

*République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Mohamed Seddik BENYAHIA – Jijel  
Faculté des Sciences et de la Technologie*

**Département d'Architecture**



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

Filière :

**ARCHITECTURE**

Spécialité :

**ARCHITECTURE ET TECHNOLOGIE**

Présenté par :

**Hadjer ZEMMOURI**

**Leila BOUKEMAYA**

**THEME :**

**L'IMPORTANCE DE L'UTILISATION DES MATERIAUX  
ECOLOGIQUES DANS LA CONCEPTION DES BATIMENTS A  
BASSE CONSOMMATION ENERGITIQUE (BBC)**

Date de la Soutenance : 19-06-2018

Composition du Jury :

Djenette LAOUAR  
Hocine TEBBOUCHE  
Mustapha BLIBLI

MAA, université Mohamed Seddik BENYAHIA - Jijel, Présidente du jury  
MAA, université Mohamed Seddik BENYAHIA - Jijel, Directeur de mémoire  
MAA, université Mohamed Seddik BENYAHIA - Jijel, Membre du Jury



## **Dédicace :**

A la mémoire de mon père, l'homme qui m'a quitté en laissant derrière lui un vide irremplaçable, mais après tout son image restera toujours gravée dans mon cœur. Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de vous. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

A ma très chère mère affable, honorable, aimable qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

A mon frère Soufiane, mon fiancé Waleed, que Dieu vous assiste...

A mon binôme Leila, ma famille, ma belle-famille, mes tantes et oncles, cousins et cousines;

A tous mes chères amies, en particulier Wissam et Imane et à tous mes ami(e)s de la promo et à toute personne qui m'a encouragé et m'a aidé au long de mes études

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

Ainsi qu'à tous ceux qui me sont chers.

**Hadjer ZEMMOURI**

## **Dédicace :**

A mon très cher père Abd Esselam;

A ma très chère mère ;

A mes frère Iyad et Mohammed;

A mes sœurs Wafa, Sana, Ikram, Mounira et Selma;

A mon binôme Hadjer,

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

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

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

Ainsi qu'à tous ceux qui me sont chers.

**Leila BOUKEMAYA**

## **Remerciement :**

A l'issu de ce travail,

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

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

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

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

# TABLE DES MATIÈRES

Dédicaces et Remerciements.....	i
Table des matières.....	vi
Liste des figures.....	ix
Liste des tableaux.....	x
Liste des abréviations.....	xi
<b>INTRODUCTION GENERALE.....</b>	<b>1</b>
Problématique.....	2
Questionnement.....	2
Hypothèses de la recherche.....	3
Objectif général de la recherche.....	3
Démarche méthodologique.....	4
Structure du Mémoire.....	4
<b><u>Chapitre 1</u> : Notions Générales sur les matériaux et l'énergie.....</b>	<b>6</b>
1.1 Introduction.....	6
1.2 Généralités sur les matériaux.....	6
1.2.1 Définitions et concepts.....	6
1.2.1.1 Matériaux de construction.....	6
1.2.1.2 Matériaux locaux.....	7
1.2.1.3 Matériaux durables.....	7
1.2.1.4 Matériaux composites.....	7
1.2.1.5 Matériaux recyclés.....	7
1.2.1.6 Matériaux bioclimatique .....	7
1.2.1.7 Matériaux écologiques.....	7
1.2.2 Bref historique sur l'utilisation des matériaux dans le bâtiment.....	8
1.2.3 Critères de choix des matériaux.....	8
1.2.4 Propriétés des matériaux.....	8
1.3 Généralités sur les énergies.....	9
1.3.1 Définition de l'énergie.....	9

1.3.2	Bref historique sur les énergies.....	9
1.3.3	Ressource énergétiques.....	10
1.3.4	Classement des énergies.....	11
1.3.5	Energie et confort dans le bâtiment.....	11
1.3.6	Efficacité énergétique dans le bâtiment.....	11
1.3.7	Classification énergétique des bâtiments.....	12
1.3.8	Labellisation énergétiques.....	12
1.3.8.1	Définition.....	13
1.3.8.2	Labels énergétiques Français.....	13
1.3.9	Evolution de la consommation énergétique des bâtiments.....	14
1.3.10	Effinergie, Passivhaus et Minergie.....	15
1.3.11	Certifications énergétiques.....	15
1.4	Place des matériaux et de l'énergie dans la démarche HQE.....	16
1.4.1	Définition de la démarche HQE.....	16
1.4.2	Certification HQE.....	16
1.4.2.1	Cible n° 02 : Matériaux.....	16
1.4.2.2	Cible n° 04 : Energie.....	17
1.5	Conclusion.....	18

**Chapitre 2 : Les matériaux écologiques et la consommation énergétique dans le bâtiment..... 19**

2.1	Introduction.....	19
2.2	Matériaux écologiques.....	19
2.2.1	Définitions et concepts.....	19
2.2.1.1	Architecture écologique.....	20
2.2.1.2	Rénovation écologique.....	20
2.2.2	Bref historique sur les matériaux écologiques.....	20
2.2.3	Tendance de l'architecture écologique.....	20
2.2.3.1	Pionniers de Low-tech.....	20
2.2.3.2	Stars du High-tech.....	21
2.2.3.3	Humanisme écologique.....	21

2.2.3.4 Ecologie démocratique et sociale.....	21
2.2.3.5 Minimalisme écologique .....	21
2.2.4 Matériaux écologiques les plus utilisés dans le bâtiment.....	22
2.2.4.1 Gros œuvres.....	22
2.2.4.2 Finitions : enduits et peintures naturelles.....	25
2.2.4.3 Isolations et cloisons intérieures.....	26
2.2.4.4 Bois de construction .....	28
2.2.5 Critères écologiques relatifs aux matériaux.....	29
2.2.5.1 Disponibilité des matières premières.....	29
2.2.5.2 Impacts environnementaux.....	29
2.2.6 Influence des matériaux écologiques sur l'environnement.....	30
2.2.7 Influence des matériaux écologiques sur l'économie.....	30
2.2.8 Avantages de l'utilisation des matériaux écologiques dans le bâtiment.....	30
2.3 Performance énergétique dans le bâtiment.....	31
2.3.1 Définitions et concepts.....	31
2.3.1.1 Consommation énergétique.....	31
2.3.1.2 Bilan énergétique .....	31
2.3.2 Performances énergétiques.....	32
2.3.2.1 Définition.....	32
2.3.2.2 Objectif.....	32
2.3.2.3 Classes de performance énergétique des bâtiments.....	32
2.3.2.4 Exigences en matière de performance énergétique.....	33
2.3.2.5 Diagnostic de Performance énergétique (DPE) .....	33
2.3.3 Types des bâtiments maîtrisant la consommation énergétique.....	33
2.3.3.1 Bâtiments à Haute Performance Énergétique (HPE) .....	33
2.3.3.2 Bâtiments à basse consommation énergétique (BBC) .....	34
2.3.3.3 Bâtiments à énergie Zéro.....	34
2.3.3.4 Bâtiments à énergie Positive.....	35
2.3.4 Principes de conception de l'habitat à basse énergie.....	35
2.4 Conclusion .....	36



<b><u>Chapitre 3 : L'utilisation des matériaux écologiques et la maîtrise énergétique dans le bâtiment en Algérie</u></b> .....	37
3.1 Introduction.....	37
3.2 Utilisation des matériaux écologiques en Algérie.....	38
3.2.1 Typologie des matériaux écologiques en Algérie.....	38
3.2.1.1 Matériaux de l'enveloppe externe .....	38
3.2.1.2 Matériaux isolants et gestion de l'étanchéité.....	39
3.2.1.3 Matériaux d'origine minérale.....	41
3.2.2 Matériaux écologiques favorables à utiliser en Algérie.....	42
3.2.3 Stratégie de l'utilisation des matériaux écologiques en Algérie.....	43
3.2.3.1 En Gros œuvre.....	43
3.2.3.2 En isolation.....	45
3.2.3.3 En finition (enduit en terre et plâtre) et peinture en couleur de terre.....	45
3.2.4 Textes juridiques et réglementaires régissant l'utilisation des matériaux écologiques en Algérie.....	46
3.2.5 Avantages de l'utilisation des matériaux écologiques en Algérie.....	46
3.3 Consommation énergétique en Algérie.....	47
3.3.1 Consommation énergétique dans le bâtiment Algérien.....	47
3.3.2 Politique énergétique dans le bâtiment en Algérie.....	48
3.3.3 Agence pour la promotion de la rationalisation de l'utilisation de l'énergie (APRUE).....	49
3.3.4 Programme ECO-BAT.....	49
3.3.4.1 Contexte.....	49
3.3.4.2 Objectif.....	49
3.3.5 Avantages des matériaux écologiques dans la démarche HQE.....	49
3.4 Conclusion.....	50
<b><u>Chapitre 4 : L'analyse des exemples existants</u></b> .....	51
4.1. Introduction.....	51
4.2. Analyse des exemples existants.....	51

4.2.1. Etude de 80 logements HPE à Ain Romana à Blida.....	51
4.2.1.1. Présentation du projet.....	52
4.2.1.2. Etude de l'ensoleillement.....	53
4.2.1.3. Choix des matériaux et des techniques de réalisation.....	54
4.2.1.4. Mesure d'efficacité énergétique.....	56
4.2.1.5. Bilan thermique.....	57
4.2.1.6. Synthèse.....	58
4.2.2. Etude des 50 logements fonctionnels pour les enseignants de l'éducation supérieure à Tassoust à Jijel .....	59
4.2.2.1. Présentation du projet.....	59
4.2.2.2. Analyse des façades.....	59
4.2.2.3. Analyse des plans .....	60
4.2.2.4. Structure et matériaux de construction.....	60
4.2.2.5. Calcul de la consommation énergétique.....	61
4.2.2.6. Synthèse .....	61
4.2.3. Comparaison entre les exemples.....	61
4.3. Conclusion.....	62
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>63</b>
Références bibliographiques.....	65
Annexes	
ملخص.....	I
Résumé .....	II
Abstract.....	III

## Liste des figures :

Figure 01 : Chronologie illustrant l'utilisation des métaux de la préhistoire aux temps modernes.	8
Figure 02 : Consommation finale d'énergie période 1980-2009	9
Figure 03 : Les énergies renouvelables	10
Figure 04 : Etiquette de performance énergétique	12
Figure 05 : Schéma d'une maison passive	14
Figure 06 : Présentation de la démarche HQE et ses principaux préoccupations	16
Figure 07 : Conductivités thermiques de quelques matériaux	17
Figure 08 : Pierres de différentes natures	22
Figure 09 : Construction en paille	23
Figure 10 : La pose de la brique de chanvre	23
Figure 11 : L'utilisation du bois en charpente	24
Figure 12 : Briques Monomur en terre cuite	24
Figure 13 : Différentes couleurs de peinture écologique : Glycéro	25
Figure 14 : l'utilisation de la laine de bois pour le toit et les murs	27
Figure 15 : La mise en œuvre de la ouate de cellulose	27
Figure 16 : La construction à ossature en bois	28
Figure 17 : Origine du bilan énergétique relatif au chauffage d'une maison	31
Figure 18 : Maison à basse énergie en Suisse	34
Figure 19 : Principaux besoins d'une maison à énergie positive	35
Figure 20 : Principaux besoins d'une maison à basse énergie	35
Figure 21 : le classement des bâtiments à basse consommation	35
Figure 22 : Maison écologique avec ossature en bois	38
Figure 23 : Constructions en terre dans le Sud Algérien	38
Figure 24 : Nouveau Ksar écologique de Tafilet à Béni-Isguen (Ghardaïa)	39
Figure 25 : Bâtie ancien (gauche) et bâtie récent (droite) en moellon de pierre	39
Figure 26 : Les premiers Bétons et Briques en chanvre remontent à la fin des années 1980	40
Figure 27 : La chène de liège et le liège	40
Figure 28 : La ouate de cellulose de la matière première à l'exploitation	41
Figure 29 : Le principe d'une construction en béton cellulaire	41
Figure 30 : Solution haute performance énergétique avec brique Monomur	42
Figure 31 : Construire en pisé	43
Figure 32 : Constructions en moellon de pierre récente et ancienne en Algérie	43

Figure 33 : Mur construit en Adobe.....	44
Figure 34 : Ossature en bois avec isolation en paille.....	44
Figure 35: Maçonnerie en brique en terre cuite avec isolation en ouate de cellulose.....	45
Figure 36 : Peinture en terre et plâtre naturel des anciennes maisons.....	45
Figure 37: Les peintures écologiques en Algérie .....	46
Figure 38 : Répartition de la consommation du secteur résidentiel par types d'énergie.....	47
Figure 39 : Programme Ecot-bât des 11 Wilayas.....	52
Figure 40 : Plan de situation.....	52
Figure 41 : L'implantation des bâtiments.....	53
Figure 42 : Une végétation caduque pour les logements RDC.....	53
Figure 43 : Stratégie adoptée pour l'ensoleillement.....	54
Figure 44 : La protection des vitres du soleil d'été.....	54
Figure 45 : Les différents détails d'isolation.....	54
Figure 46 : L'utilisation des épingles .....	55
Figure 47 : Détail d'isolation.....	56
Figure 48 : Bilan thermique du traitement des apports des logements HPE par rapport aux constructions actuelles.....	57
Figure 49 : Bilan thermique du traitement de déperditions des logements HPE par rapport aux constructions actuelles.....	57
Figure 50 : Bilan thermique du besoin de chauffage des logements HPE par rapport aux constructions actuelles.....	58
Figure 51 : L'implantation du projet .....	59
Figure 52 : Façade Sud-Est .....	60
Façade 53 : Etiquette énergétique représente le classement du logement avec un diagramme de l'indice de consommation énergétique. ....	61

## Liste des tableaux :

Tableau 01 : Propriétés des matériaux.....	09
Tableau 02 : Evolution de la consommation énergétique des bâtiments.....	14
Tableau 03 : les différents labels.....	15
Tableau 04 : Types de logements de la cité des 80 logements.....	53

## Liste des abréviations :

- **APRUE** : Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie.
- **ADEME** : Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie.
- **BBC** : Bâtiment à Basse Consommation.
- **BEPOS** : Batiment à Energie Positive
- **DPE** : Diagnostic de Performance Energétique.
- **ECS** : Eau Chaude Sanitaire.
- **FSC** : Forest Stewardship Council.
- **HPE** : Haut Performance Energétique.
- **HQE** : Haute Qualité Environnementale.
- **NF** : Norme Française.
- **GPL** : Gaz de pétrole liquéfié
- **Kwh** : Kilo Watt Horaire.
- **Kwh/m<sup>2</sup>.an** : Kilo Watt Horaire sur Mètre carré par an.
- **OPGI** : Offices de Promotion et de Gestion Immobilière.
- **PEB** : Performance Energétique des Bâtiments.
- **RDC** : Rez-de-chaussée.
- **RT** : Réglementation Thermique.
- **TEP** : Tonne Equivalente Pétrole.
- **THPE** : Très Haut Performance Energétique.

## **INTRODUCTION GENERALE**

Les matériaux de tout temps définissent le niveau de développement de nos civilisations, en même temps que leur suprématie ou leur disparition. Le choix des matériaux constructifs est trop souvent guidé par l'esthétique, les contraintes techniques et plus encore par l'aspect économique lié aux coûts de la construction. Il devrait idéalement intégrer des critères autres les préoccupations générales liées à la santé et à l'environnement. Le développement durable un enjeu principal pour l'avenir de notre planète, et sa prise en compte devrait entraîner des changements multiples dans les prochaines décennies.

Pour l'amélioration de la construction, l'architecture suit plusieurs techniques telles que : l'utilisation de nouveaux matériaux économiques, durables, recyclables, et qui respectent l'environnement... Ces caractéristiques affirmées dans les matériaux écologiques sont comme étant des meilleures solutions dès leurs production, mise en œuvre et leurs utilisation.

L'architecture écologique est considérée comme une solution technique pour des constructions présentant des potentialités élevées d'économie d'énergie; la construction écologique devrait répondre à toutes les attentes comme elle a été faite par la combinaison des matériaux écologiques.

Dans les pays de la Méditerranée, notamment l'Algérie .il y a des ressources naturelles des matériaux écologiques dont certains sont utilisés par les anciens habitants de l'Algérie telles que la pierre, l'argile et la paille, qui sont des matériaux locaux, naturels et écologiques. Ces matériaux jouent un rôle très important dans l'évolution de plusieurs secteurs ainsi que l'économie, le développement durable et la société qui sont influencés par la maîtrise énergétique et la consommation d'énergie dans le bâtiment algérien, en vue de résoudre des problèmes de réalisation, de conception, d'isolation et d'économie...

Pour assurer les contextes conditionnés à réaliser ce but, il est préférable d'utiliser les matériaux écologiques dans le bâtiment algérien pour une meilleure rationalité des ressources et pour une performance énergétique efficace et réduite.

## **Problématique**

L'art de construire a connu des mutations depuis l'antiquité où le bâtiment était réalisé en utilisant des matériaux naturels plus facile à utiliser (pierre, bois, terre ...), jusqu'à nos jours qui se compose de divers matériaux modernes, naturels, artificiels, locaux, durables et écologiques ...

Ces mutations font un développement des techniques d'utilisation et d'application de ces matériaux de construction dans le bâtiment et pour un meilleur fonctionnement, améliorer le confort, bénéficier au maximum des avantages, d'écologie et de durabilité, et notamment pour diminuer la consommation énergétique. Tous ces buts sont souhaités pour résoudre les problèmes d'économie, de santé, du développement durable et de société ....

L'Algérie, à l'image des autres pays de la méditerranée, a utilisé récemment plusieurs techniques de construction et divers matériaux (locaux, durables, écologiques...) dans le bâtiment dont l'objectif de réduire la consommation énergétique, et d'exploiter rationnellement les énergies et les matières premières, mais cette stratégie (n'a pas connue largement dans le pays), ce qui exige une promotion pour l'utilisation des matériaux écologiques dans la construction et augmenter l'efficacité énergétique résultant de leur utilisation. Alors il faut développer la politique éco-énergétique dans le bâtiment en Algérie comme solution pour résoudre les problèmes d'économie, d'environnement, d'architecture, de société telle que la forte consommation énergétique et la rareté des énergies non renouvelables, les matériaux polluants, toxiques, non durables et couteux...

## **Questionnement**

1. Quelles sont les influences des matériaux écologiques sur l'environnement, l'économie et le confort des usagers des bâtiments ?
2. Quel est l'impact des matériaux écologiques sur la consommation énergétique dans le bâtiment en Algérie?
3. Quelle est la stratégie Algérienne, en matière d'utilisation des matériaux écologiques, pour l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments?

## **Hypothèse de la recherche**

La diversité des matériaux de construction fait une diversité d'architecture, elle avait développé le secteur du bâtiment et enrichit l'art de construire lorsqu'il y a des matériaux durables, recyclables, locaux et écologiques...

Le type le plus important c'est les matériaux écologiques qui ont des caractéristiques bien souhaités dans la construction, car ils réduisent le niveau de la consommation énergétique des bâtiments et influent positivement sur l'environnement (il s'agit des matériaux sains, propres, non polluants...), sur le plan économique (économiser les énergies, locaux, non coûteux...) et sur le confort. Notre pays est en cours de développement d'une politique écologique dans le bâtiment pour une performance énergétique efficace et rationnelle comme solution contre les crises d'énergies non renouvelable, la forte augmentation forte de la population, l'effet de serre qui fait mal à l'environnement, pour une démarche éco-énergétique a été commencée par l'intégration de l'habitat écologique dans quelques régions avec des lois et des normes adaptées et la réalisation des bâtiments à haute performance énergétique (HPE). Basant sur des systèmes de performance énergétique développés et bien étudiés, cette démarche doit être développée et promut largement dans le bâtiment en Algérie en général.

## **Objectif général de la recherche**

L'objectif principal de cette recherche consiste à démontrer comment peut-on améliorer le comportement thermique d'un bâtiment à travers l'optimisation de ses performances énergétiques en se basant sur l'utilisation des matériaux écologiques dans la réalisation des bâtiments en Algérie à travers :

- Le meilleur choix des matériaux écologiques de construction utiles en fonction de différentes caractéristiques (thermiques, physiques...).
- La réglementation de l'efficacité énergétique par l'utilisation des matériaux écologiques.
- La détermination des meilleures solutions architecturales pour réduire la consommation énergétique dans le bâtiment
- La promotion de l'utilisation des matériaux écologiques dans le bâtiment en Algérie par la démonstration de ses avantages et ses influences positives sur la construction et la maîtrise d'énergie.



## **Démarche méthodologique**

Pour répondre à la problématique posée et atteindre les objectifs; nous avons articulé notre travail sur une recherche bibliographique, afin de comprendre les notions, les concepts et les différentes théories dans le cadre de l'utilisation des matériaux écologiques dans la conception des bâtiments à basse consommation énergétique en Algérie.

Ce travail se présentera sous forme d'une approche théorique et une autre comparative, basé sur deux aspects de recherche :

### **- Une approche Analytique :**

Notre étude se propose d'être le fruit d'un travail d'observation, de lecture et d'interprétation. Nous sommes livrés à la collecte d'informations suivant plusieurs références bibliographiques : Livres, thèses et sites internet...etc.,

### **• Une approche comparative :**

Elle s'effectue essentiellement à travers : une étude de la politique Algérienne en matière d'énergie ainsi que l'analyse des exemples que ce soit national ou international. Elle est basée sur l'étude des besoins énergétiques par l'utilisation du logiciel CTBAT pour le calcul du bilan énergétique dans les bâtiments ainsi en utilisant les données annuels de la consommation d'énergie et en les incluant à l'application pour avoir les résultats qu'à partir desquelles en choisis notre mode de conception.

## **Structure du Mémoire :**

Le mémoire est structuré d'une introduction générale et quatre chapitres. Elle est achevée par une conclusion générale. L'ouverture du mémoire était par une introduction générale qui pose la problématique de la recherche sur les matériaux écologiques et l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment.

### **• Chapitre 01: Notions générales sur les matériaux et l'énergie**

Il représentera les différents types des matériaux de construction, ses ressources, ses caractéristiques et ses classifications d'une façon générale; des généralités sur des concepts énergétiques dans le secteur des bâtiments; et la place des matériaux et de l'énergie dans la démarche HQE.

- **Chapitre 02:**

Il sera consacré aux matériaux écologiques, ses types, ses domaines d'utilisations et les matériaux les plus utilisés dans le bâtiment; et également la performance énergétique et les différents types des bâtiments maîtrisant la consommation énergétique.

- **Chapitre 03:**

Il inclura l'utilisation des matériaux écologiques en Algérie, en plus de la politique, la maîtrise et la consommation énergétique dans le bâtiment Algérien en utilisant des matériaux écologiques locaux.

- **Chapitre 04:**

Il comprendra une étude comparative entre deux exemples celui de 80 logements HPE à Ain Romana à Blida et de 50 logements social à Tassoust, pour pouvoir arriver à des orientations afin de fixer la méthode à suivre dans la consommation énergétique idéale.

Enfin nous terminerons par une conclusion générale récapitulative, les résultats appréhendés à travers les calculs seront à l'instar pour atteindre les objectifs préalablement cités.

## **Chapitre 1 : Notions générales sur les matériaux et l'énergie**

### **1.1 Introduction :**

Comme tout acte conceptuel, la conception en architecture se base sur des connaissances pour valider ses concepts. A l'étape de la matérialisation, elle s'appuie sur une connaissance des matériaux globale, étendue et précise.

En choisissant les matériaux et les techniques constructives d'un projet de bâtiment, le concepteur prend en quelque sorte position par rapport à la situation rappelée ci-dessus, sans oublier que la conception et la réalisation d'un édifice sont les résultats d'un long processus qui engage des réalités diverses et cohérentes. Ainsi, ce choix s'opère avec un ensemble de critères qui résultent de la connaissance et de l'étude des différentes étapes que le matériau rencontre au cours de son cycle de vie. Ces étapes correspondent à des actions qui produisent les états successifs du matériau, des matières premières dont il est issu jusqu'à leur recyclage, en passant par les différents termes de son usage, engageant des ressources et de l'énergie dont « *Les logements représentent le plus grand gisement d'économies d'énergie* » (De Haut, 2007).

Les états du matériau au cours de son cycle de vie, il subit un certain nombre de transformations. Ces transformations, matérielles ou conceptuelles, lui confèrent des propriétés précises à un moment donné de son évolution, définie par son état. Dans une économie durable, la succession de ces états s'enchaîne en boucle, selon un processus qui se renouvelle sur lui-même.

### **1.2 Généralités sur les matériaux :**

#### **1.2.1 Définitions et concepts :**

Afin de bien comprendre notre recherche, on a choisi quelques termes qui sont en relation avec les matériaux de construction et des connaissances internationales sur le concept de l'énergie dans les bâtiments.

##### **1.2.1.1 Matériaux de construction :**

Les matériaux de construction désignent des matériaux utilisés dans les différents secteurs de la construction quel que soit des bâtiments où des travaux publics.

Ils contiennent une vaste série des matériaux, on a principalement: les matériaux issus de la transformation de produits de carrières tel que le béton et la brique, les matières plastiques, le verre, l'acier, le bois, etc...

### **1.2.1.2 Matériaux locaux :**

Les matériaux locaux représentent des matériaux de construction qui par leurs propriétés s'intègrent de façon adaptée dans un cadre donné et une perspective générale du développement durable. Un matériau est local ou non en fonction de différents paramètres. (Wyss Urs, 2005).

### **1.2.1.3 Matériaux durables :**

Sont des matériaux qui assurent le développement durable, et répond aux besoins présents, sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins.

### **1.2.1.4 Matériaux composites :**

Un assemblage de deux composants, au moins, non miscibles dont les propriétés se complètent. Le nouveau matériau ainsi constitué des propriétés que les composants seuls ne possèdent pas.

Le phénomène de rassembler les composants permet d'améliorer la qualité de la matière face à une certaine utilisation, il explique aussi, l'utilisation des matériaux composites d'une manière croissante dans différents secteurs industriels. (Roulet, 2004).

### **1.2.1.5 Matériaux recyclés :**

Le recyclage des matériaux permet de réduire la production de déchets et d'économiser des matières premières précieuses et rares, et parmi les matériaux recyclés on a par exemple : le béton recyclé pour la construction, les pierres de maçonnerie issues de matériaux de démolition, les tuyaux en plastique recyclé pour les câbles électriques, etc... (Phillips, 2000).

### **1.2.1.6 Matériaux bioclimatique :**

Vise essentiellement à l'amélioration du confort qu'un espace bâti peut induire de manière naturelle. C'est à dire en minimisant le recours aux énergies non renouvelables, les suites pervers sur le milieu naturel et les couts d'investissement et de mouvement. (Fernandez et Lavigne, 2009).

### **1.2.1.7 Matériaux écologiques :**

*« Tout aussi important, ils ont un impact sur le monde qui nous entoure, lorsqu'ils améliorent ou défigurent les paysages, apportent prospérité ou pauvreté, santé ou maladie, beauté ou laideur. Par conséquent, le choix de vos matériaux doit être motivé par d'autres facteurs que leur prix, leur confort ou les modes et vous engage dans une autre réflexion. »* (Phillips, 2000).

### 1.2.2 Bref historique sur l'utilisation des matériaux dans le bâtiment :

Le bois, la pierre, la terre crue et la terre cuite, sont les matériaux traditionnels qui ont conditionné la manière de concevoir les bâtiments. Si les premiers sont disponibles à même le sol, la terre cuite est la première pierre artificielle employée.

Par la suite, dès l'Antiquité, d'autres matériaux exigeant une préparation et des processus complexes de transformation, comme la chaux ou le plâtre, obtenus par chauffage de pierre calcaires ou de gypse sont employés. Additionnés de la pouzzolane ou de brique pilée, ils permettent à la Rome antique, de réaliser les premiers bétons basés sur de la chaux.

Jusqu'à la révolution industrielle, le fer, la fonte, le verre ne sont employés que de manière marginale.

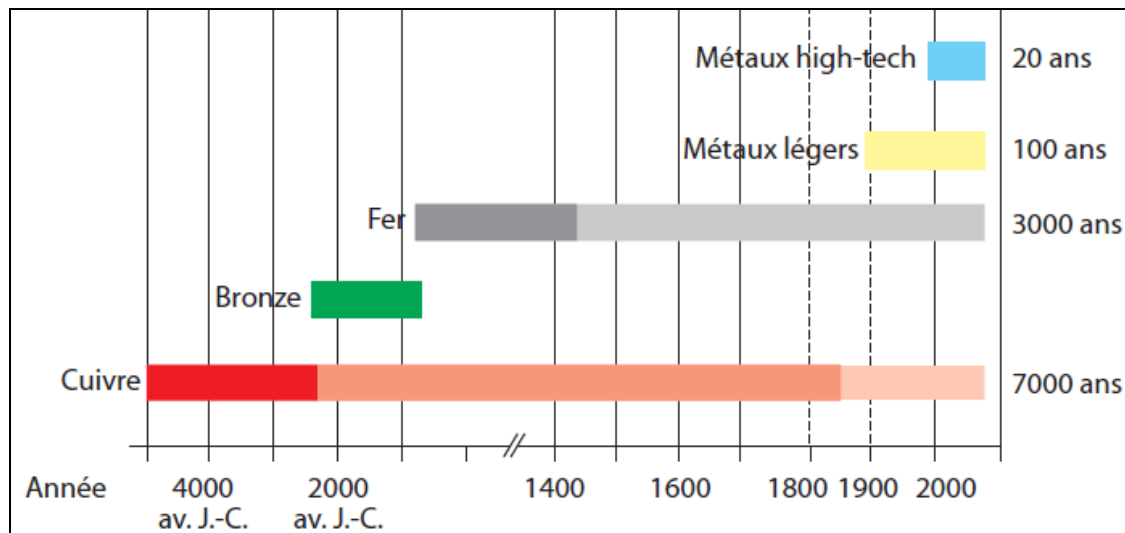


Figure 1: Chronologie illustrant l'utilisation des métaux de la préhistoire aux temps modernes.  
Source : Wellmer et Steinbach, (2011).

### 1.2.3 Critères de choix des matériaux :

Les matériaux sont retenus selon plusieurs notes de critères.

- Ils doivent être sans danger pour la santé: recyclables et renouvelables,
- Respecter l'environnement,
- Il est préférable l'utilisation des matériaux dont la fabrication demande peu d'énergie,
- Choisir des produits locaux afin d'encourager l'économie régionale et de limiter les transports routiers. (Gauzin-Muller, 2005).

### 1.2.4 Propriétés des matériaux :

Les matériaux utilisés dans la construction d'ouvrages ou dans la construction d'habitats ont tous des propriétés qui permettront de les différencier. On cite :

Tableau 1: Propriétés des matériaux.  
Source : tableau réalisé à partir des données tirés du Couasnet, (2005).

Propriétés Physiques	Propriétés Mécaniques	Propriétés Acoustiques	Propriétés Thermiques
On a La densité, la porosité, la masse volumique...	Ils sont soumis à des efforts de cisaillement, torsion, traction...	Tel que l'absorption acoustique et la résistance acoustique.	La conductivité, la résistance et la capacité thermique,...

### 1.3 Généralités sur les énergies :

#### 1.3.1 Définition de l'énergie :

L'être humain a besoin de se chauffer, se nourrir, se laver, se déplacer, communiquer, se nettoyer et s'amuser, pour vivre. Chacun de ces besoins demande de l'énergie. Toutes les sources d'énergie se trouvent sur terre, sauf l'énergie qui vient du soleil. Sans le soleil, pas de vent, pas de pluie, pas de lumière du jour et pas de plantes. (Ader, 2011).

Dans le Système international d'unités, l'énergie s'exprime en Joule et dans la vie courante, on utilise le kilowattheure (kWh).

#### 1.3.2 Bref historique sur les énergies :

L'énergie est consommée par l'homme comme toujours, au début par l'homme primitif, cette énergie est d'origine presque exclusivement renouvelable (la biomasse, énergie animale....). Il comptait sur le soleil et sa chaleur, Il se réchauffait grâce au feu et aux peaux d'animaux et se déplaçait à pieds.

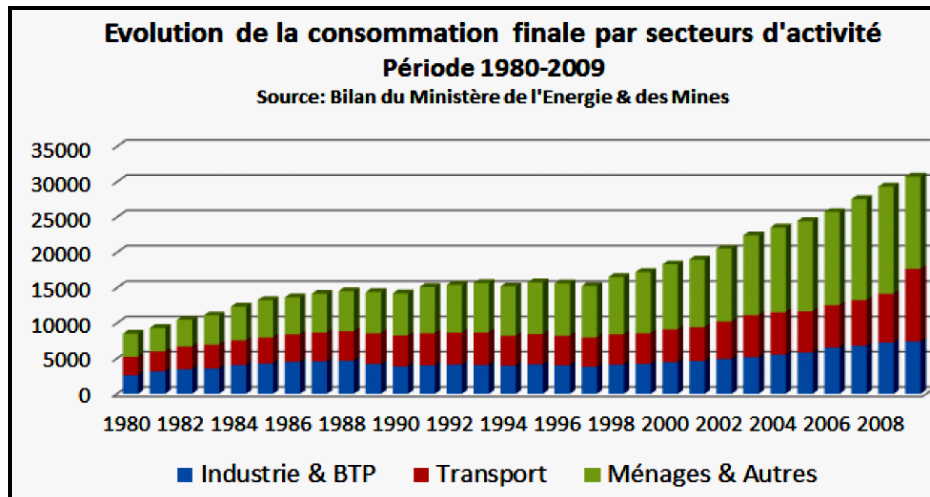


Figure 2: Consommation finale d'énergie période 1980-2009, Source: bilan du ministère de l'énergie et des mines, (2009).

Dont « Jusqu'au XVIIIe siècle, l'énergie utilisée par l'homme était principalement celle de ses bras et ses jambes donc celle qui lui procure la nourriture qu'il consomme et l'oxygène qu'il

respire. On peut d'ailleurs remarquer que l'origine de l'énergie contenue dans la nourriture provient du soleil qui fait pousser les plantes et leur donne ainsi un contenu énergétique de nature chimique.» (Lehmann, 2011).

Cette consommation arrive jusqu'à la révolution industrielle qu'elle est marquée par les développements industriels plus énergivores puis l'apparition des technologies avancées, la découverte de Charbon. Et l'utilisation de pétrole et puis après le gaz naturel, l'un de ses fruits : l'énergie électrique.

### 1.3.3 Ressources énergétiques :

Toutes les sources d'énergie se trouvent sur la terre, sauf l'énergie qui vient du soleil.

Elle est inépuisable et indispensable à la vie. Sans le soleil, pas de vent, pas de lumière, pas de pluie du jour et pas de plantes. (Ader, 2011).

- **Energie fossiles:** « Source d'énergie ne se renouvelant pas ou très lentement, et donc sujette à épuisement des stocks en cas d'exploitation intensive (pétrole, charbon, gaz naturel, Uranium). » (Robert et Fabas, 2008).

- **Energie fissile :** On cite l'énergie nucléaire qu'elle représente l'énergie liant les composantes du noyau. L'éclatement de certains atomes lourds. Cette chaleur est utilisée pour produire de l'électricité. (Connaissance des énergies, 2016).

- **Energie renouvelable :** Elle se renouvelant assez rapidement pour être considérée comme inépuisable. Les énergies renouvelables ne produisent habituellement pas de gaz à effet de serre (solaire, éolien, biomasse...) (Robert et Fabas, 2008).

On a donc : l'énergie solaire, l'énergie éolienne, la biomasse, l'énergie hydraulique, l'énergie géothermique et l'énergie des mers ou énergie marine.

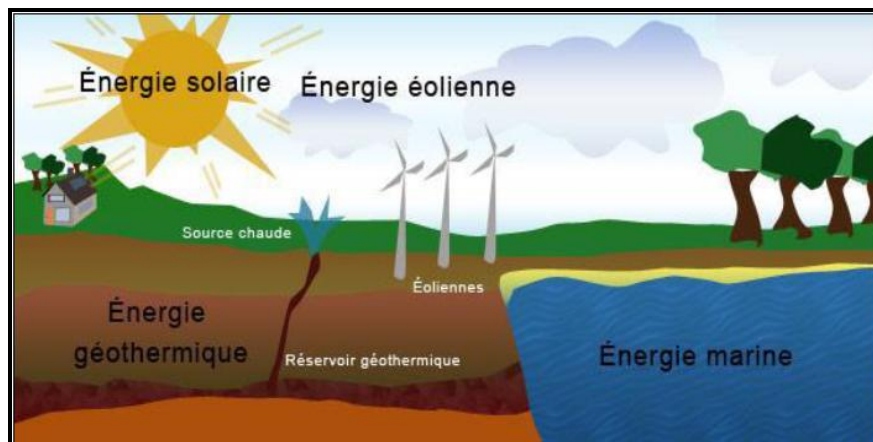


Figure 3: les énergies renouvelables.  
Source: Feddaoui, (2014).

### 1.3.4 Classement des énergies :

Il existe 05 types d'énergie, dont chaque type se diffère de l'autre :

- **Energie primaire totale:** Elle symbolise la somme de toutes les sources d'énergie qui sont directement puisées dans les réserves naturelles telles que le pétrole, le gaz naturel, le Charbon, la biomasse, l'énergie hydraulique, le soleil, et le vent. (Sanna, 2009).
- **Energie primaire non renouvelable:** Elles sont les énergies fossiles c'est l'ensemble des énergies issues de gisements provenant du sol et du sous-sol terrestre (gaz, pétrole, charbon) et qui se sont constituées par un évolution de fossilisation de végétaux sur une période de millions d'années. (Schneider-Electric, 2011).
- **Energie primaire renouvelable:** ressource qui est soit éclairée, soit régénérée ou naturellement renouvelée, à une vitesse qui fâche la vitesse d'épuisement de cette ressource et cela, avec une gestion régulière de la ressource. (Sanna, 2009).
- **Energie matière:** c'est l'énergie qui correspond à la part de l'énergie primaire contenue dans les matériaux non utilisés. Elle peut être récupérée en fin de vie si les filières de collecte et de production existent.
- **Energie procédé:** c'est l'apport d'énergie nécessaire dans un processus élémentaire pour mettre en œuvre le processus ou faire fonctionner l'équipement correspondant, à l'exclusion des entrants énergétiques de production et de livraison de cette énergie. (Sanna, 2009).

### 1.3.5 Energie et confort dans le bâtiment :

Il existe un rapport entre l'énergie et le confort dont ils sont des facteurs liés les uns avec les autres, la bonne gestion de l'énergie assurer le confort.

La maîtrise de l'énergie et l'utilisation des sources d'énergie renouvelables permet autoriser à fournir le confort, la gestion de l'énergie permet de faire des économies en ne consommant que ce qui est nécessaire, elle évite les gaspillages et maintient un confort adapté.

### 1.3.6 Efficacité énergétique dans le bâtiment :

*« L'efficacité énergétique se réfère à la réduction de la consommation d'énergie sans toutefois provoquer une diminution du niveau de confort ou de qualité de service dans les bâtiments. »* (Sennit, 2007).



L'objectif de l'efficacité énergétique consiste à produire les mêmes biens ou services, mais en utilisant le moins d'énergie possible. Ce programme contient des actions qui privilégient le recours aux formes d'énergie les mieux adaptées aux différents usages et nécessitant la modification des comportements et l'amélioration des équipements.

### 1.3.7 Classification énergétique des bâtiments :

La classification énergétique est établie selon le degré de consommation annuelle d'énergie par m<sup>2</sup> (en kWh/m<sup>2</sup>.an). Sept classes sont déterminées, comme pour l'électroménager, allons de la classe A à la classe G :

- **La classe A** : logement économe avec une consommation annuelle d'énergie primaire pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire.
- **La classe G** : la classe énergivore, avec une consommation égale ou supérieure à 450 kWh/m<sup>2</sup>.an. (De Haut, 2007).

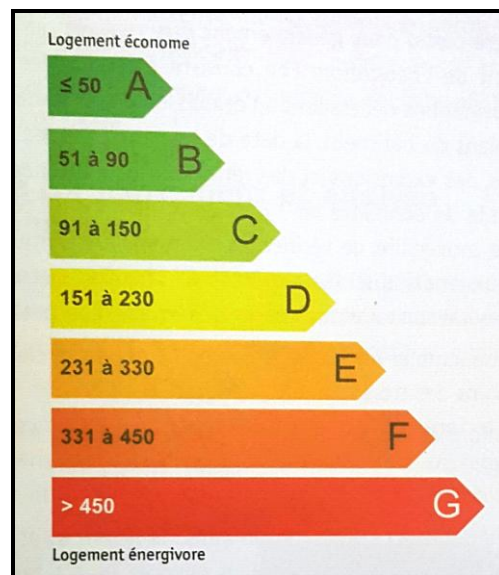


Figure 4: Etiquette de performance énergétique.  
Source: Amjahdi et Lemale, (2010).

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

### 1.3.8 Labellisation énergétiques :

Le label a pour objectif de contrôler et d'approuver un ensemble des éléments contribuant à obtenir une haute performance énergétique.

### **1.3.8.1 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.

### **1.3.8.2 Labels énergétiques Français :**

Elles fixent la consommation de chauffage des logements neufs à 85 kWh/m<sup>2</sup>.an, mais il existe de très fortes variations dans la performance énergétique des logements « anciens » par rapport aux logements « actuels ».

Malgré le renforcement de l'isolation thermique et de l'efficacité des équipements de chauffage, la consommation de chauffage ne cesse d'augmenter. (De Haut, 2007).

- **Label THPE (Très Haute Performance Énergétique) :**

Le label Très haute performance énergétique (THPE): Représente la consommation globale d'énergie inférieure de 20 % à la consommation de référence RT 2005 ;

Le label THPE EnR (THPE Énergies renouvelables) : consommation globale d'énergie inférieure de 30 % à la consommation de référence RT 2005 ; (Maes, 2009).

- **Label HPE (Haute Performance Énergétique) :**

Les maîtres d'ouvrages et promoteurs, obtenant des résultats encore plus performants que les exigences de la réglementation thermique, peuvent les valoriser au moyen de l'un des cinq niveaux de performance du label HPE, dont les contenus sont détaillés dans un arrêté du 27 juillet 2006. On distingue :

*« Le label HPE (Haute performance énergétique) : consommation globale d'énergie inférieure de 10 % à la consommation de référence RT 2005 ;*

*Le label HPE EnR (HPE Énergies renouvelables) : niveau du label HPE et besoins en chauffage assurés à plus de 50 % par une chaudière bois-énergie (ou biomasse) ou un réseau de chaleur alimenté à plus de 60 % par des énergies renouvelable.» (Maes, 2009).*

- **Label BBC (bâtiment a basse consommation) :**

*« Le label BBC (Bâtiment basse consommation) : consommation énergétique globale égale ou inférieure à 50 kWh/an.m<sup>2</sup>, niveau pondéré selon l'altitude et la zone climatique, soit entre 40 et 75 kWh/m<sup>2</sup>.an. L'obtention du niveau BBC peut être validée par le label Effinergie. » (Maes, 2009).*

Le label BBC nécessite une conception bioclimatique de la construction. Cela va d'une bonne orientation pour favoriser les apports solaires, à une compacité optimisée.

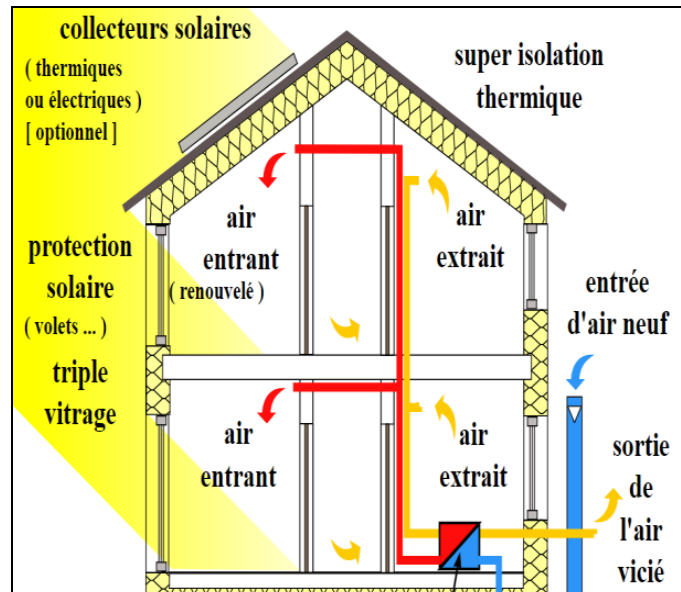


Figure 5: Schéma d'une maison passive.  
Source : maison-container, (2018).

L'isolation Thermique et l'étanchéité à l'air sont les critères les plus importants pour une labellisation bâtiment basse consommation.

Le but étant de protéger l'habitation contre le froid en hiver et la chaleur en été, afin de limiter les besoins en énergie.

Une bonne ventilation garantissant un air sain dans toutes les pièces et limitant les risques d'humidité, est également un atout majeur pour le label BBC.

### 1.3.9 Evolution de la consommation énergétique des bâtiments :

Tableau 2: Evolution de la consommation énergétique des bâtiments.  
Source: Amjahdi et Lemale, (2010).

T de logs	/	2007	2010	2012	2020	
Logement neuf	Types de réglementation	RT 2005	THPE	BBC	Bâtiment passif	Energie positive
	Conso (kWh/m <sup>2</sup> )	105	85	50	0*	0**
Logement existant	Type de réglementation	Conso moyenne	Rénovation de 400000 logs/an		Rénovation de 38% des consommations	
	Conso (kWh/m <sup>2</sup> )	250	210		150	

### 1.3.10 Effinergie, Passivhaus et Minergie :

Ces trois labels sont définis par des associations et ils n'ont aucune valeur réglementaire.

Le pays d'origine d'un label n'empêche pas son emploi sur un autre territoire. (*Robert et Fabas, 2008*).

Tableau 3 : les différents labels.  
Source: *Le Moniteur, (2007)*.

	<b>Pays d'origine</b>	<b>Définition de l'Energie Primaire</b>	<b>Consommation maximale</b>
<b>PassivHaus</b>	Allemagne	Chauffage, ECS, Ventilation, Ecologique, Auxiliaire, Electroménager	120 kWh/m <sup>2</sup> /an
<b>Minergie</b>	Suisse	Chauffage, ECS, Ventilation	42 kWh/m <sup>2</sup> /an
<b>Effinergie</b>	France	Chauffage, ECS, Ventilation, Eclairage, Auxiliaire	50 kWh/m <sup>2</sup> /an

En 2007, L'Effinergie est une association s'est fixée comme objectif de expliquer un référentiel afin de pouvoir mettre en place une certification.

Ainsi, l'Autriche aura son label pour promouvoir les bâtiments à basses énergie, sur le modèle des démarches Minergie en Suisse et Passivhaus en Autriche. (*De-Haut, 2007*).

### 1.3.11 Certifications énergétiques :

Les certifications sont un outil de pilotage stratégique pour améliorer les performances énergétiques, évaluer les usages énergétiques et mettre en œuvre un plan de comptage de l'énergie.

*« Il existe plusieurs certifications énergétiques dans le milieu du bâtiment géré par des entreprises et collectivités, ces dernières aident à mettre en place un management intelligent de l'énergie pour améliorer les performances énergétiques et réaliser des économies d'énergie. ».*  
(Certification-afnor, 2018).

Les buts communs de ses dernières sont :

- Identifier les zones de consommation d'énergie par une démarche structurée.
- Réduire les coûts en limitant la consommation d'énergie.
- Piloter les objectifs de performance énergétique.

## 1.4 Place des matériaux et de l'énergie dans la démarche HQE :

### 1.4.1 Définition de la démarche HQE :

En France, le concept le plus répandu est celui de la HQE. L'objectif n'est pas d'évaluer les bâtiments mais de certifier une démarche HQE associée à une logique de qualité et de confort, appliquée à la construction, aux principes de management nécessaires à son application et à la collaboration entre les nombreux intervenants impliqués. (Gauzin-Muller, 2005). Elle s'appuie sur l'évaluation comprenant 14 cibles regroupées en 4 thèmes: éco-construction, éco-gestion, confort et santé. Cette grille, préparée par l'Association HQE.

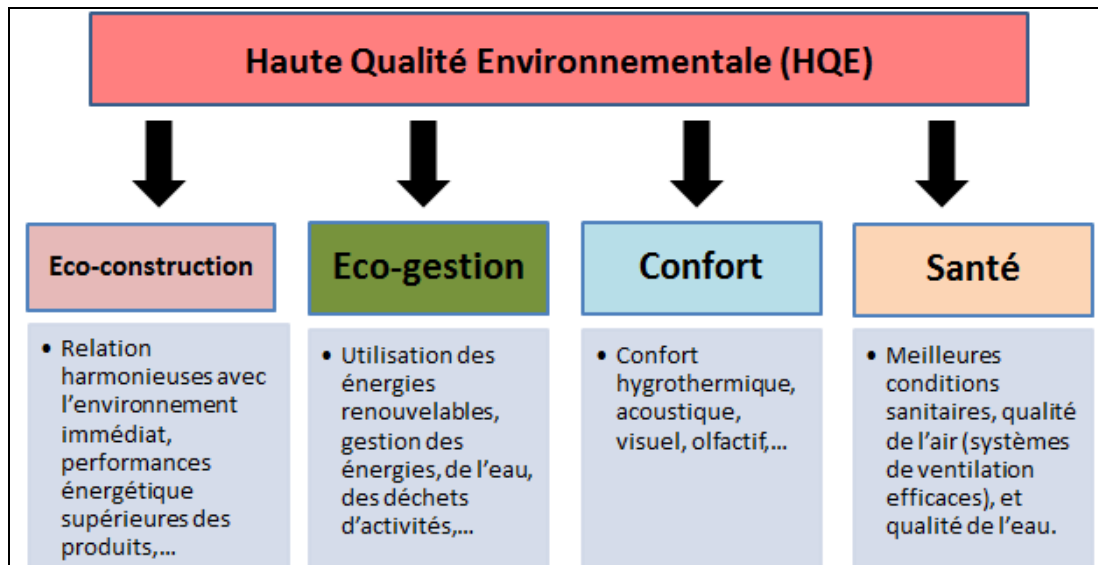


Figure 6: Présentation de la démarche HQE et ses principales préoccupations.  
Source : Schéma réalisé à partir des données tirées du: Gauzin-Muller, (2005).

### 1.4.2 Certification HQE :

Initiée au début des années 90, par la démarche HQE qui vise à limiter les impacts d'une opération de construction ou de réhabilitation sur l'environnement tout en assurant à l'intérieur du bâtiment des conditions de vie saines et confortables. Esthétique, confort, agrément de vie, écologie, durabilité (Ademe, 2007).

Un bâtiment conçu, réalisé et géré selon une démarche de qualité environnementale possède donc toutes les qualités habituelles d'architecture, de fonctionnalité, d'usage, de performance technique et autres que l'on est en droit d'attendre.

#### 1.4.2.1 Cible n° 02 : Matériaux :

Les matériaux de construction sont souvent multifonctionnels, les critères environnementaux qui les caractérisent portent sur l'ensemble de leur cycle de vie, extraction des matières premières, fabrication, mise en œuvre, utilisation, entretien, démolition et recyclage.

Dans la démarche HQE, le choix des matériaux est fondé sur un ensemble de critères techniques, économiques, esthétiques, auxquels s'ajoutent les critères environnementaux.

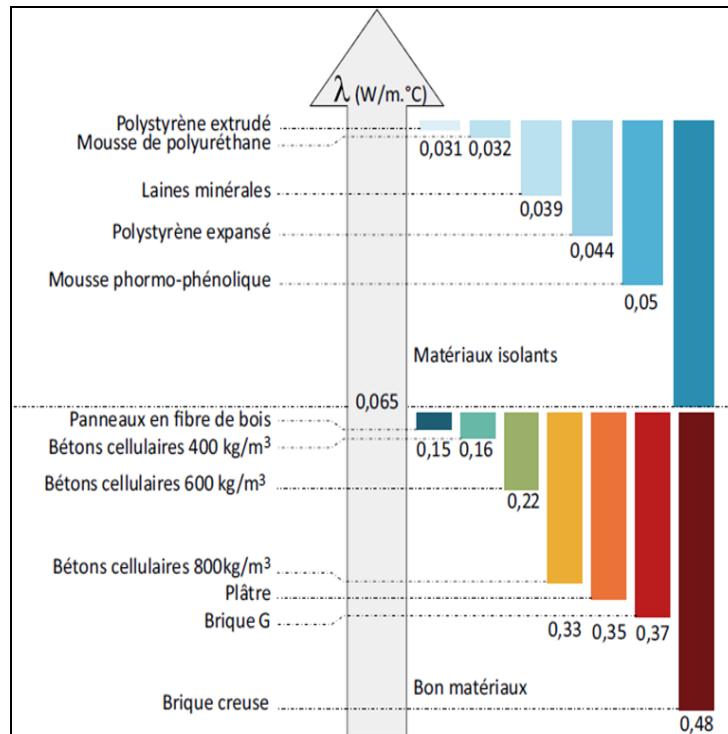


Figure 7: Conductivités thermiques de quelques matériaux  
Source : Giz, (2012).

Les critères environnementaux concernent principalement l'économie des ressources naturelles et la maîtrise des risques sur l'environnement et sur la santé, non seulement lors de la fabrication mais aussi lors de la mise en œuvre des produits et pendant l'usage du bâtiment. (Gauzin-Muller, 2005).

#### 1.4.2.2 Cible n°04: Energie :

Le poids de la gestion des énergies est très important dans la démarche HQE car elle touche l'isolation, la ventilation, la climatisation, le chauffage et les équipements.

*« Pour être économe en énergie, un bâtiment doit posséder une enveloppe performante (isolation thermique et étanchéité à l'air), des équipements adaptés à haut rendement et un système de gestion informatisé permettant d'ajuster au mieux les consommations aux besoins. »*  
(Gauzin-Muller, 2005).

Economiser l'utilisation des énergies permet de réduire les consommations. Les économies et le recours aux énergies renouvelables donnent aussi la possibilité d'être moins dépendant des décisions politiques des pays producteurs d'énergies fossiles et des hausses de prix.

## **1.5 Conclusion :**

Avec l'augmentation de la volonté de protéger la planète par le respect de l'environnement et des ressources énergétiques, l'utilisation des matériaux sains et durables dans le secteur de la construction devient un facteur à privilégier. On doit opter pour l'utilisation de matériaux respectant l'environnement pour la construction des bâtiments.

Quand nous cherchons où nous logeons, nous avons toujours, une vision de la maison idéale. Cette vision ne correspond pas nécessairement à nos besoins réels, mais elle nous conditionne souvent. Et tant que le choix des matériaux de construction lors de la conception architecturale représente une phase très importante pour garantir le confort des habitants dans les logements, avec la rareté des ressources naturelles et des énergies fossiles non renouvelables, et avec l'existence de plusieurs types de matériaux, dont chacun à ses propriétés, ses avantages et ses inconvénients aussi ; En favorisant ainsi le changement de comportement vers des modes de production et de consommation plus durable.

Donc c'est le temps de se débarrasser de l'utilisation des plastiques, d'aluminium, du béton et des autres composants que n'offrent aucune valeur à notre logement. Une réduction de l'empreinte écologique passe ainsi par une production réfléchie des matériaux, une gestion durable des différentes ressources existantes et limiter l'impact de ces matériaux sur l'environnement pour une planète propre et saine aux générations futures.

## **Chapitre 2 : Les matériaux écologiques et la consommation énergétique dans le bâtiment**

### **2.1 Introduction :**

Traditionnellement, les gens utilisaient pour construire leurs abris, des matériaux naturels disponibles localement et facilement utilisables tels que le bois, la pierre, l'argile... Aujourd'hui, et grâce aux divers raisons on trouve de multiples possibilités de réutilisation de ces matériaux, ainsi que l'emploi des nouveaux matériaux naturels, sains et écologiques.

Le premier rôle d'un bâtiment est d'assurer à ses occupants un confort intérieur agréable qui est l'un des aspects de son architecture ; Il faut tenir en compte non seulement l'impact sanitaire des matériaux utilisés mais aussi choisir des matériaux et des techniques de construction aussi écologiques et économiques en énergie, donc penser écologiquement ne signifie plus de réfléchir seulement au qualité des matériaux utilisés par exemple mais aussi aux moyens utilisés pour leur fabrication ou encore à l'énergie utilisée pour leur production.

Tant que, le bâtiment représente un des secteurs consommateurs d'énergie car il consomme plus d'un tiers de la quantité globale d'énergie non seulement en Algérie, il faut créer des stratégies et des techniques pour obtenir des bâtiments à très faible consommation énergétique, quelle que soit en construction neuve et en réhabilitation. Et ça exige l'emploi des matériaux, pas forcément parfaits, mais chacun présente néanmoins des différences sur les plans de performance, de la durabilité, du coût de cycle de vie et de l'énergie essentielle.

### **2.2 Matériaux écologiques :**

Les matériaux écologiques peuvent présenter des différences importantes du point de vue de leurs qualités dont leur utilisation permet de gagner en confort et en économie d'énergie.

#### **2.2.1 Définitions et concepts :**

On va définir les différentes notions concernant les matériaux écologiques que l'on peut utiliser dans le secteur du bâtiment. Afin de bien comprendre l'effet de ses derniers sur le confort à ses habitants.



### **2.2.1.1 Architecture écologique :**

Un système de conception et de réalisation ayant pour préoccupation de concevoir une architecture respectueuse de l'environnement et de l'écologie.

Il existe de multiples facettes de l'architecture écologique, certaines s'intéressant surtout à la technologie, la gestion, ou d'autres privilégient la santé de l'homme, ou encore d'autres, plaçant le respect de la nature au centre de leurs préoccupations. (Venolia et Lerner, 2007).

### **2.2.1.2 Rénovation écologique :**

En plus de l'utilisation des matériaux sains et propres pour l'amélioration le cadre de vie, la rénovation écologique réalise des travaux pour économiser mieux l'énergie. (Bertucci, 2011).

## **2.2.2 Bref historique sur les matériaux écologiques :**

À l'âge des matériaux "avancés", l'ingénieur ne peut ni concevoir ni construire sans tenir compte du comportement des matériaux car ce sont leurs propriétés qui limitent très souvent les performances des objets et des équipements. Ceci est d'autant plus important que c'est lui qui endosse la responsabilité de la stabilité et de la tenue dans le temps des ouvrages qu'il est chargé de concevoir, d'exécuter et de gérer.

Les propriétés des matériaux sont définies par la nature des liaisons chimiques, l'arrangement atomique et la microstructure. L'étude des relations entre l'organisation à l'échelle atomique, la microstructure et les propriétés des matériaux, constitue le domaine de la science des matériaux. Cette science est complétée par le génie des matériaux, qui s'occupe des procédés de fabrication, de transformation et de mise à forme.

## **2.2.3 Tendances de l'architecture écologique :**

La prise de conscience de la nécessité d'une architecture écologique existe depuis plusieurs décennies. Pendant lesquels partisans du low-tech et du high-tech... Se sont souvent opposés. (Gauzin-Muller, 2005).

### **2.2.3.1 Pionniers de Low-tech :**

Dans la dépendance du mouvement contestataire, certains nombres d'architectes, rejetant la rigidité et la froideur des édifices modernistes, ont encouragé les usagers à participer la conception, voire à la réalisation de bâtiments plus conviviaux. (Gauzin-Muller, 2005).

Dans cette décennie suivante, plusieurs architectes ont travaillé avec d'autres matériaux naturels. Le Norvégien Sverre Fehn et les français Jourda et Perraudin ont réalisé des constructions en terre.

#### **2.2.3.2 Stars du High-tech :**

« *L'architecture high-tech est symbolisée par les immeubles de bureaux et les grandes équipements spectaculaires en métal et en verre de stars de l'architecture internationale.* » (Gauzin Muller, 2005).

Plusieurs de ces concepteurs dont Norman Foyser, Renzo Piano, Richard Rogers, Thomas Herzog, Françoise Hélène Jourda et Gilles Perraudin, se sont réunis au sein de l'association Read pour réfléchir à l'utilisation des énergies renouvelables dans la construction.

#### **2.2.3.3 Humanisme écologique :**

Entre low-tech et du high-tech, une voie du juste milieu fait des affectes. Sa différence essentielle avec l'architecture low-tech est son image contemporaine, favorisée par la combinaison raisonnée de matériaux traditionnels et de produits industriels innovants. On cite certains architectes : Stefan Behnisch, Norman Foster et Soleri. (Gauzin Muller, 2005).

#### **2.2.3.4 Ecologie démocratique et sociale :**

Cette opération permet à des familles modestes d'accéder à un habitat écologique grâce à leur collaboration active à la conception, à la construction et à la gestion de leur logement. Dont on trouve Fidèle à la démarche qu'il a initiée dans les années 70, Peter Hubner a réalisé à Gelsenkirchen de l'habitat individuel densifié en autoconstruction. ((Gauzin-Muller, 2005).

#### **2.2.3.5 Minimalisme écologique :**

Une nouvelle génération d'architectes et d'ingénieurs, moins militants et plus pragmatiques que les pionniers des années 70, émerge depuis une dizaine d'années. En s'appuyant sur l'outil informatique, ces concepteurs d'une architecture minimaliste réalisent avec des techniques et des produits innovants des bâtiments résolument ancrés dans la modernité. Sans exhiber les facteurs d'économies d'énergie et d'écologie, leurs bâtiments intégrant ces paramètres comme des éléments constitutifs du projet. Les concepteurs idée forte et précision du dessin pour offrir une repense adéquate aux contraintes du site et du programme.

## 2.2.4 Matériaux écologiques les plus utilisés dans le bâtiment :

L'une des caractéristiques de l'architecture écologique est celle de l'utilisation de matériaux sains, recyclables, qui présentent d'excellentes caractéristiques thermiques,

Ce sont les matériaux fabriqués pour être insérés dans un bâtiment. Ils comprennent les matériaux de gros œuvre et ceux d'isolation (isolants, menuiseries, cloisons, volets, revêtements de sol, peintures...)

### 2.2.4.1 Gros œuvres :

- **Pierre:**

C'est un matériau de construction constitué de la roche d'où elle est extraite. Elle se distingue des produits manufacturés tels les blocs de béton ou les briques d'argile, qui sont appelés pierre artificielle.



Figure 8 : Pierres de différentes natures.  
Source: Coignet et Coignet, (2006).

Les pierres utilisées en construction doivent avoir une résistance mécanique suffisante, ainsi qu'une durabilité en rapport avec leur prix de mise en œuvre, celui-ci cumulant les coûts : d'extraction du matériau en carrière, d'acheminement du matériau (brut ou taillé) jusqu'au lieu de construction, de préparation du matériau et de l'appareillage.

- **Terre crue :**

Parmi ces matériaux de l'architecture traditionnelle, on a la terre crue qui se décline en quatre techniques constructives. La terre crue est celle que l'on voit au sol, sous la couche de terre végétale, et que l'on utilise directement, en opposition à la terre cuite qui peut notamment prendre la forme de briques utilisées pour la toiture. « Il est d'ailleurs intéressant de noter que la période du déclin de l'architecture de terre crue en Occident, c'est-à-dire le XIXe siècle avec les Révolutions industrielles. » (Venolia et Lerner, 2007)

- **Alliance chaux-chanvre :**

Le mélange du chanvre, qu'elle représente un bon isolant et la chaux, a équilibré produit des murs ou des dalles en béton de chanvre aux propriétés intéressantes. Malheureusement le chanvre craint l'humidité. La chape doit être aérée et protégée des remontées d'eau par capillarité, pour éviter son pourrissement. (Venolia et Lerner, 2007).

- **Paille :**

C'est un matériau peu coûteux, très isolant et qui, en bottes épaisses et serrées, forme des murs autoporteurs. Elle craint l'humidité : il faut un soubassement étanche pour empêcher les remontées capillaires, et une protection à l'extérieur (rebord de toit, badigeon de chaux). À l'intérieur, il faut l'enduire d'une couche de chaux ou de terre, pour l'inertie.

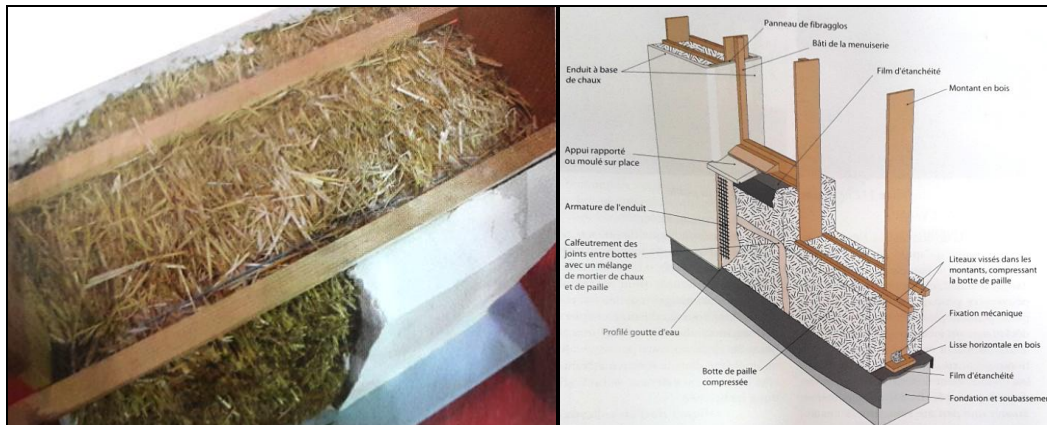


Figure 9: Construction en paille  
Source: Gallauziaux et Fedullo, (2010).

- **Brique de chanvre :**

Le chanvre est une plante utile à 100%, c'est un matériau de construction isolant dans la masse. Ce matériau parfois dit éco-hybride, il est composé de chènevotte (partie ligneuse de la tige du chanvre, dure et légère, isolante et riche en capillaires) et de chaux aériennes et hydrauliques.



Figure 10 : La pose de la brique de chanvre  
Source : Ader, (2010).

- **Bois :**

Le bois labellisé NF (Norme Française), Bois de chauffage offre des garanties sur la nature, son degré d'humidité, son pouvoir calorifique et la quantité vendue. (Palay, 2008).



*Figure 11: L'utilisation du bois en charpente.  
Source: Buland, (2008).*

Matériaux utilisés de longue date, aux propriétés techniques élevées, ces dernières années ont permis de voir, en fonction de filière locale en place, des projets de construction collectifs, d'habitation ou tertiaire très innovants. Que le bois soit utilisé en ossature, charpente, bardeau ou isolant, le bilan écologique de cette filière semble être des plus intéressantes pour la biodiversité.

- **Brique Monomur :**

La brique Monomur demande beaucoup d'énergie pour être fabriquée elle est composée d'argile cuite à 1000 °C. Mais, grâce au grand pouvoir isolant de ses alvéoles, cette dépense est vite compensée par les économies de chauffage engendrées.

Les briques sont recyclables à fin de vie, s'assemblant en murs autoporteurs, elle absorbe l'humidité ambiante. C'est un bon isolant thermique et phonique, qui ne nécessite pas d'isolation supplémentaire. Cela compense en partie son prix.



*Figure 12: Briques monomur en terre cuite.  
Source : Courgey et Oliva, (2008).*



#### 2.2.4.2 Finitions : Enduits et peintures naturelles :

- **Enduits :**

Les enduits de terre crue sont composés d'argile, de sable et éventuellement de fibres végétales. Ils existent en différentes couleurs, qui sont celles de l'argile, et en un rendu très esthétique. Poreux, ils permettent aux murs de respirer mais résistent peu aux frottements. L'argile absorbe l'humidité de l'air ambiant, mais elle craint les infiltrations. La terre ne doit pas être recouverte d'une couche de peinture, qui l'empêcherait de respirer.

*« On obtient des enduits décoratifs ou des badigeons applicables sur tous supports : béton, brique, plâtre... Son coût est à peu près équivalent à celui des enduits traditionnels. Mais elle régule mieux l'humidité elle température de la pièce, en laissant respirer les murs. » (Venolia et Lerner, 2007).*

- **Peinture :**

Les peintures naturelles ont un meilleur pouvoir absorbant car elles laissent les murs respirer. Leur prix est équivalent à celui de peintures traditionnelles de qualité. On peut aussi fabriquer une propre peinture, avec des pigments et matières premières vendues au détail. Pour trouver le juste mélange, il faut toutefois s'y connaître un minimum, ou faire des essais. (Venolia et Lerner, 2007).

On trouve plusieurs types de peintures naturelles tel que : Glycéro et Les peintures acryliques, leurs qualité est semblable à celle des peintures naturelles.

Les peintures dites « glycéro » sont recommandées pour les salles d'eau et les cuisines ainsi que les lieux très humides. Elles ont un bon pouvoir d'accrochage et résistent très bien». (Nugon-Baudon et Lhoste, 2008).

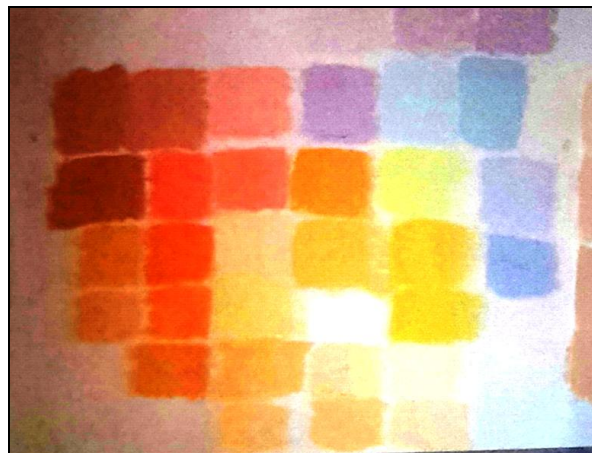


Figure 13: Différentes couleurs de peinture écologique-Glycéro-  
Source : Buland, (2008).

Les peintures acryliques en phase humide sèchent vite, sont très faciles d'utilisation et leurs nouvelles formulations les rendent bien plus résistantes. Elles sèchent plus vite, sans odeur ou presque, et le «blanc» résiste bien au temps. (Nugon-Baudon et Lhoste, 2008).

### **2.2.4.3 Isolations et cloisons intérieurs :**

Une bonne isolation est l'essentiel moyen statique de faire de consistantes économies d'énergie tout en maintenant un bon niveau de confort et une protection efficace contre le bruit. (De Haut, 2007).

#### **➤ Isolants naturels :**

Alors que les laines de verre ou de roche contiennent des fibres allergènes, et que le polystyrène dégage des gaz toxiques sous l'effet de la chaleur, les isolants écologiques sont issus de fibres végétales ou animales sans effets indésirables. Des minéraux non toxiques sont parfois ajoutés pour leur conservation, comme du sel de bore ou du silicate. Leur élaboration nécessite peu d'énergie, et ils sont recyclables.

Pour obtenir des performances optimales, on peut associer plusieurs de ces matériaux :

- **Laine de chanvre :**

Peu adapté au milieu humide, utilisable sans additif, et ne pas attirante les rongeurs. Vendue un peu plus cher que la laine de verre ou de roche, de coefficient thermique équivalent et bon isolant phonique, elle les remplace avantageusement.

En rouleaux semi-rigides, elle isole les planchers de combles et les rampants de toitures. Sous forme de panneaux, elle s'applique facilement contre des cloisons ou au sol. On la trouve aussi sous forme de granulats, pour monter des cloisons isolantes ou des dalles en béton de chanvre.

- **Lin :**

Le lin n'anime aucune irritation de la peau. Il est agréable et aisé à traiter et a des propriétés d'insonorisation exceptionnelles. (De-Haut, 2007).

Considéré comme isolant naturel, le lin est la fibre naturelle la plus résistante est la plus légère qui existe.

- **Laine de lin :**

Elle est composée de lin et de fibre polyester assurant le liage de l'ensemble. Le lin est utilisé comme isolant depuis plusieurs années. (Buland, 2008).

Très bon isolant thermique (encore plus que le chanvre) et phonique, il est lié par de faibles quantités de polyester (pour obtenir des panneaux semi-rigides. Ceux-ci conviennent aussi bien à l'isolation de toitures que de murs et de cloisons. C'est un bon régulateur d'humidité, qui peut absorber 10 fois plus d'eau que la laine de verre.

- **Laine de bois :**

C'est un agglomérat de déchets de coupes ou de transformation du bois, liés sans agents toxiques. Elle est très dense, et ne convient qu'aux structures pouvant en supporter la charge.



Figure 14: l'utilisation de la laine de bois pour le toit et les murs.  
Source: Ademe, (2015).

- **Laine de mouton :**

Matériau souple. On doit lui administrer préalablement un traitement antimites. Certains distributeurs utilisent, pour la lier, des fibres synthétiques. Elle est plus chère que les laines de chanvre ou de lin, mais c'est un excellent régulateur d'humidité, par ailleurs incombustible. On l'utilise principalement comme isolant sur les planchers de combles.

- **Ouate de cellulose :**

Issue de papier recyclé, elle est ignifugée et ne craint pas les moisissures, grâce à l'adjonction de sel de bore ou de silicates. C'est un très bon isolant thermique et phonique, également régulateur d'humidité. De prix modéré en vrac, elle est économique en épandage sur des planchers de combles ou des sous-planchers. On la trouve également sous forme de panneaux.



Figure 15: La mise en œuvre de la ouate de cellulose.  
Source: Buland, (2008).



- **Liège :**

Bien que très coûteux, c'est le meilleur isolant thermique et phonique. Il est étanche, incombustible et ne craint ni les insectes ni les moisissures. On utilise le plus souvent en panneaux rigides contre des murs, des cloisons ou des planchers, pour une isolation de faible épaisseur. En granulats, il s'applique tel quel sur un plancher de combles ou entre une double cloison.

➤ **Cloisons isolants :**

On trouve des panneaux de bois, liés sans produits toxiques, ou même en terre. Les plaques de type Fermicelle sont fabriquées avec du gypse naturelle et de la cellulose issue de papier recyclé. Elles sont très rigides et considérées comme plus solides que le Placoplatre qui reste moins cher. C'est un isolant thermique et phonique, régulateur d'humidité et coupe-feu.

#### **2.2.4.4 Bois de construction locaux :**



*Figure 16: La construction à ossature bois  
Source: Gallauziaux et Fedullo, (2010).*

Préférer les essences locales aux bois exotiques, même labellisés FSC, c'est assuré que l'on ne contribue pas à la destruction des forêts anciennes en danger, que la pollution due d leur transport est réduite, et que l'on choisit des matériaux qui conviennent aussi bien aux aménagements intérieurs qu'extérieurs de la maison.

- **Fibres de bois :**

Pour la construction, ils existent sous plusieurs formes:

- Panneaux minces type Isodalle.
- Panneaux de plus fortes épaisseurs.

Les panneaux poreux de fibres de bois renferment une multitude de cellules d'air, ce qui leur confère leur pouvoir élevé isolant thermique comme acoustique ; ils se présentent sous forme de panneaux semi-rigides, souples, de pose facile, et suffisamment rigides pour se superposer. (De Haut, 2007).

- **Des traitements naturels du bois :**

Le traitement haute température ou ratification, consiste à chauffer le bois, en présence de vapeur d'eau ou sous atmosphère inerte pour éviter qu'il ne s'enflamme. Il prend ainsi une grande partie de son humidité, ce qui le rend plus fixe. (Venolia et Lerner, 2007).

Des techniques récentes permettent de rendre le bois honnête, sans recouvrir aux sus substances toxiques traditionnellement utilisées, comme le chrome ou l'arsenic.

### **2.2.5 Critères écologiques relatifs aux matériaux :**

Le choix des matériaux d'un projet peut nécessiter des centaines de décisions. Il n'existe pas de matériau écologique parfait mais chacun présente néanmoins des différences réelles sur les plans de la performance, de la toxicité, de la durabilité, du coût de cycle de vie et de l'énergie intrinsèque (la quantité d'énergie utilisée pour fabriquer, transporter et installer un matériau).

*« De nombreux critères permettent d'évaluer l'aspect écologique des matériaux, des éléments de construction et des bâtiments. Leur application montre que les isolants constituent un matériau écologique. L'isolation a également une influence positive sur le bilan écologique global d'un bâtiment. »* (Saint Gobain Isover, 2014).

#### **2.2.5.1 Disponibilité des matières premières :**

Matières premières renouvelables, recyclées ou largement disponibles :

La Suisse possède suffisamment de matières premières largement disponibles, renouvelables et non renouvelables, pour la construction des bâtiments. L'objectif est de privilégier l'utilisation de matières premières « largement disponibles » et de recourir le moins possible aux matières premières « peu disponibles ». Il s'agit aussi de gérer rationnellement les matières premières largement disponibles.

#### **2.2.5.2 Impacts environnementaux :**

Tous les produits de construction ont des impacts sur l'environnement, on peut citer : Les indicateurs d'émissions de gaz, d'appauvrissement de la couche d'ozone, d'épuisement des ressources abiotiques, de pollution de l'air et de pollution de l'eau et les déchets.

Pour les évaluer, il faut considérer les consommations d'eau, d'énergies, les déchets produits, les pollutions et les gaz à effet de serre émis, et cela lors de leur fabrication, jusqu'au leur utilisation et enfin lors de leur recyclage.

### **2.2.6 Influence des matériaux écologiques sur l'environnement :**

Evaluer l'impact sur l'environnement d'une construction ou d'un édifice est une démarche citoyenne qui permet de prendre conscience de ce que coûte la maison à la planète. (Robert et Fabas, 2008).

Car: matériau sain, propre et écologique à l'impact environnemental très faible, qui prônent le développement d'un monde plus sain et plus juste, sont apparues. Donc, plus que le matériau est naturel plus qu'il a un positif impact sur l'environnement.

### **2.2.7 Influence des matériaux écologiques sur l'économie :**

Pour la plupart des écologistes, croissance et profit sont devenus acceptables avec l'apparition du concept du développement durable, qui prévoit une répartition plus équitable des bénéfices et une utilisation plus respectueuse des ressources naturelles. (Gauzin-Muller, 2005).

### **2.2.8 Avantages de l'utilisation des matériaux écologiques dans le bâtiment :**

Les matériaux constituent les éléments concrets qui permettent de créer une maison saine et confortable en harmonie avec le reste de la planète. Ces matériaux présentent de nombreux avantages, mais peuvent avoir des inconvénients.

Leur utilisation augmente mais reste très minoritaire dans les pays riches et notamment pour la réhabilitation, pour diverses raisons :

- Création d'emplois locaux et non délocalisables,
- Qualité de vie dans l'habitat et pour les ouvriers lors de la construction,
- Faibles effets environnementales,
- Moindre ponction sur les ressources naturelles,
- Diminution de l'empreinte écologique de la construction,
- Réduction du bilan du point de vue des émissions de gaz à effet de serre.

Pour les inconvénients :

- Un peu plus coûteux à l'achat (pas toujours),
- Nécessiter un temps de mise en œuvre légèrement plus long.

## 2.3 Performance énergétique dans le bâtiment :

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

### 2.3.1 Définitions et concepts :

#### 2.3.1.1 Consommation énergétique :

La consommation énergétique correspond à la quantité d'énergie utilisée par un seul ou un ensemble d'appareils ou un ou plusieurs locaux bâtis.

La consommation d'énergie diffère en fonction de paramètres variés, pour une chaudière, elle dépendra de son rendement, pour un climatiseur, de son coefficient de performance et pour un logement de son isolation. (Laustens, 2008).

#### 2.3.1.2 Bilan énergétique :

Le bilan écologique d'un matériau de construction prend en compte la quantité de matière, d'énergie et d'eau nécessaire à composés étapes de son cycle de vie:

- Démolition, et fabrication,
- Mise en œuvre, et transport vers le chantier,
- Extraction de la matière première et transport vers l'usine,
- Maintenance, réparation et renouvellement éventuel au cours de l'usage du bâtiment,
- Elimination des déchets. (Gauzin-Muller, 2005).

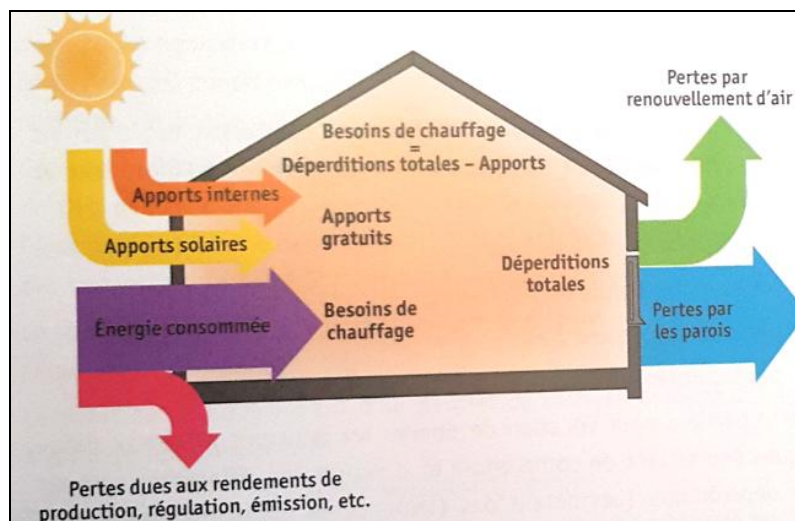


Figure 17: Origine du bilan énergétique relatif au chauffage d'une maison.  
Source: Amjahdi et Lemale, (2010).

Un bilan énergétique est une approche globale, précise et détaillée de l'état énergétique de votre logement réalisée par un professionnel formé à cet effet. (Robert et Fabas, 2008).

L'écobilan intègre toutes les étapes de la vie d'une habitation, de sa construction à son destruction. En milieu de vie, son impact est défini par sa performance énergétique et sa consommation d'eau. Au début et à la fin de sa vie ce seront les matériaux.

### **2.3.2 Performances énergétiques :**

#### **2.3.2.1 Définition :**

Selon La directive 2006/32 définit le contrat de performance énergétique comme un accord contractuel entre le fournisseur et le bénéficiaire d'une mesure visant à améliorer l'efficacité énergétique, selon lequel des investissements dans cette mesure sont consentis afin de parvenir à un niveau d'amélioration de l'efficacité énergétique qui est contractuellement défini.

#### **2.3.2.2 Objectif :**

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

L'intérêt de ce diagnostic est de :

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

#### **2.3.2.3 Classes de performance énergétique des bâtiments :**

Les bâtiments sont classés en cinq catégories selon leur niveau de performances énergétiques:

- **Niveau n°01, HPE (haute performance énergétique):** concerne les constructions dont les consommations énergétiques sont au moins inférieures de 10% à celle de référence.
- **Niveau n°02, HPE Enr (haute performance énergétique, énergies renouvelables) :** est attribué aux bâtiments HPE dont au moins 50% de l'énergie employée pour le chauffage est issue d'une installation biomasse ou d'une alimentation par un réseau de chaleur utilisant plus de 60% d'énergies renouvelables.
- **Niveau n°03, THPE (très haute performance énergétique) :** est attribué aux constructions dont les consommations énergétiques sont au moins inférieures de 20% à la consommation de référence.

- **Niveau n°04, THPE Enr (très haute performance énergétique, énergies renouvelables)** : a pour objectif un gain de 30% par rapport à la consommation de référence. Les constructions concernées doivent utiliser des énergies renouvelables, comme le solaire thermique ou photovoltaïque, la biomasse ou les pompes à chaleur.

- **Niveau n°05, BBC (bâtiment basse consommation énergétique)** : est attribué aux logements neufs consommation moins de 50 KWh/ m<sup>2</sup>/ an .ce niveau est modulé aux moyen de deux coefficients selon la zone climatique et selon l'altitude du logement. (Gallauziaux et Fedullo, 2010).

#### **2.3.2.4 Exigences en matière de performance énergétique :**

Actuellement, la politique nationale de maîtrise de l'énergie se décline dans l'introduction de normes et exigences d'efficacité énergétique, notamment les normes d'isolation thermique ainsi les normes d'efficacité énergétique et d'économie d'énergie.

Le contrôle de l'efficacité énergétique, notamment des bâtiments, des appareils fonctionnant à l'électricité...etc. En outre, l'audit énergétique obligatoire et périodique des établissements grands consommateurs d'énergie dans le secteur de l'industrie, du transport et du tertiaire.

*« Ainsi chaque acquéreur de logement (ou éventuellement candidat locataire) peut maintenant savoir si son logement est un logement aux performances médiocres ou correctes, et ce qu'il peut faire concrètement pour améliorer ces performances. » (De-Haut, 2007).*

#### **2.3.2.5 Diagnostic de Performance énergétique (DPE) :**

Le Diagnostic de Performance Energétique donne une note colorée au logement : de A (vert : meilleure note) à G (rouge: plus mauvaise note). L'échelle permet de souligner l'énorme potentiel d'amélioration dans l'habitat et ses gisements d'économies d'énergies. (Robert et Fabas, 2008).

*« Issu d'une directive européenne, le diagnostic de la performance énergétique définit l'aptitude à limiter la consommation d'énergie sans altérer le confort. » (De-Haut, 2007).*

Depuis 2006, le diagnostic est obligatoire lors de la vente de tout bâtiment en France. En 2007, obligation a été étendue aux constructions neuves et aux biens mis en location. (Nugon-Baudon et Lhoste, 2008).

### **2.3.3 Types des bâtiments maîtrisant la consommation énergétique :**

#### **2.3.3.1 Bâtiments à Haute Performance Entéristique (HPE) :**

La « Haute performance énergétique » est un ensemble de normes et de prescriptions réglementaires qui s'est progressivement établi à partir de 1978 entre divers acteurs du bâtiment,



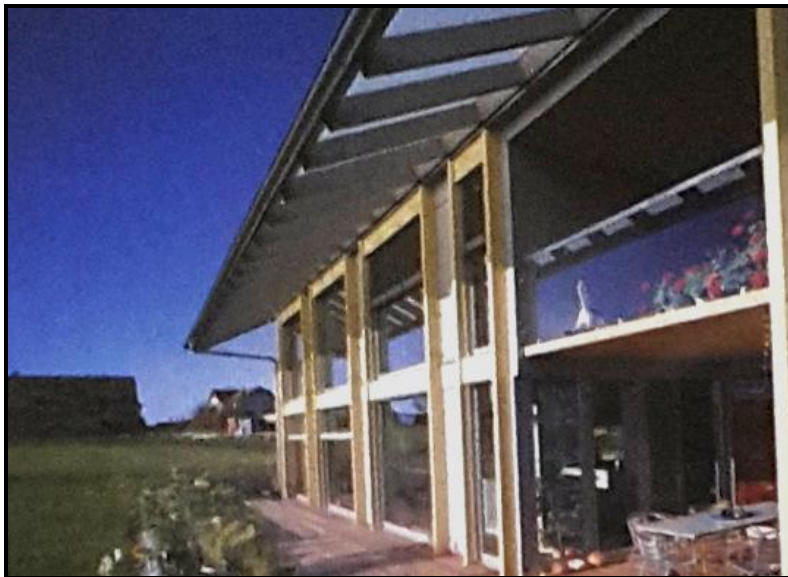
de l'environnement, des services publics de l'énergie, des maîtres d'ouvrages et des organismes publics de certification.

C'est une démarche qualitative qui intègre toutes les activités liées à la conception, la construction, le fonctionnement et l'entretien d'un bâtiment (logement, bâtiment public, tertiaire ou industriel). (Isoltop, 2017).

### **2.3.3.2 Bâtiments à basse consommation énergétique (BBC):**

“Low energy house”, ce terme est souvent utilisé pour désigner des bâtiments dont des performances énergétiques sont supérieures à celles des bâtiments standards. (Laustens, 2008).

Le label BBC est centré sur la nécessité d'une enveloppe bien conçue et isolée, de façon à réduire les besoins en chauffage.



*Figure 18: Maison à basse énergie en Suisse.  
Source: Courgey et Oliva, (2008).*

Selon le label Effinergie, les bâtiments sont à basse consommation lorsque la consommation d'énergie primaire est inférieure à 50 KWh/m<sup>2</sup>/an pour les postes suivants : chauffage, eau chaude sanitaire, ventilation, éclairage et refroidissement.

### **2.3.3.3 Bâtiments à énergie Zéro :**

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 obtient toutes ses énergies requises par d'énergie solaire et d'autres sources renouvelables et il présente des niveaux d'isolations supérieurs à la moyenne. (Laustens, 2008).

### 2.3.3.4 Bâtiments à énergie Positive :

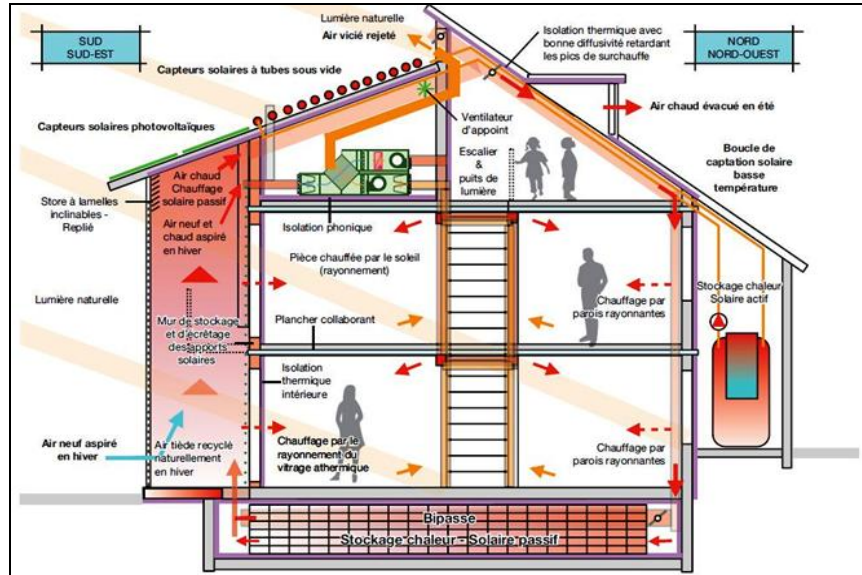


Figure 19: Principaux besoins d'une maison à énergie positive.

Source : Garnier, (2012).

Appelé parfois BEPOS, c'est un bâtiment qui produit plus d'énergie (électricité, chaleur) qu'il n'en consomme pour son fonctionnement, on peut dire aussi qu'il est un bâtiment passif très performant équipé en moyens de production d'énergie supérieurs par rapport à ses besoins en énergie.

### 2.3.4 Principes de conception de l'habitat à basse énergie :

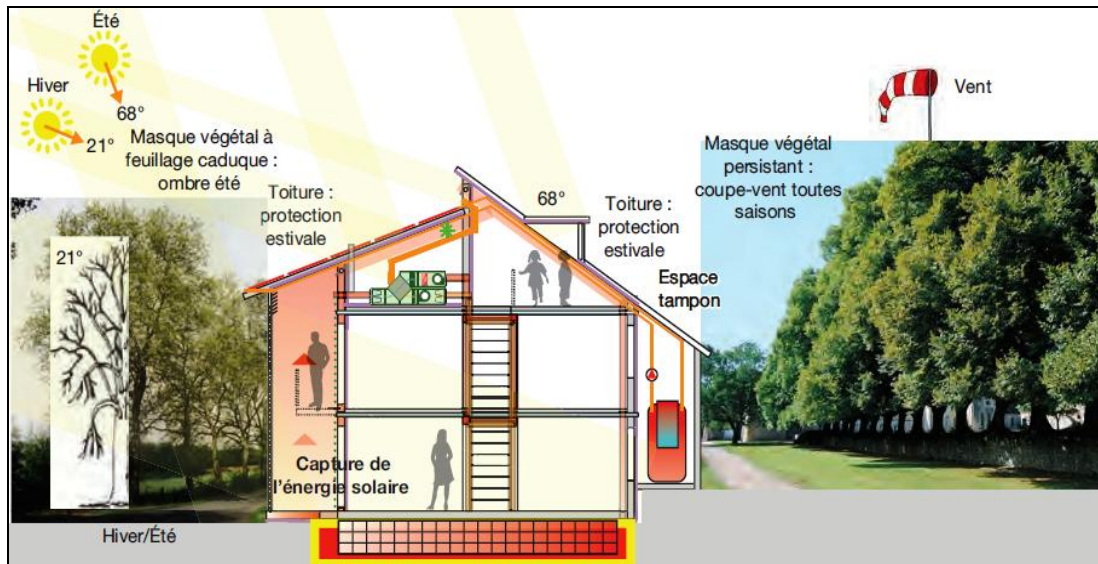


Figure 20: Principaux besoins d'une maison à basse énergie

Source : Garnier, (2012).

L'intégration du concept énergétique dès le début du projet: forme compacte, isolation thermique renforcée, limitation des ponts thermiques, étanchéité de l'air, utilisation efficace de l'énergie solaire passive, installation techniques performantes et faciles à utiliser, appareils



sanitaires économes en eau, équipements électriques économes en énergie, choix de matériaux de construction recyclables dont la production et la mise en œuvre nécessitent peu d'énergie ». (Gauzin-Muller, 2005).

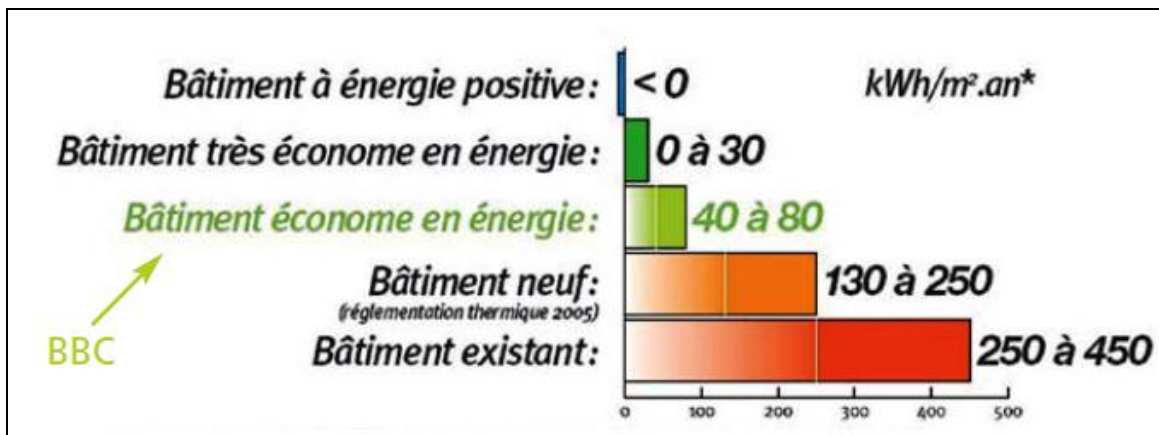


Figure 21: le classement des bâtiments à basse consommation..

Source : Edito, (2018).

## 2.4 Conclusion :

L'énergie la plus propre et la moins chère reste celle que nous ne consommons pas. Il est plus économique et écologique de commencer par investir dans les économies d'énergie avec l'utilisation des matériaux écologiques qui assurent que le bâtiment soit sain et propre. Au lieu de consommer l'énergie, il la produira de façon naturelle non toxique et respectueuse de l'environnement grâce aux caractéristiques écologiques des matériaux utilisés.

On peut comprendre la réalité que prend la conception énergétique et environnementale à travers sa diversité mondiale mais pas dans les principes de base, car chaque label et chaque démarche d'étude concerne essentiellement la réduction des besoins énergétiques en plus de l'impact environnemental, pour le développement d'un modèle de bâtiment préservant en premier lieu l'environnement.

Donc, il existe des solutions plus respectueuses de la planète que d'autres dans le domaine de la maîtrise des consommations d'énergie arrive au premier rang des politiques, dont il faut rapidement mettre en œuvre, parce que c'est celle qui possède le plus grand potentiel applicable dans tous les secteurs et dans tous les pays, qu'elle représente le meilleur instrument de la lutte contre le changement climatique, enfin parce qu'elle permet de ralentir l'épuisement des ressources fossiles, tandis qu'une part croissante de la consommation d'énergie peut être assurée par les énergies renouvelables.

## **Chapitre 3 : L'utilisation des matériaux écologiques et la maîtrise énergétique dans les bâtiments en Algérie**

### **3.1 Introduction :**

La politique éco énergétique en Algérie a connu des évolutions très vastes basant, d'un côté, sur des réglementations législatives relatives à la protection de l'environnement, l'économie par la gestion des déchets, la rationalisation de l'utilisation des ressources des matières premières locales de façon à respecter le développement durable et une haute performance d'une qualité environnementale, aussi pour éliminer et réduire les impacts négatifs des produits polluants, non respectueux de l'environnement, et énergivores tel que les briques ou blocs de produits rouges, mortier à base de ciment, parpaings de ciment... D'un autre côté, ces évolutions se basent sur une architecture écologique de performance énergétique ou de consommation d'énergie maîtrisée, une architecture faite par l'utilisation des matériaux écologiques locaux ou naturels, mais essentiellement de meilleurs qualités environnementales, économiques à souhaiter, des matériaux caractérisés par la durabilité, non polluants, sains, non toxiques, propres, respectueux de l'environnement et non énergivores à fin d'avoir une construction Algérienne écologique et à basse consommation énergétique.

Autant qu'il y a de nombreux matériaux anciens considérés comme matériaux écologiques naturels et locaux, ils ont déjà été utilisés dans l'habitat Algérienne passif. La disponibilité des sites d'extraction de ces matériaux dans notre pays tel que le site d'extraction de terre argileuse à Baghai et Timgad, témoignant de l'efficacité des matériaux écologiques en Algérie au Sud dans les ksour des M'Zab à Ghardaïa, au Nord dans la Casbah d'Alger par exemple, et les impacts positifs sur la consommation énergétique, l'isolation thermique et phonique, l'environnement et la santé...

Bientôt, le secteur de bâtiment en Algérie soit orienté vers l'écologie et l'utilisation des matériaux écologiques dans le bâtiment pour réduire la consommation énergétique, mais de façon faible, il faut bien promouvoir l'utilisation de ces matériaux à fin d'assurer un développement durable et réaliser des constructions en Haute Qualité Environnementale dans toute l'Algérie.

## 3.2 Utilisation des matériaux écologiques en Algérie :

### 3.2.1 Typologie des matériaux écologiques en Algérie :

Il est avant tout important de choisir des matériaux de proximité car même si ceux-ci sont respectueux de l'environnement et répondent à des certifications, leur empreinte carbone peut être catastrophique s'ils proviennent de l'autre bout de la planète. La construction écologique est donc aussi une logique de localisation et d'acheminement des matériaux. Notre pays est riche en matière première et des matériaux écologiques naturels ou locaux ils ont classés comme suit :

#### 3.2.1.1 Matériaux de l'enveloppe externe :

- **Le bois** : Par définition, c'est un matériau écologique et une ressource naturelle, il a des propriétés de performance. Il est non toxique, très rigide, moins épais, ne nécessite pas de forte fondations, chaleureux et confortable, biodégradable.



Figure 22: Maison écologique avec ossature en bois,  
Source : Tour, (2010).

- **La terre** : Le matériau le plus connus en Algérie depuis les anciens temps, il est utilisé dans l'habitat passif de façon très vaste et il a beaucoup des caractéristiques écologiques, naturelles, et durables. Il influe positivement sur l'environnement et l'économie car il est sain et local.



Figure 23: Constructions en terre dans le Sud Algérien  
Source: Benouali, (2015).

- **Toub:** Est le matériau le plus répandu dans le Sud Algérien. Il est utilisé, depuis longtemps, à l'édification de la majorité des ksour quand les trouve généralement au Sud.



Figure 24: Nouveau Ksar écologique de Tafilelt à Béni-Isguen (Ghardaïa)  
Source: Tour, (2010).

- **Pierre:** C'est un matériau naturel, local et écologique, utilisé dans les constructions pour les gros œuvres grâce aux caractéristiques de haute rigidité et de résistance. En Algérie, il y a de nombreuses constructions en pierre que soit passifs ou modernes en moellons de pierre...



Figure 25 Bâtie ancien (gauche) et bâtie récent (droite) en moellon de pierre  
Source: Benouali, (2015).

### 3.2.1.2 Matériaux isolants et gestion de l'étanchéité :

- **Matériaux Biosources :** Sont fabriqués à partir de matières premières animales ou végétales, renouvelables, recyclées ou non : bois, paille, chanvre... La majeure partie des matériaux bio-sourcés actuellement sont des isolants. Des peintures et des vernis biosourcés se développent également. (Ademe, 2015).

- **Brique de chanvre :** Est un matériau dont l'utilisation est très récent. Sa fabrication se fait à partir de *chènevotte* (résidu de paille de chanvre après défibrage) qu'on mélange à de l'eau et de la chaux. Le processus assure la minéralisation du végétal qui devient un puissant fongicide et antiparasite en plus d'être un bon isolant.





Figure 26: Les premiers Bétons et Briques en chanvre remontent à la fin des années 1980.  
Source : Algérie-dz.com, (2017).

Le chanvribloc, autre type de la brique de chanvre fabriqué à partir de copeaux de chanvre avec la chaux aérienne ce genre de brique peut être maçonné au mortier de chaux-sable à l'extérieur, et à la chaux, plâtre ou en terre cuite en intérieur.

Généralement, il est dimensionné en 20X30X60 cm pour des murs de 30 cm extérieurs et en 10X30X60 pour les murs intérieurs. (De Haut, 2007).

- **Liège** : C'est l'écorce provenant du chêne liège qui pousse essentiellement en Méditerranée. C'est un matériau qu'on utilise depuis l'époque de l'Egypte antique.



Figure 27: La chêne de liège et le liège  
Source: Gallauziaux et Fedullo, (2010).

On connaît depuis très longtemps ses propriétés isolantes (phonique et thermique), son imputrescibilité, son imperméabilité, sa légèreté et son élasticité. Sa récolte n'oblige pas de couper le chêne et il peut être recyclé à l'infini. (Tedjani, 2010).

- **Ouate de cellulose** : Matériau local, performant, à faible énergie grise et mise en œuvre simple, elle est l'isolant écologique, à la fois thermique et phonique, qui présente le meilleur rapport qualité/prix.

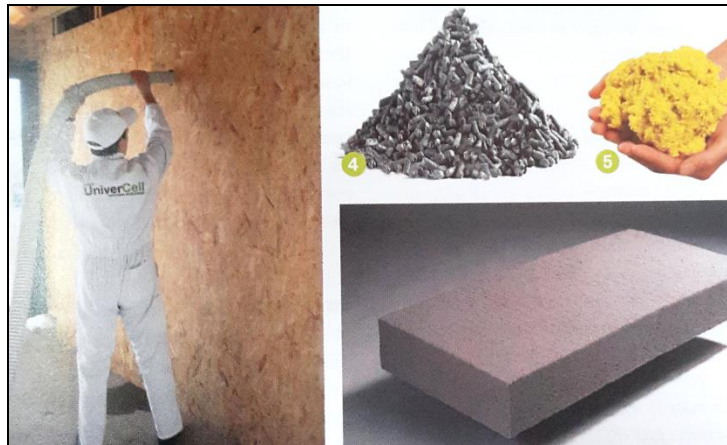


Figure 28: La ouate de cellulose de la matière première à l'exploitation  
Source : Gallauziaux et Fedullo, (2010).

La ouate n'est pas seulement un matériau recyclable, mais aussi c'est un excellent régulateur hygrothermique en cas d'absorption d'humidité, il permet d'économiser la consommation d'énergie au moins de 25% par rapport à la laine de verre. (De Haut, 2007).

- **Torchis** : C'est un mélange de terre fine, de matières fibreuses (paille, foin haché) et de chaux ; il est utilisé pour remplir les intervalles des murs en pans de bois. (Tedjani, 2010).

Le torchis de remplissage est un mortier fait par le mélange d'argile et de paille. L'avantage essentiel est son coût négligeable, sa facilité d'usage et qu'il est non toxique. (De Haut, 2007).

### 3.2.1.3 Matériaux d'origine minérale :

- **Le béton cellulaire** : Fait partie des matériaux industriels de maçonnerie à isolation répartie tout comme les briques alvéolées à destination d'un habitat écologique peu consommateur.

Ce matériau se compose de sable de quartz siliceux, de ciment, de chaux, de gypse, d'eau et de poudre d'aluminium et il a une meilleure conductivité thermique.

Ce type de béton répond aux exigences de la norme des réglementations thermiques et il est utilisé dans le cadre de la réalisation HQE, du fait de ses qualités écologiques et économiques (Édito, 2007).

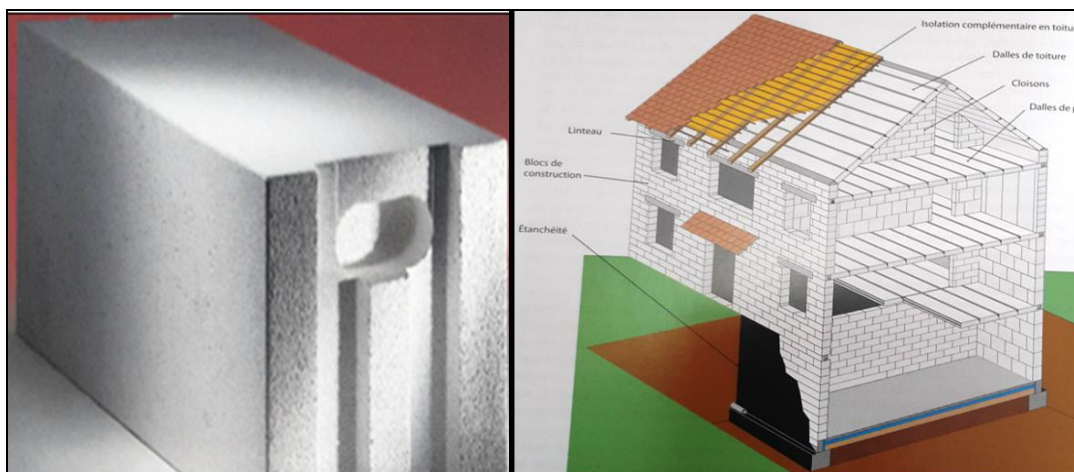


Figure 29: Le principe d'une construction en béton cellulaire.  
Source: Gallauziaux et Fedullo, (2010).

- **Le brique Monomur terre cuite** : est un matériau industriel de maçonnerie. Sa particularité réside dans sa conception alvéolaire qui en fait un excellent isolant et un *régulateur thermique* (technique visant à contrôler la température, l'hygrométrie d'un système de chauffage, la climatisation, ou la ventilation). (Diane et Victor, 2012).

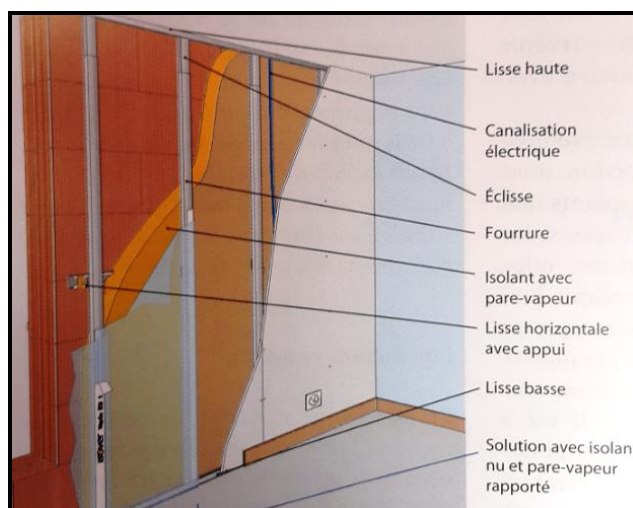


Figure 30: Solution haute performance énergétique avec brique monomur  
Source : Gallauziaux et Fedullo, (2010).

En principe, la brique Monomur se suffit à elle-même et n'a pas besoin d'une isolation supplémentaire. Ce matériau raréfie les ponts thermiques au niveau mur/plancher grâce à sa grande résistance mécanique. (Tedjani, 2010).

### 3.2.2 Matériaux écologiques favorables à utiliser en Algérie :

La maison du 3<sup>ème</sup> millénaire sera peut-être écologique et bio climatique, construite avec des matériaux sains et naturels alors écologiques. En fait, ces nouveaux matériaux sont très anciens puisqu'utilisés par d'anciennes civilisations. Mais aujourd'hui on les redécouvre avec leurs

grandes qualités, leurs atouts par rapport aux matériaux modernes et les matériaux écologiques les plus favorables à intégrer dans la construction algérienne sont :

- **En gros œuvres :** Le pisé, la pierre. Le bois, la terre, terre cuite, la terre en paille, la brique en chanvre, Monomur terre cuite, le béton en chanvre et cellulaire
- **En isolation :** Le liège, la ouate cellulose, le torchis.
- **En peinture :** la terre et des produits de sources naturelles.

### 3.2.3 Stratégie de l'utilisation des matériaux écologiques en Algérie :

L'intégration des matériaux écologiques est en cours d'évolution dans ces dernières années, et elle a connue des stratégies diffères d'utilisé ces matériaux dans les bâtiments, les principaux techniques sont fait comme suivant :

#### 3.2.3.1 En Gros œuvre :

Dans les gros œuvres, l'utilisation des matériaux écologiques est vaste soit pour les murs, les planches, les éléments porteurs...

- **Construire en pisé :** Le pisé mélange de terre, d'argile crue malaxée. On monte les murs en couches successives en tassant cette argile humide dans un coffrage en bois. Ces murs doivent avoir au moins 60 cm d'épaisseur pour résister au phénomène d'écrasement (Tedjani, 2010).



*Figure 31: Construire en pisé  
Source: Construction21, (2017).*

- **Construire en moellon de pierre:** une technique fait par les blocs de pierre en maçonnerie (les pierres ramassées) avec mortier terre et chaux dans les constructions passives, les techniques récentes ont fait au mortier de béton en chanvre ou en paille.





Figure 32: Constructions en moellon de pierre récente (droite) et ancienne (gauche) en Algérie.  
Source: Benouali, (2015).

- **Construire en Adobe :** en briques ou bien en blocs. La brique est constituée d'argile mélangée par moitié à du sable et de l'eau ; cette brique de terre crue est moulée et séchée à l'air. Les blocs sont faits d'un mélange des parts égales d'argile, de sable et de fibres végétales diverses. « Afin d'y associer une optimisation des pratiques, un projet pilote a été mis en place à Souïdania, privilégiant l'utilisation de matériaux locaux et de sources alternatives d'énergie. Le projet pilote MED-ENEC de Souïdania a été pensé afin de réunir ces conditions, du stade de la construction à celui de l'utilisation. » (ENPI info centre, 2010).



Figure 33: Mur construit en Adobe.  
Source: Construction21, (2017).

Les résultats du projet ont démontré que la consommation énergétique du bâtiment a été réduite de 56 %, tout en mettant en valeur les techniques de constructions traditionnelles, souvent optimales en matière énergétique.

- **Construire en bois :** permet de réaliser la totalité d'une maison. Les maisons en bois sont courantes dans de nombreux pays. Mais le bois doit être correctement choisi et travaillé et le choix des essences sélectionné en fonction de l'utilisation prévue ; exemples : charpente et ossature de préférence en châtaignier, épicéa, chêne ou pin du Nord (Tedjani, 2010).



Figure 34: Ossature en bois avec isolation en paille.  
Source : La voix d'Algérie, (2017).

L'utilisation des bois en Algérie la plus connue est faite au niveau des ossatures, des couvertures et récemment en isolation avec la paille.

### 3.2.3.2 En isolation :

L'isolation dans la construction algérienne généralement faite par des "isolants naturels" tels que CHEVRENOTTE élément tiré du chanvre, ouate de cellulose (issue de vieux papiers recyclés) filasse de lin ou coton (sous forme de nappes), fibre de coco, écorce de liège, produits à base de fibres de bois, roches et argile expansées.

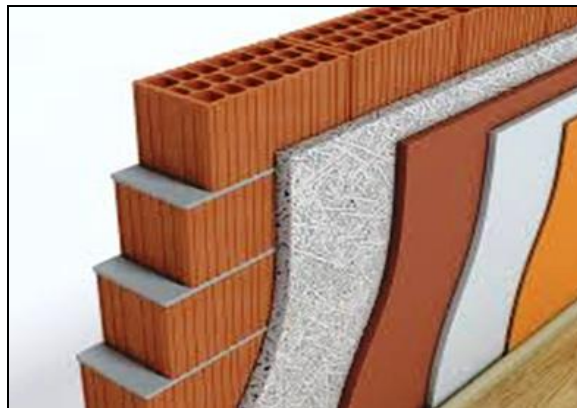


Figure 35: Maçonnerie en brique en terre cuite avec isolation en ouate de cellulose.  
Source : Algérie-dz.com, (2017).

Une isolation écologique assure le confort thermique, acoustique...pour une haute performance énergétique et basse consommation dans le bâtiment.

### 3.2.3.3 En finition (enduit en terre et plâtre) et peinture en couleur de terre :

Une technique connue depuis les anciens temps dans la maison Algérienne de façon simple lorsque les produits de la terre ont mélangés avec l'eau et la chaux pour produire une peinture.



Figure 36: Peinture en terre et plâtre naturel des anciennes maisons  
Source : Tour, (2010).

Aujourd'hui en Algérie il y a des associations nationales développés les techniques d'utilisé les matériaux écologiques de performance énergétique efficace pour la peinture et l'enduit qui fait une grande diversité des types et une large possibilité de choix.



Figure 37: Les peintures écologiques en Algérie  
Source: Tour, (2010).

### 3.2.4 Textes juridiques et réglementaires régissant l'utilisation des matériaux écologiques en Algérie :

La politique Algérienne donne une importance à l'écologie, les matériaux naturels, locaux, et écologiques par une législation de protéger l'environnement, l'économie et la société

- Le décret n° 82-440 du 11 décembre 1982 portant ratification de la convention africaine sur la conservation de la nature et des ressources naturelles, signée à Alger le 15 septembre 1968(journal officiel, 2003) ;
- Vu la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement ;
- Vu la loi n° 99-09 du 15 Rabie Ethani 1420 correspondant au 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie ;

- Vu la loi n° 01-20 du 27 Ramadhan 1422 correspondant au 12 décembre 2001 relative à l'aménagement et au développement durable du territoire.

### 3.2.5 Avantages de l'utilisation des matériaux écologiques en Algérie :

Un bâtiment est dit bien conçu, lorsqu'il est bien orienté, bien intégré dans son entourage, adapté à son climat, peu consommateur d'énergie voire qui en produit et qu'il est composé des matériaux écologiques judicieusement choisis en fonction de leurs propriétés physiques :

- Le confort thermique se traduit par une sensation de bien-être grâce à la haute efficacité d'isolation ;
  - Limites avérées du matériau béton (cher, énergivore, technologie lourde).
  - La réalisation des constructions écologiques dans le cadre d'une démarche de la HQE.
  - Une bonne maîtrise d'énergie et rationalisation d'utilisation des ressources et énergies non renouvelables.
- 
- L'architecture écologique permet de réduire les besoins énergétiques, de contrôler l'humidité et de favoriser l'isolation. Cette discipline est notamment utilisée pour la construction d'un bâtiment HQE.
  - Le recours aux matériaux locaux est d'un intérêt stratégique pour le pays des enjeux économique, écologique et de développement durable.

### 3.3 Consommation énergétique en Algérie :

#### 3.3.1 Consommation énergétique dans le bâtiment Algérien :

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

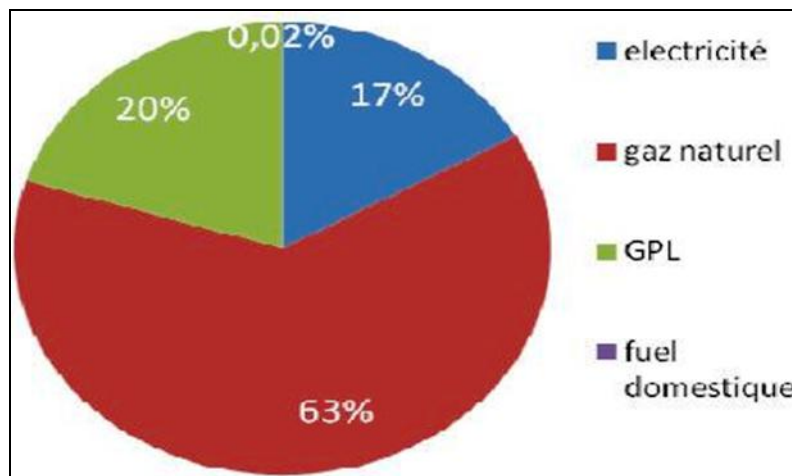


Figure 38: Répartition de la consommation du secteur résidentiel par types d'énergie.  
Source: Ministère de l'Énergie et des Mines, (2015).



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.

### **3.3.2 Politique énergétique dans le bâtiment en Algérie**

Dans les derniers temps l'Algérie a connu une crise économique à cause de la rareté des ressources fossiles, après cette crise le pays s'est trouvé face au développement de nouveaux programmes énergétiques mais adaptés aux spécifications tant au plan climatique qu'au économique. Cette politique énergétique serait basée sur des textes législatifs et réglementaires. (Boursas, 2013).

De nombreux textes ont été adoptés en faveur de l'efficacité énergétique, on peut citer les textes relatifs à la maîtrise de l'énergie.

- Loi n°99-09 juillet 1999 relatif à la maîtrise de l'énergie

Décret exécutif n°2000-90 du 24 avril 2000 portant réglementation thermique dans les bâtiments neufs ;

- Décret exécutif n°04-149 du 19 mai 2004 fixant les modalités d'élaboration du programme national de maîtrise de l'énergie (PNME) ;

- Décret exécutif n°05-16 du 11 janvier 2005 fixant les règles spécifiques d'efficacité énergétique applicables aux appareils fonctionnant à l'électricité, aux gaz et aux produits pétroliers ;

- Décret exécutif n°05-495 du 26 décembre 2005 relatif à l'audit énergétique des établissements grands consommateurs d'énergie ;

- Arrêté interministériel du 03 novembre 2008 fixant les appareils à usage domestique soumis aux règles spécifiques d'efficacité énergétique et fonctionnant à l'énergie électrique ;

- Arrête interministériel du 29 septembre 2010 portant sur les cahiers des charges définissant la méthodologie, le rapport d'audit et sa synthèse, le guide méthodologique, les valeurs des pouvoirs calorifiques, les facteurs de conversion pour le calcul de la consommation ainsi que les modalités d'agrément des auditeurs.(Aprue, 2014)

### **3.3.3 Agence pour la promotion de la rationalisation de l'utilisation de l'énergie (APRUE) :**

L'APRUE, créée par décret présidentiel en 1985 et placée sous la tutelle du Ministère de l'Énergie 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 (Aprue, 2011).

### **3.3.4 Programme ECO-BAT :**

#### **3.3.4.1 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. (Semahi, 2013).

#### **3.3.4.2 Objectifs :**

Le programme ECO-BAT vise les objectifs suivants :

- L'amélioration du confort thermique dans les logements
- La mobilisation des acteurs du bâtiment autour de l'efficacité énergétique ;
- L'amélioration de la faisabilité des projets à haute performance énergétique en Algérie ;
- La provocation d'un effet d'entraînement des pratiques de prise en considération des aspects de maîtrise de l'énergie dans la conception architecturale.

### **3.3.5 Avantages des matériaux écologiques dans la démarche HQE :**

- **Béton cellulaire :** Un matériau naturel aux performances écologiques, techniques et économiques. propre de sa création et sa production consomme peu d'énergie et de matière première sans rejet nocif, tous ses déchets sont recyclable. (Roulet, 2004).

Ce matériau répond aux exigences énergétiques, économiques et environnementaux qui donne une grande importance pour le utilisé dans le cadre de la démarche HQE. (Édito, 2007).

- **Brique Monomur :** composée de terre cuite et l'isolation du Monomur est durable apportée par la terre cuite et l'air. Les briques Monomurs bénéficient d'une facilité de la démarche HQE.

- **Ouate de cellulose** : un très bon isolant thermique et phonique, régulateur d'humidité, elle est économique, écologique, épandage sur des planchers de combles ou des sous-planchers (Venolia et Lerner, 2007).
- **Paille** : matériau peu couteux, très isolant, forme des murs autoporteurs et craint l'humidité, ses qualités écologiques la qualifiée à intégrer dans les réalisations HQE (Senell et Callahan, 2006).

Le liège et la laine de chanvre, de lin, de mouton et de bois tous comme isolants. La terre crue, les pierres, le bois, ...comme des gros œuvres, sont des matériaux écologiques, ont des caractéristiques de qualité environnementale, économique, sociale et architectural répond aux exigences de développement durable et plus de démarche HQE souhaités.

### **3.4 Conclusion :**

L'architecture écologique en Algérie était connue depuis l'antiquité et les matériaux écologiques disponibles dans des sites locaux et naturels, alors on peut dire que l'utilisation des matériaux écologiques dans le bâtiment Algérien nécessite une promotion des techniques de mise en œuvre et de l'application pour une meilleure performance énergétique, impacts positifs sur l'environnement, l'économie, la société, et pour une haute qualité environnementale et un développement durable équitable.

Dans les années 80, l'Algérie comme pays exportateur de pétrole et de gaz naturel, a subi de plein fouet le contre-choc pétrolier lorsque les prix du pétrole baissent et provoquent une diminution des rentrées de devises pour le financement de l'activité économique. Dans ce contexte, le pays prend conscience de la nécessité de définir une politique d'efficacité énergétique, il adopte des mesures constituant les prémisses de la politique énergétique algérienne qui repose aujourd'hui sur 4 outils : une agence nationale pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie (APRUE) ; un cadre réglementaire, un fond national pour la maîtrise énergétique, et des mesures d'incitation et d'accompagnement.

Il faut que les architectes, urbanistes, ingénieurs, réalisateurs, responsables des secteurs des bâtiment et de protection de l'environnement en Algérie donnent une grande importance aux éco énergétique dans le bâtiment, Pour se faire, les acteurs doivent s'investir dans le savoir de toutes les techniques existantes afin de les optimiser et de les combiner d'une façon plus pertinente et qui permettra de limiter au maximum l'impact du futur bâtiment, pour assurer un mode de vie écologique dans des villes écologiques Algériennes.

## **Chapitre 4 : L'analyse des exemples existants**

### **4.1.Introduction:**

Avec l'arrivée de nombreux écolabels et cette volonté de protéger la planète grandissante, l'utilisation de matériaux écologiques dans le secteur de la construction devient un facteur à privilégier soit au niveau national ou international. Et loin de ce que certains peuvent penser, les matériaux écologiques possèdent un apport isolant important, ce qui fait que l'énergie demeure là où nous en avons besoin ; dont le but de l'utilisation des matériaux écologiques, pour l'isolation, les gros œuvres, les finitions est d'avoir une haute performance énergétique et une consommation réduite contre les problèmes économiques, environnementaux et conceptuels.

L'Algérie connaît une crise croissante de l'habitat, l'état Algérien a dû trouver des solutions rapides dont le confort a souvent été négligé par les concepteurs ; Et en tant que le bâtiment est le premier consommateur d'énergie en Algérie, la réalisation de logement qui consomme moins s'impose comme une nécessité à la maîtrise des consommations énergétiques du secteur résidentiel.

En se basant sur une analyse des constructions écologiques Algériennes fait par l'étude architecturale des plans en parallèle avec l'étude du système d'intégrer les matériaux écologiques dans la construction, pour confirmer mieux les avantages et les impacts positifs de ces matériaux sur l'environnement, l'économie, société et la forme architecturale aussi ses bienfaits en maîtrise énergétique.

### **4.2. Analyse des exemples existants:**

Ce chapitre est consacré à l'étude des exemples nationaux, dont le choix s'est porté sur la cité des 80 logements à haute performance énergétique situé à Ain Romana dans la wilaya de Blida incluse dans le programme des 600 logements HPE. Le deuxième exemple s'est appuyé sur les 50 logements fonctionnels à Tassoust.

L'objectif de ce chapitre, à partir de la comparaison entre des exemples, est de découvrir les techniques et les solutions adoptées pour l'amélioration du confort et la réduction des consommations énergétiques dans les logements.

#### **4.2.1.Etude des 80 logements HPE à Ain Romana à Blida :**

L'année 2011 a vu le départ des travaux de ce 01<sup>er</sup> projet témoin des 600 logements à Haute Performance Energétique qui retient surtout l'isolation thermique de l'enveloppe du logement.



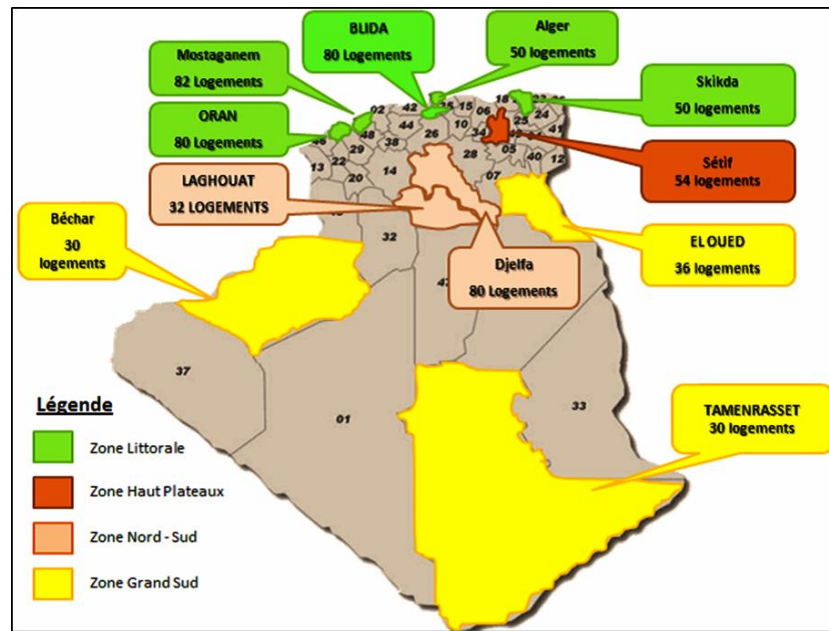


Figure 39: Programme Ecot-bât des 11 Wilayas  
Source : APRUE, (2014).

#### 4.2.1.1. Présentation du projet :

- Il est situé à Ain Romana, une commune au Sud-Ouest de la wilaya de Blida au Sud-Ouest d'Alger, il est composé de 80 logements.



Figure 40: Plan de situation  
Source: Google Earth, (2018).

- Il fait partie du programme des 600 logements à HPE lancé par l'APRUE en 2011, mais le projet n'est achevé qu'au début de l'année 2015, pour une durée de 18 mois.
- Le maître d'ouvrage du projet est l'OPGI de Blida
- Il est suivi par le BET DAR et réalisé par l'E.R.T.B.H. Djemil Abdelkrim.

- **Données climatiques :**

La région d'Ain Romana est située à :

Une latitude de 36° 25' . 22.28''N et une longitude de 02° 42' .35 45''E

- **Organisation du projet :**



Figure 41: l'implantation des bâtiments.  
Source: OPGI, (2014).

Avec des espaces libres occupés par des parkings, des espaces verts et une placette. Les immeubles sont conçus en barres de R+4 implantés parallèlement sur un terrain de 6 648,88m<sup>2</sup>.

Tableau 4:Types de logements de la cité des 80 logements.

Blocs F3	Type du bâtiment	N° de niveaux	N° de blocs	N° de logements	Total
Types A	Barre	05	03	10	30
Types B	Angle	05	05	10	50

#### 4.2.1.2. Étude de l'ensoleillement :

- L'emploi d'une végétation caduque devant les fenêtres du RDC, pour se défendre de la chaleur d'été.

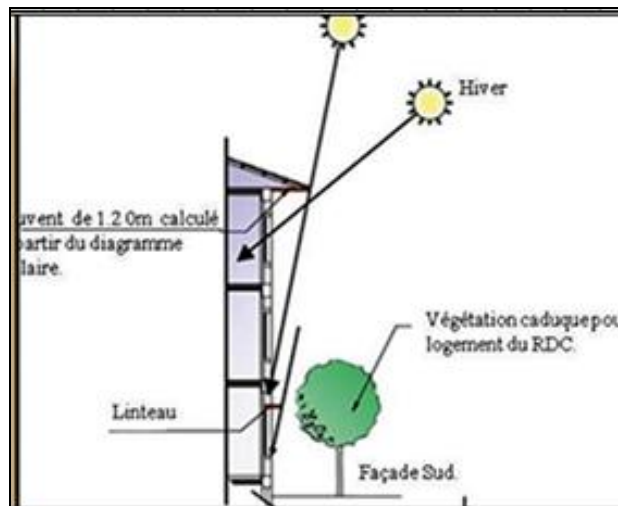


Figure 42: Une végétation caduque pour les logements RDC.  
Source : OPGI de BLIDA, (2014).

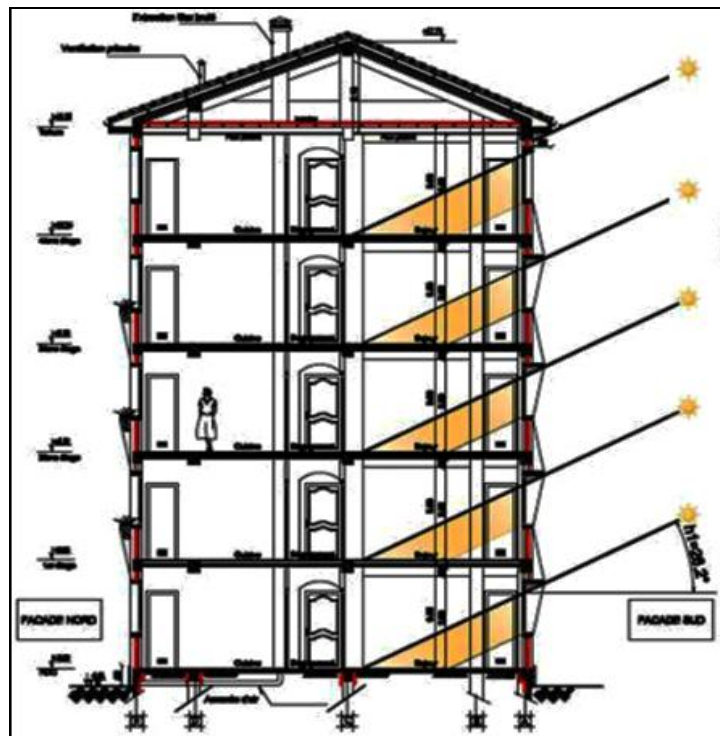


Figure 43: Stratégie adoptée pour l'enseillement.  
Source: OPGI de Blida, (2014).

- Utilisation d'un auvent sur façade Sud qui permet de protéger les vitres du soleil en été.

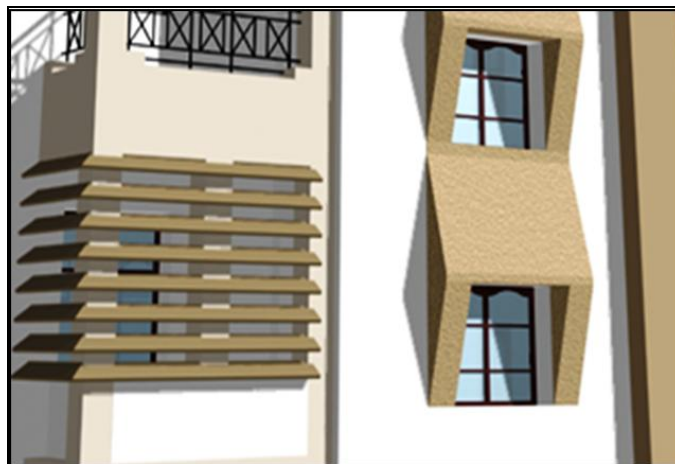


Figure 44: La protection des vitres du soleil d'été.  
Source : OPGI de Blida, (2014).

#### 4.2.1.3. Choix des matériaux et des techniques de réalisation:

L'étude a été faite sur une cellule qui se situe au dernier étage avec trois façades orientées Sud, Ouest et Nord :

- L'utilisation des isolants naturels écologiques tels que le liège et la ouate de cellulose.
- Utilisation d'un isolant en polystyrène au niveau du faux.
- Soubassement en pierre naturelle au niveau du RDC, tout autour du bâtiment pour retenue de terre et annuler les déperditions thermiques.

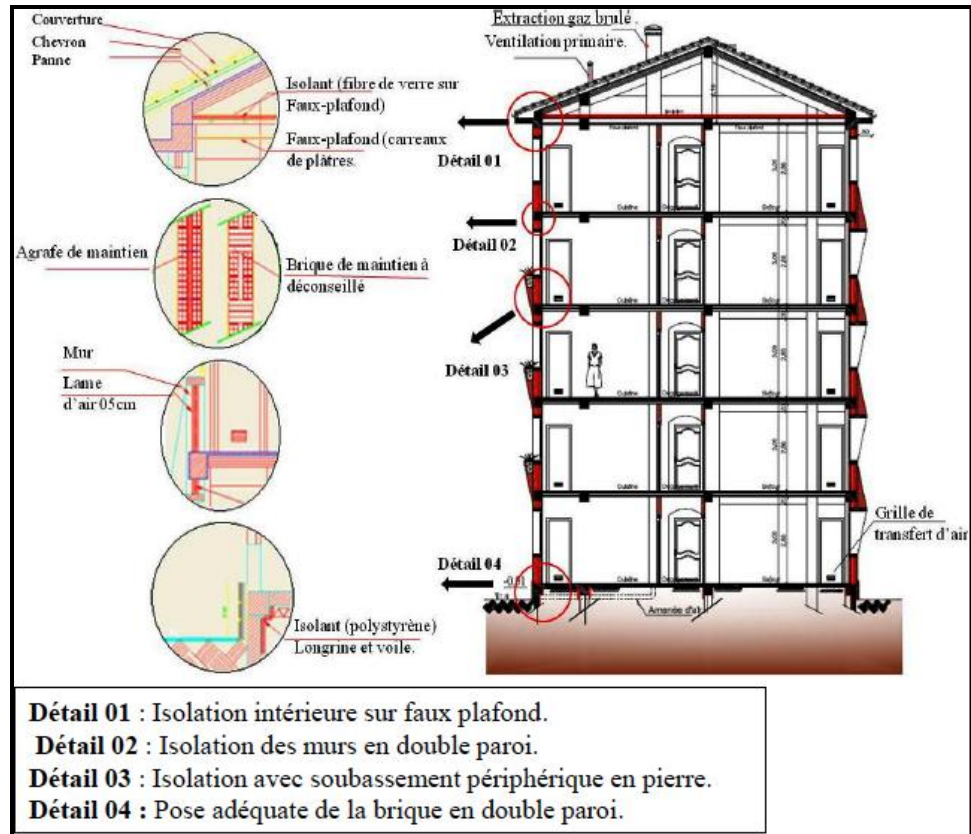


Figure 45 : Les différents détails d'isolation.  
Source : OPGI de Blida, (2014).

- L'imbrication des briques par des épingle.



Figure 46: l'utilisation des épingle.  
Source: BET DAR, (2018).

- Une nouvelle technique d'isolation, dont sa mise en œuvre est très pratique et facile, c'est une réduction des déperditions qui n'a pas été compté dans le calcul des bilans thermiques.
- Habillage des ponts thermiques (poteaux/poutres) en briques en chanvre et en brique creuses.



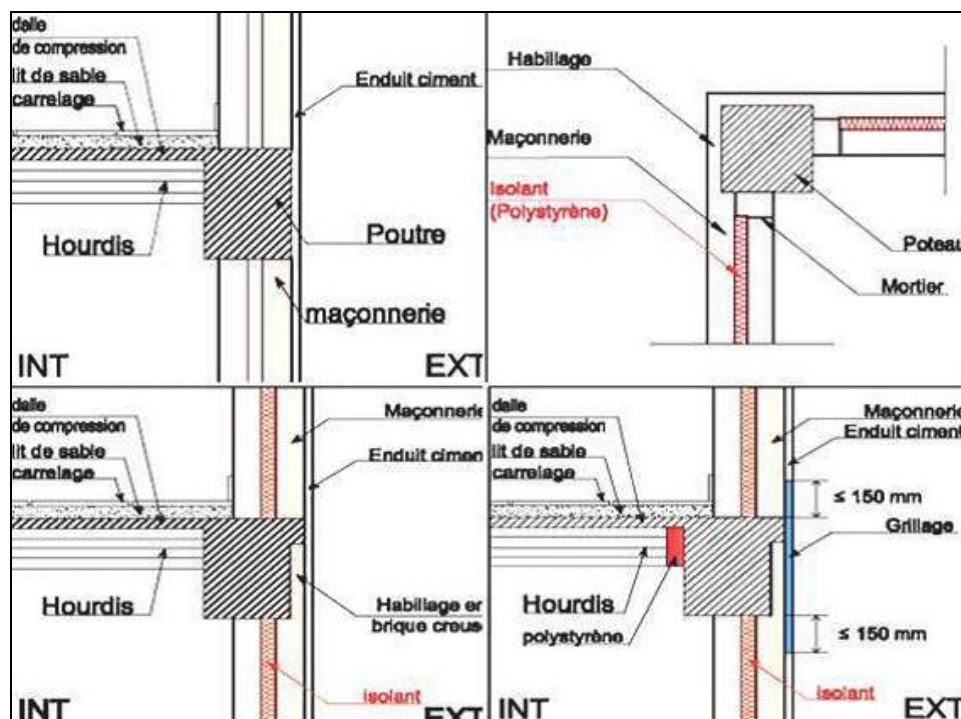


Figure 47: Détail d'isolation.

Source: OPGI deBlida, (2014).

#### 4.2.1.4. Mesure d'efficacité énergétique:

D'après le cahier de prestation technique :

- **Gros œuvre :**
  - Soubassement en pierre naturelle tout autour des RDC du bâtiment pour annuler les déperditions thermiques.
  - L'utilisation d'une couche de liège de 5cm d'épaisseur.
  - Les briques (creuse et en chanvre) proviendront d'usine agréée et devront répondre aux normes algériennes en vigueur.
  - Couverture en toiture au lieu de terrasse pour la déviation des vents et l'isolation thermique.
  - Réalisation d'un auvent de 1.20m sur façade sud en profitant de la lumière et en protégeant les vitres du soleil en été tout.
  - Remplacement des arrachements des briques par des épingles.
  - Hérissonnage en pierre sèche.
- **Isolation :**
  - Isolation thermique sur terrasse en plaques de polyester agglomérés d'une épaisseur 4 cm, posés à sec sur plancher.
  - Isolation en polyester et en liège au niveau des voiles périphériques et sous la dalle flottante pour éliminer l'humidité et les déperditions thermiques.

- Remplacement de la lame d'air par un isolant (liège).
- Isolation en Chauvrenotte ou laine de verre au niveau des faux plafonds des derniers étages en contact avec le comble.
- **Finition (peintures et vitrerie):**
  - peinture proviendront d'usine agréée et devront répondre aux normes algériennes en vigueur, fabriquée par des associations Algérienne.
  - Peinture glycérophthalique : sur murs intérieurs, sous plafonds intérieurs, sur ferronnerie
  - Peinture vinylique : sur murs extérieurs, sous plafonds extérieurs, sur murs intérieurs, sous plafonds intérieurs
  - Verre semi double.

#### 4.2.1.5. Bilan thermique :

D'après l'OPGI de Blida Le bilan thermique des 80 logements HPE démontre qu'ils présentent des avantages en termes de consommation énergétique car son besoin en chauffage est réduit de quasiment 50% par rapport aux constructions standards, il a moins d'apports et de déperditions thermiques.

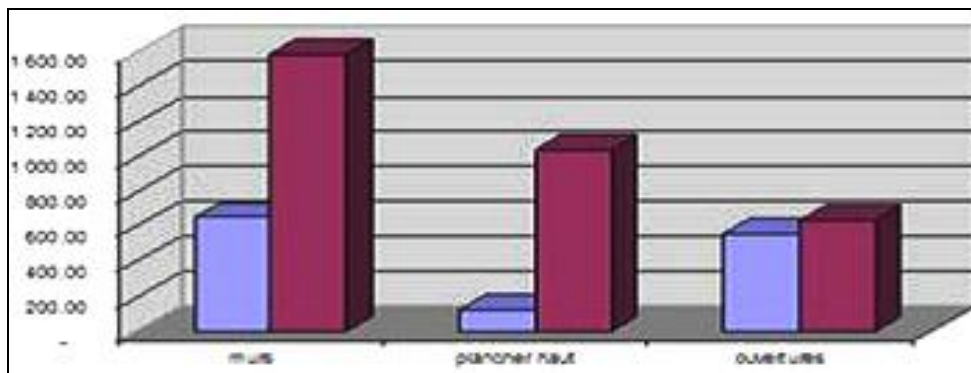


Figure 48: Bilan thermique du traitement des apports des logements HPE par rapport aux constructions actuelles.  
Source : OPGI de Blida, (2014).

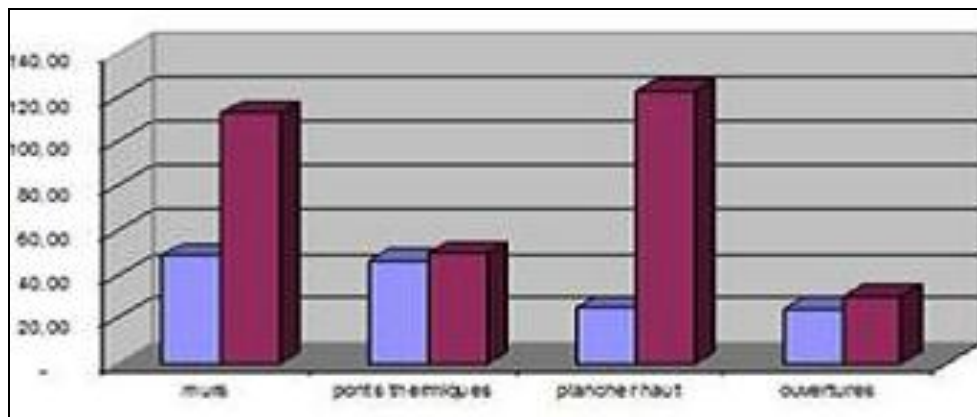


Figure 49: Bilan thermique du traitement de déperditions des logements HPE par rapport aux constructions actuelles  
Source : OPGI de Blida, (2014).

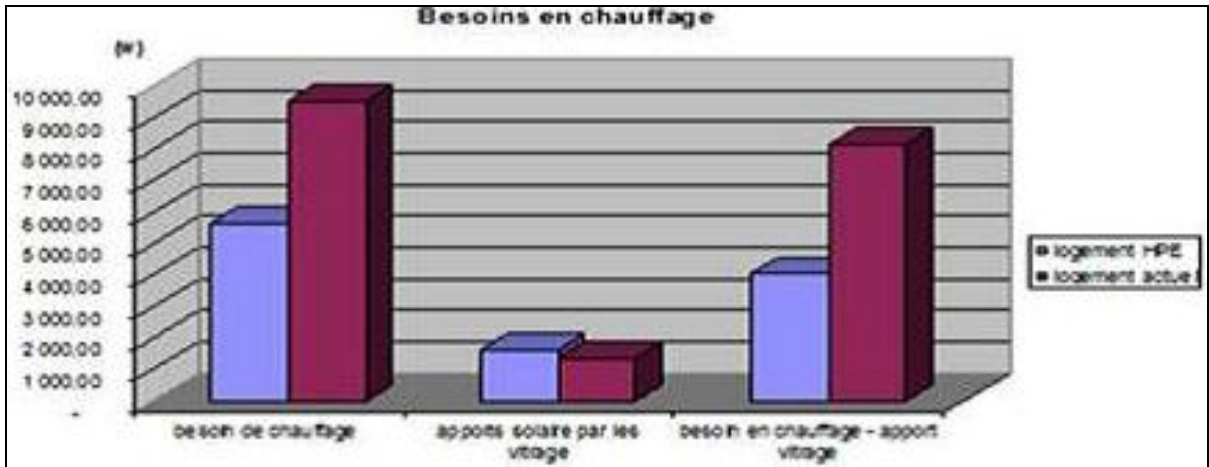


Figure 50: Bilan thermique du besoin de chauffage des logements HPE par rapport aux constructions actuelles.  
Source : OPGI de Blida, (2014).

Le type HPE bénéficie des gains de consommation soit : 59% dans le traitement des apports, 54% dans les déperditions et 51% dans les besoins en chauffage.

D'après l'OPGI, l'indice de consommation de ce logement est de : 75,86 kWh/m<sup>2</sup>/an, que lui donne un classement selon l'étiquette énergétique en type B : 51<76.75<90. Donc, c'est un bâtiment BBC.

#### 4.2.1.6. Synthèse

L'amélioration de la performance thermique dans les logements HPE peut se faire par la suppression des parois simples, et l'utilisation de matériaux écologiques de bonne isolation thermique, l'usage d'isolants spécialement écologiques.

Ces lectures ont pour objectif de réduction des besoins énergétiques et d'optimisation des fonctions de l'enveloppe architecturale en plus d'obtenir l'effet de l'utilisation des matériaux écologiques: réduire les déperditions thermiques et assurer le confort thermique d'été et d'hiver.

## 4.2.2. Etude des 50 logements fonctionnels pour les enseignants d'éducation supérieure à Tassoust à Jijel :

Ce sont des logements existants depuis sept ans, ils caractérisent par une certaine modernité et une nouveauté considérable par rapport aux autres bâtiment existants dans la région , mais ils restent des constructions de moyenne qualité par rapport aux bâtiments de haute qualité ou de très haute qualité en Algérie, et ça est percé au niveaux des techniques et des matériaux de construction et à la gestion de la consommation énergétique.

### 4.2.2.1. Présentation du projet :

- Il est situé à Tassoust, une commune à l'Est de la wilaya de Jijel, il se compose de 50 logements fonctionnels pour les enseignants d'éducation supérieure.

- Le maitre d'ouvrage du projet c'est l'OPGI de Jijel.
- Il est suivi par le BET ART Rannane Mohamed et réalisé par l'entreprise Bouamoucha Salah.

- **Données climatiques :**

La région de Tassoust est située à: Une latitude de 36° 8'N et une longitude de 02° 8'E.

- **Organisation du projet :**

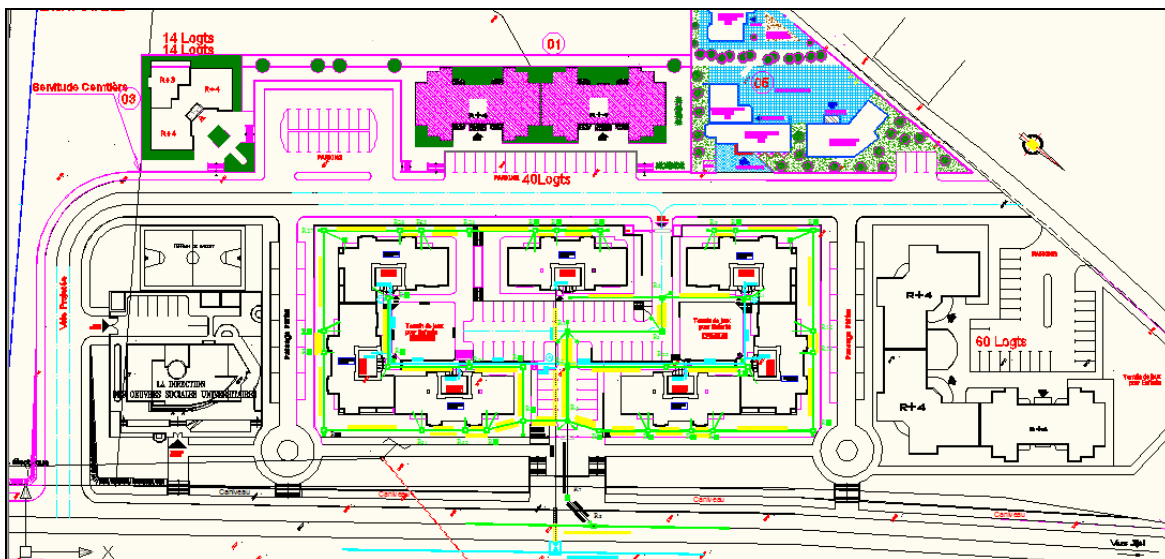


Figure 51: L'implantation du projet.  
Source: BET Rannane, (2008).

Avec des espaces libres occupés par des parkings, des espaces verts, des petites placettes et des espaces de jeux au milieu du terrain. Les immeubles, de R+4, sont conçus en barres et en angle et implantés dans un terrain de bonne accessibilité et d'une situation stratégique dont le terrain est situé en face au pôle universitaire de Tassoust.



#### 4.2.2.2. Analyse des façades :

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

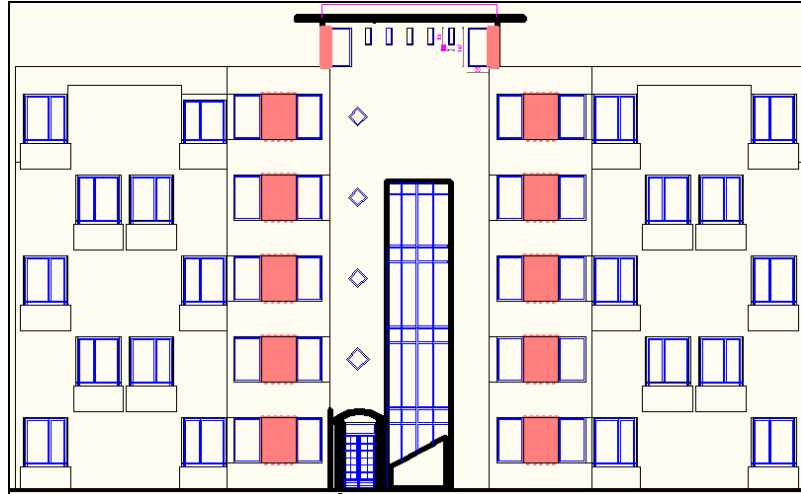


Figure 52: Façade Sud-Est.  
Source : BET Rannane, (2008).

#### 4.2.2.3. Analyse des plans :

Un bâtiment de type barre, d'un gabarit de R+4 comportant 10 logements (plan à l'annexe).

Dans ce projet, les blocs contiennent une seule variante de type F4 composée des espaces suivants (01 séjour, 01 cuisine, 03 chambres, SDB, loggia, 01 bureau et un hall de distribution).

L'orientation de façades principales des blocs faits totalement vers le Nord-Est malgré elle qu'elle a des balcons et des espaces secs. Les espaces humides et le séjour sont orientés vers le Sud-Est.

Cette orientation donne aux blocs une durée d'ensoleillement très longue, que se résulte des avantages à exploiter tel que les rayons de soleil, la ventilation... et des inconvénients à éviter et à contrôler tel que le réchauffement des pièces ensoleillées de longue durée, les effets négatifs des rayons solaires sur les matériaux de l'enveloppe extérieure, les enduits, l'étanchéité...

#### 4.2.2.4. Structure et matériaux de construction :

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

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

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

#### 4.2.2.5. Calcul de la consommation énergétique (Logiciel CT-BAT) :

Après la création d'une enveloppe pour ce logement à l'application CT-BAT, on a ajouté les parois avec l'affectation des matériaux et les différentes couches. Après les calculs, l'indice de consommation de ce logement est de : 195,03 kWh/m<sup>2</sup>/an, que lui donne un classement selon l'étiquette énergétique en type D : 151 < 195,03 < 230.

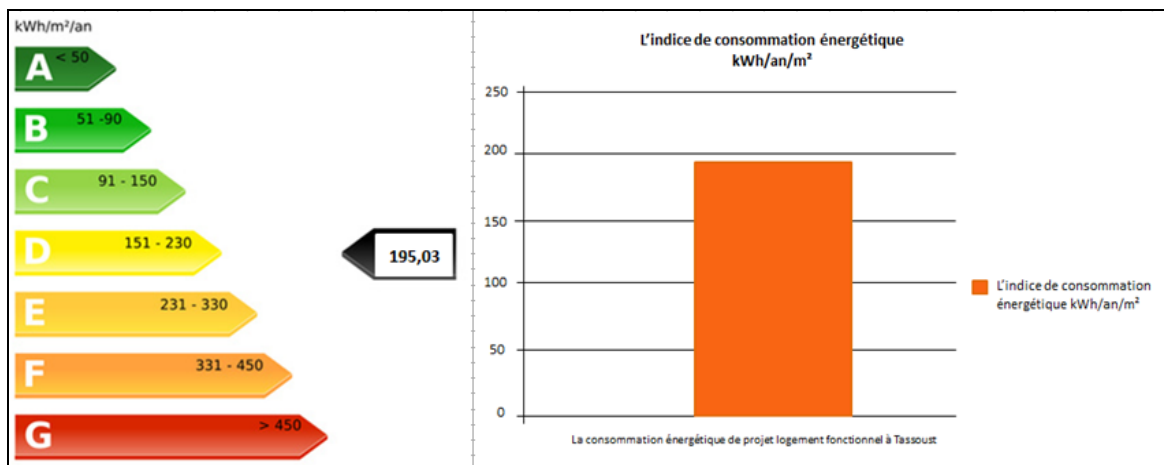


Figure 53: Etiquette énergétique représente le classement du logement avec un diagramme de l'indice de consommation énergétique

#### 4.2.2.6. Synthèse :

- Espace de vie mal orienté, ce qui peut augmenter les besoins en chauffage pendant l'hiver ;
- Conception sans brise soleil, donc des espaces surchauffé en été (Sud, Sud-ouest, Ouest) et par conséquent consommation électrique considérable.
- Des ponts thermiques et des déperditions par l'extérieur à cause d'une faible isolation par l'extérieur (lame d'air de 5 cm) ;
- L'utilisation des matériaux ordinaires de faible résistance thermique, toxiques (béton du ciment, produits rouge tel que la brique), non propres et de faible fonctionnement isolant ;
- L'utilisation des techniques de construction simples et ordinaires particulièrement pour l'isolation et le revêtement ;

#### 4.2.3. Comparaison entre les exemples :

Cette comparaison est pour objectif de la recherche des solutions apportées pour répondre à une logique de réduction des besoins énergétiques et d'optimisation des fonctions de l'enveloppe architecturale en plus d'obtenir l'effet de l'utilisation des matériaux écologiques

- **Pour les logements de Tassoust:** Une orientation donne aux blocs une durée d'ensoleillement très longue que peut augmenter les besoins en chauffage pendant l'hiver, avec l'absence des brises soleil et de la végétation et ça peut augmenter les besoins en chauffage pendant l'hiver.
- L'utilisation des matériaux ordinaires de faible résistance thermique, toxiques, non propres et de faible fonctionnement isolant ; avec des techniques de construction simples et ordinaires particulièrement pour l'isolation et le revêtement.
- **Pour les logements HPE de Blida :** l'emploi d'une végétation caduque devant les fenêtres du RDC, pour se défendre de la chaleur d'été, en plus de l'utilisation d'un auvent sur façade Sud qui permet de protéger les vitres du soleil en été.
- L'utilisation des matériaux écologiques et sains en isolation et en revêtement, avec une nouvelle technique d'isolation, qui n'a pas été compté dans le calcul des bilans thermiques.

### **4.3 Conclusion :**

Ce chapitre vise à développer un support d'aide à la conception dont l'objectif est d'assister dans la conception des bâtiments performants en termes d'énergies et de confort. Afin d'atteindre cet objectif, une recherche bibliographique a été effectuée sur le problème de logement en Algérie, l'efficacité énergétique, la qualité et le confort dans le bâtiment résidentiel dans un climat méditerranéen et également des bons résultats de l'utilisation des matériaux écologiques.

Il est indispensable d'ouvrir le système qualité dans la construction pour permettre aux matériaux écologiques de faire leurs preuves, d'une part, et d'améliorer la communication sur les matériaux écologiques afin de combattre les idées fausses d'autre part. Car, face à un système relativement verrouillé, les structures professionnelles des matériaux écologiques peinent à s'organiser.

D'autre part, les données indépendantes et complètes font défaut, notamment la disponibilité des ressources et l'énergie insérée et l'utilisation des matériaux écologiques à la conception des bâtiments à une consommation basse.

## CONCLUSION GENERALE

L'objectif principal de ce travail est d'optimiser des solutions intégrées à l'enveloppe du bâtiment, de rechercher les meilleurs moyens pour un rendement positif et efficace tant sur le plan énergétique, qu'économique et environnemental. Ceci en utilisant des matériaux à faible rejet de gaz à effet de serre, de longues durées de vie et respectant l'environnement.

L'intégration des matériaux écologiques avec des techniques spéciales dans la conception des bâtiments doit être obligatoire pour atteindre des objectifs économiques, environnementaux, sociaux et architecturaux principalement contre les risques de l'effet de serre et les énergies non renouvelables qui endommagent la planète, et qui réduisent les besoins énergétique et de créer un climat de bien être dans les locaux, avec des températures agréables, une humidité contrôlés, et un éclairage naturel abondant. Et ça représente la grande importance des matériaux écologiques dans le domaine de construire dans tout le monde.

L'Algérie a organisé des études, des réglementations, et des techniques d'applications des matériaux écologiques dans le bâtiment pour exploiter ses qualités économiques, environnementale..., les producteurs des matériaux écologiques devront établir des critères de définition et promouvoir un étiquetage de ces matériaux puis préserver les qualités environnementales, sociales et sanitaires de ces derniers qu'ils fabriquent, donc la réduction de l'impact environnemental de leur mode de production sera essentielle pour qu'ils puissent prétendre à une appellation « éco-matériaux » ; pour but d'assurer une performance énergétique efficace et une consommation des énergies basse, parallèlement avec la protection de l'environnement, la santé publique, ...

L'Algérie doit donc s'engager encore plus dans l'investissement lié au développement durable, et spécialement à la construction écologique, notamment à ce moment, le prix du baril de pétrole ne cesse d'augmenter, afin d'atteindre des gains socio-économiques. Donc pour améliorer leur visibilité et communiquer sur les qualités environnementales et techniques des matériaux écologiques, les fabricants aspirent à un référencement neutre et impartial. Ce référencement pourrait ainsi être un outil au service des professionnels, des maîtres d'ouvrages publics et des particuliers pour les aider dans le choix des matériaux pour un projet de construction ou de rénovation.

Alors les matériaux écologiques jouent le rôle principal dans la production des bâtiments à basse consommation énergétique. Cette base de données comprend des recommandations conceptuelles, des exigences techniques des bâtiments à basse consommation d'énergie et des règles générales de comportement thermique issues des performances vécues et/ou simulées. Cela, nous mène à offrir un

outil d'aide informatisé aux architectes pour les aider et assister le long du processus de conception, au moins, d'un bâtiment à basse consommation énergétique en Algérie.

### **Références bibliographiques :**

#### **Les ouvrages :**

- Amjahdi M et Lemale J., (2010). « *Rénovez votre maison: des solutions écologiques* ». Ed Dunod, Paris. 191 p.

- Boursas A., « *Etude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation* », Soutenu en 2013 à l'université de Constantine1.
- Buland F., (2008). « *Construire une maison bioclimatique* ». Ed L'inédite. Paris. 87 p.
- Claude-Alain R., (1987). « *Energétique du bâtiment II-prestations du bâtiment, bilan énergétique globale* ». PPUR. Suisse.
- Coignet J et Coignet L., (2006). « *Maçonnerie de pierre* ». Ed EYROLLES. Paris. 116 p.
- Couasnet Y., (2005). « *Propriétés et caractéristiques des matériaux de construction* ». Ed Le Moniteur. Paris. 248 p.
- Courgey S et Oliva J., (2008). « *La maison bioclimatique* ». Ed Terre Vivante. France. 239 p.
- Fernandez P et Lavigne P., (2009). « *Concevoir des bâtiments bioclimatiques* ». Ed Le Moniteur. Paris. 430 p.
- Gallauziaux T et Fedullo D., (2010). « *Le grand livre de l'isolation* ». Ed Groupe Eyrolles. Paris. 683 p.
- Gauzin-Muller D., (2005). « *25 maisons écologiques* ». Ed Le Moniteur. Paris. 159 p.
- Laustens J., 2008, « *Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings, International Energy Agency* », OECD/IEA, Paris.
- Maes P., 2009, « *Labels d'efficacité énergétiques* », EYROLLES, 2010, Paris.
- Nugon-baudon L et Lhoste E., (2008). « *Trucs et astuces pour une maison Ecolo* ». Ed Marabout. Espagne. 245 p.
- Palay J., (2008). « *Rendre son habitat plus ECOLOGIQUE* ». Ed Glénât. France. 127 p.
- De-Haut P., (2007). « *Chauffage, isolation et ventilation écologique* ». Ed Eyrolles. Paris. 179 p.
- Phillips D., (2000). « *Une maison saine et Naturelle* ». Ed Dunod. Paris. 192 p.
- Robert J et Fabas L., (2008). « *Guide de la maison économe* ». Ed EYROLLES. Paris. 199 p.
- Roulet C., (2004). « *Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments* ». Ed Press Polytechniques et Universitaires Romandes. Italie. 358 p.
- Senell C et Callahan T., (2006). « *Manuel de construction écologique* ». La plage. Paris. 360 p.
- Sennit C-A., (2007). « *L'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel - une analyse des politiques des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée* », IDDRI, Paris.
- Venolia C et Lerner K., (2007). « *Rénovation écologique* ». Ed La plage. 285 p.

## **Les fichiers PDF et Sites Web :**

- Ademe. (2015). « Choisir des matériaux pour construire et rénover ». Ed Ademe. [en ligne] [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr). Consulté le 18/02/2018.
- Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (APRUE), (2014), « Guide pour une construction éco énergétique en Algérie », GIZ, Alger.
- Algérie-dz.com. (2017). [en ligne] [https://www.google.com/search?q=les+mat%C3%A9riaux+%C3%A9cologiques+en+alg%C3%A9rie&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKewjvg-KviIbbAhUNLFAKHTvBDZ8Q\\_AUICigB&biw=1366&bih=609](https://www.google.com/search?q=les+mat%C3%A9riaux+%C3%A9cologiques+en+alg%C3%A9rie&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKewjvg-KviIbbAhUNLFAKHTvBDZ8Q_AUICigB&biw=1366&bih=609). consulté le 16/02/2018.
- Articles scientifiques, articles d'opinion, poésie et textes littéraires. [en ligne] <http://nadirboumaza.com.over-blog.com/article-en-algerie-le-probleme-du-logement-et-de-toilettes-est-lourd-au-secours-l-autoconstruction-l-ecol-119045800.html> Consulté le 15/05/2018.
- Benouali H., (2015), La réglementation technique Algérienne de construction avec les Matériaux locaux, ArchiTerre. [en ligne] <http://www.nouara-algerie.com/2015/05/un-avenir-couleur-terre.html> Consulté le 16/02/2018.
- Certification afnor. <https://certification.afnor.org> consulté le 24/02/2018.
- Connaissance des energies.org. (2016). «énergie nucléaire» .Paris. France .Disponible à : <https://www.connaissance-des-energies.org/fiche-pedagogique/energie-nucleaire>. Consulté le : 13/06/2017.
- Daniela SANNA.,(2009). « objectif 2020 : bâtiment a énergie positive. angerce, France.ADEME.p04. [en ligne] <http://accompagnementprojets.hespul.org/IMG/pdf/8pbatimentaenergiepositivedbu-2.pdf>.) Consulté le 29/02/2018.
- Diane .P et Victor I., (2012), l'éco-construction, MS GDDCC[en ligne] <https://encyclopediecc.files.wordpress.com/2010/07/2-fiche-technique-eco-construction-peyrot-istin.pdf> Consulté le 16/02/2018.
- Edito., (2007), Guide des solutions environnementales [en ligne] <http://www.energies-renouvelables.org> consulté le 21/02/2018.
- Editeur : CIPRA International, [www.cipra.org/climalp](http://www.cipra.org/climalp) Auteurs : Nicole S., (2004), Carole P, Christoph S, Harald G., (Actualisation 2013), Avril 2014.
- FEDDAOUI Omar., Mémoire de Magister soutenu en 2014, Université de Souk – Ahras
- Hoareau C. « Vers des bâtiments moins énergivores en milieu tropical: application au contexte des Dom...mémoire de master 2 génie civil.. Urbanisme université de la réunion », (2012).



- 288 p. [en ligne] [https://www.arer.org/IMG/pdf/Memoire\\_de\\_Master\\_PBE\\_Hoareau\\_Cyril\\_partie\\_1.pdf](https://www.arer.org/IMG/pdf/Memoire_de_Master_PBE_Hoareau_Cyril_partie_1.pdf) consulté le 11/03/2018.
- «Principes et équations de l'énergie» .Paris. France. P01 [https://www.connaissance-desenergies.org/sites/default/files/pdf-pt-vue/principes\\_et\\_equations\\_de\\_lenergie.pdf](https://www.connaissance-desenergies.org/sites/default/files/pdf-pt-vue/principes_et_equations_de_lenergie.pdf). consulté le 26/03/2018.
  - La voix d'Algérie., (2017), Intégrer les matériaux écologiques dans la construction. [en ligne] <https://lavoixdalgerie.com/integrer-materiaux-ecologiques-construction/> consulté le 26/04/2018.
  - Le livre blanc de l'Efficacités énergétique. [en ligne] [www.schneider-electric.fr](http://www.schneider-electric.fr)
  - Saint Gobain Isover., (2014), matériaux d'isolation et écologie, Minergie-éco, Suisse, 15 pages) [en ligne] [https://www.isover.ch/sites/isover.ch/files/assets/documents/brochure\\_ecologie\\_fr.pdf](https://www.isover.ch/sites/isover.ch/files/assets/documents/brochure_ecologie_fr.pdf) consulté le 22/04/2018
  - Semahi S, « *Contribution méthodologique a la conception des logements à haute performance énergétique (HPE) en Algérie* », Soutenu en 2013 à l'université d'Alger. [en ligne] [https://www.cder.dz/vlib/revue/pdf/v016\\_n3\\_texte\\_12.pdf](https://www.cder.dz/vlib/revue/pdf/v016_n3_texte_12.pdf) Consulter le 01/04/2018.
  - Tedjani K., (2010), construire sa maison avec des matériaux naturels par Bio et Ecologie 19 Mars [en ligne] [http://www.acimultimedia.net/bio/construire\\_maison\\_bio.htm](http://www.acimultimedia.net/bio/construire_maison_bio.htm) consulté le 21/02/2018.
  - Tour., (2010), les matériaux écologiques en Algérie [en ligne] [https://www.google.com/search?q=les+mat%C3%A9riaux+%C3%A9cologiques+en+alg%C3%A9rie&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjv-KviIbbAh\\_UNLFAKHTvBDZ8QAUICigB&biw=1366&bih=609](https://www.google.com/search?q=les+mat%C3%A9riaux+%C3%A9cologiques+en+alg%C3%A9rie&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjv-KviIbbAh_UNLFAKHTvBDZ8QAUICigB&biw=1366&bih=609) consulté le 26/04/2018.
  - Maison container ([www.ma-maison-container.fr](http://www.ma-maison-container.fr)) Consulter le 18/02/2018.

### **Les articles :**

- Le décret n° 82-440 du 11 décembre 1982 portant ratification de la convention africaine sur la conservation de la nature et des ressources naturelles, signée à Alger le 15 septembre 1968(JOURNAL OFFICIEL ,2003).

## ملخص :

شهدت سياسة الطاقة البيئية في الجزائر تطورات واسعة جدا تقوم على حماية البيئة والاقتصاد والصحة واستغلال الموارد من المواد الخام المحلية وبشكل رئيسي من أجل الأداء الطاقة المتقنة. بما أن قطاع البناء في الجزائر هو القطاع الأكثر استهلاكاً للطاقة، فقد تم استنتاج أن حلول مشاكل الطاقة، البيئة، و العمران تعتمد على الاختيار الصحيح للمواد.

المواد الايكولوجية هي المواد الأكثر ملاءمة المستخدمة للاستهلاك المنخفض، لأنها صحية تماما، وغير سامة، وصديقة للبيئة وذات جودة بيئية عالية. وبما أن الجزائر غنية بالمواد الإيكولوجية ، فإن سكانها يستخدمونها منذ العصور القديمة ، وتعد قصور مزاب أحد الأمثلة التي تدل على فعالية المواد البيئية، و من ذلك نذكر: الحجر ، الأرض ، الخشب ، القش ، الفلين ، الصوف ، ...

لذلك يجب علينا أن نروج للعودة إلى استخدام المواد البيئية في المبنى الجزائري بطريقة واسعة ومع تقنيات أكثر تطوراً من خلال تحسين الاستراتيجيات والتقنيات للحصول على أداء جيد للتحكم في الطاقة وجودة بيئية عالية خصوصا و ان لدينا الامكانيات لتكون الافضل.

**Résumé :**

La politique éco énergétique en Algérie a connu des évolutions très vastes se basent sur la protection de l'environnement, de l'économie, de la santé, de l'exploitation des ressources des matières premières locales et principalement pour une performance énergétique maîtrisée. En tant que le secteur du bâtiment en Algérie c'est le secteur le plus consommateur d'énergie, on déduit que les solutions énergétiques, environnementaux et architecturaux se basent sur le choix juste des matériaux.

Les matériaux écologiques représentent les matériaux les plus favorables à utilisés pour avoir une basse consommation, parce qu'ils sont absolument sains, non toxiques, respectueux de l'environnement et à haute qualité environnementale. Et en tant que l'Algérie est riche en matériaux écologiques, ses habitants les utilisent depuis l'antiquité, et les ksour des M'Zab montrent un des exemples témoignant l'efficacité des matériaux écologiques, on cite : la pierre, la terre, le bois, la paille, le liège, la laine,...

Alors il faut promouvoir le retour à l'utilisation des matériaux écologiques dans le bâtiment Algérien d'une façon vaste et avec des techniques plus développées par l'amélioration des stratégies et des techniques pour avoir une performance énergétique bien maîtrisée et une haute qualité environnementale, surtout que nous avons le potentiel et les capacités d'être parmi les meilleurs.

**Abstract :**

The eco-energy policy in Algeria has undergone very broad evolutions based on the protection of the environment, the economy, health, the exploitation of the resources of local raw materials and non-renewable energies and mainly for performance mastered energy. As the building sector in Algeria is the most energy-intensive sector, it is deduced that energy, environmental and architectural solutions are based on the right choice of materials.

Green materials are the most favorable materials used for low consumption, because they are absolutely healthy, non-toxic, environmentally friendly and of high environmental quality. And as Algeria is rich in ecological materials, its inhabitants use them since ancient times, and the Ksour of M'Zab show one of the examples testifying the effectiveness of the ecological materials, one quotes: the stone, the earth, wood, straw, cork, wool, ...

So we must promote the return to the use of ecological materials in the Algerian building in a vast way and with more developed techniques by improving strategies and techniques to have a well-controlled energy performance and a high environmental quality, especially that we have the potential and the abilities to be among the best.