

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Ziane Achour de Djelfa
Faculté des Sciences de la Nature et de la vie
Département de

جامعة زيان عاشور الجلفة
كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم

N° d'ordre : /...../2018



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention

Du diplôme

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : sciences de la Terre et de l'Univers

Filière : Géographie et aménagement du territoire

Spécialité : villes et dynamiques spatiales

Thème

Le programme Eco-Bat, un vecteur pour la transition écologique ? Cas des 80 logements HPE a Djelfa

Présenté par

Zagaar Sohaib

Soutenue publiquement le devant le jury composé de:

Mr.	de Djelfa	Président
Dr. K. Bachar	de Djelfa	Encadreur
Dr.	de Djelfa	Examineur

PROMOTION 2017/2018

Remerciement

Mes remerciement s'adresse en premier lieu à Allah le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces longues années.

Ainsi, je tenons également à exprimer nos vifs remerciements à mon Superviseur Mme. Bachar Kheira qui nous a apporté une aide précieuse.

Nous lui exprimons notre gratitude pour sa grande disponibilité ainsi que pour sa compréhension et les encouragements qu'il nous a apportés...

Nos remerciements vont aussi à tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation et à tous les membres du jury qui ont accepté de juger mon travail.

Enfin, je tenons à exprimer mes reconnaissances à tous mes amis et collègues pour le soutien moral et matériel...

|

Dédicace

J'ai toujours pensé faire ou offrir quelque chose à mes parents en signe de reconnaissance pour tout ce qu'ils ont consenti comme efforts, rien que pour me voir réussir, et voilà, l'occasion est venue.

A ceux qui m'ont donné la vie, symbole de beauté, et de fierté, de sagesse et de patience.

A ceux qui sont la source de mon inspiration et de mon courage, à qui je dois de l'amour et de la reconnaissance.

A mes parents ;

A mes sœurs ;

A mes frères.

A mes Amis ;

A tout ceux qui m'ont aidé de loin ou de près durant les moments difficiles

Sohaib

Résumé

Alors que plus des deux tiers de la consommation énergétique s'effectue en milieu urbain, et que les deux secteurs les plus énergivores sont le bâtiment et les transports, les villes apparaissent comme le lieu privilégié de la mise en œuvre de la transition énergétique qui est l'un des éléments d'un développement plus durable ou soutenable.

En Algérie, désormais plus de la moitié de la population vit dans les zones urbaines, et le secteur résidentiel est à l'origine de 35 % de la consommation d'énergie finale (APRUE, 2009), valeur qui devrait augmenter exponentiellement dans les prochaines années étant donné les perspectives de développement du parc logement.

C'est dans ce contexte que l'État algérien a lancé une opération pilote, dénommée « programme ECO-BAT » qui prévoit la construction de 600 logements de haute performance énergétique –HPE- distribués sur 11 wilayas, ciblant l'ensemble des zones climatiques du pays (Nord, Hauts-plateaux et Sud).

La définition d'une stratégie d'aménagement incluant la conception et la réalisation de logements plus efficaces en termes énergétiques constitue un enjeu majeur de la transition énergétique à l'échelle urbaine permettant la maîtrise de la consommation énergétique de ce secteur clé tout en améliorant le confort thermique et le bien-être des habitants.

Dans cette optique, l'objectif de ce travail est de tenter d'apporter un éclairage sur la mise en œuvre du programme ECO-BAT et son impact sur la transition énergétique dans les conditions particulières du milieu steppique à travers l'étude du cas des 80 logements HPE à Djelfa.

Mots-clés : Programme ECO-BAT, Transition énergétique, Bâtiments à haute performance énergétique -HPE-, habitat en milieu steppique.

Abstract

While more than two-thirds of energy consumption takes place in urban areas, and the two most energy-intensive sectors are building and transport, cities appear to be the favored location for the implementation of the energy transition. one of the elements of a more sustainable or sustainable development.

In Algeria, now more than half of the population lives in urban areas, and the residential sector accounts for 35% of final energy consumption (APRUE, 2009), which is expected to increase exponentially in the next few years. Years given the development prospects of the housing stock.

It is in this context that the Algerian State has launched a pilot operation, called the "ECO-BAT program" which provides for the construction of 600 high-energy performance housing -HPE- distributed in 11 wilayas, targeting all climatic zones. Of the country (North, Highlands and South).

The definition of a development strategy including the design and construction of more energy-efficient housing is a major challenge for the energy transition at the urban scale, allowing the energy consumption of this key sector to be controlled while improving the energy efficiency. Thermal comfort and the well-being of the inhabitants.

With this in mind, the aim of this work is to try to shed light on the implementation of the ECO-BAT program and its impact on the energy transition in the particular conditions of the steppe environment through the study of the case of 80 HPE housing units in Djelfa.

Keywords: ECO-BAT program, Energy transition, High energy performance buildings - HPE-, steppe habitat

الملخص

في حين أن أكثر من ثلثي استهلاك الطاقة يحدث في المناطق الحضرية ، وأكثر القطاعات كثافة في استخدام الطاقة هما البناء والنقل ، يبدو أن المدن هي الموقع المفضل لتنفيذ عملية انتقال الطاقة و التي هي أحد عناصر التنمية الأكثر استدامة أو المستدامة.

في الجزائر ، يعيش الآن أكثر من نصف السكان في المناطق الحضرية ، ويمثل القطاع السكني 35% من استهلاك الطاقة النهائي (APRUE, 2009) و الذي من المتوقع أن يزداد بشكل كبير في السنوات القليلة المقبلة. لأفاق و في هذا السياق أطلقت الدولة الجزائرية عملية تجريبية أطلق عليها "برنامج ECO-BAT" الذي ينص على بناء 600 مسكن عالي الأداء -HPE- للطاقة الموزعة على 11 ولاية مستهدفة في جميع المناطق المناخية (الشمال . المرتفعات. والجنوب)

يمثل تعريف إستراتيجية التنمية بما في ذلك تصميم و بناء المزيد من المساكن الموفرة للطاقة تحديا كبيرا بالنسبة إلى انتقال الطاقة على النطاق المدني، مما يسمح باستهلاك الطاقة في هذا القطاع الرئيسي في الوقت الذي يتم فيه تحسين كفاءة الطاقة. الراحة الحرارية و رفاهية السكان.

و مع أخذ هذا في الاعتبار فإن الهدف من هذا العمل هو محاولة إلقاء الضوء على تنفيذ "برنامج ECO-BAT" و تأثيره على انتقال الطاقة في الظروف الخاصة لبيئة السهوب من خلال دراسة 80 وحدة سكنية -HPE- في الجلفة

الكلمات الرئيسية : ECO-BAT , انتقال الطاقة , المباني عالية الأداء للطاقة -HPE- موطن السهوب

SOMMAIRE

Introduction générale 1

Chapitre -1- La transition énergétique et le bâtiment

1.1. Introduction	5
1.2. Le concept de transition énergétique	5
1.3. Le secteur du bâtiment et la consommation d'énergie	6
1.3.1. La consommation énergétique dans le monde	6
1.3.2. La consommation d'énergie dans le secteur du bâtiment	8
1.4. Le label HPE bâtiments performants	9
1.4.1. La réglementation française	9
2.4.2. Le label français de haute performance énergétique (HPE)	10
1.4.3. Les bâtiments performants et très performants	11
1.5. Conclusion du chapitre -1-	11

Chapitre -2- La politique énergétique et le programme ECO-BAT en Algérie

2.1. Introduction	13
2.2. L'arsenal législatif	14
2.3. La consommation énergétique en Alger	15
2.3.1. La consommation d'énergie par secteurs d'activités et par types d'énergie	16
2.3.2. La consommation d'énergie dans le résidentiel	19
2.3.3. Objectif de la transition énergétique en Algérie	20
2.4. La production	21
2.5. L'APRUE et le programme ECO-BAT	21
2.5.1. L'APRUE	21
2.5.2. Le programme ECO-BAT	22

Sommaire

2.5.2.1. Le contexte	24
2.5.2.2. Les objectifs	20
2.5.2.3. La consistance du programme	22
2.5.2.4. Le processus du programme ECO-BAT	25
2.6. Conclusion du chapitre -2-	26

Chapitre -3- Le cas d'étude : 80 logements HPE à Djelfa

3.1. Introduction	27
3.2. Présentation de la ville de Djelfa	27
3.2.1. La situation géographique	27
3.2.2. La situation administrative diagraphique	29
3.2.3. La situation climatique	29
3.2.4. Le contexte urbain et parc logements a Djelfa	35
3.3. Le projet : 80 logements HPE a Djelfa	35
3.3.1. Situation et implantation	35
3.2.2. Principes et caractéristique architecturales du projet	37
3.4. Conclusion du chapitre -3-	44

Conclusion général	45
Bibliographie	48

Liste des figures

Chapitre -1- : La transition énergétique et les bâtiments

Figure (1.1) : la consommation d'énergie primaire en 2009	7
Figure (1.2) : Evolution de la consommation d'énergie au monde (en TEP)	7

Chapitre -2- : La politique énergétique et le programme ECO-BAT en Algérie

Figure (2.1) : Répartition de la consommation finale par type d'énergie	17
Figure (2.2) : Consommation finale par secteur d'activité	18
Figure (2.3) : Répartition de la Consommation finale en Algérie 2015	18
Figure (2.4) : Evolution de la consommation en énergie dans le secteur résidentiel	19
Figure (2.5) : Consommation du secteur résidentiel par type d'énergie	20
Figure (2.6) : La répartition du programme Logements HPE	23
Figure (2.7) : Le processus du programme ECO-BAT	25

Chapitre -3- : Le cas d'étude : 80 logements HPE a Djelfa

Figure (3.1) : Situation géographique de la région d'étude source	28
Figure (3.2) : Situation du bassin versant de l'oued Djelfa	28
Figure (3.3) : Carte de la localisation de la ville de Djelfa par rapport à la wilaya	29
Figure (3.4) : une image satellitaire démontre la rigueur de la région de Djelfa par rapport au territoire national pendant le période du janvier	30
Figure (3.5) : l'humidité moyenne par semaine de la région de Djelfa	36
Figure (3.6) : plan de masse	40
Figure (3.7) : Projet : Vue d'ensemble en 3d	40
Figure (3.8) : les brises soleil	42
Figure (3.9) : Exigences thermiques pour la maison en été et en hiver	42

Liste des tableaux

Tableau (2.1) : la répartition du programme Logements HPE	23
Tableau (3.1) : température moyenne Max et Min région de Djelfa	30
Tableau (3.2) : l'évaporation et la transpiration région de Djelfa	32
Tableau (3.3) : moyenne pluviométrique de la région de Djelfa	33
Tableau (3.4) : vitesse moyenne du vent.....	34
Tableau (3.5) : Direction du vent	34
Tableau (3.6) : nombre des jours du Sirocco	34

Abréviations et acronymes

Programme nationale maîtrise de l'énergie (**PNME**)

Le logement à Haute Performance Energétique (**HPE**)

Algérie Les Offices de Promotion et de Gestion Immobilières(**OPGI**)

Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (**APRUE**)

Le groupe intergouvernemental d'experts pour l'étude du climat (**GIEC**)

Energy Information Administration (**EIA**)

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (**ADEME**)

National Center Of Studies And Search Intégrées Du Bâtiment (**CNERIB**)

Fédération nationale des mines et de l'énergie (**FNME**)

Introduction Générale

Depuis le milieu du 20^{ème} siècle, les préoccupations environnementales, en particulier celles liées au réchauffement climatique et à l'épuisement des ressources non renouvelables, accentuent la remise en question des procédés de construction standard, d'autant plus qu'il est aujourd'hui reconnu que le bâtiment est le plus grand consommateur d'énergie primaire parmi tous les secteurs économiques. Les effets du changement climatique concernent la répartition de la ressource en eau, la vie des écosystèmes, les rendements de la production agricole et la santé humaine. La gravité et l'étendue des conséquences du changement climatique touchent tous les continents et toutes les sociétés et en particulier les plus vulnérables.

Depuis la naissance de l'humanité, l'homme a toujours essayé de se protéger des aléas du climat (surchauffe d'été, les vents, les pluies...etc.) afin de créer des conditions favorables pour sa vie. En l'absence des sources d'énergie fossile, il était obligé de construire un habitat qui offre le confort durant toute l'année. « *Le climat a toujours joué un rôle déterminant dans la forme bâtie* » (Liébard, A. et de Herde, A. 2005). C'est le cas de l'habitat vernaculaire qui peut être considéré comme une source d'inspiration aux architectes contemporains en matière de respect de milieu naturel et du confort offert aux utilisateurs.

A partir de 19^{ème} siècle, l'habitat s'est développé en profitant de la disponibilité et du faible coût de l'énergie, et de l'arrivée des procédés de construction industriels alliés à la recherche de la performance quantitative ou esthétique. En revanche, la recherche du confort thermique et de l'adaptation de l'habitat avec son milieu et ses conditions climatiques, est passée progressivement au second plan. « *La standardisation des procédés de construction et la possibilité d'en acheminer partout les produits, offerte par le chemin de fer, ont initié le déclin des modes de production locaux adaptés aux conditions climatiques régionales par de longues traditions* » (Oliva et Courgey, 2006-2007). Aujourd'hui, l'industrie du bâtiment représente 50% de la consommation totale d'énergie, que ce soit lors de la construction, de la maintenance ou de l'exploitation des bâtiments et les villes sont de plus en plus vulnérables au changement climatique, en particulier celles du bassin méditerranéens. D'après une étude du Plan Bleu (2008) : pour la région Méditerranée, les spécialistes du climat anticipent au cours du 21^{ème} siècle :

- Une augmentation de la température de l'air de 2,2 C° à 5,1 C° ; une baisse sensible de la pluviométrie, comprise entre -4 et -27 % ; une augmentation des périodes de sécheresse se

traduisant par une fréquence élevée des jours au cours desquels la température dépasserait 30 °C (Giannakopoulos et al. 2005). Les événements extrêmes de type vagues de chaleur, sécheresses ou inondations pourraient être plus fréquents et violents. De plus, une hausse du niveau de la mer qui, selon quelques études, pourrait être de l'ordre de 35 cm d'ici la fin du siècle. La situation est donc très préoccupante pour l'Algérie où le secteur du bâtiment est l'un des secteurs les plus dynamiques, résultat d'un rythme élevé de croissance de la population et de l'urbanisation. La croissance de sa population est spectaculaire, passant de 7.4 millions d'habitants en 1970 à 35 millions en 2009. Par conséquent, la demande de logements et autres infrastructures urbaines augmente considérablement et la nécessité de construire dans l'urgence pour répondre à une demande sociale et des besoins importants a poussé les décideurs à ignorer les risques environnementaux et les aspects de confort d'usage et de préservations des ressources naturelles non renouvelables, en particulier l'énergie, le sol et l'eau. En quatre décennies d'indépendance, le paysage urbain et architectural des agglomérations a connu un changement brutal. L'habitat produit n'a cessé de poser la problématique de la non prise en compte des facteurs physiques et climatiques dans sa conception, avec par conséquence une consommation excessive d'énergie.

Ce n'est que dans le cadre du programme national pour la maîtrise de l'énergie, 'PNME', 2007-2011, qu'un programme de réalisation de 600 logements à haute performance énergétique (HPE), dénommé ECO-BAT a été lancé. C'est une opération pilote présentée comme une opportunité de diffusion à l'échelle nationale des pratiques conceptuelles soucieuses en amont de la maîtrise des consommations d'énergie. L'APRUE et 11 OPGI sont chargés de ce projet, couvrant les différentes zones climatiques du pays.

Ce programme est sensé mobiliser les acteurs du secteur du bâtiment autour la problématique de l'efficacité énergétique, et pourrait s'inscrire ainsi dans un processus de transition énergétique et constituer un levier d'action pour un développement urbain plus durable ou soutenable.

Ce travail propose de s'intéresser au programme ECO-BAT et d'en expliciter la consistance en prenant pour cas d'étude les 80 logements HPE réalisés à Djelfa. Le premier chapitre revient sur le concept de transition énergétique, sur l'importance du secteur résidentiel dans la consommation énergétique et sur les labels élaborés pour les bâtiments performants. Le second chapitre propose d'explicitier la politique énergétique en Algérie en s'appuyant sur les textes de lois et sur les statistiques de la consommation énergétique en Algérie. Le rôle de l'APRUE (Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de

l'Utilisation de l'Energie), la consistance et les objectifs du programme ECO-BAT seront ensuite explicités. Enfin le troisième et dernier chapitre se penchera sur le cas d'étude en présentant d'abord la ville de Djelfa et ses spécificités de ville steppique, puis le projet des 80 logements HPE avec sa situation, et ses caractéristiques urbanistiques et architecturales. En dernier lieu, un essai de comparaison avec les logements standards permettra d'apporter un éclairage sur l'impact de ce projet sur le processus de transition énergétique, sensé être amorcé.

La problématique

Dans le cadre du programme national pour la maîtrise de l'énergie, 'PNME', l'Algérie a lancé un projet de réalisation de 600 logements à haute performance énergétique couvrant les différentes zones climatiques du pays. Les OPGI sont désignés en tant que maîtres d'ouvrage. Pour la ville de Djelfa, le projet de 80 logements, objet de ce travail de recherche a été réalisé.

Les objectifs affichés de ce programme sont d'après l'APRUE :

- La mobilisation des acteurs du secteur du bâtiment autour la problématique de l'efficacité énergétique;
- La réalisation d'une action démonstrative repliable;
- l'amélioration du confort thermique dans les logements;
- La réduction de la consommation énergétique pour le chauffage et la climatisation

Le présent travail de recherche tente d'évaluer la stratégie basée sur la Haute Performance énergétique (HPE) afin de vérifier si les objectifs affichés par le programme ECO-BAT sont atteints entièrement ou en partie pour assurer le confort thermique en minimisant la consommation énergétique dans l'habitat. Le programme ECO-BAT, est-il, sur le terrain, un vecteur ou un levier pour la mise en œuvre de la transition énergétique? Autrement dit les acteurs sont-ils effectivement mobilisés autour de la transition énergétique ? L'action est-elle démonstrative ? Le confort thermique est-il amélioré et la consommation énergétique est-elle effectivement réduite dans les logements du cas d'étude ?

Les hypothèses

Les hypothèses sont les suivantes :

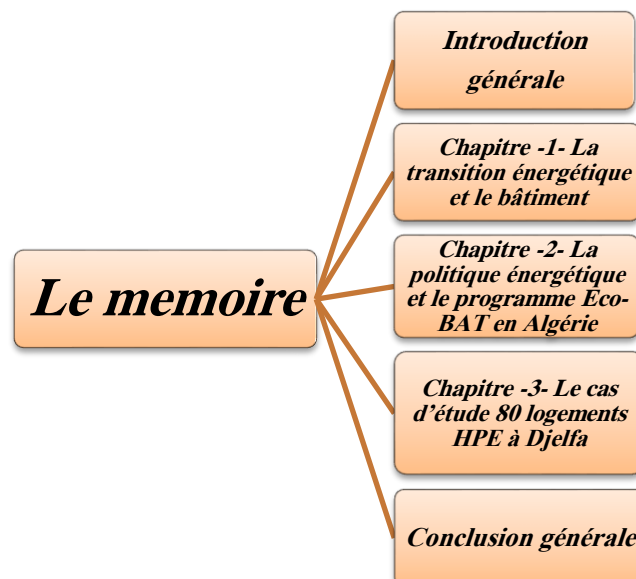
- Le programme ECO-BAT a pour but d'être un projet pilote à valeur démonstrative, avec plusieurs objectifs qui n'ont pas tous été atteints.
- La réalisation des logements HPE connaît de multiples problèmes sur le terrain.
- Le nombre de logements HPE proposé par le programme (600) est beaucoup trop faible par rapport aux milliers de logements qui sont construits sans aucune prise en compte d'un processus de transition énergétique ou d'intérêt pour le développement urbain durable.

Les objectifs

Ce travail vise plusieurs objectifs parmi lesquels :

- Rappeler les enjeux de la transition énergétique, en particulier dans le secteur de la construction
- Mettre l'accent sur l'expérience algérienne dans le domaine de la construction de bâtiments performants énergiquement.
- Mieux comprendre la consistance et les objectifs du programme ECO-BAT pour vérifier son impact sur la mise en œuvre d'un processus de transition énergétique dans le bâtiment en Algérie.
- Analyser comment le projet a été réalisé sur le terrain, quelles sont les difficultés et vérifier si les objectifs affichés sont atteints en prenant comme cas d'étude les 80 logements HPE – OPGI de Djelfa.

La structure du mémoire



Chapitre – 1-

La transition énergétique et le bâtiment

1.1. Introduction

Le groupe intergouvernemental d'experts pour l'étude du climat (GIEC) a confirmé que le relèvement de la température moyenne de l'atmosphère terrestre variera entre 1,5 et 6 °C d'ici à la fin du siècle. Ce réchauffement a déjà provoqué des perturbations climatiques ayant des répercussions humaines gravissimes qui seront sans doute de plus en plus importantes dans l'avenir. Pour limiter celles-ci, il est impératif pour tous les pays de s'engager dans un processus de transition énergétique. Dans ce contexte international de prise de conscience du danger du réchauffement climatique, de la raréfaction des ressources énergétiques et d'objectifs de diminution par 4 des émissions de gaz à effet de serre, le secteur de bâtiment représente un gisement important d'économie d'énergie, et un enjeu majeur pour protéger l'environnement.

Ce chapitre propose de revenir sur le concept de transition énergétique afin d'en comprendre mieux la signification, en s'intéressant plus particulièrement à la mise en œuvre de cette transition dans le domaine particulier de la construction et du bâtiment.

1.2. Le concept de transition énergétique

K. Duruisseau , (2014) explique qu'il existe plusieurs définitions de la transition énergétique en fonction des échelles mondiale, nationale ou locale. Rojey (2008) la définit comme « *le passage qui va nous amener d'un modèle basé aujourd'hui à 80 % sur les énergies fossiles vers un nouveau modèle énergétique, dans lequel les énergies non carbonées seront dominantes* ». Bigot (2013) la définit, quant à lui, à l'échelle mondiale. Elle s'appuie pour lui sur « *le tryptique « sobriété, efficacité et décarbonation » et requiert de passer d'un modèle mondial basé à plus de 80 % sur l'usage des énergies fossiles qui s'épuisent vers un modèle où domineront de manière complémentaire les énergies renouvelables et nucléaires* ». David (2011) présentant les travaux de l'association française Mégawatt, la définit à l'échelle nationale comme l'activation simultanée de « *trois leviers – sobriété énergétique, efficacité*

énergétique et développement des renouvelables permettant d'aller vers la satisfaction durable des besoins d'énergie de la France, en se passant à termes de toutes les ressources primaires non renouvelables »

À l'échelle nationale et locale, c'est la dénomination de « croissance verte » qui est utilisée dans de multiples travaux, la croissance verte apparaissant comme une mise en œuvre du concept de développement durable associé à celui de transition énergétique (Crifo et alii, 2012 ; Chevalier, 2013).

En résumé, on peut dire que la transition énergétique désigne une évolution des modes de **production** et de **consommation** de l'énergie. Elle est souvent associée aux notions de « croissance verte » ou de « développement durable » qui qualifient **un développement respectueux de notre environnement et des générations futures**. Comme lors de la construction du concept de développement durable, le concept de transition énergétique passe progressivement d'une phase exclusivement constituée de discours à un objet d'étude de la recherche scientifique (Duruiseau K., 2014).

1.3. Le secteur du bâtiment et la consommation d'énergie

A travers le monde entier et depuis la préhistoire, l'énergie a présenté un souci pour la vie de l'être humain. Il s'agit de l'énergie naturelle non fossile telle que le soleil, le vent et la force des animaux. L'apparition de la révolution industrielle a mené à l'utilisation des énergies fossiles comme le charbon en premier temps puis le pétrole et le gaz naturel.

L'amélioration du mode de vie actuel a provoqué une augmentation intensive de la consommation énergétique mondiale

1.3.1. La consommation énergétique dans le monde

Suite à l'apparition des énergies fossiles au vingtième siècle, la consommation énergétique a été multipliée par presque vingt fois. Selon l'EIA, la consommation a augmenté de 42% entre 1990 et 2008 et attend que celle-ci atteindra jusqu'à 53% entre 2008 et 2035.

La consommation énergétique mondiale actuelle est basée sur 88% des énergies fossiles. Le pétrole présente plus de 35%, le charbon avec 29%, le gaz avec 24% et les énergies renouvelable par 7%. Le changement de la politique énergétique vers la maîtrise d'énergie est

essentiellement pour mettre fin au réchauffement climatique et d'éviter l'épuisement des sources d'énergie fossile en limitant l'émission du gaz à effet de serre.

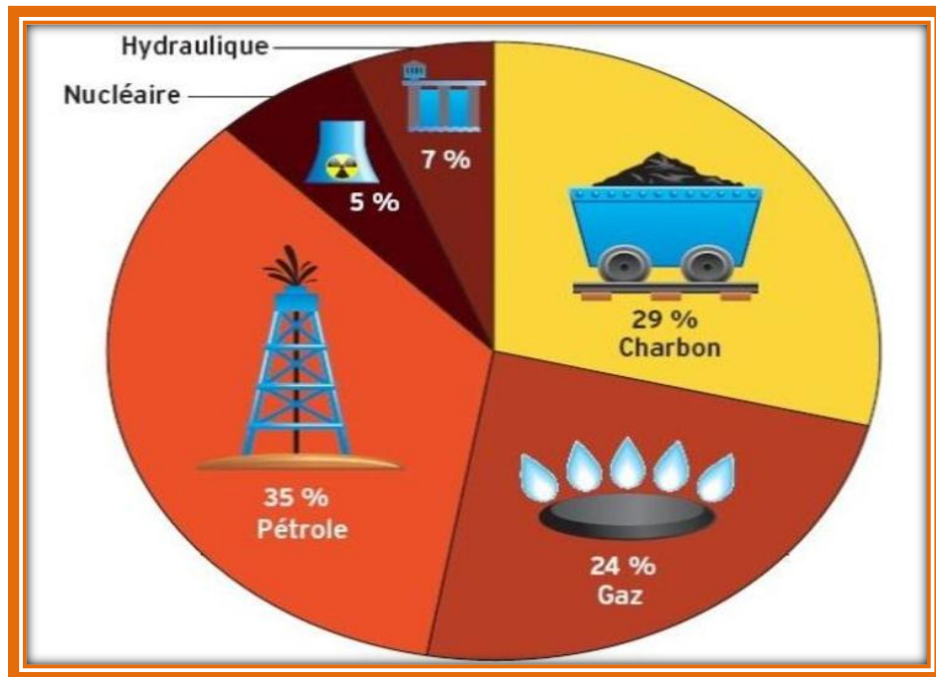


Figure (1.1) : la consommation d'énergie primaire en 2009. Source BP statistical Energy Review

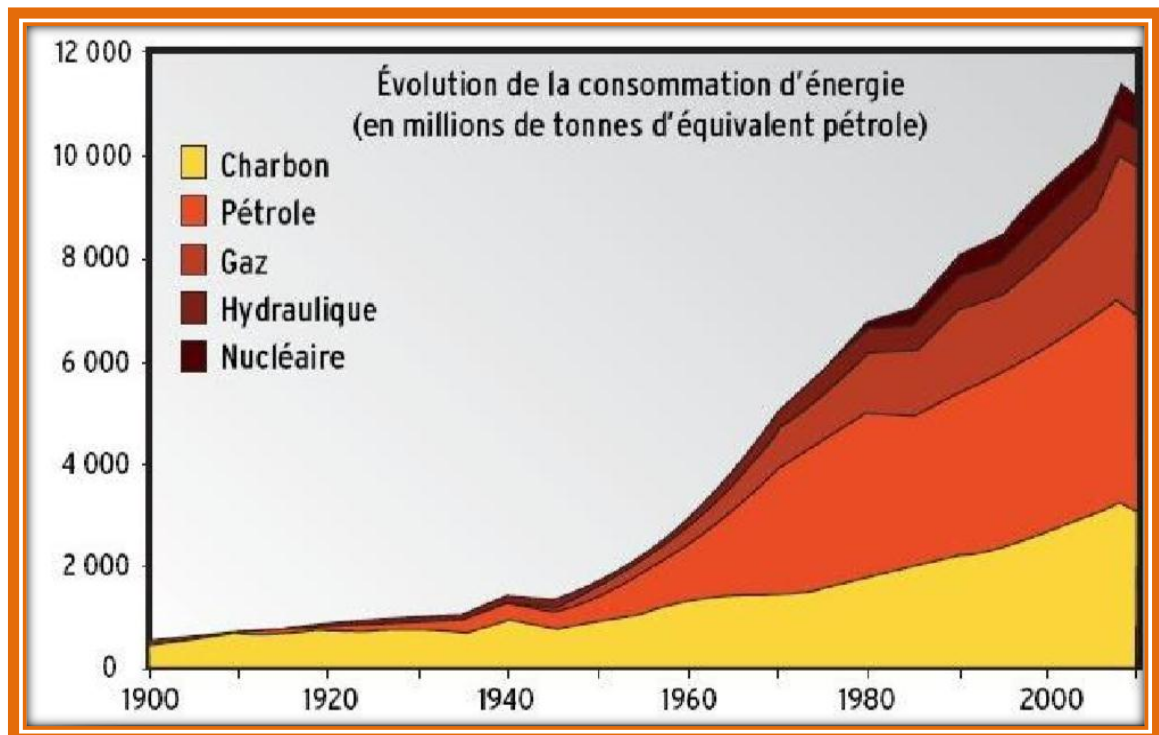


Figure (1.2) : Evolution de la consommation d'énergie au monde (en TEP). source Source BP statistical Energy Review.

1.3.2. La consommation énergétique dans le secteur du bâtiment

Le bâtiment peut être construit pour deux usages distincts : usage tertiaire (tels que commerce, bureaux, enseignement, santé, etc.) et usage résidentiel (bâtiment d'habitation, maison individuelle ou logement collectif). Tardieu C., (2015) explique que les bâtiments résidentiels et tertiaires ainsi que les transports sont responsables de la grande majorité de la consommation en énergie finale des villes : à Londres, par exemple, en 2000, 61% de l'énergie finale a été consommée par le résidentiel et le tertiaire, et 28% par les transports (Steemers, 2003). Maitriser la demande en énergie dans le secteur du bâtiment suppose d'identifier les postes de consommations énergétiques les plus importants. Le chauffage est le premier poste de consommation énergétique des bâtiments résidentiels, il représente en France 61,3% de la consommation totale en énergie finale (ADEME, 2013). Les usages spécifiques de l'électricité constituent le deuxième poste de consommation (19,5%) devant la production d'eau chaude sanitaire (12,1%) et la cuisson (7%). Dans les bâtiments tertiaires, le chauffage est également le premier poste de consommation énergétique, représentant en France en moyenne 57,8% de la consommation totale (ADEME, 2013).

A l'échelle mondiale, la consommation énergétique de la construction (la consommation énergétique des bâtiments) représente jusqu'à 40 % de toute l'énergie consommée et contribue jusqu'à 30 % des missions annuelles mondiales de gaz à effet de serre. Étant donné la croissance massive de la construction neuve dans les économies en transition et l'inefficacité du parc immobilier existant dans le monde, si rien n'est fait, les émissions de gaz à effet de serre des bâtiments vont plus que doubler au cours des 20 prochaines années (Wikipedia). Aussi, le secteur du bâtiment et de la construction se positionne comme un acteur clé pour relever le défi de la transition énergétique. De nombreuses études et retours d'expériences ont montré que la diminution des consommations énergétiques des bâtiments passe par la conception de bâtiments plus performants du point de vue énergétique.

1.4. Le label HPE et les bâtiments performants

1.4.1. La réglementation française

On se penche plus particulièrement sur la réglementation française car la réglementation algérienne dans le domaine de la construction et le label algérien HPE s'en inspirent largement.

➤ La réglementation thermique 2005 (RT 2005) :

Il s'agit d'une réglementation qui renforce les exigences de performance énergétique des constructions neuves par rapport à la RT 2000 par 15%.

Les objectifs de la RT 2005 sont :

- Donner plus d'importance à la construction bioclimatique pour améliorer le confort d'hiver et d'été sans recours aux énergies fossiles.
- L'amélioration des enveloppes thermiques par un renforcement d'isolation sur les parois opaques et celles vitrées.
- Encourager le recours aux énergies renouvelables par rapport à celles fossiles.

Minimiser le recours à la climatisation mécanique pour la remplacer par des procédés passifs. Économiser l'énergie utilisée pour l'éclairage artificielle.

➤ La réglementation thermique 2012 (RT 2012) :

Cette réglementation concerne les bâtiments de type tertiaire et résidentiel en intervenant sur les postes de la climatisation, le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire, l'éclairage et différents équipements auxiliaires telles que la ventilation ou les pompes. (www.toutfaire.com 2012). L'objectif majeur est de limiter encore les consommations énergétiques par rapport à la RT 2005. La RT 2012 précise sur l'utilisation des énergies renouvelables, le traitement des ponts thermiques et de la perméabilité à l'air pour réussir à atteindre le niveau des 50 kWh/m²/an. (www.toutfaire.com 2012).

1.4.2. Le label français de haute performance énergétique (HPE):

Ce label est défini par l'arrêté du 3 mai 2007. Son objectif est de compléter la RT 2005 avec plus d'exigence. Il est en relation direct avec le HQE Il contient cinq niveaux selon la performance énergétique.

➤ **HPE 2005 :**

C'est la haute performance énergétique. Sa consommation énergétique est inférieure de 10% par rapport la consommation de référence définit par la RT 2005.

➤ **THPE 2005 :**

Elle signifie la très haute performance énergétique. Sa consommation énergétique est inférieure de 20% par rapport la consommation de référence définit par la RT 2005.

➤ **HPE enr2005 :**

Elle signifie la haute performance énergétique avec énergie renouvelable. Sa consommation énergétique est inférieure de 10% par rapport la consommation de référence définit par la RT 2005. Avec l'exigence que 50% de l'énergie destiné au chauffage soit d'un des énergies renouvelables, le photovoltaïque, l'éolienne, la biomasse...etc.

➤ **THPE enr2005 :**

Elle signifie la très haute performance énergétique avec l'intégration de l'énergie renouvelable. Sa consommation énergétique est inférieur de 30% par rapport la consommation de référence définit par la RT 2005 avec l'installation des équipements fonctionnant aux énergies renouvelables (capteurs solaires thermiques, capteurs photovoltaïques, éoliennes ou pompes a chaleur très performantes). (www.toutfaire.com 2012).

➤ **BBC 2005 :**

Il s'agit d'un bâtiment à basse consommation. Ce label est attribué par Effinergie à des bâtiments ou la consommation énergétique primaire est de 80% moins que la RT 2005. Ces bâtiments BBC sont caractérisés par des matériaux de construction et des équipements économes en énergie. La consommation d'un bâtiment BBC neuf y compris le chauffage, le

refroidissement, la ventilation, les auxiliaires, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage est de 50kw/m²/an.

1.4.3. Les bâtiments performants et très performants

Un bâtiment performant est un bâtiment à basse consommation d'énergie (BBC) lorsque la consommation d'énergie primaire ne dépasse pas les 50 Kwh/m²/an pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, la ventilation, l'éclairage et le refroidissement. (Semahi, S. 2013). Selon l'association Effinergie, ce type des bâtiments est obtenu par l'amélioration de l'isolation, la réduction des ponts thermiques et l'augmentation des apports passifs (Thiers, S. 2008).

Encore plus performant, le bâtiment très performant est un bâtiment passif avec très faible consommation énergétique sans chauffage ou refroidissement par des systèmes actifs. Ce concept du bâtiment passif était développé par le Pr Adamson de l'université de Lund (Suède) et le Dr Wolfgang Feist de l'institut du logement et de l'environnement IWU de Darmstadt (Allemagne). (Tringali, L. 2010).

Pour ce type des bâtiments, les apports solaires passifs et ceux internes avec une ventilation adéquate permet d'avoir un climat intérieur confortable en été comme en hiver. (Laustens, J. 2008 cité par Semahi, S. 2013).

On peut également citer d'autres types de bâtiments à efficacité énergétique tel que le bâtiment « zéro énergie » qui produit l'énergie pour sa consommation ou le bâtiment à « énergie positive » dont la consommation énergétique est inférieure à sa production.

1.5. Conclusion du chapitre -1-

Ce chapitre explicite la consommation mondiale d'énergie et montre que cette consommation augmente de jour en jour. Le milieu urbain et le secteur du bâtiment en particulier sont en première ligne de la consommation énergétique mondiale. Il est désormais admis qu'il est impératif de remédier à l'inefficacité du parc immobilier existant, grand consommateur de ressources et construit sans prendre en compte les conditions climatiques locales C'est pourquoi, de nombreux règlements et labels ont été élaborés à l'échelle internationale pour concevoir et réalisés des bâtiments moins énergivores et plus soucieux de l'environnement.. Ce chapitre s'est attaché plus particulièrement à la réglementation française car elle inspire

pour une bonne part les lois et la réglementation algérienne en matière d'urbanisme et de construction.

Le prochain chapitre propose justement de porter un regard sur la politique énergétique en Algérie et sur le programme ECO-BAT, destiné à la réalisation de logements à haute performance énergétique -HPE-.

Chapitre -2-

La politique énergétique et le programme ECO-BAT en Algérie

2.1. Introduction

Les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique ont été réaffirmées en tant que priorité du gouvernement algérien à la faveur de l'adoption d'un programme ambitieux à l'horizon 2030. Ce sont là les deux fondamentaux de la transition énergétique. Celle-ci ne signifie pas nécessairement qu'il y a lieu de privilégier une énergie au détriment d'une autre mais aller plutôt vers un mix énergétique qui tienne compte à la fois des ressources énergétiques les plus disponibles, les plus abordables et les plus respectueuses de l'environnement sachant qu'aujourd'hui aucune forme d'énergie ne constitue la panacée.

La construction rapide des logements à travers tout le territoire national, sans prendre en considération les spécificités climatiques de chaque région, a provoqué la création d'un secteur énergivore avec plus de 39% de la consommation énergétique par rapport aux autres secteurs d'activités en Algérie. (Rapport APRUE 2009).

L'augmentation rapide de cette consommation dans le secteur résidentiel et tertiaire, la rareté future attendue des ressources fossiles et le souci donné au développement durable en Algérie ont poussé les décideurs à considérer l'axe de maîtrise de l'énergie comme une priorité.

L'assurance de la performance énergétique est un des objectifs de la réglementation algérienne pour rattraper le retard marqué dans ce domaine. Des programmes nationaux sont en cours de réalisation pour appliquer les procédures de la maîtrise d'énergie.

Ce chapitre propose de faire un tour d'horizon non exhaustif des principales lois et règlements relatifs à la maîtrise énergétique, puis la consommation énergétique en Algérie sera explicitée ainsi que les objectifs de la transition énergétique et l'état de production des logements avant de passer à la présentation de l'APRUE et à la définition du programme ECO-BAT.

2.2. L'arsenal législatif

De manière non exhaustive, les lois¹ relatives à la maîtrise d'énergie sont :

a) La loi 09 - 99 du 28 juillet 1999

Elle est considérée comme une loi cadre relative à la maîtrise d'énergie, son rôle est d'assurer un des objectifs fondamentaux de la politique énergétique en Algérie. Par la gestion rationnelle de la demande d'énergie, elle fixe des nombreux aspects liés à la maîtrise d'énergie dans le domaine de la construction.

b) Le décret exécutif n° 2000-90 du 24 Avril 2000

Il porte la réglementation thermique dans les bâtiments neufs à usage d'habitation.

c) La loi 04 – 09 du 14 Août 2004

Elle est relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable.

d) Le décret exécutif 04- 149 du 19 Mai 2004

Il fixe les modalités d'élaboration du programme national de la maîtrise d'énergie.

e) Décret exécutif n° 05-16 du 11 janvier 2005

Il fixe les règles spécifiques d'efficacité énergétique applicables aux appareils fonctionnant à l'électricité, au gaz et aux produits pétroliers.

f) Arrêté interministériel du 29 Novembre 2008

Il définit la classification d'efficacité énergétique des appareils à usage domestique soumis aux règles spécifiques d'efficacité énergétique pour ceux qui fonctionnent à l'énergie électrique.

A partir de cette réglementation, le CNERIB a enrichi ce domaine par des documents techniques réglementaires –DTR-. Ces DTR sont initiés par le ministère de l'habitat et mis en œuvre par le CNERIB.

¹ Les textes de lois sont disponibles sur le site www.joradp.dz

Ils sont destinés aux bâtiments à usage d'habitation, spécifiquement à la nature d'enveloppe des constructions.

g) Le DTR. C 3 - 2

Il s'agit des règles du calcul des déperditions calorifiques pour les bâtiments à usage d'habitation. Le but de ce DTR est de limiter la consommation énergétique pour le chauffage d'hiver par le calcul des déperditions thermiques.

h) Le DTR. C 3 – 4

Il s'agit d'un document qui prend en charge le calcul des apports calorifiques d'été pour les bâtiments à usages d'habitation. Il consiste à limiter l'utilisation de la climatisation pour rafraîchir en période d'été afin d'économiser la consommation énergétique.

i) Le DTR. C 3. 34

Il s'agit d'un document qui prend en charge la ventilation des locaux à usage d'habitation en donnant les principes généraux qu'il faut prendre en considération pour la conception des installations de la ventilation naturelle.

Tous ces réglementations ont pour objectif d'introduire la performance énergétique pour les constructions neuves ou lors de réhabilitation en minimisant les besoins calorifiques par 40% selon l'APRUE. Mais l'application de ces réglementations reste non obligatoire, la preuve est l'absence de toute efficacité énergétique dans les constructions sur le territoire Algérien.

2.3. La consommation énergétique en Algérie

D'après les –Chiffres clés année 2007 – APRUE – Edition 2009 :

- La population algérienne : 34,4 Millions d'habitants en 2007.
- La superficie : 2 393 367 Km².
- Le Produit Intérieur Brut National (PIB) : 9389,7 Milliards DA soit 135 Milliards \$.
- Les émissions totales dues à l'énergie finale consommée sont estimées à 46 Millions de Tonnes de CO₂ ; Soit 3 TCO₂ /TEP.
- Le PIB par habitant : 93959 de DA.
- La Consommation moyenne : 0,581 TEP/hab.
- Les émissions dues à l'énergie finale 1,830 TCO₂/hab.
- Les émissions dues à l'énergie primaire 2,222 TCO₂/hab.

2.3.1. La consommation d'énergie par secteurs d'activités et par types d'énergie

- **Par type d'énergie :**

Après l'indépendance, avec la grande vitesse d'urbanisation, la consommation de l'énergie n'a cessé d'augmenter avec l'amélioration des conditions de vie, la qualité des constructions énergivores et la facilité d'utilisation de l'énergie fossile.

La consommation énergétique a atteint selon l'APRUE, 30 million de TEP² avec un taux de croissance de 6.5%/an entre 2000 et 2012. Le secteur résidentiel est considéré comme le secteur où la consommation a le plus rapidement évolué avec 7.4%/an.

85% de la consommation d'énergie finale provient des sources épuisables. Avec le rythme de consommation actuelle de 6% par an, ces réserves vont s'épuiser d'ici 2030.

L'augmentation de la consommation énergétique a provoqué en conséquence une croissance des émissions des gaz à effet de serre.

La consommation nationale d'énergie a atteint 53.3 Mtep en 2013 avec une croissance de (+5.5%) par rapport 2012.

✓ Produits pétroliers

Ce type du produit énergétique est principalement utilisé dans tous les secteurs d'activité par la production de chaleur pour l'industrie, le chauffage pour les ménages, le tertiaire et le transport...etc. La consommation de ce produit représente 30% de la consommation total de l'énergie avec une augmentation de 5.5% en 2013.

✓ Gaz naturel

Son utilisation est principalement pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire et la cuisson. La consommation du gaz naturel a augmenté par un taux de croissance annuel moyen (Tcan) de 8.1%/an de l'année 2000 à 2012. .

✓ Electricité

L'utilisation d'électricité est très importante dans tous les secteurs en Algérie. Sa consommation a connu un taux de croissance annuel moyen de 6.8%/an entre 2000 et 2012. Elle représente 28% de la consommation totale en énergie.

² Une « TEP » ou « tonne d'équivalent pétrole » équivaut à l'énergie calorifique résultant de la combustion d'une tonne de pétrole brut « moyen ». Cette unité de mesure est très fréquemment employée par les statisticiens pour exprimer dans une unité commune des données de production et de consommation relatives à différentes énergies.

La forte urbanisation a provoqué l'augmentation rapide de la consommation d'électricité

- **par secteurs d'activités :**

La consommation énergétique selon les différents secteurs est selon l'APRUE et le ministère de l'énergie :

- ✓ *Le secteur ménages et autre :*

Ce secteur est caractérisé par une forte augmentation de la consommation énergétique de (+9%) pour devenir 16.4 million TEP en 2013. Cela est causé par l'accroissement de la consommation du résidentiel.

- ✓ *Le secteur du transport :*

L'augmentation de la consommation énergétique dans ce secteur est par (+3.7%) pour passer à 8.2 million TEP en 2013.

- ✓ *Secteur industriel :*

L'augmentation de la consommation énergétique dans ce secteur est par (+3.9%) pour être 13.9 million TEP en 2013. Cela est causé par l'évolution du transport routier.

Les figures (2.1) et (2.2) illustrent la répartition de la consommation finale par secteur et par type d'énergie en Algérie en 2009.

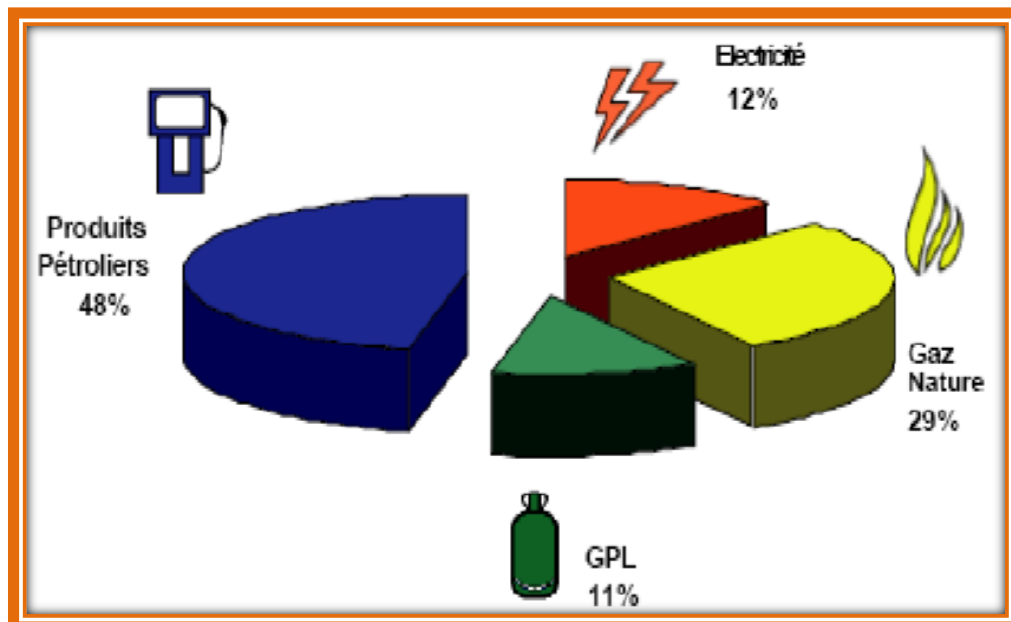


Figure (2.1) : Répartition de la consommation finale par type d'énergie (APRUE- Ed. 2009)

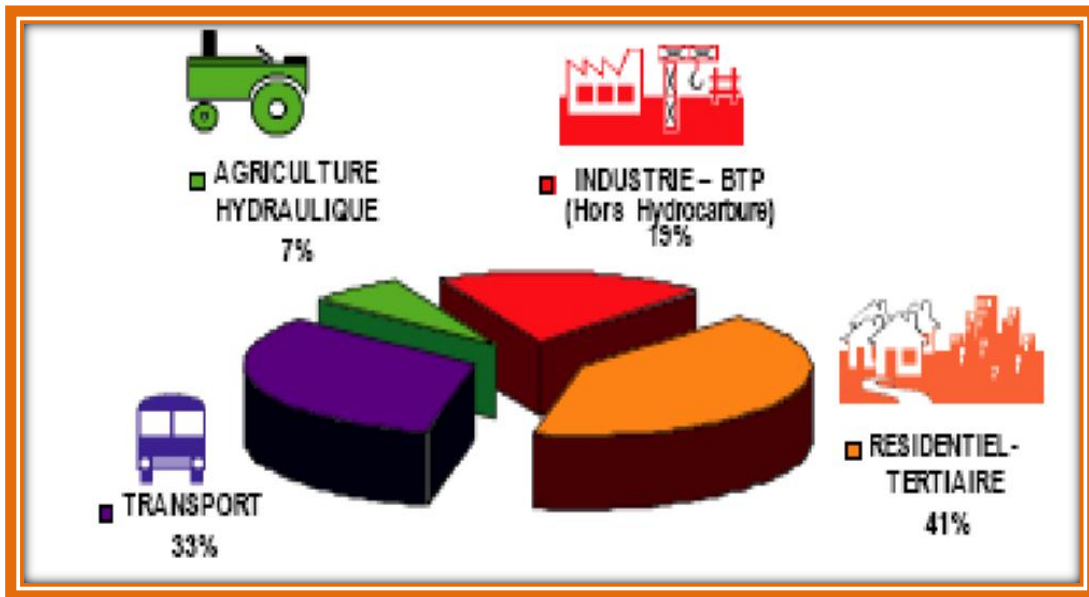


Figure (2.2) : Consommation finale par secteur d'activité (APRUE- Ed. 2009)

La figure (2.3) illustre la répartition de la consommation finale en 2015 et met en évidence la part très importante du secteur résidentiel, qui concurrence quasiment celui des transports.

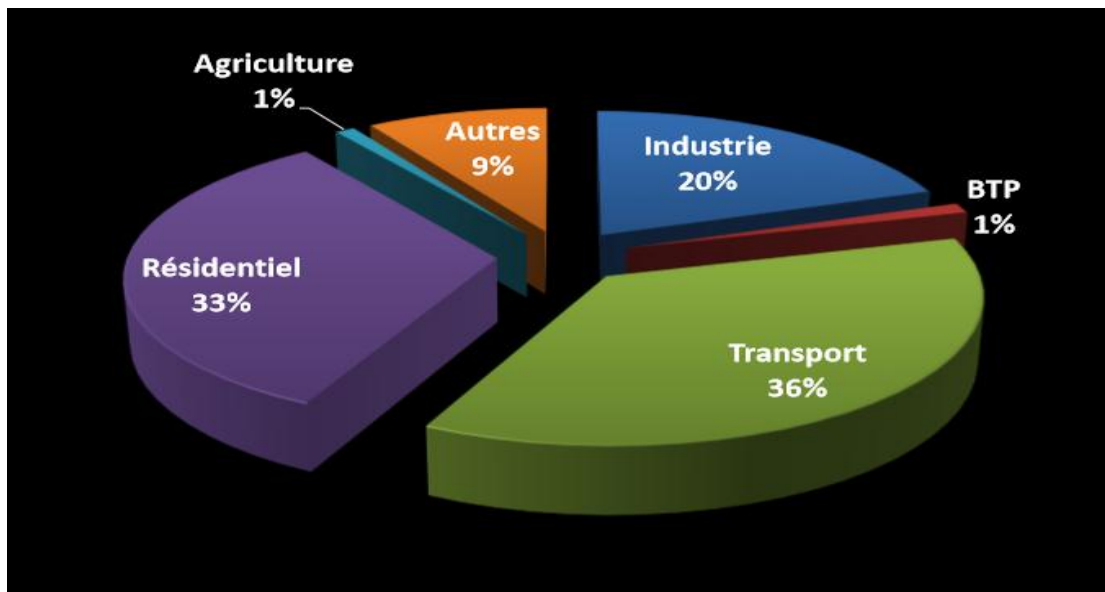


Figure (2.3) : Répartition de la Consommation finale en Algérie 2015

2.3.2 La consommation d'énergie dans le résidentiel

D'après les –Chiffres clés année 2007 – APRUE – Edition 2009 :

La consommation finale du secteur résidentiel a atteint 6,5 millions de TEP :

- Le parc logement est de 6272951 dont 70 % urbains.
- Le taux d'occupation est en moyenne de 6 personnes par logement.
- Taux d'électrification national est de 98%.
- Taux de ménages raccordés au réseau gaz naturel est de 37%.
- La consommation énergétique moyenne annuelle d'un logement est de 1,048 TEP.

L'évolution de la consommation en énergie et les taux de consommation par type d'énergie dans le secteur résidentiel est représentée par les figures ci-dessous :

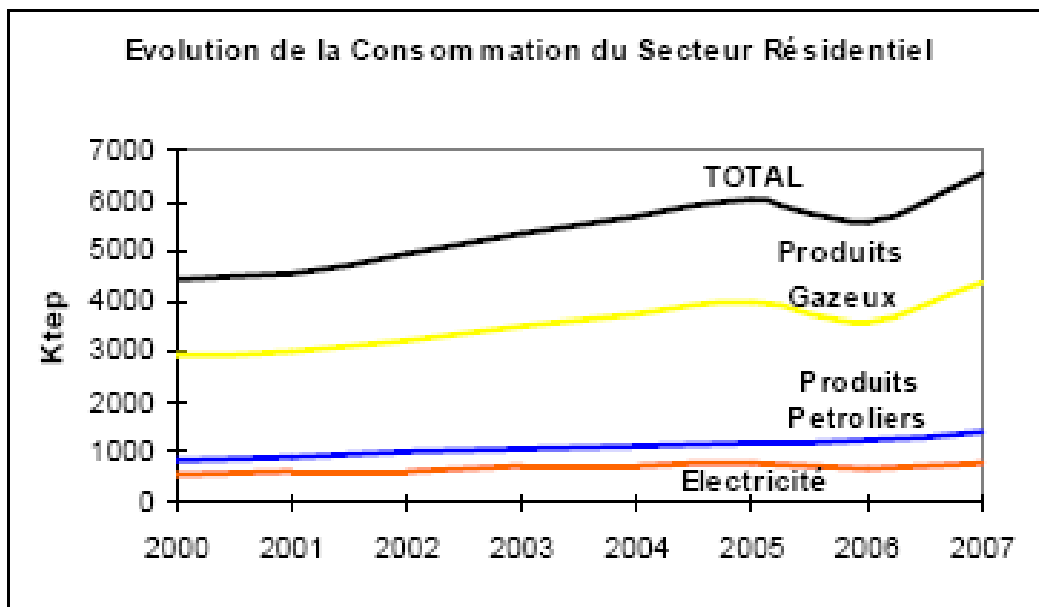


Figure (2.4) : Evolution de la consommation en énergie dans le secteur résidentiel (APRUE-2009)

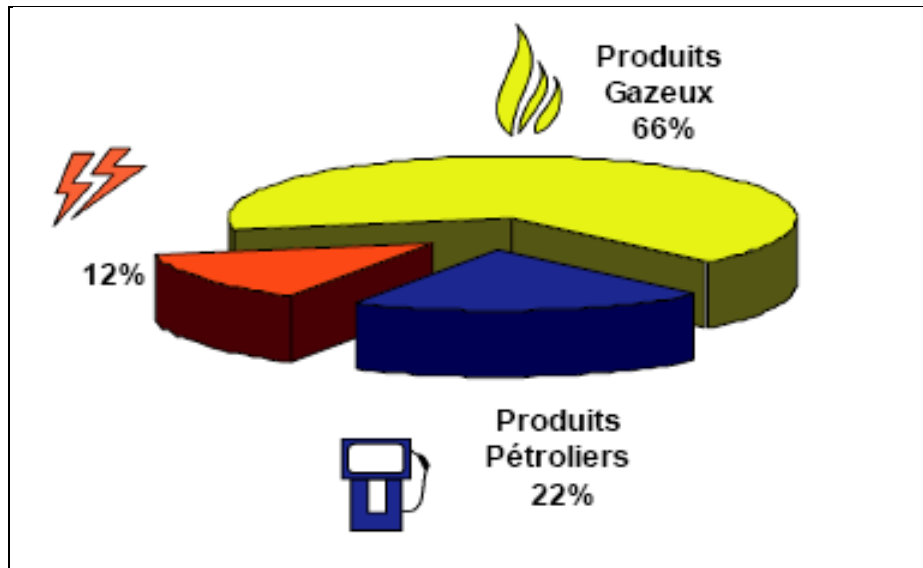


Figure (2.5) : Consommation du secteur résidentiel par type d'énergie (APRUE- Edition 2009)

La consommation électrique dans le secteur résidentiel représente un taux de 33% de la consommation totale d'électricité. Ainsi, le secteur résidentiel représente le premier secteur grand consommateur d'énergie électrique au niveau national.

2.3.3 Objectif de la transition énergétique en Algérie

D'après, l'APRUE, parmi les objectifs de la transition énergétique en Algérie, à l'horizon 2030, il y a :

- Atteindre 27% de la production nationale d'électricité à partir des énergies renouvelables à l'horizon 2030
- Réduire de 9 % la consommation globale d'énergie à l'horizon 2030 à travers :
 - ✓ la généralisation de l'éclairage performant, de l'isolation thermique des bâtiments,
 - ✓ l'introduction de seuils minimums de performance des équipements électroménagers,
 - ✓ Introduction massive du GPL et du gaz naturel dans la consommation des carburants.
- Freiner la croissance de la demande d'énergie et la stabiliser à 3%,
- Réduire substantiellement les émissions de GES de 7 à 22%. (7% avec les moyens nationaux).

Ainsi, le bâtiment et plus particulièrement le bâtiment à usage résidentiel est concerné par plusieurs de ces objectifs de transition énergétiques tels que l'introduction des énergies renouvelables dans la construction (eau chaude sanitaire, panneaux solaires etc...), ou encore la réduction de la consommation d'énergie et la réduction des émissions de gaz à effet de serre GES (à travers l'isolation thermique et la réalisation de bâtiments performants, etc...) par exemples. Cependant, à l'heure actuelle, l'immense majorité de la production de logements en Algérie est réalisée sans se préoccuper de l'efficacité énergétique ou du confort thermique des habitants.

2.4 La production des logements en Algérie

En Algérie, les habitats traditionnels ruraux et urbains, caractérisés par leur grande efficacité énergétique, ont peu à peu été substitués par des bâtiments construits dans l'urgence et de manière standard, pour répondre aux besoins sans cesse insatisfaits de la population, en forte croissance. La performance énergétique de ces logements s'est avérée très mauvaise, puisque les professionnels ont construit en ignorant les conditions climatiques et le niveau de performance thermique requis. La progression du rythme de construction pose la question de la qualité des techniques et des matériaux de construction eu égard aux réglementations existantes en matière d'efficacité énergétiques qui demeurent inappliquées vu l'absence de contrôle dans ce domaine.

Depuis le début des années 2000, sur les milliers de logements construits³, seul un programme de 600 logements a été prévu qui prend en compte la dimension d'efficacité énergétique, alors que tout le reste ne prend pas en considération cet enjeu environnemental pourtant l'un des objectifs majeurs de l'APRUE, qui a été créée depuis 1999.

2.5 L'APRUE et le programme ECO-BAT

2.5.1 L'APRUE

L'Agence national pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (APRUE) est un établissement public à caractère industriel et commercial. Il a été créé par décret présidentiel en 1985, sous la tutelle du ministère de l'énergie et des mines. Son objectif principal est la mise en œuvre de la politique nationale de la maîtrise de l'énergie.

³ D'après le Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Ville – MHUV- (site internet www.mhuv.dz), entre 2000 et 2015, le nombre des logements réalisés a atteint 2,9 millions d'unités, toutes formules confondues, dont 60% en milieu urbain et 40% en milieu rural

(www.aprue.org.dz). Par la loi n° 99-09 du 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie, les rôles de l'agence sont : (www.aprue.org.dz)

- ✓ L'organisation et l'application de la politique nationale de la maîtrise de l'énergie.
- ✓ La mise en œuvre et le suivi du PNME –Programme National de Maitrise de l'Energie.
- ✓ La sensibilisation pour l'importance de l'énergie.
- ✓ La programmation des projets sectoriels dans le domaine de la maîtrise de l'énergie en collaboration avec les secteurs concernés.

Cette agence est chargée de la mise en œuvre du programme ECO-BAT.

2.5.2 Le programme ECO-BAT

Ce programme a été lancé par l'APRUE et 11 OPGI afin de réaliser 600 logements de haute performance énergétique à travers le territoire national,. Il entre dans le cadre du programme national pour la maîtrise de l'énergie, 'PNME', 2007-2011, et consiste à optimiser le confort thermique dans ces logements tout en réduisant la consommation énergétique liée au chauffage et de climatisation par environ 40%. La localisation de ces logements est selon les zones climatiques dans 11 wilayas. (www.aprue.org.dz).

Il s'agit d'apporter un soutien technique aux maîtres d'ouvrage d'un côté et un aide financier par le Fonds National pour la Maîtrise de l'Energie par 80% des surcoûts liés aux travaux d'installation des équipements de haute performance énergétique. (FNME).

L'objectif de cette opération est de sensibiliser les acteurs du secteur du bâtiment à l'importance de la problématique d'efficacité énergétique.

<i>Zone climatique</i>	<i>région</i>	<i>Logement HPE</i>
<i>Zone littorale</i>	<i>Alger</i>	50
	<i>Skikda</i>	50
	<i>Blida</i>	80
	<i>Mostaganem</i>	82
	<i>Oran</i>	80
<i>Zone haut plateaux</i>	<i>Sétif</i>	54
<i>Zone nord-sud</i>	<i>Laghouat</i>	32
	<i>Djelfa</i>	80
<i>Zone grand-sud</i>	<i>Bechar</i>	30
	<i>Elouad</i>	36
	<i>Tamanrasset</i>	30

Tableau (2.1) : la répartition du programme Logements HPE. Source : (www.aprue.org.dz).

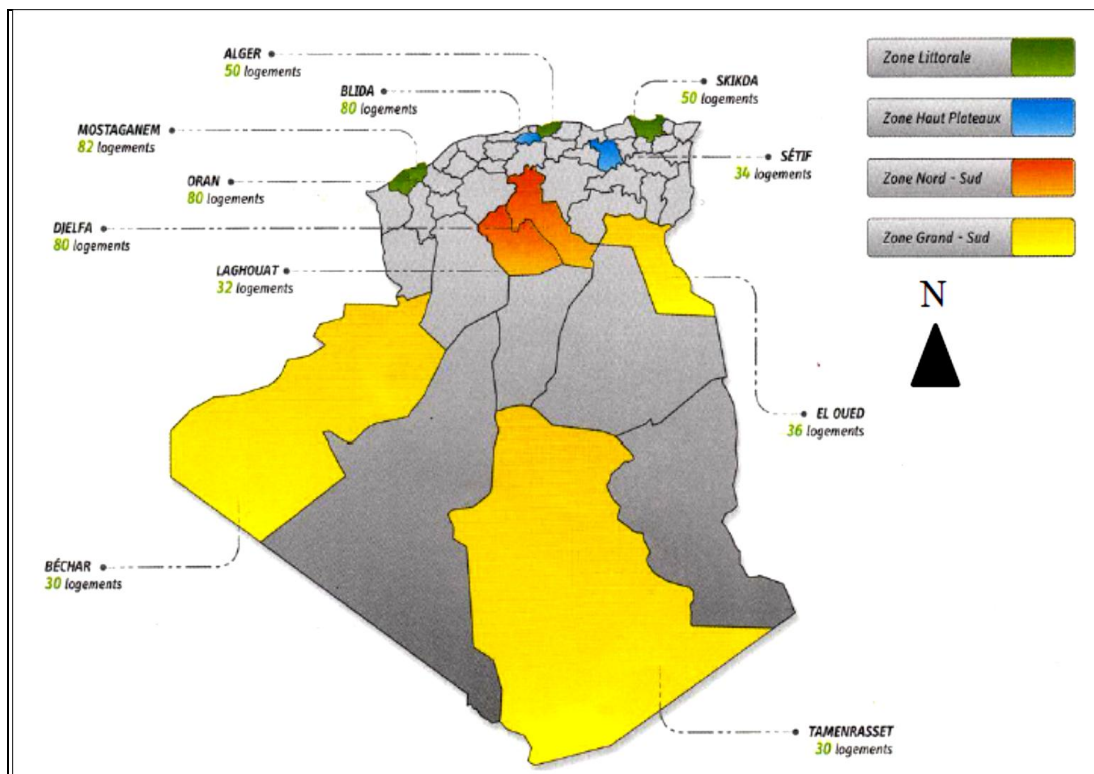


Figure (2.6) : la répartition du programme Logements HPE. Source : (www.aprue.org.dz).

2.5.2.1 Le contexte

Le secteur résidentiel est à l'origine de 35% 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.

2.5.2.2 Les objectifs

Le programme ECO-BAT vise les objectifs suivants :

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

2.5.2.3 La consistance du programme

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

La mise en œuvre du programme ECO-BAT sera soutenue par des mesures incitatives sous forme d'expertise et d'un apport financier du Fond National pour la Maîtrise de l'Energie (FNME). Elle devait être également accompagnée d'une bonne médiation ainsi que du lancement de cycles de formation à destination des bureaux d'études et des maîtres d'ouvrage. Enfin, des journées techniques regroupant l'ensemble des acteurs du secteur du bâtiment devaient être également organisées.

2.5.2.4 Le processus du programme ECO-BAT

Le programme Eco-bât est un ensemble organisé d'activités qui utilisent des ressources (personnel, équipement, matériels et machines, matière première et informations) pour réaliser les objectifs fixés. C'est un processus composé de trois actions :

- La réalisation du programme
- Les liens entre les composants du programme.
- Le maintien de ce programme.

Dés lors, la réussite du programme et sa pérennité exigent des liens efficaces entre ses composants, qui requièrent à leur tour des ressources nécessaires pour faire face à l'environnement. Le processus a besoin d'informations pertinentes afin que chacun des composants puisse se situer par rapport à l'ensemble et vérifier ses propres résultats. La figure (2.7) montre les étapes du processus et les flux d'information et de communication qui relient les composants.

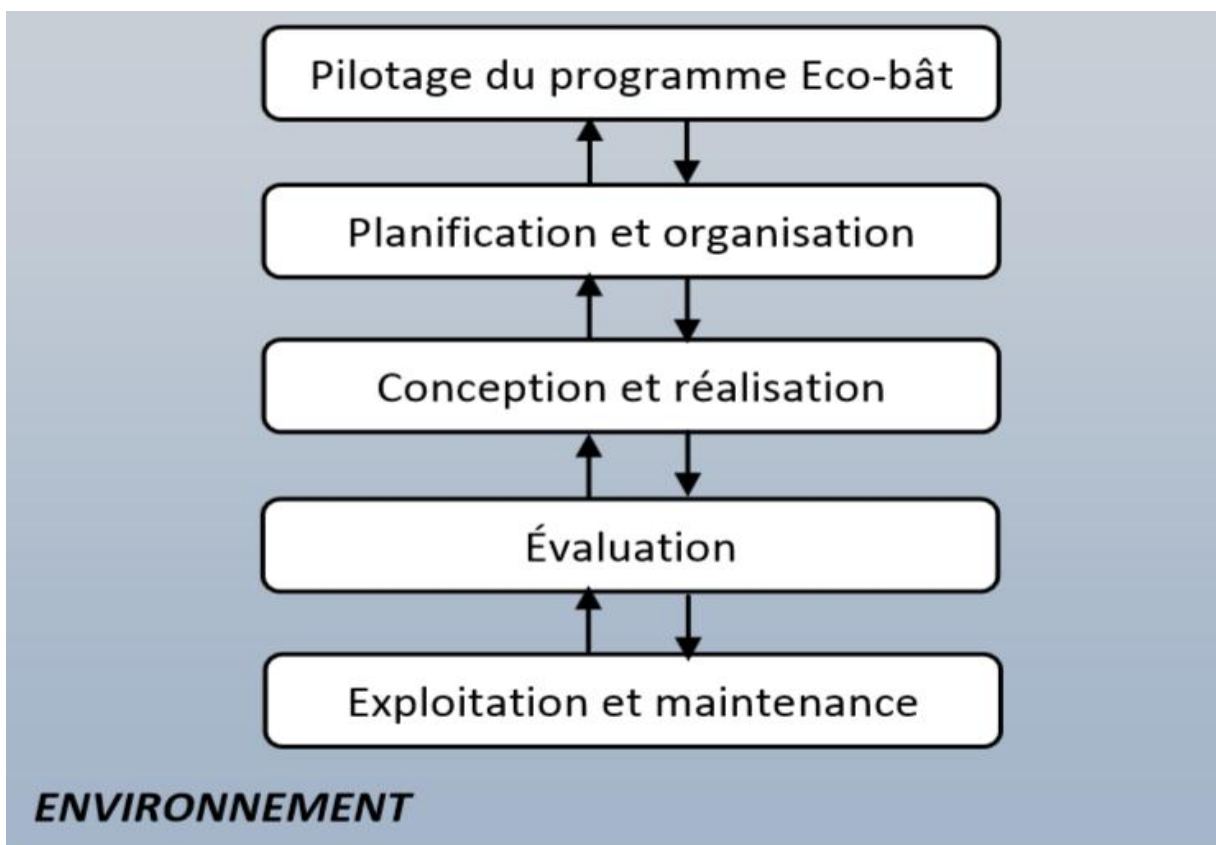


Figure (2.7) : Le processus du programme ECO-BAT Source : Bouamama W., 2013

2.6 Conclusion du chapitre -2-

Les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique ont été réaffirmées en tant que priorité du gouvernement algérien à la faveur de l'adoption d'un programme ambitieux à l'horizon 2030. Ce sont là les deux fondamentaux de la transition énergétique. Par le biais de la réglementation, il existe une volonté politique pour améliorer la situation énergétique du cadre bâti en Algérie ; puisque plusieurs lois, décrets et règlements ont été élaborés dans ce sens. Cependant, l'existant ne reflète pas cette volonté avec un secteur très énergivore, en particulier celui du logement avec près de trois millions d'unités construites sans prise en compte des facteurs énergétiques ou environnementaux. Les acteurs du bâtiment sont loin des considérations thermiques lors du processus de réalisation d'un bâtiment tertiaire ou résidentiel. Pourtant une vision rapide sur la consommation énergétique mondiale ou en Algérie montre que le confort thermique aujourd'hui est contraint par la consommation énergétique.

La création de l'APRUE en 1999 et la mise en œuvre du programme ECO-BAT, malgré la modestie du nombre de logements HPE engagé (600 logements sur près de trois millions), à partir de 2007, montre tout de même une certaine volonté politique et peuvent être considérés comme un début pour amorcer un processus de changement et une prise en compte de la transition énergétique dans l'aménagement et la construction afin de réduire la facture énergétique, minimiser les émissions des gaz à effet de serre (GES) et protéger les sources naturelles tout en assurant le confort thermique à l'intérieur du bâtiment, pour améliorer les conditions du bien être des habitants sans augmenter la facture énergétique.

Le prochain chapitre propose de comprendre un peu mieux comment ces logements ont été mis en œuvre sur le terrain à travers le cas des 80 logements HPE réalisés à Djelfa entre 2011 et 2015.

Chapitre -3-

Le cas d'étude : 80 logements HPE à Djelfa

3.1 Introduction

Afin de compléter la présentation de l'expérience algérienne dans le domaine de haute performance énergétique, ce chapitre propose d'aller plus dans le détail à travers l'analyse du cas d'étude.

Nous commencerons par présenter la région de Djelfa, avec sa situation géographique et climatique, éléments essentiels à prendre en compte dans tout projet urbain et plus particulièrement dans un projet de haute performance énergétique ; puis nous donnerons un aperçu sur la démographie, le contexte urbain et le parc immobilier de la ville.

Enfin, le projet du cas d'étude (80 logements HPE) sera présenté à travers les données graphiques, les caractéristiques constructives et les solutions techniques adoptées par le concepteur afin d'améliorer l'efficacité énergétique du projet.

3.2 Présentation de la ville de Djelfa

La ville de Djelfa est une ville-carrefour, située dans les hauts-plateaux, au cœur de la steppe algérienne, avec des conditions climatiques et environnementales spécifique. Elle est souvent citée comme la porte du désert, puisqu'elle est située à proximité du désert notamment la partie sud de la wilaya. Cette dernière fait face à un phénomène de désertification très inquiétant qui menace plusieurs wilayas du pays.

3.2.1. La situation géographique

Le synclinal de Djelfa occupe la partie centrale de l'Atlas Saharien précisément, aux monts de Ouleds Nail au Nord de la Wilaya de Djelfa, il est situé à 300 Km au sud de la capitale Alger, à 110 Km au Nord de la wilaya de Laghouat et à 110 Km au Sud-Ouest de Boussaada (Wilaya de M'sila), Il s'étend sur 80 Km de long et 25 Km de large en maximum, entouré par les massifs des Djebels: Senalba , Dj.Djellal Gharbi et Dj.Djellal Chargui figure (3.1).Il est limité par les coordonnées géographiques suivantes :

-latitude : 34°22'-34°-50' Nord

-Longitude : 2°45'-3°40' Est

Le synclinal appartient principalement au grand bassin des Zahrez codé 17, plus exactement, dans la partie amont du sous bassin versant de l'Oued Djelfa-Melah codé 17-02 et dans une partie du sous bassin versant Daiet Mefiteg codé 17-04. (Fig. 3.2)

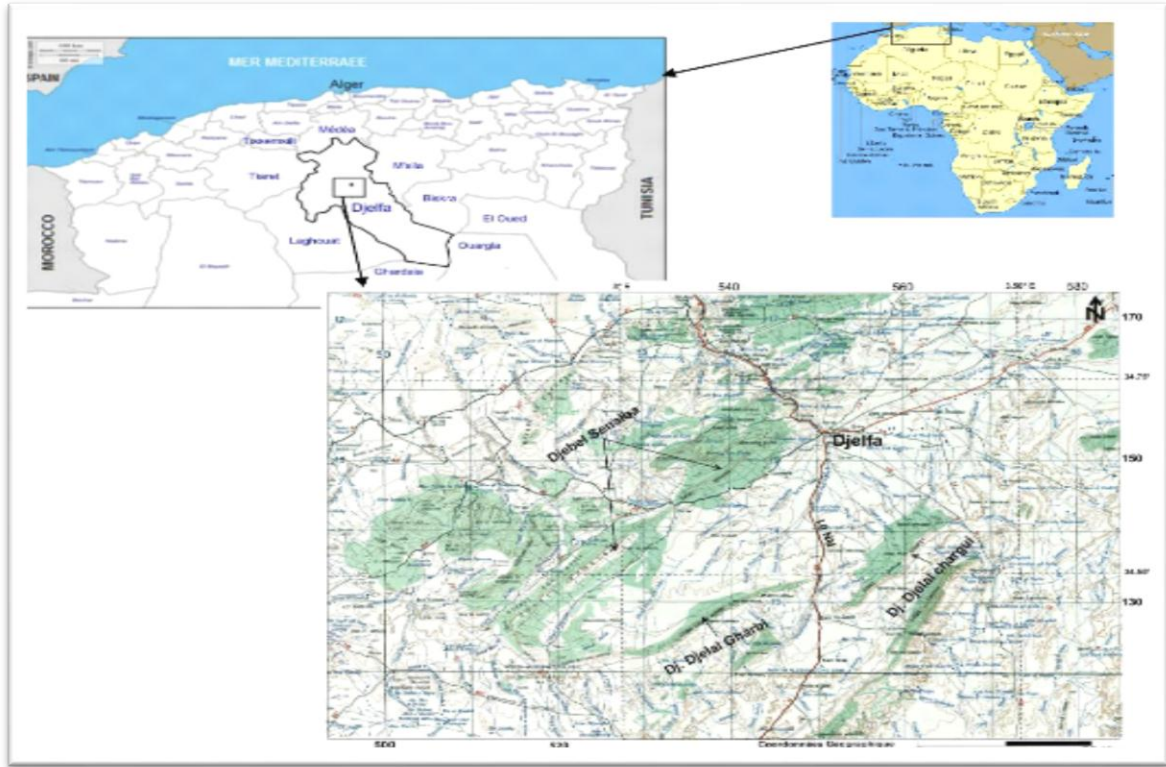


Figure (3.1) : Situation géographique de la région d'étude source : (Wikipedia).

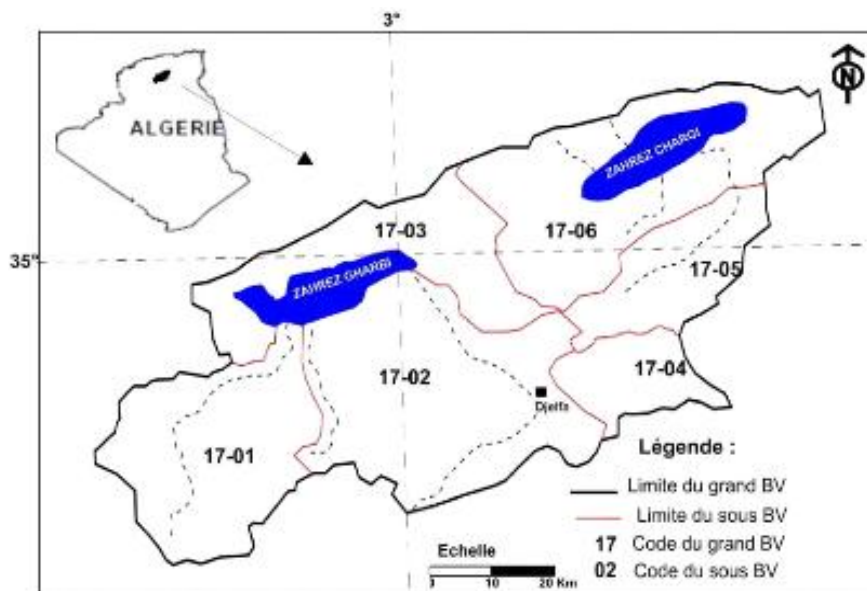


Figure (3.2) : Situation du bassin versant de l'oued Djelfa-Melah et Daiet Mefiteg Dans le grand bassin des Zahrez source : (Wikipedia).

3.2.2. La situation administrative et démographique

La ville de Djelfa est le chef-lieu de la wilaya du même nom, érigée en 1974. Elle se situe au centre de la wilaya, l'une des plus vastes de la partie nord du pays (figure 3.3).

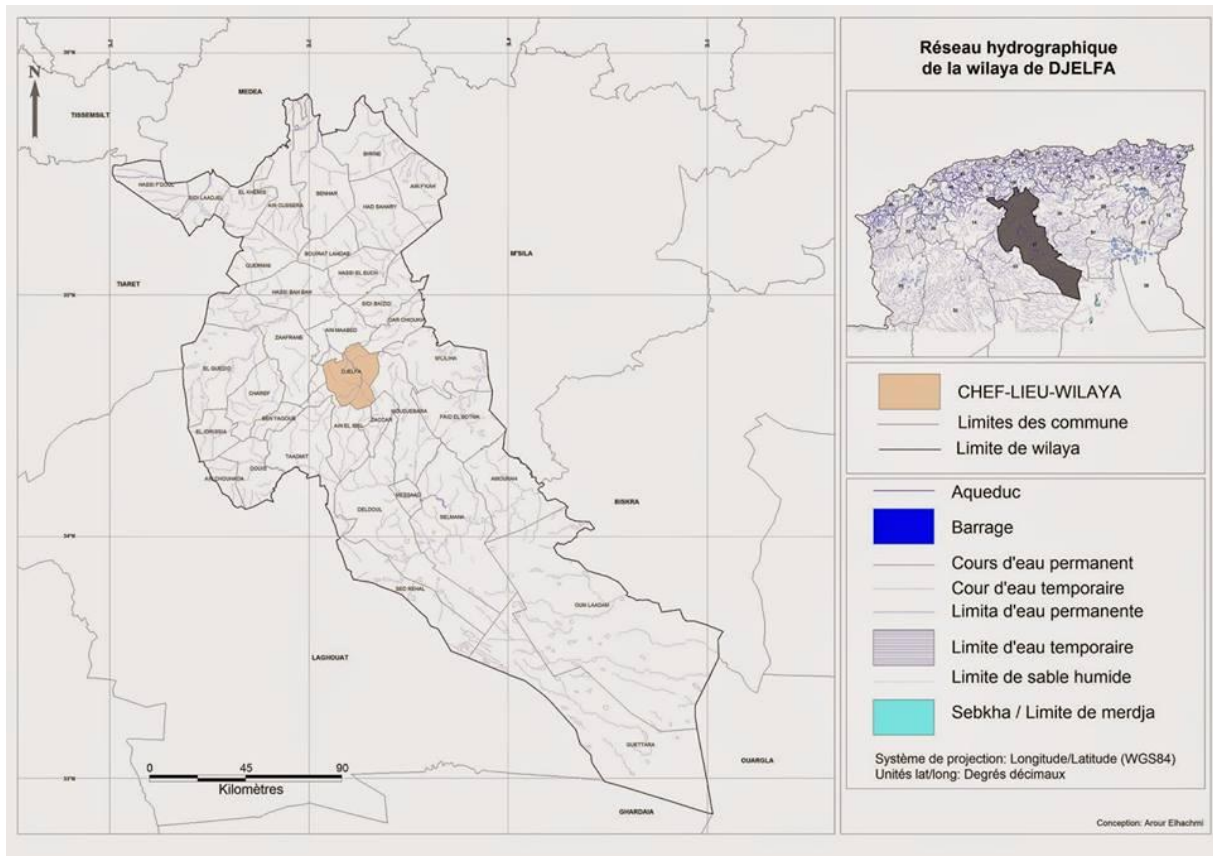


Figure (3.3) : Carte de la localisation de la ville de Djelfa par rapport à la wilaya
source : (Wikipedia).

C'est l'une des wilayas de l'intérieur les plus peuplées puisque sa population ne cessa d'augmenter pour atteindre un million d'habitants, alors que la population nationale totale est de 34 millions (RGPH 2008). Elle se compose de 36 communes, dont Djelfa est le Chef-lieu, avec une superficie de 542.17 km² et qui comptait près de 300 000 au dernier recensement de 2008, avec un taux d'accroissement de 5.9, qui est l'un des plus élevés du pays.

3.2.3. La situation climatique

Le climat est l'un des principaux éléments de l'environnement naturel, on doit donc l'étudier d'une manière très précise pour une intégration meilleure à tout projet d'urbanisme ou de construction.

La région de Djelfa se caractérise par un climat semi aride :

- ✓ Humide et très froid en hiver
- ✓ Chaux et sec en été

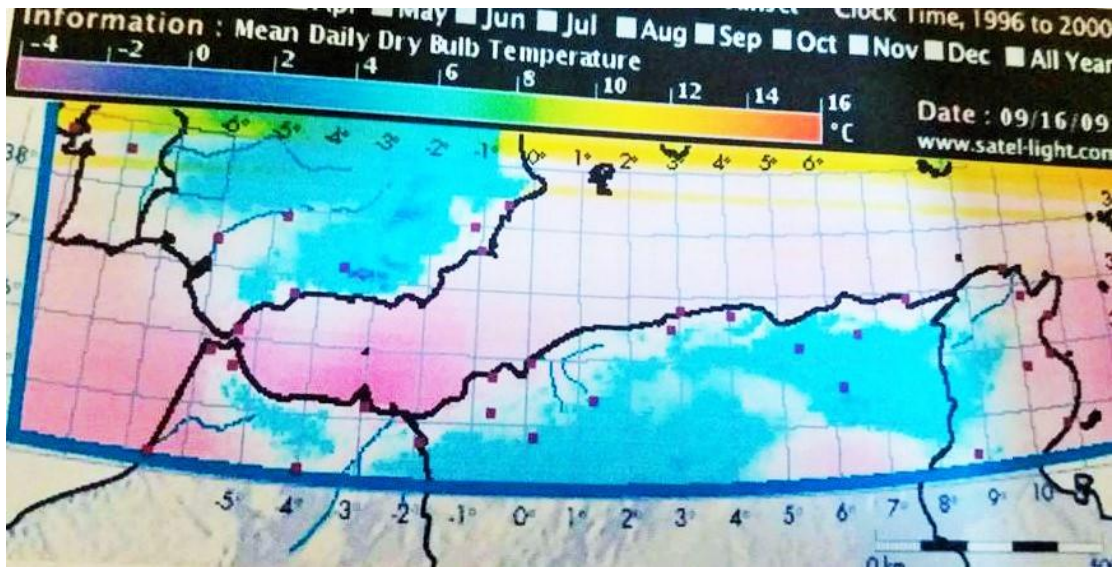


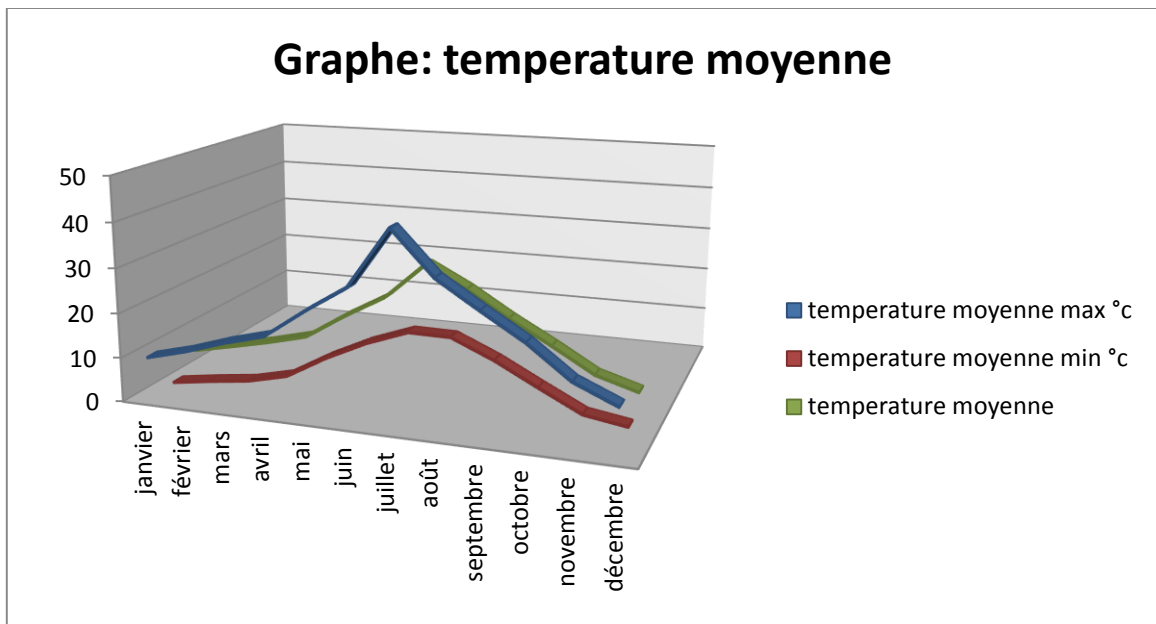
Figure (3.4) : une image satellitaire démontre la rigueur de la région de Djelfa par rapport au territoire national pendant le période du janvier source : BET Bennaoum A.

➤ Température

C'est un élément climatique important pour l'équilibre environnemental, elle est essentielle pour le développement et la répartition des êtres vivants, son augmentation ou sa diminution jouent un rôle primordial pour l'écologie. La région de Djelfa est caractérisée par un été chaud où les températures varient entre 33°C et 43°C. (Tableau 3.1 et graphe ci-dessous)

Mois	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Octo	Nov	dec
Température moyenne max °c	9,72	12,07	14,99	17,40	23,8	29,59	42,71	33,29	27,5	21,9	14,95	10,9
Température moyenne min °c	0,65	1,99	3,15	5,32	10,49	14,84	18,21	18,09	14,08	9,25	4,57	3,1
Température moyenne	5,18	7,08	9,07	11,36	17,1	22,21	30,46	25,79	20,19	15,13	9,76	7

Tableau (3.1) : température moyenne Max et Min région de Djelfa



On remarque d'après le graphe ci-dessus que les températures moyennes pour le mois de janvier sont de 5°c18 et pour le mois de juillet, on enregistre la valeur moyenne 30°c46

- ✓ La valeur maximale de la température enregistrée dans la région de Djelfa est de 42°c71
- ✓ La valeur minimale de la température enregistrée dans la région de Djelfa est de 0°c 65

➤ **L'humidité**

Elle est essentielle pour l'interprétation de la température. On enregistre la valeur 77,09 % durant le mois de janvier contre 36,82 % durant l'été.

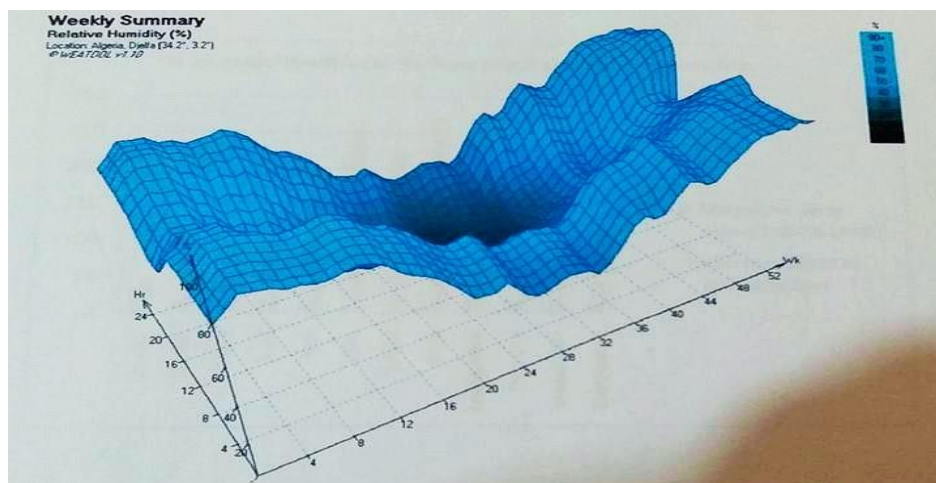


Figure (3.5) : l'humidité moyenne par semaine de la région de Djelfa

➤ **L'évaporation et la transpiration**

Elles enregistrent la valeur 272,27 mm durant la période d'Aout et ont une relation avec la quantité de l'eau.

<i>Mois</i>	<i>Jan</i>	<i>Fev</i>	<i>Mars</i>	<i>Avr</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juil</i>	<i>Aout</i>	<i>Sept</i>	<i>Octo</i>	<i>Nov</i>	<i>Dec</i>
<i>Nombres de jour pendant l'année</i>	49,73	66,81	104,48	134,04	193,27	253,79	225	272,27	182	138,73	80	75,55

Tableau (3.2) : l'évaporation et la transpiration région de Djelfa

Quantité de l'insuffisance = quantité de la transpiration – quantité de la pluviométrie

Exemples :

Quantité de l'insuffisance de l'eau durant le mois d'Aout $272,27 - 14,82 = 252,45$ mm

De Septembre $182 - 18,69 = 163,31$ mm

De Décembre $57,55 - 19 = 252,45$ mm

D'Avril $272,27 - 14,82 = 252,45$ mm

La grande quantité de l'évaporation est évaluée durant l'été la ou elle est accélérée par les vents de sirocco

➤ **La pluviométrie**

C'est un élément climatique fondamental pour l'équilibre environnemental, elle est essentielle pour la flore surtout pendant la période du mois février et mai. Les pluies dans la région de Djelfa sont torrentielles occasionnelles. Elles facilitent le phénomène de la déplantation et accélère la désertification.

Le tableau pluviométrique ci-dessous indique que la moyenne annuelle ne dépasse pas 212mm, ce qui est très peu et la question de la faiblesse des ressources hydriques (et donc la nécessité d'économiser l'eau) est un problème majeur pour la ville et sa région.

<i>Mois</i>	<i>Jan</i>	<i>Fev</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juill</i>	<i>Aout</i>	<i>Septe</i>	<i>Octo</i>	<i>Nov</i>	<i>Dec</i>	<i>Moyenne annuelle</i>
<i>Moyenne de la pluviométrie (mm)</i>	37,37	19,82	17	23,7	16,14	10,8	4,04	14,82	18,69	19,7	21,5	19	211,1
<i>Nombres des jours de pluie</i>	8	5	6	6	7	4	3	3	6	4	5	5	62

Tableau (3.3) : moyenne pluviométrique de la région de Djelfa source : BET Bennaoum A.

➤ Le vent

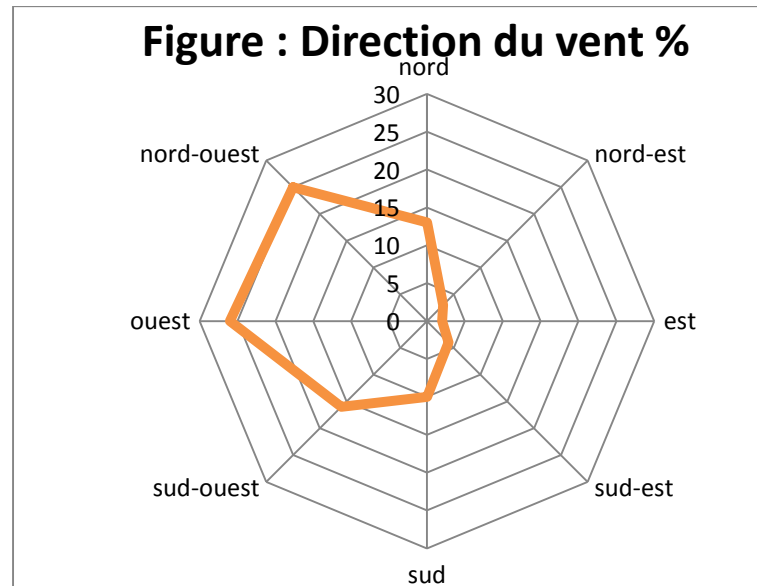
C'est un élément climatique important pour l'équilibre environnemental, il est essentiel pour l'évacuation et l'aération

<i>Mois</i>	<i>Jan</i>	<i>Frv</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juill</i>	<i>Aout</i>	<i>Sept</i>	<i>Octo</i>	<i>Nov</i>	<i>Dec</i>	<i>Moyenne annuelle</i>
<i>la vitesse moyenne m/s</i>	23	22	20	19	21	22	18	21	17	20	19	20	20

Tableau (3.4) : vitesse moyenne du vent

<i>Direction</i>	<i>%</i>	<i>Nature du vent</i>
<i>Nord</i>	<i>13</i>	<i>Vent continent al froid</i>
<i>Nord-est</i>	<i>3</i>	<i>-</i>
<i>Est</i>	<i>2</i>	<i>-</i>
<i>Sud-est</i>	<i>4</i>	<i>Vent sec</i>
<i>Sud</i>	<i>10</i>	<i>Vent du sirocco</i>
<i>Sud-ouest</i>	<i>16</i>	<i>-</i>
<i>Ouest</i>	<i>26</i>	<i>Vent de l'atlantique</i>
<i>Nord-ouest</i>	<i>25</i>	<i>-</i>

Tableau (3.5) Direction du vent



D'après le tableau la vitesse moyenne annuelle est de 20 m/s. la direction dominante ouest Nord-ouest.

Le vent de Sirocco est le vent spécifique pour la région de Djelfa, il joue un rôle dans l'évaporation et le dessèchement et il se produit durant la période de juillet et Aout avec une valeur moyenne de 2-5 jours par mois.

<i>Mois</i>	<i>Nombre de jour /mois du sirocco</i>
<i>Janvier</i>	<i>0,1</i>
<i>Février</i>	<i>0</i>
<i>Mars</i>	<i>0,5</i>
<i>Avril</i>	<i>1</i>
<i>Mai</i>	<i>1,4</i>
<i>Juin</i>	<i>1,7</i>
<i>Juillet</i>	<i>5,3</i>
<i>Aout</i>	<i>2</i>
<i>Septembre</i>	<i>0,5</i>
<i>Octobre</i>	<i>0,3</i>
<i>Novembre</i>	<i>0</i>
<i>Décembre</i>	<i>12,8</i>

Tableau (3.6) : nombre des jours du Sirocco

3.2.4. Le contexte urbain et le parc logements a Djelfa

La ville de Djelfa connaît une pression démographique importante qui s'est accompagnée d'une croissance spatiale engendrant un étalement urbain important. La ville a connu un processus d'urbanisation très lâche, rompant avec le tissu existant. De nouveaux quartiers naissent en périphérie de la ville, (ZHUN, lotissements, cité de logements collectifs ou individuels...

En plus d'un développement urbain non maîtrisé, la ville comme la plupart des villes algériennes, connaît de nombreux problèmes de gestion urbaine et un déficit chronique en infrastructures et services collectifs. En particulier la demande en logements est toujours aussi forte mais on constate depuis le début des années 2000, que le parc immobilier du logements social en particulier, géré par l'OPGI est passé de 16000 à 120000 logements. Ce qui constitue un bond quantitatif tout à fait remarquable.

Cependant du point de vue de la qualité, on constate que ces logements ont été construits de manière standard, sans grand égard pour les spécificités socio-environnementales de la région, à l'exception des 80 logements HPE , objet de notre étude.

Nous allons donc présenter ce projet afin de mettre en lumière les différences de conception et de réalisation avec les logements « standards ».

3.3. Le projet : 80 logements HPE à Djelfa

Dans le cadre du programme "Eco-BAT", l'OPGI de Djelfa a lancé 80 logements sociaux participatifs (LSP), répondant au label HPE, dans la commune de Djelfa

La conception de projet a été menée au bureau d'étude et de consultation technique, sous la direction de l'architecte BENNAOUM Ahmed, que nous remercions vivement pour sa disponibilité et son aide précieuse.

3.3.1. Situation et implantation

➤ Présentation du site

Avant l'extension spatiale de la ville ce tissu constituait la périphérie, mais aujourd'hui il forme la ville et participe a son fonctionnement. Il est partie intégrante du tissu urbain et social de la ville, cette dernière est objet d'une extension, d'une rénovation d'une restructuration et ce dans l'objectif de répondre ou exigence multiples et de s'adapter aux nouvelles donnes du temps.

Cette action ou cette intervention est double elle est technique et social elle vise a la fois la réhabilitation du tissu, la requalification du tissu dans sa globalité c'est à dire le logement et son

Environnement et l'amélioration des conditions de vie le bien être des habitants.

➤ Situation

Le site d'intervention se situe dans la partie Est de la ville de Djelfa à une distance de 900m du quartier du 05 juillet.

➤ Limites

Le site d'intervention est délimité comme suit :

- ✓ Au nord : terrain nu
- ✓ A l'est : route national n°1 (évitement)
- ✓ Au sud : voie urbaine
- ✓ A l'ouest : équipement (citer quel équipement)

Comme pour la plupart des autres projets de logements sociaux, la situation du terrain se trouve en périphérie de la ville et éloignée de quasiment toutes les infrastructures urbaines nécessaires aux besoins des habitants, ce qui va engendrer des déplacements quotidiens coûteux et dommageables.

➤ Topographie

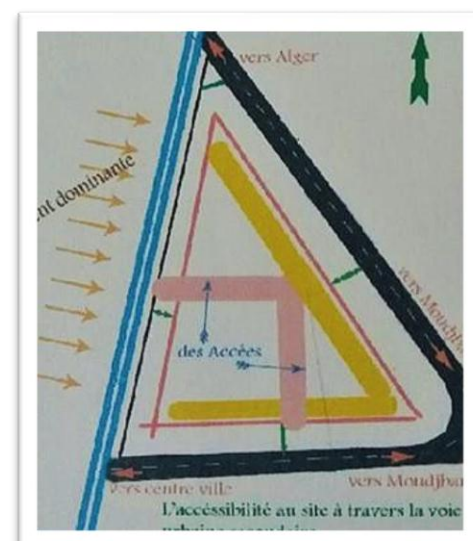
Le terrain a une forme triangulaire de faible pente. L'ensemble de l'assiette d'intervention, occupe une superficie de 25 266 m²

➤ Accessibilité

Le site est accessible essentiellement par la rue principale (RN01) (évitement), et la rue urbaine secondaire coté sud du terrain.

➤ Synthèse et conclusion

D'après l'analyse de la zone d'étude, sur les différentes composantes urbaines le bureau d'études chargé de la conception



du projet a tiré la conclusion suivante :

- Respecter l'alignement des différentes voies.
- Respecter l'éloignement par rapport à la servitude
- Traitement particulier de l'angle donnant à l'intersection des deux voies
- Créer et aménager les aires de circulation et les espaces collectifs.

3.3.2. Principes et caractéristiques architecturales du projet

Dans cette partie on tente de comprendre comment le bureau d'études a essayé de reformuler la synthèse des recommandations afin d'atteindre son but qui consiste à réaliser un cadre bâti qui prend en charge les exigences urbaine, climatique et sociale.

Le programme de l'assiette d'intervention

D'après les recommandations du maitre d'ouvrage, notre assiette d'intervention accueillera 80 logements HPE qui seront constitués de 80 % d'unités de type F3 et d'un gabarit de r+2 pour la majorité des blocs.

- **Les principes généraux**

Les principes d'organisation du projet sont l'aspect formel et fonctionnel guidés par des principes climatiques et urbains :

- La hiérarchisation des espaces du public qui est : les rue, jusqu'au semi-public (la cour) puis le semi prive (la cage d'escalier) et finalement le prive qui est le logement
Tous les espaces de services sont disposés du côté nord
- Matérialiser et marquer les cages d'escaliers par leurs traitements, dans le but d'une identification facile
- Respect de l'intimité et la hiérarchisation des espaces au niveau des logements

Ces principes généraux (hiérarchisation des espaces public, espaces extérieurs centraux, matérialisation des cages d'escaliers, hiérarchisation des espaces dans le logement...) se retrouvent généralement dans les projets classiques « standard » sauf en ce qui concerne la disposition des espaces de services côté Nord.

❖ Les accès à l'ilot

Les accès à l'intérieur de l'ilot ont été choisis selon leur position par rapport à l'urbain, et pour éviter l'accès par rapport à la voie rapide et l'assurer du coté de la voie urbaine secondaire tout en respectant la hiérarchisation des espaces du public au prive.

❖ Les espaces centraux

Ce sont les cours intérieures : elles sont le support de la vie communautaire. Elles encouragent le contact entre voisins et animent le cœur d'ilot en offrant plusieurs fonctions (détente, jeux, rencontre). Elles sont aménagées avec des espaces verts composés d'arbres et des espaces de jeux qui sont des éléments positifs de l'esthétique collective.

Les espaces centraux abriteront aussi les parkings pour être aussi proches du logement, et protéger du vol afin de répondre aux désirs des habitants.

❖ Les façades

Dans l'étude des façades le BET explique avoir recherché une certaine différence entre façade urbaines et intérieures sans nuire pour autant a une cohérence de l'ensemble pour les bases communes qui peuvent se formuler ainsi :

- Traitement spécifique des niveaux inférieures (la galerie pour l'ilot d'angle)
- Traitement d'un couronnement
- Recherche de rythmes verticaux correspondant à une ambiance urbaine
- Traitement spécifique des ensembles des entrées tout en assurent une approche axiale et mis en évidence par la symétrie projet

❖ L'habitat

Pour le BET, parler de l'habitat c'est parler de son environnement car la qualité d'un logement n'est pas seulement déterminé par sa grandeur et sa fonction mais l'environnement est aussi un facteur décisif pour atteindre cette qualité. Il estime important de réinterpréter les valeurs significatives de notre société et qui peuvent se résumer en :

- La hiérarchisation des espaces de l'extérieur jusqu'à l'intérieur de façon à garder l'intimité
- Le droit au soleil

- Une transition de l'urbain au résidentiel qui parcourra progressivement :
 1. Un espace collectif
 2. Un espace semi-collectif
 3. Les entrées de bâtiment sont des points forts de jonctions entre l'espace privé et semi-collectif. Elles doivent être conçues comme seuil facilitant la communication entre les habitants
 4. Le palier de distribution de la cage d'escalier est considéré comme espace d'accueil pour invités et de communication entre les voisins
 5. Finalement l'arrivée à la porte d'accès du logement, l'espace privé.

❖ Types de logements proposés

Les logements proposés sont de types F3 selon les recommandations du maître de l'ouvrage. Cette typification est la même que dans les projets classiques « standard » : toutes les familles sont logées dans des F3 quelle que soit la taille (même les familles nombreuses) : cette uniformisation n'apparaît pas comme une réponse adéquate à la diversité des composantes sociales et aux exigences de confort et de bien-être.

❖ Principes généraux des logements

- a. La plupart des logements se développent suivant l'axe sud, la serre se trouve en plein sud et le séchoir côté nord, source d'air frais ce qui provoque un courant d'air qui peut se créer même avec l'air chaud
- b. La double orientation est garantie dans tous les logements
- c. L'Organisation intérieure des logements se présente comme suit :

D'une manière globale le logement s'organise suivant deux zones :

- L'espace services des cuisines et les salles de bains qui sont un espace tampon
- L'espace de réception et les chambres côté sud



Figure (3.6) : plan de masse source : BET Bennaoum A.

❖ La vue de Synthèse



Figure (3.7) : Projet : Vue d'ensemble en 3d. Source OPGI Djelfa

❖ Le fonctionnement bioclimatique des logements

Le climat de la wilaya de Djelfa se caractérise par un climat semi- aride, humide et très froid en hiver ; chaud et sec en été, il fallait organiser nos logements de façon à ce qu'ils s'adaptent a ces conditions climatiques particulières :

L'organisation spatiale elle est faite suivant (2) zones :

a. L'espace tampon

Situé dans la partie nord du logement, il est constitué de pièces humides (cuisine, salle de bain, W.C) ; son rôle est de minimiser les déperditions de la zone chauffée et de garantir les apports internes. Cette zone peut comporter des chambres qui peuvent être utilisées en été vu leur fraîcheur.

b. L'espace chauffant

Disposé dans la partie sud de logement, cet espace solaire (serre) est conçu suivant 2 cas :

1^{er} cas : les serres positionnées au niveau du séjour permettent au mur stockeur placé perpendiculairement à la serre de diffuser pendant la nuit la chaleur accumulée le jour

2^{eme} cas : l'espace solaire qui est la cage d'escalier sert à chauffer la circulation verticale. Il est placé au centre des deux logements et se développe sur 3 niveaux.

c. Chauffage solaire et ventilation

✓ Le jour

1. Pendant l'hiver

Les rayons du soleil à partir du 21 décembre étant bas tapent directement dans l'espace solaire (la serre) conçu en double vitrage avec menuiserie en bis étanche pour minimiser les déperditions.

2. Pendant l'été

Les fenêtres en double vitrage sont protégées des rayons du soleil par des volets en bois placés à l'extérieur (facteur solaire FS=0,06- fig. 3.9). L'espace solaire est occulté par des stores placés à l'extérieur de la serre.



Figure (3.8) : les brises soleil

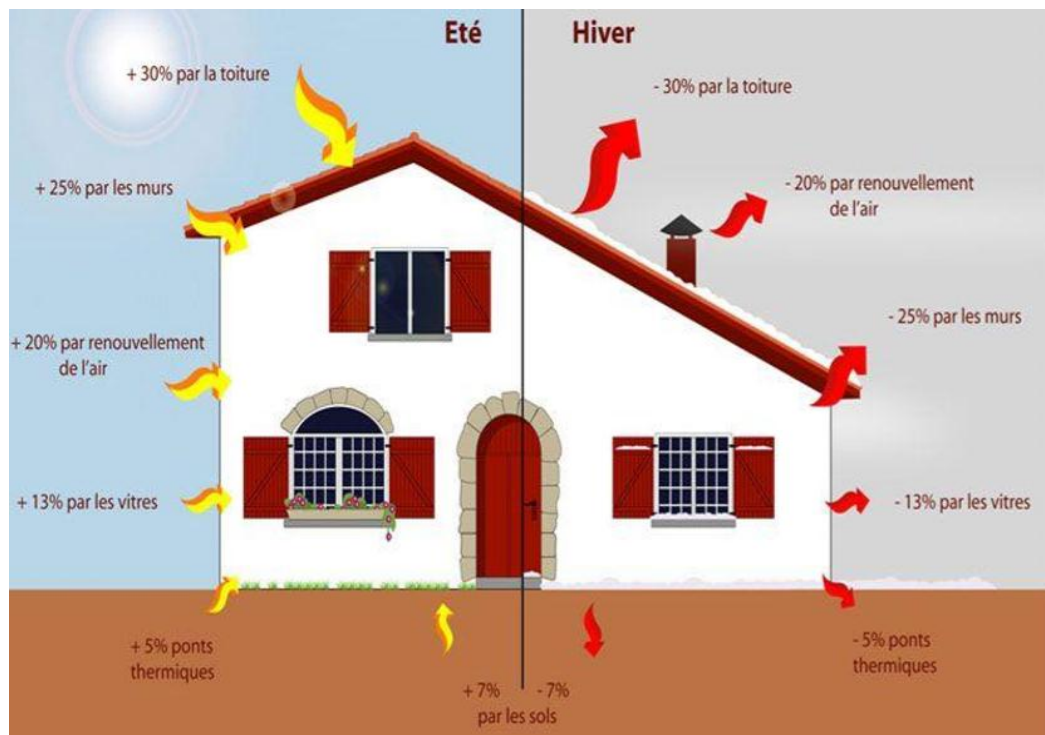


Figure (3.9) : Exigences thermiques pour la maison en été et en hiver

✓ La nuit

La ventilation nocturne de la serre est assurée par les vents nord-est : le tirage naturel entre la façade nord froide et la façade sud chaude.

Cette conception qui cherche à intégrer le fonctionnement bioclimatique et les réponses apportées (notions d'exigence thermique, d'espace chauffant, de serre, d'espace solaire, de ventilation...) sont des éléments qui diffèrent de la conception « standard » des logements. An

delà des résultats obtenus, il s'agit d'un point positif qui prend en compte la dimension énergétique et bioclimatique et ouvre la voie à d'autres recherches et innovations plus performantes dans le futur.

❖ **Structure et matériaux**

Une structure poteaux poutres a été choisie pour assurer au logement une flexibilité et une possibilité de transformation. La constitution des murs de remplissage extérieur a été faite de façon à satisfaire les exigences thermiques de l'habitation aussi bien en été qu'en hiver.

La constitution des murs extérieurs est faite par une double paroi, constituée de briques creuses séparées par un isolant (polystyrène) pour éviter les déperditions.

Pour les masses thermiques : le mur est constitué de briques de 30 cm d'épaisseur et la brique creuse a été utilisée pour les parois de séparation intérieure.

Les serres sont constituées d'un double vitrage et les planchers sont en corps creux.

La structure poteaux-poutres en béton armé et la dalle en corps creux est la structure « standard » utilisée dans la quasi-totalité des projets de construction en Algérie, cependant ce projet tente de satisfaire à des exigences thermiques par l'introduction d'un isolant en polystyrène dans la lame d'air et par l'utilisation des fenêtres en double vitrage.



les bâtiments construits à prendre sur le terrain

3.4. Conclusion du chapitre -3-

D'après l'analyse climatique, le climat de la ville de Djelfa est caractérisé par un climat froid et sec en hiver avec un été chaud et sec et deux saisons sont plus ou moins confortables : le printemps et l'automne.

Le bureau d'étude chargé de la conception des 80 logements HPE a tenté d'intégrer l'analyse bioclimatique dans sa conception architecturale. On constate que du point de vue de l'aménagement, à l'échelle urbaine, comme pour la plupart des autres projets de logements sociaux, la situation du terrain se trouve en périphérie de la ville et éloignée de quasiment toutes les infrastructures urbaines nécessaires aux besoins des habitants, ce qui va engendrer des déplacements quotidiens coûteux et dommageables. Les principes généraux du projet (hiérarchisation des espaces public, espaces extérieurs centraux, matérialisation des cages d'escaliers, hiérarchisation des espaces dans le logement...) se retrouvent généralement dans les projets classiques « standard » sauf en ce qui concerne la préoccupation pour la disposition des espaces de services coté Nord.

L'uniformisation du programme avec des logements de types « F3 » est la même que dans les projets classiques « standard » : cette uniformisation n'apparaît pas comme une réponse adéquate à la diversité des composantes sociales et aux exigences de confort et de bien-être. Cependant, la conception cherche à intégrer le fonctionnement bioclimatique et les réponses apportées (notions d'exigence thermique, d'espace chauffant, de serre, d'espace solaire, de ventilation...) sont des éléments qui diffèrent de la conception « standard » des logements. Au delà des résultats obtenus, il s'agit d'un point positif qui prend en compte la dimension énergétique et bioclimatique et ouvre la voie à d'autres recherches et innovations plus performantes dans le futur. D'autre part la structure poteaux-poutres en béton armé et la dalle en corps creux est la structure « standard » utilisée dans la quasi-totalité des projets de construction en Algérie, toutefois ce projet tente de satisfaire à des exigences thermiques par l'introduction d'un isolant en polystyrène dans la lame d'air et par l'utilisation des fenêtres en double vitrage.

On peut donc dire que ce projet tente d'intégrer des éléments d'efficacité énergétiques et de confort thermique au niveau de la conception architecturale, et c'est un début qui peut ouvrir la voie à des solutions plus abouties dans le futur, en revanche, du point de vue urbanistique, et en particulier le choix des terrains d'assiette, beaucoup reste à faire, étant donné la situation urbaine très discutée de ce projet (en périphérie éloignée de la ville, le long d'une voie d'évitement etc.).

Conclusion Générale

Avec la croissance démographique mondiale, les besoins énergétiques augmentent jour après jour et utilisent toujours plus de ressources, d'autre part, les météorologues annoncent que le bassin méditerranéen en particulier est un « hot spot » c'est-à-dire un point chaud du changement climatique : d'ici à 2100, les températures auront augmenté de 4 °C et la pluviométrie aura baissé de 20 %. Il est donc largement temps de prendre conscience de la nécessité de prendre en compte ces réalités dans l'urbanisme et la construction. En Algérie, la population urbaine dépasse désormais le seuil des 50% et le secteur résidentiel est l'un des plus consommateurs d'énergie, l'enjeu est donc d'améliorer le confort thermique et le bien-être des habitants tout en réduisant les impacts énergétiques et environnementaux liés à une forte consommation d'énergie.

Les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique ont été réaffirmées en tant que priorité du gouvernement algérien à la faveur de l'adoption d'un programme ambitieux à l'horizon 2030. Ce sont là les deux fondamentaux de la transition énergétique. Celle-ci ne signifie pas nécessairement qu'il y a lieu de privilégier une énergie au détriment d'une autre ou une solution plutôt qu'une autre mais il s'agit plutôt d'aller vers une prise en compte de l'importance de cette transition et son intégration dans tous les projets urbains.

Le premier objectif de ce travail était de rappeler les enjeux de la transition énergétique, en particulier dans le secteur de la construction, ce qui nous a permis d'explicitier, chiffres à l'appui, la consommation mondiale d'énergie et de montrer que cette consommation augmente de jour en jour en particulier en milieu urbain, avec le secteur du bâtiment toujours en première ligne. Etant donné l'inefficacité du parc immobilier, grands consommateurs de ressource, dans le pays plus développés, plusieurs règlements et labels ont été élaborés à l'échelle internationale pour concevoir et réalisés des bâtiments moins énergivores et plus soucieux de l'environnement. Nous sommes revenus plus particulièrement sur la réglementation française car elle inspire pour une bonne part les lois et la réglementation algérienne en matière d'urbanisme et de construction.

Mettre l'accent sur l'expérience algérienne dans le domaine de la construction de bâtiments performants énergiquement, était notre deuxième objectif, nous avons donc, toujours chiffres à l'appui, mis en évidence la consommation d'énergie en Algérie, par

Conclusion Générale

secteurs d'activités et par types d'énergie, avec une attention particulière pour la consommation dans le secteur résidentiel, et pour les objectifs de la transition énergétique en Algérie. Des objectifs qui concernent le bâtiment et plus particulièrement le bâtiment à usage résidentiel à travers plusieurs de ces objectifs de transition énergétiques tels que l'introduction des énergies renouvelables dans la construction (eau chaude sanitaire, panneaux solaires etc...), ou encore la réduction de la consommation d'énergie et la réduction des émissions de gaz à effet de serre GES (à travers l'isolation thermique et la réalisation de bâtiments performants, etc...) par exemples. Cependant, à l'heure actuelle, l'immense majorité de la production de logements en Algérie est réalisée sans se préoccuper de l'efficacité énergétique ou du confort thermique des habitants, comme nous l'avons démontré puisque depuis le début des années 2000, sur les milliers de logements construits, seul le programme ECO-BAT, a été prévu qui prend en compte la dimension d'efficacité énergétique, alors que tout le reste ne prend pas en considération cet enjeu environnemental.

C'est justement la compréhension de la consistance et des objectifs de ce programme, ainsi que la vérification de son impact sur la mise en œuvre d'un processus de transition énergétique dans le bâtiment en Algérie. qui était notre troisième objectif pour ce travail. Malgré la modestie du nombre de logements HPE engagé qui n'est que 600 logements sur près de trois millions construits depuis 2009, nous pouvons dire que la création de l'APRUE en 1999 et la mise en œuvre du programme ECO-BAT 2007-2011 montre tout de même une certaine volonté politique de prise en compte de la transition énergétique dans l'aménagement et la construction. Ces éléments peuvent être considérés comme un début pour amorcer un processus de changement afin d'améliorer l'efficacité énergétique des constructions, de minimiser les émissions des gaz à effet de serre (GES) et de protéger les sources naturelles tout en assurant le confort thermique à l'intérieur du bâtiment, pour améliorer les conditions du bien être des habitants sans augmenter la facture énergétique.

Ce programme a été réparti sur l'ensemble des régions du pays, avec quelques dizaines de logements par projet, notre quatrième et dernier objectif était d'analyser un de ces projets, à savoir les 80 logements HPE réalisés à Djelfa. Nous nous sommes donc rapprochés du bureau d'études chargé de la conception de ce projet, qui a aimablement mis à notre disposition plusieurs documents (qu'il en soit encore une fois remercié). Après étude de ces documents et après nous être rendu sur site, nous avons constaté une tentative d'intégration des données climatiques propres à la région, qui est caractérisée par un climat steppique rude : froid et sec en hiver, chaud et sec en été ; en particulier à l'échelle architecturale, à travers la

préoccupation pour la disposition des espaces de services coté Nord et la notion d'exigence thermique. En effet des d'éléments architecturaux différents de la conception « standard » des logements ont été intégrés tels que : les espaces solaires chauffants, les serres, la ventilation ou encore l'introduction du polystyrène dans la lame d'aire et les fenestres en double vitrage...

Cependant à l'échelle urbanistique, la situation du terrain se trouve en périphérie de la ville et éloignée de quasiment toutes les infrastructures urbaines nécessaires aux besoins des habitants, ce qui va engendrer des déplacements quotidiens coûteux et dommageables. De même, les principes généraux du projet (hiérarchisation des espaces public, espaces extérieurs centraux, matérialisation des cages d'escaliers, hiérarchisation des espaces dans le logement...), l'utilisation de la structure poteaux-poutres en béton armé ou encore l'uniformisation du programme avec des logements de types « F3 » n'apportent pas vraiment de changement par rapport à la pratique habituelle dans les projets classiques « standard ». ce projet tente donc d'intégrer des éléments d'efficacité énergétiques et de confort thermique au niveau de la conception architecturale en revanche, du point de vue urbanistique, et en particulier le choix des terrains d'assiette, beaucoup reste à faire. (Dans le cas de ce projet : en périphérie éloignée de la ville, le long d'une voie d'évitement etc..).

Au terme de ce modeste travail, nous avons vérifié nos hypothèses de départ à savoir : le programme ECO-BAT est un projet pilote à valeur démonstrative, mais plusieurs de ses objectifs n'ont pas été atteints ; la réalisation des logements HPE connaît de multiples problèmes sur le terrain et le nombre de logements HPE proposé par le programme (600) est beaucoup trop faible par rapport aux milliers de logements qui sont construits chaque année. Cependant, nous relevons que cette opération est un début qui peut ouvrir la voie à des solutions plus abouties dans le futur. C'est une incitation à s'engager dans la voie de la transition énergétique pour tout le secteur résidentiel car aujourd'hui, la réglementation thermique dans les bâtiments neufs existe mais son application est quasi nulle. Ces projets « pilotes » du programme Eco-bat, malgré leurs manques et les difficultés de mise en œuvre rencontrées (techniques, économique, financières, institutionnelles...), ont au moins le mérite d'exister.

Dans le futur, des projets de ce type peuvent être améliorés, développés. Ils permettent d'expérimenter et de tirer des enseignements des faiblesses et des erreurs commises, pour continuer dans la voie d'une intégration concrète et plus ambitieuse de mesures d'efficacité énergétique dans les prochains programmes de logements.

Bibliographie

Ouvrages

APRUE Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie *Programme ECO-BAT 600 logements à haute performance énergétique* 19 p.
www.aprue.org.dz

APRUE et MEM, « Consommation énergétique finale de l'Algérie », APRUE, Alger, 2014

Benhouhou, M. « L'impact des matériaux sur le confort thermique dans les zones semi-arides ; cas d'étude, la ville de Djelfa », mémoire du magister, l'EPAU, Alger. 2012

Benoudjfer, et al « Etude comparative relative à l'efficacité énergétique de deux appartements situés à Bechar, Algérie », revue des énergies renouvelables, volume 15, N° 1, Alger. 2012.

Bouamama, W. « Au sujet de la politique d'efficacité énergétique en Algérie : Approche systémique pour un développement durable ; cas de programme Eco-Bat », mémoire du magister, département de génie civil, université d'Abou Bakr Belkaid Telemcen. 2013.

CNERIB, document technique réglementaire (DTR C3-4), « Règle de calcul des apports calorifiques des bâtiments », fascicule 2, Alger. 2005

CNERIB, document technique réglementaire (DTR C3-2), « Règlementation thermique des bâtiments d'habitation ; règle de calcul des déperditions calorifiques », Alger. 1998.

DURUISSEAU K., 2014 «*L'émergence du concept de transition énergétique. Quels apports de la géographie ?*», article pour le *BSGLg* [En ligne], 63 (2014/2) - Varia URL : <https://popups.uliege.be:443/0770-7576/index.php?id=3932>.

FERRADJI K, 2017 « *Évaluation des performances énergétiques et du confort thermique dans l'habitat: Cas des logements HPE de l'OPGI de Blida.* » Mémoire de magister Département d'architecture Université de Blida 210 p., 2017

Guerriat, A. « Maison passives ; principes et réalisations », édition L'inédite, Paris. 2008

Hegger, M. Tomas, S. Fuchs, M. et Zeumer, M. « Construction et énergie », Editions Presses polytechniques et universitaires Romandes, Lausanne. 2011.

Herzog, B. « Le puits canadien », Edition Eyrolles environnement, Paris. 2010.

Journal Officiel de République Algérienne démocratique et populaire du 28 juillet 1999,
« Loi n°99-09 relative à la maîtrise de l'énergie ».

Journal Officiel de République Algérienne démocratique et populaire du 30 Avril 2000,
« Décret exécutif n°2000-90 du 24 Avril 2000 portant réglementation thermique dans les
bâtiments neufs ».

Liébard, A. et De Herde, A. « Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique ;
concevoir, édifier et aménager avec le développement durable », Edition le moniteur, Paris.
2005

Le Goaring, P. « L'isolation bio de la maison ancienne, chantiers et pratiques C », Edition
Eyrolles, Paris. 2009.

Meritet, S. « l'état énergétique du monde », Pour la science, dossier n° 69. 2010.

MEM et APRUE, « Recueil de textes législatifs et réglementaires sur la maîtrise de l'énergie
», 2010.

Ministère de l'énergie et des mines (MEM), « Programme des énergies renouvelables et de
l'efficacité énergétique ». 2011

Oliva, J-P. « L'isolation écologique, conception, matériaux et mise en œuvre », Edition Terre
vivante, Paris. 2007

Semahi, S. « Contribution méthodologique à la conception des logements à haute
performance énergétique (HPE) en Algérie ; développement d'un approche de conception
dans les zones arides et semi-arides», mémoire du magister, l'EPAU, Alger. 2013.

TARDIEU C., 2015 « *Transition énergétique dans les projets urbains : conditions de mise
en œuvre* » Thèse de Doctorat en Aménagement et urbanisme Université de Lille 1 439p.

Watson, D. et Camous, R. « L'habitat bioclimatique de la conception à la construction »,
édition l'Etincelle. 1983

Sites Internet

dpa-distribution.fr

fr.wikipedia.org

fr.solarpedia.net

Bibliographie

Grenelle environnement, « les certifications et les labels énergétiques », www.developpement-durable.gouv.fr.

<https://portail.cder.dz/spip.php?article2446>

infos.trouver-un-logement-neuf.com

Le Guay M. sur le site edu.scol.education.fr

« 404 pages pour tout faire », guide des matériaux, disponible sur le site www.toutfaire.com.2012.

www.aprue.org.dz.

www.iso-exterieure.fr/

<https://portail.cder.dz/spip.php?article2446>