

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

Université Akli Mohand Ouhadj de Bouira



Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées
Département Génie civil

Mémoire de fin d'études

Présenté par :
Toumi Wassila
Derbal Mounia

En vue de l'obtention du diplôme de **Master 2** en :

Filière : Génie civil

Option : Structure

Thème :

*Contribution à l'évaluation de la durabilité des bâtiments d'habitation en
Algérie – État des lieux et perspectives*

Proposé par : *Mr. F. MOUSSAOUI*

Devant le jury composé de :

Mr KENNOUCHE SALIM

Année Universitaire 2020/2021

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À mes très chers parents qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, ma mère qui a été à mes côtés durant toute ma vie, mes sœurs Karima et Saloua mes frères Halim et Lounes.

À mon très chers frère Mouhamed.

À ma sœur jumelle Nedjma.

À mes meilleurs amis en particuliers A.DERRADJI,

À mon encadreur bien sûr : " Mr .MOUSSAOUI.F" qui a fait tout son possible pour nous aider et nous orienté dans l'élaboration de notre mémoire.

À tout la promotion de Génie Civil 2021.

W.TOUMI

Je dédie ce modeste travail :

À mes chers parents qui m'ont aidé à arriver à ce moment-là, à mon époux SMAIL qui m'a soutenu jusqu'à la fin, à mes frères Abdsamed et Karam, à mes sœurs Sofia, Romaïssa et Mayar.

M.DERBEL

Remerciements

Si ce travail a pu voir le jour et être achevé et présenté comme un projet de fin d'études, c'est parce que différentes personnes ont participé à sa réalisation, dans ce sens, on adresse nos sincères remerciements à :

Toute notre parfaite gratitude et remerciement à Allah le plus puissant qui nous a donné la force, le courage et la volonté pour élaborer ce travail

M. Moussaoui.F pour la confiance qu'il nous a témoignée en acceptant de diriger ce modeste travail, et pour son aide, sa disponibilité, ses orientations, ses conseils et sa volonté qu'il a manifesté tout au long de l'élaboration du présent mémoire. Ainsi nous remercions tous les membres de jury d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous remercions également l'ensemble des enseignants du département de génie civil.

Enfin, à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour la réalisation de ce projet de

Fin d'étude.

Sommaire

Dédicace	I
Remerciements	II
Sommaire	III
Sigles et abréviations	IV
Liste des tableaux	V
Liste des figures	VI
Résumé	VII
Abstract	VIII
المخلص	IX
Introduction générale	- 1 -

Chapitre I : Étude bibliographique – État actuel des connaissances sur le sujet

I.1. Introduction	4
I.2. Notion de Développement Durable – DD.....	4
I.2.1. Définition	4
I.2.2. Historique	5
I.2.3. Objectifs du développement durable	9
I.3. Le développement durable dans le domaine de la construction	13
I.3.1. Contexte général.....	13
I.3.2. Pourquoi construire durablement ?.....	14
I.3.3. Le DD dans le secteur du bâtiment – Durabilité des bâtiments	15
I.3.3.1. Contexte général	15
I.3.3.2. Qu'est-ce qu'un bâtiment durable ?.....	16
I.3.3.3 Écoconception et durabilité, ou bien : Bâtiment vert et bâtiment durable, quelle différence ?.....	16
I.4 Méthodes et/ou outils d'évaluation et de notation de la durabilité des bâtiments d'habitation à l'échelle mondiale	19
I.4.1 Contexte général.....	19

I.4.2. Méthodes d'évaluation et de notation existante – Revue de littérature.....	20
I.4.3. Les méthodes BREEAM, LEED et HQE – Comparatif.....	22
I.5. Les méthodes multicritères d'aide à la décision – Un outil performant d'évaluation de la durabilité	24
I.5.1. Définition	24
I.5.2. Domaines d'application.....	24
I.5.3. Principales méthodes existantes	26
I.6 Conclusion	28

Chapitre II : Durabilité des bâtiments d'habitation en Algérie – État des lieux

II.1. Introduction	30
II.2. Le secteur résidentiel en Algérie – Données et indicateurs.....	30
II.2.1. Le parc du logement en Algérie	31
II.2.1.1. Les différents types de logement en Algérie	31
II.2.1.2. Examen de l'offre de logement	32
II.2.1.3. Synthèse du bilan de réalisation de programme pour l'année 2020.....	34
II.2.2. Consommation énergétique des bâtiments d'habitation	37
II.2.2.1. Part du secteur résidentiel dans la consommation énergétique nationale finale .	38
II.2.2.2. Le bilan de consommation énergétique nationale dans le secteur résidentiel	39
II.2.3. Émission des gaz à effet de serre du secteur résidentiel	40
II.2.4. Déchets ménagers et assimilés – DMA	40
II.2.4.1. Production et composition des DMA en Algérie	41
II.2.4.2. Traitement des DMA en Algérie	42
II.2.4.3. Déchets de construction et de démolition.....	42
II.3 Plan d'action du gouvernement dans le secteur	43
II.4. Le DD dans le secteur résidentiel.....	45
II.4.1 Le développement durable en Algérie	46
II.4.1.1 L'émergence du cadre juridique du développement durable	47
II.4.1.2 Mécanismes institutionnels mis en place pour le suivi et la coordination du programme 2030	48
II.4.2. Stratégie nationale d'efficacité énergétique dans le secteur :	49
II.4.3. Programme des énergies renouvelable 2015 – 2030.....	52
II.4.4. Plan national de gestion des déchets	54
II.4.5. Politique algérienne de protection de l'environnement	57

II.4.5.1 Indicateurs environnementaux et du développement durable :.....	60
II.5. Travaux de la communauté scientifique dans le domaine en Algérie	61
II.6. Conclusion.....	65

Chapitre III : Proposition d'une méthodologie d'évaluation de durabilité des bâtiments d'habitation en Algérie

III.1 Introduction	68
III.2 Limites de l'étude	68
III.2.1 L'échelle spatiale.....	68
III.2.2 L'échelle temporelle	69
III.3. Les défis de l'étude.....	69
III.4. Méthodologie d'évaluation proposée	72
III.4.1. Approche descendante – Top down approach.....	72
III.4.1.1. En quoi la qualité environnementale est-elle facteur de la durabilité d'un bâtiment d'habitation ?.....	74
III.4.1.2. En quoi l'efficacité énergétique est-elle facteur de la durabilité d'un bâtiment d'habitation ?	74
III.4.1.3. En quoi la qualité architecturale est-elle facteur de la durabilité d'un bâtiment d'habitation ?	76
III.4.1.4. En quoi la qualité économique est-elle facteur de la durabilité d'un bâtiment d'habitation ?	78
III.4.1.5. En quoi la qualité sociale est-elle facteur de la durabilité d'un bâtiment d'habitation ?	79
III.4.2. Approche ascendante – Bottom-up approach.....	80
III.4.3. Approche de construction des paramètres de durabilité	81
III.4.3.1. Démarche de construction des indicateurs de performance.....	81
III.4.3.2. Tableaux de bords des objectifs de durabilité.....	81
III.4.4 Approche de calcul des performances	84
III.4.4.1 Principes de la méthodologie proposée.....	84
III.4.4.2 Éléments d'évaluation de la performance.....	85
III.4.5. Méthode de calcul de la performance globale – Bottom-up approach.....	85
III.4.5.1. L'approche performancielle	86
A. Échelle de performance	86
III.4.5.2. Mode d'agrégation des indicateurs	87
III.4.5.3. Choix des coefficients de pondération – Méthode AHP.....	88
III.5. Conclusion	92

Chapitre IV : Application de la méthodologie sur un cas réel de bâtiments d'habitation dans la ville de Bouira

IV.1 Introduction.....	95
IV.2 Ojectif de durabilité retenue	95
IV.2.1 Objectif d'efficacité énergétique :.....	95
IV.2.2 Objectif de qualité architecturale.....	96
IV.3 Méthode de calcul	96
IV.3.1 Les méthodes de calcul des indicateurs d'efficacité énergétique.....	97
IV.3.2 Les méthodes de calcul des indicateurs de qualité architecturale	97
IV.4 Echelle de performance :.....	98
IV.4.1 Les échelles de performance d'efficacité énergétique :	99
IV.4.2 Les échelles de performance de qualité architecturale :.....	99
IV.5 Calcul des poids	100
IV.5.1 Exemple de calcule détaillé :.....	100
IV.5.2 Récapitulatif des calculs des poids :.....	103
IV.7 Résultats et discussion.....	110
IV.7.1 Valeurs des IPS de qualité architecturale :.....	110
IV.8 Valeurs de performance.....	121
IV.9 Agrégation des performances	124
Conclusion générale	128
Références bibliographique	130

Sigles et abréviations

ACV	AnalyseduCycle de Vie.
AHP	Analytique H iéarchie P rocès
CATE	Commission de l'Aménagement du T erritoire et de l'Environnement
CMED	Commission M ondiale sur l'Environnement et le D éveloppement
CNES	Conseil N ationale E conomique et S ociale
CNRC	Conseil N ationale de R echerche C anada.
CNUCED	Conférence des N ations U nies sur L'environnement et Le Développement
CSR	C orporate S ocial R esponsibility
DD	D éveloppement D urable.
Eqh	E quivalent h abitant..
FMC	F édération des M unicipalités C anadiennes.
FMN (WWF)	F unds M on dial pour la N ature (World Wildlife Fund) Gazières
GES	G az à effet de serre
GPEC	G estion P révisionnelle des E mplois Et des C ompétences
HSE	H ygiène S écurité E nvironnement
IAP	I nstitut algérien de p étrole
IP	I ndicateur de P erformance
ISO	I nternational S tandard O rganisation.
JO	J ournal O fficiel.
LEED	L eadership in E nergy and E nvironmental D esign
MEEDDAT	M inistère de l'Écologie, du D éveloppement durable et de l'Énergie
MIT	M assachussets I nstitute of T echnologie
NAFTOGAZ	C entre de D éveloppement et d'Application des T echniques P étrolières et
NF	N orme F rançaise
NRE	N ouvelles R égulations E conomiques
OAD	O util d'Aideà la D écision
OCDE	O rganisation de C oopération pour le D éveloppement E conomique.
OID	O bjectifs I nternationales pour D éveloppement
ONA	O ffice N ational de l'Assainissement
ONU	O rganisation des N ations U nies
ONU	O rganisation des N ations U nies
PNAE-DD	P lan N ationale d'Action en E nvironnement et le D éveloppement D urable.
PNUE	P rogramme des N ations U nies pour l'Environnement
RA	R épublique A lgérienne
UNESCO	O rganisation des N ations U nies pour l'Education, la S cience et la C ulture
WBCSD	W orld B usiness C ouncil for S ustainable D evelopment

Liste des tableaux

Chapitre I : Étude bibliographique – État actuel des connaissances sur le sujet

Tableau I. 1 Premières conventions environnementales internationales	6
Tableau I. 2 Évènements clés du DD	7
Tableau I. 3 Objectifs, cibles et sous cibles de développement durable (Brochard, 2011)	10
Tableau I. 4 Objectifs, cibles et sous cibles de développement durable (Suite)	11
Tableau I. 5 Objectifs, cibles et sous cibles de développement durable (Suite)	12
Tableau I. 6 Objectifs, cibles et sous cibles de développement durable (Suite)	13

Chapitre II : Durabilité des bâtiments d’habitation en Algérie – État des lieux

Tableau II. 1 Les types de logements en Algérie.....	31
Tableau II. 2 Les types de logements en Algérie (suite)	32
Tableau II. 3 Plan d’action du gouvernement algérien dans le secteur résidentiel.....	44
Tableau II. 4 Les premiers plans achevés dans le secteur résidentiels	45
Tableau II. 5 Le programme national d’efficacité énergétique à l’horizon 2030	50
Tableau II. 6 Le programme national d’efficacité énergétique à l’horizon 2030 (suite).....	51
Tableau II. 7 La consistance du programme en énergie renouvelables à réaliser pour le marché national sur la période 2015-2030	53
Tableau II. 8 Les plans nationaux de gestion de déchet	56
Tableau II. 9 Les plans nationaux de gestion de déchet (suite)	56
Tableau II. 10 Les plans nationaux de gestion de déchet (suite)	57
Tableau II. 11 Les coopérations internationales	61
Tableau II. 12 Résumé de quelques travaux de recherche dans le domaine du développement durable intégré au bâtiment d’habitation.....	62
Tableau II. 13 Résumé de quelques travaux de recherche dans le domaine du développement durable intégré au bâtiment d’habitation (suite).....	63
Tableau II. 14 Résumé de quelques travaux de recherche dans le domaine du développement durable intégré au bâtiment d’habitation (suite).....	64

Chapitre III : Proposition d’une méthodologie d’évaluation de durabilité des bâtiments d’habitation en Algérie

Tableau III. 1 Les obstacles de la construction durable	71
Tableau III. 2 Tableau de bord de l’objectif « Efficacité énergétique ».....	82

Tableau III. 3	Tableau de bord de l'objectif « Qualité économique ».....	82
Tableau III. 4	Tableau de bord de l'objectif « Qualité environnementale »	83
Tableau III. 5	Tableau de bord de l'objectif « Qualité architecturale »	83
Tableau III. 6	Tableau de bord de l'objectif « Qualité sociale »	84
Tableau III. 7	Échelle d'importance entre indicateurs	90
Tableau III. 8	valeurs du coefficient RI.....	92

Chapitre IV : Application de la méthodologie sur un cas réel de bâtiments d'habitation dans la ville de Bouira

Tableau IV. 1	Les indices de performances liées à l'efficacité énergétique.....	96
Tableau IV. 2	Les indices de performances liés à la qualité architecturale.....	96
Tableau IV. 3	Les Méthodes de calcul des IPS d'efficacité énergétique.....	97
Tableau IV. 4	Les méthodes de calcul des IPS architecturales.....	97
Tableau IV. 5	Les méthodes de calcul des IPS architecturales (suite)	98
Tableau IV. 6	Les échelles de performance de l'efficacité énergétique	99
Tableau IV. 7	Les échelles de performance de l'efficacité architecturale	99
Tableau IV. 8	Les échelles de performance de la qualité architecturale (suite)	100
Tableau IV. 9	les valeurs de RI selon la taille de la matrice.....	103
Tableau IV. 10	Tableau récapitulatif des poids des critères énergétique.....	103
Tableau IV. 11	Tableau récapitulatif des poids des critères architecturaux	104
Tableau IV. 12	La conductivité des matériaux de construction.....	111
Tableau IV. 13	Le coefficient de transmission thermique (k)	113
Tableau IV. 14	Les coefficients de transmission (k) des portes et fenêtre	114
Tableau IV. 15	Les cas de coefficient Ks	114
Tableau IV. 16	Les valeurs de Ks en fonction de Z.....	115
Tableau IV. 17	Les coefficients a, b, c, d et e, (DTR 3.2)	116
Tableau IV. 18	Consommation énergétique brute du cas étudié	117
Tableau IV. 19	Consommation énergétique brute du cas étudié (suite)	119
Tableau IV. 20	Consommation énergétique trimestrielle du cas étudié	119
Tableau IV. 21	La consommation primaires et l'émission totale de gaz à effet de serre due à l'électricité et au gaz consommés en immeuble	120
Tableau IV. 22	Les valeurs des indicateurs architecturales obtenues.....	121
Tableau IV. 23	Les valeurs des indicateurs énergétiques obtenus.....	121

Liste des figures

Chapitre I : Étude bibliographique – État actuel des connaissances sur le sujet

Figure I. 1 Notion de développement durable.....	4
Figure I. 2 Objectifs d'une construction durable (B.Laratte, 2015).....	15
Figure I. 3 le champ de bâtiment durable et vert.....	17
Figure I. 4 Lignes d'érectrices de la démarche écologique.....	18
Figure I. 5 Bâtiments avec toiture végétalisé	19

Chapitre II : Durabilité des bâtiments d'habitation en Algérie – État des lieux

Figure II. 1 Évolution de la livraison des logements urbains et ruraux (hors auto construction) (1990-2015). (Source : Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme)	33
Figure II. 2 Évolution de la livraison des logements urbains par programme (1990-2015). (Source : Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme)	34
Figure II. 3 Les lancements du programme quinquennal 2015 – 2019 (source : Ministère de l'habitat et de l'urbanisme).....	35
Figure II. 4 Les lancements du programme quinquennal 2015 – 2019 (source : Ministère de l'habitat et de l'urbanisme) (suite)	35
Figure II. 5 Les livraisons du programme quinquennal 2015 – 2019 (source : Ministère de l'habitat et de l'urbanisme).....	36
Figure II. 6 livraisons du programme quinquennal 2015 – 2019 (source : Ministère de l'habitat et de l'urbanisme) (suite)	36
Figure II. 7 Attribution de 201.508 logement en 2020 (source : Ministère de l'habitat et de l'urbanisme)	37
Figure II. 8 Structure des chaînes énergétiques et moyennes d'action	38
Figure II. 9 Structure des chaînes énergétiques par secteur (APRUE ; 2017).....	38
Figure II. 10 Répartition de la consommation du secteur résidentiel par type d'énergie	39
Figure II. 11 Répartition de la consommation du secteur résidentiel par type de logement... ..	40
Figure II. 12 Taux d'émission des GES par le secteur résidentiel en Algérie	40
Figure II. 13 Composition moyenne des DMA en Algérie (AND, 2020)	41
Figure II. 14 Modes de traitement des DMA en Algérie (AND, 2014)	42
Figure II. 15 Développement de l'énergie renouvelable (2015-2030) (ministre de l'énergie).....	53

Chapitre III : Proposition d'une méthodologie d'évaluation de durabilité des bâtiments d'habitation en Algérie

Figure III. 1 Démarche d'évaluation de la durabilité d'un bâtiment	72
Figure III. 2 Schéma conceptuel de l'évaluation de la durabilité d'un bâtiment d'habitation	73
Figure III. 3 Structure hiérarchique du problème	89

Chapitre IV : Application de la méthodologie sur un cas réel de bâtiments d'habitation dans la ville de Bouira

Figure IV. 1 Carte de délimitation de la wilaya de Bouira (Khaoumeri & Dahmani, 2016).	105
Figure IV. 2 Image satellite du site géographique de terrain	106
Figure IV. 3 Image satellite du site géographique de cas d'étude.....	107
Figure IV. 4 Image satellite du site géographique de cas d'étude.....	107
Figure IV. 5 Le plan de RDC	108
Figure IV. 6 Plan de premier étage 'service'	108
Figure IV. 7 Plan des étages courants	109
Figure IV. 8 La coupe verticale A-A de bâtiment.....	109
Figure IV. 9 les valeurs de performance des IPS	123
Figure IV. 10 La hiérarchie des résultats d'agrégation de qualité architecturale.....	125

Résumé

La présente étude est une contribution à l'élaboration d'une méthodologie multicritère d'évaluation de la durabilité des bâtiments d'habitation en Algérie, à travers de quantification des objectifs et des critères de la durabilité avec indicateurs de performances à construire et à définir.

Nous avons présenté des méthodes et outils d'évaluation déjà existé ; ensuite on a effectué une évaluation de performance globale de l'un des objectifs de la durabilité choisie et l'appliquer sur un cas réel de bâtiment d'habitation sur la ville de Bouira précisément selon la méthode **AnalyticalHierarchyProcess (AHP)** pour l'agrégation de différents paramètres selon le contexte Algérien.

Ce travail de mémoire vise principalement à présenter une revue de littérature détaillée des objectifs de durabilité des bâtiments d'habitation ainsi que des méthodes et/ou outils d'évaluation et de notation existant ; avec un développer une méthodologie d'évaluation de la durabilité des bâtiments d'habitation dans le contexte algérien ; ensuite l'évaluation de la performance globale de l'un des objectifs de durabilité défini sur un cas réel de bâtiment d'habitation en utilisant la méthode AHP pour l'agrégation des différents paramètres de durabilité.

Mots clés : Indicateurs de performance, développement durable, bâtiments résidentiels, processus d'analyse hiérarchique, agrégation,

Abstract

This study is a contribution to the development of a multi-criteria methodology for evaluating the sustainability of residential buildings in Algeria, by a quantification of the objectives and criteria of sustainability with defined performance indicators.

We have presented methods and assessment tools that already exist; then we carried out an overall performance evaluation of one of the chosen sustainability objectives and applied it to a real case of residential building precisely in the city of Bouira ;according to the Analytical Hierarchy Process (AHP) method for the aggregation of different parameters according to the Algerian context.

This work, mainly aims to present a detailed literature review of the sustainability objectives of residential buildings as well as the existing assessment and rating methods and / or tools; with a develop a methodology ; for evaluating the sustainability of residential buildings in the Algerian context. Then the evaluation of the overall performance of one of the sustainability objectives defined on a real case of a residential building using the AHP method for the aggregation of the various sustainability parameters.

Key words: Performance indicators, sustainable development, residential buildings, hierarchical analysis process, aggregation.

تعد هذه الدراسة مساهمة في تطوير منهجية متعددة المعايير لتقييم استدامة المباني السكنية في الجزائر، من خلال القياس الكمي لأهداف ومعايير الاستدامة مع مؤشرات الأداء التي سيتم بناؤها وتحديدها.

لقد قدمنا الأساليب وأدوات التقييم الموجودة بالفعل؛ ثم قمنا بإجراء تقييم شامل لأداء أحد أهداف الاستدامة المختارة وقمنا بتطبيقه على مبنى سكني في مدينة البويرة بدقة وفقاً لطريقة عملية التسلسل الهرمي التحليلي (AHP) لتجميع المعلومات المختلفة وفقاً لسياق الجزائري.

تهدف هذه الأطروحة بشكل أساسي إلى تقديم مراجعة تفصيلية للأدبيات لأهداف الاستدامة للمباني السكنية بالإضافة إلى طرق التقييم و / أو أدوات التقييم الحالية؛ مع تطوير منهجية لتقييم استدامة المباني السكنية في السياق الجزائري؛ ثم تقييم الأداء العام لأحد أهداف الاستدامة المحددة في حالة حقيقية لمبنى سكني باستخدام طريقة AHP لتجميع معايير الاستدامة المختلفة.

الكلمات الدالة: مؤشرات الأداء، التنمية المستدامة، المباني السكنية، عملية التحليل الهرمي، التجميع،

Introduction générale

Paul Valéry écrivait : « Le temps d'un monde fini a commencé. » Ce début de XXIème siècle marquera très certainement une inflexion majeure de la construction. En effet, le statut de la chose construite bascule, d'une situation d'objet uniquement physique, à celle de contributeur à un service. Ce passage est très important car il traduit une attitude différente des non professionnels vis-à-vis du bâtiment. Celui-ci n'est plus une charge, correspondant à une immobilisation financière importante, mais un potentiel.

Une opération de construction nécessite un nombre très important de séquences, allant des études préalables jusqu'à la "mise en service" de l'ouvrage. Le problème ne s'arrête pas ici mais il continue à se manifester après la mise en service de la construction (du bâtiment) sous forme de dégradations structurelles et surtout environnementales, problèmes d'accès, non adaptation et non suffisance des espaces, ... La diversité et la complexité de ces différentes séquences ont conduit l'homme à changer sa politique classique de construction et à adopter des idées nouvelles qui s'inscrivent dans un nouveau concept qui est le concept du développement durable.

Le développement durable est une expression dont la définition la plus explicite demeure notre capacité à satisfaire nos besoins présents sans compromettre ceux des générations futures, ceci à l'échelle mondiale bien évidemment.

Actuellement, dans différents pays, des travaux importants de recherche sont consacrés au développement de nouvelles approches de la durabilité. Ces dernières sont basées sur la sélection des indicateurs de durabilité. Du point de vue pratique, l'approche prédictive peut être appliquée, **d'une part en phase de conception des ouvrages et d'autre part pendant le suivi de structures existantes (dégradées ou non).**

L'approche performancielle nécessite l'utilisation de modèles plus ou moins sophistiqués. Elle offre à l'ingénieur et au concepteur une méthodologie complète, pour l'évaluation de la durabilité des bâtiments, avec une plus grande liberté et des avantages techniques et économiques.

Ce mémoire porte essentiellement sur une contribution à l'évaluation de la performance des bâtiments d'habitation selon les objectifs associés au développement durable par l'intermédiaire des approches performancielles basées sur une analyse multicritère et détaillée des différents indicateurs de durabilité relatifs aux bâtiments d'habitation.

Pour cela, nous devons proposer un schéma de travail qui va contribuer, dans la suite de notre mémoire, à la mise au point d'une méthodologie d'évaluation de la durabilité des bâtiments d'habitation. Cette méthodologie sera intégrée dans un outil d'aide à la décision pour répondre

à la demande des gestionnaires dont la politique devrait s'orienter vers la conception de bâtiments durables.

Dans le premier chapitre, nous présentons la notion du DD d'une manière générale. Nous abordons en grande partie les travaux déjà effectués sur les approches et les méthodes d'évaluation de la durabilité des bâtiments d'habitation. Nous parlons aussi du cas de notre pays (problématique et faisabilité du développement durable), ensuite un ensemble de perspectives des différentes actions nécessaires à mener et les objectifs attendus à travers ces actions pour œuvrer dans le sens du DD. Nous évoquerons aussi les méthodes multicritères d'aide à la décision comme étant un outil très performant pour l'évaluation de la durabilité. Nous les décrirons puis présenterons quelques méthodes utilisées dans la littérature.

Le deuxième chapitre est consacré à la présentation de la problématique des bâtiments d'habitation dans le cas de l'Algérie. La description de la situation actuelle des bâtiments d'habitation algériens permettra, dans un premier temps, de mettre en évidence les aspects prioritaires à intégrer en urgence dans la nouvelle politique du développement durable. Nous ferons à la fin une petite synthèse de quelques travaux déjà effectués dans le domaine pour mettre en valeur l'actualité du sujet traité.

Le troisième chapitre est une description de la méthodologie adoptée pour l'évaluation de la performance d'un bâtiment d'habitation à partir des objectifs de DD. Nous mettrons l'accent, en particulier, sur la notion d'indicateur de performance, qui sera adoptée pour proposer une méthodologie d'évaluation de la performance de ces bâtiments. Ce chapitre est consacré à l'analyse des différents objectifs et critères de durabilité des bâtiments et à la construction des indicateurs de durabilité retenus à partir des objectifs et des critères. Nous présenterons les différents IP recensés dans la littérature existante dans des tableaux de bord de diagnostic de la durabilité à l'issue de l'approche Top-down. Nous décrirons par la fin la méthode d'agrégation utilisée dans laquelle nous avons retenus la méthode de la somme pondérée par la méthode AHP.

Nous terminerons enfin cette étude par une tentative de test pour évaluer les performances des bâtiments d'habitation sur un cas réel algérien vis-à-vis de la qualité architecturale et de la performance énergétique. Nous verrons que les données et informations nécessaires manquent encore dans ce domaine ce qui nous a obligés à se contenter dans nos tests sur quelques indicateurs de performances.

Chapitre I

Étude bibliographique - État actuel des connaissances sur le sujet

Dans ce chapitre nous présentons la notion de DD, l'historique d'apparition de ce terme, et leurs objectifs ainsi que son application dans le domaine de construction (résidentiel) avec une démonstration des méthodes d'évaluation.

I.1. Introduction

Une opération de construction nécessite un nombre très important de séquences, allant des études préalables jusqu'à la "mise en service" de l'ouvrage. Le problème ne s'arrête pas ici mais il continue à se manifester après la mise en service de la construction (du bâtiment) sous forme de dégradations structurelles et surtout environnementales, problèmes d'accès, non adaptation et non suffisance des espaces, ... La diversité et la complexité de ces différentes séquences ont conduit l'homme à changer sa politique classique de construction et à adopter des idées nouvelles qui s'inscrivent dans un nouveau concept qui est le concept du développement durable.

Le développement durable (DD) est une expression dont la définition la plus explicite demeure notre capacité à satisfaire nos besoins présents sans compromettre ceux des générations futures, ceci à l'échelle mondiale bien évidemment.

Dans ce premier chapitre, nous essayerons de faire un état de l'art, le plus exhaustif possible, sur la notion du DD ainsi que sur son application dans le domaine du bâtiment d'habitation.

I.2. Notion de Développement Durable – DD

I.2.1. Définition

Le développement durable (*En anglais : sustainable development*) est un ensemble des activités humaines dans les différents domaines qui mènent à la croissance tout en intégrant les paramètres et les conditions écologiques et sociales à l'économie (S.Abdelaziz, 2011).

Ce dernier n'ayant pas de correspondance exacte en français. Il est souvent présenté comme la recherche d'un équilibre entre trois pôles : le social, l'environnemental et l'économique. Cette représentation correspond au modèle de (Jacobs & Sadler, 1994), inspirée de la théorie des ensembles et présentée en Figure I.1.

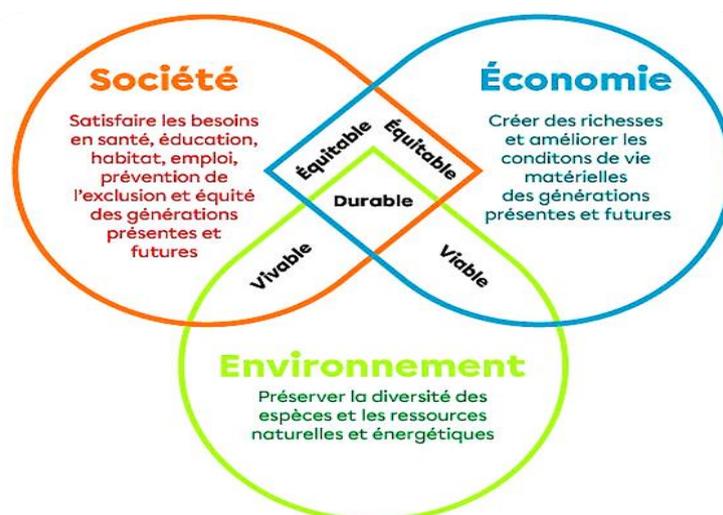


Figure I. 1 La notion de développement durable

Selon la définition donnée dans le rapport de la commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'organisation des nations unies dit rapport Brundtland, ou cette expression est apparue pour la première fois en 1987 : « le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs besoins » (Essabri, 2017).

Le développement durable est un développement, économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement soutenable. Il est respectueux des ressources naturelles et des écosystèmes, support de vie sur Terre, qui garantit l'efficacité économique, sans perdre de vue les finalités sociales du développement que sont la lutte contre la pauvreté, contre les inégalités, contre l'exclusion et la recherche de l'équité.

Une stratégie de développement durable doit être gagnante de ces comportements humains parviennent à concilier ce qui semble pour beaucoup inconciliable, parviennent à élargir leur vision d'où il impose d'ouvrir notre horizon temporel sur le long terme, celui des générations futures, et notre horizon spatial, en prenant en compte le bien-être de chacun, qu'il soit habitant d'un pays du Sud ou du Nord, d'une région proche, de la ville ou du quartier voisins. Le développement durable se fonde sur la recherche d'intégration et de mise en cohérence des politiques sectorielles et impose un traitement conjoint des effets économiques, sociaux et environnementaux de toute politique ou action humaine.

Une telle approche d'intégration impose des démarches multi partenariales et interdisciplinaires. Son succès repose sur le partenariat et la coopération entre acteurs de disciplines différentes (économie, sociologie, écologie, etc.), de secteurs différents (transport, eau, déchets, milieu naturel, développement social, etc.), de milieux différents (entrepreneurial, associatif, institutionnel, administratif, commercial, syndical, etc.), agissant à des échelons territoriaux différents, du niveau international au niveau local.

Le développement durable repose en fait sur une nouvelle forme de gouvernance, où la mobilisation et la participation de tous les acteurs de la société civile aux processus de décision doit prendre le pas sur le simple échange d'informations. Le développement durable entend promouvoir la démocratie participative et rénover l'approche citoyenne. L'accès à l'information, et la transparence en sont les prérequis (Cherqui, 2005).

I.2.2. Historique

Il est important de mettre en évidence l'histoire du concept du DD afin de comprendre les enjeux de sa naissance ; il s'agit de remonter non seulement le temps des événements mais aussi des idées pour identifier les sources qui ont contribué à cette naissance. Ce concept est toute fois à apparu après une longue réflexion sur les activités humaines sur l'environnement.

Les premières grandes conférences internationales sur les impacts de cette activité sur l'environnement remontent à la fin de XIXe siècle (Vaillancourt, 1998), se concentraient surtout sur la protection de certains aspects environnementaux, ainsi les dégradations

écologiques progressives qui ont poussé à l'émergence d'une prise de conscience de la problématique.

Dans ce contexte (Aubry & Rau, 1997) préconisaient une gestion équilibrée des ressources et recommandaient, dès 1836, l'idée de « la transmission de génération en génération d'un patrimoine, si ce n'est fructifié, pour le moins conservé dans son état et non dégradé ».

Ce mouvement est donc apparu en parallèle aux premières dérives de l'industrialisation ; il peut être considéré comme une première image des revendications du développement durable (Boutaud, 2005). L'évolution des premières actions environnementales sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau I. 1 Premières conventions environnementales internationales

1885	Convention de Berlin sur les saumons du Rhin.
1895	Conférence de Paris sur la protection des oiseaux.
1900	Conférence de Londres sur la protection des mammifères africains.
1902	Conférence internationale de Paris sur la protection des oiseaux.
1910	Le congrès international de zoologie à Graz 'Autriche'. Création d'un comité provisoire chargé d'étudier la question de la protection de la nature dans le monde.
1923	Premier congrès international non gouvernemental pour la protection de la nature (faune, flore et monuments naturels) à Paris.
1950	Premier rapport sur l'état de l'environnement dans le monde (UICN-Union Internationale pour la Conservation de la Nature.
1968	Paul Ehrlich publie ' <i>The Population Bomb</i> ' qui parle sur les liens entre la population humaine ; l'exploitation des ressources et l'environnement

Dès le début des années 1910, un changement progressif qui favorise la protection de la nature et des ressources. L'ensemble et la multiplication de ces réunions conduit à une « vision mondialisée d'une situation de crise » (Veret, 1995) dont un des problèmes visés est la dégradation du milieu environnemental.

La prise de conscience mondiale des dangers que risque la planète n'a cessé de s'accroître. Le premier rapport sur l'état de l'environnement dans le monde, publié en 1951 par l'Union International pour la Conservation de la Nature (UICN), fait un constat alarmant de la détérioration de la nature (Milon & Tschöcke, 2008). Ce qui a conduit à concevoir de manière antagoniste croissance économique et respect de l'environnement. Des conflits d'intérêts ont émergé entre ces deux exigences qui sont apparues, jusqu'à nos jours, comme contradictoires (Boutaud, Jury, & Harpet, 2009).

Au début des années 1970, une nouvelle approche des rapports de l'homme à la nature est apparue basée sur la qualité de la vie et la protection de l'environnement qu'on l'a appelée le « *New environmentalisme* » (Blandin, 2012). Les modèles de croissance sont critiqués et le concept du développement souffrait d'une crise de légitimité au niveau international (Godard & Hubert, 2002).

Entre le modèle de croissance économique et la cause environnementale, le Club de Rome¹(1970) lance l'idée de la « *croissance zéro* » dans un premier rapport intitulé « *Halte à la croissance* ». Ce rapport, à la suite du courant de pensée de Malthus², dénonçant le danger que représente une croissance économique et démographique exponentielle du point de vue de l'épuisement des ressources (énergie, eau, sols), de la pollution et de la surexploitation des systèmes naturels et souligne les limites de la disponibilité des ressources de la biosphère (Vaillancourt, 1998).

Tableau I. 2 Évènements clés du DD

1972	Une conférence des Nations unies sur l'environnement humain à Stockholm.
1976	HABITATI. Première conférence des Nations Unies sur les établissements humains.
1980	la première expression utilisée en anglais « <i>sustainable development</i> ». dans un rapport publié par l'Union internationale pour la conservation de la nature.
1987	Le rapport Brundtland « <i>notre avenir à tous</i> » commission mondiale sur l'environnement et le développement.
1992	Deuxième Sommet de la Terre 'Rio de Janeiro ' conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement.
1995	'Copenhague' le sommet mondiale sur le développement social.
2000	Objectifs du millénaire pour le développement fixé par les Nations Unies.
2002	Johannesburg sommet mondiale sur DD.
2005	Protocole de Kyoto sur les gaz à effets de serre entre en vigueur.
2009	Négociations de Copenhague sur le climat.
2010	Conférence sur la biodiversité à Nagoya et celle des Pâtes à Cancun.
2011	Conférence de Durban.
2012	Sommet RIO +20.
2015	Conférence de Paris sur l'environnement (COP21).

Une prise de conscience de la crise environnementale a pris une forme politique et institutionnelle avec l'organisation de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement à Stockholm en 1972 (Godard, 2005). Cette conférence constitue la première rencontre internationale portant sur l'environnement naturel de l'homme au cours de laquelle le terme « *écodéveloppement* » allait naître et repris par le français Ignacy Sachs, (Morvan, 2000). Elle est généralement considérée comme l'acte initial de la genèse du développement durable (Demaze, 2012). Le premier à noter clairement les actions anthropiques sur la nature est Le Club de Rome, avec le rapport Meadows de 1972 ; Il établit des liens formés entre le développement économique et la dégradation de l'environnement et préconise l'impossibilité de maintenir une croissance économique forte à très long terme à cause des limites des ressources naturelles. La publication du rapport Meadows va marquer le début d'une série de

¹ « Le Club de Rome est une association internationale et non politique réunissant des scientifiques, des humanistes, des économistes, des professeurs, des fonctionnaires nationaux et internationaux ainsi que des industriels de 33 pays, préoccupés des problèmes complexes auxquels doivent faire face toutes les sociétés, tant industrialisées qu'en développement ».

² La doctrine de Malthus (1766-1834) élaborée à la fin du 18^{ème} siècle, se base sur le décalage entre l'évolution rapide de la démographie et l'accroissement.

critiques adressées aux modèles de développement conventionnels. D'autre part (Baker, 2006) qui a dressé une typologie de ces critiques, a affirmé qu'il est impossible de reproduire à l'échelle globale ce modèle de développement qui nécessite une exploitation intensive des ressources naturelles. Finalement, ces modèles conventionnels de développement économique ne considèrent pas les capacités de l'écosphère et la finitude des ressources naturelles, alors que ces deux éléments sont des limites naturelles à la croissance économique.

Afin de répondre à ces critiques et à la crise environnementale mondiale, l'Assemblée générale des Nations Unies adopte la résolution 38/161, en 1983, qui permet la création de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement. Cette commission, faite par les Nations Unies, a pour objectif de développer "un programme global de changement" dont les trois buts principaux sont de :

- Proposer des stratégies à long terme en matière d'environnement pour assurer un développement durable jusqu'à l'an 2000 et au-delà ;
- Recommander des méthodes pour faire en sorte que l'intérêt porté à l'environnement se traduise par une coopération entre les pays 'pays de niveau de développement différent' ;
- Envisager des moyens permettant à la communauté internationale de faire face plus efficacement aux préoccupations en matière d'environnement.

En 1987, la publication du rapport '*Notre Avenir à tous*' de la commission mondiale sur l'Environnement et le développement (Commission dite Brundtland, du nom de Mme Gro Harlem Brundtland qui l'a présidée), consacre le terme de "Sustainable Development", proposé par l'UICN en 1980 dans son rapport sur la Stratégie mondiale de la conservation, et successivement traduit en français par '*développement soutenable*' puis '*développement durable*' ou '*développement viable*'.

Il est défini comme : « *le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs besoins* ». Le développement durable sera consacré par 182 états lors de la conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED, ou sommet de la planète Terre) en 1992 à Rio de Janeiro. La conférence mondiale sur les droits de l'homme qui se tiendra à Vienne en 1993, insistera sur le droit des populations à un environnement sain et le droit au développement, deux exigences sujettes à controverse et auxquelles certains états membres s'étaient opposés jusqu'au sommet de Rio. Le Sommet mondial sur le développement social qui se tiendra à Copenhague en 1995, se référera à cette notion de développement durable en approfondissant le volet social : « la notion de développement social renvoie à une approche intégrant l'économique et le social et à une volonté de valorisation des ressources économiques, sociales, culturelles d'une société, notamment celles des groupes les plus vulnérables ».

Le Sommet du Millénaire, de New York (2000), fait le point sur l'avancement des travaux engagés à Copenhague et adopte la Déclaration du Millénaire, dans laquelle sont réaffirmés les objectifs internationaux pour le développement (OID) issus des principales conférences

des années 1990. 2001 est marqué par deux conférences mondiales en lien avec la dimension sociale du développement durable : la Troisième conférence des Nations Unies sur les pays les moins avancés (Bruxelles), et la Conférence mondiale contre le racisme la discrimination raciale, la xénophobie et l'intolérance qui y est associée (Durban).

La Conférence sur le financement du développement ([Monterrey, 2002](#)) a permis d'aboutir à un consensus sur la question du financement du développement à l'échelon intergouvernemental, qu'il conviendra de mettre en perspective avec les finalités d'un développement durable lors de la Conférence sur le Développement Durable de Johannesburg en septembre 2002.

La convention 'cadre sur le changement climatique' a pour objet la 'stabilisation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique du système climatique Les pays de l'OCDE se sont engagés à stabiliser en 2000 leurs émissions de gaz à effet de serre au même niveau qu'en 1990. En 1997, le protocole de Kyoto fixe des objectifs de réduction pour les pays industrialisés au-delà de l'an 2000 : 5,2% sur la période 2008-2012 par rapport à 1990 pour les pays industrialisés, 8% pour l'Union européenne, 0% pour la France. Au fil des conférences des parties : Buenos Aires (1998), Bonn (1999), La Haye (2000).

En 2010, la convention sur la diversité biologique reconnaît pour la première fois que la conservation de la diversité biologique est "une préoccupation commune à l'humanité et qu'elle fait partie intégrante du processus de développement. Elle fixe trois objectifs. la conservation de la diversité biologique, l'utilisation durable de ses éléments et le partage équitable des avantages découlant de l'exploitation de ses ressources génétiques. Elle s'étend au domaine de la biotechnologie.

I.2.3. Objectifs du développement durable

Les objectifs de développement durable sont répertoriés en trois aspects fondamentaux : économique, social, et environnemental ; Ils représentent les piliers de DD. Dans chaque pilier des objectifs avec cibles et sous-cibles sont définis ([Zekiouk, 2009](#)) (Tableau I.3,4,5,6) ;

- **Efficacité économique** : replacer le développement d'activités au service des besoins humains, en privilégiant la création d'emplois et le respect de l'environnement. Cela signifie notamment une utilisation efficace des ressources naturelles, financières et humaines ; une efficacité économique non seulement pour l'investisseur, mais également pour la collectivité toute entière (réflexion sur les coûts globaux, les externalités sociales et environnementales...).
- **Équité sociale** : en donnant à tous, et prioritairement aux plus démunis, l'accès aux biens et services répondant à leurs besoins (revenu, logement, soins de santé, éducation...) et en réduisant les inégalités sociales.
- **Protection de l'environnement** : par l'utilisation minimale des ressources naturelles et par la lutte contre les pollutions.

Tableau I. 3 Objectifs, cibles et sous cibles de développement durable (Brochard, 2011)

Objectif	Cibles	Sous-cible	Indicateur
Préserver et valoriser l'héritage et conserver les ressources	Réduire la consommation d'énergie et améliorer la gestion de l'énergie	Améliorer l'efficacité énergétique : chauffage et ventilation	% des bâtiments avec un système de chauffage -ventilation – isolation meilleur que la réglementation nationale (ou à la moyenne)
		Améliorer l'efficacité énergétique électricité	Consommation électrique par habitant dans le secteur résidentiel
		Utiliser au maximum les énergies renouvelables	% des logements et des bâtiments publics du quartier utilisant des énergies renouvelables
		Lutter contre les émissions de gaz à effet de serre	Mesures de réduction des émissions de gaz à effet de serre pour le chauffage des bâtiments résidentiels
	Améliorer la gestion de la ressource eau et sa qualité	Économiser la ressource en eau potable	Consommation d'eau potable de secteur résidentiel du quartier % des équipements publics économisant l'eau
		Utiliser les eaux pluviales	% des bâtiments utilisant l'eau de pluie
		Gérer les eaux pluviales	% des eaux pluviales des zones imperméabilisées localement
		Améliorer le réseau d'assainissement	Qualité de réseau d'assainissement
	Éviter l'étalement urbain et améliorer la gestion de l'espace	Optimiser la consommation d'espace	Densité urbaine Surface d'espace public disponible par habitant
		Requalifier les friches urbaines ainsi que des terrains et sites pollués	Surface des friches et des sites pollués en %
		Intégrer des préoccupations environnementales dans les documents d'urbanismes	Nombre de cibles prises en compte dans le règlement du PLU concernant le quartier (% par rapport aux 21 cibles HQE ² R)
	Optimiser la consommation des matériaux et leur gestion	Prendre en compte des matériaux et produits recyclables et réutilisables dans les processus de construction, de réhabilitation et de démolition	% de bâtiments construits, réhabilités ou démolis en prenant en compte l'utilisation des matériaux recyclés, les labels environnementaux, des certifications ou des normes environnementales, les cycles de vie des matériaux et des produits-équipements ainsi que la facilité d'entretien et de maintenance
		Idem dans les espaces publics	Même chose pour les infrastructures
	Préserver et valoriser le patrimoine bâti et naturel	Mettre dans valeur la qualité du patrimoine architectural	Mesures pour préserver et mettre en valeur le patrimoine architectural
		Préserver /valoriser le patrimoine naturel	% d'espace publics qui font l'objet de mesures pour préserver ou améliorer le patrimoine naturel et la biodiversité

Tableau I. 4 Objectifs, cibles et sous cibles de développement durable (Suite)

Objectif	Cible	Sous-cible	Indicateur
Améliorer la qualité de l'environnement local	Préserver et valoriser le paysage et la qualité visuelle	Préserver la qualité des entrées de quartier	Mesures et prescriptions prises pour préserver ou améliorer la qualité des entrées du quartier
		Préserver la qualité visuelle du mobilier urbain	Mesures et prescriptions pour prendre en compte la qualité visuelle dans les mobiliers urbains
	Améliorer la qualité des logements et des bâtiments	Améliorer la qualité du bâti	% de bâtiments ayant une façade de qualité médiocre
		Améliorer la qualité des logements	% de projets ou de bâtiments construits ou réhabilités avec la démarche HQE
		Prendre en compte la satisfaction des usagers	% de résidences principales vacantes
	% de logements adaptés aux personnes âgées et aux personnes à mobilité réduite		
	Améliorer la propreté, l'hygiène et la santé	Améliorer la propreté dans le quartier et les parties communes	% d'espace publics et de locaux ou parties communes mal entretenus
		Éradiquer l'insalubrité des logements	% de logements insalubres
			% de logements sur occupés (>2 par pièce)
	Garantir le droit et l'accès aux soins et à la santé	Présence de médecins (secteur public ou privé ou hôpitaux) et infirmiers	
	Améliorer la sécurité et la gestion des risques	Améliorer la sécurité des personnes et des biens	Nombre de délits de crimes et de vols pour 1000 habitants
		Améliorer de la sécurité routière	Nombre de blessés de la circulation pour 1000 habitants
		Gérer localement les risques technologiques	% d'habitantes exposés à des produits ou matières dangereuses nécessitant un contrôle spécifique
		Gérer localement le risque naturel	Nombre d'habitantes exposé à un risque naturel sans mesure de protection ou de sécurité prise par la ville
	Améliorer la qualité de l'air	Améliorer la qualité de l'air intérieur	% des bâtiments récents avec des spécifications sur la qualité de l'air intérieure
		Améliorer la qualité de l'air extérieur	% d'habitantes ou usages exposés à une pollution en NO ₂ supérieure à 50 µg /m ³ en moyenne horaire annuelle
	Réduire les nuisances sonores	Réduire les nuisances liées au voisinage	% habitantes soumis à des nuisances sonores
		Réduire la pollution sonore liée au trafic dans le quartier	Longueur de voirie sujette à une nuisance sonore de 65 dB (A) et plus en 6h –22h
		Réduire la nuisance sonore dans les chantiers de construction	% de chantier de construction, démolition ou réhabilitation prenant en compte de problème du bruit pour les riverains et les compagnons
Minimiser les déchets et améliorer leur gestion	Gérer les déchets ménagers	% des déchets collectés par collecte sélective	
	Gérer les déchets de chantier	% de chantier prenant en compte la gestion des déchets	

Tableau I. 5 Objectifs, cibles et sous cibles de développement durable (Suite)

Objectif	Cible	Sous-cible	Indicateur
Améliorer la diversité	Diversité de la population	Améliorer la diversité sociale et économique	Ratio de diversité de la population active selon les catégories socio – professionnelles
			Part population inactive /population active
		Améliorer la diversité intergénérationnelle	Distribution de la population par tranche d'âge (a/b /c)
	Diversité des fonctions	Favoriser la présence d'activités économiques	Nombre d'emploi pour 100 habitants
		Favoriser la présence de commerces	Nombre de commerces de détail pour 1000 habitants
		Favoriser la présence d'équipements et de services	Nombre d'équipement et de services publics à de moins de 300 m
	Diversité de l'offre de logements	Améliorer les diversités des logements	% de logements sociaux
			% de ménages propriétaires de leur logement
Améliorer l'intégration	Augmenter les niveaux d'éducation et la qualification professionnelle	Lutter contre l'échec scolaire	% des enfants ayant un retard scolaire en sortant du primaire
		Renforcer le rôle de l'école dans le quartier	Nb de jours d'absence dans les écoles /Nb d'élèves du quartier dans l'école
	Favoriser l'accès de la population à l'emploi, aux services et équipements de la ville	Améliorer l'intégration socioéconomique des habitants dans la ville	% d'habitantes logeant à moins de 300 m d'un équipement ou service public, ou d'un arrêt de transport en commun qui lui permet d'aller directement à cet équipement
			Taux de chômage
	Améliorer l'attractivité du quartier en créant des espaces de vie et de rencontre pour tous les habitantes de la ville	Favoriser la présence d'activités ou d'équipement attractifs dans le quartier	Nombre d'équipement ou services d'intérêt communal ou d'agglomération pour 1000 habitants
			Nombre de jours par an marques par un évènement type marché, foire, exposition,...
Longueur des voiries sans trottoirs ou avec des trottoirs de mauvaise qualité			

Tableau I. 6 Objectifs, cibles et sous cibles de développement durable (Suite)

Objectif	Cible	Sous-cible	Indicateur
Renforcer le lien social	Éviter les déplacements contraints et améliorer les déplacements à faible impact environnemental (transports en commun, 2 roues, marche)	Développer des cheminements piétons et cyclistes	Longueur de voirie en site propre dans le quartier (transport en commun, voies piétonnes, pistes cyclables) en mètres linéaires par habitant
			Part de la marche à pied et du vélo dans les déplacements des habitants
		Longueur des voiries sans trottoirs ou avec des trottoirs de mauvaise qualité	
	Renforcer la cohésion sociale et la participation	Mettre en place des systèmes de déplacements non ou peu polluants, efficaces, diversifiés et cohérents	Système municipaux ou privés favorisant les modes de circulations douces et les transports en commun
			Engager des habitantes et des usagers dans le processus de DD
		Favoriser la participation des habitants aux décisions et projets du quartier	Nombre de bâtiments construits ou réhabilités en prenant en compte l'avis et les demandes des habitants
	Améliorer les réseaux de solidarité et le capital social	Renforcer de la vie collective	Nombre d'habitants participant à des activités communautaires ou de solidarité par rapport au nombre d'habitants total du quartier
		Favoriser la participation des habitants au développement d'une économie locale	Présence d'activités dans le domaine de l'économie sociale et solidaire
		Améliorer la solidarité Nord / Sud ou les liens avec la planète	Nombre d'actions de solidarité Nord / Sud

I.3. Le développement durable dans le domaine de la construction

I.3.1. Contexte général

La durabilité est un objectif qui vise le secteur de la construction vu qu'il est le secteur industriel qui mobilise le plus de ressources (Matière et énergie). À partir de ce constat, les structures doivent répondre alors aux exigences du DD dans chaque pilier et en touchant le maximum possible des cibles.

Les ouvrages concernés par la construction durable peuvent être de différentes tailles, allant de la maison individuelle à un projet immobilier complexe où peuvent se côtoyer : Locaux tertiaires, bâtiments publics, logement collectifs, aménagement d'éco-quartiers et même

desimplantations industrielles illustrant les politiques conjointes de développement durable d'un territoire et d'une entreprise.

Une démarche de construction durable peut aussi bien concerner des chantiers de réhabilitation que des chantiers neufs. À l'étape de la construction, certains matériaux d'un projet de construction durable peuvent être plus chers par rapport à un projet conventionnel, lors de l'utilisation de techniques de pointe, ou bien, réellement moins cher, comme dans le cas de la maison en paille qui réemploie des matériaux locaux vendus à faible coût et favorise le circuit court. (L. D. Brochard, 2011)

I.3.2. Pourquoi construire durablement ?

Les enjeux de la construction durable se déclinent dans les registres de l'environnement et de la qualité de vie. Sur le plan environnemental, l'éco construction donne la priorité aux matériaux de construction durable et recyclables tels que le chanvre, la brique de terre crue, la fibre de bois, la ouate de cellulose, la laine de mouton, etc. Elle prône également l'utilisation des énergies renouvelables (géothermique, solaire, bois, etc.), et invite les propriétaires ou locataires de la construction à mieux gérer les ressources. Côté occupants, la construction durable permet de profiter d'un logement sain (meilleure qualité de l'air intérieur) et d'un plus grand confort (isolation acoustique, isolation thermique, etc.). Elle garantit enfin des économies importantes sur la facture énergétique, une fois le coût des investissements initiaux amortis :

- La construction durable préserve les ressources et veille à une consommation modérée en ressources et à des cycles de vie fermés des matériaux ;
- Des analyses de cycle de vie comparatives permettent de choisir des matériaux économes en ressources ainsi qu'un degré élevé en recyclage permet de freiner l'épuisement des ressources ;
- Cycle de vie d'un bâtiment : "de la conception à la démolition" ;
- L'ensemble du cycle de vie d'une construction durable prend en compte toutes les « périodes de vie » des matériaux de construction utilisés : l'extraction des matières premières, l'installation, l'utilisation et la recyclabilité du matériau lors de la démolition ;
- Le candidat à la construction durable emploie des matériaux de construction écologiques ayant un impact réduit sur l'environnement. L'épuisement des matières premières et la production des matériaux de construction ont des effets sur l'environnement, notamment sur l'effet de serre, la diminution de la couche d'ozone, la formation de smog, l'acidification et la sur fertilisation des sols ;
- Le calcul de l'impact sur l'environnement permet d'évaluer l'écologie des matériaux de construction pour votre maison ou pour toutes autres constructions ;
- Les constructions durables assurent une valeur stable telle que le candidat à la construction durable regarde vers l'avenir et réfléchit en termes de cycles de vie ;

- Les coûts du cycle de vie comprennent tous les coûts occasionnés par un bâtiment ou une maison, depuis le développement du projet jusqu'à sa démolition, c'est-à-dire les dépenses uniques (frais d'investissement) et récurrentes (frais d'exploitation).

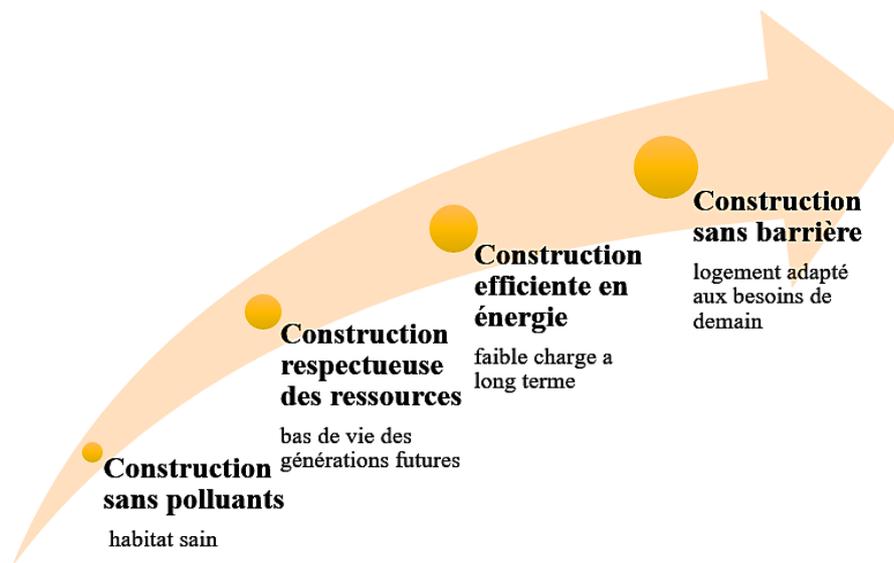


Figure I. 2 Objectifs d'une construction durable (B.Laratte, 2015)

I.3.3. Le DD dans le secteur du bâtiment – Durabilité des bâtiments

I.3.3.1. Contexte général

Le bâtiment, en présentant de 30 à 50 % des besoins en énergie d'un pays (J.Widmer, 1996-2001), présente un secteur essentiel pour une économie d'énergie efficace et durable, les émissions liées aux bâtiments et aux transports contribuent à 47 % à l'effet de serre³

Il existe ainsi un lien étroit entre la lutte contre l'effet de serre et la politique de l'habitat. La nécessité de préserver un environnement sain a donné naissance à une vision de l'habitat écologique optimisant l'utilisation des ressources renouvelables.

Un bâtiment dont les impacts sur l'environnement est maîtrisable, et l'intérieur est hygiénique et confortable, à travers une architecture ou la qualité de l'air, l'isolation sonore et l'utilisation de matériaux naturels ou du moins non toxiques sont à considérer (Ch.E. Chitour, 1994).

Sur autre part le bâtiment écologique tient compte intelligemment du soleil et du climat, combine économies d'énergie et d'eau et réduit voir se passe des énergies polluantes.

En effet, dans chaque espace habitable se déploie un principe de développement durable : la maîtrise de l'énergie dans le salon ; la gestion de déchets alimentaires dans la cuisine, la préservation de l'eau et son chauffage dans la salle de bains, les matériaux de construction et d'isolation dans la construction entière.

³Programme Local de l'Habitat – Diagnostic – Grand Lyon. Politiques de l'habitat et développement durable : Enjeux et perspectives. p140

I.3.3.2. Qu'est-ce qu'un bâtiment durable ?

Parlant des principes du développement durable, le bâtiment durable ou « le bâtiment vert ou bien » dite aussi « le bâtiment à haute qualité environnemental » ; c'est celui qui continue à assurer l'abri et le confort de l'utilisateur, de plus il devra faire en sorte que son impact sur l'environnement extérieur soit minimisé ainsi que l'architecture devra concilier trois mondes différents, celui de l'économie, celui de l'écologie et celui du social.

I.3.3.3 Écoconception et durabilité, ou bien : Bâtiment vert et bâtiment durable, quelle différence ?

Dans leur vie complète cycle, les bâtiments ont une grande influence sur l'environnement en raison de leur utilisation de matières premières, la création de déchets et émissions. Les bâtiments consomment 40 % de l'énergie finale totale dans l'UE pour leur fonctionnement seul et produisent également une partie similaire des émissions de gaz à effet de serre. Les bâtiments utilisent 30 % de matière première sources et 20 % d'eau. Les bâtiments sont responsables de la création de 30 % de déchets (Eurostat, 2012 ; Lowe & Ponce, 2008).

Il y a de plus en plus d'avertissements de scientifiques et experts concernant l'atteinte et le dépassement des limites de notre planète en raison de l'activité humaine (Rockstroem et al. 2009).

Les principaux problèmes liés à cela sont le climat changement, la charge en aérosols atmosphériques, l'utilisation de l'eau, l'épuisement de la couche d'ozone, la pollution chimique et la perte de biodiversité.

Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2007 : 36-41), l'activité humaine et l'émission de gaz à effet de serre depuis la révolution industrielle sont les plus raisons probables de l'accélération du changement climatique et de la apparition de phénomènes météorologiques extrêmes.

L'utilisation du bâtiment méthodes d'évaluation encourage une réduction des effets des bâtiments sur l'environnement et a également d'autres avantages (Ebert et al. 2011 : 24).

- les demandes représentent des directives de planification et aident les investisseurs spécifier la qualité de construction souhaitée lorsque le projet est en cours d'appel d'offres ;
- la qualité de vie dans l'immeuble est améliorée ;
- le bâtiment engage des dépenses moins importantes tout au long de son cycle de vie ;
- il y a une plus grande transparence dans le processus de planification ;
- la valeur marchande de l'immeuble est supérieure en raison de la qualité éprouvée ;

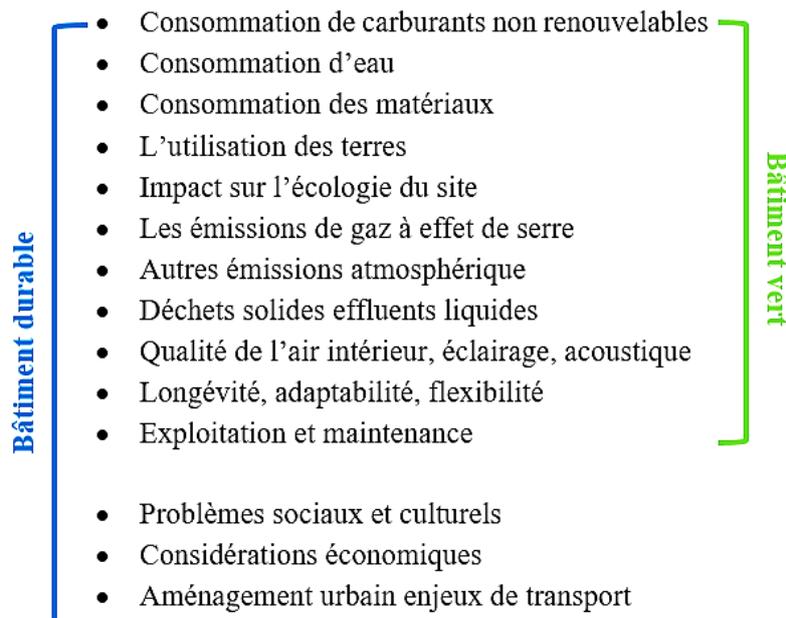


Figure I. 3 le champ de bâtiment durable et vert

Il n'existe pas de définition normalisée du terme mais les différents acteurs du métier s'accordent à dire que l'éco conception est la prise en compte des aspects environnementaux d'un produit dès sa conception (AFNOR, 2008). Sur son site internet, l'ADEME précise de la manière suivante : L'éco conception consiste à intégrer l'environnement dès la phase de conception des produits, qu'il s'agisse de biens, de services. Cette intégration repose sur une approche globale et multicritère de l'environnement et est fondée sur la prise en compte de toutes les étapes du cycle de vie des produits.

Le concept appliqué au secteur du bâtiment devient le suivant : l'éco conception consiste à prendre en compte les aspects environnementaux lors de la conception d'éléments de construction (du matériau de construction jusqu'au bâtiment entier) sur une base multicritère et en considérant toutes les étapes du cycle de vie de l'élément considéré.

On peut distinguer plusieurs « lignes directrices » : La démarche écologique dans un projet est une démarche globale qui intègre quatre grands thèmes (S.Benzemouli&R.Miloudi, 2018).

L'insertion de bâtiment dans son environnement: paysage , climat, et caractère de l'architecture locale.

Le choix raisonné des matériaux: matériau sain,renouvelable, durable,produit et transporté avec peu d'énergie .

Le confort optimale des habitants: régulation des températures,humidité,fonctionnalité intérieure etc

L'économie et la réduction des déchets des chantiers de construction.

Figure I. 4 Lignes d'érctrices de la démarche écologique

A. L'insertion au site

Le bâtiment écologique s'adapte avant tout à son environnement. Par exemple sur les constructions anciennes qui sont bien implantées dans la plupart des temps. Il respecte la végétation et même le vu extérieur. Il ne modifie pas de manière sensible (terrassements limités, etc.).

B. Un choix raisonné de matériaux

Le bâtiment écologique utilise des matériaux qui nécessitent peu d'énergie grise à la production et au transport du matériau sur le chantier ainsi qu'ils doivent être innovants ou mettre en œuvre des matériaux traditionnels.

Dans tous les cas, les choix doivent se tourner vers des matériaux renouvelables,sains et locaux). Par exemple, le bois est un matériau écologique et«durable» à condition qu'il provienne d'une forêt gérée à proximité du chantier de réalisation et qu'il ne soit pas traité avec des produits polluants.

C. Le confort

En prenant en considération la température, l'éclairage naturel et les systèmes de ventilation qu'il doit être correct. Dans certaines régions où les différences de température jour/nuit ou hiver/été sont moindres, des mesures passives suffisent pour un confort tout au long de l'année, L'atmosphère de notre bâtiment sera agréable dans ce cas.

Des éléments architecturaux ou végétaux peuvent aider à pallier certains désagréments climatiques. Par exemple, une toiture végétalisée limite les chocs thermiques : la couche de terre joue le rôle d'isolant en hiver, tandis qu'elle réduit sensiblement le besoin de rafraîchissement d'été (Figure I.5).



Figure I. 5 Bâtiments avec toiture végétalisée

D. Les déchets

La réduction des déchets lors de la construction et de l'entretien doit être prise en compte dès la conception d'une habitation écologique ainsi que matériaux utilisés sur le chantier doivent être bien quantifiés pour éviter les gaspillages inutiles et les pollutions dues aux transports. Les déchets produits lors de la construction doivent être triés et emportés sur des lieux de traitements spécialisés.

I.4 Méthodes et/ou outils d'évaluation et de notation de la durabilité des bâtiments d'habitation à l'échelle mondiale

I.4.1 Contexte général

Plus de la moitié de la population mondiale vit dans les zones urbaines qui sont raisons de la pollution avec une production de 60% des émissions de dioxyde de carbone et de gaz à effet de serre en utilisant les générations d'énergie, l'industrie, les véhicules et l'utilisation de la biomasse. L'unité composante qui influence directement sur l'équilibre est le bâtiment. Par conséquent, maintenant, le changement climatique met les villes au défi de réduire l'impact du bâtiment et de s'adapter à l'état changeant.

Par conséquent, la demande croissante de durabilité a fait naître des changements rapides dans les politiques, les lois et les réglementations à travers le monde concernant les produits et les procédés pour encourager des projets plus durables. (T.Hellström, 2017)

Aussi, la durabilité résout les problèmes locaux des communautés en progressant innovants, par la mise en œuvre de la durabilité est différente pour chaque communauté, mais elles partagent objectifs pour un environnement sain, une croissance intelligente et le bien-être humain

La prise en compte des principes de durabilité dans l'industrie du bâtiment est vitale pour l'environnement et l'être humain. Adopter des stratégies et des mesures passives qui répondent et réalisent le responsive design relève directement de la responsabilité des architectes.

Les principes et la science de l'architecture verte ne sont généralement pas assez de réflexion et de considération. Des facteurs tels que les caractéristiques du site, le climat, et l'orientation, la conception environnementale du bâtiment et le choix du bâtiment qui à son tour affecte le confort, la santé et l'efficacité d'énergie.

Cependant, pour tirer le meilleur parti de ces stratégies et mesures, une identification détaillée de la cible doit être définie. L'adoption de ces concepts a conduit le plus de pays à adopter des stratégies et des politiques officielles afin d'assurer la conception de bâtiments.

La performance du bâtiment et le confort des occupants sont au cœur de la conception du bâtiment cible. Les principes de l'architecture verte et de la physique du bâtiment ne sont pas assez donnés réflexion et considération.

Plus important encore, l'interférence de l'écologiste dans les projets d'architecture arrive généralement très tard dans le processus de conception. Face à ces faits, la plupart des pays ont adopté des stratégies et politiques pour gérer la performance du bâtiment. Les systèmes de notation sont parmi ces initiatives.

Le Système de notation, Il s'agit d'un système de mesure de la performance qui cumule le nombre de points ou de crédits possibles qui peuvent être gagnés en atteignant un niveau de performance dans plusieurs aspects analysés.

Le rôle primordial des méthodes d'évaluation et de notation de la durabilité des bâtiments est de vérifier et de présenter les caractéristiques du bâtiment à l'usage de normes sélectionnées et vérifiables. Un immeuble est évalué à la base d'une vaste sélection de critères dans divers domaines qui essaient du mieux qu'ils peuvent de s'en tenir aux objectifs et aux principes de développement durable en tenant compte de l'environnement, aspects économiques et sociaux.

Il y a différentes raisons derrière le développement et l'utilisation de ces méthodes d'évaluation. En premier lieu, il y a l'exigence d'une reconnaissance publique et transparente de la qualité de projets faisant preuve de bonnes pratiques. En tant que législation de la construction uniquement prescrit des exigences minimales, des projets qui dépassent ces normes prescrites et sont donc de meilleure qualité sont pas récompensés. (Mady. 2019)

I.4.2. Méthodes d'évaluation et de notation existante – Revue de littérature

L'importance de la conception durable a augmenté dans les années 1990. Évaluation environnementale du Building Research Establishment Method (**BREEAM**) une méthode britannique plus ancienne Procédé d'évaluation. Il a été développé par la recherche en bâtiment (BRE)(Kajikawa et al. 2011) qui a abordé les PIC requis pour une meilleure

performance environnementale des bâtiments. La dernière version de la méthode, qui prend en compte les dernières normes en matière de durabilité des bâtiments CEN/TC 350, est BREEAM 2011 (BRE Global, 2013a).

Dans 2000, le U.S. Green Building Council (USGBC) a développé un autre système de notation, qui est le Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). Il a été développé aux États-Unis par le U.S. Green Building Council (USGBC) pour Core et Shell a été utilisé comme cible de conception principale.

La méthode BREEAM a servi de base à la préparation de nombreuses autres méthodes d'évaluation qui ont maintenant assez répandu dans le monde (Fowler & Rauch, 2006) (Ebert et al. 2006) HQE (France), LEED (ZDA), Vert Globes (Canada), CEPAS, Green Star (Australie), HK BEAM (Hong Kong), Green Building Rating System (Corée du Sud).

Avec l'utilisation de méthodes d'évaluation des bâtiments, il est possible d'évaluer la qualité réelle du projet (König et al, 2010). L'autre raison en faveur de l'évaluation des bâtiments est une plus grande conscience écologique des investisseurs et une familiarité avec le potentiel négatif des bâtiments. D'autre part les systèmes de notation évaluent les impacts environnementaux des bâtiments, constructions, les infrastructures, les projets à l'échelle urbaine et les projets communautaires. Les systèmes de notation conçus pour aider les projets à être plus durables en fournissant des cadres avec un ensemble de critères qui couvrent plusieurs aspects de l'impact environnemental d'un projet. (E. Bernardi et al, 2017).

Les systèmes de notation utilisent les indicateurs de performance clés (IPC) pour assurer une haute qualité des applications de durabilité. (E. Bernardi et al, 2017). Les IPC sont utilisés pour les concepteurs de bâtiments et décideurs pour mesurer les impacts socio-économiques et environnementaux sur environnement, infrastructures, système de déchets, réglementation, pollutions, accès citoyen aux services, et plus encore. (M. Mohamed & al, 2018).

.D'autres aussi a répondu à l'intérêt et à la demande croissants pour une conception durable, y compris des systèmes de notation supplémentaires que la plupart d'entre eux ont été influencés par ces premiers programmes mais sont adaptés à leur propre contexte avec des priorités spécifiques. D'autres sentiers pour systèmes de notation destinés à traiter des questions plus larges de durabilité ou d'évolution des concepts tels que les aspects sociaux, l'énergie nette zéro et le bâtiment vivant et réparable notions.

On estime qu'il existe près de 600 certifications de produits verts dans le monde avec près de 100 en usage aux États-Unis, et les chiffres continuent de croître (Y.Roderick, 2010)

De nombreux autres systèmes de notation sont devenus une grande preuve de l'adaptation de la durabilité principes dans l'industrie du bâtiment. Le système de notation repose sur quatre grands composants. (E. Bernardi et al, 2017).

I.4.3. Les méthodes BREEAM, LEED et HQE – Comparatif

A. Par principes d'adaptation au contexte normatif local

- **BREEAM**

Jusqu'à le temps actuel, BREEAM est la seule certification qui a mis en place une procédure systématique de validation des standards utilisés pour chaque projet. Cette procédure facilite donc le travail de l'équipe de conception.

Ces standards sont donnés sous la forme d'un fichier Excel avec un onglet par pays, qui regroupe les différentes normes et guides de bonnes pratiques utilisables pour chacun des crédits. Le langage du référentiel fait donc appel aux « national best practice ».

- **HQE**

Le référentiel HQE reconnaît les standards Européens et Internationaux (normes ISO et ASHRAE notamment). De manière générale, le langage utilisé par le référentiel HQE fait une large place aux réglementations locales, ce qui en facilite l'application.

En cas de besoin, la reconnaissance d'une spécificité locale peut être validée par un principe d'équivalence, à soumettre au certificateur. Par ailleurs, la certification étant peu prescriptive les normes d'application sont un sujet moins sensible que pour BREEAM.

- **LEED**

La reconnaissance des réglementations locales par l'USGBC est un phénomène récent et a longtemps été un frein pour les projets LEED à l'extérieur des USA.

Cependant, on peut noter que des adaptations majeures ont été souhaitées dès 2012 pour la version LEED V3, afin de faciliter le processus de certification. Ces adaptations ont été présentées courant 2012 sous la forme d'un addenda au référentiel LEED V3 dénommé :

« LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction, with Global Alternative Compliance Path ». Ces adaptations ont été intégrées dans la dernière version du référentiel LEED (Version 4).

B. Par Référentiels de construction

Pour qu'un projet puisse prétendre à une certification environnementale, les prérequis sont les exigences minimales à atteindre. Ainsi, les prérequis sont fortement révélateurs de l'attention portée par le certificateur aux performances minimales attendues d'un bâtiment certifié.

Les trois certifications HQE, BREEAM et LEED ont des fonctionnements distincts pour les prérequis. Comme suit

- ✓ **BREEAM** : Prérequis fortement dépendants des niveaux de certifications
- ✓ **HQE** : Prérequis indépendants des niveaux de certifications et typologies de bâtiments
- ✓ **LEED** : Prérequis indépendants des niveaux de certifications, et parfois dépendant de la typologie de bâtiments

Bien que les certifications LEED et HQE ont 6 prérequis similaires et concernent les thématiques suivantes :

- Gestion des déchets de chantier
- Performance énergétique minimale
- Équipements hydro-économiques
- Mise en place d'un local déchet
- Mise en place de compteurs d'énergie
- Débits de renouvellement d'air minimums Prérequis

De plus, les certifications BREEAM et LEED ont des prérequis complémentaires à ceux de HQE :

- Le commissionnement des systèmes (LEED)
- L'interdiction d'amiante (BREEAM) et des restrictions fortes sur le tabagisme passif (LEED)
- La mise en place d'à minima un compteur d'eau (BREEAM et LEED)
- Le chantier à faibles nuisances (LEED)
- L'imposition sur le choix de ballasts électroniques pour les luminaires (BREEAM)

Par ailleurs, la certification HQE se démarque par l'imposition d'exigences sur le confort et la santé, là où les certifications BREEAM et LEED ont moins d'impositions, par exemple :

- Assainissement
- Confort thermique
- Confort acoustique
- Accès à la lumière du jour et accès aux vues
- Qualité sanitaire des espaces et de l'eau (cibles 12 et 14)

Enfin, on notera que la certification BREEAM est moins exigeante, et impose très peu de seuils minimums aux projets pour prétendre à la certification.

Synthèse :

Des correspondances importantes existent entre les prérequis LEED et HQE notamment sur la performance énergétique et les débits de ventilation. HQE a des prérequis complémentaires concernant le confort et la santé : accès à la lumière, aux vues, aspects sanitaires.

Par ailleurs, la certification BREEAM est moins exigeante sur l'intégration de prérequis, qui n'interviennent majoritairement qu'à partir du niveau « Excellent ».

I.5. Les méthodes multicritères d'aide à la décision – Un outil performant d'évaluation de la durabilité

I.5.1. Définition

C'est un outil qui permettra aux CRÉ de vérifier, à l'aide d'une méthode rigoureuse, si la gestion et le développement des ressources naturelles et du territoire proposés à partir de projets structurants contribuent au développement régional. Elle vise à élaborer un outil d'évaluation de projets potentiels qui permet d'encadrer une telle évaluation et concourent à la progression de leur région vers l'atteinte des visions de développement régional dont elles se sont dotées. Bien qu'elles prennent aussi en compte certains principes du développement durable.

L'outil propose une évaluation des projets potentiels via une démarche multicritère. Cette démarche a été sélectionnée vu les multiples avantages qu'elle procure.

D'abord, ce type de démarche concourt à remplacer les choix intuitifs par un modèle justifié et constitue un processus d'évaluation transparent. Une telle démarche permet également une évaluation sur la base de critères multisectoriels et hétérogènes vu la nécessité d'intégrer les trois pôles du développement durable, soit l'environnement, l'économie et la société, dans l'évaluation.

Par ailleurs, selon (Omann, 2004), une approche multicritère est capable de soutenir avec succès les mécanismes de décision en développement durable. Une démarche multicritère permet en outre de traiter des données non quantitatives et non commensurables. Enfin, l'approche multicritère offre l'opportunité à l'évaluateur ou au preneur de décision de se concentrer sur davantage de critères à la fois. (Gautier, 2005)

L'outil d'évaluation de projets potentiels encadrera les évaluations de projets en assistant les preneurs de décisions des CRÉ dans leur démarche, en plus de les orienter quant aux décisions à prendre en matière de priorité d'intervention et, le cas échéant, de mesure de redressement et de bonification. Enfin, l'outil d'évaluation de projets permettra aux CRÉ de suivre la progression de leur région vers l'atteinte des visions de développement puisque'il sera assorti d'indicateurs de suivi.

I.5.2. Domaines d'application

Le champ d'application de l'outil d'évaluation se limite à six régions ressources du Québec, soit la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine, le Bas-St-Laurent, la Côte-Nord, le Saguenay–Lac-St-Jean, l'Abitibi-Témiscamingue et la Mauricie de même qu'au territoire de la Baie-James faisant partie la région ressource du Nord-du-Québec. Ces six régions ressources possèdent chacune un PRDIRT.

La région du Nord-du-Québec, quant à elle, comporte quelques particularités. D'abord, elle possède trois entités agissant comme une CRÉ : l'Administration régionale Kativik, l'Administration régionale crie et l'Administration régionale Baie-James (MAMROT, 2014). Il est à noter que cette dernière succède à la Conférence régionale des élus de la Baie-James (CRÉBJ) depuis le premier janvier 2014 (Administration régionale Baie-James, 2014).

Une version préliminaire du PRDIRT du territoire de l'Administration régionale Baie-James a été élaborée par la CRRNT de la CRÉBJ. Le PRDIRT du territoire de l'Administration régionale Kativik, pour sa part, est en préparation (Pinard, 2014). Il n'a donc pas pu être consulté et c'est pour cette raison que ce territoire n'est pas considéré dans cet essai.

Le territoire de l'Administration régionale crie n'a également pas été considéré dans cet essai étant donné le manque d'information disponible et les difficultés de communication avec cette entité. Ainsi, le seul PRDIRT qu'il a été possible de consulter pour la région du Nord-du-Québec a été réalisé par la CRÉBJ et s'applique uniquement au territoire de la Baie-James. C'est donc pour cette raison qu'en plus de s'appliquer aux six régions ressources présentées précédemment, l'outil d'évaluation de projets s'appliquera également au territoire de la Baie-James.

L'outil d'évaluation de projets est ainsi destiné aux CRÉ des six régions ressources présentées précédemment. De plus, en ce qui concerne le territoire de la Baie-James, l'outil est destiné au Gouvernement régional d'EeyouIstchee Baie-James étant donné que les pouvoirs de la CRRNT de la Baie-James furent transférés, le premier janvier 2014, de la CRÉBJ au Gouvernement régional d'EeyouIstchee Baie-James (Simard, 2014).

Plus spécifiquement, l'outil s'adresse aux intervenants qui auront le mandat d'évaluer des projets potentiels avant leur mise en œuvre et qui auront un pouvoir décisionnel quant à la possibilité de dégager des fonds monétaires pour la réalisation de ces projets.

L'ensemble des six régions ressources mentionnées précédemment « forment un ensemble géographique et économique comportant des caractéristiques et des problématiques communes » (Gouvernement du Québec, 2001, p. v). Ces six régions sont caractérisées par une économie qui est fortement liée à l'exploitation des ressources naturelles et chacune de ces régions offre des potentiels de développement très importants (Gouvernement du Québec, 2001). En effet, leurs ressources naturelles constituent souvent les piliers du développement et le principal moteur économique des collectivités.

L'outil d'évaluation sera élaboré, destiné et adapté spécifiquement à ces régions étant donné qu'elles possèdent des réalités, des enjeux, des problématiques, des besoins et des priorités comparables.

I.5.3. Principales méthodes existantes

L'approche classique des problèmes de décision, c'est-à-dire l'optimisation d'une unique fonction économique, montre certaines faiblesses auxquelles les méthodes multicritères semblent pallier. La diversité de ces méthodes réside dans la façon d'effectuer la synthèse de l'information contenue dans chaque critère. Une classification selon trois grandes approches est alors proposée (agrégations complète, partielle et locale). (S. Ben Mena, 2000)

On se contentera de citer les quelques méthodes les plus répandues en introduisant leurs particularités.

A. Les bases méthodologiques

Lorsqu'on pose un problème multicritère, il s'agit d'en trouver la "solution la plus adéquate", compte tenu d'un certain ensemble de critères, cette solution pouvant prendre diverses formes (choix, affectation, classement).

On peut alors opérer en 4 grandes étapes 3 :

1. Dresser la liste des actions potentielles

D'après Roy (1985), "une action 'a' est la représentation d'une éventuelle contribution à la décision globale, susceptible, eu égard à l'état d'avancement du processus de décision, d'être envisagée de façon autonome et de servir de point d'application à l'aide à la décision (ce point pouvant suffire à caractériser a)."

2. Dresser la liste des critères à prendre en considération

Ces critères découlent des conséquences des actions, c'est-à-dire de "tout effet ou attribut de l'action susceptible d'interférer avec les objectifs ou avec le système de valeurs d'un acteur du processus de décision, en tant qu'élément primaire à partir duquel il élabore, justifie ou transforme ses préférences" (Roy 1985).

3. Établir le tableau des performances

Ce tableau est constitué, en lignes, des actions de A, et en colonnes, des critères de F. Les valeurs qui remplissent ce tableau ne sont rien d'autre que les $g_j(a_i)$. Ces nombres peuvent être des rangs, donc dépourvus de toute signification cardinale, d'où l'appellation de performance. Pour bien faire, chaque colonne contiendra aussi, comme information complémentaire, les fonctions seuils $q_g [g(a)]$ et $p_g [g(a)]$ et les éventuels "poids". On remarquera encore que cette représentation de A permet de comprendre chaque action comme un vecteur à n dimensions dans l'espace des critères.

4. Agréger les performances.

Il s'agit ici d'établir un modèle des préférences globales, c'est-à-dire une représentation formalisée de telles préférences relativement à un ensemble A d'actions potentielles, que l'homme d'étude juge appropriée au problème d'aide à la décision.

B. Les méthodes d'agrégation

Les trois premières étapes décrites au paragraphe précédent sont communes à toutes les méthodes et ne présentent que de faibles variations. La quatrième présente, elle, une diversité nettement supérieure. Si les méthodes d'agrégation sont si nombreuses, c'est parce qu'il est dans la nature des choses qu'aucune méthode ne respecte la totalité des exigences qu'un utilisateur pourrait trouver "normales" dans l'idée du multicritère (Schärlig, 1985). Il faut donc décider sur quelle exigence on va céder. Face à ce choix, on peut distinguer trois attitudes ou approches opérationnelles (Roy, 1985). Méthodes d'agrégation complète.

La première attitude serait d'inclure toutes les performances dans ce qu'on appellerait en mathématique une fonction d'utilité ou d'agrégation (Roy, 1985), en leur attribuant d'éventuels poids. Cela suppose que tous les jugements sont commensurables alors qu'une des justifications de l'approche multicritère est le non commensurabilité de ces jugements. Comme on l'a dit ci-avant, on cède sur une exigence : la commensurabilité.

Il est à noter que cette technique suppose en outre que les jugements soient transitifs, d'où l'appellation "agrégation complète transitive".

- **Méthodes d'agrégation complète**

La première attitude serait d'inclure toutes les performances dans ce qu'on appellerait en mathématique une fonction d'utilité ou d'agrégation (Roy, 1985), en leur attribuant d'éventuels poids. Cela suppose que tous les jugements sont commensurables alors qu'une des justifications de l'approche multicritère est la non commensurabilité de ces jugements.

Comme on l'a dit ci-avant, on cède sur une exigence : la commensurabilité. Il est à noter que cette technique suppose en outre que les jugements soient transitifs, d'où l'appellation "agrégation complète transitive". En outre on notera que Roy (1985) et (Maystre et al.1994) l'appellent encore "approche du critère unique de synthèse évacuant toute incomparabilité" et que (Vincke,1989) nomme cette approche "théorie de l'utilité multiattribut". Ce critère unique risque évidemment de passer toutes les nuances à la moulinette.

Toutefois, les méthodes d'agrégation complète peuvent s'avérer intéressantes ou tout simplement les seules utilisables (Schärlig, 1985).

La somme ou moyenne pondérée de notes est l'exemple le plus connu de ces techniques. Elle présente comme défauts, graves ou non selon la situation, une compensation possible entre critères (notes) et une forte sensibilité aux changements d'échelle. La multiplication de ratios,

avec les poids en exposants, est une méthode qui pallie ces défauts mais nécessite que chaque échelle de critère aille dans le même sens.

- **L'agrégation partielle**

Une seconde attitude est de respecter l'incomparabilité et l'intransitivité... au prix de la clarté des résultats ! En effet, cette technique ne permet pas d'obtenir un résultat indiscutable comme on s'y attend en général, pour tout ce qui est à base de mathématique (Schärli, 1985). Ici, on cède donc sur la clarté. Comme on se contente dans ce cas d'appréhender partiellement les conséquences des divers jugements, cette attitude est dite d'agrégation partielle.

D'autres (Roy, 1985 ; Maystre et al. 1994) l'appellent encore "approche du surclassement de synthèse acceptant l'incomparabilité" ou "méthodes de surclassement" (Vincke, 1989). Dans cette approche, la technique consiste à comparer les actions deux à deux et à vérifier si, selon certaines conditions préétablies, l'une des deux actions surclasse l'autre ou pas et ce, de façon claire et nette.

I.6 Conclusion

L'engagement dans une démarche de développement durable est généralement motivé par quatre types de raisons :

- Une conscience du devoir de faire face à des enjeux internationaux de première urgence ;
- Une volonté de répondre à des enjeux locaux et de satisfaire certaines aspirations profondes d'un nombre croissant de nos concitoyens ;
- La nécessité de répondre aux obligations et incitations de l'État, en particulier pour les territoires de projet que sont les pays, les agglomérations et les Parcs naturels régionaux ;
- La perspective de retirer des bénéfices directs et indirects de la démarche.

Une démarche de développement durable est désirable car elle permet d'améliorer la qualité de l'environnement, le développement social et l'efficacité économique à diverses échelles. Les impacts à moyen terme des démarches de développement durable sont encore difficiles à illustrer globalement compte tenu de leur jeunesse.

Le bâtiment de demain doit s'inscrire dans une démarche durable qui économise les ressources et remet en cause les matériaux polluants. C'est une construction qui se veut de qualité, durable, adapté au climat et aux ménages, préservateur de l'environnement par son architecture et ses matériaux.

Chapitre II

Durabilité des bâtiments d'habitation en Algérie - État des lieux

L'objectif de ce chapitre est de présenter un état des lieux, le plus exhaustif possible, du secteur résidentiel en Algérie à travers une analyse détaillée des données statistiques disponible (consommation énergétique, impact environnementaux, gestion des déchets, etc.). Nous décrirons aussi les stratégies adoptées par le gouvernement dans le cadre du DD dans le secteur.

II.1. Introduction

Aujourd'hui, l'Algérie arrive à un tournant de son histoire. Les formes d'énergies que nous utilisons majoritairement, basée sur les ressources fossiles, se raréfient.

De plus leur consommation libère de grandes quantités de CO₂, ce qui provoque de lourds bouleversements climatiques, les principaux responsables de cette décadence sont l'étalement urbain, l'épuisement des ressources naturelles, la gestion des déchets, la raréfaction des énergies fossiles et plus généralement le réchauffement climatique sont aujourd'hui au cœur des questions urbaines.

La manière dont nous construisons nos villes à un impact direct sur notre avenir commun. Donc, il faut agir, car chaque année qui passe nous laisse des marges de manœuvre de plus en plus étroites.

En Algérie le secteur du bâtiment est considéré comme étant le secteur le plus énergivore, il présente 42% de la consommation finale (S.Rahmouni, 2020), est considéré aussi comme étant le premier consommateur du foncier (S.Rahmouni, 2020).

Donc l'Algérie doit faire face à un problème environnemental croissant lié à l'évolution de sa démographie. En effet, que ce soit dans le secteur du logement, le secteur tertiaire, les besoins en énergies fossiles et renouvelables ; à la fin il faut trouver des solutions qui touchent chaque impact. Dans ce chapitre, on essaiera d'analyser le marché du logement en Algérie, pour donner des éléments d'appréciation et de compréhension de la crise dans le secteur.

II.2. Le secteur résidentiel en Algérie – Données et indicateurs

La politique du secteur résidentiel en Algérie s'est progressivement changée, en relation avec le déséquilibre financier enregistré à partir de 1986 et la demande des citoyens. Comme dans la plupart des pays en voie de développement, l'Algérie traverse une période de crise de logement, alimentée essentiellement par l'accélération du mouvement d'urbanisation ; la transformation de la structure familiale et les difficultés d'accessibilité pour certains segments du marché.

L'Algérie a dut faire face à une importante croissance démographique qui trouve son origine dans le conventionnel « Baby-Boom » ainsi que dans l'amélioration des conditions de vie qui succèdent à chaque guerre. Pour satisfaire ce besoin, des plans de développement furent initiés à partir de 1970. Ces plans ont accordé une part importante à l'habitat en recourant à l'industrialisation du bâtiment. (Y.Lasla , 2018)

L'Algérie demeure un pays à urbanisation rapide ce qui a conduit certainement à l'étouffement des villes, et en réponse aux répercussions de cette crise, les pouvoirs publics ont privilégié un type d'urbanisme où les zones d'habitat urbaines nouvelles constituaient le modèle de référence et qui aujourd'hui symbolisent un urbanisme dépassé en adoptant des différents types de logements (bâtiments d'habitation).

II.2.1. Le parc du logement en Algérie

II.2.1.1. Les différents types de logement en Algérie

L'adoption d'une nouvelle stratégie avait pour conséquence la promulgation de la loi sur la promotion immobilière (1986) (La loi n°86-07) en tant que premier élément de changement. Cette loi a donné la possibilité à toute personne ayant la capacité technique et financière pour les orienter vers la construction.

Le mode d'intervention de l'État dans le domaine du logement s'est progressivement diversifié et les programmes sociaux se sont appuyés par diverses formules d'offre destinées à l'accession à la propriété. En plus du logement promotionnel et du logement social locatif qui a constitué pendant longtemps le référentiel des politiques du secteur en Algérie, de nouveaux programmes ont été mis en place.

Il s'agit du Logement Social Participatif (LSP) ; La location-vente (LV) ; Le programme d'aide à l'habitat rural ; Le Logement Promotionnel Aidé (LPA), venant en remplacement aux formule (LV) et (LSP) et enfin le Logement Public Promotionnel(LPP). L'État a entrepris également des reformes visant à dynamiser l'offre de logements ; La violence affichée étant d'accéder à un marché immobilier plus ouvert à l'initiative privée nationale et étrangère. **(Tableau II.1&2)**

Il s'agit des entreprises publiques, à savoir : Les Office de promotion et gestion immobilière (OPGI).

L'agence pour l'Amélioration et le Développement du Logement (AADL), des opérateurs privés nationaux et des entreprises étrangères. [\(Y.Lasla&K.Oukaci, 2017\)](#)

Tableau II. 1 Les types de logements en Algérie

Anciennes formules	
Le logement collectif	Il se présente sous forme d'un groupement composant une même structure physique d'une construction. Il possède des espaces publics, semi publics ou privés. (A.Achour &R.Zerrouk; 2014)
Le logement semi collectif	Ce type de logement se présente généralement sous forme d'une construction à double étages contenant des unités de logements ayant chacun son accès indépendant. Il peut également se présenter sous forme de groupement de plusieurs maisons individuelles pour constituer un habitat de type intermédiaire (maisons groupées, à rang continu, ou jumelées) (A.Achour&R.Zerrouk ; 2014)

Tableau II. 2 Les types de logements en Algérie (suite)

Nouvelles formules	
Le logement social locatif	Le logement social locatif appelé communément « logement social » constitue une Formule émise par l'état pour faciliter aux populations les plus défavorisées d'accéder au logement. Dans cette formule les maîtres d'ouvrages et promoteurs sont des organismes publics (S.Benzemouli & S.Miloudi ; 2017).
Le logement social participatif ou le logement aide	C'est un programme de logements sociaux destiné aux populations à revenus moyens. Il constitue une formule d'aide d'accession à la propriété par une aide financière de l'état couplée au crédit immobilier. Elle est destinée à faciliter l'acquisition d'un logement neuf dans un immeuble collectif ou bien d'une auto-construction, cette aide n'est pas remboursable, elle s'ajoute au montant du crédit et elle est versée en même temps par la banque qui accorde le crédit (S.Benzemouli & S.Miloudi ; 2017).
Le logement à location-vente	La « location/vente » est une formule d'aide à « l'accession à la propriété ». Elle consiste à payer le logement suivant une formule qui peut se résumer en deux parties : <ul style="list-style-type: none"> - Un apport initial fixé suivant les revenus du chef de famille, - Un paiement à long terme du reste du montant suivant les clauses fixées dans le contrat initial.
Le logement promotionnel	L'ensemble des actions et des moyens mis en œuvre, pour édifier un immeuble et faire accéder un acquéreur à la propriété de cet immeuble, par celui qui a pris l'initiative de sa construction, constitue bien en effet l'acte de la promotion immobilière. La promotion immobilière consiste en la construction d'immeubles ou d'ensembles d'immeubles, à usage principal d'habitation, qui peuvent être destinés soit à la vente ou à la location (S.Benzemouli & S.Miloudi, 2017)

II.2.1.2. Examen de l'offre de logement

La situation de l'offre sera appréhendée principalement à travers un examen de l'évolution de la livraison des logements et de la situation du parc existant, en terme quantitatif et qualitatif.

L'examen du bilan physique en matière de production de logements au titre de la période 1990-2015 (Figure II.1), indique que la livraison des logements était irrégulière. Le volume annuel moyen de livraison est passé de 39.21 logements au cours de la période 1990-1993, à plus de 113208 logements entre 1994 et 2012. Tout en enregistrant une chute pour les années 2003 et 2004. L'accroissement de la cadence de livraison a caractérisé la période 2012-2014, où une plus forte croissance est enregistrée, pour atteindre 310.267 logements livrés en 2015. (ONS RGHP, 2008)

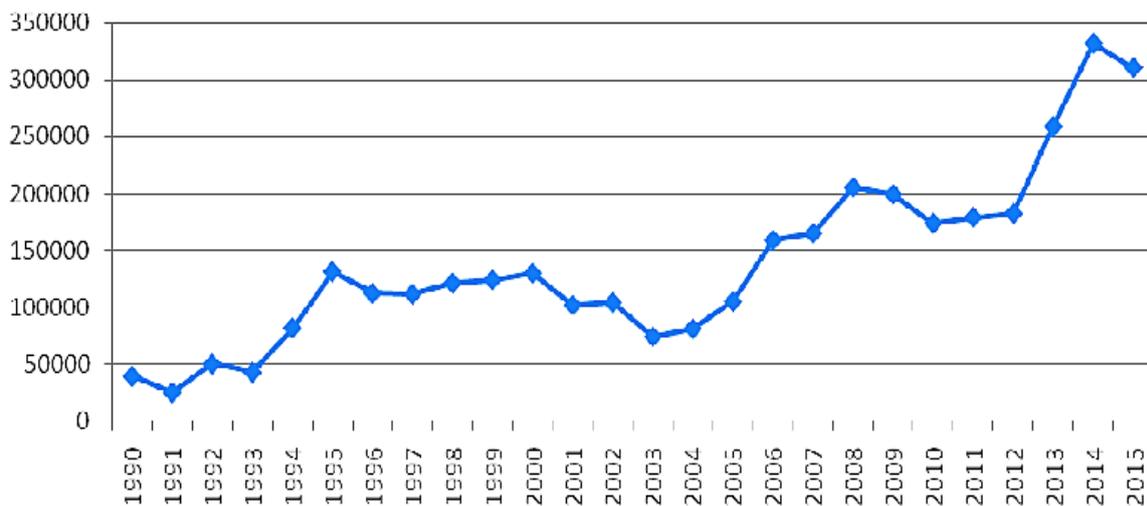


Figure II. 1Évolution de la livraison des logements urbains et ruraux (hors auto construction) (1990-2015). (Source : Ministère de l’Habitat et de l’Urbanisme)

Le début de la décennie 90 était marqué par l’introduction de nouvelles formules d’accès à un logement, dont les premières livraisons ont concerné celles du logement social participatif et la location-vente, respectivement en 1995 et 2004 (Y.Lasla&K.Oukaci ; 2017).

Au cours de la période 2013 - 2015, 299.469 logements en moyenne ont été livrés, dont plus de 48% de logements aidés urbains et 32,4% de sociaux locatifs (K.Taleb&R.Aknine ; 2017). De ce fait, on enregistre une forte présence du logement aidé, dont la livraison se compense souvent avec celle du social. Quant aux logements promotionnels, pendant 26 ans le total livré était de 250.203 unités, soit moins de 20% de celui enregistré pour le logement social (Figure II.2). Ces données donnent l’idée de l’ampleur du financement public du logement en Algérie (Y.Lasla&K.Oukaci).

Les nouveaux chiffres de lancements et de livraisons des différents types de logements sont cités dans les Figures 3,4,5,6 et 7 tels que le total est de 201.508 logements.

L’objectif des autorités en matière de désengagement de la production du logement social lancé depuis le début des années 90 n’a jamais été atteint ; le programme du logement aidé et social domine toujours. Une situation qui implique davantage l’État dans le processus de production, où son intervention reste toujours significative.

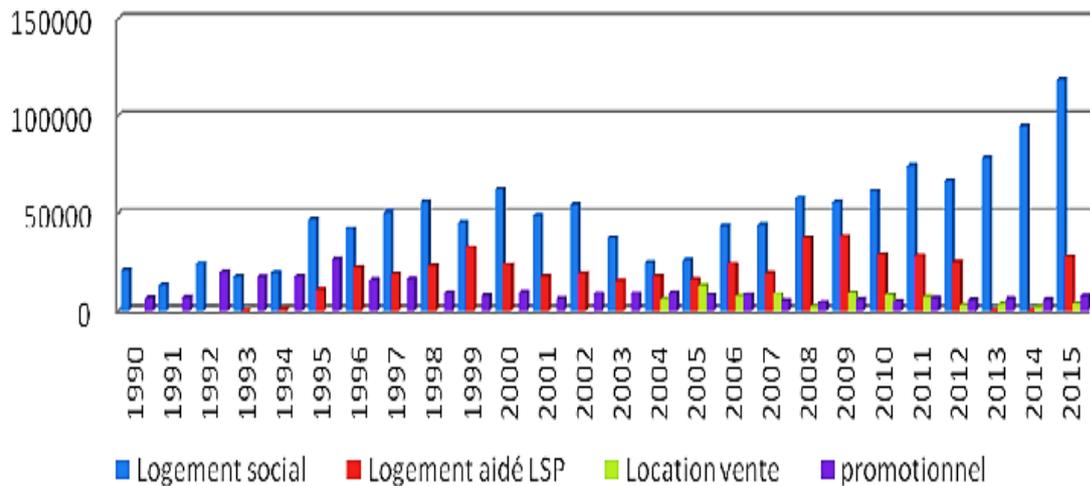


Figure II. 2Évolution de la livraison des logements urbains par programme (1990-2015).
(Source : Ministère de l’Habitat et de l’Urbanisme)

L’activité de réalisation étant dominée par les entreprises publiques avant les restructurations des années 80 et 90 et la dissolution de plusieurs d’entre elles. Les mesures de libéralisation ont permis l’élargissement du champ d’intervention des opérateurs privés nationaux. Actuellement la présence d’entreprises étrangères sur le marché de la construction reste importante.

II.2.1.3. Synthèse du bilan de réalisation de programme pour l’année 2020

- **Lancement de 145.110 logements**

Le nouveau plan quinquennal de développement 2015-2019, qui fait suite aux plans 2005-2009 et 2010-2014, sera destiné à renforcer la résistance de l’économie algérienne aux effets de la crise financière mondiale et à développer une économie compétitive et diversifiée(Figure II.3).

Lancement du programme quinquennal 2015 - 2019

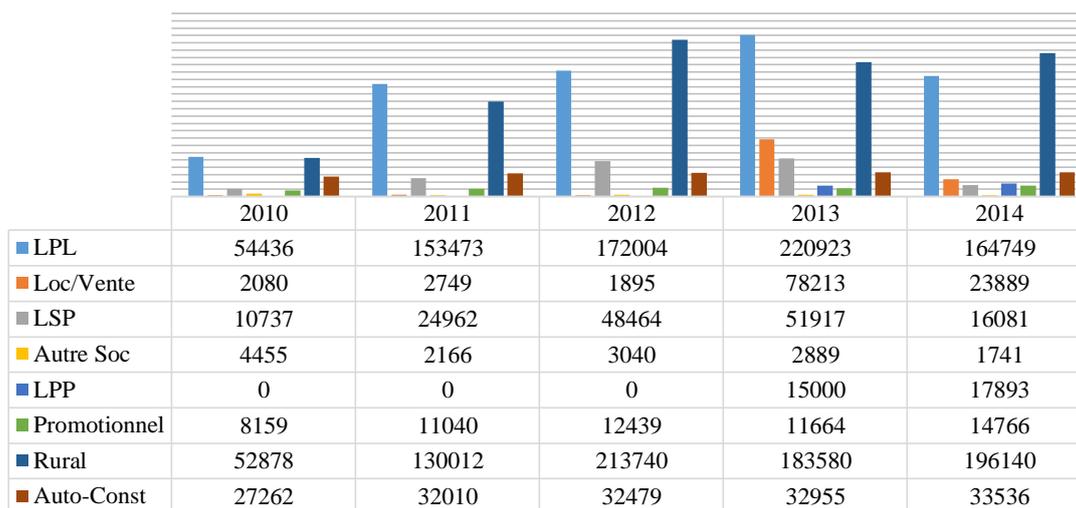


Figure II. 3 Les lancements du programme quinquennal 2015 – 2019 (source : Ministère de l'habitat et de l'urbanisme)

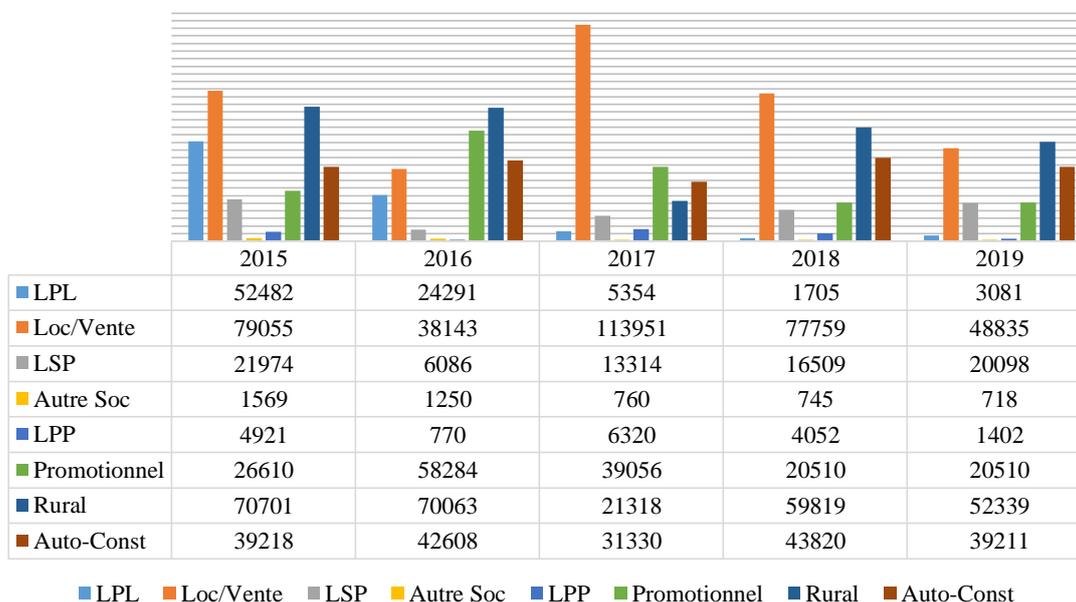


Figure II. 4 Les lancements du programme quinquennal 2015 – 2019 (source : Ministère de l'habitat et de l'urbanisme) (suite)

A. Livraison de 177.577 logements

Le programme quinquennal comprend des livraisons des logements de différents types et il est clair que la période entre 2013 jusqu'à 2018 a vu le maximum de nombre de logement livré par rapport aux années précédente donc il a continué à subir un développement assez remarquable qui influence évidemment sur l'économie et d'autre part sur la crise d'habitation vécu depuis l'indépendance. (Figure II.5)

Les livraisons du programme quinquennal 2015 - 2019

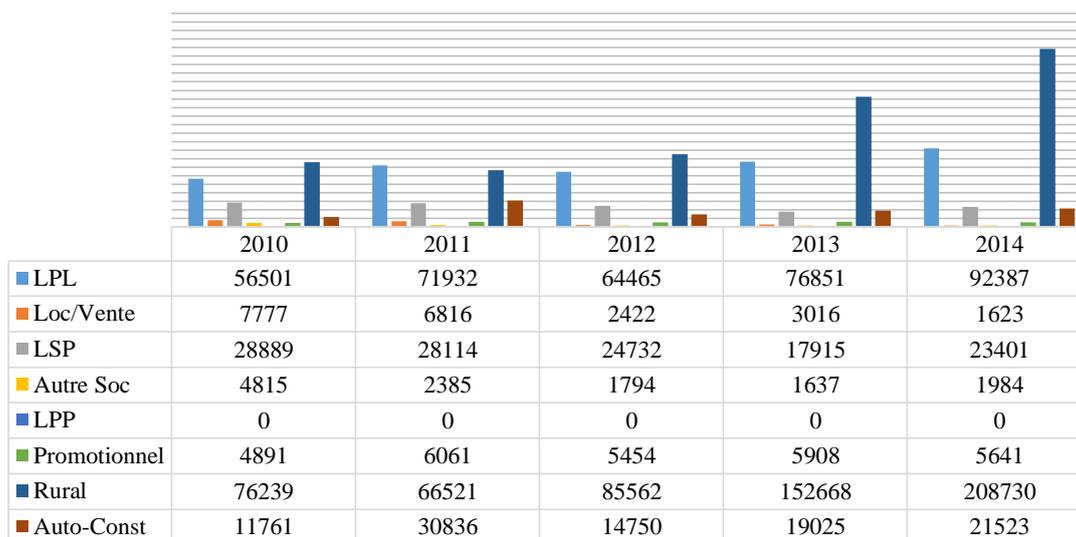


Figure II. 5 Les livraisons du programme quinquennal 2015 – 2019 (source : Ministère de l'habitat et de l'urbanisme)

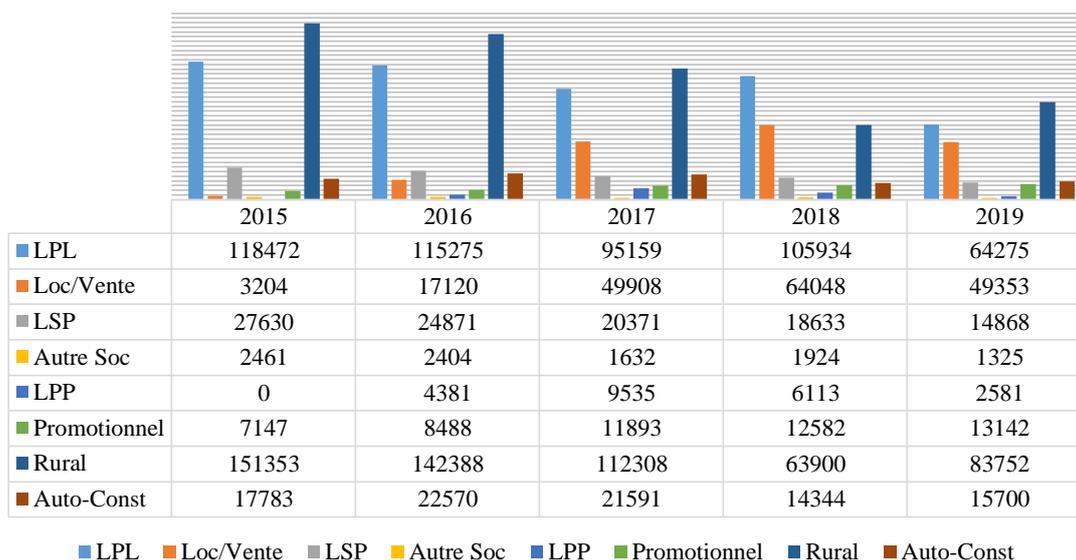


Figure II. 6 livraisons du programme quinquennal 2015 – 2019 (source : Ministère de l'habitat et de l'urbanisme) (suite)

Attribution de 201.508 logements

Le programme quinquennal donc a compris par la suite des nouveaux chiffres par une attribution de 201.508 logements comme elle montre (la figureII.7) ci –dessous ;

L'attribution du programme quinquennal 2015 - 2019

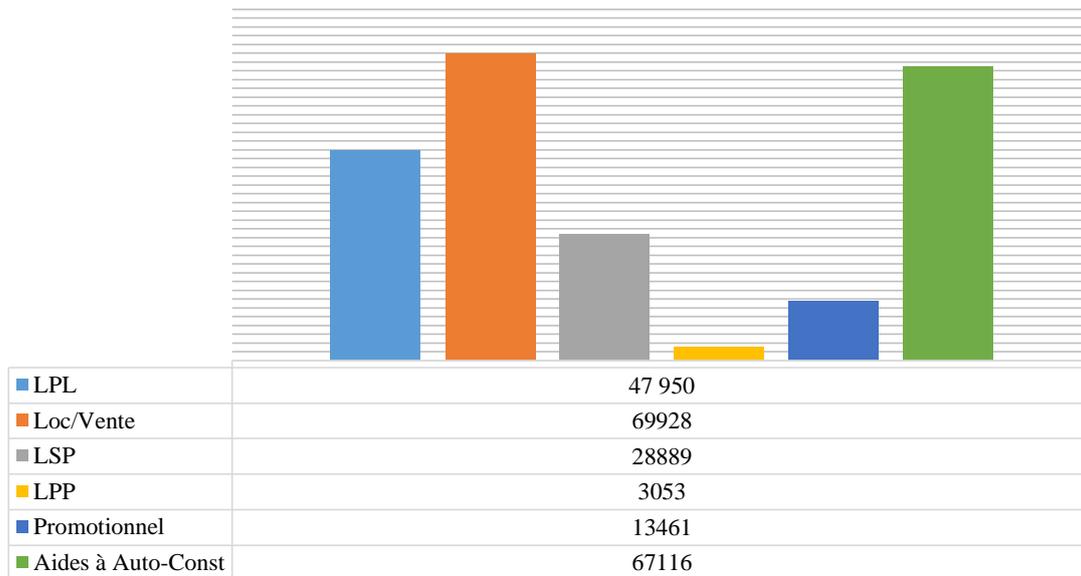


Figure II. 7 Attribution de 201.508 logement en 2020 (source : Ministère de l'habitat et de l'urbanisme)

II.2.2. Consommation énergétique des bâtiments d'habitation

À l'échelle planétaire, le secteur du bâtiment représente de 30 à 40 % de la consommation totale d'énergie et 41% en Algérie. Elle est le 11eme producteur mondial de gaz naturel en 2013 et 17eme producteur de pétrole en 2014. L'économie du pays est extrêmement dépendante des hydrocarbures qui représentent l'essentiel des recettes d'exportation du pays et le poste principal de constitution du PIB et des ressources fiscales du pays, un fort part des impacts environnementaux d'origine anthropique. De ce fait, il présente un fort potentiel d'amélioration à la fois sur les plans énergétiques et environnementaux.⁴

Pour répondre à ces défis énergétiques et environnementaux, plusieurs éléments de solution peuvent être mis en œuvre de manière complémentaire. *Du point de vue énergétique*, les solutions concernent les différents maillons de la chaîne énergétique (Figure II.8) et passent par la réduction des besoins énergétiques la « sobriété », l'efficacité des équipements et l'adaptation de la chaîne énergétique aux usages. *Du point de vue environnemental*, les solutions sont très nombreuses et concernent notamment la rationalisation de l'utilisation des matières premières, la réduction des émissions polluantes et des déchets et le recyclage des matériaux.

⁴ CNTPP. AOUT 2015. PLAN NATIONAL D'ACTION MCPD. Document 1 ETAT DES LIEUX.



Figure II. 8 Structure des chaînes énergétiques et moyennes d'action

Ces solutions, appliquées au bâtiment, amènent à travailler simultanément sur la consommation du bâtiment, sa structure et ses divers équipements, dès la phase de conception. Le bâtiment dans ce cas associe une grande partie de ces solutions. Ces bâtiments, combinant faibles besoins énergétiques et production énergétique décentralisée, sont encore peu répandus, notamment en raison des contraintes économiques et d'un faible retour d'expérience. Leur conception requiert la maîtrise du comportement du bâtiment et de ses composants en toute saison.

II.2.2.1. Part du secteur résidentiel dans la consommation énergétique nationale finale

L'exportation des ressources énergétiques étant sujet aux aléas du marché international. Dans cette optique, les bilans de la consommation intérieure (figure II.9), concernant la consommation finale par secteur.

La consommation finale par secteur d'activité de 2017, reste dominée par la demande du secteur résidentiel avec un pourcentage de 43%, sans retour de plus-value ou de richesse quelconque, suivi par le transport avec 33%, alors que le secteur de l'industrie, créateur de valeur et de richesse pour l'économie nationale, a consommé 22% de l'énergie total.

(D.Hamiti & S.BOUZADI-DAOUD, 2021)

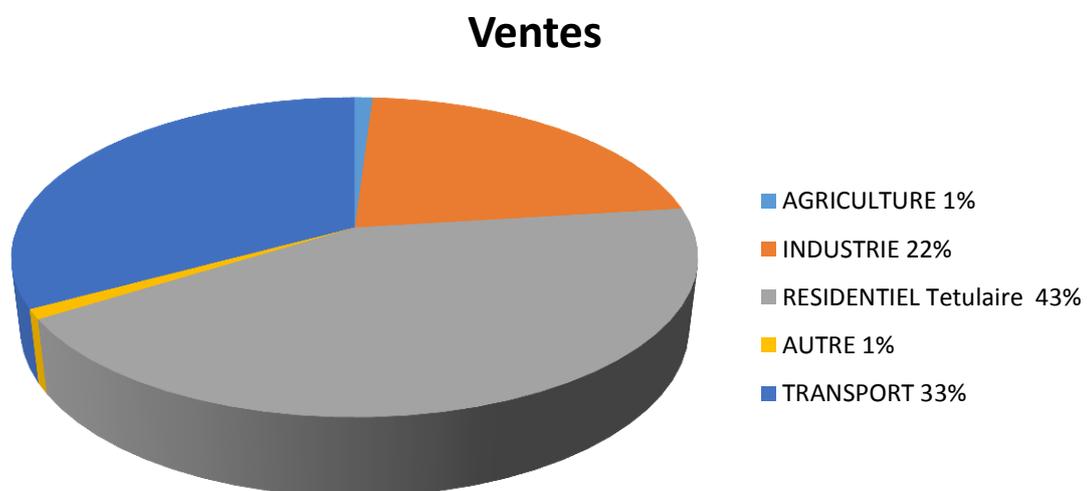


Figure II. 9 Structure des chaînes énergétiques par secteur (APRUE ; 2017).

II.2.2.2. Le bilan de consommation énergétique nationale dans le secteur résidentiel

Selon les dernières statistiques de ministre de l'énergie et de l'ONS de l'année 2017, la consommation finale du secteur résidentiel a atteint 15 M de tep/pci (APRUE ; 2017).

Ci-dessous, quelques données utiles :

- Le parc construit est de 8.548.080 dont %70 urbain
- Le taux d'occupation TOL est en moyenne de 5 personnes par logement.
- Le taux d'équipement moyen d'un ménage est %75
- Le taux d'électrification nationale est de %99.
- Le taux de ménages raccordés au réseau gaz naturel est de %56
- La consommation énergétique moyenne annuelle d'un logement est 1,515 Tep/ménage ; soit 3262KWh/ménage ; soit 12348 Thermie/ménage.

La répartition de la consommation des énergies primaires par type d'énergie est représentée par la Figure II.10.

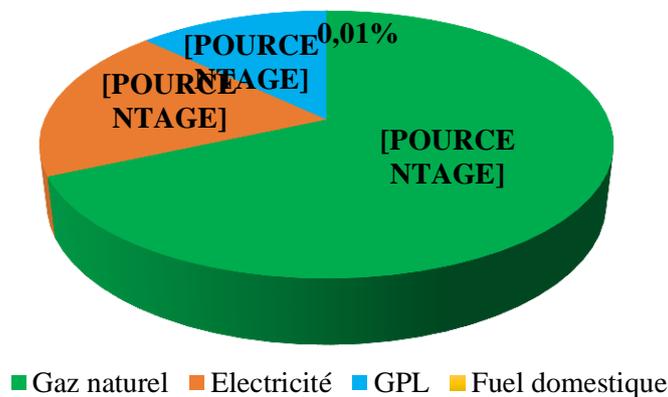


Figure II. 10 Répartition de la consommation du secteur résidentiel par type d'énergie

La consommation électrique du secteur résidentiel a atteint 2139 KTep. Elle représente 43% de la consommation totale d'électricité. Il a atteint 9417 KTep en produits gazeux soit 60% de la consommation totale des produits gazeux. Il représente, de ce fait, le premier secteur grand consommateur d'énergie au niveau national soit 33%.

Entre 2017-2007, la consommation d'énergie du secteur a progressé de %8.3/an. Ce sont les produits : l'électricité, le gaz naturel, le GPL, le fuel domestique qui ont contribué à cette croissance avec des TCAM respectifs de : 10.5%/an; 11%/an; -0.7%/an ; -14.3%/an.

La répartition de la consommation énergétique nationale du secteur résidentiel par type de logement est représentée par la Figure II.11.

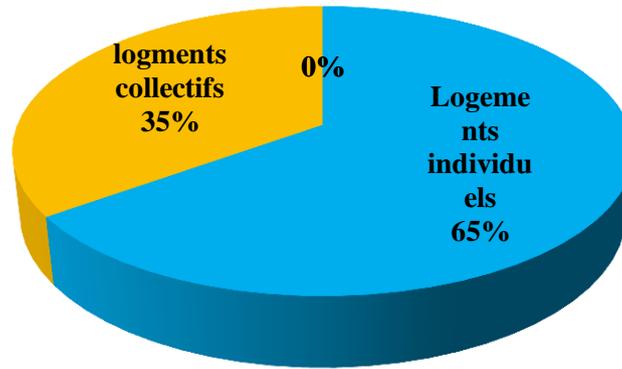


Figure II. 11 Répartition de la consommation du secteur résidentiel par type de logement

II.2.3. Émission des gaz à effet de serre du secteur résidentiel

Selon le rapport de l'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie (Figure II.12), dans le bilan des émissions de dioxyde de carbone par secteur, l'habitat résidentiel est classé troisième après les industries énergétiques et le transport, avec 6312 TeqCO₂ (tonnes équivalent de CO₂). (APRUE ; 2017)

Les émissions de GES sont calculées sur la base de la consommation sectorielle des combustibles, des technologies utilisées et des facteurs d'émissions conformément aux lignes directrices du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du Climat (GIEC)

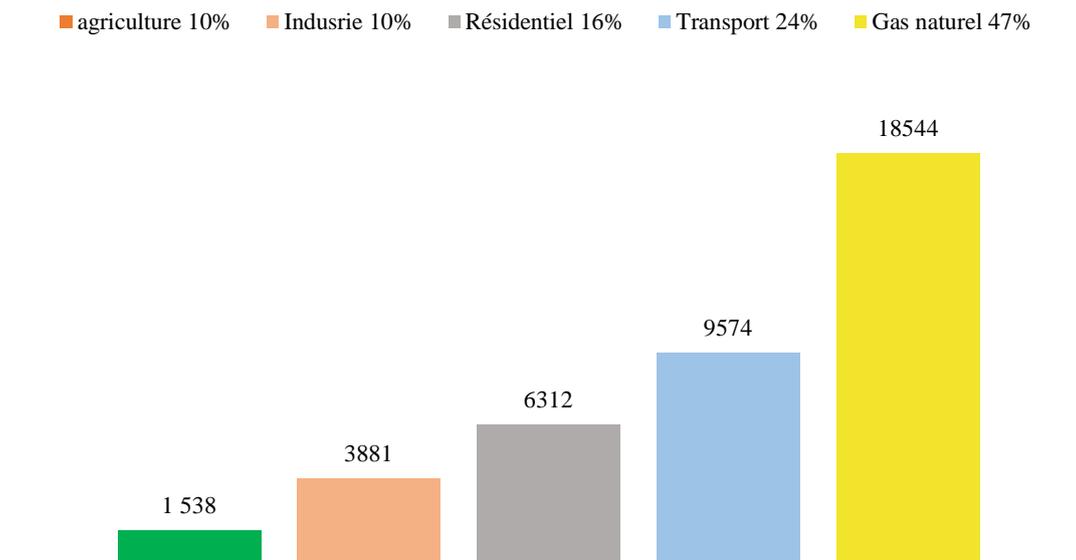


Figure II. 12 Taux d'émission des GES par le secteur résidentiel en Algérie

II.2.4. Déchets ménagers et assimilés – DMA

La gestion des déchets représente un des enjeux majeurs de notre société, elle constitue un élément marquant dans l'évolution vers un équilibre plus durable entre activités humaines et développement socio-économique d'une part, et ressources et capacité de régénération de la nature d'autre part.

II.2.4.1. Production et composition des DMA en Algérie

En Algérie, la quantité de déchets ménagers et assimilés a connu une augmentation substantielle au cours des dernières décennies en raison d'une croissance démographique galopante conjuguée à une urbanisation non maîtrisée.

Cette croissance économique et ce changement des comportements de consommation en générale dans les grandes villes, en particulier, se sont traduits par une défaillance du système de gestion des déchets ménagers, et industriels. Par conséquent, les caractéristiques et le tonnage des déchets sont en continuelle évolution et métamorphose. L'impact de ces changements représente des inconvénients et des risques pour les ressources naturelles, la vie humaine et les activités socio-économiques.

Les déchets ménagers et assimilés (DMA) représentent la fraction la plus importante. Parmi les déchets solides générés en Algérie. On estime leur quantité pour 2018 à plus de 13,1 Millions de tonnes. Ce chiffre s'appuie sur une démographie de 2018 estimée à 42,2 Millions d'habitants et sur la base d'un taux moyen de production de déchets de 0,8kg/hab./j. L'évolution quantitative et qualitative des DMA est plus ressentie pendant cette dernière décennie, ainsi les risques sur l'environnement et sur la santé publique. Cette situation est d'autant plus préoccupante lorsque le taux de traitement et de valorisation des déchets est relativement faible.

La Figure II.13 donne un aperçu sur la composition moyenne des DMA à l'échelle du pays durant l'année 2018/2019.

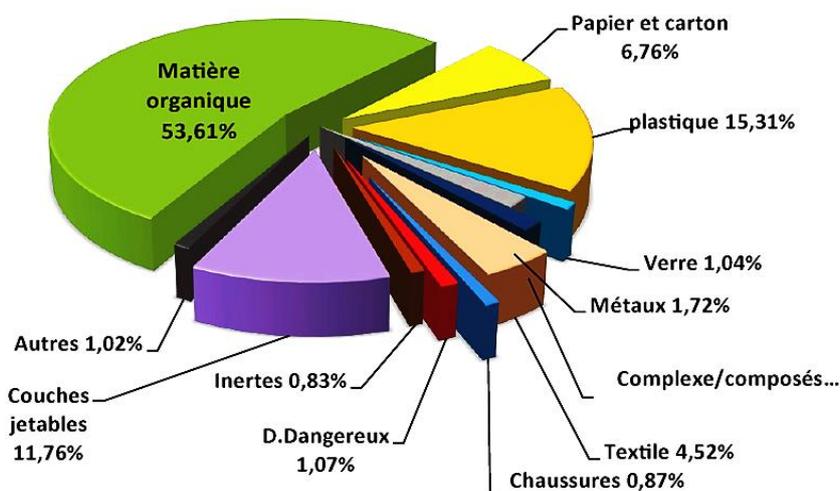


Figure II. 13 Composition moyenne des DMA en Algérie (AND, 2020)

La matière organique représente la fraction la plus importante des DMA produits avec plus de 53%, suivie par le plastique avec plus de 15% (Figure II.12). Les fractions composant les DMA en Algérie dans la même période sont représentées par la Figure II.14 ci-dessous.

II.2.4.2. Traitement des DMA en Algérie

C'est la proportion en volume de la production totale de déchets ménagers qui est collectée et qui entre dans les filières de traitement/stockage organisées par les collectivités locales.

De manière synthétique, la gestion des déchets ménagers en Algérie englobe (Figure II.14) : le compostage dans certaines villes, la mise en décharge (majoritairement sauvage), la récupération au travers de certaines coopératives et associations ainsi que l'incinération des déchets hospitaliers. Cependant dans la pratique, des contraintes techniques, économiques et financières viennent entraver le bon fonctionnement des infrastructures de gestion et la valorisation des déchets.

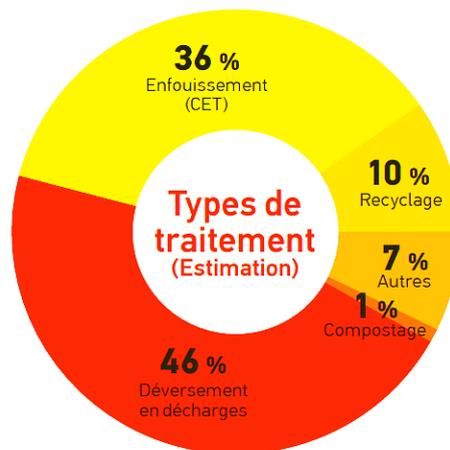


Figure II. 14 Modes de traitement des DMA en Algérie (AND, 2014)

La gestion des déchets constitue une opération complexe. D'où la nécessité de réorganiser les services en charge des déchets municipaux solides par le renforcement des capacités de collecte et de transport et l'ouverture du secteur à l'investissement privé et à la concession. C'est-à-dire aller vers le professionnalisme de ce secteur.

Néanmoins, le ministre a estimé que la concrétisation de cet objectif est tributaire "d'une révision de la législation relative à la collecte et l'élimination des déchets", notamment celle concernant "la loi 19.01 datée de 2001, relative à la gestion, le contrôle et l'élimination des déchets", et ce de façon à l'adapter aux nouvelles exigences socio-économiques et environnementales.

II.2.4.3. Déchets de construction et de démolition

La production annuelle des déchets inertes issus essentiellement du domaine du Génie civil (Déchets de construction & démolition), a été estimée environ 11 millions de Tonnes (2012) (Y.KEHILA, 2014) et elle est en constante augmentation ; ces derniers peuvent présenter un

gisement valorisable rentable, d'où le manque d'espaces appropriés et constitution de dépôts anarchiques.

Il est donc important d'en tirer un bénéfice maximal en trouvant des alternatives efficaces, pérennes et rentable sur le plan économique, Ainsi, la réalisation de centres d'enfouissement techniques pour ce type de déchets (CET classe 3) permettra une gestion rationnelle de ces déchets et une valorisation en BTP.

En général, la collecte et le transport des déchets de construction et de démolition sont à la charge des particuliers. Les décharges de gravats sont mises à la disposition des producteurs de ces déchets moyennant la somme d'environ 1000DA par camion d'environ 2,5 Tonnes. Cependant, le nombre trop insuffisant de décharges et l'incivisme de certaines personnes, ont favorisé la création de dépôts anarchiques le long des routes, des rives des oueds et à proximité des espaces verts. (Y.KEHILA, 2014)

Dans le cadre de la mise en œuvre du Programme National de Gestion des Déchets Municipaux et assimilés (PROGDEM) depuis 2002, il est prévu, la réalisation d'au moins un CET de classe 3 par wilaya. (Y.KEHILA, 2014)

On dénombre actuellement 54 opérations de CET de classe 3 inscrits pour la réalisation, parmi lesquels, 09 CET sont achevés, dont six (06) sont en exploitation, tandis que le secteur privé participe de manière informel essentiellement, dans la collecte et le transport des déchets inertes (déchets de construction et de démolition). (Y.KEHILA, 2014)

II.3 Plan d'action du gouvernement dans le secteur

Les déséquilibres de l'offre et de la demande de logements ont été favorables au développement de rentes de situation dans les différentes branches d'activité économique. La production algérienne n'a pas pu suivre un rythme de croissance satisfaisant. Aussi, la demande sur le marché est vite devenue excédentaire par rapport à l'offre, ce qui a engendré un manque terrible et la hausse des prix de tous les produits (AADL par exemple)⁵.

Afin de trouver des solutions à l'évolution sur le long terme de la question du logement ; surtout qu'il touche fortement les ménages à faibles revenus, le gouvernement s'engage à réaliser des nouveaux projets de logements et les suivre, les contrôler pour une bonne production qui offre au citoyen algérien la sécurité et le confort ainsi à orienter plus efficacement les ressources financières nécessaires et à assurer l'équité et la justice sociale.

Une nouvelle politique de l'habitat est indispensable pour satisfaite la forte demande d'une population qui s'accroît à un rythme plus rapide que celui des nouvelles constructions,

⁵POLITIQUE GOUVERNEMENTALE DANS LE DOMAINE DE L'HABITAT, DE L'URBANISME ET DE LA VILLE,2015

cependant il faudrait tout d'abord préparer le terrain pour espérer des résultats positifs de cette politique. À ce cadre, le gouvernement œuvrera à ⁶

Tableau II. 3 Plan d'action du gouvernement algérien dans le secteur résidentiel

Mesure	Objectif
Adopter une nouvelle politique de construction de logement axée sur quatre objectifs	<ul style="list-style-type: none"> - Une fiscalisation adéquate et incitative pour encourager les investissements, - Développement d'actions de partenariat, d'intégration et de sous-traitance, - Libéralisation du marché foncier générateur d'activités de promotion foncière multiforme. - Redéfinition des domaines d'intervention de l'Etat dans le financement du logement.
Renforcement de moyens de contrôle (juridique ou humain)	Lutter contre la fraude en matière d'attribution de logements, le monopole et la distribution.
Mobilisation de l'épargne nationale et la transparence des modalités de l'attribution des logements	Assurer l'équité sociale et garantir l'égalité entre tous et ainsi absorbé la colère et le mécontentement social et les mouvements de protestations lors des attributions de logements.
Éradication totale de l'habitat précaire (bidonvilles)	À travers le recensement et la mise en œuvre de nouveaux programmes destinés au relogement des ménages, en mettant en place un système de veille contre les tentatives de prolifération et de récidence.
Prise en charge du vieux bâti	Consécration de mécanismes de spécialisation des différents intervenants et la mobilisation des ressources financières, en impliquant les citoyens concernés.
Adopter une politique de constructions modernes	Insérer les nouvelles constructions par la consécration de mécanismes de spécialisation des différents intervenants et la mobilisation des ressources financières, en impliquant les citoyens concernés.
Rénovation des logements vétustés	Entreprendre de vastes opérations de rénovation des logements vétustés pour garantir un confort minimal aux occupants et réaliser des équipements collectifs en accompagnement des logements pour ainsi assurer la conservation du patrimoine bien de l'État par des opérations de rénovation
Contrôle des prix de logements	Entreprendre un contrôle étatique et l'orientation du secteur privé concernent le prix et la qualité
Accélération de la réalisation des projets de logements en cours	Par le respect des délais de réalisation, par le biais d'une responsabilisation financière des entrepreneurs
Lancement d'un nouveau programme de 1.000.000 de logements	Tous segments confondus, avec les équipements d'accompagnement et les viabilités nécessaires, durant le quinquennat 2020-2024 .où l'accent sera mis sur les segments d'habitat rural et d'auto-construction dans les lotissements sociaux
Création d'un marché immobilier	Notamment dans le domaine de la location, à travers l'adoption d'un cadre juridique approprié et des incitations financières. Il œuvrera à encadrer et encourager le marché locatif immobilier en impliquant les différents intervenants et en mobilisant le potentiel foncier public comme moyen d'encouragement aux acteurs de la promotion immobilière.
Encourager la construction privée	Encourager « tout citoyen désireux de construire un logement individuel de le faire » en octroyant des aides financières.

⁶PLAN D'ACTION DU GOUVERNEMENT, FEVRIER 2020

II.4. Le DD dans le secteur résidentiel

Les modes de construction déployés en Algérie depuis les années 1970 ont privilégié les constructions rapides sans tenir compte des impacts environnementaux, que ce soit en termes de consommations, d'émissions ou d'impacts spatiaux et géographiques.

Tableau II. 4 Les premiers plans achevés dans le secteur résidentiels

la période d'exécution	Les travaux menés
1967-1969	Début de réalisation d'un plan triennal
1970-1973 et 1974-1977	Une élaboration des deux plans quadriennaux après une croissance économique due au bénéfice des producteurs de pétrole lors de l'augmentation des prix du pétrole.
1980-1984	Mise en œuvre d'un plan quinquennal due à une forte contraction de la demande intérieure et de l'investissement après la chute des prix pétroliers qui a influencé d'une façon négative sur l'économie de pays.
<p>Dans la période 1986-1990, la croissance a baissé de 5% dans le secteur des services et de 8% dans les industries non pétrolières (par rapport aux cinq années antérieures). Depuis lors, la croissance, dans ces deux secteurs, est demeurée relativement faible. La légère reprise de la croissance du PIB depuis le milieu des années 90 est due principalement au secteur des hydrocarbures et, dans une moindre mesure, aux réformes structurelles mises en place depuis 1994.</p>	
2005-2009	Un Plan Complémentaire de Soutien à la Croissance du bilan de 80 milliards de dollars était mené par l'état ; cette croissance est principalement tirée par les recettes d'hydrocarbures. Le pays a bénéficié grandement de l'inflation externe qui sévit sur les marchés pétroliers internationaux. Cette augmentation des recettes extérieures ne bénéficient toutefois qu'à deux secteurs : le secteur des hydrocarbures (qui draine l'essentiel des flux d'investissements) et le secteur des travaux publics et des transports (engagé dans un vaste programme de développement infrastructurel : routes, voies ferrées, logements).

Une prise de conscience a eu lieu au début des années 2000. Un projet de 600 logements à haute performance énergétique (HPE) est en cours de réalisation sous le pilotage de l'APRUE et du ministère de l'habitat et de l'urbanisme.

Ce projet se concentre prioritairement sur :

- Une conception architecturale adaptée au climat,
- L'orientation des bâtiments,

- L'isolation thermique des parois et des toitures,
- Le double vitrage
- La ventilation naturelle
- L'éclairage naturel et l'éclairage efficace,
- L'utilisation des matériaux locaux.

II.4.1 Le développement durable en Algérie

En septembre 2015, les états membres de l'ONU ont adopté un nouveau programme mondial de développement durable à l'horizon 2030. Ce dernier comprend 17 objectifs de développement subdivisés en 169 cibles. Les ODD sont destinés à ne laisser personne pour compte, ils s'appuient sur les succès des OMD, tout en y intégrant de nouvelles préoccupations telles que les changements climatiques, la paix et la justice. (A. Benachhou, 2006)

L'introduction du concept de développement en Algérie remonte à la période de l'économie administrée des années 1960-1980 à cause des problèmes écologiques et environnementaux la modification atmosphérique, la perte de diversité biologique, l'épuisement des ressources, la pollution de l'air et des eaux constituent ; La question a été abordée dans les rencontres internationales (la commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations unies).

Depuis, l'idée d'un développement pouvant à la fois réduire les inégalités sociales et réduire la pression sur l'environnement a fait son chemin.

L'étendue de la revue a porté sur la période allant de 2016 à juillet 2018 et a concerné les ministères et organismes suivants :

- le ministère des affaires étrangères, dont le représentant assure la présidence du comité interministériel chargé de la coordination et du suivi des ODD ;
- le ministère des finances ;
- le ministère de l'intérieur, des collectivités locales et de l'aménagement du territoire ;
- le ministère de la solidarité nationale, de la famille et de la condition de la femme ;
- le ministère de la santé, de la population et de la réforme hospitalière ;
- le ministère du travail, de l'emploi et de la sécurité sociale ;
- le ministère des ressources en eau ;
- le ministère de l'environnement et des énergies renouvelables ;
- le ministère de l'agriculture, du développement rural et de la pêche ;
- le ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville ;
- le ministère de l'éducation nationale ;
- le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique ;
- le ministère des travaux publics et des transports ;
- le conseil national économique et social ;
- l'office national des statistiques ;
- l'agence spatiale algérienne ;
- la wilaya d'Alger ;

- la commune d'Alger centre.

II.4.1.1 L'émergence du cadre juridique du développement durable

L'Algérie a participé et a signé toutes les conventions et les chartes internationales concernant le développement durable. Deux ans après (en 1994) l'adoption de l'agenda 21 lors du sommet de la terre à Rio ; plusieurs lois ont été promulguées et relatives à la protection de l'environnement dans ce cadre, à l'aménagement et au développement durable du territoire, à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable, à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable

Aussi, des mesures institutionnelles concrétisées par la création d'institutions et d'organismes avec des missions en relation directe avec le développement durable et la protection de l'environnement ont été édictées pour prendre en charge le développement durable. ([Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement](#)).

Création d'un ensemble de Fonds spéciaux dans le but de soutenir et de faciliter la mise en œuvre du développement durable. Il s'agit, entre autres, des Fonds suivants :

- le fonds pour l'environnement et la dépollution ;
- le fonds spécial de développement des régions du sud ;
- le fonds spécial pour le développement économique des Hauts Plateaux ;
- le fonds pour la protection du littoral et des zones côtières ;
- le fonds de lutte contre la désertification et de développement du pastoralisme et de la steppe ;
- le fonds national pour la maîtrise de l'énergie et pour les énergies renouvelables et de la cogénération.

Le Gouvernement algérien s'est engagé, dans le cadre du premier Rapport National sur l'État et l'Avenir de l'Environnement ([RNE 2000](#)), à préparer une Stratégie Nationale de l'Environnement et un Plan National d'actions pour l'environnement et le développement durable (PNAE-DD).

- Une unité d'exécution du projet a été installée au sein du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.
- Un Comité National de Suivi du projet, constitué des représentants des départements ministériels, ayant à des degrés divers des responsabilités environnementales, a également été mis en place.
- Un atelier de lancement du PNAE-DD a été organisé avec la participation des départements ministériels, d'agences et institutions environnementales, d'entreprises et bureaux d'études, d'universités et centres de recherche ainsi que d'associations écologiques.

- En 2016, la constitution a consacré le concept de développement durable qui a été cité explicitement à trois reprises (préambule, articles 44 et 207).

II.4.1.2 Mécanismes institutionnels mis en place pour le suivi et la coordination du programme 2030

Ces mécanismes permettent d'assurer la coordination intersectorielle à tous les niveaux et la cohérence des politiques de développement et leur alignement au programme 2030.

Les processus de suivi et d'examen de la mise en œuvre sont guidés par des principes spécifiques énoncés dans le programme 2030, ils sont volontaires et pilotés par chaque pays qui peut choisir entre plusieurs approches, stratégies et modèles pour parvenir au développement durable.

L'analyse du processus mis en place à la date de la réalisation de la revue (Juin 2018) laisse apparaître la mise en place d'un mécanisme constitué des structures suivantes :

A / Le comité interministériel de coordination pour le suivi de la mise en œuvre des ODD

Il est constitué des représentants des ministères et des institutions nationales (CNES et de l'ONS) appelés « points focaux » et présidé par un représentant du MAE. Il a tenu sa première réunion le 23 Novembre 2016.

À travers les informations et données recueillies auprès des ministères chef de file et d'autres départements ministériels et institutions publiques, la Cour a constaté ce qui suit :

- Retard dans la création du comité interministériel chargé de la coordination, soit plus d'une année après l'adoption des ODD ;
- Absence d'une décision officielle portant création, organisation fonctionnement et attribution du comité interministériel ;
- Absence d'attributions claires, notamment en ce qui concerne la conduite de la mise en œuvre des ODD ;
- Absence d'un programme de travail avec une chronologie bien précise pour l'intégration des ODD dans les politiques et programmes de développement ;
- Le comité interministériel a tenu trois (03) réunions, le 23 novembre 2016, le 25 janvier 2018 et le 10 mai 2018.
- Retard dans l'établissement du rapport national sur la réalisation des ODD en Algérie. Il était question depuis la première réunion de ce comité de faire le point sur le lancement de la mise en œuvre des ODD et la préparation du premier rapport national. (F.NEMIRI-YAICI, 2017)

B / Les groupes de travail avec chefs de file

Le schéma organisationnel laisse apparaître la constitution de six (06) groupes de travail chargés de la mise en œuvre des ODD. Chaque groupe comprend l'ONS, le CNES et les ministères responsables de la mise en œuvre d'un ou plusieurs ODD.

Les groupes créés sont les suivants :

Groupe 1 : mettre fin à la pauvreté et parvenir à l'égalité des sexes ;

Groupe 2 : garantir à tous de vivre en bonne santé et le savoir-faire ;

Groupe 3 : développement d'une économie forte, durable et moderne ;

Groupe 4 : protection des écosystèmes ;

Groupe 5 : favoriser l'édification des sociétés pacifiques fortes et équitables ;

Groupe 6 : renforcer la solidarité internationale pour un développement durable.

C/ Les points focaux

Ces structures sont créées au niveau des ministères et sont chargées de la mise en œuvre des ODD se rattachant au département ministériel.

L'examen de l'état de ces structures créées auprès des ministères sous revue a permis de faire les constats ci-après :

- La dénomination de ces structures est disparate (cellule sectorielle, comité, point focal, commission ministérielle.) ;
- les missions et l'organisation de ces structures ne sont pas toujours définies ;
- La composition de la structure point focal varie d'une à plusieurs personnes. Au MJ et au MESRS, le point focal est représenté par une personne.
- Le poids et l'influence du point focal sont différents d'un ministère à un autre. La quasi-totalité des points focaux trouvent des difficultés à communiquer avec les autres structures du ministère pour assurer la cohérence et la coordination, nécessaires à la mise en œuvre des ODD relevant de leur secteur.
- La responsabilité de diriger le point focal est différente d'un ministère à l'autre, elle est confiée soit au secrétaire général, au directeur de la coopération et parfois au sous-directeur.
- Cette organisation disparate et restreinte parfois à une seule direction, a limité les travaux du point focal qui se trouve confronté aux difficultés des travaux d'examen et d'alignement des stratégies et plans sectoriels existants au programme 2030 et qui nécessitent la contribution de toutes les structures du ministère.
- Le niveau de connaissance et de formation des points focaux au programme 2030 est disparate.

II.4.2. Stratégie nationale d'efficacité énergétique dans le secteur :

A. Programme national d'efficacité énergétique à l'horizon 2030

La crise probable menée par la consommation importante des énergies non renouvelables, interpelle le gouvernement qui a lancé le programme national de l'efficacité énergétique

(PNEE) via l'APRUE afin d'agir sur le secteur du bâtiment et de la construction et réduire l'augmentation de la consommation énergétique.

Pour porter une telle ambition, une solide réflexion vers une politique d'efficacité énergétique s'impose

L'objectif globale est de :

- réduire la consommation résidentielle et tertiaire de **10 à 15%** d'ici l'horizon **2030**
- d'isoler 2500 équivalents logements par année.
- économiser jusqu'à **63 millions de TEP** et générer **120.000** emplois à l'horizon **2030-2035** (APRUE, 2015a).

La 3^{ème} édition de la Conférence annuelle APRUE/ADEME sur la transition énergétique dans les bâtiments qui s'est tenue à Alger le **22/01/2019**, a rassemblé environ une centaine de participants (Ministères, professionnels du bâtiment).

Il vise globalement

- la réduction de la consommation de 9% à travers la substitution inter énergétique et l'introduction des équipements et des technologies performantes (APRUE, 2015a).
- plus **de 30 millions de TEP** qui seront économisées, d'ici 2030

Tout ça se présente comme suit :

Tableau II. 5 Le programme national d'efficacité énergétique à l'horizon 2030

Mesures	Objectifs
L'isolation thermique des bâtiments	atteindre un gain cumulé d'énergie de 7,6 millions de tonnes équivalent pétrole(MTEP).
	Réhabiliter 1500 constructions entre 2011 et 2013 afin de minimiser la consommation énergétique annuelle des logements entre 20 % et 40 %. L'FNME prend en charge les coûts de ce projet pour encourager les propriétaires à des actions pareilles.
Le développement du chauffe-eau solaire	d'atteindre un gain cumulé évalué à plus de 7 millions de TEP
La généralisation de l'utilisation des lampes à basse consommation d'énergie LBC	<ul style="list-style-type: none"> - l'arrêt de l'importation des lampes à incandescence, et l'interdiction de leur commercialisation, dans une deuxième étape. - Les gains en énergie escomptés, à l'horizon 2030 avoisineraient 19,5 millions de TEP(APRUE, 2015a). - Encouragement de la production locale des lampes à basse consommation et la concurrence entre les autre pays.

Tableau II. 6 Le programme national d'efficacité énergétique à l'horizon 2030 (suite)

<p>L'introduction de la performance énergétique dans l'éclairage public</p>	<p>Substituer la totalité des lampes à mercure (énergivores et nocives) par des lampes plus efficaces (sodium haute pression) ; ce qui permettra d'atteindre une économie d'énergie d'un million de TEP, à l'horizon 2030 et d'alléger la facture énergétique des collectivités.</p>
<p>Programme Eco-Bât</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Optimiser le confort thermique dans ces logements tous en minimisant la consommation énergétique liée au chauffage et de climatisation par environ 40 %. - Un aide financier par le Fonds National pour la maîtrise d'énergie par 80 % des surcoûts liés aux travaux d'installation des équipements de haute performance énergétique. (FNME). - sensibiliser les acteurs du secteur du bâtiment par l'importance de la problématique d'efficacité énergétique

B. Les coopérations internationales

✓ **Projet CES-MED**

Ce projet rentre dans le cadre des actions de coopération internationale initiées par le gouvernement algérien avec la commission européenne pour lequel l'APRUE a été désignée comme point focal.

Le projet propose d'accompagner (03) communes retenues par le Ministère de l'Intérieur et des Collectivités Locales (Batna, Boumerdes et Sidi bel Abbes) pour la mise en place de PAE (plans d'action énergétiques).

Les champs couverts par le projet sont au nombre de cinq (05) :

1. L'efficacité énergétique des bâtiments ;
2. L'éclairage public ;
3. La gestion des déchets solides (émissions méthane),
4. La production d'énergies alternatives,
5. Les transports urbains et les implications énergétiques des politiques urbaines en générer.

Dont les objectifs du projet sont :

- D'une part de réduire la consommation énergétique et les émissions carbone au niveau de la municipalité et d'inscrire cette logique dans une vision du développement de la ville ;
- D'autre part, et par voie de conséquence, de réduire la part du budget municipal consacré aux postes énergétiques (exemple type : éclairage public).

II.4.3. Programme des énergies renouvelable 2015 – 2030

Tenant compte du potentiel existant de notre réseau national de transport, de distribution de l'énergie électrique et de l'énergie d'origine renouvelable, cette transition devrait permettre à notre pays de s'affranchir de manière progressive de la dépendance vis-à-vis des ressources conventionnelles et d'amorcer une dynamique d'émergence d'une énergie durable qui s'appuie sur la mise en valeur de ressources d'énergie inépuisables.

Dans ce cadre l'Algérie s'engage dans une nouvelle ère énergétique durable ; le programme des énergies renouvelables mets en considération les quatre types de potentiel algérien :

1. Potentiel Solaire :
2. Potentiel Éolien
3. Potentiel de l'Énergie Géothermique
4. Potentiel Hydraulique

Ces filières énergétiques seront les moteurs d'un développement économique durable à même d'impulser un nouveau modèle de croissance économique comprend :

- 37 % de la capacité installée d'ici 2030 et 27 % de la production d'électricité destinée à la consommation nationale, seront d'origine renouvelable. (<https://www.energy.gov.dz>)
- Ce programme adapté de développement des énergies renouvelables d'une capacité de 15.000 MW à l'horizon 2035, dont 4000 MW d'ici 2024, sera mis en œuvre.
- La réalisation de ces capacités permettra non seulement d'économiser près de 240 milliards de m^3 de gaz naturel et d'éviter ainsi l'émission de 200 millions de tonnes de CO_2 , mais aussi le développement effectif d'un tissu de PME sur l'ensemble de la chaîne de valeur des composants dédiés aux énergies renouvelables.
- Cela n'exclut pas pour autant le lancement de nombreux projets de réalisation de fermes éoliennes et la mise en œuvre de projets expérimentaux en biomasse, en géothermie et en cogénération.

Les projets EnR de production de l'électricité dédiés au marché national seront menés en deux étapes :

Première phase 2015 - 2020 : Cette phase verra la réalisation d'une puissance de 4010 MW, entre photovoltaïque et éolien, ainsi que 515 MW, entre biomasse, cogénération et géothermie.

Deuxième phase 2021 - 2030 : Le développement de l'interconnexion électrique entre le Nord et le Sahara (Adrar), permettra l'installation de grandes centrales d'énergies renouvelables dans les régions d'In Salah, Adrar, Timimoune et Bechar et leur intégration dans le système énergétique national. À cette échéance, le solaire thermique pourrait être économiquement viable (<https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie>)

A. Consistance du programme de développement des énergies renouvelables

La consistance du programme en énergie renouvelables à réaliser pour le marché national sur la période 2015-2030 est de 22 000 MW, répartie par filière (tableau II.7) et (Figure II.15)

Tableau II. 7 La consistance du programme en énergie renouvelables à réaliser pour le marché national sur la période 2015-2030

Unité : MW	1ère phase 2015-2020	2ème phase 2021-2030	TOTAL
Photovoltaïque	3 000	10 575	13 575
Éolien	1 010	4 000	5 010
CSP	-	2000	2 000
Cogénération	150	250	400
Biomasse	360	640	1 000
Géothermie	05	10	15
TOTAL	4 525	17 475	22 000

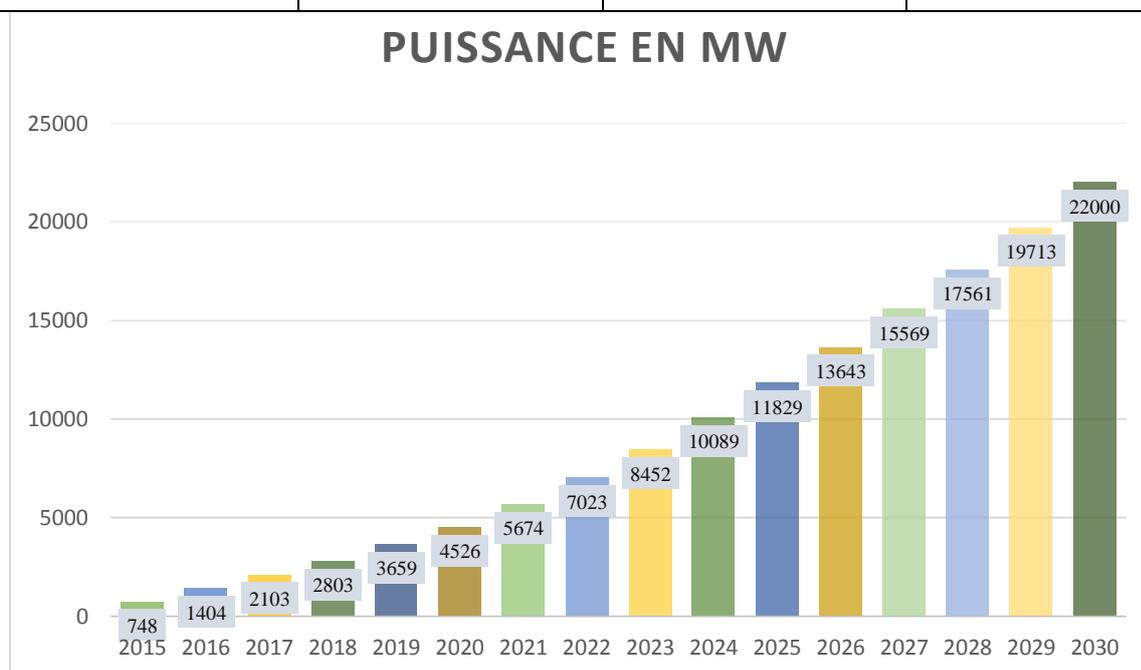


Figure II. 15 Développement de l'énergie renouvelable (2015-2030) (ministre de l'énergie)

B. Mesures incitatives :

Sur le plan réglementaire, le ministère de l'énergie a procédé à l'adoption d'une série de mesures de soutien, visant le développement des énergies renouvelables raccordées aux réseaux, à travers la mise en place d'un cadre juridique favorable et d'un Fonds National pour la Maîtrise de l'Énergie, pour les Énergies Renouvelables et la cogénération. CAS n°302-131.

Le cadre juridique, mis en place en 2013, pendant la 1^{ère} phase du lancement du programme national de développement des énergies renouvelables, était basé, notamment, sur le mécanisme des tarifs d'achat garantis (Feed-in Tarif), qui est de moins en moins pratiqué dans les pays développés.

Ce système garanti aux producteurs d'énergie renouvelable de bénéficier de tarifs leur octroyant une rentabilité raisonnable de leur investissement sur une durée d'éligibilité de 20 ans.

Les surcoûts engendrés par ces tarifs seront supportés par le FNMEERC au titre des coûts de diversification.

Dans ce cadre, le décret exécutif n°15-319, modifie et complète, fixant les modalités de fonctionnement du CAS 302-131 a été publié en décembre 2015.

Aussi, d'autres mesures incitatives sont prévues.

Il s'agit de :

- Acquisition et mise à disposition des terrains éligibles à l'implantation de centrales EnR ;
- Accompagnement dans tout le processus d'acquisition des autorisations nécessaires ;
- Identification du potentiel de toutes les régions concernées par les EnR ;
- La construction de projets pilote dans chaque filière.
- Création d'organismes et de laboratoires d'homologation et de contrôle de la qualité et de la performance de composants, des équipements et procédés relatifs à la production d'électricité d'origine renouvelable et/ou aux systèmes de cogénération ;
- Accompagnement, par un plan de recrutement et de formation de techniciens, par les instituts de formation professionnelle et l'association des universités et organismes de recherche nationaux dans la recherche et la formation des ingénieurs. (<https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie>)

II.4.4. Plan national de gestion des déchets

Une production annuelle d'environ : 2 550 000 T/an des déchets industriels parmi lesquels, les déchets spéciaux représentent environ 330 000 Tonnes/an et les déchets d'activité de soins et à risque infectieux (DAS/DASRI) approchent les 30000 Tonnes/an (2011). (B.Djemaci, 2012)

Pour pallier les dysfonctionnements vécus dans ce secteur, une stratégie nationale a été élaborée pour le renforcement du cadre législatif et institutionnel.

Elle a pour objectif la maîtrise des mécanismes de financement et de recouvrement des coûts de gestion des déchets.

L'instauration du principe du « **pollueur-payeur** » et l'implication de la société civile font également partie des priorités du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable.

Concrètement, des projets pilotes ont été mis en place notamment un programme de vulgarisation du tri et du recyclage des déchets, un projet de centre d'élimination des déchets dangereux et la valorisation thermique des déchets dans l'industrie. (M.Abadie, 2015).

En Algérie le recyclage et la valorisation des déchets s'orientent vers : le principe du «**producteur-récupérateur**», l'implication du secteur privé et l'incitation financière et fiscale pour la création d'unités de collecte. Par ailleurs, des actions de sensibilisation ont été réalisées au profit de la population.⁷

La stratégie nationale de gestion des déchets solides prévoit d'agir à différents niveaux sur le plan institutionnel, technique et financier qui vise à encourager la coopération intercommunale, à renforcer les capacités des gestionnaires du déchet. (Tableau.II.8,9&10)

⁷Compendium national sur les statistiques de l'environnement – Algérie - 2006

Tableau II. 8 Les plans nationaux de gestion de déchet

Les plans	L'année	Objectifs	Source
La stratégie de gestion des déchets en Algérie	Depuis 2012	<ul style="list-style-type: none"> - la création de 12 Centre d'Enfouissement Technique CET dont 65 sont entrés en phase d'exploitation régionaux (CET Ouled Fayet, CETHamissi). - centres de transfert, et de la réhabilitation des décharges - le développement de nouvelles filières de traitement et de valorisation - l'éradication de plus de 3000 décharges anarchiques - encourager la coopération intercommunale, à renforcer les capacités des gestionnaires du déchet. 	(la ministre l'aménagement du territoire et de l'environnement)
le Plan National d'Actions Environnementales et du Développement Durable (PNAE-DD)		<ul style="list-style-type: none"> - La réorganisation de l'administration communale chargée de la gestion des déchets ; - Le renforcement des capacités de collecte et de transport des services de la commune ; - L'ouverture du service public de gestion des déchets à l'investissement privé ; - La mise en œuvre un programme de formation et d'assistance technique ; - La mise en place des équipements de collecte. 	(AND, 2014).

Tableau II. 9 Les plans nationaux de gestion de déchet(suite)

Le Programme National de Gestion Intégrée des Déchets Ménagers (PROGDEM)	2002	<ul style="list-style-type: none"> - L'élaboration de 1223 schémas directeurs communaux de gestion des déchets ménagers et assimilés sur les 1541 communes existantes, soit un taux de couverture de 79,36% de l'ensemble du territoire national ; - Réalisation/lancement de 122 centres d'enfouissement techniques (CET classe 2) et 146 décharges contrôlées ; - Lancement d'un programme de réhabilitation de 101 décharges sauvages notamment dans les communes où les CET sont opérationnels ; - Réalisation de 32 déchetteries et 29 centres de tri ; - Réalisation de 26 stations de transfert. - Mise en place de 44 établissements publics de wilayas à caractère industriel et commercial (EPIC de gestion des CET) ; - Modernisation et mécanisation des équipements. 	(B.MEBARKI, 2018)
--	-------------	--	-------------------

	2014	<ul style="list-style-type: none"> - La réhabilitation de 348 incinérateurs pour les déchets d'activités de soins ; - L'achèvement et la mise en fonction de deux centres d'enfouissement technique (CET, classe1) pour la prise en charge des déchets industriels dangereux ; - La mise en service d'un centre d'enfouissement de déchets de l'usine ALZINC de Ghazaouat (Tlemcen) pour l'enfouissement de boues de lixiviation de zinc dont plus de 500.000 tonnes sont en attente de traitement ; - La réalisation d'un centre de traitement et d'élimination des PCB et autres POP's. 	(A.KRATBI, 2014)
	2012 et 2013	<ul style="list-style-type: none"> - une enveloppe de plus de 6 Milliards de DA a été allouée pour une prise en charge effective des déchets spéciaux et qui concernent notamment la décontamination du site de traitement de déchets de mercure (ENOF, Azzaba), l'élimination des stocks de pesticides périmés, le confinement des déchets spéciaux du complexe d'électrolyse de zinc de Ghazaouat – Tlemcen, etc. 	(MATE/2104).

Tableau II. 10 Les plans nationaux de gestion de déchet (suite)

La stratégie Nationale de Gestion Intégrée des Déchets (SNGID)	à l'horizon 2035	<ul style="list-style-type: none"> - Réduire la production des déchets à la source et garder la génération des DMA en dessous de 1,1 kg/habitant/jour en 2035 - Mettre en place le tri sélectif et pour chaque flux (DMA, DES, déchets inertes), recycler ou composter plus de 50% des déchets générés en 2035 - Éradiquer les décharges sauvages et équiper 100% des installations d'enfouissement d'un captage et d'un traitement performant des émissions air et eau en 2035 - Implémenter le principe Pollueur-Payeur et couvrir en 2035 100% des frais publics pour la gestion des déchets par des contributions financières des générateurs - Promouvoir l'économie circulaire et créer, en 2035, 100.000 emplois dans le secteur privé, liés directement ou indirectement à la gestion des déchets et des ressources - à valoriser 30% du gisement des déchets ménagers, - à mettre en place le tri - et à inciter le secteur privé à investir dans les infrastructures de traitement. 	
--	------------------	--	--

II.4.5. Politique algérienne de protection de l'environnement

Depuis une dizaine d'années, l'état Algérien adopte, des stratégies pour la préservation de l'environnement dans différents secteurs.

Ces dernières reposent sur plusieurs axes, la protection et la valorisation de la nature et de la biodiversité, les technologies vertes et l'économie circulaire, ainsi que vers la lutte contre le réchauffement climatique et la pollution atmosphérique. Ainsi, la préservation de l'environnement et le recours aux énergies renouvelables surtout en sud saharien qui se présente comme un coin de richesses ;

La dégradation de l'environnement représente donc 455 milliards de Dinars Algériens, soit plus de 5 milliards de dollars ; une valeur qui dépasse la facture alimentaire annuelle pour l'ensemble de la population algérienne. Les dégâts occasionnés à l'environnement ne sont donc pas négligeables.

C'est avec la création du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) en 2000 que le paramètre « environnement » fait véritablement partie des données nouvelles de l'action économique et sociale.

Il est actuellement officiellement admis que la croissance économique incontrôlée peut aboutir à la détérioration de l'environnement et que la priorité jusqu'alors donnée au quantitatif sur le qualitatif doit être abandonnée. Il faut coupler la recherche de l'efficacité économique à celle de la qualité de la vie.

C'est dans cette optique que les objectifs visés par la nouvelle stratégie de développement durable et environnementale ciblent :

- Le retour à la croissance ;
- La réduction de la pauvreté ;
- La préservation de l'équilibre des différents écosystèmes.

Ces aspects auront pour finalité un équilibre harmonieux entre préoccupations économiques, sociales et environnementales.

Il est utile de noter que le Ministère en charge de l'environnement a axé ses activités depuis 2001 sur le développement durable et l'environnement.

Parallèlement le Ministère en charge de l'environnement s'est attelé à mettre en adéquation le cadre législatif et juridique approprié pour l'amélioration de l'environnement comme :

- La loi sur l'environnement et le développement durable ;
- La loi relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets ;
- La loi spécifique à la montagne ;
- La loi relative à la protection du littoral ;
- La loi relative à la steppe et l'aménagement et au développement durable du territoire.

Aussi, il a été nécessaire de renforcer le dispositif existant par la mise en œuvre d'autres institutions, tels que l'Observatoire National de l'Environnement pour le Développement Durable (ONEDD), le Commissariat National du Littoral (CNL), le Centre National des

Formations à l'Environnement (CNFE), le Centre National du Développement des Ressources Biologiques (CNDRB), l'Agence Nationale des Déchets (AND) et le Centre National des Technologies de production « plus Propres »(CNTP)

Cette politique s'articule autour de l'amélioration du cadre et de la qualité de vie du citoyen, la préservation des ressources naturelles, le recours aux énergies renouvelables pour réduire la dépendance aux énergies fossiles, l'utilisation des technologies nouvelles et, enfin, le renforcement du rôle actif et participatif du citoyen.

Pour la réalisation de ces objectifs, le gouvernement s'engage à :

- ✓ renforcer la protection de l'environnement et la lutte contre toutes les formes de pollutions;
- ✓ actualiser et mettre en œuvre le plan national d'action des modes de consommation et de production durable ;
- ✓ préserver et valoriser la biodiversité et les écosystèmes et créer des filières de valorisation des services éco-systémiques et d'extension du réseau des aires protégés ;
- ✓ protéger l'environnement saharien, la gestion intégrée des zones désertiques et à mettre en œuvre un programme national d'actions relatives à la gestion intégrée des éco-systèmes désertiques ;
- ✓ développer les énergies renouvelables hors réseau, afin d'atteindre une production de 1000 MW à l'horizon 2030, dont 500 MW d'ici 2024.
- ✓ promouvoir la maîtrise de l'énergie ;
- ✓ adapter les textes juridiques et les cadres institutionnel et fiscal et élaborer des textes réglementaires en vue de l'optimisation du recouvrement des taxes environnementales ;
- ✓ renforcer le cadre réglementaire en incluant la certification obligatoire des installateurs et l'agrément des bureaux d'études et définissant des mécanismes financiers pour le développement des énergies renouvelables en hors réseau ;
- ✓ renforcer la coopération internationale, notamment avec les pays de la rive méditerranéenne et les pays voisins (région Afrique du nord et du Sahel) ainsi que la coopération avec les institutions et organismes internationaux ;
- ✓ élaborer une stratégie nationale d'information, de sensibilisation, d'éducation et de communication soutenue sur l'environnement.

II.4.5.1 Indicateurs environnementaux et du développement durable :

❖ Nombre d'associations ayant pour objet l'environnement et/ou le développement durable :

Les associations ayant pour objectif la promotion de développement durable et/ou la préservation de l'environnement sont en développement continu. C'est des associations écologiques, qui ont en général un caractère local, leur domaine d'activité principal étant la communication et la sensibilisation.

Le développement de ces associations vient suite à la promulgation de la loi 90-31 de décembre 1990. Leur nombre est passé de 124 associations en 1995 à 264 associations en 2003.

La stratégie développée par le **MATE** a permis aux associations environnementales à travers des aides financières, moyennant des programmes d'intervention et des cycles de perfectionnement, de susciter une dynamique citoyenne qui se met progressivement en place et qui permettra une plus large implication des associations dans la mise en œuvre de la politique nationale de l'environnement et notamment dans le domaine de l'éducation à l'environnement.

❖ Existence de plans nationaux d'environnement et/ou de stratégies de développement durable :

Le gouvernement algérien a élaboré une stratégie de redressement, axée sur des synergies positives entre le nécessaire retour à la croissance, la réduction de la pauvreté et la préservation de l'équilibre des différents écosystèmes.

Cette stratégie est construite sur la base du constat du rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement (RNE 2000) dans une perspective décennale. Elle est appuyée par un Plan national d'action pour l'environnement et le développement durable (PNAEDD).

Les objectifs nationaux de la stratégie environnementale visent à :

- Relancer la croissance économique sur une base restructurée et élargie, afin de réduire la pauvreté et créer des emplois ;
- Préserver les ressources naturelles fragiles et limitées (eau, sols, forêts, biodiversité...) pour un développement soutenable à long terme ;
- Améliorer la santé publique et la qualité de vie des citoyens par une meilleure gestion des déchets, de l'assainissement et des rejets atmosphériques.

Par ailleurs, le **PNAE-DD**, adopté par le conseil des ministres, est destiné à concrétiser les objectifs nationaux de la stratégie nationale. Il repose sur la mise en œuvre de mesures institutionnelles et d'accompagnement ainsi que sur des investissements prioritaires.

Il propose de renforcer le cadre juridique, de construire des capacités institutionnelles performantes, d'introduire des instruments économiques et financiers, d'améliorer la

gouvernance environnementale pour appuyer un programme d'investissement prioritaire (2001- 2004) et permettre sa réalisation dans les meilleures conditions.⁸

❖ **21 contrats de performance signés :**

- 12 contrats de performance en cours de signature ;
- 56 contrats de performance en cours de négociation ;
- 256 adhésions à la charte environnementale et industrielle ;

❖ **Organismes nationaux algériennes :**

- SECE Secrétariat d'État Chargé de l'Environnement
- FNE Fond National pour l'Environnement
- PNAE Plan National d'Actions Environnementales
- CNE Conseil National de l'Eau
- HCEDD Haut-Commissariat de l'Environnement et du Développement Durable.

❖ **Coopération Internationale**

Les projets	actions
Projet PNUD	- renforcement des capacités nationales pour la protection de l'environnement
Projet de coopération avec GTZ-Allemagne	- gestion des déchets solides et rejets liquides.
Projet avec le Fonds Mondial pour l'Environnement	- Mise en place d'un système de gestion de la pollution pétrolière - Élaboration de stratégie et programme national sur la diversité biologique. - Programme d'action pour la Méditerranée consacré à la pollution d'origine tellurique
Projet avec le METAP	- Plan national d'action environnementale - gestion et planification des zones sensibles
Projet avec la Banque Mondiale	- contrôle de la pollution industrielle (Annaba)
Projet avec le Plan d'Action pour la Méditerranée	- développement durable du littoral algérien

Tableau II. 11 Les coopérations internationales

II.5. Travaux de la communauté scientifique dans le domaine en Algérie

⁸Compendium national sur les statistiques de l'environnement – Algérie - 2006

La recherche scientifique est un processus dynamique ou une démarche rationnelle qui permet d'examiner des phénomènes, des problèmes à résoudre, et d'obtenir des réponses précises à partir d'investigations. Ce processus se caractérise par le fait qu'il est systématique et rigoureux et conduit à l'acquisition de nouvelles connaissances. Les fonctions de la recherche sont de décrire, d'expliquer, de comprendre, de contrôler, de prédire des faits, des phénomènes et des conduites.

À l'échelle mondiale, les années 1990 ont témoigné d'une accélération des décisions publiques destinées à protéger l'environnement et à limiter le réchauffement climatique. Aujourd'hui, en Algérie, les collectivités, entreprises, maîtres d'ouvrage et artisans sont conscient de la nécessité et désireux de s'engager dans une nouvelle politique de construction de bâtiments durable. A l'échelle de la recherche cette volonté s'est traduite par la production d'un volume important de produit scientifique de différentes natures. Dans le Tableau ci-dessous, nous avons regroupé quelques travaux depuis la littérature consultée.

Tableau II. 12 Résumé de quelques travaux de recherche dans le domaine du développement durable intégré au bâtiment d'habitation

Auteurs et année	Titre	Nature du travail	Résumé
S. Rahmouni, 2020	Évaluation et amélioration énergétiques de bâtiments dans le cadre du programme national d'efficacité énergétique	Thèse de Doctorat	L'objectif du travail mené est d'évaluer l'impact des mesures proposées sur la consommation énergétique d'un bureau standard construit, selon la réglementation algérienne. L'étude est menée sur trois villes algériennes qui représentent trois zones climatiques différentes.
N. Benyeloule, 2015	Habitat autonome en énergie - Réflexion à partir d'une proposition à Tlemcen	Mémoire de Master	Le travail a pour but de répondre au besoin de la ville de Tlemcen quand à ce genre d'habitation pensé d'une technologie de stabilité et de confort modelé par une architecture fondue dans un contexte urbain et obéissent à sa propre vocation.
A. S. Achour & R. Zerrouk, 2015	L'habitat durable	Mémoire de Master	Ce travail est une repense aux moyens pour réduire la consommation énergétique d'un bâtiment, avoir un habitat écologique et ami a l'environnement en tous les normes et impliquer les futurs habitants dans un nouveau projet de vie.
K. Taleb & R. Aknine Suidi, 2017	La politique sociale de l'habitat en Algérie : impacts sur le développement économique et social	Article de conférence	Étude des problèmes de logements et l'insuffisance au cours des années ainsi que le développement apporté pour améliorer ce cadre.
S. Benzemouli &	La création d'un éco-quartier dans la ville de	Mémoire de Master	Le travail a pour objet de crier un logement convenable avec l'application des principes de DD ainsi que la réconciliation entre environnement et développement ou

S. Miloudi, 2018	Khenchela dans le cadre de développement durable		entre la ville écologique et la ville moderne.
M. A. Nadji, 2015	Réalisation d'un éco-quartier	Mémoire de Magister	Le travail est une proposition d'aménagement d'un éco-quartier à Oran : Hai Seddikia plus précisément « BatimatTaliane », dont l'assiette est en voie de libération au profit d'un projet de modernisation de la ville et d'une image plus durable.
H. Abdelkrim, 2012	Évolution des politiques de l'habitat en Algérie - le LSP comme solution à la crise chronique du logement : Cas d'étude la ville de Chelghoum Laid	Mémoire de Magister	La production du logement, vers de nouveaux mécanismes strictement anti-monopolistique dans leur forme et particulièrement économique dans leur contenu et approfondir la recherche en étayant ces nouveaux mécanismes et singulièrement celui inhérent à la modalité du logement social participatif (LSP) ; l'intégration de durabilité en logement.

Tableau II. 13 Résumé de quelques travaux de recherche dans le domaine du développement durable intégré au bâtiment d'habitation (suite)

D. Armouche & W. Boumaza, 2017	Habitat Durable Cas d'étude : logements collectifs intégrés à Tlemcen	Mémoire de Master	Cette étude comporte des statistiques de logements et un choix de wilaya de Tlemcen pour étudier les indicateurs de développement durable en secteur de l'habitat collectif.
Y. Benhamla & A. Rajai, 2018	Habitat durable à haute performance énergétique Cas d'étude la ville de Oum el Bouaghi	Mémoire de Master	Dans ce travail un choix du projet habitat durable à haute performance énergétique à la ville de Oum el Bouaghi c'est pour but de développer la ville vers la durabilité, et appliqué les critères de développement durables et donne une autre image à la ville.
S. Semahi & B. Djebri, 2013	La conception des logements à haute performance énergétique en Algérie - Proposition d'un outil d'aide à la conception dans les zones arides et semi-arides	Revue des Énergies Renouvelables Vol. 16 N°3 (2013) 551 – 568	L'objectif principal du travail est le développement d'un outil, afin d'aider les architectes à concevoir des bâtiments performants en terme énergétique et confortable sur le plan thermique.
A. Hannache & all, 2017	Les bâtiments à haute performance énergétique, l'expérience Algérienne-entre théorie et pratique.	Mémoire de Master	l'objectif de l'étude est de faire une étude comparative qui explique l'importance et l'utilité des bâtiments à haute performance énergétique dans le secteur résidentiel en Algérie. Cela se fait à partir du rôle de l'architecture dans sa conception et la prise en considération des acteurs concerne le maître d'ouvrage tout en respectant le cadre juridique, afin de pouvoir atteindre le confort de

			l'occupant qui ne peut être réalisé en réalité que par l'utilisation de l'isolation thermique dans le bâtiment ainsi que d'autres exigences techniques et architecturales.
S.Bounail, 2016	Les solutions architecturales dans les bâtiments à basse consommation	Mémoire de Master	L'objectif de ce travail est de déterminer des solutions architecturales afin d'obtenir des Bâtiment à basse consommation (compacité ; orientation ; isolation ; ventilation ; végétation. etc.)Qui aident les architectes dans la conception en disposant des outils d'évaluation afin de mettre en application des normes réglementaires pour réduire l'impact environnemental de ce secteur et réduire la consommation énergétique dans le bâtiment.

Tableau II. 14 Résumé de quelques travaux de recherche dans le domaine du développement durable intégré au bâtiment d'habitation (suite)

KH.Oultaf& all, 2016	L'amélioration du confort dans les bâtiments existants et à projeter avec optimisation de la consommation énergétique	Mémoire de Master	Ce travail est une recherche référentielle qui étudie la préoccupation du confort dans le bâtiment afin de l'améliorer. Cette recherche définit les aspects des confort acoustique, visuel, thermique et autre, dans le bâtiment, et identifie les paramètres importants dans la conception architecturale et les ambiances extérieurs qui influencent la sensation du bien-être dans les espaces de vie. La particularité de cette étude est qu'elle intègre un volet consacré au développement durable par la prise en compte de la consommation énergétique
A.Boukriaa&K h.Ferkhi, 2016	Architecture des façades ; application et performance : cas de nouveau rectorat de Tassoust.	Mémoire de Master	Ce mémoire porte sur une analyse des différentes notions de la façade et les systèmes constitutifs des notions générales de bases ainsi que leur typologie et ses enjeux
A.Kaouache&S .Kissoum, 2016	Bâtiments végétalisés et ambiances intérieures des habitations.	Mémoire de Master	L'étude, a soulignée l'effet d'un mur végétalisé sur les ambiances hygrothermiques à l'intérieur d'une habitation qu'elle recouvre.
M.Emmamouche&B.Oussama , 2016	L'habitat intelligent : technique de construction et d'économie d'énergie.	Mémoire de Master	Dans ce travail parle sur le secteur de l'habitat en Algérie et ces problèmes, aussi le concept de l'habitat intelligent, par ses définitions, ses caractéristiques et les technologies et techniques utilisées pour profiter des énergies renouvelables, assurer une meilleure gestion énergétique ainsi qu'un meilleur confort
B.Azizi&H.Sek hane, 2016	La préfabrication du bâtiment comme élément	Mémoire de Master	Ce travail porte sur une analyse des différentes notions de préfabrication et les systèmes constructifs destinés à

	de développement durable.		plusieurs usages, et plus particulièrement sur l'apport de la préfabrication dans le développement durable.
M.Benchemam, 2016	L'impact des procédés constructifs durables sur la qualité énergétique des bâtiments.	Mémoire de Master	Cette recherche s'inscrit dans une perspective d'application des procédés constructifs et l'impact sur les besoins énergétiques d'un bâtiment pour orienter les créateurs des bâtiments dès l'amont de leur conception pour cela on apprécie la performance énergétique des bâtiments et l'évaluer dans la perspective d'une utilisation des éco techniques et des ressources naturelles

II.6. Conclusion

La politique de construction en Algérie, fondée sur la planification centralisée et sur l'impact du bâtiment sur l'environnement due à l'explosion démographique a certes permis d'améliorer la qualité de vie des citoyens, mais au prix de déséquilibres écologiques et socio-économiques importants qui menacent le développement futur du pays surtout qu'il présente une cave des sources naturels risquant à disparaître dans le court terme.

À partir de l'analyse de la situation actuelle du secteur résidentiel dans le pays, présenté dans le présent chapitre, il est possible de dire que la politique nationale adoptée en matière d'habitat est entièrement dépassée. En effet, des insuffisances et dépassement au droit de l'environnement sont apparues. Pour pouvoir remédier à tous ces problèmes, il faut absolument passer à une politique concrète qui s'inscrit dans une perspective de développement durable.

Cette nouvelle politique nécessite de recourir à une approche actionnelle basée sur : une organisation interne rigoureuse, une hiérarchie des fonctions responsabilisées et une précision des objectifs avec des délais à atteindre. Ces paramètres doivent donner lieu à une organisation systémique avec un niveau de perception commun aux différents partenaires et acteurs dans le processus d'intervention.

Dans cette perspective, précisément, nous essayerons, dans le chapitre suivant, de contribuer à cette politique de modernisation des bâtiments d'habitation en proposant une méthodologie dans le but d'évaluer leur durabilité en tenant compte des objectifs du développement durable à l'échelle planétaire.

Chapitre III

Proposition d'une méthodologie d'évaluation de durabilité des bâtiments d'habitation en Algérie

La méthodologie présentée au cours de ce chapitre a pour objectif d'évaluer la durabilité des bâtiments d'habitation dans le contexte algérien. La méthodologie est combinée par deux approches complémentaires : l'approche descendante « Top-down » et l'approche ascendante « Bottom-up ». La première est une décomposition du problème complexe en une série d'objectifs, de critères et d'indicateurs de performance facilement mesurable. La deuxième est un processus d'agrégation multicritère en utilisant la méthode AHP.

III.1 Introduction

Le constat qui donne une figure évidente au développement durable, est celle du triangle qui s'appuie sur les trois piliers de l'environnement, du social et de l'économique. Elle souligne la nécessité de penser dans une approche intégrée techniques, environnement et santé ; développement, énergie, environnement et structures sociales, etc.

Cette grille de définition et de lecture du développement durable met l'accent sur son déploiement temporel, spatial et sur l'interconnexion de ses points d'application. Le bâtiment d'habitation occupe une place particulière dans la réalisation des objectifs du DD.

En Algérie, le secteur du bâtiment d'habitation est l'un des secteurs les plus dynamiques. Résultats d'une forte demande de logement due à la grande croissance de la population. Cette forte demande de logement s'est accompagnée d'une forte demande de confort et de bien-être. Toutes ces raisons font de l'évaluation de la durabilité des bâtiments d'habitation en Algérie une nécessité.

III.2 Limites de l'étude

III.2.1 L'échelle spatiale

De façon quelque peu symétrique, un certain nombre de géographes suggèrent que les échelles spatiales ne s'imbriquent pas sans discontinuité. L'émergence de la notion de territoire a influencé fortement la manière de poser un certain nombre de questions de recherche, comme l'a montré l'analyse approfondie que lui a consacrée récemment l'Académie des sciences. L'échelle spatiale à laquelle une question doit être "bien posée", si l'on veut avoir une chance de la résoudre. Une analyse multidisciplinaire de ces différents espaces est indispensable à l'étude de toute question spatialisée. Ceci représente une rupture par rapport à certaines habitudes disciplinaires, où une question peut être étudiée à des échelles multiples selon des choix peu contraints a priori. Cela implique aussi de repenser les modalités de certaines modélisations et de leur application empirique, si l'on doit considérer l'impact non-linéaire d'actions locales sur les biens publics régionaux ou mondiaux.

La complexité de l'évaluation d'un projet croît naturellement en fonction de l'élargissement de la zone d'étude, lorsque l'on souhaite garder un niveau de précision et un nombre de points d'évaluation constants. L'échelle adéquate se veut donc être un compromis entre une prise en compte trop parcellaire ou trop restreinte et une complexité inhibante. Nous avons choisi le bâtiment comme échelle tel qu'une unité.

Dans cette partie alors et selon la notion de développement durable, nous justifions un choix de l'échelle d'étude pertinent vis-à-vis d'une démarche d'évaluation d'un projet.

Pour pouvoir rétablir des changements à tout le secteur de construction, nous basons d'abord sur l'unité principale.

III.2.2 L'échelle temporelle

Le temps long, auquel le développement durable se réfère, n'est pas le temps habituel du calcul économique. L'actualisation des bénéfices, lorsqu'elle est effectuée avec les taux d'intérêt que suggèrent les marchés actuels, écrase la valorisation des bénéfices futurs : pour qu'un investissement d'un milliard mérite d'être effectué, il faut en effet, avec un taux d'intérêt de 5 %, qu'il épargne un coût de 130 milliards dans 100 ans, de 17 000 milliards dans 200 ans.

Le cadre chronologique est absolument important, le temps consacré à la collecte des données relatives au bâtiment et des données environnementales se réalisait souvent aux dépens du temps passé à l'analyse des résultats et donc à l'amélioration du projet.

Ainsi, le choix de la phase d'intervention est d'une grande importance : plus l'évaluation intervient tard et plus il sera complexe d'intervenir sur le projet. À l'inverse, lors de phases très initiales du projet, peu de données sont disponibles. Le parti pris de ce travail est de considérer que la méthode doit pouvoir être applicable durant l'ensemble des phases de conception et de construction du projet : chaque phase a son importance pour l'optimisation d'un bâtiment et ne peut être négligée. La difficulté inhérente est de pallier le manque d'information lors des phases préliminaires du projet, tout en restant très vigilant sur la pertinence de certains indicateurs lorsqu'une très faible quantité de données est disponible.

III.3. Les défis de l'étude

La vie durable occupe le devant de la scène sur le marché immobilier grâce à l'avènement de l'architecture verte. De plus en plus on devrait tourner vers les constructions vertes, car ces derniers favorisent un mode de vie durable et promettent un avenir meilleur. Bien que les dernières technologies et tendances aient joué un rôle important dans la préparation des bâtiments éco énergétiques.

Les bâtiments verts autre dit « l'éco-bâtiment » comprennent des mesures visant à réduire la consommation d'énergie en utilisant des sources d'énergie durables. Elle constitue en outre un facteur de développement économique par la diminution des dépenses énergétiques, par la création de nouvelles activités et d'emplois, ou encore la réalisation de nouveaux concepts permettant d'utiliser ces ressources renouvelables pour ses propres besoins énergétiques.

Certains pays fixent des objectifs ambitieux pour le programme de construction écologique, mais tous ne sont pas complétés par un ensemble de règles ou d'incitations appropriées pour stimuler la croissance. On cite ici quelques défis des pays dans ce terme.

En Algérie, l'intégration d'une démarche basée sur les objectifs du DD dans le secteur du bâtiment est un impératif de premier ordre des politiques énergétiques et économiques, notamment dans le secteur de l'habitat qui représente seul 40 % de la consommation énergétique.

Presque exclusivement dépendant des énergies fossiles ; ainsi une des mesures essentielles à prendre, serait la construction écologique ou passive qui est un concept permettant de composer avec le climat; mais, l'Algérie, bien qu'elle connaisse depuis bientôt une décennie un développement intense et soutenu des secteurs du bâtiment et de la construction. Que ce soient pour les grands projets de l'État (un million de logements sociaux) ou les grands projets immobiliers (résidentiel, tertiaire), n'intègrent pas trop, les exigences des normes internationales en matière de performances énergétiques et environnementales, aux processus de conception et de construction. Ceci conduit d'ores et déjà à de grandes pressions sur les ressources (énergie, eau, matériaux, ...) et des impacts importants sur l'environnement et ne contribue nullement au développement durable des territoires, ni, au plan mondial, à la lutte contre le réchauffement climatique. Les spécialistes de la matière, estiment dans ce contexte que la réalisation de logements efficaces énergétiquement, s'impose comme une nécessité impérieuse pour la maîtrise des consommations énergétiques⁹.

Parmi les défis auquel le bâtiment écologique est subit on cite :

- Le matériel et les produits coûteux en réalisation des constructions qui répond au terme de durabilité, tels que l'installation de double vitrage, la ventilation, les produit d'isolation thermiques, utilisation de l'énergie renouvelable come les plaques volta phoniques, ...etc. ;
- L'absence de la conscience culturelle sur l'obligation de prendre le problème de l'environnement et les sources fissiles en sérieux ;
- L'absence de classification et de réglementation ;
- Manque de personnel et de matériel spécialisé en domaine ;
- L'absence de politique claire de lutte contre la pollution d'origine industrielle ;
- Manque de motivation des producteurs (inexistence d'incitations économiques et financières à même de faire supporter aux pollueurs les coûts de la dégradation de l'environnement et les effets sur la santé publique) ;
- L'ignorance de cadre juridique : car la plupart des constructions faites sans contrôle et sous la fraude ;
- L'insuffisance des plans nationaux et des plans locaux d'adaptation aux changements climatiques et le renforcement de la résilience face à leurs effets ;
- Pas d'inspection ni de contrôles réguliers effectués par une structure officielle adéquatement équipée ;
- Le manque de gestion ;
- Mauvaise gestion de l'énergie et des matières premières et manque de compétitivité.

⁹ Article, 'Maîtrise de la Consommation de l'Énergie dans le Bâtiment, l'autre Défit : des Logements de Haute Efficacité Énergétique seront Construits'

Tableau III. 1 Les obstacles de la construction durable

	Obstacles	Références
1	Résistance au changement	Wong & Yip (2004)
2	Motivations financières	
3	Culture de l'industrie	
4	Manque de formation et d'éducation	Abidin (2010) ; Ebohon&Rwelamila (2001); Gan & al (2015); Nwokoro&Onukwube (2015)
5	Manque de capacité de l'industrie	Du Plessis (2001)
6	Environnement économique incertain	Du Plessis (2001) ; Ebohon&Rwelamila (2001)
7	Pauvreté et faible investissement urbain	Du Plessis (2001)
8	Manque de données précises	Du Plessis (2001)
9	Manque d'intérêt pour les questions de construction durable	Du Plessis (2001)
10	Manque de technologie alternative éprouvée	Du Plessis (2001) ; Pitt et al. (2009) ; Ebohon&Rwelamila (2001)
11	Manque de recherche intégrée	Du Plessis (2001) ; Babawale&Oyalowo (2011)
12	Manque de connaissance, de compréhension et de sensibilisation	Shafii et al. (2006) ; Abidin (2010) ; Dania et al. (2013) ; Jailani, Reed, and James (2015) ; Pitt et al. (2009) ; Dania et al. (2007)
13	Coût plus élevé	Shafii et al. (2006) ; Pitt et al. (2009)
14	Problèmes d'approvisionnement	Shafii et al. (2006) ; Ebohon and Rwelamila (2001)
15	Construire des barrières réglementaires	Shafii et al. (2006) ; Pitt et al. (2009)
16	Exposition limitée des professionnels	Shafii et al. (2006); Babawale and Oyalowo (2011)
17	Manque de production nationale de matériaux	Shafii et al. (2006); Ebohon and Rwelamila (2001)
18	Manque d'exemples de démonstration	Shafii et al. (2006)
19	Manque de norme de mesure	Hill and Bowen (1997) ; Emmanuel et al. (2014) ; Pitt et al. (2009) ; Shen& Ji (2010)
20	Manque de compréhension de l'analyse de rentabilisation	Pitt et al. (2009)
21	Manque de demande des clients	Pitt et al. (2009) ; Gan et al. (2015) ; Abidin (2010)
22	L'imprécision de la définition de	Dania et al. (2013) ; Lai and Yik (2006); Du Plessis (2001)
23	Absence de politique de planification	Pitt et al. (2009)
24	Exigence des clients	Gan et al. (2015)
25	Manque d'application et de contrôle de la loi et de la législation	Abidin (2010) ; Nwokoro&Onukwube (2015) ; Ebohon&Rwelamila (2001)
26	Priorité inappropriée	Babawale&Oyalowo (2011) ; Shen et al. (2010) ; Gan et al. (2015) ; Shafii et al. (2006)
27	Mauvaise attitude du public	Nwokoro&Onukwube (2015) ; Mansaray, Ajiboye&Audu (1998)
28	Pas de base commune d'information	Emmanuel et al. (2014)
29	Manque de coordination	Ebohon&Rwelamila (2001)
30	Grande instabilité politique	Ebohon&Rwelamila (2001)

III.4. Méthodologie d'évaluation proposée

La méthodologie proposée dans ce travail est une méthodologie d'évaluer la durabilité d'un bâtiment d'habitation. Elle comprend principalement deux approches (Figure III.1) : approche descendante et approche ascendante. Deux démarches sont traditionnellement opposées. Une première, que l'on peut qualifier de top-down (signifiant qu'elle vient du haut pour s'appliquer à la base) qui vise, schématiquement, à réduire et simplifier la complexité (cadre d'évaluation générique, dénominateur commun, expertise). La deuxième démarche, dite Bottom-up (correspondant au mouvement ascendant des informations de la base vers le haut), se base sur des approches participatives, considérant qu'une évaluation se doit de rendre compte de la diversité inhérente à chaque système.

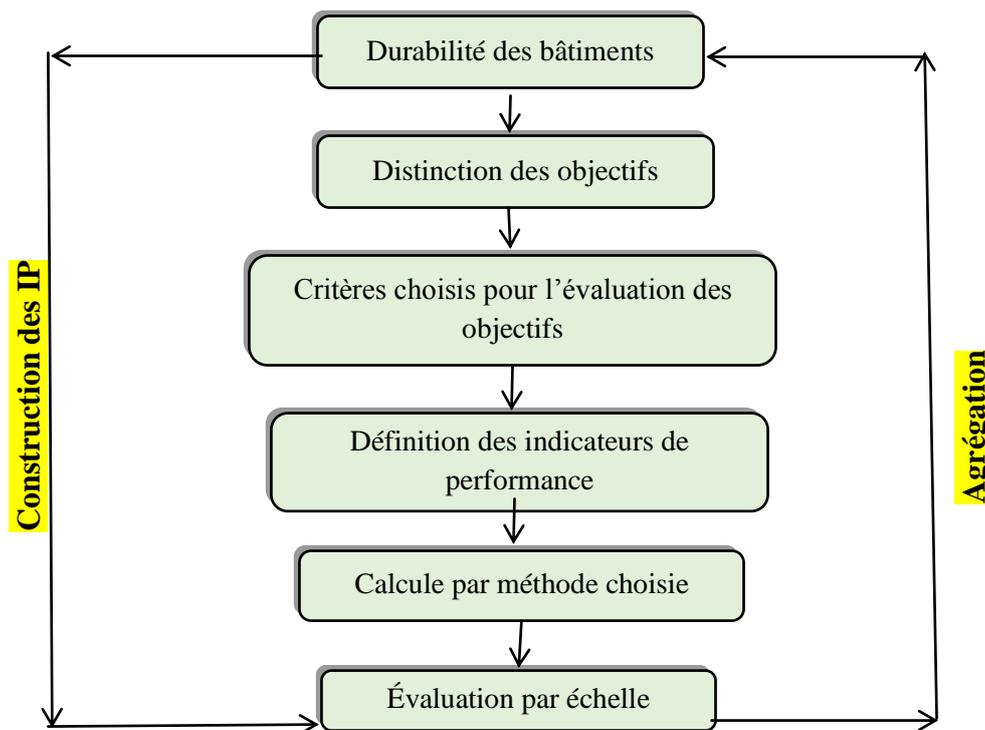


Figure III. 1 Démarche d'évaluation de la durabilité d'un bâtiment

III.4.1. Approche descendante – Top down approach

C'est une approche multicritère qu'on utilise pour simplifier un terme globale compliqué et vaste en des petites unités pour objet de définir un ensemble des indices de performances.

La démarche utilisée repose sur la logique suivante :

1. Fixer un objectif ;
2. Définir, pour chaque objectif, des sous objectifs ;
3. Identification, pour chaque sous objectif, des critères éventuels pouvant contribuer à son évaluation ;
4. Identifier, pour chaque critère des indicateurs qui vont contribuer à son évaluation ;
5. Élaborer, pour chaque indicateur, une (ou des) méthode(s) d'évaluation ;

6. Définition des méthodes d'appréciation de la performance de l'indicateur (normes, fonctions, base de données...).

Les modes d'évaluation des indicateurs peuvent être :

- Quantitatif : mesures directes ou par modélisation ;
- Qualitatif : une appréciation telle que bon, moyen, mauvais ;
- Binaire : présente ou ne présente pas la performance.

Après avoir sélectionné les objectifs, on passe à définir les critères de ces derniers ; chaque objectif possède des critères qui ont en retour des différents indicateurs de performance notés IP Pour pouvoir poursuivre l'étude et démontrer le processus d'agrégation et la méthode d'optimisation de la pondération des IP.À l'issue de cette approche Top-down, nous avons construit le schéma conceptuel global de durabilité de la Figure III.2 ci-dessous.

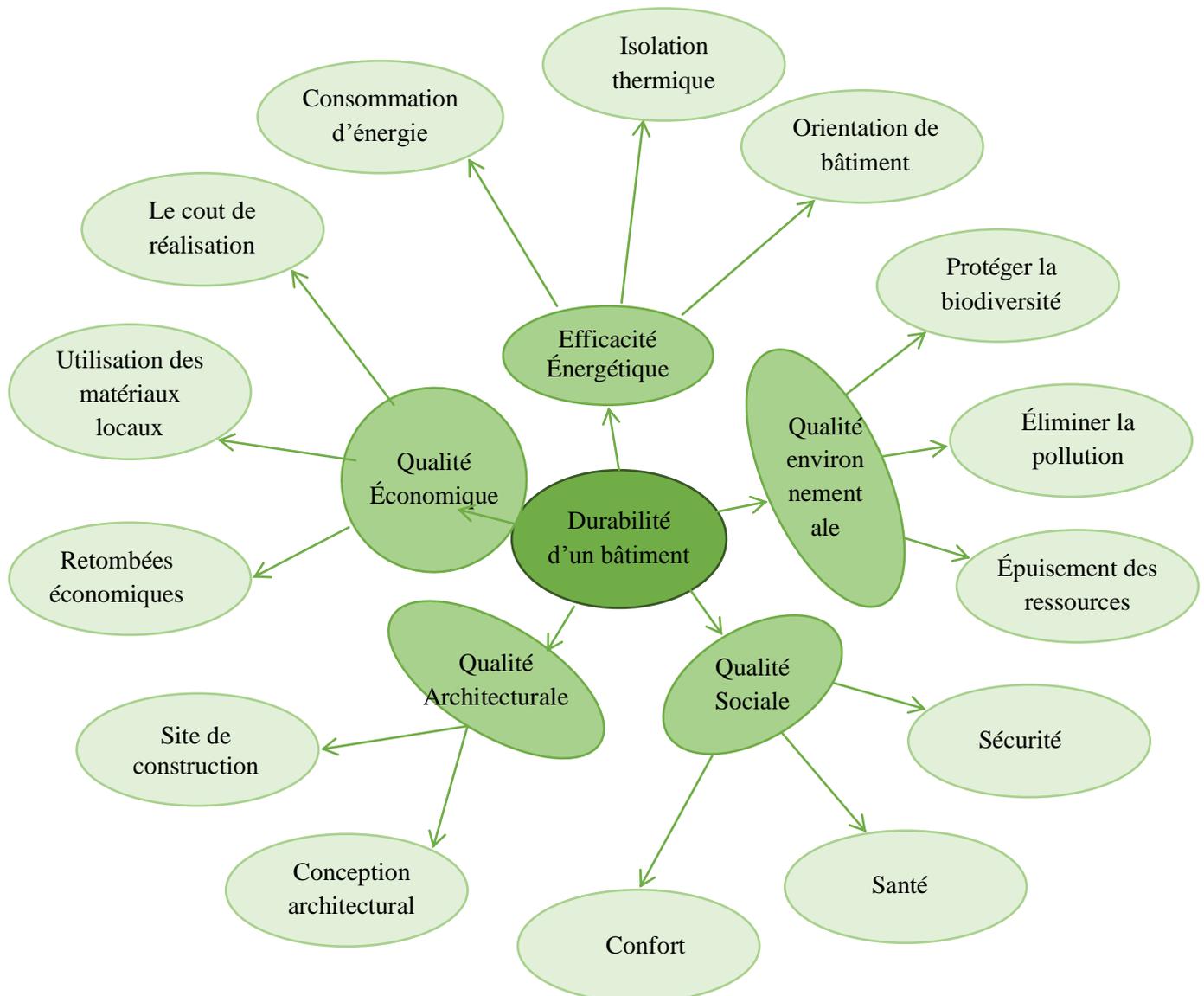


Figure III. 2Schéma conceptuel de l'évaluation de la durabilité d'un bâtiment d'habitation

III.4.1.1. En quoi la qualité environnementale est-elle facteur de la durabilité d'un bâtiment d'habitation ?

L'impact de l'environnement sur la durabilité de bâtiment est le plus marqué et le plus ancien de ce cadre, avec des activités écrites en gras depuis une quinzaine d'années ; notamment avec l'émergence de la Haute Qualité Environnementale (HQE) et de ses 14 cibles qui a permis de définir un parcours commun, de lancer l'expérimentation, puis d'aboutir à une norme française du type « NF ».

L'une des toutes premières réalisations qui respecte ce standard est l'opération des Mureaux, traitée par l'observatoire des bâtiments durables ; c'est un cas exemplaire en titre d'environnement. Il y a d'ailleurs plus de potentiel de sauvegarde de l'environnement dans le bâtiment, y compris dans la réhabilitation, que dans d'autres secteurs économiques.

Tant que le bâtiment est en effet à la fois un assemblage complexe de produits qui doivent être appréhendés sur l'ensemble de leur cycle de vie, un processus actif qui consomme de l'énergie et de l'eau, et qui rejette de la pollution et des déchets, un lieu de vie qui doit garantir à ses occupants confort et santé, et enfin un élément qui s'insère dans un contexte urbain local.

Les enjeux sont multiples : limiter les impacts du bâtiment sur l'environnement (air, eau, sols, faune et flore), et respecter l'équilibre écologique, en prenant en compte des interactions fortes telles que l'écoulement des eaux pluviales, mais aussi l'effet produit sur le paysage.

Notamment, le choix des produits, des systèmes et des procédés employés est également lourd de conséquences : il s'agit d'assurer la qualité technique et la performance de l'ouvrage, mais aussi sa durabilité et son adaptabilité, en privilégiant des produits à faible impact environnemental, et en favorisant la facilité d'entretien et de maintenance. Cette volonté doit par ailleurs presque toujours composer avec la contrainte financière, qui oblige souvent à des compromis.

Cette exigence et ces difficultés se retrouvent également dans la phase de construction : il est nécessaire, pendant celle-ci, de réduire la production de déchets de construction, les trier, et les valoriser au mieux ; l'objectif étant toujours, dans la mesure du possible, d'aller au-delà de la réglementation existante. (OBD, 2008).

En résumé, pour avoir un bâtiment bien durable, il faut avoir une bonne qualité environnementale en focalisant sur tous les ses points composants (eaux, déchets, biodiversité, énergie ...etc)

III.4.1.2. En quoi l'efficacité énergétique est-elle facteur de la durabilité d'un bâtiment d'habitation ?

La thématique de l'efficacité énergétique, notamment dans le secteur de la durabilité d'un bâtiment, dispose d'une réelle opportunité de développement dans le monde. Le bâtiment devient soudainement un enjeu central de deux défis planétaires majeurs : le changement climatique et l'approvisionnement énergétique.

Aussi dit, L'efficacité énergétique est maintenant reconnue comme l'une des approches les plus rapides et les plus appropriées pour réduire les émissions des gaz à effet de serre liées à la consommation d'énergie et rendre la conception des bâtiments développés et durable.

Cette approche exige de présenter l'ensemble des techniques, méthodes ainsi que les solutions et les pistes de réflexion qui s'intéressent à l'amélioration des performances énergétique des bâtiments. La focalisation se fera sur les solutions les plus adaptées au climat local et aux éléments qui compose les bâtiments (Loonen et al. 2016 ; Navid et al, 2018 ; Fatemeh et al., 2017; Nima, 2017; Koezjakov, 2018; Kneifel et O'Rear, 2016).

Ce secteur représente un potentiel énorme d'efficacité énergétique et de réduction des gaz à effet de serre. tel qu'en Algérie il consomme plus de 40% du total de l'énergie (chapitre II). (MEA, 2017).

Dans l'Union européenne, le secteur du bâtiment est le premier consommateur d'énergie.

En 2008, il absorbe 40% de la consommation totale d'énergie finale et rejette 36% des émissions de CO₂. En France, il absorbe près de 44% de la consommation totale d'énergie finale en 2011, soit 69 Mtep. Sa consommation a progressé au niveau national de près de 25% au cours des 20 dernières années. (L. Freris et D. Infield, 2009).

l'intégration de l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment avec pour objectif d'améliorer le confort intérieur des logements, tout en utilisant moins d'énergie, Dans ce contexte, on souligne la nécessité de développer une méthode de conception, accessible aux architectes, adéquate avec leurs modes de raisonnements, qui permet l'intégration harmonieuse des bâtiments aux différentes conditions climatiques des régions, toute en assurant leur performance énergétique et leur confort thermique (S. Semahi et B. Djebri, 2013)

On parle alors du bâtiment durable ce qui fait que l'aspect énergétique demeure une préoccupation centrale, surtout que la consommation d'énergie des bâtiments a augmenté rapidement ces dernières années. Pour réduire cela, l'élaboration des programmes et plans encore la mise en place de mesures d'efficacité énergétique appropriées peuvent réduire cette consommation d'énergie et protéger l'environnement, sans influencer le confort des occupants. Ce cas nous amené à nous intéresser au bâtiment performant, qui repose sur deux grands leviers qui améliorent son efficacité énergétique qui sont :

- L'efficacité énergétique dans le bâtiment, qui se réalise à travers, le choix des matériaux, l'inertie de l'enveloppe, l'isolation et l'architecture bioclimatique
- Le recours aux énergies renouvelables. (M.MAZARI, 2012)

Autre part, La notion de performance énergétique vise le confort thermique avec une exploitation annuelle optimisée des énergies consommées. L'intégration des énergies renouvelables, le solaire thermique et photovoltaïque, ainsi que les dispositifs de régulation et programmation.

La question de l'énergie est fondamentale s'impose comme une nécessité dans ce secteur : elle pèse en effet sur l'environnement (en France, les bâtiments résidentiels et tertiaires contribuent à 25 % des émissions de gaz à effet de serre d'origine humaine ainsi que le secteur résidentiel est à l'origine de 35 % de la consommation d'énergie finale en Algérie), mais elle a aussi un impact financier et géopolitique important. Augmenter la performance thermique des bâtiments est donc une priorité.

L'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur des bâtiments, en diminuant la consommation des combustibles fossiles qui sont la principale source de gaz à effet de serre (GES), de l'autre côté ils doivent satisfaire le développement rapide de l'économie mondiale qui exige une croissance continue de la consommation d'énergie. Ainsi, le défi que les pays sont appelés à relever consiste à mettre en œuvre une transition vers un système énergétique tout en soutenant le développement économique et social.

À la fin, l'amélioration de l'efficacité énergétique est l'un des moyens les plus constructifs et les moins coûteux de relever les défis des prix élevés de l'énergie, de la sécurité et de l'indépendance énergétiques, de la pollution atmosphérique et du changement climatique mondial.

Les nombreux avantages de l'efficacité énergétique comprennent :

- ✓ Environnemental : une efficacité accrue peut réduire les émissions de gaz à effet de serre et autres polluants, ainsi que la consommation d'eau ;
- ✓ Économique : l'amélioration de l'efficacité énergétique coûte généralement moins cher que d'investir dans la nouvelle génération des bâtiments. L'efficacité énergétique peut également stimuler l'économie locale ;
- ✓ Avantage aux systèmes de services publics : une fois intégrée aux plans de ressources énergétiques, l'efficacité énergétique peut offrir des avantages à long terme en réduisant la charge de base et la demande de pointe, ainsi que la nécessité de disposer d'actifs de production et de transport supplémentaires ;
- ✓ Gestion des risques : l'efficacité énergétique diversifie également les portefeuilles de ressources des services publics et peut constituer une couverture contre les incertitudes liées aux fluctuations des prix du carburant et à d'autres facteurs de risque.

III.4.1.3. En quoi la qualité architecturale est-elle facteur de la durabilité d'un bâtiment d'habitation ?

Le DD prend en considération les besoins des usagers et de la société ; pareil pour un investissement dans un bâtiment durable. Il doit prendre en compte cette dimension sociale et donc s'inscrire dans son contexte urbain, dans sa ville.

À cet égard, le bâtiment est au cœur de cette double définition de la qualité urbaine : il répond aux besoins tout en participant au fonctionnement et à l'image d'un cadre de vie commun. (OBD, 2008).

- *Une prise en compte nécessaire*

La qualité architecturale assure à tout projet un impact positif, sur les plans individuel autant que collectif. Elle est d'autant plus importante, et délicate à garantir, qu'elle joue sur trois niveaux, eux-mêmes interdépendants : le bâtiment lui-même, le quartier, et le territoire. (orientation, emprise aux sols, relief,,.etc).

Pour cette raison, l'intégration d'un projet dans son espace de voisinage et de proximité, son image, la symbolique qui s'en dégage sont primordiaux, au même titre que sa localisation et sa lisibilité. Autant d'éléments qui doivent être pris en compte, tout en intégrant la satisfaction de besoins liés à l'usage, comme l'accessibilité, la desserte, les conditions de stationnement et la qualité des abords.

Qu'il s'agisse de bâtiments à usage public ou de logements, l'ensemble de ces critères joue sur la façon dont la population vit l'espace urbain qu'elle occupe : aussi bien en termes de liens sociaux, d'identité culturelle, que d'équité (en particulier pour les équipements collectifs, mais aussi dans le cas des logements, où la notion de mixité sociale et fonctionnelle est intimement liée à celle de qualité urbaine) et, de manière plus générale, de qualité du cadre de vie.

- *Une émergence récente*

La prise en compte de la notion de qualité architecturale dans la conception d'un projet est apparue avec force à l'occasion de la multiplication des programmes de renouvellement urbain

Il s'agissait de reconquérir des zones délaissées, des friches industrielles, des dents creuses en cœur de ville.

Reconstruire la ville sur la ville est une problématique qui ne s'est pas démentie depuis. Mais elle pose un défi important : réintroduire de la qualité urbaine sur des sites pauvres, voire pollués, mais insérés dans un tissu urbanisé.

La spécificité de ces sites, et la nécessité de prendre en compte la ville et les quartiers alentour, mettent la qualité urbaine au cœur des programmes d'aménagement et de construction : mixité sociale et fonctionnelle (avec plusieurs fonctions réunies sur le même site), réhabilitation de bâtiments anciens coexistant avec des constructions neuves de qualité environnementale très élevée, participation des habitants, étude de l'offre de transports et d'espaces publics, sont autant d'éléments constitutifs de cette qualité urbaine.

Dans d'autres cas, le souci de qualité urbaine a accompagné la réalisation de projets entièrement nouveaux : émergence de nouveaux quartiers abritant parc d'activités et zones résidentielles, assurant la cohabitation d'habitants, d'emploi et d'étudiants, ainsi que des services nécessaires.

III.4.1.4. En quoi la qualité économique est-elle facteur de la durabilité d'un bâtiment d'habitation ?

La construction durable se heurte très souvent à l'idée que ce type de projet est générateur de surinvestissements. Cette contrainte s'avère souvent vraie ; elle n'est pas pour autant insurmontable, pour deux séries de raisons.

La première est la notion d'économies d'échelle que peut induire le passage de projets qui ont une dimension expérimentale à des process généralisés, et à des matériaux et des équipements fabriqués en plus grande quantité. (OBD,2008)

La deuxième demande un changement de perspective : elle suppose de prendre en compte l'économie d'une opération sur l'ensemble de son cycle de vie, et d'y inclure les gains générés pour chacun.

Une législation et des mentalités peu favorables En tout état de cause, la contrainte financière, qui pèse aussi bien sur les ménages que sur les collectivités, et les contraintes économiques des maîtres d'œuvre et des entreprises, fixent des limites au coût de la construction.

À l'heure actuelle, le prix d'un logement pour des ménages aux revenus moyens, compte tenu des diverses marges existantes, ne permet guère d'inclure dans le projet des recherches de performances supplémentaires en termes d'environnement ou d'usage. Cette situation s'applique aussi aux logiques d'investisseurs qui favorisent des logements amortis sur des durées relativement courtes, avec par exemple la possibilité de défiscaliser des placements immobiliers sur une durée de neuf ans. Cette durée est d'ailleurs également celle de possession moyenne d'un logement par les ménages primo-accédant. (OBD,2008)

La législation fiscale et les modes de financement des logements sont donc fondés sur des raisonnements à court terme, or les gains de la qualité environnementale sont mesurables sur le long terme. Le fait que le poids des charges de fonctionnement ne soit pas encore intégré dans l'estimation des valeurs foncières des biens immobiliers, n'incite pas pour le grand public à investir dans la qualité des matériaux et des équipements.

Des dispositifs financiers ont été mis en place pour les y inciter (crédits d'impôts, aide des collectivités, TVA à 5.5 % ...). (OBD,2008)

Une analyse économique solide dès l'amont (en phase programme et concours) est indispensable à l'obtention de la qualité attendue pour l'ouvrage. Cela passe par une analyse en coût global, notion qui, si elle est connue depuis longtemps, reste rarement appliquée.

On peut ainsi démarrer par approche ciblée sur quelques postes importants dans une logique de développement durable : sur l'énergie ou l'eau, bien sûr, mais aussi sur le choix des façades, ou encore le type de toiture. Cette difficulté à faire prendre en compte la longue durée est nette dans le cas du logement individuel : dans bien des cas, le maître d'ouvrage individuel n'accepte de surinvestir qu'en contrepartie de prestations de confort visibles, comme de la surface supplémentaire, ou une piscine par exemple.

Pour des raisons différentes, cette difficulté existe aussi au niveau des marchés publics : les budgets d'investissement étant distincts des budgets de fonctionnement, il est difficile sur le plan comptable de justifier un surinvestissement en mettant en regard les gains d'exploitation.

Des solutions existent, comme le recours à un tiers investisseur ; le montage juridique est original, mais il a le mérite de donner des résultats. »

Voici les cinq notions suggérées à développer pour mieux appliquer la notion de durabilité :

- Montage – impact financier : identifier l'enveloppe budgétaire du projet, les conditions de financement ; développer en particulier les conditions de mise en place de montages innovants ou de méthodes assurant une bonne maîtrise du budget ;
- Coûts de fonctionnement/coût global : identifier la volonté de maîtrise du coût global du projet et les moyens mis en œuvre pour y parvenir ;
- Coûts externes : évaluation et traitement des coûts externes de l'opération ;
- démarche de réinsertion sociale : identifier la contribution de cette opération à l'embauche de personnes en difficulté économique ou sociale ; faire ressortir le montage qui a permis ce résultat ;
- développement économique local (retombée économique) : identifier la contribution de l'opération au développement de filières, de compétences ou d'activités économiques dans le quartier, dans la région ; faire ressortir les conditions innovantes ou inhabituelles ayant permis d'atteindre ce résultat.

III.4.1.5. En quoi la qualité sociale est-elle facteur de la durabilité d'un bâtiment d'habitation ?

Le développement durable s'entend donc comme un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. Il s'appuie sur une vision à long terme et prend en compte trois dimensions indissociables du développement, à savoir, économique, environnementale et sociale.

Cette question renvoie au problème de l'équité inter et intra générationnelles. Plus fondamentalement encore, cette problématique renvoie à une thématique plus large, celle de l'éthique sociale puisqu'elle se décline sous forme d'énoncés normatifs.

L'encastrement du concept de développement durable dans une problématique de l'éthique peut être appréhendé selon l'éthique sociale (Arnsperger, 2004)

En revanche, l'éthique sociale porte sur les institutions sociales et sur la manière dont s'organise collectivement la société. Il ressort de cette acception, que l'éthique économique et sociale cherche à accorder une place de plus en plus importante à la justice sociale. Cette dernière est entendue comme l'ensemble des institutions qui déterminent une distribution plus équitable des droits et des devoirs tant sur le plan individuel que collectif.

Cependant, au cours de ces dernières années, l'importance grandissante accordée aux préoccupations sociales a permis l'émergence de réflexions profondes sur des thèmes très variés tels que la santé et de la qualité de vie, l'équité et les solidarités sociales, l'accès au savoir, l'efficacité économique, la protection des patrimoines culturels et l'accès à l'emploi durable. (Mandature 2015-2020)

Le bâtiment est « l'aire dans laquelle vit une grande partie de population ». Il se compose de plusieurs espaces de vie, selon son âge et son statut social, de vivre au quotidien. La qualité de l'habitat a un impact avéré sur la qualité de vie et le bien-être de la population concernée, le contenant (bâtiments...) et le contenu (personne, famille, groupes humains...) sont indissociables.

Les constructions ont également un rôle important à jouer dans le domaine social au niveau par exemple de la qualité de vie ou des fonctions culturelles. Un adulte passe sept huitième de son temps à l'intérieur d'ouvrages construits, ce constat explique en partie l'emphase mise sur l'amélioration de la qualité de vie des usagers depuis plus de cinquante ans (Charqui, 2015)

Pour favoriser le progrès Social

- ✓ Assurer la qualité d'air intérieur et celle de l'eau
- ✓ Assurer le confort thermique, visuel, olfactif et acoustique
- ✓ Optimiser l'accessibilité et l'adaptabilité des logements
- ✓ Augmenter la sécurité et prévenir les risques
- ✓ Réduire les nuisances sur le voisinage
- ✓ Assurer la traçabilité des matériaux
- ✓ Impliquer les utilisateurs dans les processus de décision...

III.4.2. Approche ascendante – Bottom-up approach

L'approche ascendante consiste à développer des méthodes d'agrégation qui permettent de déterminer une note globale pour l'ensemble performance énergétique du bâtiment à partir des valeurs obtenues à partir des IPs déjà sélectionnés. Dans notre cas, cette approche est basée sur une agrégation multicritères et évalue la performance d'un bâtiment d'habitation en utilisant la méthode de la somme pondérée vu ça simplicité. Pour calculer les poids des IP sélectionnés on a utilisé la méthode AHP.

L'agrégation des IP nécessaires dans ce processus ascendant devrait être faite dans le but de préserver un maximum d'informations afin de ne pas négliger la valeur de performance globale. Ceci peut être partiellement atteint en respectant la pertinence et la fiabilité de la relation entre les Paramètres de performance.

III.4.3. Approche de construction des paramètres de durabilité

III.4.3.1. Démarche de construction des indicateurs de performance

À partir d'un ensemble d'objectifs, eux-mêmes définis par différents indicateurs répondant à des critères précis. Dans la suite de notre travail, nous présenterons successivement les objectifs retenus, puis les indicateurs associés à chaque objectif pour l'analyse en arbre hiérarchique de notre évaluation qu'on a structuré dans la Figure III.3 (Bouyssou et al. 2000).

La sélection des IPs qu'on a utilisés a été faite dans un cadre de spécification algérienne qui doivent remplir ces fonctions pour s'en approcher au maximum afin d'obtenir des indicateurs réellement utiles et fiables. (Labouze, 1995 ; Weber et Lavoux, 1994).

Un indicateur de performance doit satisfaire les critères de choix suivants :

- L'indicateur doit reposer sur des bases scientifiques solides et la base technique. Il doit représenter fidèlement et synthétiquement la situation ou le phénomène concerné et il doit fournir des informations répondant aux définis. Les mesures doivent être liées au résultat visé ;
- Mesurabilité du développement durable par des valeurs et les mesures doivent être liées au résultat visé ;
- L'indicateur doit être lié à l'objectif définis auquel il se compare et contrôle des résultats atteints ;
- Simplicité d'interprétation et de compréhension, sans ambiguïté pour une meilleure lisibilité ;
- Sensibilisation, communication et renforcement de la compréhension pour l'évaluation ;
- Évaluation, formation de l'opinion et décisions relatives aux actions et aux projets
- Marge d'erreur acceptable.

III.4.3.2. Tableaux de bords des objectifs de durabilité

Le rôle de chaque objectif est d'offrir un angle de vision sur le système, synthétisant la totalité des aspects à prendre en compte lors de l'évaluation. Un objectif est évalué à partir de la visualisation d'un ensemble de critères construits en agrégeant des indicateurs.

Tableau III. 2Tableau de bord de l'objectif « Efficacité énergétique »

Objectif	Critère	IP	Référence
Efficacité Énergétique	Isolation thermiques	Perte thermique	(Kim et al. 2013)
		Couverture végétale des toits	(Kylili et al.2016)
		Matériaux de construction	(Yu et al. 2015)
		Performance de l'enveloppe du bâtiment	(Ali, 2019)
	Consommation d'énergie	Consommation primaire	(Charqui, 2015)
		Énergie solaire passif	(Kylili et al., 2016)
		Consommation renouvelable	(Kim et al., 2013)
		Utilisation des Lampes à basse consommation énergétique	(Mateus, 2011)
		Préservation d'énergie électrique annuelle	(ALwear, 2010)
		prise en compte de l'énergie grise	(HQE, 2015)
		Utilisation des machines et chauffe-eau	(Kylili et al, 2016)
	Orientation de bâtiment	Façade principale	
		Éclairage naturel	(Mateus&Bragança, 2011)
		L'orientation visuelle	(Ali, 2009)
		optimisation de l'utilisation des parcelles...	(HQE, 2015)
foncier (terrain, expropriation, démolition,dépollution, viabilité...),		(OBD, 2008)	

Tableau III. 3Tableau de bord de l'objectif « Qualité économique »

Objectif	Critère	IP	Référence
Qualité Économique	Le cout	études (programmation, techniques préalables,topographiques, sondages, expertises...),	(Kim et al., 2005)
		financiers et divers (emprunts, taxes, assurances...)	
		Utilisation des matériaux locaux	
	Les matériaux	Recyclage des matériaux	(Kim, 2013)
		Flexibilité & Adaptabilité (FA)	(ALwear, 2010)
		Lumière naturelle	(Kim et al., 2013)
	Énergie naturelle	Conservation d'eau	(Kim,2013)
		Énergie solaire (photovoltaïque)	(Kamali&Hewage, 2015)
		Respecter la biodiversité sur chantier	(Kim et al, 2013)

Tableau III. 4 Tableau de bord de l'objectif « Qualité environnementale »

Objectif	Critère	IP	Référence
Qualité Environnementale	Protéger la biodiversité	Couverture végétale	(Mateus&Bragança, 2011)
		limiter les sources de danger	
		réduction des traitements phytosanitaires	(HQE, 2015)
		collisions d'oiseaux sur les façades vitrées	(HQE, 2015)
		Traitement des déchets	(Mateus&Bragança, 2011)
	Réduire la pollution	Émission de Gaz à effet de serre	(Kamali&Hewage, 2015)
		Traitement des eaux	(ALwear, 2010)
		Réduction des nuisances engendrées par le chantier	(Kim et al., 2013)
		Recyclage des matériaux	(Yu et al., 2015)
	Épuisement des ressources	Énergie solaire passive	(Kamali&Hewage,2015).
		Cycle de vie	(Charqui, 2015)
		récupération de l'eau pluviale	(OBD, 2008)
		Possibilité d'axé au service	(Kamali&Hewage, 2015)

Tableau III. 5 Tableau de bord de l'objectif « Qualité architecturale »

Objectif	Critère	IP	Référence
Qualité Architecturale	Le site	Ondes électromagnétiques (réseaux, ondes radio...)	(HQE, 2015)
		Le plan visuel pour les usages	(Kim et al., 2013)
		Relief du terrain	(Ali, 2009)
		L'utilisation des ressources énergétiques sur site	(Ali, 2009)
		Techniques de chantier à faible impact	
		Impact sur les milieux naturels préexistants (faune et flore), érosion des sols etc.	
		Sécurité de site et d'entourage	(HQE, 2015)
		Orientation des façades exposées à la ventilation	
	Le plan architectural	Le niveau de masque sur les façades	(Kim et al, 2013)
		flux d'air naturel	
		L'insertion urbaine de bâtiment	(OBD, 2008)
		Qualité de vie	(Kamali&Hewage, 2015)

Tableau III. 6 Tableau de bord de l'objectif « Qualité sociale »

Objectif	Critère	IP	Référence
Qualité Sociale	Confort	Contrôle acoustique et bruit	(Kim et al, 2005)
		Communication et mobilité	(Kamali&Hewage, 2015)
		Traitement du confort olfactif	(Kim et al, 2005)
		L'eau potable	
	Santé	La facilité d'entretien et de maintenance ;	(Kim et al, 2005)
		L'axe aux services de santé	(Yu et al, 2015)
		Qualité de l'air	(OBD, 2008)
		Construire selon les normes Algériens	
	Sécurité	Sécurité en chantier	(Kylili et al, 2016)
		Résistance et durabilité du bâtiment	(Yu et al, 2015)
		Contrôle et suivi	
		Résilience vis-à-vis des risques	(Kim et al, 2013)

III.4.4 Approche de calcul des performances

III.4.4.1 Principes de la méthodologie proposée

Les caractères de la méthodologie proposée passent par cinq niveaux de traitement (Zekiouk, 2009) :

1. Définition et élaboration des éléments d'évaluation de performance : ce niveau permet de distinguer les éléments clés de l'évaluation de la performance globale (objectifs, critères et indicateurs de performance) et une définition pour chaque élément ;
2. Traitement et exploitation de données disponibles : dans ce niveau on essaye de ressortir les variantes à étudier à partir des données que nous disposons sur un cas réel (on a choisi dans notre cas un bâtiment d'habitation a Bouira) ;
3. Méthode de calcul des performances : on distingue deux niveaux ;
 - a. Le premier concerne le calcul des performances pour les indicateurs. Cela est effectué à partir des fonctions de performance, soit à partir des règles d'hypothèses déduites des analyses bibliographiques, des avis des experts ou de l'expérience de terrain ;
 - b. Le deuxième niveau est le calcul des performances des critères qui se fait à partir de l'agrégation par la méthode des sommes pondérées.
4. Mode d'appréciation des performances (qualitatives, quantitatives ou binaires) : Pour répondre aux attentes des différents acteurs, il est nécessaire d'apprécier la performance d'un bâtiment. Ces appréciations seront quantitatives, comme par exemple la quantité d'énergie usées par an. Mais certaines seront qualitatives dans le meilleur des cas ; citons par exemple les jugements de valeur comme "bonne qualité", "mauvaise qualité".

5. Méthode d'interprétation des performances : pour une meilleure interprétation des performances nous avons décidé d'appliquer la méthode proposée sur un cas réel. Les résultats des performances obtenus seront discutés pour chaque indicateur et par objectifs.

III.4.4.2 Éléments d'évaluation de la performance

La méthode proposée dans ce projet, doit fournir des informations concises pour permettre se résumer à une note globale et unique. Pour cela, nous avons adopté une approche ascendante et descendante ; les participants dans cette procédure s'organisent comme ci-dessous (Zekiouk,2009) :

- **Objectifs :**

Pour ce niveau, la performance est évaluée et nous pouvons visualiser l'ensemble des performances des critères qui composent l'objectif. Cela permettra de faire des comparaisons à ce stade entre les différentes variantes des projets proposés ou à étudier, à partir des performances des critères.

- **Critères :**

C'est le niveau supérieur de l'évaluation des performances, c'est à ce niveau qu'on peut extraire des connaissances plus claires. La performance d'un critère (PC_i) est calculée en fonction des performances des indicateurs (PI_i).

- **Indicateurs de performance :**

C'est le niveau clé de l'évaluation. Un critère peut être évalué avec plusieurs indicateurs. Ces indicateurs sont alimentés par des données brutes. La performance de chaque indicateur (PI_i) est calculée à partir de sa valeur. Elle peut être quantitative ou qualitative.

- **Données :**

Ce niveau est le point d'entrée de l'évaluation. Les données permettent d'alimenter les indicateurs pour effectuer l'évaluation. Ces données concernent essentiellement des mesures ou des observations. À ce niveau on n'a pas besoin de calculer la performance.

III.4.5. Méthode de calcul de la performance globale – Bottom-up approach

La démarche retenue est basée sur des performances de critères évalués à partir d'un ensemble de performances des indicateurs. La performance de chaque indicateur est déterminée à partir de sa valeur calculée. La note de performance d'un indicateur peut être définie de deux manières : soit à partir d'une fonction de performance, il peut s'agir là d'une fonction discrète ou continue, linéaire ou logarithmique, soit à partir des règles d'hypothèses déduites par des analyses bibliographiques, des expériences de terrain ou des avis des experts, pour attribuer une note de performance pour chaque indicateur.

La performance globale est multidimensionnelle. Elle résulte de l'interaction entre les trois dimensions du développement durable « environnementales, sociales, et économiques » à l'échelle de construction précisément en bâtiments d'habitation.

III.4.5.1. L'approche performancielle

Un ouvrage performant est un ouvrage qui assure les différentes fonctions auxquelles il est destiné en milieu urbain et respecte les critères du développement durable, techniques, environnementaux, économiques et sociaux (Barraud et al., 2001)

La majorité des méthodes d'évaluation sont basées sur la présentation des valeurs brutes des indicateurs. Or, ces valeurs brutes, qu'elles soient qualitatives ou quantitatives, sans dimension ou exprimées suivant une unité de mesure, peuvent ne pas se révéler une source d'information adaptée.

Donc, il semble nécessaire d'aller plus loin dans les résultats d'évaluation. Dans cet état d'esprit, de nouvelles approches essaient de relativiser les résultats des indicateurs par rapport à des valeurs minimales et maximales de référence afin d'établir les performances.

L'approche basée sur l'évaluation de la performance permet de représenter l'ensemble des résultats sur une échelle performantielle et de comparer les différents données et utilisations. Donc une échelle commune pour les indicateurs et les critères facilite également leur représentation et la compréhension des phénomènes étudiés.

A. Échelle de performance

L'idée de l'évaluation de la performance est de quantifier l'ensemble des critères sur une échelle. Il se trouve que cette échelle doit être commune à l'ensemble des critères, afin de pouvoir pratiquer des comparaisons entre les différentes variantes ou solutions proposées. Pour cela nous allons affecter pour tous les critères les mêmes échelles de performance. Il nous reste donc de définir le type d'échelle choisir pour représenter les performances. Ce choix dépend bien de la méthode d'évaluation des performances qui sera adopté par la suite. Cette méthode est basée principalement sur le l'algorithme de la méthode AHP (Zekiouk, 2009).

B. Calcul de la performance globale

L'évaluation de la performance d'un critère passe tout d'abord par donner une note de performance à chaque indicateur. Après, nous passons à calculer la performance des critères. Pour obtenir un résultat de performance sur chaque critère nous allons opter pour une agrégation des performances des indicateurs. Mais il faudrait tout d'abord désigner la méthode d'agrégation, et après comment choisir les poids attribués à chaque indicateur, et ce que nous allons rapporter par la suite.

III.4.5.2. Mode d'agrégation des indicateurs

L'agrégation est l'opération qui consiste à condenser l'information contenue dans chacun des critères en une seule information. Cela suppose de répondre aux questions suivantes. Faut-il attribuer le même poids à tous les critères pour constituer l'indice ou faut-il leur attribuer des poids différents, et si oui, comment ? Quel est le rapport entre l'indice et les indicateurs ? S'agit-il d'une somme, d'un produit, de quelque chose de plus compliqué ?

Dans la pratique, les deux questions se ramènent le plus souvent au dilemme entre une moyenne simple et une moyenne pondérée. La question de la pondération est cruciale et éminemment délicate. Elle consiste à attribuer un poids et donc une valeur spécifique aux différentes dimensions du concept. Par exemple, dans le cas d'un indice d'efficacité énergétique, elle pourrait consister à donner plus de poids à la dimension matérielle qu'à la dimension sociale ou d'autres dimensions.

Pour obtenir une note de performance par critère, il faut agréger l'ensemble des indicateurs associés. D'après la littérature consultée (Roy et al., 1993 ; Ben Mena, 2000), il existe trois types d'agrégations : l'agrégation complète, elle suggère d'inclure toutes les performances dans une fonction d'utilité ou d'agrégation (Roy, 1985), en leurs attribuant d'éventuels poids.

D'après l'analyse présentée dans les sections précédentes, notre problématique correspond à l'agrégation complète. C'est-à-dire l'inclusion de l'ensemble des performances des indicateurs dans une formule mathématique en vue de l'obtention d'une valeur unique de performance pour chaque critère.

Les méthodes disponibles pour l'agrégation complète, d'après la littérature consultée sont :

- La comparaison par paire (Yannou, 2003) ;
- L'addition linéaire (Roy, 1993) ;
- La théorie d'Utilité Multi-Attribut (MAUT) développée par Keeny et Raiffa en 1976 (Caillet, 2003) ;
- Ou autres fonction mathématiques comme celle développée par Nassar et al (2003).

L'agrégation des indicateurs nécessite une grande clarté et une simplicité de réalisation, c'est pourquoi nous avons opté pour la méthode des additions linéaire (dite aussi méthode de la somme pondérée), qui est également une des méthodes les plus utilisées.

Cette dernière consiste à attribuer une note de performance à chaque indicateur PI_i , qui sera multipliée par un coefficient de pondération w_i . La somme sur (n) indicateurs donne un résultat de performance agrégé, exprimé dans une note globale :

$$PC_j = \sum_{i=1}^n PI_{ji} \times w_i$$

Avec :

PC_j : valeur de performance pour le critère C_j

PI_i : valeur de performance pour l'indicateur I_i du critère C_j

w_i : valeur du coefficient de pondération pour l'indicateur I_i du critère C_j

La valeur de la performance sera bornée entre 0 et 1, puisque l'ensemble des performances des indicateurs et coefficients de pondération sont positifs et inférieurs ou égaux à 1. La méthode de la somme pondérée est un instrument simple et couramment utilisé lorsqu'il s'agit d'un critère avec des niveaux hiérarchiques inférieurs. Mais elle présente certains inconvénients comme la perte d'informations dans le résultat due principalement aux valeurs des coefficients de pondération.

III.4.5.3. Choix des coefficients de pondération – Méthode AHP

La démarche consiste à remplir une matrice alternatives/critères constituée des valeurs attribuées par le décideur à chaque alternative par rapport à chacun des critères. Ensuite, cette matrice sera interprétée en vue d'obtenir un classement des différentes alternatives et d'identifier celle qui satisfait au mieux les exigences requises. Dans le cas d'une approche monocritère (ou agrégative), la matrice entière sera synthétisée en un vecteur comprenant une seule valeur par alternative. Dans le cadre d'une approche multicritères, on prendra en considération sinon la matrice toute entière, du moins un nombre de critères supérieur à 1.

Le processus de construction du système de pondération des indicateurs doit être complet et flexible. Ce processus doit s'adapter différentes méthodologies intégrées telles que Panel d'experts, Endpoint méthode, méthode de l'économie, méthode AHP et autres ; en considérant les avantages et éviter les inconvénients de chaque méthode pour construire une nouvelle méthode compatible.

A. Présentation générale de la méthode

Est un processus mathématique développé par Thomas Saaty en 1980. AHP permet de prendre en compte à la fois des critères qualitatifs et quantitatifs aspects des décisions ; il peut réduire les décisions complexes à une série de comparaisons individuelles en aidant à identifier et pondération des critères de sélection, analyse des données collectées pour les critères et accélérer le processus de prise de décision.

En outre, AHP aide à réduire les biais dans la prise de décision, et il peut minimiser pièges courants du processus de prise de décision en équipe, comme le manque de concentration, planification, participation ou appropriation.

Elle considère que la valeur des indicateurs et des critères est comprise entre 0 et 1. Dans notre projet les résultats sont exprimés en performances, donc la note de performance des indicateurs sera comprise entre 0 et 1. La valeur 1 est attribuée pour une performance idéale de l'indicateur, tandis que la valeur 0 pour une très mauvaise performance. L'attribution des notes de performances comprises entre 0 et 1 dépend bien de la méthode de calcul de chaque indicateur.

Comme on a déjà montré au début de chapitre que la méthode AHP est la plus utilisée et bien que son usage est plus facile et surtout pour sa capacité à fournir une vérification de la cohérence des comparaisons entre indicateurs. Son inconvénient est le manque de transparence car le mode de calcul des poids de chaque indicateur est assez complexe, tandis que les choix demandés par l'utilisateur sont simples (Cherqui, 2005).

B. Les étapes de calcul par l'AHP

Cette méthode se décompose en quatre étapes : hiérarchisation des indicateurs par importance du plus important au moins important, construction d'une matrice à partir de la comparaison de deux à deux des indicateurs, détermination des poids associés à chaque indicateur grâce à une méthode approchée de calcul des vecteurs propres et enfin vérification de la consistance du résultat (Cherqui, 2005).

i. Définition de la structure hiérarchique du problème

La première étape en employant AHP est de développer une hiérarchie en décomposant le problème en ses composants. Il existe quatre figures de structure hiérarchiques : hiérarchisation simple, hiérarchisation avec des sous objectifs, l'arborescence des scénarios et la hiérarchisation en incluant plusieurs décideurs. La structure hiérarchique de notre problème est une hiérarchisation avec des sous objectifs.

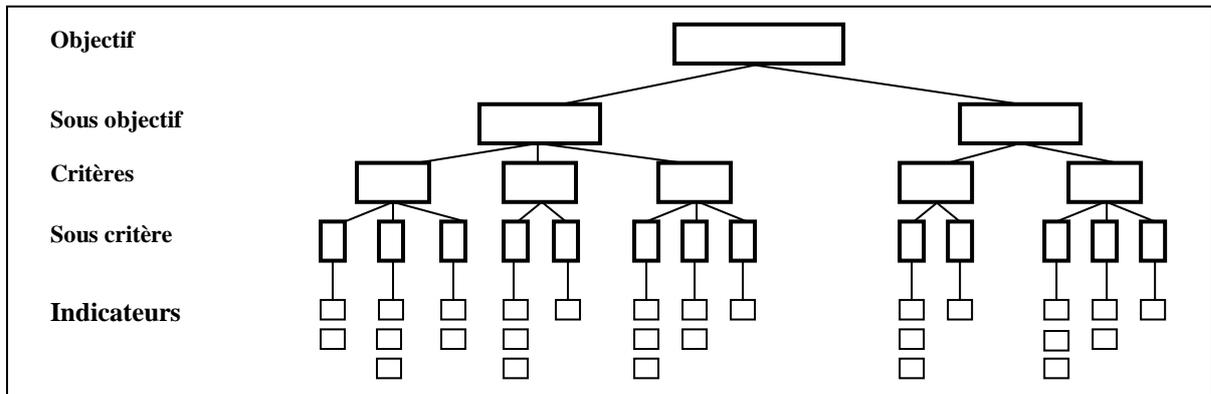


Figure III. 3 Structure hiérarchique du problème

ii. Hiérarchisation des indicateurs par importance

Après l'arrangement du problème en un modèle hiérarchique, cette étape consiste à l'établissement des priorités entre indicateurs appartenant au même critère, selon le principe de l'importance.

Soit $I_1, I_2, \dots, I_i, \dots, I_n$ l'ensemble des indicateurs dont on cherche le coefficient de pondération. Selon le principe de la hiérarchisation, I_1 est plus importante que I_2 qui est plus importante que I_{i-1} et lui aussi plus important que I_i .

À la fin, I_n est l'indicateur le moins important. L'importance ici n'est pas stricte, I_{i-1} peut être aussi important que I_i . (Zekiouk, 2009).

iii. Comparaison des indicateurs par importance

Afin d'établir les préférences, une échelle de valeurs doit être choisie, pour spécifier le degré d'importance d'un indicateur par rapport à un autre. Nous adoptons l'échelle de valeur (1-9), voir le tableau ci-dessous (Harker, 1989), permettant d'introduire les jugements du décideur plus proche de sa réalité. Soit w_i le poids de l'indicateur I_i . La comparaison par paire des indicateurs conduit à définir le degré d'importance d'un indicateur par rapport à l'autre en fonction du tableau suivant :

Tableau III. 7Échelle d'importance entre indicateurs

Intensité de l'importance	Définition	Explication
1	Importance égale	Les deux indicateurs contribuent identiquement à l'objectif
3	Faible importance de l'un sur l'autre	L'expérience et le jugement favorisent légèrement un indicateur sur l'autre
5	Importance essentielle ou forte	L'expérience et le jugement favorisent fortement un indicateur sur l'autre
7	Importance démontrée	Un indicateur est fortement favorisé et sa prépondérance est démontrée
9	Importance absolue	Il est évident qu'un indicateur doit être favorisé au maximum
2, 4, 6, 8	Valeurs intermédiaires entre deux jugements adjacents quand un compromis est nécessaire	
Valeurs inverses	Utilisées pour montrer la dominance du second élément par rapport au premier.	

À titre d'exemple, si l'indicateur I_i possède une importance essentielle par rapport à l'indicateur I_j , le rapport w_i/w_j sera égal à 5.

La comparaison entre tous les indicateurs donne la matrice suivante :

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1i} & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & \dots & a_{ii} & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ a_{j1} & \dots & a_{ij} & a_{jj} & \dots & a_{jn} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & \dots & a_{ni} & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \text{ Avec } a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \text{ et } a_{ii} = 1$$

a_{ij} est l'intensité de l'importance de I_i sur I_j et w_i le coefficient de pondération associé à I_i .

iii. Détermination des poids associés à chaque indicateur

Dans cette étape, nous allons calculer le vecteur des coefficients de pondération $W=\{w_1...w_2...w_n\}$. Pour ce faire, nous divisons chaque a_{ij} par la somme des valeurs de la colonne correspondante et ensuite nous effectuons une moyenne par ligne, soit l'opération mathématique suivante :

$$W = \begin{bmatrix} \frac{a_{11}}{\sum_{k=1}^n a_{k1}} + \dots + \frac{a_{1i}}{\sum_{k=1}^n a_{ki}} + \dots + \frac{a_{1n}}{\sum_{k=1}^n a_{kn}} \\ \frac{a_{i1}}{\sum_{k=1}^n a_{k1}} + \dots + \frac{a_{ii}}{\sum_{k=1}^n a_{ki}} + \dots + \frac{a_{in}}{\sum_{k=1}^n a_{kn}} \\ \frac{a_{n1}}{\sum_{k=1}^n a_{k1}} + \dots + \frac{a_{ni}}{\sum_{k=1}^n a_{ki}} + \dots + \frac{a_{nn}}{\sum_{k=1}^n a_{kn}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\sum_{l=1}^n \left[\frac{a_{1l}}{\sum_{k=1}^n a_{kl}} \right]}{n} \\ \dots \\ \frac{\sum_{l=1}^n \left[\frac{a_{il}}{\sum_{k=1}^n a_{kl}} \right]}{n} \\ \dots \\ \frac{\sum_{l=1}^n \left[\frac{a_{il}}{\sum_{k=1}^n a_{kl}} \right]}{n} \end{bmatrix}$$

Donc chaque coefficient w_i est obtenu par la formule suivante :

$$w_i = \frac{\sum_{l=1}^n \left[\frac{a_{il}}{\sum_{k=1}^n a_{kl}} \right]}{n} \text{ Avec : la somme des } w_i \text{ doit être égale à } 1$$

iiii. Vérification de la consistance du résultat

Un grand avantage de la méthode est qu'elle calcule un indice dit « ratio de consistance » ou bien d'indice de cohérence, qui permet d'évaluer les calculs effectués. En d'autres termes, il permet de vérifier si les valeurs de l'échelle (1-9) attribuées par le décideur sont cohérentes ou non. Il fournit une mesure de la probabilité que la matrice a été complétée purement au hasard. À titre d'exemple, si le ratio CR est égal 0,20 cela veut dire qu'il y a une chance de 20 % que le décideur ait répondu aux questions d'une façon purement aléatoire. Donc il est recommandé que le décideur révise quelques jugements. Ainsi, l'AHP n'exige pas des décideurs d'être cohérent mais plutôt fournit une mesure d'incohérence et permet de réduire cette incohérence.

On définit les vecteurs suivants : $[\lambda'_1 \dots \lambda'_i \dots \lambda'_n]$ Et $[\lambda_1 \dots \lambda_i \dots \lambda_n]$ tel que :

$$\begin{bmatrix} \lambda'_1 \\ \dots \\ \lambda'_i \\ \dots \\ \lambda'_n \end{bmatrix} = \sum_{k=1}^n w_k \times \begin{bmatrix} a_{1k} \\ \dots \\ a_{ik} \\ \dots \\ a_{nk} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 \times a_{11} \\ \dots \\ w_1 \times a_{i1} \\ \dots \\ w_1 \times a_{n1} \end{bmatrix} + \dots + w_i \times \begin{bmatrix} a_{1i} \\ \dots \\ a_{ii} \\ \dots \\ a_{ni} \end{bmatrix} + \dots + w_n \times \begin{bmatrix} a_{1n} \\ \dots \\ a_{in} \\ \dots \\ a_{nn} \end{bmatrix}$$

Et $\lambda_i = \frac{\lambda'_i}{w_i}$

Puis $\lambda_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i}{n}$

L'index de consistance CI (Saaty, 1996) est alors : $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$

Pour calculer le ratio de consistance CR, on divise l'index de consistance par une valeur RI dépendant du nombre d'indicateur n donnés par la table suivante :

Tableau III. 8valeurs du coefficient RI

Taille de la matrice (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,53	1,56	1,57	1,59

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

L'attribution des poids est jugée acceptable si CR est inférieur à 0,1. Dans le cas contraire, la procédure doit être de nouveau appliquée. Le vecteur λ'_i maximum indique la ligne dans laquelle il y a un problème avec un coefficient a_{ij} . Si plusieurs coefficients sont en cause, l'erreur devient plus difficile à localiser.

III.5. Conclusion

Au l'issue de ce chapitre nous constatons que l'élaboration d'une telle méthodologie d'évaluation se heurte souvent à une série de défis et de problématique surtout dans les pays en voie de développement, comme le cas de l'Algérie.

Nous avons aussi placer les piliers de notre méthodologie, qu'il soit économique, environnemental, social et surtout énergétique pour pouvoir savoir les influences de cette méthodologie sur chaque niveau et prélever de manière raisonnée nos données. Sobriété, utilisation de ressources renouvelables, réemploi, réutilisation, recyclage, durée de vie adaptée, optimisation des réseaux ... autant de paramètres à intégrer dans une démarche

d'écoconception pour atteindre cet objectif qui s'inscrit dans une dimension planétaire et territoriale d'économie.

Nous avons expliqué la méthode hiérarchique des démarches de performances ainsi que les étapes importantes à suivre.

Dans la suite du travail, nous retiendrons les deux objectifs « Efficacité énergétique » et « Qualité architecturale » sur lesquelles nous essayerons de démontrer les différentes étapes de la méthodologie développée dans le présent chapitre.

Chapitre IV

Application de méthodologie développée sur des cas réels de bâtiments d'habitation dans la ville de Bouira

L'objectif de ce chapitre est d'appliquer la méthode AHP sur un cas d'étude à la wilaya de BOUIRA et calculer les indices de performance de bâtiment selon cette région et conclure la situation de l'application de DD en bâtiment d'habitation.

IV.1 Introduction

À l'issue du travail mené, dans les trois chapitres précédents sur la notion de développement durable et son application dans le domaine de construction, ainsi la présentation de statistiques, plans et la situation algérienne dans ce cadre en suite explication de la méthodologie choisie et construction de tout un processus de calcul qui commence par un but et objectif et finis par une note finale.

Ce chapitre donc est une application de la méthodologie d'évaluation de la durabilité sur un cas d'étude ; on a choisi un bâtiment à usage d'habitation situé à Bouira.

On présente au début la wilaya et localisation géographique de cas d'étude ainsi une présentation du bâtiment choisi.

La phase suivante comporte un choix de quelques indicateurs de performance suivant le contexte algérien, leurs méthode de calculs et l'échelle qui convient ; par la suite on passe au calcul de ces indicateurs et les pondérer selon notre cas d'étude.

À la fin une synthèse des résultats obtenus et évaluation totale de notre bâtiment faite par l'évaluation de chaque indicateur.

Finalement, une conclusion générale synthétise les résultats de cette recherche, les limites rencontrées et un aperçu sur les perspectives émergent pour la poursuite de ce travail.

IV.2 Ojectif de durabilité retenue

Les objectifs retenus après une recherche dans la littérature, et des recherches menés dans ce cadre par (Ali 2009 ; Shad 2017 ; kim 2015 ; Moussaoui 2018 ; Yan 2010...) pour l'évaluation de bâtiment d'habitation font la suite des indicateurs de performance présenté dans le chapitre 03, qui passent par des procédures afin d'arriver à mesurer la performance de notre immeuble. Alors en premiers en choisi les méthodes de calcul et l'échelle qui convient pour à la fin on calcule le poids des indicateurs, tous ces étapes on les verra ci-dessous appliquant sur ces objectives et ces indices indiqués dans le tableau IV.1et2 ci-dessous

IV.2.1 Objectif d'efficacité énergétique :

Le choix d'efficacité énergétique comme objectif présentés dans le tableau IV.1 ci-dessous est fait, vu la part de la consommation d'énergie dans le secteur du bâtiment tel qu'il présente 43% de la consommation finale (chapitre II) ; avec des émissions totale dues à l'énergie primaire sont estimées à 160 Millions de Tonnes de CO² ; Soit environ 3 TeqCO²/TEP).

Le bâtiment résidentiel est considéré comme un grand consommateur par rapport aux autres domaines qui utilise moins d'énergie.

Notamment que l'utilisation des énergies fossiles (gaz et électricité avec un pourcentage considérable de 30%). ce chiffre nous mène face à un défi d'optimisation et une démarche pour efficacité en pensant à l'avenir.

On cite aussi la rareté de construire des bâtiments au titre thermique et orientation et pourtant que, la bonne maîtrise des apports solaires peut représenter un gain gratuit de 15% à 20 % de besoins d'énergie (réduction de la consommation).

Tableau IV. 1 Les indices de performances liées à l'efficacité énergétique.

Les objectifs	Les critères	IPS	Les références
Efficacité Énergétique	Isolation thermiques	Qualité matériaux de construction	(W. Yu et al. 2015)
		Performance de l'enveloppe du bâtiment	(Ali ,2019)
	Consommation d'énergie	Utilisation de l'énergie renouvelable	(M.J. Kim et al 2013)
		Consommation primaire	(M.J. Kim et al 2013)
		Émission de gaz à effet de serre	(Moussaoui 2018)
		Orientation de Façade principale	(Moussaoui 2018)

IV.2.2 Objectif de qualité architecturale

L'intégration d'un projet dans son espace de voisinage et de proximité, son architecture, la surface qu'il occupe sont primordiaux, au même titre que sa localisation et sa lisibilité. Autant d'éléments qui doivent être pris en compte, tout en intégrant la satisfaction de besoins liés à l'usage, comme l'accessibilité, la desserte, les conditions de stationnement et la qualité des abords, ainsi qu'ils influencent sur d'autres cotés comme le confort et optimisation des surfaces. .

Tableau IV. 2 Les indices de performances liés à la qualité architecturale.

Les objectifs	Les critères	IPS	Les références
Qualité Architecturale	Le site d'implantation	Relief de terrain	(Ali, 2009)
		Coefficient Occupation des sols Cos	(Charqui, 2015)
		Coefficient L'emprise au sol (niveau de masque) CES	(Charqui, 2015)
	La conception architectural	régularité en élévation	(Daunal, 2013)
		Régularité en plan	(Daunal, 2013)

IV.3 Méthode de calcul

D'après les IPs globales dans tous les objectifs cités dans le tableau IV.1 et 2 on a choisi les indices de performances qu'on peut les utiliser selon le contexte algérien et la méthode de calcul qui convient pour chaque un comme on les présenter dans le tableau IV.3 & 4 et 5

IV.3.1 Les méthodes de calcul des indicateurs d'efficacité énergétique

Tableau IV. 3 Les Méthodes de calcul des IPS d'efficacité énergétique

IPS Énergétiques	Les méthodes de calcul	Les références
Qualité de matériaux de construction	$\lambda_{moy} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i}{n}$	(F.Moussaoui, 2018)
Performance de l'enveloppe du bâtiment	$D_T \leq D_R \times 1.05$	(F.Moussaoui, 2018)
Utilisation d'énergie renouvelable	$RC = (CSE PEC) \times 100$ $CSE (Q \times s) / \sum_1^n St$	(F.Moussaoui, 2018)
Orientation de la façade principale	Régulation Algérien	(Ministre d'habitat et d'urbanisme)
Consommation primaire	$CP = \sum CE + \sum CG$	(F.Moussaoui, 2018)
émissions de gaz à effet de serre	$GES = \sum GESE + \sum GESG$	(F.Moussaoui, 2018)

IV.3.2 Les méthodes de calcul des indicateurs de qualité architecturale

Tableau IV. 4 Les méthodes de calcul des IPS architecturales

IPS Architecturale	Les méthodes de calculs	Les références
Régularité en plan	<p>Le bâtiment doit vérifier ces paramètres : la configuration symétrique, la distance entre le centre de gravité des masses et le centre des rigidités, le rapport longueur/largeur du plancher, la rigidité suffisante vis à vis de celle des contreventements verticaux et la surface totale des ouvertures de plancher pour dire que notre bâtiment est régulier en plans.</p>	(Règlement parasismique algérien RPA99/version2003)

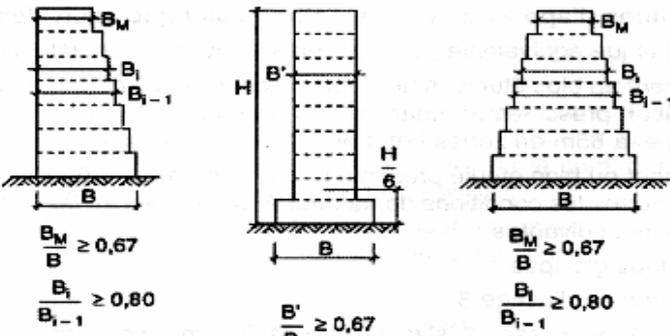
<p>Régularité en élévation</p>	<p>Le système de contreventement ne doit pas comporter d'élément porteur vertical discontinu, Aussi bien la raideur .que la masse des différents niveaux restent constants ou diminuent progressivement et sans chargement brusque de la base au sommet du bâtiment et vérifier la variation des dimensions en plan du bâtiment entre deux niveaux ainsi que la plus grande dimension latérale du bâtiment n'excede pas 1,5 fois sa plus petite dimension.</p> 	<p>(Règlement parasismique algérien RPA99/version2003)</p>
<p>Relief du terrain (Pente du terrain)</p>	$Pente (\%) = 100 * \frac{\Delta h}{d}$ <p>Δh : dénivelée, d : distance horizontale entre les deux extrémités du terrain</p>	<p>(Battier, 2002)</p>
<p>Occupation des sols Cos</p>	<p>Pour permettre la surface constructible sur une parcelle donnée</p> <p style="text-align: center;">SB/ST</p>	<p>(Raynaud 2004)</p>
<p>L'emprise au sol (niveau de masque) CES</p>	<p>Pour pouvoir construire sur l'intégralité sur la parcelle il faut laisser une distance pour chaque bâtiment</p> <p style="text-align: center;">H/2</p>	<p>(Raynaud 2004)</p>

Tableau IV. 5 Les méthodes de calcul des IPS architecturales (suite)

IV.4 Echelle de performance :

Pour évaluer la performance, nous convertissons d'abord les valeurs des indicateurs aux valeurs de performance à l'aide d'une échelle de performance (Moussaoui, Benzerra, Cherrared, Chocat, Cherqui et Zekiouk, 2012).

Nous devons avoir une échelle finie définie, quantitatif et scalaire.

Nous avons choisi une échelle de zéro à un (0-1). La valeur un (1) correspond à la meilleure performance et zéro (0) au pire. Afin de transformer la mesure initiale des indicateurs en scores compris entre 0 et 1, les fonctions de performance doivent être construites d'abord selon les normes ou les recommandations des experts en bâtiment où les normes ne sont pas disponibles.

IV.4.1 Les échelles de performance d'efficacité énergétique :

Tableau IV. 6 Les échelles de performance de l'efficacité énergétique

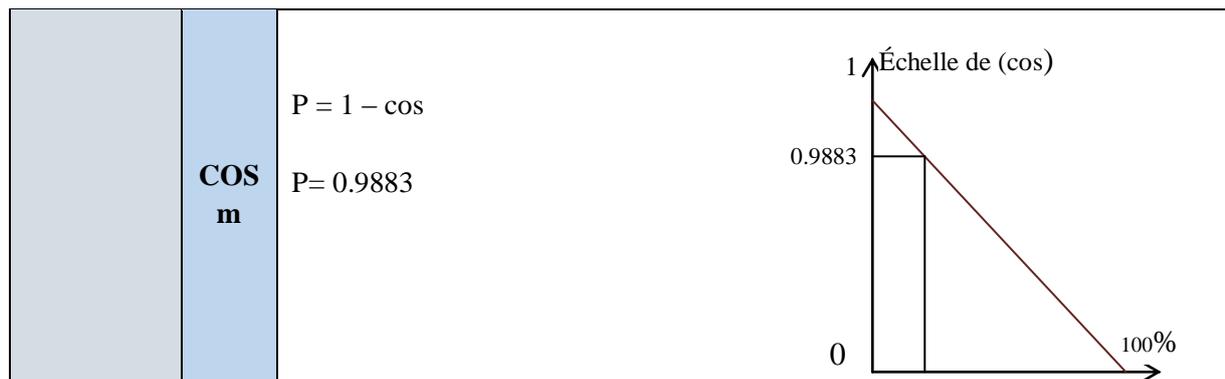
L'échèle de performance	P	P=1	P=0.80	P=0.50	P=0.30	P=0.10
		Très Bien	Bien	Moyen	Mauvais	Très mauvais
IPS « efficacité énergétique »	PE W/°C	≤ 0.525	≤ 1.05	/	/	>1.05
	ER%	≤ 100	≤ 80	≤ 60	≤ 40	≤ 20
	OFP	Sud	Sud est	Sud ouest	autres	Est
	CEP (kWh/m2/an)	≤30	≤80	≤140	≤220	>220
	GES(KgCO ₂ e/kWh/m ² /ans)	≤10	≤20	≤40	≤60	>60
	QMCJ Kg C ⁻¹	<p>Échelle de performance quantitative</p> <p> $P=1-\lambda_{moy}$ $P = 1 - 0.183 = 0.816$ </p>				

IV.4.2 Les échelles de performance de qualité architecturale :

Tableau IV. 7 Les échelles de performance de l'efficacité architecturale

Objectifs	IPS	Échelles référence		
IPS « Qualité architecturale »		Vérifié		Non vérifié
	RE	P=1		P=0,1
	RP			
	CES	0%	≤50%	≤100%
	RT %	P=1	P=0.5	P=0.1

Tableau IV. 8 Les échelles de performance de la qualité architecturale (suite)



IV.5 Calcul des poids

Dans cette étude, les poids sont calculés selon la méthode AHP (Saaty, 1990). Les matrices de décision sont composées d'éléments a_{ij} , qui représente l'ordre de préférence entre indicateur/objectif i et indicateur/objectif j .

Les valeurs de a_{ij} sont évaluées par paires comparaison.

La comparaison entre tous les indicateurs donne les éléments a_{ij} .

Ensuite, le poids de chaque indicateur est calculé à l'aide de l'équation. $a_{ij} = w_i w_j$, $a_{ii} = 1$

IV.5.1 Exemple de calcul détaillé :

A. Classification par ordre d'importance les critères et les IPS

La hiérarchisation de l'ensemble des critères dont on recherche le coefficient de pondération doit aboutir à un classement dans lequel C_1 est plus important que C_{i-1} qui est plus important que C_i et ainsi de suite jusqu'à C_n qui sera le critère de moindre importance. La relation d'importance définie ici n'est pas stricte, cela signifie que C_{i-1} est aussi important ou plus important que C_i . (chapitre 03) Voici un exemple comment on a calculé pour les IPS de consommation énergétique :

Le cas de notre étude est comme suite

- **Pour l'efficacité énergétique**
- Les critères d'efficacité énergétique :
I – CE

On justifié ce choix par l'importance d'isolation thermique de bâtiment par rapport à la consommation énergétique. Plus que l'isolation est bonne plus que les usagers consomment moins d'énergie et l'inverse. On a suivi cette méthode pour la classification de reste.

- Les IPS d'isolation thermique :
PE–QMC
- Les IPS de consommation énergétique :
ER–OFF–CEP–GES

- **Pour la qualité architecturale**
- Les critères de qualité architecturale :
SI-CA
- Les IPS de site d'implantation :
COS-RT-CES
- Les IPS de conception architecturale :
RP-RE

B. Construction de matrice de décision :

Dans cette étude, les poids sont calculés selon la méthode AHP (Saaty, 1990). Les matrices de décision sont composées d'éléments a_{ij} , qui représente l'ordre de préférence entre indicateur/objectif i et indicateur/objectif j .

Les valeurs de a_{ij} sont évaluées par paires comparaison.

La comparaison entre tous les indicateurs selon le tableau III.7 donne les éléments a_{ij} .

Ensuite, le poids de chaque indicateur est calculé à l'aide de l'équation. $a_{ij} = w_i/w_j, a_{ii} = 1$

$$A_{CE} = \begin{bmatrix} \frac{ER}{ER} & \frac{ER}{OFP} & \frac{ER}{CEP} & \frac{ER}{GES} \\ \frac{OFP}{ER} & \frac{OFP}{OFP} & \frac{OFP}{CEP} & \frac{OFP}{GES} \\ \frac{CEP}{ER} & \frac{CEP}{OFP} & \frac{CEP}{CEP} & \frac{CEP}{GES} \\ \frac{GES}{ER} & \frac{GES}{OFP} & \frac{GES}{CEP} & \frac{GES}{GES} \end{bmatrix}$$

Soit $w_{i=1}$ le poids du critère COS. La comparaison par paire des critères conduit à définir le degré d'importance d'un critère par rapport à l'autre en fonction du Tableau cité en chapitre précédent.

Par exemple si le critère Cos à une importance essentielle par rapport au critère Cos lui-même, alors le rapport w_i/w_j sera égal à 1.

En comparant entre eux chacun des critères, on obtient la matrice suivante :

$$A_{CE} = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 & 5 \\ \frac{1}{3} & 1 & 5 & 5 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{5} & 1 & 1 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{5} & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Ensuite, on recherche le vecteur des coefficients de pondération $W=\{w_1 \dots w_i \dots w_n\}$. Pour ce faire, on divise chaque a_{ij} par la somme des valeurs de la colonne correspondante et ensuite on effectue une moyenne par ligne, soit l'opération mathématique suivante, équation

$$W/2 = \begin{bmatrix} \frac{1}{1+\frac{1}{3}+\frac{1}{5}+\frac{1}{5}} + \frac{3}{3+1+\frac{1}{5}+\frac{1}{5}} + \frac{5}{5+5+1+1} + \frac{5}{5+5+1+1} \\ \frac{1/3}{1+\frac{1}{3}+\frac{1}{5}+\frac{1}{5}} + \frac{1}{3+1+\frac{1}{5}+\frac{1}{5}} + \frac{5}{5+5+1+1} + \frac{5}{5+5+1+1} \\ \frac{1/5}{1+\frac{1}{3}+\frac{1}{5}+\frac{1}{5}} + \frac{1/5}{3+1+\frac{1}{5}+\frac{1}{5}} + \frac{1}{5+5+1+1} + \frac{1}{5+5+1+1} \\ \frac{1/5}{1+\frac{1}{3}+\frac{1}{5}+\frac{1}{5}} + \frac{1/5}{3+1+\frac{1}{5}+\frac{1}{5}} + \frac{1}{5+5+1+1} + \frac{1}{5+5+1+1} \end{bmatrix}$$

On obtient ;

$$W_1 = \frac{0.57+0.68+0.41+0.41}{4} = 0.5175$$

$$W_2 = \frac{0.19+0.22+0.41+0.41}{4} = 0.3075$$

$$W_3 = \frac{0.115+0.045+0.083+0.083}{4} = 0.0815$$

$$W_4 = \frac{0.115+0.045+0.083+0.083}{4} = 0.0815$$

Et la somme des w_i doit être égale à 1

$$\sum w = w_1 + w_2 + w_3 + w_4 = 0.5175 + 0.3075 + 0.0815 + 0.0815 = 0.988 \approx 1 \quad \text{La condition est vérifiée}$$

C. Vérification de la consistance des résultats :

On définit les vecteur tel que

$$\lambda'_i = 0.5175 \times \begin{Bmatrix} 1 \\ 3 \\ 5 \\ 5 \end{Bmatrix} + 0.3075 \times \begin{Bmatrix} \frac{1}{3} \\ 1 \\ 1 \\ 5 \end{Bmatrix} + 0.0815 \times \begin{Bmatrix} \frac{1}{5} \\ \frac{1}{5} \\ 1 \\ 1 \end{Bmatrix} + 0.0815 \times \begin{Bmatrix} \frac{1}{5} \\ \frac{1}{5} \\ 1 \\ 1 \end{Bmatrix}$$

$$\lambda'_i = \begin{Bmatrix} \lambda'_1 \\ \lambda'_2 \\ \lambda'_3 \\ \lambda'_4 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0.6526 \\ 1.8926 \\ 4.288 \\ 4.288 \end{Bmatrix}$$

$$\lambda_i = \begin{Bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_4 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \frac{\lambda'_1}{w_1} \\ \frac{\lambda'_2}{w_2} \\ \frac{\lambda'_3}{w_3} \\ \frac{\lambda'_4}{w_4} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1.261 \\ 6.154 \\ 52.613 \\ 52.613 \end{Bmatrix}$$

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n (1.261 + 6.154 + 52.613 + 52.613)}{4} = 28.1605$$

On va calculer l'index de consistance CI :

$$CI = \frac{28.1605 - 4}{4 - 1} = 8.0535$$

En va trouver la valeur de RI dans le tableau suivant :

Tableau IV. 9 les valeurs de RI selon la taille de la matrice

Taille de la matrice (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,53	1,56	1,57	1,59

$$RI = 0.90 \text{ donc } CR = \frac{CI}{RC} = \frac{8.0535}{0.90} = \mathbf{8.9483} > \mathbf{0.1}$$

la condition n'est pas vérifiée

IV.5.2 Récapitulatif des calculs des poids :

V.2. Récapitulatif de calcul des poids :

Tableau IV. 10 Les résultats récapitulatifs des poids des critères énergétique

Critère énergétique	IPS	Matrice de décision	W_i	λ'	λ	λ_{max}	CI	RC	CR
I	PE	$\begin{bmatrix} 1 & 3 \\ \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix}$	0.25	Vérification non nécessaire					
	QMC		0.75						
CE	ER	$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 & 5 \\ \frac{1}{3} & 1 & 5 & 5 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{5} & 1 & 1 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{5} & 1 & 1 \end{bmatrix}$	0.5175	0.6526	1.261	28.1605	8.0535	0.90	8.948
	OFP		0.3075	1.8926	6.154				
	CEP		0.0815	4.288	52.613				
	GES		0.0815	4.288	52.613				

Tableau IV. 11 Tableau récapitulatif des poids des critères architecturaux

Critère architectural	IPS	Matrice de décision	W_i	λ'	λ	λ_{max}	CI	RC	CR
CA	RP	$\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$	0.5	Vérification non nécessaire					
	RE		0.5						
SI	COS	$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 \\ \frac{1}{3} & 1 & 3 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix}$	0.633	0.74114	1.1708	15.918	6.4594	0.58	11.137
	RI		0.2607	2.1951	8.42				
	CES		0.1062	4.0533	38.166				

Tableau IV.10 Les résultats récapitulatifs des poids des objectifs

Les objectifs	Les critères	Matrice de décision	W_i	λ'	λ	λ_{max}	CI	RC	CR
Efficacité énergétique	I	$\begin{bmatrix} 1 & 5 \\ \frac{1}{5} & 1 \end{bmatrix}$	0.8333	Vérification non nécessaire					
	CE		0.1666						
Qualité architectural	SI	$\begin{bmatrix} 1 & 5 \\ \frac{1}{5} & 1 \end{bmatrix}$	0.8333	Vérification non nécessaire					
	CA		0.1666						

IV.6 Présentation du cas d'étude

IV.6.1 Situation géographique de Bouira

La Wilaya Bouira se situe dans la région centre au nord du pays, au sud-est de la capitale avec coordonnées géographiques sont 36°22'29'' latitude Nord et 3°54'07'' longitude Est.

La superficie : 445626 Km² à 0.19% du territoire nationale (Khaoumeri&Dahmani, 2016)

Population : 695593 habitats ; avec une densité moyenne de 175 habitats/km (D.P.S.B, 2019)

D'Altitude : 520m

Classé dans la Zone C : hauts -plateaux (semi-aride).

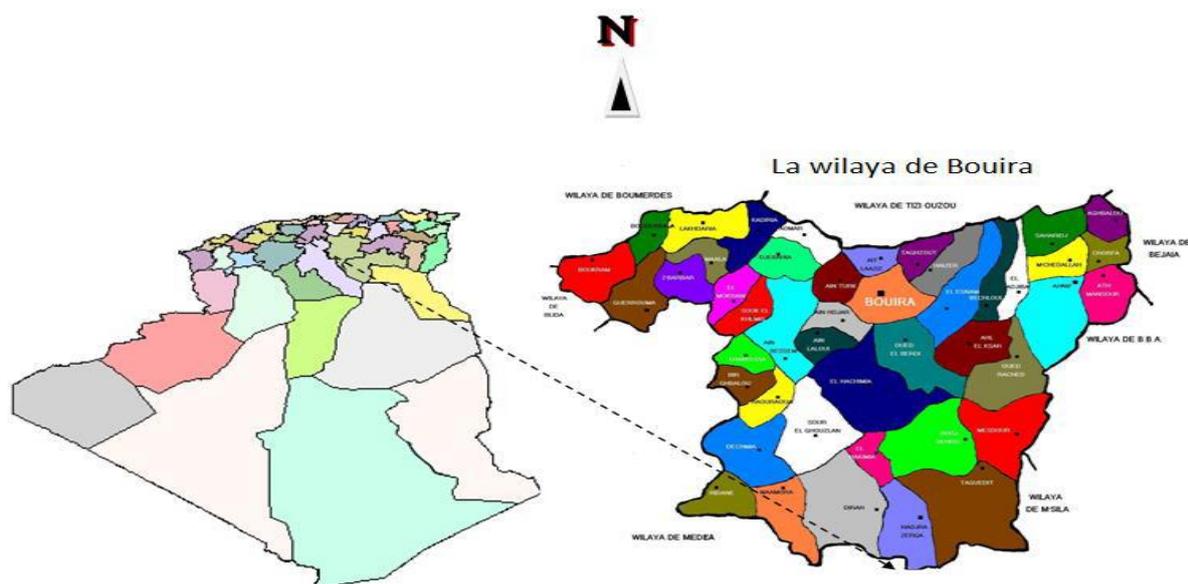


Figure IV. 1 Carte de délimitation de la wilaya de Bouira (Khaoumeri & Dahmani, 2016).

IV.6.1.1 Cadre climatique

La température : La région de Bouira jouit d'un climat méditerranéen par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides. au cœur de l'année la température moyenne est de $18.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ avec température maximale moyenne $25.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ et une température minimale moyenne $12.4\text{ }^{\circ}\text{C}$: selon la nouvelle Station météorologique de Bouira de l'année 2020, (<https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2020/bouira/valeurs/60417>)

L'humidité : les valeurs les plus faibles de l'humidité minimale sont enregistrées en période d'été (juin, juillet et août) elles varient de 40 à 49%. l'humidité maximale est enregistrée durant les mois de janvier, février, novembre et décembre avec plus de 80%. Selon (Fauriet al, 1980),

Le vent : Nord-ouest (NW) à Nord-Est (NE) en automne, et Sud-ouest (SW) en été ; la vitesse moyenne est de 2.50 m/s . (H. Tamourt & R. Guechairi, 2019)

IV.6.1.2 Relief de la région de Bouira

La wilaya de Bouira est encadrée par la grande chaîne du Djurdjura d'une part et les monts de Dirah d'autre part, et qui s'ouvre de l'Ouest vers l'Est sur la vallée de la Soummam.

Le relief est contrasté et comporte cinq grands ensembles physiques :

- ✓ La dépression centrale (plaines des Aribes, plateau d'El Asnam, la vallée d'Ouadhou et Oued Sahel) ;
- ✓ La terminaison orientale de l'Atlas blidéen ;
- ✓ Le versant sud du Djurdjura (Nord de la wilaya) ;
- ✓ La chaîne des Bibans et les hauts reliefs du sud ;

- ✓ La dépression sud des Bibans (ANDI, 2013).

IV.6.2 Situation et présentation du cas d'étude

IV.6.2.1 Situation et caractéristiques de terrain :

Ce projet est implanté sur un terrain situé dans la région Nord de BOUIRA à Cité 400 Logement de Bel MAHDI.

Il est classé d'après les règles parasismiques algériennes RPA99/version 2003 « article 3.2» comme une zone de moyenne sismicité (zone ayant une importance moyenne de groupe d'usage 2B. Dans la zone climatique C (D.T.R. C 3-2)

Les Coordonnées géographiques du Bel Mahdi cité 400 logement (DGF, 2014)

X1 36°24'34,78''N

X2 36°23'49,10''N

Y1 3°51'31,15''E

Y3°51'17,81''E



Figure IV. 2 Image satellite du site géographique de terrain

IV.6.2.2 Situation et caractéristiques de bâtiment étudié :

Il s'agit d'un bâtiment à usage d'habitation du type « logement à location-vente AADL » composé de neuf étages d'une même architecture ; qui est incluse en chaque étage deux appartements F4 et F3. Sa hauteur totale est de 31,47 m.

Le RDC des locaux et le premier étage utilisé pour les services et une terrasse non accessible.

On a pu récupérer ces informations au niveau de bureau d'étude AMO qui a été chargé de ce projet

A. Les plans de bâtiment étudié :



Figure IV. 3 Image satellite du site géographique de cas d'étude



Figure IV. 4 La façade arrière et avant de cas d'étude

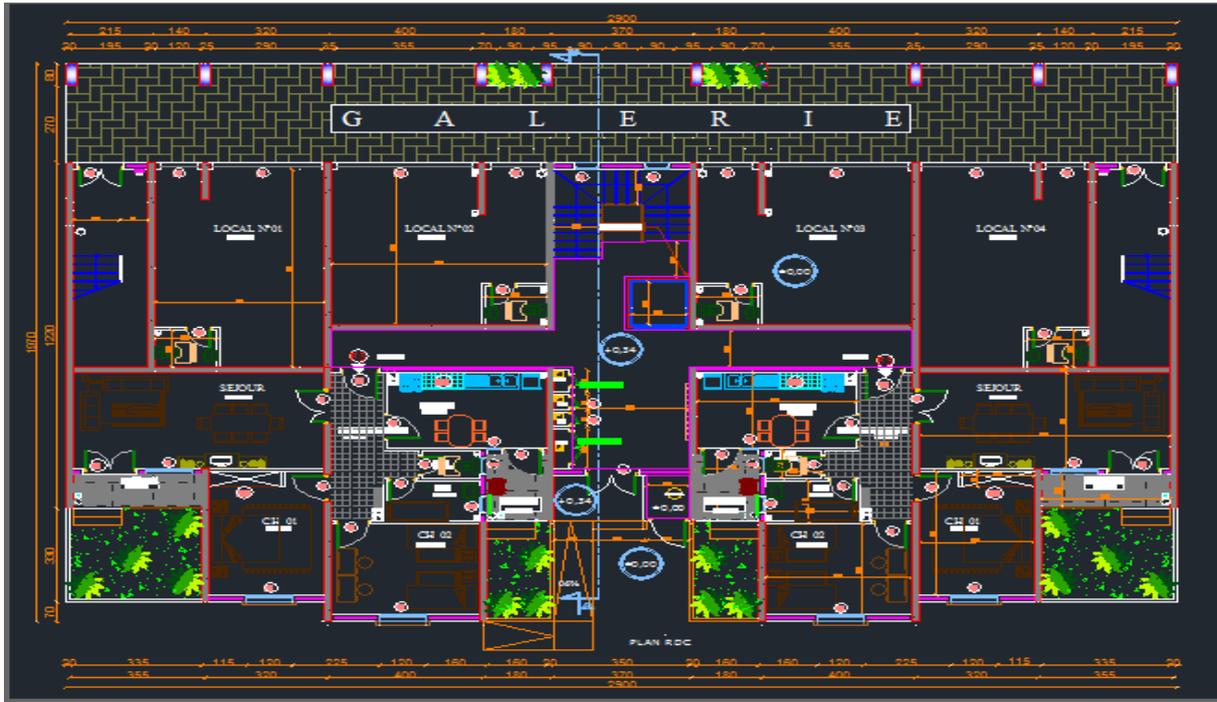


Figure IV. 5 Le plan de RDC

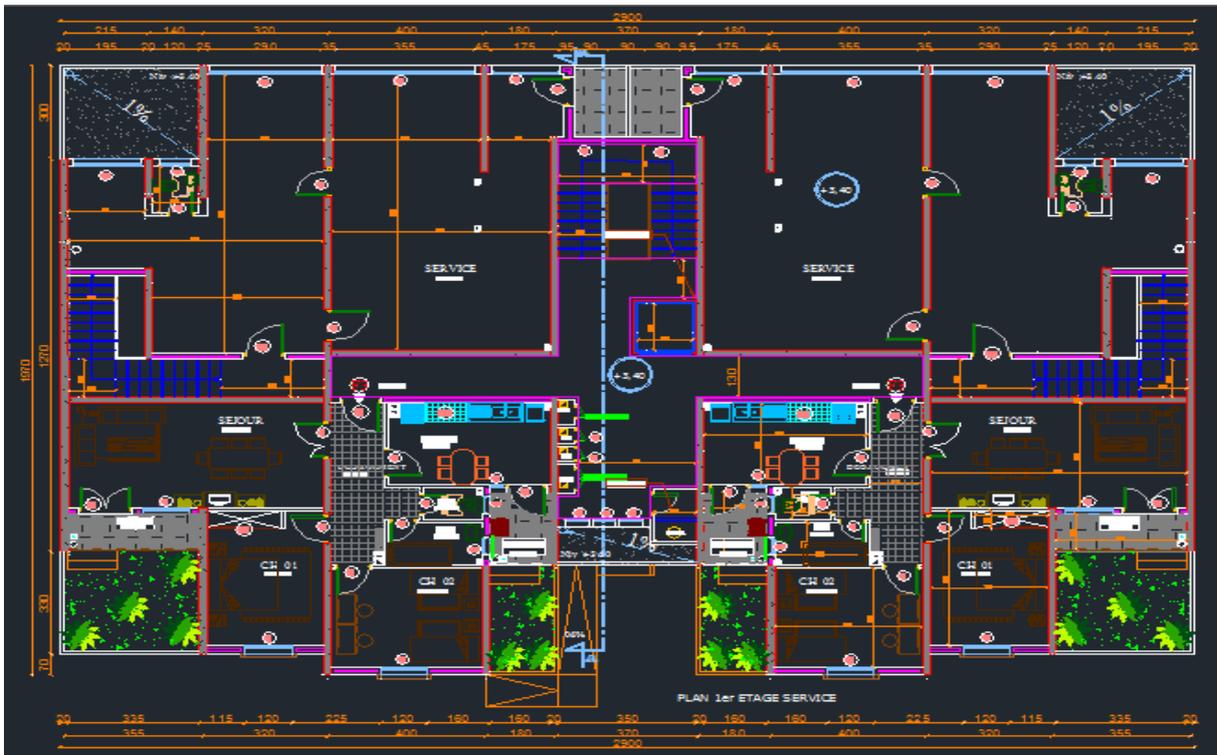


Figure IV. 6 Le Plan de premier étage 'service'



Figure IV. 7Le Plan des étages courants



Figure IV. 8La coupe verticale A-A de bâtiment

IV.7 Résultats et discussion

IV.7.1 Valeurs des IPS de qualité architecturale :

IV.7.1.1 Étude de coefficient d'occupation des sols Cos :

L'occupation du sol joue un rôle important car les acteurs de constructions actuels ignorent le problème d'insuffisance des terrains à construire et l'utilisation des terrains agricoles pour accomplir ce besoin et une erreur qui touche directement la production agricole et l'économie de pays.

Alors pour vérifier cet indice il faut calculer le coefficient d'occupation des sols comme suite :

$$\text{Cos} = \frac{\text{surfacedebatiment}}{\text{surfaceduterrin}} = \frac{571.3}{48560.5}$$

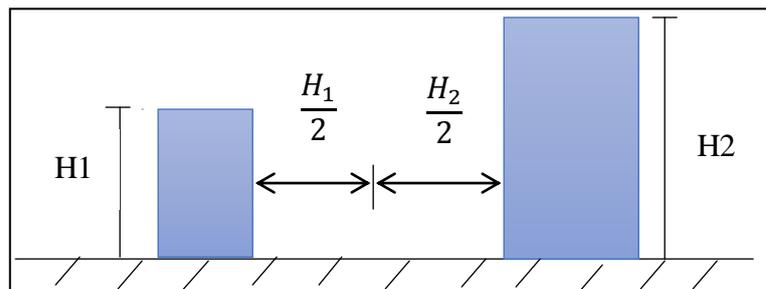
Le coefficient d'occupation sol est : Cos = 0.0117

IV.7.1.2 Étude de l'emprise au sol (niveau de masque) CES :

Pour pouvoir construire deux immeubles l'un face à l'autre, il faut respecter les distance entre eux afin d'avoir le confort visuel convenablement et construire selon les règlements ;

Pour cela on doit calculer le coefficient de l'emprise au sol pour savoir le poids de notre immeuble

$$\frac{H_1}{2} = \frac{31.74}{2} = 15.87 \text{ m}$$



Donc notre cas étudié la condition de CES est vérifié ce qui montre dans notre plan (Figure IV.5)

IV.7.1.3 Étude de régularité en plan :

Pour qu'un bâtiment soit régulier en plans il faut que les trois conditions seront vérifiées ;

$$\frac{3.55}{7.2} = 0.493 > 0.25 \quad \text{la condition n'est pas vérifiée.}$$

$$\frac{70+70}{2900} = 0.048 < 0.25 \quad \text{la condition est vérifiées.}$$



$$\frac{330+330}{1970} = 0.335 > 0.25 \quad \text{la condition n'est pas vérifiée.}$$

Les trois conditions n'est pas vérifier donc le bâtiment n'est pas régulier en plan

IV. 7.1.4 Étude de régularité en élévation :

Pour avoir la régularité en élévation il faut vérifier que

$$\frac{2900}{2900} = 1 > 0.67 \quad \text{la condition est applicable}$$

Le bâtiment est régulier en élévation

IV.7.1.5 Étude de relief du terrain (pente du terrain) :

Pour calculer la pente de terrain :

$$\text{Pente(\%)} = 100 \times \frac{\Delta h}{d}$$

On a la dénivelée (Δh) = 0

IV.7.2 Valeurs des IPS de l'efficacité énergétique :

IV.7.2.1 Étude de conductivité des matériaux de construction

Chaque matériau utilisé dans la construction de bâtiment possède un coefficient de conductivité spécifique comme suit :

Tableau IV. 12La conductivité des matériaux de construction

Matériaux de construction	Conductivité thermique λ (J Kg C ⁻¹)
Béton	1.75
Brique pleine	0.8
Brique perforée	0.7
Le verre	1.1
Carreaux de mosaïque de marbre	2.1
Produits céramiques (carreaux et dalles)	1
Mortier de ciment	1.4
Mortier de chaux	0.87
Plâtre	0.35
Bois	0.23
Mastics	0.15
Tuiles	0.4
Acier	0.8
Bitume	52
Aluminium	230
Matériaux de construction	0.23

Calcul de la conductivité des matériaux comprenant dans le bâtiment :

$$\lambda_{moy} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i}{n} = \frac{293.88}{16} = 18.3675 \text{ J Kg } C^{-1}$$

IV.7.2.2 Étude de déperdition thermique de bâtiment :

Pour étudier la déperdition de l'enveloppe de bâtiment il faut suivre comme suit :

$$D_i = (DT)_i + (DR)_i$$

- $(DT)_i$ (en $W/^\circ C$) représente les déperditions par transmission du volume i ,
- $(DR)_i$ (en $W/^\circ C$) représente les déperditions par renouvellement d'air du volume i .

$$DR=0 \text{ (pas de renouvellement d'air)}$$

$$(DT)_i = (Ds)_i + (Dli)_i + (Dsol)_i + (Dlnc)_i$$

A. Déperditions par transmission :

Les déperditions par transmission $(DT)_i$ d'un volume i sont données par :

$$(DT)_i = (Ds)_i + (Dli)_i + (Dsol)_i + (Dlnc)_i \text{ [W/}^\circ\text{C]}$$

- $(Ds)_i$ (en $W/^\circ C$) représente les déperditions surfaciques à travers les parties courantes des parois en contact avec l'extérieur ;
- $(Dli)_i$ (en $W/^\circ C$) représente les déperditions à travers les liaisons ;
- $(Dsol)_i$ (en $W/^\circ C$) représente les déperditions à travers les parois en contact avec le sol
- $(Dlnc)_i$ (en $W/^\circ C$) représente les déperditions à travers les parois en contact avec les locaux non chauffés .

• Les déperditions surfaciques par transmission à travers une paroi

Les déperditions surfaciques par transmission à travers une paroi, pour une différence température de $1^\circ C$ entre les ambiances que sépare cette paroi, sont données par la formule :

$$Ds = K \times A \text{ [W/}^\circ\text{C]}$$

Où :

- K (en $W/m^2 \cdot ^\circ C$) est le coefficient de transmission surfacique (appelé aussi conductance) ;
- A (en m^2) est la surface intérieure de la paroi.

AN : du tableau on sort $K= 1.25$ (DTR 2.3)

Tableau IV. 13 Le coefficient de transmission thermique (k)

N°	Désignation	Épaisseur (e)	Conductivité thermique λ	Résistance thermique (R)	Coefficient de transmission thermique (k)
		(m)	W/M. °C	M ² . °C/W	W/M ² . °C 1/Rt
1	Mortier de ciment	0,02	1,4	0,01	1,25
2	Brique creuse	0,1	0,48	0,21	
3	Lame d'air	0,05	0,25	0,16	
4	Brique creuse	0,1	0,48	0,21	
5	Mortier de ciment	0,02	1,4	0,01	
6	Enduit plâtre	0,01	0,35	0,03	
$\Sigma e/\lambda$				0,63	
Résistance d'échange superficiel	$1/He + 1/Hi = 0,06 + 0,11 = 0,17$ (m ² °C/w)			0,17	
Rt Totale	$1/He + 1/Hi + \Sigma R$			0,8	

On à **A= la surface de la paroi intérieure + la surface de la paroi supérieure**

AN $A = 228.52 + 245.19 = 473.71 \text{ m}^2$

Ds = 473.71 × 1.25

On a **Ds = 592.1375 [W/°C]**

- **Les déperditions à travers une liaison, ou pont thermique, Di**

$$D_{li} = k_l \times L \text{ [W/°C]}$$

Où :

- k_l (en W/m.°C) représente le coefficient de transmission linéique de la liaison,
- L (en m) représente la longueur intérieure de la liaison.

$$L = \Sigma L \text{ fenêtre} + \Sigma L \text{ porte}$$

Lfenêtre= $\{(2.9 + 1.4) \times 2 + (1.75 + 2) \times 18 + (0.8 + 0.5) \times 2 + (3.55 + 1.4) \times 2 + (1.75 + 1.4) \times 2 + (1.1 + 1.5) \times 16 + (0.6 + 1.2) \times 18 + (1.4 + 2) \times 20 + (1.2 + 1.5) \times 60 + (1.4 + 2) \times 20 + (0.6 + 1.2) \times 9 \times 3\} = 515.5 \text{ m}$

Lporte = $\{(1.2 + 2.45) \times 2 + (1.5 + 2.5) + (1 + 2)\} = 14.3 \text{ m}$

On aura **L = 529.8 m**

Tableau IV. 14 Les coefficients de transmission (k) des portes et fenêtres

Portes et fenêtres	K [w/m².C°]
Les portes opaques extérieures en bois	3.5
Les fenêtres (porte fenêtres) simple vitrage extérieures	5
Les fenêtres (porte fenêtres) doubles vitrage extérieures	2,9
Fenêtre SDB+WC	5,8

On a du tableau IV. 14(DTR 3.2)

K1 fenêtre = 5

K1 porte = 3.5

$D_{li} = (515.5 \times 5) + (14.3 \times 3.5)$

$D_{li} = 2627.55 [W/°C]$

- Les déperditions D_{sol} , pour un plancher bas donné par la formule :

$D_{sol} = k_s \times p [W/°C]$

Où :

- k_s (en W/m.°C) est le coefficient de transmission linéique du plancher bas ou du mur ;

- p (en m) est la longueur de la paroi

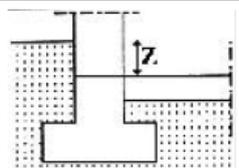
La formule 5.3 tient compte des déperditions surfaciques à travers les parties courantes des parois en contact avec le sol, ainsi que des déperditions à travers les ponts thermiques.

Les valeurs des coefficients k_s sont données en fonction de la différence de niveau, notée z

Le mode de détermination du coefficient k_s est donné dans le tableau IV .15

On a choisir ce cas puisque on a **un plancher bassur terre-plein ou enterrés**

Tableau IV. 15 Les cas de coefficient K_s

Cas n°	Schéma	Description	Détermination de k_s
1		Planchers bas sur terre-plein ou enterrés sans isolation spécifique	k_s donné par le tableau 5.2 en fonction de la différence de niveau z

Les tableaux donnant les valeurs de k_s sont donnés ci-après. Pour leur utilisation, il y a lieu de se reporter aux explications données dans le tableau IV.16

Tableau IV. 16 Les valeurs de Ks en fonction de Z

z (en m)	inférieur à - 6,00	de -6,00 à - 4,05	de -4,00 à - 2,55	de -2,50 à - 1,85	de -1,80 à - 1,25	de -1,20 à - 0,75
k (en W/m.°C)	0	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
z (en m)	de - 0,70 à - 0,45	de - 0,40 à - 0,25	de - 0,20 à 0,20	de 0,25 à 0,40	de 0,45 à 1,00	de 1,05 à 1,50
ks (en W/m.°C)	1,20	1,40	1,75	2,10	2,35	2,55

On a choisit la valeur de Ks = 1.75 parce que le Z dans notre cas égale à 0

$$D_{sol} = 1.75 \times 29$$

$$D_{sol} = 50.75 \text{ [W/°C]}$$

➤ **Déperditions par transmission :**

$$(DT)i = (Ds)i + (Dli)i + (Dsol)i + (Dlnc)i \text{ [W/°C]}$$

$$D_T = 592.1375 + 2627.55 + 50.75$$

$$D_T = 3270.4375 \text{ [W/°C]}$$

B. Vérification réglementaire :

Les déperditions par transmission D_T du logement doivent vérifier :

$$D_T \leq 1,05 \times D_{réf} \text{ [W/°C]}$$

Où :

- D_T (en W/°C) représente les déperditions par transmission du logement,
- $D_{réf}$ (en W/°C) représente les déperditions de référence.

C. Calcul des déperditions de référence :

Les déperditions de référence $D_{réf}$ sont calculées par la formule suivante :

$$D_{réf} = a \times S_1 + b \times S_2 + c \times S_3 + d \times S_4 + e \times S_5 \text{ [W/°C]}$$

Où :

- les S_i (en m²) représentent les surfaces des parois en contact avec l'extérieur, un comble, un vide sanitaire, un local non chauffé ou le sol. Elles concernent respectivement S1 la toiture, S2 le plancher bas, y compris les planchers bas sur locaux non chauffés, S3 les murs, S4 les portes, S5 les fenêtres et les portes-fenêtres. S1, S2, S3 sont comptées de l'intérieur des

locaux, S4 et S5 sont comptées en prenant les dimensions du pourtour de l'ouverture dans le mur ;

- les coefficients a, b, c, d et e, (en W/m²°C), sont donnés dans le tableau. Ils dépendent de la nature du logement et de la zone climatique.

Tableau IV. 17 Les coefficients a, b, c, d et e, (DTR 3.2)

Zone	Logement individuel					Logement en immeuble collectif				
	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
A	1,10	2,40	1,40	3,50	4,50	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50
B	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	0,90	2,40	1,20	3,50	4,50
B'	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	0,90	2,40	1,20	3,50	4,50
C	1,10	2,40	1,20	3,50	4,50	0,85	2,40	1,20	3,50	4,50
D	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50
D'	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50	2,40	3,40	1,40	3,50	4,50

On note que la zone où il se situe notre cas est classée dans la zone C.

S1=0

S2 : surface de plancher bas

$$S2 = 29 \times 19.7 = 571.3 \text{ m}^2$$

S3 : les murs

S3=∑ surface de mur extérieur + surface de mur intérieur + surface des murs en contact avec l'extérieur

$$S_{\text{mur}} = 30.94 \times 29 = 897.26 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{mur de paroi arrière}} = 897.26 - [(2 \times 0.8 \times 0.5) + (2.9 \times 1.42) + (3.55 \times 1.4 \times 2) + (1.75 \times 2 \times 1.4) + (1.1 \times 16 \times 1.5) + (1.2 \times 1.5 \times 32) + (1.4 \times 2 \times 16) + (0.6 \times 1.2 \times 18)] = 608.74 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{mur de paroi avant}} = 897.26 - [(1.4 \times 2 \times 20) + (1.2 \times 1.5 \times 60) + (1.4 \times 2 \times 20) + (3 \times 0.61.2 \times 9) + (1.5 \times 2.5) + (1 \times 2)] = 652.07 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{les deux murs en contact avec l'extérieur}} = 30.94 \times (19.7 - 8) \times 2 = 724.698 \text{ m}^2$$

$$S3 = 724.698 + 652.07 + 608.74 = 1985.508 \text{ m}^2$$

S4 :surface de porte

$$S4 = (2.45 \times 1.2) + (1 \times 2) + (1.5 \times 2.5) = 8.69 \text{ m}^2$$

S5 : surface des fenêtres et porte fenêtres

Bât	Lot	Énergie	Nov. 2019	Fév. 2020	Mai. 2020	Aout. 2020	Nov. 2020
-----	-----	---------	-----------	-----------	-----------	------------	-----------

$$S5 = 228.52 + (245.19 - (1.5 \times 2.5) + (1 \times 2)) = 467.96 \text{ m}^2$$

$$D_{\text{réf}} = \{(2.4 \times 571.3) + (1.2 \times 1985.503) + (3.5 \times 8.69) + (4.5 \times 467.96)\}$$

$$D_{\text{réf}} = 5889.9586 \text{ m}^2$$

Vérification réglementaire :

3254.4875 < 6184.45653 la condition est vérifié

IV.7.2.3 Étude statistique de l'efficacité énergétique de l'électricité et gaz

Après que nous avons récupéré des données énergiques (Gaz et Électricité) de cas d'étude au sein de société SONALGAZ à Bouira, on fait une présentation et traitement des données disponibles pour avoir la consommation énergétique trimestrielle et annuelle pour pouvoir poursuivre la méthodologie d'évaluation par la suite.

Voilà les échantillons bruts de cas d'étude représenté dans le tableau IV.18 &19 :

A. Échantillonnage :

Tableau IV. 18 Consommation énergétique brute du cas étudié

E2	01	ELEC	0	3	0	0	0
		GAZ	4	5	5	10	7
	02	ELEC	438	316	338	410	500
		GAZ	238	130	180	330	196
E3	03	ELEC	486	380	376	297	560
		GAZ	196	446	166	333	264
	04	ELEC	0	0	0	0	0
		GAZ	0	0	0	0	0
E4	05	ELEC	542	510	590	441	290
		GAZ	308	229	207	276	138
	06	ELEC	1224	1419	1226	1355	606
		GAZ	35	472	414	512	296
E5	07	ELEC	0	0	0	0	0
		GAZ	0	0	0	0	0
	08	ELEC	0	0	0	0	0
		GAZ	4	5	5	10	8
E6	09	ELEC	267	312	338	167	204
		GAZ	35	237	308	292	252
	10	ELEC	0	0	0	0	0
		GAZ	0	0	0	0	0
E7	11	ELEC	474	542	365	309	400
		GAZ	296	475	395	170	193
	12	ELEC	626	506	263	533	29
		GAZ	357	488	161	304	24
E8	13	ELEC	57	154	162	184	171
		GAZ	75	112	129	102	78
	14	ELEC	505	623	322	396	430
		GAZ	244	298	120	170	110
E9	15	ELEC	494	405	213	271	132
		GAZ	188	241	146	108	154
	16	ELEC	296	93	230	189	393
		GAZ	115	56	161	79	262

B. Discussion des donnés :

D'après les données énergétiques de bâtiment étudié, représentées dans le tableau IV.6, on distingue trois 3 catégories de logements : des logements avec haute consommation énergétique, des logements à faible consommation et autres (cas rares) ou la consommation est nulle.

Les hypothèses qu'on peut construire afin de justifier cette différence d'utilisation des énergies peuvent être comme suite ;

Pour les logements à haute consommation de gaz et d'électricité comme les logements (n°5, 6, 12, 15), nous suggérons que les usagers sont d'une aisée catégorie ; bien qu'ils utilisent des appareils et des machines beaucoup plus que les autres habitants (des électroménagers, des chauffages, des climatiseurs...etc) ; ou bien qu'ils sont énergivores, ils ne contrôlent pas leurs consommation d'énergie.

Ce qui concerne les logements à basse consommation énergétique tel que (n°2, 3, 9, 11, 16), les habitants de ces appartements peuvent être d'une basse catégorie alors ils utilisent moins d'appareils qui consomment de gaz et d'électricité ; ou bien ils peuvent être économiques ainsi qu'ils utilisent par exemple des lampes à basse consommation ou des appareils qui consomment moins que les autres.

Pour la troisième possibilité, on constate que ces logements (n°1 4 7 8) à très faible ou bien à nulle consommation sont des pièces inoccupées vu que cette promotion immobilière est réalisée récemment.

C. Traitement des données énergétique de cas d'étude :

On a calculé les consommations trimestrielles et annuelles ainsi que l'émission totale de gaz à effet de serre due à l'électricité et au gaz consommés de bâtiment étudié.

Les résultats sont présentés dans les tableaux IV.20 et 21 ci-dessous :

Tableau IV. 19 Consommation énergétique trimestrielle du cas étudié

Bât	Lot	Énergie	Trimestre 01(KWH)	Trimestre 02(KWH)	Trimestre 03(KWH)	Trimestre 04(KWH)	La consommation totale(KWH)
E2	01	ELEC	3	3	0	0	6
		GAZ	1	0	5	3	9
	02	ELEC	122	22	72	90	306
		GAZ	108	22	150	134	414
E3	03	ELEC	106	4	79	263	452
		GAZ	250	280	167	69	766
	04	ELEC	0	0	0	0	0
		GAZ	0	0	0	0	0
E4	05	ELEC	32	80	149	151	412
		GAZ	79	22	69	138	308
	06	ELEC	195	123	793	103	1214
		GAZ	437	58	98	216	809
E5	07	ELEC	0	0	0	0	0
		GAZ	0	0	0	0	0
	08	ELEC	0	0	0	0	0
		GAZ	1	0	5	2	8
E6	09	ELEC	45	79	171	37	332
		GAZ	202	71	16	40	329
	10	ELEC	0	0	0	0	0
		GAZ	0	0	0	0	0
E7	11	ELEC	68	149	56	91	364
		GAZ	179	80	225	23	507
	12	ELEC	120	793	270	504	1687
		GAZ	131	327	143	280	881
E8	13	ELEC	97	8	22	13	140
		GAZ	37	17	27	24	105
	14	ELEC	118	301	74	34	527
		GAZ	54	178	50	60	342
E9	15	ELEC	89	192	58	139	478
		GAZ	53	95	38	46	232

16	ELEC	203	171	41	204	619
	GAZ	59	105	82	183	429

Tableau IV. 20 La consommation primaires et l'émission totale de gaz à effet de serre due à l'électricité et au gaz consommés en immeuble

Bât	Lot	Énergie	La consommation totale (KWh /ans)	Surface de lot (m ²)	CP (kWh/m ² /ans)	Facteur d'émission (Kg CO ₂ -e/KWh _{fG})	GES (Kg CO ₂ -e/kWh/m ² /ans)
E2	01	ELEC	6	78.47	0.0764	0.383	0.0292
		GAZ	9	78.47	0.1146	0.20191	0.0231
	02	ELEC	306	91.29	3.3519	0.383	1.2837
		GAZ	414	91.29	4.5349	0.20191	0.9156
E3	03	ELEC	452	78.47	5.7601	0.383	2.2061
		GAZ	766	78.47	9.7616	0.20191	1.9709
	04	ELEC	0	91.29	0	0.383	0
		GAZ	0	91.29	0	0.20191	0
E4	05	ELEC	412	78.47	5.2504	0.383	2.0109
		GAZ	308	78.47	3.925	0.20191	0.7924
	06	ELEC	1214	91.29	13.298	0.383	5.0931
		GAZ	809	91.29	8.8618	0.20191	1.7892
E5	07	ELEC	0	78.47	0	0.383	0
		GAZ	0	78.47	0	0.20191	0
	08	ELEC	0	91.29	0	0.383	0
		GAZ	8	91.29	0.0876	0.20191	0.0176
E6	09	ELEC	332	78.47	4.2309	0.383	1.6204
		GAZ	329	78.47	4.1926	0.20191	0.9185
	10	ELEC	0	91.29	0	0.383	0
		GAZ	0	91.29	0	0.20191	0
E7	11	ELEC	364	78.47	4.6387	0.383	1.7766
		GAZ	507	78.47	6.461	0.20191	1.3045
	12	ELEC	1687	91.29	18.479	0.383	7.0774
		GAZ	881	91.29	9.6505	0.20191	1.9485
E8	13	ELEC	140	78.47	1.7841	0.383	0.6833
		GAZ	105	78.47	1.338	0.20191	0.2701
	14	ELEC	527	91.29	5.7728	0.383	2.2109
		GAZ	342	91.29	3.7463	0.20191	0.7564
E9	15	ELEC	478	78.47	6.0914	0.383	2.333
		GAZ	232	78.47	2.9565	0.20191	0.5969
	16	ELEC	619	91.29	6.7805	0.383	2.5969
		GAZ	429	91.29	4.6993	0.20191	0.9488

$\sum Cp$ (kWh/m ² /an)	$\sum GES$ (KgCO ₂ -e/kWh/m ² /ans)
28.8246	10.7068

IV.7.2.4 Orientation de la façade principale :

Le terrain doit permettre d'orienter le bâtiment de façon optimale pour profiter des apports solaires. (L'orientation selon l'axe Nord Sud est préférable à l'axe Est – Ouest) Profiter des apports solaires.

L'orientation selon l'axe Nord Sud est préférable à l'axe Est – Ouest, elle est même indispensable.

Mieux vaut éviter les expositions directes est et ouest qui suivent la courbe du soleil qui occasionne le plus souvent des « surchauffes » et un inconfort visuel. Au Nord, Il faudra limiter les ouvertures afin de minimiser les déperditions thermiques du bâtiment.

Pour l'indicateur « OFP », même si le bâtiment n'est pas bien orienté mais il profite néanmoins de la lumière et de l'énergie solaires passives notant que notre bâtiment est orienter vers l'Oust.

IV.7.2.5 Utilisation d'énergie renouvelable

L'Algérie n'a pas pu de mettre des plan d'utilisation des énergies renouvelables surtout en secteur d'habitat en général et de résidentiel en particulier, donc ER est nulle

Les résultats obtenus dans les calculs des indicateurs de performance de qualité architecturale et d'efficacité énergétique sont résumés dans les tableaux ci-dessous :

Tableau IV. 21 Les valeurs des indicateurs architecturales obtenues

IPS architectural	Casd'étude
RP	{0.493 0.048 0.335
RE	1
RT%	0
COS	0.0117
CES(m)	15.87

Tableau IV. 22 Les valeurs des indicateurs énergétiques obtenus

IPS énergétiques	Cas d'étude
QMC (JKg)	18.3675
PE[W°C]	0.81633
ER %	0
EP(kWh/m2/an)	28.8246
GES (kg CO ₂ -e /kwh/m ² /ans)	10.7068
OFP	I 'oust

IV.8 Valeurs de performance

Dans notre cas, les échelles de performance ont été faites en considérant :

- Une étude statistique appuyée par le bureau technique et commercial de la Société Nationale d'Électricité et de Gaz (SONELGAZ) et une comparaison avec les labels européens ([Ministère de l'Écologie du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire, 2008](#)) pour les indicateurs EP et GES. Par exemple, un échantillon est présenté dans les tableaux IV.18 19 20 où nous avons expliqué les méthodes de calcul utilisées ;
- La réglementation algérienne des indicateurs « EB » et « OFP » ([Centre National d'Études et de Recherches Intégrées du Bâtiment, 1997](#)) ;([Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme, 2001](#)) ;
- Retour d'expérience d'experts académiques et de professionnels algériens pour les autres indicateurs et échelle de performance « P ».

Les échelles de performance sont comprises entre 0,1 et 1 car les indicateurs sélectionnés sont toujours ont une performance même si leurs valeurs sont très faibles (sauf pour ER). Exemple pour l'indicateur « OFP », même si le bâtiment n'est pas bien orienté mais il profite néanmoins de la lumière et de l'énergie solaires passives. C'est pourquoi on lui attribue une valeur de performance de 0,1 et non 0, de même pour les autres IP.

D'autre part il faut noter que la méthode de calcul et les échelles de performance de chaque indicateur doit être adapté à l'étude de cas du pays.



Figure IV. 9 les valeurs de performance des IPS

Les résultats du calcul des IP (tableau 21 & 22) fournissent des informations pertinentes. On remarque que l'énergie renouvelable est très bas ce qui affecte grandement sur la performance énergétique finale du bâtiment car il est l'indicateur le plus important.

Nous avons également remarqué que les valeurs de performance de l'enveloppe de bâtiment et la qualité de matériaux de construction sont très proches ; c'est lié à la qualité d'isolation des matériaux utilisés ce qui est également mauvais car aucun projet de construction ne comprend une isolation spécifique. En effet, les autorités algériennes ne prennent pas en compte le contrôle de l'application de la réglementation thermique en études et dans la réalisation de projets de construction. Cela devrait encourager l'application des normes thermiques et l'utilisation de matériaux innovants dans l'isolation.

La consommation d'énergie primaire (CEP) reste élevée. Cela est dû à la non utilisation des énergies renouvelables et la faible qualité de l'isolation de ces bâtiments et parfois à la mauvaise orientation. (La façade principale est préférable être au sud pour le réchauffement et

la lumière naturelle) cela nous donne importance de s'intéresser à la qualité architecturale et la bonne orientation de l'immeuble qui peut garantir un gain de chaleur et de confort.

La contribution de l'indicateur de GES est également considérée comme indicateur CEP ils ont une relation directe le premier né depuis ce deuxième ; même si cet aspect environnemental n'a jamais été pris en compte dans les projets de construction en Algérie. Nous voulons attirer l'attention des parties prenantes à la nécessité d'intégrer cet aspect puisqu'il est considéré comme l'un des aspects les plus notoires de la durabilité au niveau international.

Notant enfin que les IP de construction peuvent être associés à des incertitudes (erreurs d'archivage des données, erreurs de lecture, etc.). Leur considération serait très intéressante car elle permettrait d'étudier leurs influences sur les valeurs finales des performances. Mais ça serait possible que s'ils disposent des informations nécessaires d'autant plus que les sources d'erreurs sont difficiles à contrôler.

IV.9 Agrégation des performances

Dans cette partie nous avons agrégé les performances des indicateurs pour obtenir un score de performance dans l'approche ascendante alors nous avons utilisé la technique d'agrégation complète (Ben Mena, 2000 ; Roy et Bouyssou, 1993) pour remonter aux paramètres ascendants (IP à objectif). C'est-à-dire présenter toutes les données dans une formule mathématique afin d'obtenir une seule valeur.

Pour la suite de l'étude, nous avons choisi l'agrégation complète par la méthode de la somme pondérée avec la méthode AHP.

Les poids de calcul nous permettront dans un premier temps de nous rapprocher de l'énergie réelle niveau de performance des bâtiments résidentiels puis tirer des conclusions sur l'efficacité énergétique et la qualité architecturale en Algérie.

- Méthode de la somme pondérée

L'agrégation complète semble être la méthode la plus appropriée d'agréger tous les indicateurs correspondant à un objectif commun.

Cela correspond au contexte de notre étude et au classement des critères et objectifs (Benzerra et al. 2012).

La performance des objectifs est évaluée à l'aide des éléments suivants équation :

$$PC_j = \sum_{i=1}^n PI_{ji} \times w_i$$

Avec :

PC_j : valeur de performance pour le critère C_j

PI_i : valeur de performance pour l'indicateur I_i du critère C_j

w_i : valeur du coefficient de pondération pour l'indicateur I_i du critère C_j

On a présenté ci-dessous tous les résultats obtenus de l'agrégation des deux objectifs avec leurs critères et IPS (figure IV. 10 & 11)

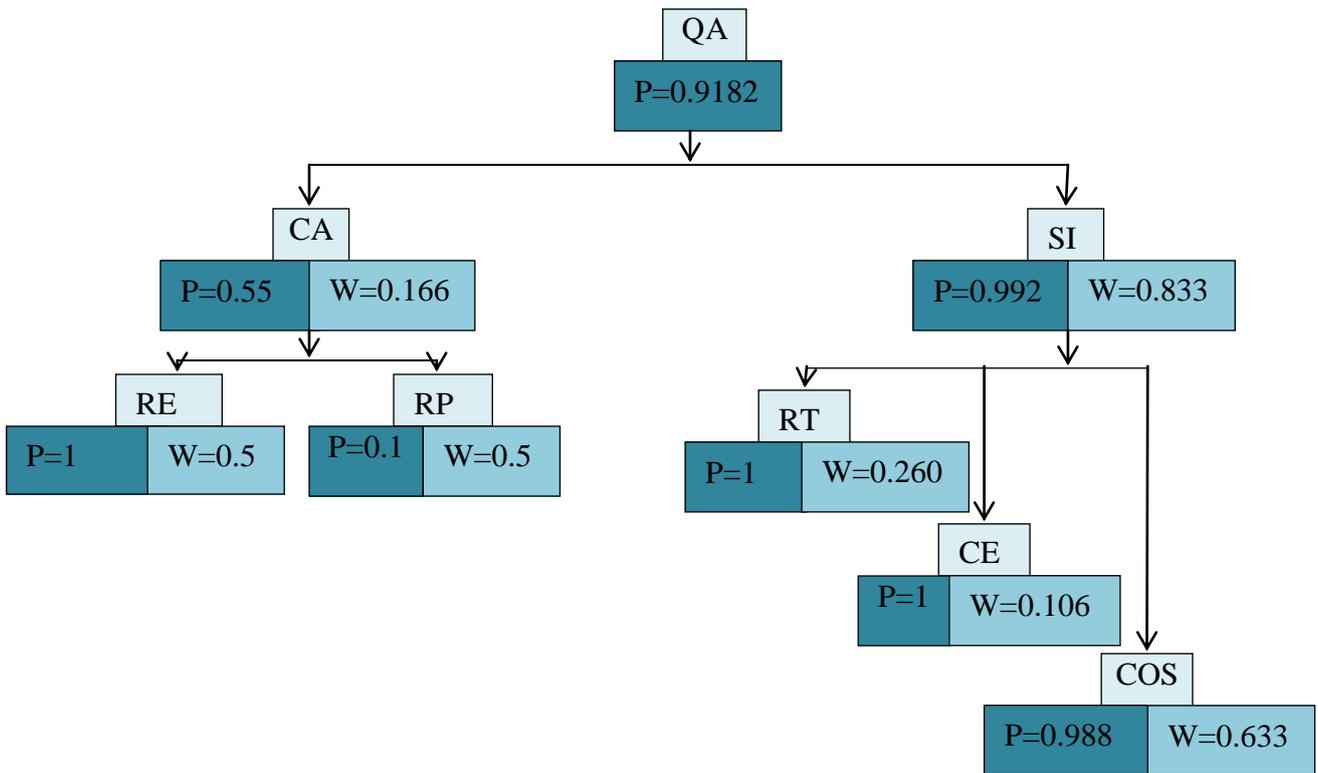


Figure IV. 10 La hiérarchie des résultats d'agrégation de qualité architecturale

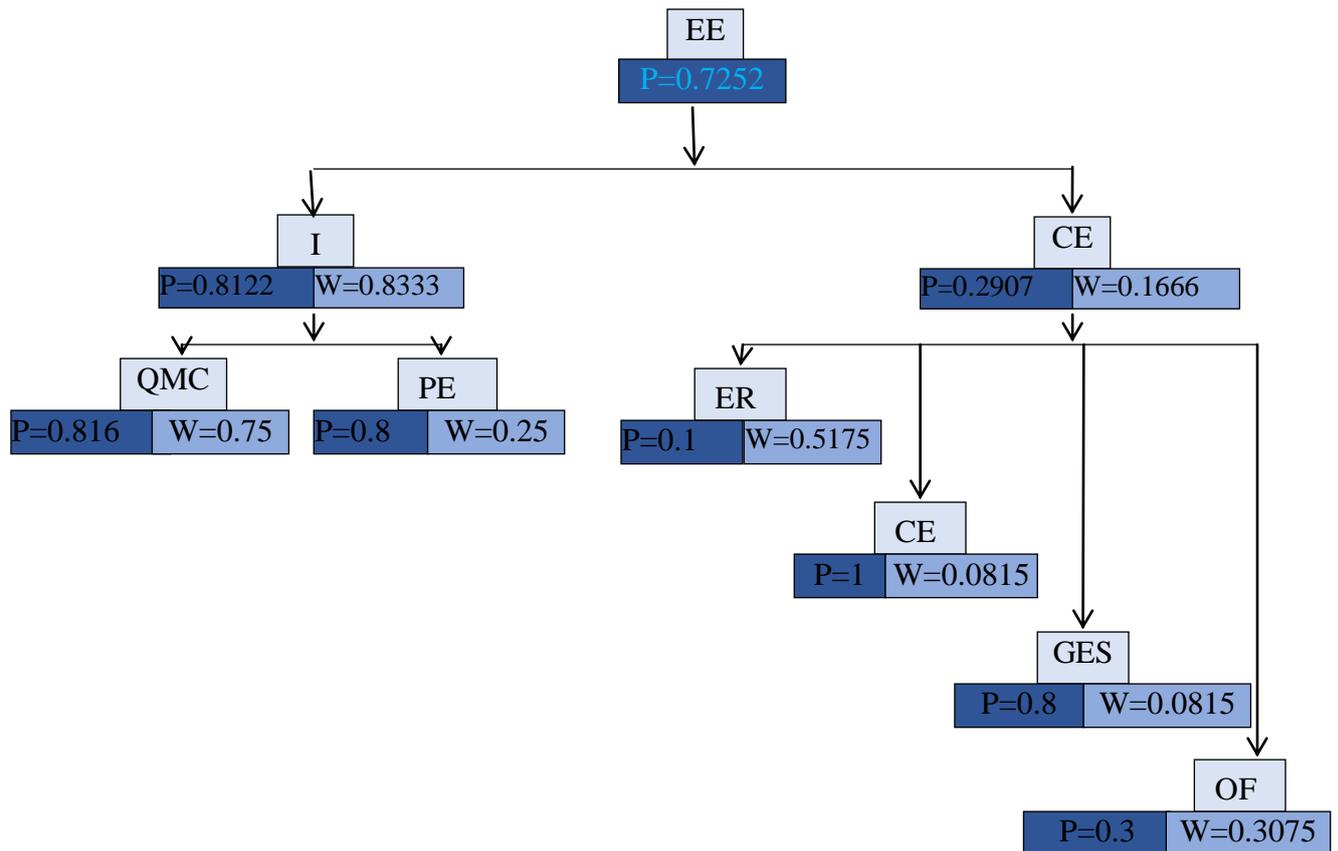


Figure IV. 11 La hiérarchie des résultats d'agrégation d'efficacité énergétique

IV.10 Conclusion

Il existe toute une panoplie d'outils et méthodes et guide mondial apparait à travers le temps dont le but est de permettre une planification de parc résidentiel durable et fonctionnelle, peuvent être adaptés aux collectivités suivant chaque pays du monde.

L'application de la méthode d'évaluation AHP sur le bâtiment d'habitation (AADL) de la ville de Bouira a permis de mettre en évidence de la méthode proposée pour le calcul de la performance globale. Une des limites de la méthode est de baser ses calculs sur des paramètres qui sont eux même issus d'autres calculs.

L'autre limite réside dans l'agrégation des critères. Pour donner une note de performance globale pour chaque objectif, il faut agréger les performances des critères, en sachant bien que les performances des critères sont aussi obtenues par une agrégation des indicateurs. Ceci

rend la perte d'information considérable lors du passage d'un niveau de performance à un autre.

La méthode d'évaluation des performances (AHP), reste simple d'utilisation et compréhensible. Concernant l'agrégation des indicateurs et des critères, le mode de détermination des coefficients de pondération est moins transparent mais il reste compréhensible et utilisable et surtout il permet de vérifier la cohérence des choix.

Conclusion générale

Ce travail vise à élaborer une méthodologie multicritère d'évaluation de la durabilité des bâtiments d'habitation ; qui est basée sur la quantification des objectifs et des critères de durabilité à définir dans les contextes socio-économique et environnemental algériens en accord avec la notion de développement durable.

Dans le premier chapitre, nous avons montré l'évolution de la prise en compte du développement durable au niveau du bâtiment à l'échelle mondiale ainsi que les outils d'évaluation adoptés pour chaque pays à la décision d'inclure la notion de développement durable dans le domaine de la construction vu son importance.

Le thème est vaste et a nécessité une description détaillée à partir de l'analyse de la situation actuelle du secteur résidentiel en Algérie. Ce chapitre 2 est une synthèse statistique des dépassements et insuffisance au droit de l'environnement en générale et en secteur de bâtiment en particulier.

C'est ce qu'on a motivé à rétablir une méthodologie afin d'évaluer la performance d'un bâtiment d'habitation. Nous avons expliqué la méthode hiérarchique des démarches de performances ainsi que les étapes importantes à suivre.

Ensuite nous avons retenu les deux objectifs « Efficacité énergétique » et « Qualité architecturale » vu leur impact sur la durabilité de ce secteur.

Pour pouvoir appliquer hiérarchiquement la méthode AHP qu'on a choisi sur un cas réel d'un bâtiment d'habitation situé à Bouira à fin de mettre en évidence de la méthode proposée pour le calcul de la performance globale.

À partir de notre travail nous avons remarqué que l'utilisation des nouvelles stratégies pour l'efficacité énergétique n'est pas applicable ainsi l'adoption d'un point plus important qui est l'énergie renouvelable.

À la fin nous supposons des perspectives pour des recherches plus vastes qui peuvent être :

- Utilisation plus d'indicateurs touchant plusieurs autres objectifs qui sont tellement importants cités dans le chapitre III comme (qualité sociale, économique, environnementale...), pour élargir la méthodologie et tenir compte de pas mal de points.
- Il est intéressant de remplacer la méthode utilisée qui est une méthode classique simplifiée par des méthodes d'intelligence artificielle ou modernes ;

- C'est préférable aussi de travailler sur d'autres échelles plus large ou plus précis pour étudier d'autres points dans ce cadre ; cela permet aux managers d'orienter leurs études pour une meilleure compréhension des mauvaises performances observées.
- Ce travail pourrait être fait dans une étude future à mesure que davantage de données seront disponibles. Aussi, en tant qu'avenir.

Références bibliographique

Abdelali Moumen, les villes et le développement durable, Mémoire, Magistère, Agora 21 (s. d.). Construction des indicateurs. *In* Agora21.<http://www.v1.agora21.org/entreprise/ii323.htm> (Page consultée le 27 octobre 2014).

Al Khalil M. I, Selecting the appropriate project delivery method using AHP. *International Journal of Project Management*, août 2002, 20(6), p. 469-474.

ARENE-IMBE : quartiers durables – guide d’expérience européennes –avril 2005

Argent (2014). Les jeunes n'arrivent plus à se payer une maison. *In* Groupe TVA. *Immobilier*. <http://argent.canoe.ca/vos-finances/immobilier/les-jeunes-narrivent-plus-se-payer-une-maison-10092014> (Page consultée le 9 septembre 2014).

ARPE(2001). *Guide pratique développement durable : le diagnostic des villes moyennes*, 176 p.

Association des professionnels de la construction et de l’habitation du Québec (APCHQ) (s. da). Prévision économiques 2014 – 2015. *In* APCHQ. *Perspectives d’accession à la propriété*. <http://www.apchq.com/redirect/files/provincial/pdf/economique/Previsions-economiques2014-2015-APCHQ.pdf> (Page consultée le 25 septembre 2014).

Association des professionnels de la construction et de l’habitation du Québec (APCHQ) (s. db). Résumé d’étude – L’APCHQ constate une érosion importante de l’abordabilité résidentielle. *In* Mission Générations. *Salle de presse*. http://www.missiongenerations.ca/images/Resume-etude-PBelanger_Erosion-abordabilite.pdf (Page consultée le 19 septembre 2014).

Association des professionnels de la construction et de l’habitation du Québec (APCHQ) (2013). Des terrains, des frais, des permis plus coûteux et des infrastructures et services publics plus onéreux expliquent 59 % des hausses de prix. *In* APCHQ.

Association Française de Normalisation (AFNOR) (2013). Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Évaluation de la performance économique des bâtiments - Méthode de calcul. La Plaine Saint-Denis, AFNOR, 55 p. (NF EN 16627)

Association Française de Normalisation (AFNOR) (2014). Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Évaluation de la performance sociale des bâtiments - Méthodes de calcul. La Plaine Saint-Denis, AFNOR, 57 p. (NF EN 16309+A1)

Association Française des Petits Débrouillards et Centre national de la recherche scientifique (CNRS) (2010). Comment les nouvelles espèces apparaissent-elles? In Association Française des Petits Débrouillards. *La biodiversité comprendre pour mieux agir*.http://www.lespetitsdebrouillards.org/Media/prods/prod_1/Media/livret.pdf (Page consultée le 17 septembre 2014).

Badeche Mounira, Impact de la loggia vitrée sur le confort thermique Dans la région de Constantine, mémoire, magister, Constantine, 2008.

Baldwin, J. (s. d.). Dymaxion house. In Buckminster Fuller Institute. *About Fuller*.
<http://www.bfi.org/about-fuller/big-ideas/dymaxion-world/dymaxion-house> (Page consultée le 5 septembre 2014).

Battier, J. (2002). Guide d'évaluation de la présomption de vulnérabilité du bâti existant – Cahier technique AFPS n°24, *Association Française du Génie Parasismique*, AFPS, Paris Cedex 07. <http://www.afps-seisme.org/>

Ben Mena S.(2000), Introduction aux méthodes multicritères d'aide à la décision, *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, février 2000, 4, p. 83-93.

Boumali Boubaker, éco-quartier, mémoire d'ingénieur. Constantine, 2012.

Carfantan G, Vignes-Rubio C. et Bonnet K. (2005), *Méthodologie pour une démarche de qualité environnementale sur les opérations d'aménagement dans une perspective de développement durable*.Chartres-de-Bretagne, SETUR, mars 2005, 109 p.

Ch.E. Chitour. 1994. l'énergie, Les enjeux de l'an 2000. Vol/1 Office

Chater Ahmed Zine El-Abidine, L'habitat collectif à Sétif, mémoire d'ingénieur, 2009

Cheniour Adel, Naidji Abdelmalek : La gestion des villes selon les principes du développement durable, Centre universitaire Larbi Ben Mhidi, O E B

Cherqui F, Groleau D, Wurtz E. et Allard F. (2005a). *A step toward the global assessment of district projects: solar indicators and way to quantify them*. Ninth International IBPSA Conference, Montréal

Cherqui F, Popovici E, Mora L, Peuportier B. et Wurtz E.(2005b). *Projet ADEQUA – rapport d'avancement N°1*. La Rochelle, LEPTAB, CEP, 25 juin 2005, 44 p

CHERRARED, M., CHOCAT, B., BENZERRA, A., 2007 « Problématique et faisabilité du développement durable en matière d'assainissement urbain ». 6^{ème} conférence internationale sur les techniques et stratégies durable pour la gestion des eaux urbaines par temps de pluie,NOVATECH du 25 au 28 juin 2007, Lyon.

CIGB, 2001

CNES, 1998

Décret exécutif n° 93-163 du 10 juillet 1993, JO de la République Algérienne du 14 juillet 1993, p 10-11.1998.2009, 2011.

Dépenses de consommation des ménages algériens en 2011, Série statistiques sociales, collection statistique n° 183, Mars 2014.

Dépenses en logement et charges, publication n° 696, Avril 2015.2012.2016.

Djana Abdelmoumen, quartier durable, Mémoire d'ingénieur, université Énergie et Ressources naturelles Québec (2013). Isolation. In Gouvernement du Québec. *Monhabitation. Conseils pratiques*. <http://www.efficaciteenergetique.gouv.qc.ca/mon-habitation/conseils-pratiques/isolation/#.VKcZaCuG-1J> (Page consultée le 1 décembre 2014).

Galeau et coll, 1989 dans S. Masmoudi. *Relation entre géométrie urbaine, végétation et confort thermique extérieur : cas de la place dans les régions arides à climat chaud et sec*. Thèse de Magistère. Université Mohamed Kheidar. Biskra, 2003.

Gestion de la qualité de l'eau, de la flore et de la faune. Actes du 18e congrès des grands barrages à DURBAN.

GTU.2005/2006.individuelles), Série statistiques sociales, collection statistique n°189, Novembre 2014.

H.R.Preisig, W.Dubach, U.Kasser, K.Viridén, *Savoir construire écologique et économique, Guide pour le maître de l'ouvrage*, WerdVerlag, Zürich, 1999 ISBN 3 85932 284 2.

Institut international du développement durable (IISD) (s. d.). Defining sustainable consumption. In IISD. *Oslo Roundtable on Sustainable Production and Consumption*. www.iisd.ca/consume/oslo004.html (Page consultée le 7 juin 2014).

Janine Bellante : Vers un quartier durable en France.2007.

Jörg Widmer, 1996-2001. Rapport d'activité du cours a option Architecture et

JOURNALE OFFICIEL, 1993

Kahn, L. (1989). Refried Domes. In Shelter Publications, Inc. *Shelter Online*. http://www.shelterpub.com/_shelter/refried_domes.html (Page consultée le 22 septembre 2014)

L'APCHQ constate une érosion importante de l'abordabilité résidentielle. http://www.apchq.com/accesreseau/files/provincial/migration7/_master/missiongeneration/resune_etude_pbelanger_erosion_abordabilite.pdf (Page consultée le 30 septembre 2014)

L'environnement en Algérie. CNES

L'habitat éco-responsable (2012). L'Earthship ou l'art du recyclage. *In* L'habitat éco-responsable. *Construire. Basse consommation.* <http://www.habitat-eco-responsable.fr/2012/11/earthship-ou-l-art-du-recyclage/> (Page consultée le 5 novembre 2014).

L'urbanisme durable (concevoir un éco quartier), Le Moniteur, 2ème édition, paris,

Labbé, F. (2014). Les mini-maisons, moins chères et plus écologiques. *In* Ici Radio-Canada. <http://ici.radio-canada.ca/nouvelles/societe/2014/08/27/003-les-minimaisons-bientot-au-quebec.shtml> (Page consultée le 27 août 2014).

Lachapelle, S. (2014). Les mini-maisons s'installent au Québec. *Les Affaires.* <http://www.lesaffaires.com/secteurs-d-activite/immobilier/les-minimaisons-s-installent-au-quebec/571223> (Page consultée le 19 septembre 2014).

Laetitia Adelard, Caractérisation de bases de données climatique. Proposition d'un générateur de climat. Application en thermique de l'habitat. Thèse de doctorat.

Les manuels de l'ONA. Document interne de travail.

M. Velay-Dabat . J-L. Izard et P. Bonifait. Maîtrise des ambiances Contrôle de l'ensoleillement et de la lumière en architecture. Développement d'un outil commun au contrôle solaire et au contrôle lumineux : la projection sphérique équidistante zénithale. Edition 2004.

Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, vol. 50, n° 4, p. 370-396.

Menard, L. (2014). Compost toilet options for tiny homes. *In* TinyHomes. *Story Archives. January 2014.* <http://tinyhomes.com/compost-toilet-options-for-tiny-homes/> (Page consultée le 2 décembre 2014).

Merin, G. (2013). AD Classics : The Dymaxion House / Buckminster Fuller. *In* ArchDaily. *ADArchitecture Classics.* <http://www.archdaily.com/401528/ad-classics-the-dymaxion-house-buckminster-fuller/> (Page consultée le 5 septembre 2014).

Mikkonen, J. et Raphael, D. (2010). Pourquoi est-ce important ? *In* thecanadianfacts. *Déterminants sociaux de la santé : les réalités canadiennes -*

Logement.http://www.thecanadianfacts.org/Les_realites_canadiennes.pdf (Page consultée le 10 juillet 2014).Novembre 2001.

Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process . Volume 1. RWS Publication Pittsburgh

O.T. Bouznada. 2002. Habitat évolutif : logement palliatif ou habitat durable. Cas de Ain-el Bey. Constantine, mémoire de magister.

ONA, 2005

ONS (2001). Urbanisation en Algérie, journée d'étude sur la présentation des résultats du RGHP, 12

ONS (2014). Enquête nationale sur les dépenses de consommation et le niveau de vie des ménages

ONS (2014). Enquête nationale sur les dépenses de consommation et le niveau de vie des ménages

ONS (2014). Enquête sur l'activité, emploi et chômage, juillet (2014).

ONS (2015). Enquête nationale sur les dépenses de consommation et le niveau de vie des ménages

ONS (2015). Les comptes économiques de 2000-2014, Série n°709, Juillet 2015.

ONS (2016). Indice des prix à la consommation, Evolution 2006- 2015, Série statistique n°200, Juillet

ONS (2016). Les comptes économiques de 2001 à 2015, série n° 750, Août 2016.

ONU (2011). Rapport sur le logement convenable en tant qu'élément du droit à un niveau de viesuffisant ainsi que sur le droit à la non-discrimination à cet égard, 26 décembre 2011.

Programme Local de l'Habitat – Diagnostic – Grand Lyon. Politiques de l'habitat et développement durable : Enjeux et perspectives.

Publications Universitaires ALGER.

Rapport national sur le développement humain. République Algérienne.
SAATY, T. L., 1996

Tellouche Amira, Eco-quartier durable, mémoire d'ingénieur, Constantine 2012.

Urbanisme - énergie : les éco-quartiers en Europe, ADEME, Janvier 2008.

Livres

ARENE-IMBE : quartiers durables – guide d’expérience européennes –avril 2005
Développement Durable.

Jörg Widmer, 1996-2001. Rapport d’activité du cours a option Architecture et
Programme Local de l’Habitat – Diagnostic – Grand Lyon. Politiques de l’habitat et
développement durable : Enjeux et perspectives.

Yves Condé : Développement durable, santé publique et décision publique.

Sites internet

ADEME. Agence de l’Environnement et de la Maîtrise de l’Energie 001 *guide de l’éco
construction*. [En ligne] <http://www.ademe.fr>.

Comité de la maison écologique. 2004. *Maison écologique*. Mémoire déposé à la commission
d’aménagement de l’Université Laval(CAMUL). [En ligne] viscathie@hotmail.com

Comité de la maison écologique. 2004. *Maison écologique*. Mémoire déposé à la commission
d’aménagement de l’Université Laval(CAMUL). [En ligne]

Développement Durable. [En ligne] <http://lcc1.epfl.ch>.

J. Douglas Balcomb, Ph.D. *Passive Solar Ahead. Why the hot building technology of the
future may be the mature and proven one*. [en ligne]

Ministère de l’énergie et des mines. *The third architecture and susainability conference*.
Biscra. 2008. [en ligne] www.archbis.com.

Passive Solar Heating & Cooling Manual – Page 2 of 4. [En ligne]
viscathie@hotmail.com
www.solartoday.org.