

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SEPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA 01



Institut d'Architecture et d'Urbanisme

MEMOIRE DE MASTER 02

Option « Architecture et Habitat »

Vers l'intégration des toitures végétalisées dans les milieux résidentiels

Conception d'un projet d'habitat mixte dans la ville d'El Hamma

Élaboré par:

- M^{elle} NECHE Maliya

Sous la Direction de:

- M^{elle} BOUATTOU Asma

Jury d'évaluation:

Présidente: Mme MAACHI Ismahan, Maître-Assistante, Université de Blida 1

Examinatrice: Mme BENLAKEHAL Nadia, Maître-Assistante, Université de Blida 1

Encadreur: M^{elle} BOUATTOU Asma, Maître-Assistante, Université de Blida 1

Année Universitaire: 2017/2018

TABLE DES MATIERES

Remerciements	I
Résumé	II
Résumé en Anglais	III
Résumé en Arabe	IV
Table des matières	V
Liste des figures	VI
Liste des tableaux	VII
Liste des sigles et abréviations	XI

Introduction générale

Contexte et intérêt de la recherche	1
Problématique	2
Hypothèse de la recherche	4
Objectifs de la recherche	4
Méthodologie de la recherche	4
Structuration du mémoire	5

Chapitre I : Etat des connaissances sur les toitures végétalisées

I-1- Concepts de végétalisation des toits	7
I-1-1- Définition du toit végétal	7
I-1-2- Les différents types de toitures végétales	8
I-1-2-1- La végétalisation intensive.....	8
I-1-2-2- La végétalisation extensive	9
I-1-2-3- La végétalisation semi-intensive	10
I-1-3- Aperçu sur l'apparition et le développement des toitures végétalisées	10

I-1-3-1- Les toitures végétalisées à travers l’histoire	10
I-1-3-2- Développement actuel des toitures végétalisées dans le monde	12
I-1-3-3- Les toitures végétalisées en Algérie	13
I-2- Réalisations des toitures végétalisées	14
I-2-1- Constituantes d’une toiture végétalisée	14
I-2-2- L’arrosage	16
I-2-3- La mise en œuvre de la végétation	16
I-2-4 : Les contraintes des conceptions des toits végétaux	17
I-2-4-1- Les contraintes liées aux caractéristiques architecturales	17
I-2-4-2- Les contraintes liées au caractéristiques techniques du bâtiment	18
I-2-4-3- Les contraintes climatiques	19
I-2-4- 4- Les contraintes d’arrosage et d’entretien	19
I-3- Avantages des toitures végétalisées	20
I-3-1- Avantages écologiques et environnementaux	20
I-3-1-1- Amélioration de la biodiversité.....	20
I-3-1-2- Réduction des effets de l’îlot de chaleur urbain	21
I-3-1-3- Purification de l’air	21
I-3-1-4- La gestion et la régulation des eaux pluviales.....	22
I-3-2- Avantages urbanistiques et sociaux	23
I-3-2-1- Insertion paysagère du bâtiment dans son environnement	23
I-3-2-2- Amélioration du cadre de vie et rôle esthétique	23
I-3-3- Le confort dans le bâtiment et l’économie de l’énergie.....	23
I-3-3-1- Confort acoustique des bâtiments	23
I-3-3-2- Confort thermique des bâtiments et l’économie d’énergie	24
I-3-4- Avantages économiques	25
I-4- Inconvénients des toits végétaux	25
I-4-1- Coût	25

I-4-2-Surpoids	25
I-4-3- Risques d'incendie	25
I-4-4- Humidité	26
I-5- Réponse de la toiture végétalisée aux cibles de la HQE	26
I-6- Exemples de bonnes pratiques.....	29
I-6-1- La mairie des Mureaux, France.....	29
I-6-2- Terrasse-jardin Immeuble 'The Louisa' à Portland.....	30
Conclusion	31

Chapitre II : Conception d'un projet d'habitat mixte et l'intégration des toitures végétalisée

Introduction.....	33
II-1- Analyse de cas d'étude.....	33
II-1-1- Analyse de la ville d'El Hamma.....	33
II-1-1-1- Présentation de la ville d'El Hamma.....	33
II-1-1-2- Situation géographique de la ville d'El Hamma.....	33
II-1-1-3- Caractéristiques physiques et morphologiques de la ville d'El Hamma.....	34
II-1-1-4- Contexte climatique de la ville d'El Hamma.....	35
II-1-1-5- Vocation de la ville d'El Hamma.....	36
II-1-1-6- Orientations d'aménagement de la ville d'El Hamma.....	36
II-1-1-7- Les lignes directrices d'aménagement de la ville d'El Hamma.....	37
II-1-1-8- Principes d'aménagement de la ville d'El Hamma.....	37
II-1-1-9- Lecture synchronique de la ville d'El Hamma dans son état actuelle.....	41
Synthèse AFOM.....	44
II-1-2- Analyse de l'aire d'intervention.....	45
II-1-2-1- Situation de l'aire d'intervention.....	45
II-1-2-2- L'accessibilité à l'aire d'intervention.....	45

II-1-2-3- L'environnement immédiat.....	46
II-1-2-4- Etude morphologique de l'aire d'intervention.....	47
II-1-2-5- Etude environnementale de l'aire d'intervention.....	48
II-1-2-6- Prescriptions urbanistiques.....	49
Synthèse AFOM.....	49
II-2- Analyse thématique des Habitat mixte.....	50
II-3- Programmation du projet.....	50
II-3-1- Détermination des fonctions.....	50
II-3-2- Le programme qualitatif et quantitatif.....	51
II-4- conception du projet.....	55
II-4-1- Concept liée au contexte.....	55
II-4-1-1- Principe d'implantation du projet.....	55
II-4-1-2- différents accès projet.....	57
II-4-1-3- séparation des circuits.....	58
II-4-1-4- Gabarit du projet.....	58
II-4-2- Concepts liés au programme.....	58
II-4-2-1- Organisation fonctionnelle.....	58
II-4-2-2- Agencement des espaces.....	60
II-4-3- Concepts architecturaux.....	63
II-4-3-1- Modélisation formelle du projet.....	64
II-4-3-2- Expression des façades.....	64
II-4-3-3- Aménagement de l'espace extérieur.....	65
II-4-4- Concepts structurels et techniques.....	66
II-4-4-1- Logique structurel et choix du système constructif.....	66
II-4-4-2- Les éléments constructifs.....	66
II-4-4-3- Choix de matériaux de construction et les détails techniques.....	68
II-4-5- Autre techniques lies à la dimension durable du projet.....	70

II-4-5-1- Gestion de l'énergie.....	70
II-4-5-2- Gestion de l'eau.....	71
II-4-5-3- Gestion des déchets.....	71
II-4-5-4- Les toitures végétalisées.....	71
Conclusion.....	76
Conclusion générale.....	78
Bibliographie.....	80
Annexes.....	83
Annexe I : Recherche thématique sur l'habitat mixte.....	i
Annexe II : Dossier graphique.....	xi

Remerciements

*Avant tout, nous remercions **DIEU Allah** le tout puissant d'avoir guidé nos pas vers les portes du savoir tout en illuminant notre chemin, et de nous avoir accordé la fois et la force, secret de l'achèvement de notre travail dans de bonnes conditions.*

Le grand énorme merci aille à nos parents qui nous ont beaucoup soutenues pendant toute notre formation et qui continueront sans aucun doute à nous aider dans tous nos futures projets, que dieu les protèges.

*On remercie chaleureusement **Melle BOUATTOU Asma** pour l'intérêt qu'elle portait à notre travail et de l'enrichir par ces propositions. Nous la remercions pour ces précieux conseils et constantes efforts pendant l'élaboration de ce travail.*

Nous remercions très sincèrement, tous les membres de jury qui nous ont fait l'honneur d'accepter de juger notre modeste travail, Nous tenons à leur témoigner notre profonde gratitude.

Nous remercions nos sœurs nos camarades Hz ,leur soutien, leur conseils ainsi que leur bonne humeur pendant toute l'année.

Nous remercions également toute personne qui a contribué à l'élaboration de ce travail, un énorme merci à tous.

Résumé

Dans ce mémoire nous aborderons le sujet des toitures végétalisées car aujourd'hui l'étalement urbain incontrôlé au détriment de surfaces végétales ainsi que les constructions inadaptées aux lieux et aux climats ont contribué aux bouleversements climatiques actuels. De ce fait notre travail consiste à trouver le moyen de préserver Les toitures végétalisées et l'intégrer où la végétation des toits consiste une substitution aux espaces verts au sol sacrifiés pour l'urbanisation puisqu'elle permettant la restitution des surfaces végétales sur les toits avec la création des microclimats et d'innombrables autres avantages.

Dans le cadre de notre présente recherche, nous avons conçu un projet de référence qui réunit un ensemble de techniques de matériaux qui optimisent l'intégration du bâtiment dans son environnement, ce projet est un HABITAT mixte qui se trouve dans la ville d'EL Hamma. Il respecte les directions du plan d'urbaines, s'inscrit dans la démarche de la haute qualité environnementale HQE et il répond à un programme qualitatif et quantitatif où les normes formelles et fonctionnelles de durabilité sont respectés.

A la fin, nous concluons que l'intégration des toitures végétalisées au sein du bâtiment nous a menait à la conception d'un projet durable, qui assure l'intégration harmonique avec son environnement. .

Mots clés :

Développement durable, Haute qualité environnementale, Les toitures végétalisées

ABSTRACT

In this memoire we will discuss the subject of the vegetated roofs, because today the uncontrolled urban sprawl to the detriment of vegetable surfaces, as well as constructions unsuited to the places and the climates contributed to the current climatic upheavals. Therefore, our work consists in finding a way to preserve vegetated roofs, to integrate them where the vegetation of the roofs consists a substitution in the green spaces on the ground sacrificed for urbanization, since it allows the restitution of vegetables surfaces on the roofs, the creation of micro climates and innumerable of other advantages

Within the framework of our present research, we have designed a reference project which combines a set of materials techniques that optimize the integration of the building in its environment, this project is a mixed HABITAT located in the city of EL Hamma. It respects the directions of the urban plan, is part of the high environmental quality HEQ approach, and responds to a qualitative and quantitative program where formal and functional sustainability standards are respected.

In the end, we conclude that the integration of vegetated roofs into the building of the design of a sustainable project, which ensures the harmonic integration with its environment.

Keywords:

Sustainable development, High environmental quality, Green roofs.

في هذه المذكرة سنناقش موضوع السقوف النباتية . لأن اليوم. الامتداد الحضري العشوائي غير المنضبط. الأسطح النباتية . غير مناسبة للأماكن والمناخ ساهمت في الاضطرابات المناخية الحالية. . فإن عملنا يتمثل في إيجاد طريقة للحفاظ على الأسقف النباتية، ودمجها حيث يتد لاستبدال المساحات الخضراء الأرضية التي تم التضحية بها من أجل لأنه يسمح باستعادة المساحات النباتية على الأسطح مع خلق المناخات الصغيرة وغيرها من المزايا الأخرى لا تعد ولا تحصى. في إطار بحثنا الحالي ، قمنا بتصميم مشروع مرجعي والذي يجمع بين مجموعة من تقنيات المواد التي تحقق التكامل الأمثل للمبني في بيئته ، وهذا المشروع هو مساكن مختلطة تقع في مدينة الد وهو يحترم اتجاهات الخطة الحضرية، وهو جزء من نهج الجودة البيئية العالية ويستجيب لبرنامج النوعية والكمية حيث يتم احترام المعايير الرسمية والوظيفية للاستدامة. في النهاية ، نستنتج أن دمج الأسطح النباتية في المبني أدى بنا إلى تصميم مشروع مستدام ، يضمن التكامل التوافقي مع بيئته.

المفتاحية:

البيئية العالية، السقوف النباتية. التنمية المستدامة

LISTE DES FIGURES

Figure I-1 : Vue en coupe d'un toit végétalisé intensif	8
Figure I-2 : Toiture intensive d'un bâtiment administratif à paris	8
Figure I-3 : Vue en coupe d'un toit végétalisé extensif	9
Figure I-4 : Toiture extensive de l'école maternelle, France	9
Figure I-5 : Vue en coupe d'un toit végétalisé Semi-intensif	10
Figure I-6 : Toiture semi-intensive d'un bâtiment administratif, avenue de France	10
Figure I-7 : Jardins suspendus de Babylone – Maarten van Heemskerck – XVIe siècle	11
Figure I-8 : Toiture végétalisée à Bouira	13
Figure I-9 : Les différentes couches d'une toiture végétalisée	14
Figure I-10 : Les modes de la mise en œuvre de la végétation	16
Figure I-11 : Les différentes configurations d'un toit végétal	17
Figure I-12 : Comparaison de la gestion de l'eau par un toit non végétalisé et un toit végétalisé	22
Figure I-13 : Demande énergétique due aux échanges thermiques à travers deux toits.....	24
Figure I-14 : Toiture végétalisée de la Mairie des Mureaux, France	29
Figure I-15 : Terrasse-jardin Immeuble 'The Louisa' à Portland	30
Figure I-16 : Terrasse-jardin Immeuble 'The Louisa' à Portland	30
Figure II-1 : Situation géographique de la ville d'El Hamma	33
Figure II-2 : Carte des limites administratives.....	34
Figure II-3 : Carte des limites communales.....	34
Figure II-4 : Coupe schématique sur la ville.....	34
Figure II-5 : Les zones sismiques en Algérie	34
Figure II-6 : Zones climatiques d'hiver en Algérie.....	35
Figure II-7 : Zones climatiques d'été en Algérie	35
Figure II-8 : Les données climatiques d'Alger Port de la période 2008-2016.....	35
Figure II-9 : Carte de système viaire de la ville d'El Hamma.....	38
Figure II-10 : Carte de système de mobilité et transport de la ville d'El Hamma.....	39
Figure II-11 : Vue et coupe d'ensemble des systèmes viaire et de mobilité et transport.....	39
Figure II-12 : Carte de système écologique de la villa d'El Hamma.....	40
Figure II-13 : Vue de la nouvelle proposition de la villa d'El Hamma.....	44
Figure II-15 : L'état actuel (friche industrielle) du site d'intervention.....	44
Figure II-16 : l'accessibilité au site d'intervention.....	45

Figure II-17: l'environnement immédiat de site d'intervention.....	46
Figure II-18: l'environnement immédiat de site d'intervention.....	46
Figure II-19: l'environnement immédiat de site d'intervention.....	46
Figure II-20: les dimensions de l'aire intervention.....	47
Figure II-21: la topographie de site d'intervention.....	47
Figure II-22: Ensoleillement et vents du site.....	48
Figure II-23: la faune et la flore des alentours site d'intervention.....	48
Figure II-24: Les prescriptions urbanistiques du site.....	49
Figure II-25 : Processus de programmation du projet.....	50
Figure II-26 : Les fonctions du projet	51
Figure II-27 : L'alignement du projet.....	55
Figure II-28: Le recule dans le projet.....	55
Figure II-29: La centralité dan le projet.....	56
Figure II-30: L'ouverture du projet à l'environnement.....	56
Figure II-31: L'implantation des bâtiments du projet.....	56
Figure II-32 : La forme du projet.....	57
Figure II-33 : Plan de configurations des accès au projet.....	57
Figure II-34 : La séparation des circuits du projet.....	58
Figure II-35 : Le gabarit de projet.....	58
Figure II-36: Organigramme fonctionnelle.....	59
Figure II-37: Organigramme spatiale.....	60
Figure II-38: Agencement des espaces de logement type F2.....	61
Figure II-39: Agencement des espaces de logement type F3.....	62
Figure II-40 : Agencement des espaces de logement type F4.....	62
Figure II-41 : Agencement des espaces de logement type F4 duplex.....	63
Figure II-42 : Agencement des espaces de logement type F5 duplex.....	63
Figure II-43 : Modélisation formelle du projet.....	64
Figure II-44 : La moucharabieh à la façade Sud du projet.....	64
Figure II-45 : Mur végétale dans la façade Nord-Ouest.....	64
Figure II-46: Toiture végétalisée et panneaux photovoltaïque sur les toits du projet.....	65
Figure II-47: L'aménagement de l'espace centrale du projet.....	65
Figure II-48: l'aménagement de l'esplanade.....	66
Figure II-49: Le poteau HEB 400.....	66
Figure II-50 : La poutre IPE 360	67

Figure II-51 : Assemblage poteau poutre.....	67
Figure II-52 : Plancher collaborant.....	67
Figure II-53 : La brique monomur.....	68
Figure II-54 : Faux plafond.....	68
Figure II-55 : Protection de la structure contre le feu et la corrosion.....	70
Figure II-56 : Des sanitaires pour les personnes à mobilité réduite.....	70
Figure II-57 : Panneaux photovoltaïques.....	70
Figure II-58 : Gestions des déchets.....	71

Contexte et intérêt de la recherche :

Le développement rapide de la construction et l'imperméabilisation des surfaces dans la ville ont créé un urbanisme minéral donnant peu d'espace aux moyens de rafraîchissement naturel tels que la végétation. Ceci a eu comme conséquence le réchauffement des microclimats en ville et le développement du phénomène d'îlot de chaleur urbain¹, ce dernier est défini par la surchauffe des zones urbaines et suburbaines, par rapport à la campagne environnante (Atik, 2011). De ce fait, il serait pertinent de redonner la place que la nature mérite en ville et d'opter pour des constructions qui comportent des solutions judicieuses au profit du bien être des humains et la préservation de l'environnement.

On estime que le pourcentage de la population mondiale vivant en ville passera de 50 à 60 % d'ici 2030 (Djedjig, 2013). Par conséquent, la recherche et l'utilisation de techniques de construction innovantes permettant de répondre à la double problématique de la réduction de la consommation énergétique des bâtiments et de l'atténuation des îlots de chaleur urbains est impératives. Dans un contexte de développement urbain durable, les toitures et les façades végétales, de typologies variées, ont un potentiel considérable pour répondre à cette problématique (Abderrezak, 2010).

Par ailleurs, l'Algérie est un pays qui n'est pas en reste à cette dynamique et ces nouvelles tendances mondiales relatives au développement durable, d'où l'intérêt de connaître les différents paramètres qui lui sont assujettis et en premier lieu le bâtiment. La prise de conscience de l'importance de l'espace vert urbain en Algérie s'est traduite par la parution de la loi n°07-06 du 13 mai 2007, relative à la gestion, à la protection et au développement des espaces verts dans le cadre du développement durable (Atik, 2011). Cependant, vu le peu d'espace laissé à la végétation dans la ville d'Alger, il serait judicieux de faire connaître les nombreuses solutions que la ville pourrait appliquer et en être dotée pour réussir à rafraîchir son climat et à participer dans l'amélioration de la qualité de vie urbaine.

Quant à la végétalisation des toitures, c'est l'un des domaines qui se développent le plus vite et avec le plus grand potentiel d'innovations. Son principe est de recouvrir de

¹ L'îlot de chaleur se présente sous forme de « dôme de chaleur » qui apparaît et se développe sous le vent. Il est caractérisé par le réchauffement de la couche de l'atmosphère au dessus d'une agglomération, et se prolonge du niveau au dessus des toits jusqu'au niveau où l'influence urbaine n'est plus ressentie. Cette couche de l'atmosphère au dessus des villes est dilatée et occupe un volume supérieur, elle est d'autant plus importante que la pollution augmente. (Atik, 2011).

verdure un toit plat ou à versant, c'est également une version architecturale du développement durable, à qui on attribue un certain nombre d'avantages dont les bénéfices se manifestent à des échelles diverses.

Ainsi, les toitures vertes sont utilisées pour contribuer au rafraîchissement du microclimat. De même, l'utilisation d'un nombre "relativement" important de toitures végétalisées pourrait réduire l'intensité de l'îlot de chaleur urbain et obtenir ainsi de substantielles économies d'énergie grâce à l'atténuation du besoin en climatisation lors des périodes de forte chaleur. Pour les pays à climat froids, les toitures vertes contribuent aussi à diminuer la consommation d'énergie en période hivernale puisque l'isolation thermique est renforcée (Atik, 2011).

La végétalisation des toits urbains peut contribuer également à adoucir le climat urbain en évitant l'absorption de rayonnements solaires par des surfaces minérales qui les auraient restituées sous forme de chaleur. D'autre part, cette technique permet d'améliorer le confort thermique à l'intérieur des bâtiments, par son effet isolant, s'exerçant notamment pendant les grandes chaleurs d'été, la régulation des écoulements pluviaux en permettant de faire de la rétention des eaux pluviales, restituée par évaporation et par évacuation au réseau de manière différée. Enfin, elle concourt à augmenter la durée de vie de l'étanchéité par limitation des chocs thermiques (Komitès, 2017).

La végétalisation des toitures constitue alors un levier intéressant. Il existe en effet, dans toutes les villes, une importante surface de toits plats pouvant être recouverte par une végétation adaptée aux milieux extrêmes.

Problématique :

La végétation des toits est une technique ancienne modernisée depuis quelques années selon les volets principaux de la durabilité à savoir : la minimisation de l'impact du bâtiment sur l'environnement, l'économie d'énergie grâce à sa performance en tant qu'isolant ; l'allongement de la durée de vie des systèmes de couvertures mais aussi l'augmentation de la surface végétale dans les centres urbains (Abderrezak, 2010).

Au de là plusieurs études ont été effectuées pour évaluer la réelle participation des toitures jardins dans l'amélioration du confort thermique et la modification des microclimats,

ainsi la consommation énergétique et la réduction des températures de l'air intérieur (Pommier, Gutleben, 2014).

De ce fait, la réglementation des terrasses jardins existe dans les pays européens, elle est souvent intégrée avec la réglementation de l'étanchéité des toitures-terrasses (Beins, Heeb, 1995). En Algérie, Les toitures végétalisées ne font pas l'objet d'un règlement, d'une norme ou d'un document technique réglementaire, que ce soit pour spécifier les types de végétation, les procédés de mise en œuvre ou les caractéristiques des matériaux utilisés, seulement deux documents techniques citent le système de végétalisation intensive, sans mentionner cette appellation récente. On les distingue par « toiture-terrace jardin », ou « dalle-jardin » sans donner non plus de détail sur la conception, la réalisation ou les matériaux utilisés pour ces toitures (Abderrezak, 2010).

Le document technique réglementaire (DTR.E4-1) édité en 2005 par le CNERIB, traité de l'étanchéité des toitures-terrasses jardins. Les informations y figurent restant générales et sans le moindre détail permettent la réalisation d'une toiture-terrace jardin dans les normes. Quant DTR (B.C.2.2), il mentionne une seule fois les « dalles-jardins » en spécifiant la valeur de la charge d'exploitation de celle-ci (évaluée 1KN/m²). Aucun autre détail sur la procédure de calcul des charges permanentes à prendre en considération avant la conception de ces toits jardins n'est mentionnée.

De ce fait, même en 2018, l'Algérie reste très en retard dans ce domaine. Elle n'a pas encore de règlement spécifique à ces aménagements, que ce soit pour la végétation extensive ou intensive.

L'Algérie et ses villes, particulièrement sa capitale, n'échappe pas de cette problématique. En effet, la ville d'Alger connaît une perte très importante des espaces verts due à la forte pression démographique et l'étalement de ses zones urbaines.

A une échelle plus réduite, la ville d'El Hamma qui a des atouts écologiques très importants, vu actuellement une forte dégradation de la qualité de vie urbaine, notamment dans ses quartiers résidentiels. Cela peut nous conduire à poser les questions suivantes :

- **Quels sont les types de toitures végétalisées à intégrer dans la commune d'El Hamma ? et comment les mettre en œuvre ?**
- **Quels sont les types de végétations pour les toits d'El Hamma ?**

Hypothèse de la recherche :

Pour répondre aux questions énoncées précédemment, nous supposons que le type de toiture végétalisée à intégrer dans les toits d'El Hamma est de types extensif et intensif ou les plantes admises pour la végétation sont sedum, les succulentes, les graminées, les vivaces.

Objectifs de la recherche :

Le présent travail vise principalement à :

- Connaître les potentialités et les avantages des toitures végétalisées afin d'assurer la durabilité des milieux résidentiels.
- Démontrer l'importance de l'intégration des toitures végétalisées dans les quartiers résidentiels.
- Maîtriser les techniques de la mise en œuvre des toits végétales.

Méthodologie de la recherche :

Ce travail de recherche s'articule sur deux parties, la première théorique et la deuxième pratique :

La première partie théorique : Cette étape s'appuie sur la définition et la compréhension des concepts clés de notre recherche sur les toits végétalisées, les avantages des toitures végétalisées pour un développement durable, les types et les techniques de la mise en œuvre de ces toits. Cette partie sera effectuée à l'aide des études thématique basées sur une **recherche bibliographique** et une analyse des exemples.

La deuxième partie opérationnelle : cette partie consiste à une analyse de la ville d'El Hamma et l'aire d'intervention afin de dégager les atouts, faiblesses, opportunités et menaces du site présenté par une matrice **AFOM**. Ensuite, effectuer une recherche thématique en relation avec le projet, sur la base d'une **synthèse bibliographique**, pour aboutir finalement à la conception d'une Habitat mixte à El Hamma en suivant la démarche de la haute qualité environnementale **HQE**.

Structuration du mémoire :

La structure de notre mémoire prendra appui sur des chapitres essentiels:

Introduction générale

C'est l'introduction générale de notre mémoire, il comporte le contexte et l'intérêt de la présente recherche, la problématique et les objectifs de la recherche, l'hypothèse de la recherche, et finalement la démarche méthodologique qui va nous permettre de vérifier l'hypothèse et atteindre nos objectifs.

Chapitre I : Etat des connaissances sur les toitures végétalisées

Dans ce chapitre, nous allons définir le concept clé de notre recherche qui est : les toits végétaux, ensuite démontré les types, la réalisation des toitures végétalisées en indiquent les différents contraintes de réalisations. Après les avantages et les inconvénients d'une toiture végétalisées. Et finalement citer quelques expériences étrangères d'application de ces stratégies.

Chapitre 2 : Conception d'une Habitat mixte dans la ville d'El Hamma et l'intégration des toitures végétalisées

Propose le diagnostic du cas d'étude et l'aire d'intervention avec l'élaboration du projet architectural. Ce dernier répond à un programme qualitatif et quantitatif où les normes formelles et fonctionnelles de durabilité, et les critères sont respectés.

Enfin, le mémoire se terminera avec une conclusion et des perspectives où l'hypothèse avancée sera vérifiée, pour assurer l'intégration harmonieuse du projet avec son environnement.

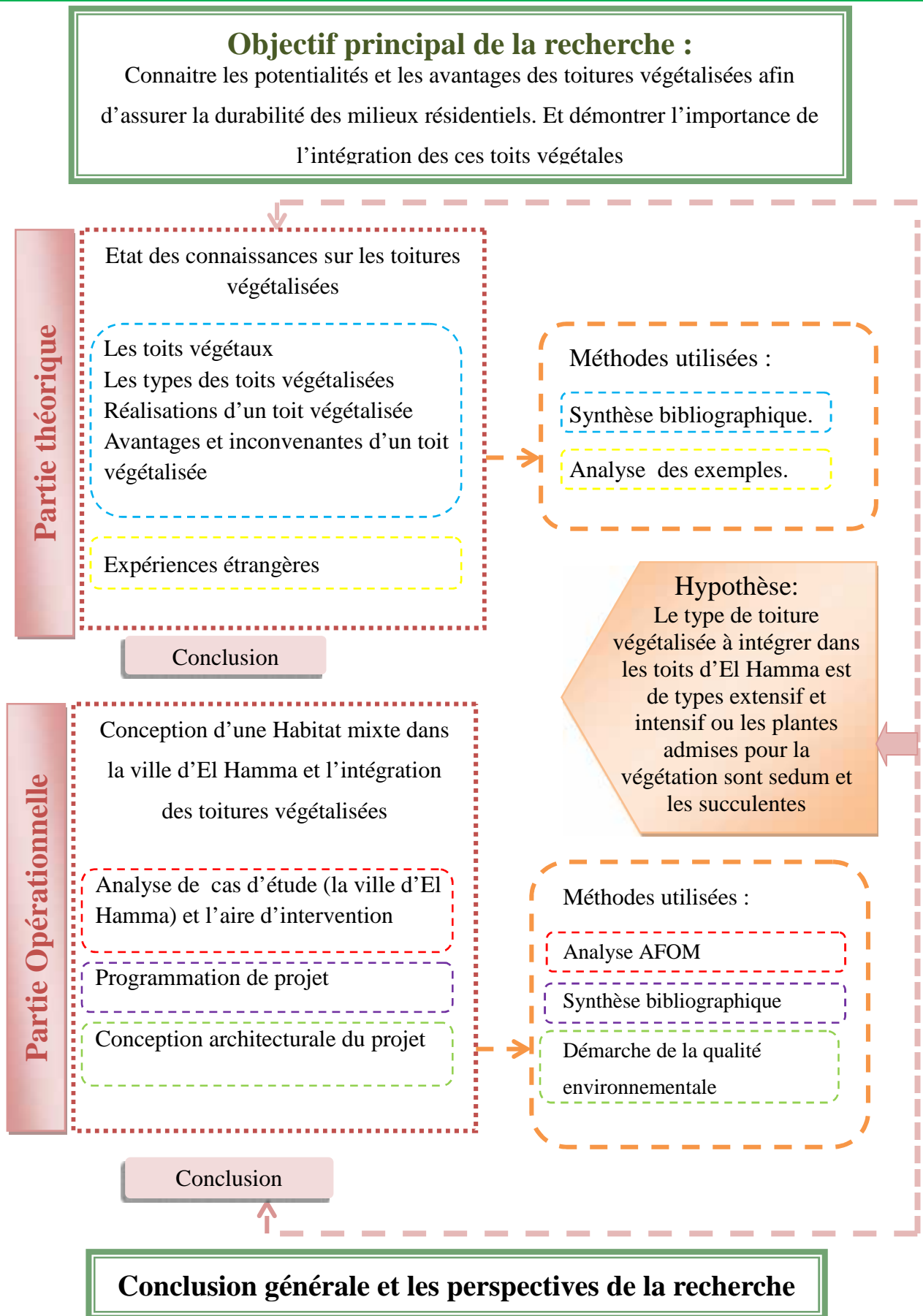


Figure 1 : Démarche méthodologique et structure du mémoire
Source : auteur

Introduction :

Longtemps spécifiques comme poumons de la ville, les jardins sur le sol avec leurs multiples avantages deviennent de plus en plus rares. L'urbanisation intense a fait que les toits des bâtiments, souvent considérés comme espaces perdus, inutiles, inutilisables et repoussants, ont une surface plus importante que celle végétale. Ils deviennent les seules espaces dont on dispose pour récupérer la surface végétale dans les centres urbains.

Les procédés et techniques permettant l'intégration des végétaux sur les couvertures des bâtiments variaient d'un pays à un autre. Aujourd'hui, les techniques de réalisation sont modernisées et surtout uniformisées. Les toits horizontaux ou en pente, accessibles ou pas peuvent être directement recouverts de végétation. Ces derniers prennent différents dénominations selon le type créé, terrasses jardins, toitures végétalisées, toits verts... et sont considérés comme la seule possibilité de création de nouvelles surfaces de verdure dans les centres urbains (Abderrezak, 2010).

Ce chapitre vise à définir les concepts clés nécessaires à une meilleure compréhension d'une toiture végétalisée et l'évolution des toits végétaux anciens. D'autre part, les différents types et procédés de végétalisation des toits sont définis, ainsi que leurs composantes de base, leurs modes de mise en œuvre et les aspects environnementaux variés qu'ils génèrent. Cette phase présente aussi les contraintes et les avantages de la conception d'une toiture végétalisée.

I-1- Concepts de végétalisation des toits :

I-1-1- Définition du toit végétal :

La dénomination de toitures recouvertes de végétaux diffère selon les caractéristiques de la couche de culture, l'espèce végétale ou l'entretien. Les règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées distinguent entre les toitures-terrasses jardins (ressemblent à l'ancien procédé de végétalisation des toitures) et les terrasses ou toitures végétalisées (nouveau procédé plus légère adaptable à différentes situations) (Abderrezak, 2010).

La définition d'une toiture (dite) verte ou végétale est souvent liée à sa composition ou sa fonction :

- L'encyclopédie Larousse : définit la toiture végétalisée comme étant une toiture recouverte d'un tapis végétal pour obtenir une meilleure intégration dans un site.
- Les toits végétalisés (green roofs, living roofs ou ecoroof en anglais) sont des toitures entièrement ou partiellement recouvertes de végétation qui forment des milieux biotiques. Il s'agit d'une technique relativement simple qui peut s'implanter à de multiples endroits et qui rend de nombreux services écologiques, au bénéfice de l'environnement et des communautés (Lacombe, 2015).
- « le toit jardin est n'importe quel espace planté, prévu pour fournir le repos et le plaisir à l'homme ou l'agrément environnemental. Celui-ci est séparé du sol par un bâtiment ou toute autre structure » (Osmundson, 2003, cité par Abderrezak, 2010).

I-1-2- Les différents types de toitures végétales :

La végétalisation des toits représente l'action de créer des surfaces végétales sur les toits des bâtiments ou une autre structure. Il existe trois procédés de végétalisation des toits, la végétalisation intensive, la végétalisation extensive et la végétalisation semi-intensive.

I-1-2-1- La végétalisation intensive :

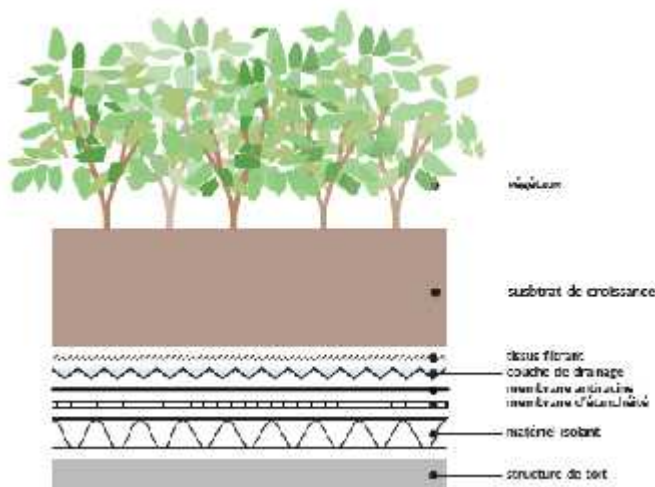


Figure I-1 : Vue en coupe d'un toit végétalisé intensif
Source : Lacombe, 2015



Figure I-2 : Toiture intensive d'un bâtiment administratif à Paris
Source : Komitès, 2017

Il s'agit de véritables terrasses jardins. Leur installation est d'autant plus complexe que ces terrasses sont généralement accessibles au public (questions de sécurité...). La grande profondeur du substrat (20 à 60 cm, voire 2 m, en cas de plantation de grands arbres !), constitué majoritairement de terre, le rend très lourd (600 à 1 000kg/m² lorsqu'il est gorgé d'eau), mais permet un large choix dans les espèces qui seront plantées. Ces espèces peuvent

inclure des arbustes et même certains arbres, qui contribueront à la formation d'un écosystème relativement complexe. L'entretien et l'arrosage des terrasses végétalisées sont indispensables, de même que pour un jardin classique, et des systèmes d'irrigation sont généralement installés, ce qui induit une consommation d'eau relativement importante. Du fait du poids important de l'installation, le support de la toiture végétalisée intensive doit avoir été conçu spécifiquement pour supporter une telle charge. Par ailleurs, sa pente ne peut excéder 5 % (Abderrezak, 2010).

I-1-2-2- La végétalisation extensive :

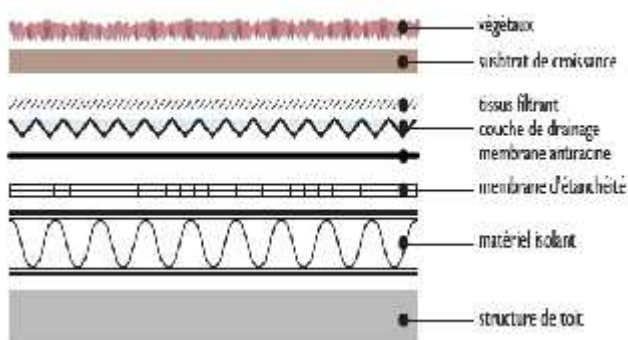


Figure I-3 : Vue en coupe d'un toit végétalisé extensif
Source : Lacombe, 2015

Figure I-4 : Toiture extensive de l'école maternelle, France
Source : Komitès, 2017

La végétalisation extensive² représente une végétalisation moderne basée sur le développement naturel d'une végétation rustique proche de la nature. Les espèces choisies ne nécessitent pas d'interventions (mousses, vivaces et graminées) et l'apparition des espèces voisines fait partie de la dynamique naturelle de monde végétal (Abderrezak, 2010).

Ce type de toit végétal utilise au lieu de la terre un compost léger dont la composition diffère selon les sociétés spécialisées dans ce domaine. D'après les règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées de 2007, son épaisseur varie de 4 à 12 cm et son poids est compris entre 60 et 180 daN/m² (Bouattour, 2009), ce qui le rend adaptable aussi bien pour les constructions neuves que pour les aménagements sur les terrasses existantes. L'épaisseur est suffisante pour le développement d'un couvert végétal permanent de différentes espèces (plantation basse et serrée).

² Extensive : se rapporte à l'entretien extensif par opposition à l'entretien intensif (selon les concepts allemands) alors qu'en français, « extensive » fait référence au principe de colonisation naturelle, qui produit en quelque sorte une extension naturelle de la végétation (Lacombe, 2015).

L'arrosage autre que celui naturel n'est pas nécessaire (sauf en régions extrêmement sèches ou arides), favorisant justement les situations de stress qui provoquent des signes d'adaptation de la végétation, recherchés par les concepteurs puisqu'ils procurent différents aspects saisonniers. La végétalisation extensive est adaptable à tous les toitures, plate ou en pente (acier, bois ou en béton), cependant elle ne tolère qu'un piétinement occasionnel pour l'entretien (annuel) et donc, ce système est adaptable pour les toitures ou les terrasses inaccessibles (Abderrezak, 2010).

I-1-2-3- La végétalisation semi-intensive :

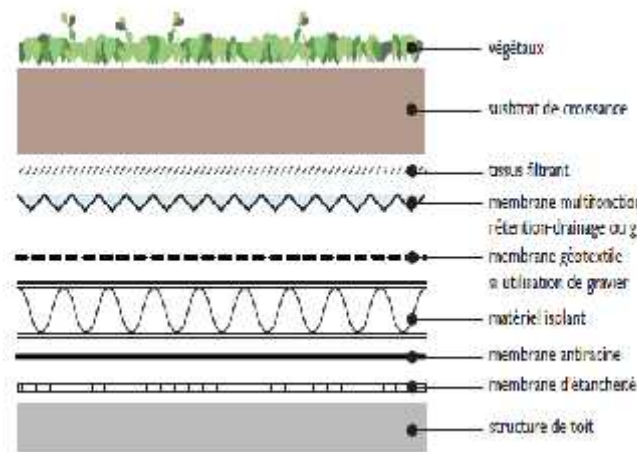


Figure I-5 : Vue en coupe d'un toit végétalisé Semi-intensif
Source : Lacombe, 2015

Figure I-6 : Toiture semi-intensive d'un bâtiment administratif, avenue de France
Source : Komitès, 2017

Appelée aussi selon certaines sociétés « jardin léger », c'est un type qui se situe entre les deux catégories précédentes. Le complexe de culture est plus important que celui de la végétalisation extensive, épaisseur de substrat entre 12 et 30 cm pour un poids compris entre 50 et 350 daN/m² et une pente ne dépassent pas 20 % (Abderrezak, 2010). Ce qui permet le développement d'une végétation plus importante (lavande, romarin, gazon...), dont l'entretien et la fréquence d'arrosage sont plus réguliers mais restant modérés par rapport à la végétalisation intensive. Ce système peut être appliqué en rénovation en raison de la quantité assez faible de substrat utilisé (Lacombe, 2015).

I-1-3-Aperçu sur l'apparition et le développement des toits végétalisés :

I-1-3-1- Les toitures végétalisées à travers l'histoire :

Recouvrir un toit plat ou en faible pente d'un substrat sur lequel sont plantés des végétaux est le principe de réalisation de ce type de toiture. L'apport et le développement de ce dernier sont passés par plusieurs étapes dans l'histoire. L'idée de végétalisé des toits n'est

pas nouvelle, déjà en l'an 600 avant J.C., les jardins suspendus de Sémiramis à Babylone atteignirent la célébrité et figurent parmi les sept merveilles du monde (Atik, 2011).



**Figure I-7 : Jardins suspendus de Babylone – Maarten van Heemskerck – XVIe siècle
Source : Atik, 2011**

De même que dans l'Athènes antique et à Rome, des toits plats végétalisés traditionnels ont été réalisés à cause de la concentration urbaine.

Au milieu du 19^e siècle, l'avènement du béton et le développement des matériaux de construction et des techniques modernes ont permis la création à plus vaste échelle des jardins sur le toit; ce qui a facilité aux grandes villes d'Europe et d'Amérique de se doter de constructions à toits plats agrémentés de jardins (Abderrezak, 2010).

Au 20^e siècle les techniques de construction ont été améliorées d'avantage permettant par conséquent d'imposer les toits plats dans les nouveaux projets urbains; permettant par conséquent le développement et l'expansion des toits jardins.

Des architectes du mouvement moderne (Frank Lloyd Wright, Walter Gropius...) ont adopté la toiture jardin pour leurs conceptions. Quant à Le Corbusier, il l'a utilisée d'une manière systématique à partir des années 1920 pour des immeubles de luxe réservés à une clientèle aisée. Mais c'est au début des années 70 que les toitures végétales gagnent de l'importance en tant qu'améliorations écologiques créatives et fonctionnelles de l'habitat et des lieux de travail (Atik, 2011).

L'architecture traditionnelle a elle aussi utilisé les toits végétaux pour se protéger de l'influence du climat comme la pluie, le vent le soleil et la chaleur, parmi ces exemples nous citerons :

- Les pays nordiques comme l'Islande, la Norvège et la Suède
- Sous les tropiques dans les pays tels que le Guatemala et la Tanzanie
- Amérique du nord dans les sites Amérindiens
- Régions de Turquie, d'Iran et des pays avoisinants qui furent occupés par une population Kurdophone.

Le début des années 1980 a connu la montée de la conscience écologique dans les pays germaniques et notamment en Allemagne où se développèrent des travaux de recherche et d'expérimentation sur la végétalisation des toitures et c'est au même pays que le principe de végétalisation extensive des toitures fut conceptualisé par le groupe de recherche "Végétalisation de toitures" (Lassalle 2006, cité par Atik, 2011).

Actuellement, les toitures végétalisées connaissent un véritable renouveau en Amérique du nord et dans plusieurs pays européens où leur emploi est même financièrement encouragé dans certaines agglomérations.

I-1-3-2- Développement actuel des toitures végétalisées dans le monde :

Les toitures végétales connaissent un développement sans précédent à travers un grand nombre de régions dans le monde pour des facteurs de motivations diverses (climatique, culturel, économique ou politique); il s'en suit également une variation dans le type de mesures incitatives mises en œuvre pour les promouvoir (Atik, 2011) :

- En Allemagne, le marché des toits verts a connu une forte expansion dans les années 80, sa croissance annuelle arrivant alors entre 15 et 20 %, et le nombre de mètres carrés passant de un à six millions. Une grande part de cette évolution est due grâce aux lois adoptées par l'état, à des subventions municipales. Rajoutons à cela que plusieurs municipalités ont intégré les toits verts à leurs règlements d'urbanisme à l'exemple de la ville Stuttgart où il est obligé aux nouveaux bâtiments industriels d'aménager un jardin terrasse sur leurs toits.
- En Autriche dans la ville de Vienne, nous retrouvons le même genre de règlement, mais il est aussi prévu des subventions pour la construction de toits verts pour les nouveaux bâtiments au moment de la planification, de l'installation et trois ans après la construction, afin d'en assurer l'entretien à long terme.
- En Suisse, à certains endroits, chaque nouvel immeuble doit restituer sur le toit un espace vert équivalent à la surface occupée au sol.

- Au Japon où 120 millions de personnes vivent dans des zones urbaines avec en corollaire une forte consommation d'énergie en air conditionné, la réalisation de toitures végétalisées est encouragée par une réduction de taxes.
- En France, le concept de végétalisation extensive des toitures est apparu au début des années 90, porté par des industriels de l'étanchéité. Il s'est développé très lentement durant la décennie 90, et il entre de plus en plus en phase avec les attentes de la société française depuis 2004, se concrétisant notamment autour de la démarche HQE et le souci de prendre en compte, dans la construction, des solutions respectueuses de notre environnement (développement durable).

Au fil des années, plusieurs projets de recherche ont confirmé les multiples bénéfices des toits végétalisés. À ce jour, les professionnels du domaine des phytotechnologies et les établissements universitaires poursuivent des recherches sur la technologie relative aux toits végétalisés, afin d'en optimiser les composantes et de valoriser l'utilisation de cette phytotechnologie.

I-1-3-3- Les toitures végétalisées en Algérie :

L'intérêt porté aux surfaces végétalisées existe en Algérie de manière spontanée chez les citoyens. Ainsi, nous retrouvons des façades et les toitures végétalisées beaucoup plus pour un intérêt d'agrément du bâti et de l'espace vécu. Les étudiants en architectures portent également beaucoup d'intérêt à ce type de toitures dans leurs projets particuliers de fin d'étude.

Actuellement, la réalisation des toitures végétalisées en Algérie fait ses premiers pas; notamment pour des bâtiments officiels (Ministère des énergies et des mines, Ambassade de France) et des privés. Mais cet intérêt ne se limite pas seulement à Alger. D'ailleurs, plusieurs autres wilayas tels que Bouira connaissent la réalisation de la toiture verte pour des sièges d'entreprises et des hôpitaux.



Figure I-8 : Toiture végétalisée à Bouira
Source : Atik, 2011

I-2- Réalisations des toitures végétalisées :

I-2-1- Constituantes d'une toiture végétalisée :

La toiture végétalisée est composée de différentes couches: la première couche constituée de l'isolation et l'étanchéité du support. Ensuite, elle est surmontée d'une couche drainante qui facilite le stockage et l'écoulement des eaux. Celle-ci est recouverte d'un filtre qui empêche l'entraînement des éléments supérieurs et d'un substrat organique et minéral. Enfin, les plantes sont mises en place (semis, tapis végétal, dalles cultivées ou micro-mottes³).



Figure I-9 : Les différentes couches d'une toiture végétalisée
Source : www.batireco.fr

La complexe étanchéité - isolation : Cette couche comprend deux éléments, l'isolant thermique et le pare vapeur⁴. Tout d'abord, la couche d'isolation est un ouvrage constitué par une ou plusieurs couches de panneaux isolants. Cette couche est destinée à réduire les échanges thermiques entre l'intérieur et l'extérieur des bâtiments (Dunnet, 2008 cité par Bouzouidja, 2017). L'isolant thermique doit être soigneusement dimensionné afin de pouvoir résister aux différentes sollicitations : soit à l'intérieur de l'édifice en termes de résistance thermique ou bien à la surface de la toiture en termes de résistance à la compression due aux surcharges des différentes couches. Les matériaux les plus couramment utilisés sont la laine de roche, le polystyrène et le polyuréthane (Bouzouidja, 2014).

³ La micro mottes : sont des jeunes plantes cultivés en plaques de culture alvéolées, dont le diamètre est compris entre 1,5 et 4 cm et la hauteur entre 3 et 5 cm, s'utilise comme plantation sur les toitures végétalisées extensives (www.vegetalid.fr)

⁴ Pare- vapeur : le procédé Sopranature de SOPREMA, utilise une membrane souple de bitume oxydé et armé d'une toile de verre. Les lès sont soudés sur la couche d'imprégnation (Abderrezak, 2010).

La couche drainante La couche de drainage crée un espace de drainage dirigeant l'eau de pluie vers les évacuations du toit et prévient la détérioration de la végétation en gardant les racines au sec. La couche de drainage est constituée de matières naturelles (gravier, billes d'argile expansé) ou de matières synthétiques plus élaborées (structure en polypropylène ou polyéthylène) (Bouattour, Alain, 2009).

Le filtre Le filtre ou géotextile est généralement constitué de fibres synthétiques, il est micro perforé et déposé sur le drainant. Le géotextile a pour fonction de retenir les particules fines du substrat. Il a aussi comme fonction d'éviter le colmatage de la couche de drainage (djedjig, 2013).

Le substrat La plupart des substrats des toitures végétalisées sont fabriqués avec 60 à 80% de matière minérale et 20 à 40% de matière organique. L'élément principal est une roche volcanique appelée pouzzolane. En général, le substrat se compose d'un mélange de matériaux minéraux comme la pouzzolane, des matériaux issus de l'industrie ou de la récupération (brique, ardoise, tuiles), la pierre ponce et la zéolite ou bien les matériaux expansés (billes d'argile). Le substrat est aussi composé de matériaux organiques comme l'écorce, la tourbe, les fibres de coco. La couche de substrat doit être suffisamment légère pour être compatible avec la résistance des éléments porteurs de la toiture (structure béton, métallique ou bois). D'un point de vue fonctionnel, le substrat permet :

- l'ancrage physique des racines (bon développement de la végétation)
- la fourniture en éléments nutritifs
- la rétention d'eau en période sèche et le drainage en période humide.

Selon les recommandations des cahiers techniques de l'ADIVET (2007), l'épaisseur minimale pour une bonne croissance de la plante est de 15 cm. Cependant, l'épaisseur de substrat varie en fonction du type de toiture végétalisée (Bouzouidja, 2014).

La couche végétale Sur un toit, se côtoient des conditions météorologiques « difficiles » caractérisées par une vitesse de vent souvent élevée, une importante exposition au soleil et une ressource hydrique limitée par temps sec. L'ensemble de ces conditions restreint le choix de végétaux adaptés aux toitures végétalisées extensives. La végétation est choisie en fonction du climat de la région, de la pente du toit où est posée la toiture, de l'épaisseur du substrat et de l'ensevelissement général (Dunnet, 2008 cité par Bouzouidja, 2014). La végétation peut être mise en place par le dépôt d'un tapis de végétal, des plantations de mottes/micro-mottes ou de

semis. Les sedums sont largement utilisés car ils ont la capacité de se développer dans des milieux inhospitaliers, de se développer dans de faibles épaisseurs de support de culture. Le sedum appartient à la famille des crassulacées. Ce type de végétation pousse généralement sur des sols rocailloux. Il se développe aussi dans des zones habituées à la sécheresse du fait de sa capacité à fermer ses stomates au cours de la journée (Abderrezak, 2010). Les échanges se font majoritairement la nuit pour diminuer les pertes en eau par évapotranspiration. De plus, la plupart des sedums ont la capacité de stocker une grande quantité d'eau dans leur feuille. Il existe plus de 400 espèces de sedums (Bouzouidja, 2014).

I-2-2- L'arrosage :

Beaucoup de plantes utilisées pour les toits végétalisées nécessitent des arrosages constants, mais il est préférable de choisir des plantes qui ne réclament pas d'arrosage permanent afin de rejoindre l'approche écologique du développement durable. Toutefois, un arrosage est nécessaire en période sèche pour les plantes ne consommant pas beaucoup d'eau, car il peut prévenir les risques d'inflammation de la matière végétale sèche (Atik, 2011).

I-2-3- La mise en œuvre de la végétation :

La mise en place de cette végétation des toitures vertes s'effectue par 3 modes⁵ :

1. Par semis de fragments de plantes ou de semences.
2. Par plantation de micro-mottes ou de godets.
3. Par éléments pré-cultivés (plaques, dalles, tapis, rouleaux, bacs)



Figure I-10 : Les modes de la mise en œuvre de la végétation
Source : www.batireco.fr

⁵ www.adivet.fr.

I-2-4 : Les contraintes des conceptions des toits végétaux :

Installer un paradis de verdure sur une terrasse est un vrai défi puisque les contraintes sont variées ; pollution de l'air, paramètres climatiques, contraintes techniques.... il est primordial de concilier à la fois l'esthétique à la fonction de la plante et ses besoins. Pour cela, plusieurs facteurs doivent être pris en considération avant la conception d'une toiture végétalisée.

Voici quelques détails sur les contraintes les plus importantes relevant des la conception des toits végétaux (Abderrezak, 2010) :

I-2-4-1- Les contraintes liées aux caractéristiques architecturales :

La configuration de la toiture, ses caractéristiques architecturales, son affectation, ses dimensions et son volume peuvent être des éléments déterminants dans le choix de type de végétalisation et des caractéristiques de chaque matériau.

On peut retrouver plusieurs configurations pour une toiture végétalisée, la toiture peut être délimitée par un ou plusieurs murs latéraux, ou avec un ou plusieurs volumes adjacents, elle peut être complètement à découvert profitante de l'humidité et de la luminosité tout en étant exposée aux intempéries (cas d'une toiture sommitale sans obstacle en surélévation ou bâtiment isolé), elle peut être dominée à distance par un ou plusieurs bâtiments, d'un ou plusieurs niveaux, comme elle peut être un patio intérieur.

Par ailleurs, la toiture végétale peut être en pente nulle ou à faible pente (0 à 5 %) sommitale ou non, en pente variable (> 5%), en pente simple ou en double pente.

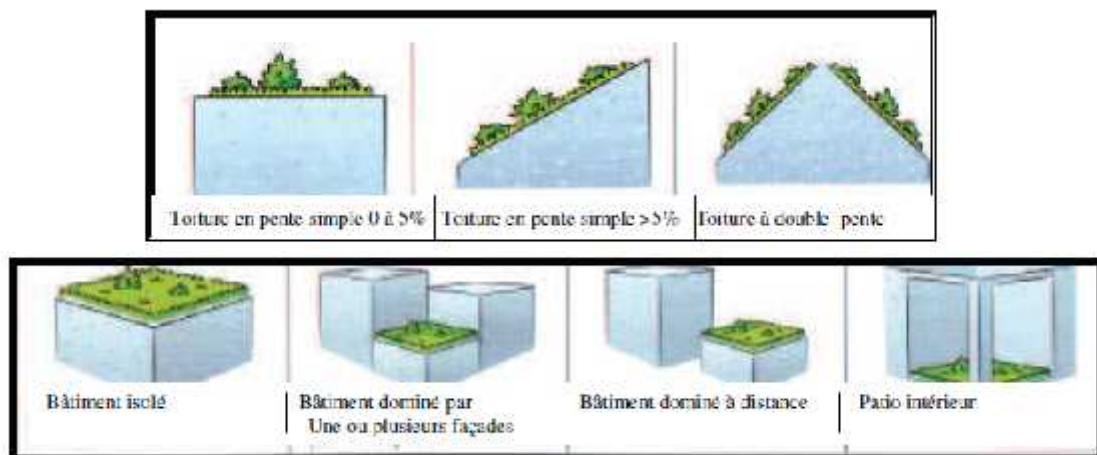


Figure I-11 : Les différentes configurations d'un toit végétal
Source : Abderrezak, 2010

Les caractéristiques ainsi que les matériaux de construction de la toiture influent sensiblement sur le microclimat des lieux. D'une part, les terrasses fermées sur les cotés procurent des expositions abritées du vent et offrent des températures moins froides en hiver. D'autre part, les radiations réfléchies sont néfastes pour les plantes et l'accumulation de la chaleur dans les murs du bâtiment prolonge la canicule en été.

I-2-4-2- Les contraintes liées aux caractéristiques techniques du bâtiment :

L'élément porteur : représente la partie la plus importante du bâtiment qui détermine le type de végétalisation admis (intensif, extensif, semi-intensif) selon les matériaux le constituant (béton, bois, acier,..), la charge admissible par cet élément porteur et sa pente.

L'élément porteur pour une végétalisation intensive doit être pensé pendant la conception vue la charge importante qu'il doit supporter. Alors que la végétalisation extensive et semi-intensive est adaptable à n'importe quel type d'élément porteur avec certaines réserves pour la végétalisation semi-intensives.

La norme française (DTU 43.1) exige que le support d'une toiture-terrace jardin soit en béton armé avec une pente nulle ou une pente inférieure ou égale 5% (Lassalle, 2006 cité par Abderrezak, 2010). Par ailleurs, la réglementation algérienne tolère les toitures-terrasses jardins sur les éléments porteurs en maçonnerie, sur dalle flottante ou sous forme adhérente en béton. Elle ne tolère l'aménagement de ces jardins que sur des toitures-terrasses plates (2% pente 5%) ou en pente nulle (pente 2%) dans les zones en dehors du climat de montagne et seulement des toitures plates sous un climat de montagne (Atik, 2011).

Les charges sur les toits : la surcharge due au complexe de végétalisation est déterminée obligatoirement à l'avance pour les végétalisations intensives, mais ne l'est pas nécessairement dans le cas des végétalisations extensives, puisque l'adaptation peut se faire en sens inverse. C'est-à-dire que l'on peut définir la surcharge du complexe de végétalisation à installer en fonction de la charge admissible par l'élément porteur (Abderrezak, 2010).

Les toitures-terrasses accessibles disposant d'une surcharge admissible de l'ordre de 350Kg/m² (Bouzouidja, 2014), peuvent recevoir une végétalisation semi-intensive ou une forme plus lourde de végétalisation extensive, à conditions que les zones végétalisées ne soient plus autorisées à la circulation.

Forme de végétalisation	Plage de surcharge (Kg/m ²)	Surcharge moyenne indicative (Kg/m ²)
Végétalisation intensive	De 600 à 2000	1000
Végétalisation extensive	De 40 à 300	100
Végétalisation semi-intensive	De 150 à 400	300

Tableau I-1 : Surcharges des différentes formes de végétation des toits
 Source : Abderrezak, 2010, traitée par auteur

La pente du toit : est un facteur déterminant dans la conception des systèmes de végétalisation des toits, que ce soit de point de vue de la structure, de la sécurité contre l'érosion ou du point de vue de la croissance des plantes⁶. D'abord une adaptation du système de végétalisation à la pente est indispensable de telle manière que, les toitures-terrasses jardins ne sont tolérées que pour une pente 5%, alors que la végétalisation extensive tolère de fortes pentes (Abderrezak, 2010).

I-2-4-3- Les contraintes climatiques :

Le véritable climat sur les terrasses et balcons est déterminé par la somme de plusieurs facteurs : la latitude, l'exposition (au soleil et au vent), la température ainsi que les caractéristiques architecturales de la terrasse (Pedoja, 1996 cité par Abderrezak, 2010). Ces paramètres influent directement sur la conception des toitures à végétalisation extensive surtout pour les régions sèches.

L'influence des paramètres climatiques peut être réduite par les caractéristiques particulières de substrat et plus largement celles de complexe de culture, spécialement du point de vue de retenue en eau, du choix de végétaux eux-mêmes et dans certains cas du mode de mise en œuvre des végétaux. Malgré tous ces précautions, certains sociétés recommandant un arrosage périodique alors que d'autre préfèrent les systèmes à retenue ou de réserve d'eau pour les régions vraiment sèches ou arides (Abderrezak, 2010).

I-2-4- 4- Les contraintes d'arrosage et d'entretien :

L'entretien de l'étanchéité ou de la végétation des toitures est obligatoire, sa fréquence par contre diffère selon le type de végétalisation.

⁶ C'est-à-dire, penser à drainer l'excès d'eau rapidement afin d'éviter les risques de stagnation néfastes pour certaines plantes.

Forme de végétalisation	Arrosage	Fréquence et durée des prestations d'entretien
Végétalisation intensive	Indispensable	Importante
Végétalisation extensive	Non nécessaire (sauf en région sèche)	Faible
Végétalisation semi-intensive	Indispensable	Modérée

Tableau I-2 : Entretien et arrosage des systèmes de végétalisation
Source : Abderrezak, 2010, traitée par auteur

Les besoins en eaux sont variables selon la localisation géographique, la configuration du toit et le système de végétalisation de toiture installé (Komitès, 2017). Si la fréquence d'arrosage pour la végétalisation intensive reste la même que pour un jardin au sol, elle est fonction de l'espèce végétale pour la végétalisation semi-intensive et moindre à rare pour la végétalisation extensive. Pour cette dernière, on distingue trois phases selon le système ecovegetal⁷.

I-3- Avantages des toitures végétalisées :

Aujourd'hui, on arrive à admettre que l'intégration des processus naturels dans la conception urbaine est souvent plus attrayante, plus efficace, plus rentable et plus durable que des infrastructures construites (Haugh, 1995 cité par Abderrezak, 2010). De ce fait, la mise en place des terrasses et toitures végétalisées est aussi susceptible d'adopter un certain nombre d'avantages d'utilité publique ou privée. Celle-ci répondent largement aux principes du développement durable et s'inscrivent par ailleurs dans la démarche HQE⁸.

I-3-1- Avantages écologiques et environnementaux :

I-3-1-1- Amélioration de la biodiversité :

Comme tout espace vert au sol, les toits végétaux améliorent la biodiversité et sont considérés comme réservoirs biologiques sur les toits en pleines centres urbains (Abderrezak, 2010). Outre les espèces plantées à la création, les toits végétalisés peuvent devenir des refuges pour la flore sensible ou protégée (Orchidées, Liliacées, plantes annuelles...), mais

⁷ www.ecovegetal.fr

⁸ C'est une démarche qui vise à limiter à court et à long terme les impacts environnementaux d'une opération de construction ou de réhabilitation, tout en assurant aux occupants des conditions de vie saine et confortable, (www.dictionnaire-environnement.com/HQE.html).

également pour les insectes et les araignées et même pour les oiseaux nichant au sol (alouettes des champs, rouge-queue noirs ou même vanneaux huppée) (Lacombe, 2015).

I-3-1-2- Réduction des effets de l'îlot de chaleur urbain :

Afin de combattre les îlots de chaleur urbains, l'augmentation des espaces verts et l'utilisation de matériaux ayant un plus grand indice de réflectance solaire sont des mesures à privilégier. La végétalisation des toits représente donc une bonne méthode pour réduire les effets d'îlots de chaleur en milieu urbain, particulièrement dans les espaces densément construits. Comparativement à une toiture noire conventionnelle, le couvert végétal d'un toit végétalisé engendre une réduction supérieure de la chaleur accumulée à la surface grâce à l'effet climatisant des végétaux. Cette réduction est moins significative lorsque comparée à une toiture blanche. L'efficacité à cet égard d'un toit végétalisé dépend du type et de la quantité de biomasse (Atik, 2011). Par exemple, les toits végétalisés de plus de 10 cm de terreau et comportant une bonne diversité de végétaux possèdent cet avantage. Pour obtenir un effet optimal, il faut opter pour une couverture maximale de la végétation par opposition aux zones inertes (Lacombe, 2015).

I-3-1-3- Purification de l'air :

En outre, les plantes des toits verts filtrent les fines particules aéroportées qui les survolent. Les particules aéroportées tendent à être emprisonnées à la surface de la végétation, et la pluie se charge de les transporter dans le substrat. Les plantes absorbent également les polluants atmosphériques par la photosynthèse et les emprisonnent dans leurs feuilles (qui se transformeront éventuellement en humus) (Bouattour, 2009). Des études ont révélé que les rues urbaines pourvues d'arbres comptent de 10 à 15 % de moins de particules de poussière que celles qui en sont dépourvues. Par exemple, dans un quartier de Francfort en Allemagne, on a dénombré entre 10 000 et 20 000 particules de poussière par litre d'air dans une rue sans arbres, alors qu'on en a dénombré le tiers dans une rue pourvue d'arbres. Selon une évaluation sur les arbres, un toit de gazon non coupé de 2 000 m² (100 m² de brins d'herbe par m² de toit) peut purifier jusqu'à 4 000 kg de poussière aéroportée par année (2 kg par m² de toit). Cette évaluation est probablement généreuse puisque la portion inférieure du gazon est trop dense pour être en contact direct avec l'air. Néanmoins, si les toits de gazon ne filtraient que le dixième de ce que filtrent les arbres, 10 m² de ces toits pourraient retirer de l'air un bon 2 kg de poussière par année (Peck, Kuhn, 2012).

I-3-1-4- La gestion et la régulation des eaux pluviales :

Les toitures représentant jusqu'au 20% des surfaces de nos villes, elles accueillent les eaux de pluies, qui sont directement acheminées vers les réseaux d'évacuations. Ceci surcharge les égouts ou les stations d'épuration d'eau, en causant parfois des inondations et des dégradations environnementales. Ces problèmes peuvent être évités par les toitures végétalisées grâce au substrat et à la strate végétale qui retiennent une grande partie de l'eau de pluie (Abderrezak, 2010).

a- Effet de rétention de l'eau : à l'image d'une éponge, ces surfaces perméables retiennent un certain temps une partie de l'eau pour éviter l'engorgement des réseaux d'évacuations et les inondations. L'eau retenue dans le substrat, le drainage et les plantes est recyclée et restituée par la suite à l'atmosphère grâce aux phénomènes de l'évapotranspiration. Les toitures à végétation extensives peuvent retenir en moyenne 50% de l'eau de pluie en volume par an⁹, cette rétention de l'eau diffère aussi selon l'épaisseur de substrat, les caractéristiques du drainage et de l'espèce végétale. Les Sedums, par exemple retiennent en moyenne annuelle entre 40% et 60% en volume, même dans le cas d'épaisseurs de substrat très faibles (inférieur à 6cm) (Lassalle, 2006 cité par Abderrezak, 2010).

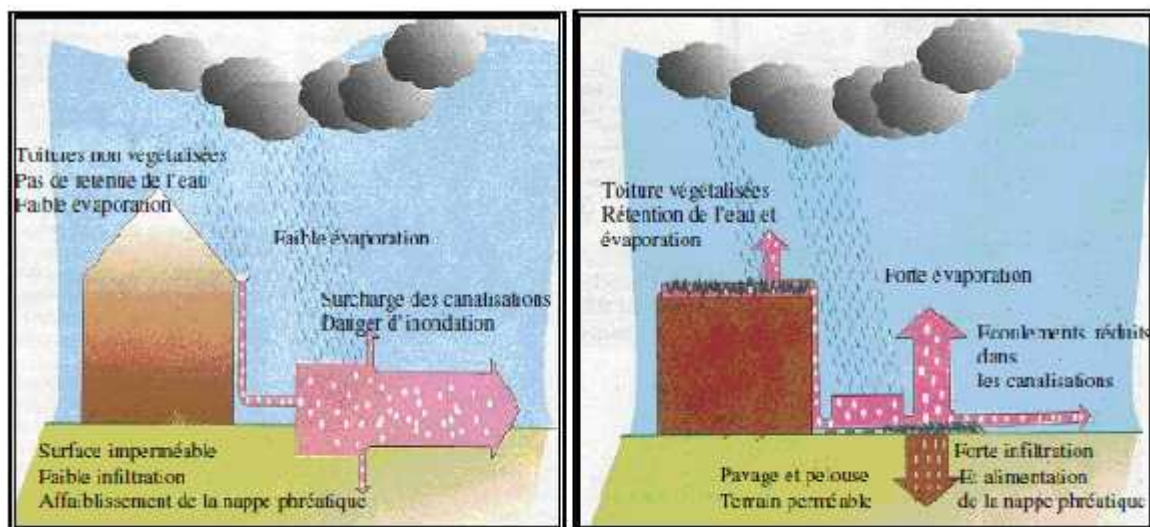


Figure I-12 : Comparaison de la gestion de l'eau par un toit non végétalisé et un toit végétalisé

Source : www.resosol.org

La rétention de l'eau dans le complexe de végétalisation des toits a une répercussion intéressante sur l'économie d'énergie pour la climatisation (Laroche, 2004). Une expérimentation effectuée à Rio de Janeiro (Brésil) en 2004, a révélé que sur un totale de précipitation de 556mm (durant neuf mois) la rétention des eaux pluviales par une toiture à

⁹ www.arenidf.org

végétation extensive à atteint 60.3%. Ce qui permet de réduire le besoin de climatisation de 228 KW/h par m² de toiture végétalisée grâce à l'évapotranspiration de l'eau retenue (335mm). Cependant cette performance est fonction de système de végétalisation et de la teneur en eau de substrat. Elle diminue de 85% le matin lorsque le substrat est sec, à seulement 35% l'après midi pour un substrat saturé (Abderrezak, 2010).

b- Effet retard à l'évacuation : après saturation du substrat, une partie de l'eau absorbée et évacuée dans les canalisations avec un retard favorisant un bon écoulement de l'eau et l'alimentation des nappes phréatiques en cas de sol perméable. Sachant que, pour l'ensemble des séquences de pluies d'orages décennales, le coefficient d'imperméabilisation moyen de la terrasse est de l'ordre de 98% pour une terrasse nue, 80 à 95% pour une terrasse gravillonnée et 45 à 80% pour une terrasse végétalisée selon les systèmes et les zones climatiques. Par ailleurs, une partie de l'eau résiduelle issue d'une toiture végétalisée peut être réutilisée pour usage d'eau non potable (arrosage, chasses d'eau...) (Abderrezak, 2010).

I-3-2- Avantages urbanistiques et sociaux :

I-3-2-1- Insertion paysagère du bâtiment dans son environnement :

La mise en place de toits végétalisées peut contribuer largement à l'intégration d'un bâtiment dans le paysage environnant.

I-3-2-2- Amélioration du cadre de vie et rôle esthétique :

Les toits végétalisés accessibles peuvent devenir un espace de loisirs et de détente pour les riverains, les propriétaires ou les employés, selon le maître d'ouvrage. De plus, ils offrent aux habitants des éventuels immeubles voisins qui les surplombent un paysage plus agréable que celui des toits minéraux classiques.

I-3-3- Le confort dans le bâtiment et l'économie de l'énergie :

I-3-3-1- Confort acoustique des bâtiments :

On peut concevoir des toits verts qui atténuent les bruits, le substrat bloquant les basses fréquences et les plantes, les hautes. Selon les essais menés à ce jour, un substrat de 12 cm (5 po) à lui seul peut atténuer les bruits de 40 dB (Peck, Kuhn, 2012). L'isolation aux bruits aériens sera d'autant améliorée que la toiture verte est épaisse, alors que l'isolation aux bruits d'impacts (pluie, grêle) sera améliorée même pour de faibles épaisseurs, de même la réflexion des sons sera également limitée (Abderrezak, 2010).

I-3-3-2- Confort thermique des bâtiments et l'économie d'énergie :

La toiture végétalisée participe à l'amélioration du confort thermique intérieur et donc permet d'importantes économies d'énergie surtout pour la climatisation, puisque les températures dans les villes, peuvent être régulées grâce au tapis végétal, qui va à l'encontre de l'effet de serre et l'îlot de chaleur urbain (Peck, Kuhn, 2012).

En effet, l'amélioration du microclimat urbain par la baisse des températures de l'air, l'ombrage et l'évapotranspiration au dessus des toits, permettent de réduire sensiblement les températures surfaciques des toits. De telle manière qu'une membrane de toiture exposée au soleil peut atteindre une température de surface de 65°C alors que, la même membrane recouverte de végétaux demeure à une température de 15 à 20 °C (Crécut, 2004).

La toiture végétale est considérée comme une solution écologique qui réduit les gains de chaleur par le toit et améliore le confort thermique intérieur grâce aux fonctions biologiques de ses composantes. De ce fait, la consommation énergétique pour la climatisation est réduite. Selon les statistiques, une baisse des températures de l'air intérieur de 3 à 7°C amène à des économies de l'ordre de 10% en climatisation. Alors que d'autres recherches estiment qu'une réduction de seulement 0.5°C allègera la consommation énergétique de la climatisation d'environ 8% (Leroux, 2005 cité par Abderrezak, 2010). Une étude faite par le cabinet de consultants Weston pour la ville de Chicago a démontré que l'apport d'une végétalisation génère une économie de 20% à 30% sur l'exploitation de climatisation du niveau sous la toiture (Abderrezak, 2010).

La figure (I-13) montre la demande énergétique due aux échanges thermiques à travers un toit expérimental installé dans le Campus d'Ottawa au Canada et le toit de référence lui correspondant. On voit clairement que la demande énergétique pour le toit végétal est moins importante (de presque la moitié) en période estivale que celle de toit de référence.

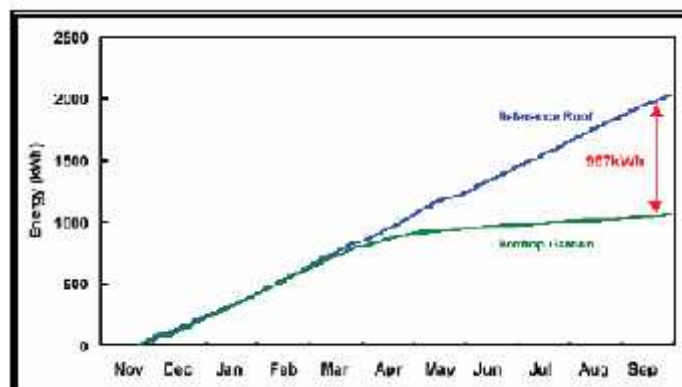


Figure I-13 : Demande énergétique due aux échanges thermiques à travers deux toits
Source : www.aqpere.qc.ca

En hiver, le toit végétalisé joue son rôle d'isolant dans le sens inverse, empêchant la chaleur accumulée à l'intérieur du bâtiment de s'échapper vers l'extérieur. Mais dans ce sens, le phénomène est moins net, puisque la présence d'eau dans le complexe de végétation peut réduire à néant ses capacités isolantes. D'autre part, la végétation protège le bâtiment du froid, puisque sous le complexe, la température n'est presque jamais négative (Alain, Bouattour, 2009).

I-3-4- Avantages économiques :

Mis à part, l'économie de l'énergie pour le chauffage et la climatisation, des toits végétaux peuvent doubler la durée de vie des toits traditionnels, la végétalisation protège les étanchéités contre les grands écarts de température subies par les toits et les ultra-violets. La limitation du choc thermique permet ainsi de doubler la durée de vie des étanchéités, qui passe de 30 à 60 ans¹⁰, ce qui permet des économies substantielles.

I-4- Inconvénients des toits végétaux :

I-4-1- Coût :

Le surcoût de l'installation peut être important, par rapport à un toit classique, mais il est en partie compensé par les gains énergétiques au cours de la vie du bâtiment. De plus, la prolongation de la durée de vie des étanchéités est également un facteur économiquement intéressant. Quant à l'entretien, le surcoût qui lui est imputable est relativement faible, par rapport à une toiture classique (Komitès, 2017).

I-4-2-Surpoids :

Le poids du substrat de végétation peut être un facteur limitant à l'implantation des toits végétalisées, surtout pour la végétalisation intensive (200 à 1 000 kg/m²). Pour ce qui concerne la végétalisation extensive, elle peut parfois, après étude du bâtiment, être mise en œuvre sans modification de la structure, son poids étant relativement faible (60 à 150kg/m²) (Bouzouidja, 2014).

I-4-3- Risques d'incendie :

Dans des conditions de sécheresse prolongée, certaines plantes du toit végétalisé peuvent devenir elles-mêmes une source d'incendies, en séchant : c'est le cas des graminées, par exemple. Il faut donc prévoir des coupe-feu, ou bien un système d'irrigation relié à une

¹⁰ www.livingroofs.org

alarme incendie, surtout si la zone d'implantation est susceptible de subir de telles sécheresses (Komitès, 2017).

I-4-4- Humidité :

Dans les régions très arrosées, un toit végétalisé peut contribuer à augmenter l'humidité de l'habitat (Abderrezak, 2010).

I-5- Réponse de la toiture végétalisée aux cibles de la HQE :

Différentes études menées en France, en Belgique, en Allemagne ont permis de quantifier les effets d'une toiture végétalisée. Les cibles HQE atteintes seront plus ou moins nombreuses en fonction du type de végétalisation¹¹.

¹¹ <https://docplayer.fr/6533922-Csfe-la-toiture-terrasse-la-reponse-a-la-demarche-hqe.html>





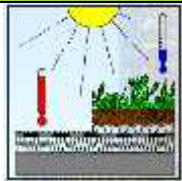
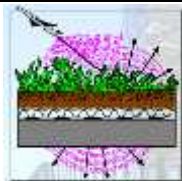
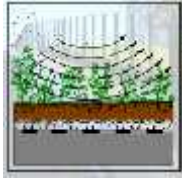

Problèmes environnementaux des villes	Réponses des toitures végétalisées	Cibles HQE	
Eco- construction			
<ul style="list-style-type: none"> - Manque d'espaces verts. - Aspect artificiel des constructions et des aménagements urbains. - Appauvrissement du milieu urbain en biodiversité. 	<p>Restitution d'espaces verts : la surface occupée par le bâtiment est récupérée sur les toits comme un espace vert à fréquenter ou à voir. Avantage dans le calcul du taux d'occupation des sols permettant d'arriver au maximum des surfaces vertes dans un projet.</p> <p>Insertion paysagère du bâtiment : dans son environnement et création de relation harmonieuse bâtiment- voisinages.</p> <p>Biodiversité : la toiture végétalisée peut être un espace privilégié pour les espèces végétales ou la faune, menacée dans les villes.</p>	 	<p>Cible 1 Relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement immédiat</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Membrane d'étanchéité et revêtement exposés aux dégradations. 	<p>Protection supplémentaire de l'étanchéité : protection mécanique et thermique, grâce à la couverture végétale et le substrat. Ce qui contribue à accroître la durée de vie du revêtement d'étanchéité et diminue les travaux de réfection.</p>		<p>Cible 2 Choix des procédés et produits de construction</p>
Eco- gestion			
<ul style="list-style-type: none"> - Pics de consommation énergétique pour la climatisation et le chauffage. 	<p>Amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments : le substrat et les végétaux augmentant l'isolation thermique et de ce fait diminuent l'échange thermique entre l'intérieur et l'extérieur. Surtout en été.</p>		<p>Cible 4 Gestion de l'énergie</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Inondations. - Traitements des eaux usées. - Gaspillage des ressources. 	<p>Retenue temporaire des eaux pluviales : par le drainage et le substrat et par les plantes pour le fonctionnement biologique.</p> <p>Récupération de l'eau de pluie : qui est aussi filtrer par le substrat et restitué dans les réseaux séparatifs pour usage domestique.</p>		<p>Cible 5 Gestion de l'eau</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Production des déchets. 	<p>Diminution des déchets : à la construction, l'exploitation, surtout pour la végétalisation extensives, puisqu'elle forme un écosystème qui fonctionne en circuit fermé et dont les déchets sont utilisés comme humus.</p> <p>Traitement facilité des déchets : déconstruction et récupération des matériaux de la toiture végétalisée facile.</p>		<p>Cible 6 Gestion des déchets d'activité</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Entretien des espaces verts conséquent. 	<p>Faible coût d'entretien : entretien minimisé pour les végétalisation extensives.</p>		<p>Cible 7 Gestion de l'entretien et de la maintenance</p>

Tableau I-3 : Synthèse des contributions de la toiture végétalisée à la démarche HQE
 Source : Gendreau, 2007, Soprema, 2008, traitée par auteur
<https://docplayer.fr/6533922-Csfe-la-toiture-terrasse-la-reponse-a-la-demarche-hqe.html>
 Figures : www.resosol.org, www.arenidf.org, www.ecovegetal.fr

Problèmes environnementaux des villes	Réponses des toitures végétalisées	Cibles HQE	
Confort			
- Ilot de chaleur urbain. - Haute température. - Effet de serre.	Régulation de la température des villes : le tapis végétal absorbe les rayonnements solaires et va à l'encontre de l'effet de serre et de l'îlot de chaleur urbain.		Cible 8 Confort hygrothermique
- Manque d'humidité	Humidification de l'air : le substrat et les végétaux retiennent l'eau, puis la restitue avec un retard d'évacuation ce qui humidifie l'air ambiant et le rafraichit.		
- Pollution acoustique	Diminution de la contamination acoustique : bonne isolation des bruits aériens extérieurs (réverbération) et isolement acoustique amélioré à l'intérieur (effet de masse) puisque le substrat et les plantes absorbent le son.		Cible 9 Confort acoustique
- Aspect visuel manquant d'originalité et d'esthétisme.	Amélioration de paysage urbain : valorisation du bâtiment en végétalisant sa 5 ^{ème} façade, ce qui participe à l'harmonie visuelle des villes et leur donne une valeur esthétique.		Cible 10 Confort visuel
Eco- gestion			
- Dégagement des membranes d'étanchéité de substances volatiles nuisibles en se réchauffant.	Aucun dégagement de substances dangereuses : par la protection des membranes bitumineuses des réchauffements excessifs nuisibles grâce au complexe de culture.		Cible 12 Conditions sanitaires des espaces
- Pollution atmosphérique.	Dépollution et oxygénation de l'air : absorption des poussières environnantes et fixation du CO2 par les végétaux pour la photosynthèse.		Cible 13 Qualité sanitaire de l'air
- Eaux pluviales rapidement évacuées et polluées par les surfaces minérales.	Filtrage des eaux de pluie : le substrat récupère l'eau de pluie puis l'évacue lentement en vue d'un stockage pour un réemploi domestique d'une eau utilisable.		Cible 14 Qualité sanitaire de l'eau

Suite tableau I-3 : Synthèse des contributions de la toiture végétalisée à la démarche HQE
 Source : Gendreau, 2007, Soprema, 2008, traitée par auteur
<https://docplayer.fr/6533922-Csfe-la-toiture-terrasse-la-reponse-a-la-demarche-hqe.html>
 Figures : www.resosol.org, www.arenidf.org, www.ecovegetal.fr

I-6- Exemples de bonnes pratiques :

I-6-1- La mairie des Mureaux, France¹² :

Fiche technique

Projet : La mairie des Mureaux

Situation : Les Mureaux, France

Dette de construction : 2006

Type de végétalisation : extensive, mottes

Surface de toiture végétalisée : 220 m²



Figure I-14 : Toiture végétalisée de la Mairie des Mureaux, France
Source : www.vegetalid.fr

Caractéristique de la réalisation :

- Couvert végétale varie
- Végétation : sedums et plantes tels que le thym, l'origan, la ciboulette...
- La hauteur de la couvert végétal 15 à 20 cm
- Forme : plantation de micro-mottes
- Epaisseur de substrat 12 cm
- Poids de complexe à saturation d'eau 185 kg/m² (hors drainage). Le complexe végétal mis en œuvre a une couverture initiale de 40% (juin 2005) puis une couverture de 90% en juin 2006.

Synthèse :

Ce pôle a été conçu dans une démarche de construction HQE. Peu après son inauguration, ce projet a reçu la certification AFNOR HQE pour les bâtiments tertiaires. La toiture concernée a une surface de 220 m² et est située en R+3 d'un bâtiment de quatre étages. L'élaboration du projet a pris en compte les deux principaux critères suivants :

- Un objectif de capacité de rétention en eau de 40L/m² minimum ;
- L'importance de la dimension esthétique, compte tenu du fait que plusieurs bureaux ont une vue directe sur elle.

¹² <http://www.vegetalid.fr/component/k2/150-p%C3%B4le-administratif-de-la-mairie-des-mureaux.html>

I-6-1- Terrasse-jardin Immeuble 'The Louisa' à Portland :

Fiche technique

Projet : bâtiment résidentiel

Situation : Portland, Oregon, USA

Dette de construction : 2003

Type de végétalisation : extensive, intensive

Surface de toiture végétalisée : 6250 m²



Figure I-15 : Terrasse-jardin Immeuble 'The Louisa' à Portland

Source : Alain, Bouattour, 2009

Caractéristique de réalisation :

Pour une profondeur de 12-24 cm, la toiture végétalisée est composée de terreau sablé, de pierre ponce et de matière organique (compost). Le coût total de ces toits verts étaient de 15 \$ / m² pour la partie extensive et de 25 \$ / m² pour la zone intensive. L'entretien paysagé se fait quatre fois par année par un entrepreneur spécialisé. L'eau est judicieusement appliquée avec un système d'irrigation goutte à goutte uniquement pendant les mois d'été (Alain, Bouattour, 2009).

Synthèse :

L'immeuble le Louisa (242 appartements) à Portland, reflète la vision écologiste des concepteurs, avec des toits verts intensifs et extensifs qui permettent de réduire le ruissellement des eaux pluviales, atténuent l'effet de la chaleur urbaine et offrent un intérêt visuel vu de l'étage supérieur. Véritable espace de détente, ces toitures végétalisées offrent aux occupants l'occasion de se réunir, de partager des bons moments.



Figure I-16 : Terrasse-jardin Immeuble 'The Louisa' à Portland

Source : Alain, Bouattour, 2009

Conclusion :

Le végétal devient de plus en plus précieux en ville à cause de l'évolution de nos sociétés vers plus de technologies. Cet élément vivant intégré à l'enveloppe du bâtiment est très prisée par les pays développés puisqu'il présente autant d'avantages qu'un aménagement sur le sol. Cependant la végétalisation des toits est soumise à plusieurs contraintes, et elle est régie par des normes et des réglementations strictes, qui assurent la sécurité et la pérennité des toits.

La toiture végétalisée présente l'avantage d'être un système constructif écologique, efficace et durable. En plus des avantages environnementaux, écologiques, sociaux, urbanistiques qu'elle procure en rajoutant des espaces verts dans les centres urbains pour le bien-être de chacun. Ces surfaces végétales supplémentaires sur les toits sont un excellent moyen pour créer des microclimats et diminuer l'effet de l'îlot de chaleur urbain. Ce qui se répercute sur le confort thermique intérieur et permet d'effectuer des économies sur la consommation énergétique.

Chapitre 2

Introduction :

Ce chapitre vise à définir les caractéristiques du contexte dans lequel va s'inscrire notre projet et cela à travers l'analyse de la ville et le site d'intervention, ainsi une recherche thématique. Cela pour déterminer les principes d'aménagement qui doivent être pris en compte lors de la conception du projet. En suite, les différentes étapes de l'élaboration de la forme accompagnées d'une description globale du projet et ses composants.

II-1- Analyse de cas d'étude :

II-1-1- Analyse de la ville d'El Hamma :

II-1-1-1- Présentation de la ville d'El Hamma :

Alger est une des plus belles baies au monde, vu sa position stratégique dans le bassin méditerranéen berceau des civilisations, elle présente la porte d'Afrique et un lieu de convergence entre l'Europe et l'Afrique. La baie d'Alger, avec un linéaire côtier de 97.5Km, chargée de valeurs culturelles et témoignage d'un passé prestigieux. Cependant ces potentiels restent très mal exploités. C'est dans ce sens que le plan stratégique d'Alger pour horizon 2030 a prévu un aménagement de la baie d'Alger sous forme d'un collier à VI perles . El Hamma occupe une place de choix dans la demi-couronne de la baie d'Alger. Elle est située dans le Nord-Est d'Alger. Il longe la mer et est surplombé du jardin d'essai. Ce quartier couvre une superficie de 300 hectares abritant plus de 100 000 habitants (CNERU, 2012), (Une analyse de l'état actuelle de la ville d'El Hamma dans Annexe II).

II-1-1-2- Situation géographique de la ville d'El Hamma :

La ville d'El Hamma se situe dans le Nord-Est d'Alger sur presque 3 kilomètres. Fait partie de la wilaya d'Alger.



Figure II-1 : Situation géographique de la ville d'El Hamma
Source : Sebaha, 2016

a) Situation régionale de la ville d'Alger :

Elle est limitée géographiquement par :

- La wilaya de Blida Sud à 51 km
- La wilaya de Tipaza au Nord-Ouest à 70 km
- La wilaya de Boumerdès au Sud- Est à 20 km
- La mer méditerranée au Nord



Figure II-2 : Carte des limites administratives
Source : <http://www.medixdz.com/algerie.jpg>

b) Situation locale de la ville d'El Hamma :

la ville d'El Hamma est limitée :

- Au Nord par la mer méditerranée
- Au Sud par la commune d'El madania et Kouba
- A l'Ouest par la commune de Sidi Mhamed
- A l'Est par la commune d'Hussein Day



Figure II-3 : Carte des limites communales
Source : <http://carte.d'Alger.fr>

II-1-1-3- Caractéristiques physiques et morphologiques de la ville d'El Hamma :

Topographie de la ville d'El Hamma :

La zone d'étude est caractérisée par unité géographique apparente. La plaine côtière d'Alger est en effet limitée par un talus continu dans sa majorité, se qui dont la partie base cet aspect de creuset géomorphologique, on y retrouve des pentes très faible environ (3%).



Figure II-4 : Coupe schématique sur la ville
Source : CNERU, 2012

La sismicité:

La wilaya d'Alger est située dans une région classée Zone III (sismicité élevée). (PDAU 2012).

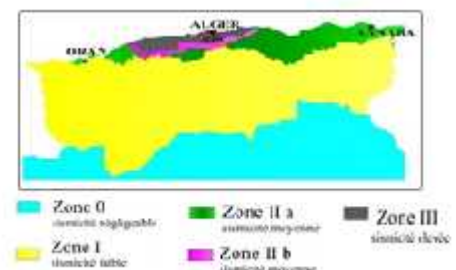


Figure II-5 : Les zones sismiques en Algérie
Source : <http://carte.d'Alger.fr>

II-1-1-4- Contexte climatique de la ville d'El Hamma :

La ville d'El Hamma est classée selon le découpage en zones climatiques du territoire algérien (établi par DIB, 1993) par rapport aux zones climatiques d'hivers à la sous zone **H1a**: Littoral mer, altitude <500m, caractérisée par des hivers doux avec des amplitudes faibles. Et par rapport aux zones climatiques d'été à la zone **E1**: Littoral, subit l'influence de la mer, caractérisée par des étés chauds et humides avec un faible écart de température.

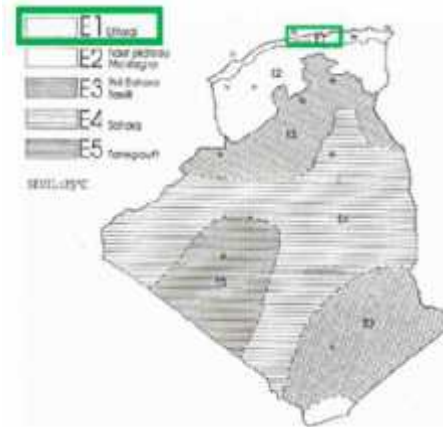


Figure II-6 : Zones climatiques d'hiver en Algérie
Source : DIB, 1993, traité par hauteur

Figure II-7 : Zones climatiques d'été en Algérie
Source : DIB, 1993, traité par hauteur

- La température : Les températures moyenne varient entre 27°C pour les mois chauds de l'été (juillet, août) et à 15°C pour les mois les plus froids (décembre à février).
- Les précipitations : Elles ne sont pas régulières, les mois les plus pluvieux sont: Décembre Janvier Dans le reste de l'année, il s'agit de pluies sous forme d'orages, entre 148 mm en janvier et 103 mm en octobre.
- L'humidité : La Ville d'Alger est caractérisée par un taux d'humidité maximal élevé, il varie entre 91.2% et 93.5%.
- Les vents dominants : Les vents froids d'hiver, les vents changent de direction et arrivent du sud-ouest, vitesse moyenne 12 (m/s). Les Vents d'été, avec une direction Est et Nord-est. Vitesse moyenne de 11(m/s).

Mois de l'année	janv	févr	mars	avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	Année
Direction du vent	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	1-12
Probabilité de vent >= 4 Beaufort (%)	20	38	46	47	47	42	38	37	38	39	39	36	37
Vitesse du vent (moyenne) (km/h)	10	11	12	12	12	11	11	11	11	10	10	10	10
Température moyenne (°C)	15	15	16	17	17	18	21	21	22	22	20	18	18

Figure II-8 : Les données climatiques d'Alger Port de la période 2008-2016
Source : www.windfinder.com

II-1-1-5- Vocation de la ville d'El Hamma :

- Une ville culturelle basée sur un réseau performant d'infrastructures culturelles, tel que la bibliothèque nationale un équipement à l'échelle nationale.
- Ville écologique, des loisirs, détente et du tourisme, ou l'intégration et l'exploitation des potentialités (eau et forêt) en tant qu'éléments de composition.
- Ville des industries

II-1-1-6- Orientations d'aménagement de la ville d'El Hamma :

La ville d'El Hamma fait partie de projet de la baie d'Alger qui décline les ambitions du plan stratégique de la capitale algéroise ou les orientations d'aménagement sont (vie des villes, 2012) :

- la reconquête des espaces portuaires à travers la délocalisation des activités industrielles et commerciales vers un nouveau port en eau profonde
- le rééquilibrage de la centralité en articulation avec un nouveau réseau de transport structurant et hiérarchisé.
- la maîtrise de l'étalement urbain à travers la reconquête des espaces centraux et des grandes friches industrielles.
- la restructuration du tissu urbain à travers la revalorisation du centre historique et la requalification des quartiers contemporains ;
- la restauration des grands équilibres et des continuités écologiques à travers la consolidation des grandes entités naturelles et agricoles, la réhabilitation des parcs et jardins historiques, la valorisation des unités paysagères et le développement d'un maillage cohérent.
- la préservation de la ressource en eau, à travers la mise en œuvre de solutions de traitement hiérarchisées et adaptées aux différents types de pollution, visant un objectif « zéro rejet » en mer.
- la reconquête des espaces littoraux à travers la stabilisation du trait de côte, la réhabilitation du cordon dunaire, la consolidation des zones de falaises et la restauration des grandes plages sableuses.
- la réduction des risques naturels et technologiques à travers la mise en œuvre de nouveaux principes d'aménagement.

II-1-1-7- Les lignes directrices d'aménagement de la ville d'El Hamma :

Les lignes directrices de la nouvelle proposition d'aménagement de la ville d'El Hamma sont (Vie des villes 2012) :

- Des interventions spécifiques et de grande envergure seront réalisées près de la baie.
- Les projets seront développés telle une rangée de perles d'un collier, autour de la baie. Ce « collier de perles » sera le symbole d'une intervention globale qui permettra à Alger d'accueillir un événement de dimension internationale.
- Construction d'un nouveau port à conteneurs et industriel et la reconversion de certaines friches industrielles près de la côte. Ces opérations permettront de libérer des espaces importants en vue de recevoir des fonctions et des activités plus adaptées aux nouvelles ambitions auxquelles aspirent la ville, notamment en matière de services et d'autres activités d'appui à la structure économique d'Alger.
- Les projets de la baie seront complétés par des interventions dans les zones d'aménagement des transversales, contribuant à la création d'une liaison équilibrée entre des zones plus éloignées et la baie. Le boulevard urbain de la rocade renforcera ce dessein.
- La continuation de la restructuration de la périphérie et la création d'agri-parcs sont également prévus pour cette phase.

II-1-1-8- Principes d'aménagement de la ville d'El Hamma :

a) L'organisation spatiale :

- Fonctions urbaines réparties de manière alignée le long des boulevards principaux.
- Implantation des espaces de loisirs et de détente accessibilité pour les habitants.
- Implantation de la fonction d'habitat de manière à réduire les déplacements entre les lieux de travail et d'habitat et multiplier et favoriser l'accès aux espaces de détente et de loisir de qualité.
- Création d'une grande promenade afin d'assurer une meilleur qualité de vie.

b) L'occupation de sol

- Elaboration d'un plan d'occupation des sols permettant l'introduction de diverses fonctions telles que loisirs, le commerce et les affaires pour assurer le dynamisme de la ville.
- Développement de l'urbanisation, dominante tertiaire, touristique, logements.
- Développement des infrastructures de transports
- Hiérarchiser et requalifier les voies

- Préserver le patrimoine et développer les espaces publics
- Préserver le patrimoine écologique et développer les continuités vertes
- Stabiliser le trait de cote restaurer les plages et aménager la grande promenade.

c) Système viaire :

- Macro maillage : autoroute et pénétrantes avec intégrations de bus en site propre : Le réseau routier de la baie d'Alger est composé de l'autoroute de l'ANL, axe principale Est-Ouest, reliant les agglomérations de la commune d'El Hamma et Hussein dey.
- Création des voies structurantes à l'échelle de l'agglomération et de secteur
- A l'intérieur de la ville nouvelle proposition de la baie d'Alger la circulation est assurée par une des rues secondaires et des passages piétons.
- Création des voies qui relient la ville et la mer.



La légende : Hiérarchiser et requalifier les voies

- macromaille : autoroute et pénétrantes avec intégration de bus en site propre
- ↔ liaison ville-mer à (re) aménager
- - - voies structurante à l'échelle de l'agglomération
- - - voies structurante à l'échelle du secteur
- voies de desserte secondaires

Figure II-9 : Carte de système viaire de la ville d'El Hamma

Source : www.Phytostore.com

d) Système de mobilité et transport :

- Mise en place d'un réseau de transport public reliant les quartiers
- Conception d'un système de déplacement qui favorise le recours au mode de transport en commun et qui intègre et favorise le déplacement piétons

Conception d'un projet d'habitat mixte et l'intégration des toitures végétalisées

- Présente plusieurs modes de transport (tramway, métro, transport en commun, téléphérique, train ...)
- Une séparation entre transports en commun, transports des travailleurs et transport des étudiants.



Figure II-10 : Carte de système de mobilité et transport de la ville d'El Hamma
Source : Vie des villes, 2012



Figure II-11 : Vue et coupe d'ensemble des systèmes viaire et de mobilité et transport
Source : Vie des villes, 2012

e) **Système écologique :**

- Une grande promenade de la baie.
- Développer un maillage vert cohérent, de continuités écologiques
- Rétablir des continuités dans les espaces verts
- Permettre l'accès aux espaces publics aujourd'hui privatisés
- Développer et aménager des perspectives depuis les balcons vers l'espace littoral
- La mise en place de 23 agri parcs susceptibles de maîtriser l'expansion des espaces de loisirs.



Figure II-12 : Carte de système écologique de la villa d'El Hamma
Source : Vie des villes, 2012

f) **Les réseaux de la ville d'El Hamma :**

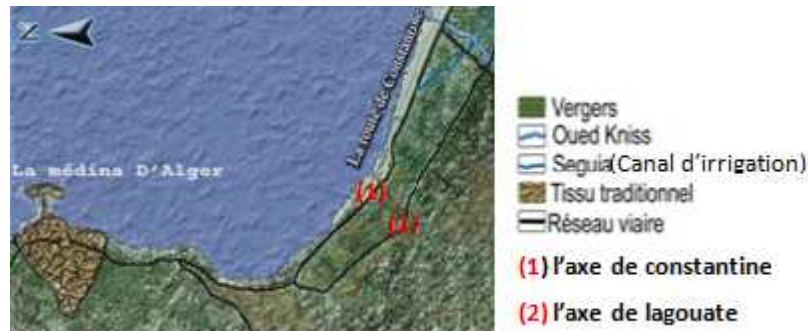
- Le réseau d'eaux usées est implanté sous les axes de circulation ou le principe est de mettre une canalisation en face de chaque parcelle, c'est un système séparatif.
- L'alimentation en électricité et en gaz est faite sur la base des bilans énergétiques établie selon le type d'usages et par fonction définie par le plan d'aménagement et le plan d'occupation des sols, tout en intégrant les considérations de sécurité d'économie et de régularité de l'alimentation.
- Le mode de collectes des déchets est le mode classique.

g) **Risques naturelles :**

Les principaux risques naturels qui se produisent dans la région du littoral sont : les inondations, les glissements de terrain, et le risque sismique qui est plus élevé. Des mesures de prévention doivent être prises pour assurer la protection de l'environnement urbain contre les différents risques naturels cités (CNERU, 2012).

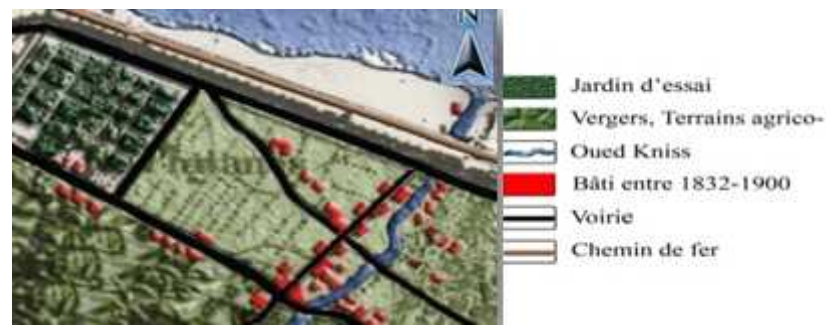
II-1-1-9- Lecture synchronique de la ville d'El Hamma dans son état actuelle :

a) Aperçu historique :



Avant 1830:

À l'époque turque, el Hamma était une zone à caractère agricole, faisant partie de la campagne d'Alger, favorisé par la présence des plaines



La période 1830-1900:

Avec la colonisation des changements se font sentir dans toute la zone l'activité agricole cède la place petit à petit à l'industrie.

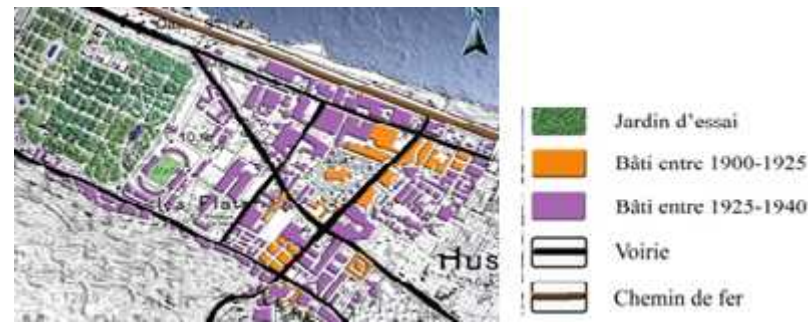


Figure : cartes d'histoire de la ville d'El Hamma

La période 1900-1925

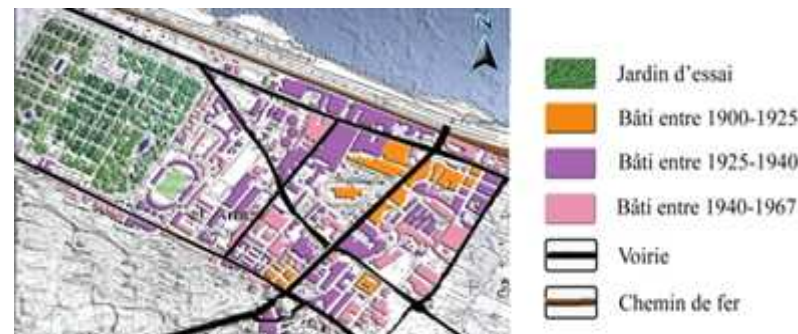
Elle se caractérise par : Persistance du caractère agricole

Affirmation d'urbanisation progressive du quartier.



La période 1925-1940

Renforcement de caractère industriel par la création de plusieurs unités.



La période 1940-1967

Elle se caractérise par l'extension de l'urbanisation à travers des opérations HLM le long de la rue Belouezdad et la réalisation d'infrastructures éducatives



Figure : cartes d'histoire de la ville d'El Hamma

À partir de 1967

Début de la rénovation du quartier d'EL HAMMA.

b) Système viaire :

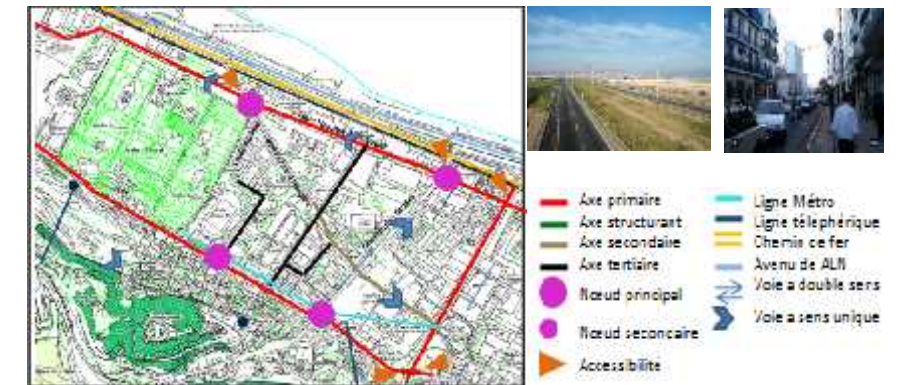


Figure : carte de système viaire de la ville d'El Hamma

L'accessibilité se fait par les axes suivants :

- L'autoroute l'ALN : qui relie notre zone d'étude avec l'aéroport et l'est du pays
- La rue Hassiba ben Bouali: c'est un axe à circulation à sens unique, c'est aussi la voie principale qui relie le jardin d'essai à la place du 1er mai. Cette rue qui présente un caractère industrielle est très étroite et très peu animée.
- La rue Mohamed Blouizdad: axe principale à caractère commercial, très animé et qui constitue l'articulation topographique entre la plaine et l'escarpement. Cette rue sens unique relie el HAMMA et l'aquiba ainsi que la place du 1er mai et le jardin d'essai.

c) Mobilité et transport :

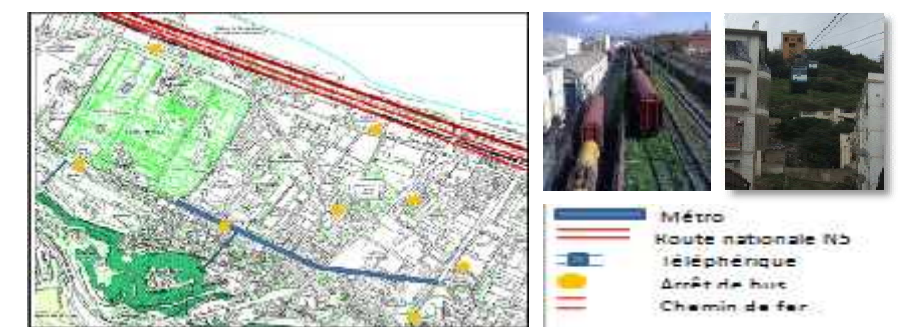


Figure : carte de mobilité et de transport de la ville d'El Hamma

d) Système parcellaire :



Figure : carte de système parcellaire de la ville d'El Hamma

Dans la ville les petits îlots sont plus avantageés par rapport aux grands en matière de perméabilité Car ils offrent une meilleur perméabilité physique ainsi donnent plusieurs possibilité d'accès. L'utilisateur choisit.

e) Système bâti :



Figure : carte d'état du bâti la ville d'El Hamma

On constate que la zone allant du jardin d'essais au chemin des fusillés est en bon état. La zone des abattoirs est très critique vue la présence du bâti délabré et moyen état c'est du à l'ancienneté des bâtisses.

La variété des formes :



Figure : carte du gabarit de la ville d'El Hamma

Le gabarit :

- Bâti à faible gabarit (R, R+1) : sur une grande partie de l'aire d'étude: les Abattoires et la partie incluse entre la rue Hassiba Ben Bouali et le chemin Fernane Hanafi.
- Bâti de haut gabarit(R+10,R+15): il se situe sur la rue Belouizdad et ponctuellement sur des parties à travers tout le site.

Le style architectural :

On distingue 4 styles:

- L'Hausmannien
- Le moderne
- Le post- moderne
- L'industriel



Post – moderne

Le style constructif :

- Les immeubles à cour
- Les immeubles barres
- Les constructions industrielles



Immeuble à cour intérieure 1932

La variété des activités :

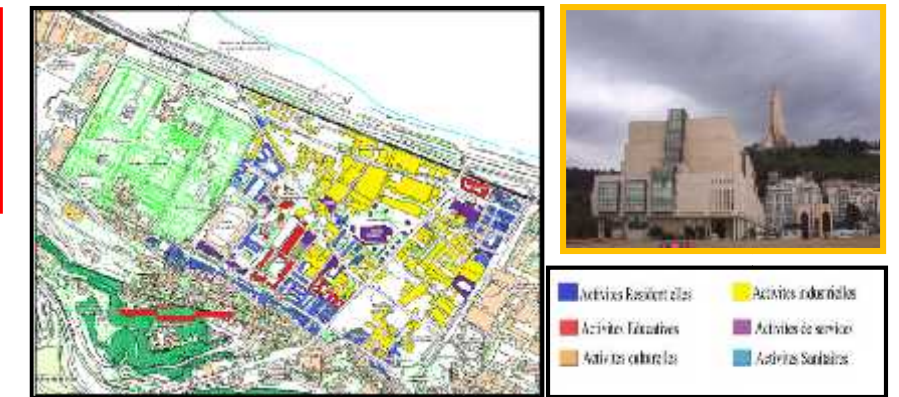


Figure : carte des activités de la ville d'El Hamma

Les activités tertiaires commencent à prendre place dans le site par de nouveaux projets. Le site est dominé par deux grandes activités

- Activité industrielle : Occupant la plus grande partie du site (l'îlot des abattoirs et la zone comprise entre les deux rues de Fernane Hanafi et de Hassiba Ben Bouali).
- Activité résidentielle : avec des équipements éducatifs concentrés sur la rue Belouizdad et la partie comprise entre cette dernière et celle de Fernane Hanafi et sur la partie nord-est de l'îlot des abattoirs.
- Activités de services
- Activités éducatives
- Activités culturelle

Une anarchie dans l'implantation de toutes ces activités (présence d'usines au milieu d'un tissu à vocation d'habitat et d'équipement)

Manque de variété dans les activités (dominance industrielle).

Identification des fonctions :

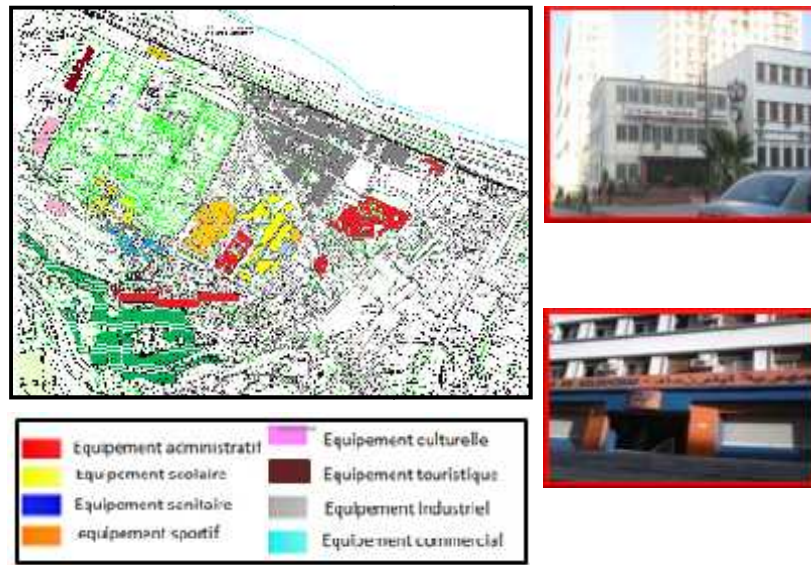


Figure : carte des équipements la ville d'El Hamma



Equipement scolaires
Lycée

Equipement touristique
Hôtel Sofitel



Equipement sanitaire
Institut Pasteur

Equipement loisirs
Jardin d'essai



Equipement culturels
Bibliothèque nationale

- Une forte présence d'équipements industriels.
- La présence des équipements à caractère touristique (Hôtel Sofitel, le jardin d'essai, connus à l'échelle du quartier de la ville et même à l'échelle nationale).
- La présence d'équipements à caractère institutionnel (A.P.C)

La variété des typologies :

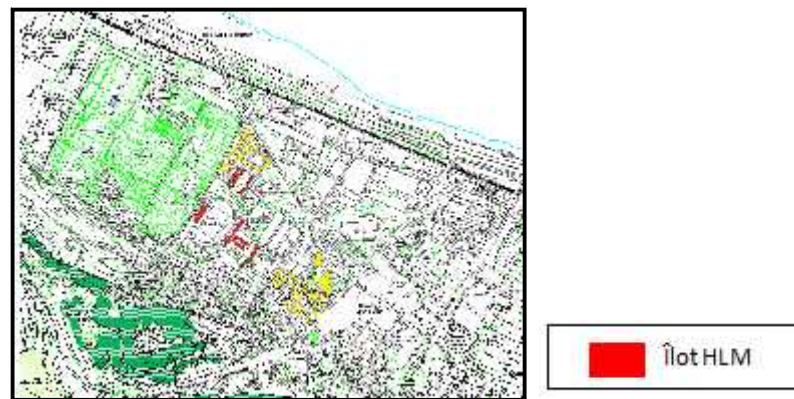


Figure : carte des typologies du bâti la ville d'El Hamma

L'îlot HLM: Habitat à loyer modéré

Occupent diagonalement la parcelle avec gabarit R+7 à R+15 et de type immeubles barres. Se trouvent soit alignés avec la rue soit à l'intérieur de l'îlot. Bonne exposition à la lumière et au soleil, avec une bonne aération. Relation directe de l'accès, depuis l'extérieur (l'espace publique) à la cage d'escalier.

- On constate l'absence de l'hierarchisation et la perméabilité dans l'îlot HLM

- Façade des immeubles barres est homogène grâce la présence de la symétrie et l'effet de la verticalité qui est exprimée par le rythme des ouvertures répétées.

Les points de repère :



Jardin d'essai

Figure : carte des repères dans la ville d'El Hamma

La lisibilité : est la qualité qui rend un espace compréhensible. Elle se fait à deux niveaux :

- La lisibilité de la forme.
- La lisibilité de l'utilisation.

Tout ces points de repère sont visibles de près et de loin, de jour et de nuit, on ne peut pas les manquer car ils dominent par leur taille et par l'activité associée à chaqu'un d'eux.



Cour d'Alger

Stade 20 Aout

Hôtel Sofitel

Synthèse AFOM :

L'analyse des Atouts, Faiblesses, Opportunités et Menaces est une méthode de planification stratégique utilisée pour évaluer les opportunités internes et externes d'un projet/programme ou d'une institution/organisation. Elle peut également aider à élaborer un plan d'action pour une nouvelle initiative.

Atouts	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> - Proximité de la capitale d'Alger - Dynamique sociale et mobilité interne quotidienne 	<ul style="list-style-type: none"> - Dégradation de la qualité de l'environnement immédiat. - Manque d'équipements sanitaire et culturel, ainsi pollutions diverses.
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> - Proximité des éléments écologiques et naturels comme la mer, et le jardin d'essai. - Réalisation d'une ville respectueuse de l'environnement en aménagement des espaces verts en bordure du la mer. 	<ul style="list-style-type: none"> - Manque d'harmonie et d'équilibre entre les tissus existants et les nouvelles. - Risques naturels, risque sismique et l'inondation.

Tableau II-1 : Synthèse de l'analyse de l'état des lieux de la ville d'El Hamma
Source : Auteur



Figure II-13 : Vue de la nouvelle proposition de la villa d'El Hamma
Source : Vie des villes, 2012

II-1-2- Analyse de l'aire d'intervention :

II-1-2-1- Situation de l'aire d'intervention :

Le site d'intervention se localise au Nord-est de la ville d'El Hamma, notre choix est pour les critères suivants :

- Proximité de centre ville d'Alger
- Proximité d'équipements à grande échelle, la bibliothèque centrale ...
- Une position stratégique au bord de la mer et jardin d'essai
- Facilité d'accessibilité au site par les différentes modes de mobilité (tramway, métro...).

Notre choix d'aire d'intervention s'est porté sur l'assiette du terrain qui est dédiée à abriter la fonction « Habitat ». Son état actuelle est une friche industrielle.



Figure II-14 : L'emplacement du site d'intervention dans de la villa d'El Hamma

Source : Vie des villes, 2012 traitée par hauteur



Figure II-15 : L'état actuel (friche industrielle) du site d'intervention

Source : hauteur

II-1-2-2- L'accessibilité à l'aire d'intervention :

a) Les voiries :

Le terrain est bordé par des voies mécaniques de différente largeur à partir de laquelle se fait l'accès au site.

- La voie Hassiba Ben Bouali (rouge pointillés)
- La ligne trame-train (bleu pointillés)



Figure II-16: l'accessibilité au site d'intervention

Source : Vie des villes, 2012 traitée par hauteur

b) transport et mobilité :

Les différents arrêts de tramway et de bus sont :

- 1er arrêt de bus sur la rue Hassiba ben Bouali à 340 m côté l'ouest.
- 2eme arrêt de bus sur la ligne de bus à 620 m côté Est et à 560m à l'Ouest.
- 3eme arrêt de tram-train à 560 m.

II-1-2-3- L'environnement immédiat :

Notre aire d'intervention est limitée :

- Au Nord par la mer méditerranéen
- A l'Ouest par un parc urbain
- Au Sud par un équipement industriel (R+3)
- A l'Est par l'habitat de forte densité (R+7)
- Au Sud- Ouest par le jardin d'essai



Figure II-17: l'environnement immédiat de site d'intervention
Source : Vie des villes, 2012 traitée par hauteur



Figure II-18: l'environnement immédiat (Sud Ouest) de site d'intervention
Source : Hauteur



Figure II-19: l'environnement immédiat (Nord Est) de site d'intervention
Source : Hauteur

II-1-2-4- Etude morphologique de l'aire d'intervention :

a) Forme et surface :

Le terrain est de forme relativement rectangulaire et d'une surface égale à 10744m² (environ 1 ha).

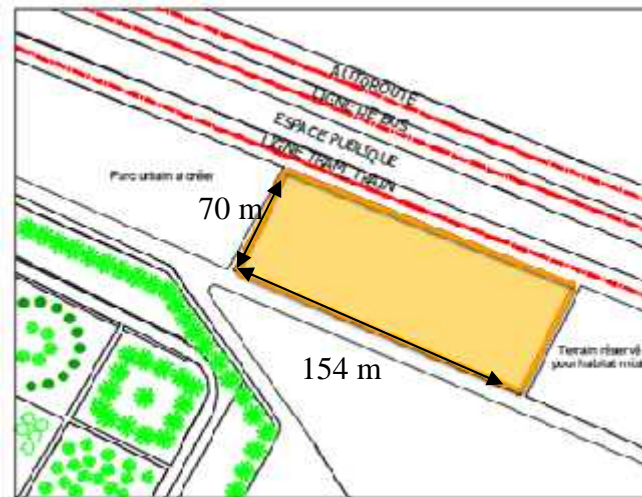


Figure II-20: les dimensions de l'aire intervention
Source : carte de PDAU traitée par hauteur

b) topographie et géologie de l'aire d'intervention :

Le terrain présente une pente de 3% et s'inscrit dans la zone de terrain favorable, elle est constituée de limons, sables récents, alluvions récentes continentales ou marines (CNERU, 2012).

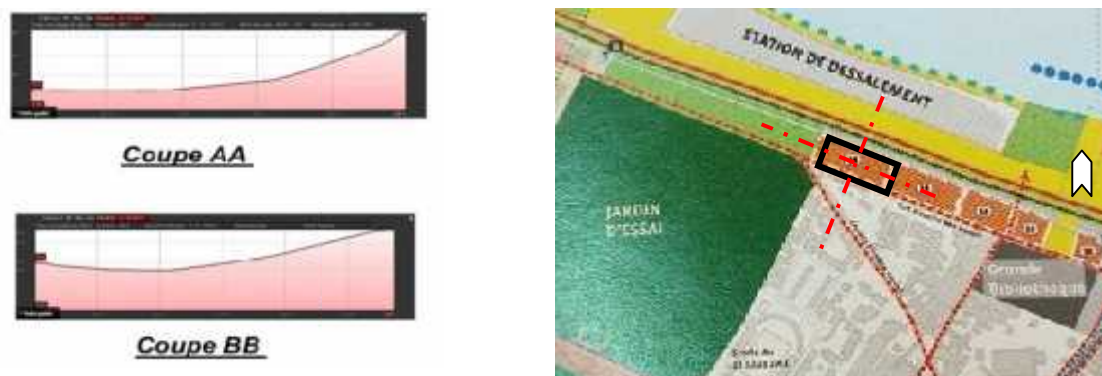


Figure II-21: la topographie de site d'intervention
Source : Google Earth traitée par hauteur

II-1-2-5- Etude environnementale de l'aire d'intervention :

a) Etude climatique :

Les vents dominants :

- Les vents d'été sur la direction Nord- Est →
- Les vents d'hiver sur la direction Nord-Ouest ⇨



Figure II-22: Ensoleillement et vents du site
Source : www.sunearthtools.com, traité par hauteur

a) Système écologique :

Le site d'intervention et se caractérisé par :

- La richesse environnementale du cadre urbain.
- Le paysage vert rectiligne dans l'axe principal.
- Le jardin d'essai qui est l'un des avantages majeurs de notre aire d'intervention.

Faune et flore : dans le jardin d'essai, on trouve plus de 465 d'espèces, des Arbres à lianes, Washingtonia, les palmiers... et pour la faune, Le canard Blanc, des oiseaux, Les flamants roses...



Figure II-23: la faune et la flore des alentours site d'intervention
Source : www.inraa.dz

II-1-2-6- Prescriptions urbanistiques :

L'aire d'intervention s'est porté sur l'assiette du terrain qui est dédiée à abriter la fonction «Habitat » (Vie des Villes 2012) :

- Projet mixte, densité très forte.
- Surface de la parcelle 10744 m²
- Nombre de logements 82 à 84 logements par hectare.
- COS= 2
- Une hauteur maximale de 38 m, ce que fait un gabarit de R+7.



Figure II-24: Les prescriptions urbanistiques du site
Source : Vie des villes, 2012 traitée par hauteur

Synthèse AFOM :

Atouts	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> - Des vues panoramiques sur la mer, jardin d'essai et le parc urbain - Multiplicité des moyens de transport. - Accès facile au site d'intervention par la présence des arrêts de bus, de train et de tramway - la topographie de site (pente de 3%) - mixité fonctionnelle 	<ul style="list-style-type: none"> - Nuisances sonores sur le boulevard Hassiba Ben Bouali. - La concentration des équipements sur la voie principale (Hassiba Ben Bouali) peut provoquer la congestion du trafic
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> - Position stratégique dans la baie d'Alger. -Profiter des éléments écologiques et naturels 	<ul style="list-style-type: none"> - Les principaux risques majeurs naturels: séisme, inondation, glissement du terrain.

Tableau II-2 : Synthèse de l'analyse de l'aire d'intervention
Source : Auteur

Notre aire d'intervention, étant insérée dans le site du projet de la baie d'Alger, est caractérisé par des points positifs qui font ses opportunités et ses atouts. Ces avantages doivent être mis en valeur lors de la conception. D'un autre coté, ce site est confronté à des menaces et des faiblesses auxquels il est nécessaire d'y faire face ou d'apporter des solutions.

II-2- Analyse thématique des Habitat mixte :

Dans cette partie nous allons élaborer une recherche sur l'habitat, les différentes typologies d'habitat, l'étude de l'organisation spatiale, l'organisation et le fonctionnement du projet, ainsi une analyse des exemples. Afin de déterminer ces différents paramètres majeurs dans la conception du projet (Voir annexe I).

II-3- Programmation du projet :

«La programmation est une méthode de travail, une manière systématique d'aborder les problèmes, de les analyser, de les présenter sous forme directement compréhensible par les différents intervenants, de contrôler la conception et la réalisation, d'aider la mise en service» (Lombard, 1974).

La programmation architecturale est donc une source d'inspiration et d'information pour le concepteur. Elle concerne aussi l'environnement immédiat, qui aura une influence directe sur le projet.

La programmation du projet se traduit par l'enchaînement suivant :



Figure II-25 : Processus de programmation du projet
Source : auteur

II-3-1- Détermination des fonctions :

Notre projet contient :

- Logement/ habitation : est en simplifier, le milieu dans lequel vis un organisme Il existe plusieurs types d'habitation individuelle et, collectifs, villa et appartement ... Dans notre zone d'étude l'habitation est d'usage collectif type d'appartement comportant un certain nombre de pièces et qui n'occupe qu'une partie d'un immeuble.

- Le socle urbain multifonctionnel : accueilli, dans les deux premiers niveaux de notre projet un grand nombre de commerce et de service, cela pour assurer la mixité fonctionnelle dans notre projet. Des équipements urbains à destination des habitants de notre quartier, mais également à destination du grand public sont également créés : un équipement culturel, espace de loisirs, une supérette, un salon de thé, une grande restaurant, des grandes boutiques de vents.

- Équipement culturel : créer un nouvel espace culturel, pour renforcer la vocation culturelle de la voie Hassiba Ben Bouali, ainsi un lieu qui peut résumer l'histoire de la ville à travers l'exposition et sur lequel se développeront aussi les activités culturelles. Un lieu de rencontre d'attirer des étudiants, des chercheurs, des universitaires travaillant dans des domaines très différents. Cet équipement contient : accueil, exposition, galerie d'art (atelier couture, atelier peinture ...), bibliothèque (salle de lecture enfants et adulte, salle de travail collectif, salle des cours, administration espace de prêt...), salle polyvalente (école du musique, de théâtre, salle de danse ...).
- Commerce : notre projet contient un nombre important de commerce pour assurer les besoins des habitants on crée : une supérette, salon de thé, restaurant et différentes boutiques.

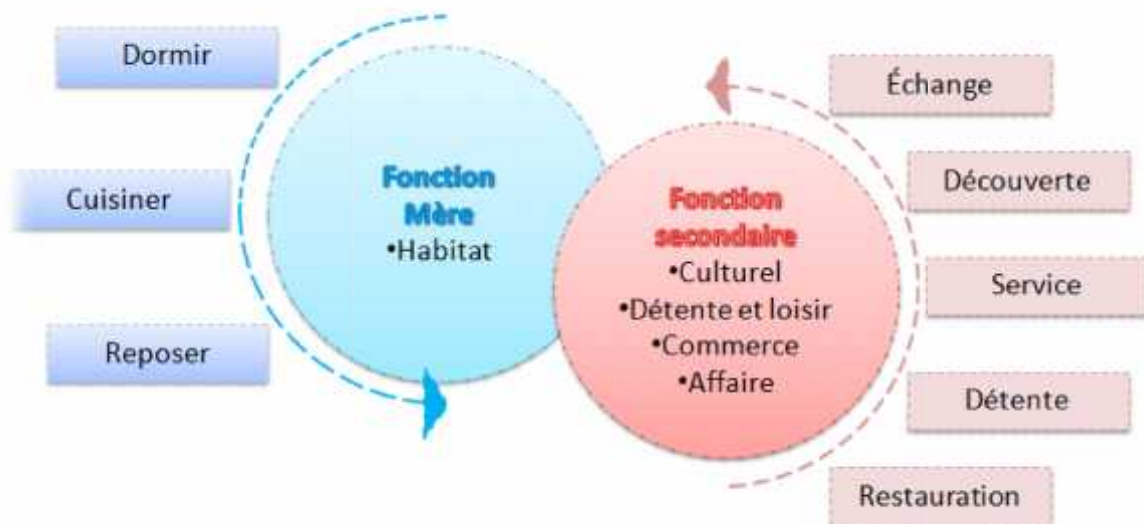


Figure II-26 : Les fonctions du projet
Source : auteur

II-3-2- Le programme qualitatif et quantitatif :

Ce programme englobe les différentes fonctions mères et secondaires :

II-4- conception du projet :

II-4-1- Concept liée au contexte :

II-4-1-1- Principe d'implantation du projet :

Dans une première étape, nous allons procéder à l'adoption d'un ensemble de systèmes de concepts liés à l'urbain et au thème, tout en respectant certaines directives du plan d'urbanisme et en s'inscrivant au mieux dans la démarche de la **HQE** et le respect de l'environnement.

Etape 01 : Un alignement urbain c'est un principe de composition dicté par le règlement de l'urbanisme de la zone. De plus, il permet d'assurer une meilleure intégration urbaine car notre projet s'est aligné avec toutes les limites de l'aire d'intervention.

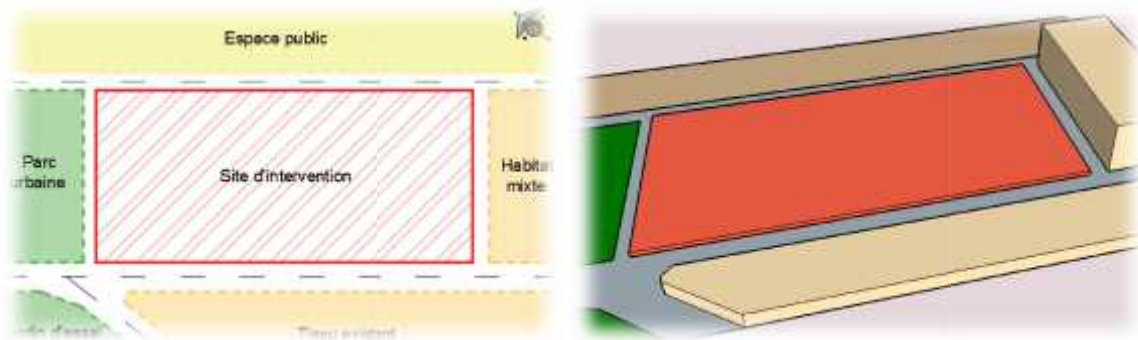


Figure II-27 : L'alignement du projet
Source : auteur

Etape 02 : Un recule de 3 m sur les quatre cotés de l'aire d'intervention cela pour marquer le trottoir.

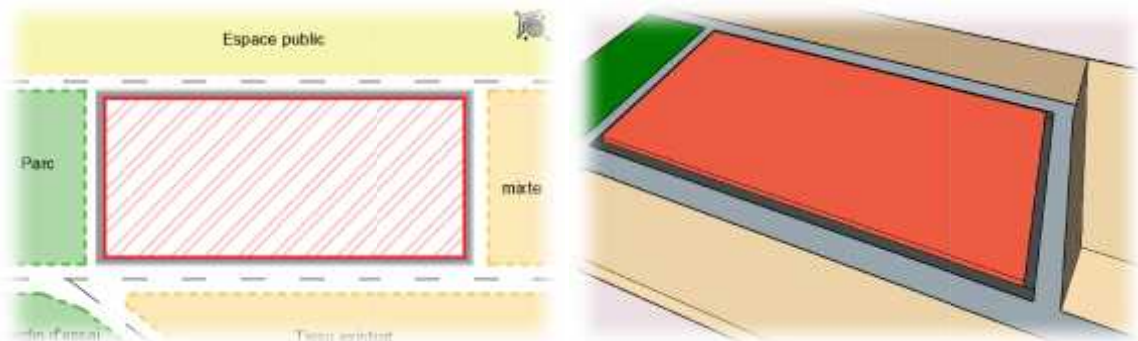


Figure II-28 : le recule dans le projet
Source : auteur

Etape 03 : Un espace centrale : Convergence des différentes entités du projet vers un espace central qui joue le rôle d'organisateur et de distributeur.

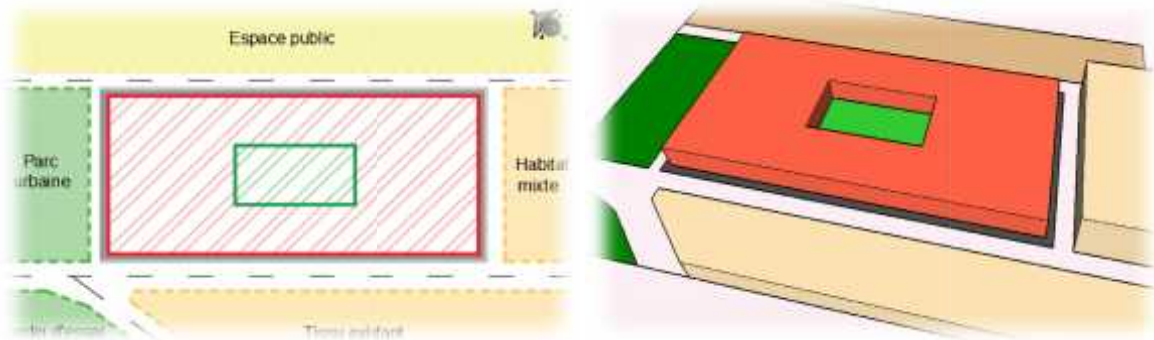


Figure II-29 : La centralité dans le projet
Source : auteur

Etape 04 : La création des passages piétons sur les quatre cotés du terrain mènent vers l'espace centrale pour créer une continuité entre le bâtiment et le voisinage (l'espace centrale et le parc urbain) ainsi faciliter la perméabilité au projet et aux différents services.

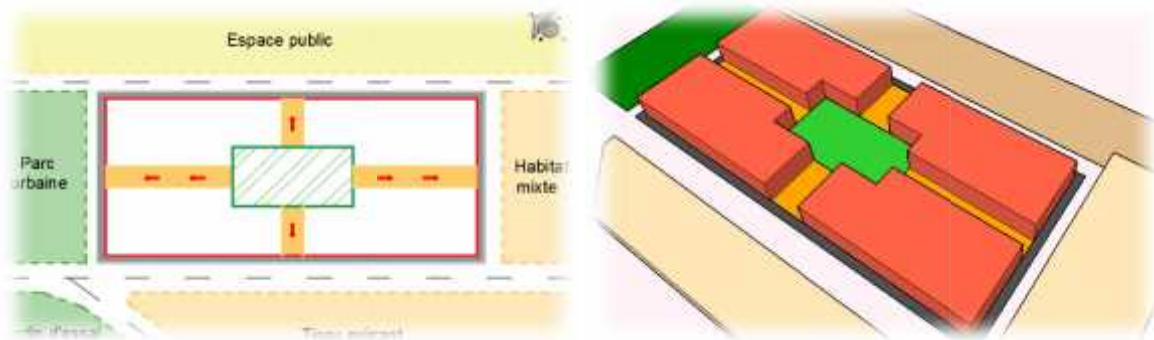


Figure II-30 : l'ouverture du projet au l'environnement
Source : auteur

Etape 05 : L'implantation des bâtiments le long des façades Nord- Est et Sud- Ouest afin de protéger l'intérieur de site des vents dominant.

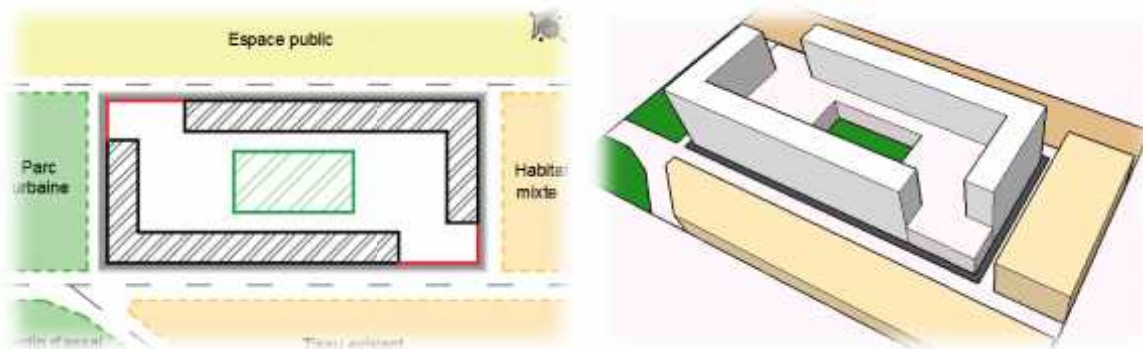


Figure II-31 : l'implantation des bâtiments du projet
Source : auteur

Etape 06 : Suivent les prescriptions urbanistiques du site et ces conditions microclimatiques les gabarits des bâtiments vont varier entre R+7 jusque R+2 suivant une dégradation. Ainsi la création d'une esplanade à l'étage dédié seulement aux habitants cela pour renforcer la vie communautaire.

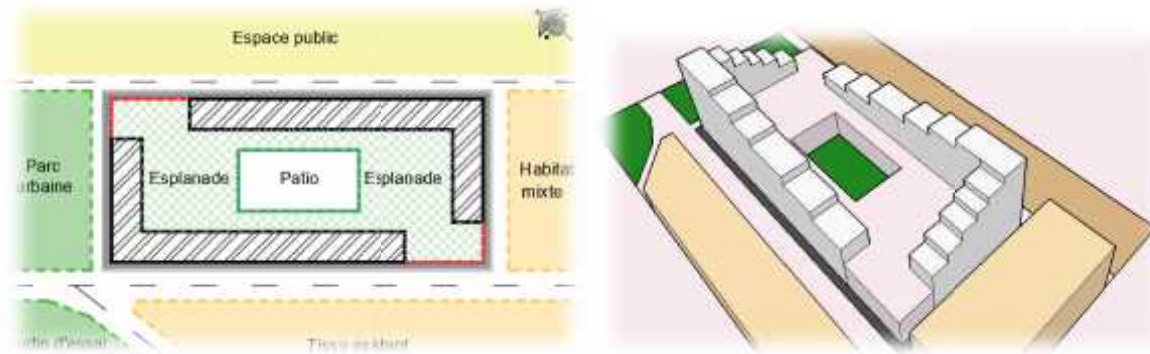


Figure II-32 : La forme du projet
Source : auteur

II-4-1-2- différents accès projet :



Figure II-33 : Plan de configuration des accès au projet
Source : auteur



II-4-1-3- séparation des circuits :

Dans notre projet d'habitat mixte la séparation des circuits est un élément essentiel dans l'élaboration du projet, donc on à prévoir circuit public et un circuit privé réparti comme suit :

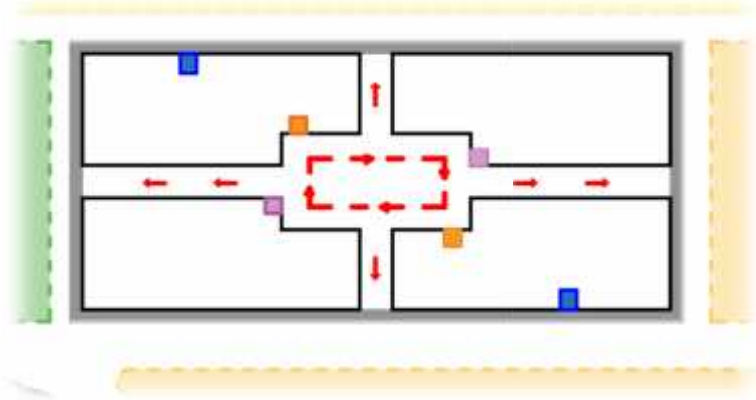





Figure II-34 : La séparation des circuits du projet
Source : auteur

-  Un escalier de l'extérieur du projet vers l'esplanade destiné aux habitants seulement.
-  Un escalier de l'espace centrale du projet vers le 1^{er} étage destiné au public et aux habitants qui assure le déplacement entre les différentes fonctions du projet.
-  Un escalier qui relie le sous sol (parking) jusqu'à l'esplanade passent par le socle multifonctionnel destiné seulement aux habitants.

II-4-1-4- Gabarit du projet :

Le règlement urbanistique du site exige :

- Une hauteur maximale de 38 m et COS=2

Suivant les prescriptions urbanistiques du site et ses conditions microclimatiques les gabarits vont varier de R+7 à R+1.

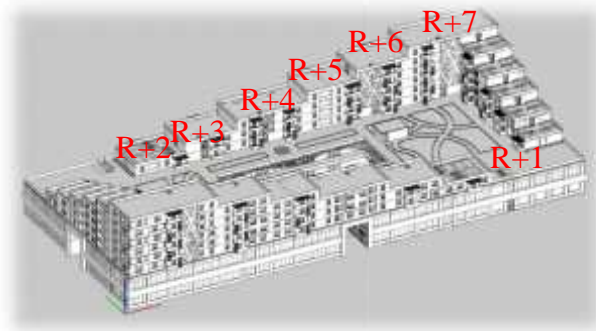


Figure II-35 : Gabarit de projet
Source : auteur

II-4-2- Concepts liés au programme :

II-4-2-1- Organisation fonctionnelle :

La mixité fonctionnelle est un élément essentiel pour l'élaboration d'un habitat mixte, et afin d'assurer cette mixité notre projet comporte des logements, des commerces, des équipements et des espaces verts publique, semi privé, et privé. Prend en compte les exigences de la société et de la famille algérienne, celle d'assurer l'intimité et le confort pour satisfaire les besoins de chaque individu.

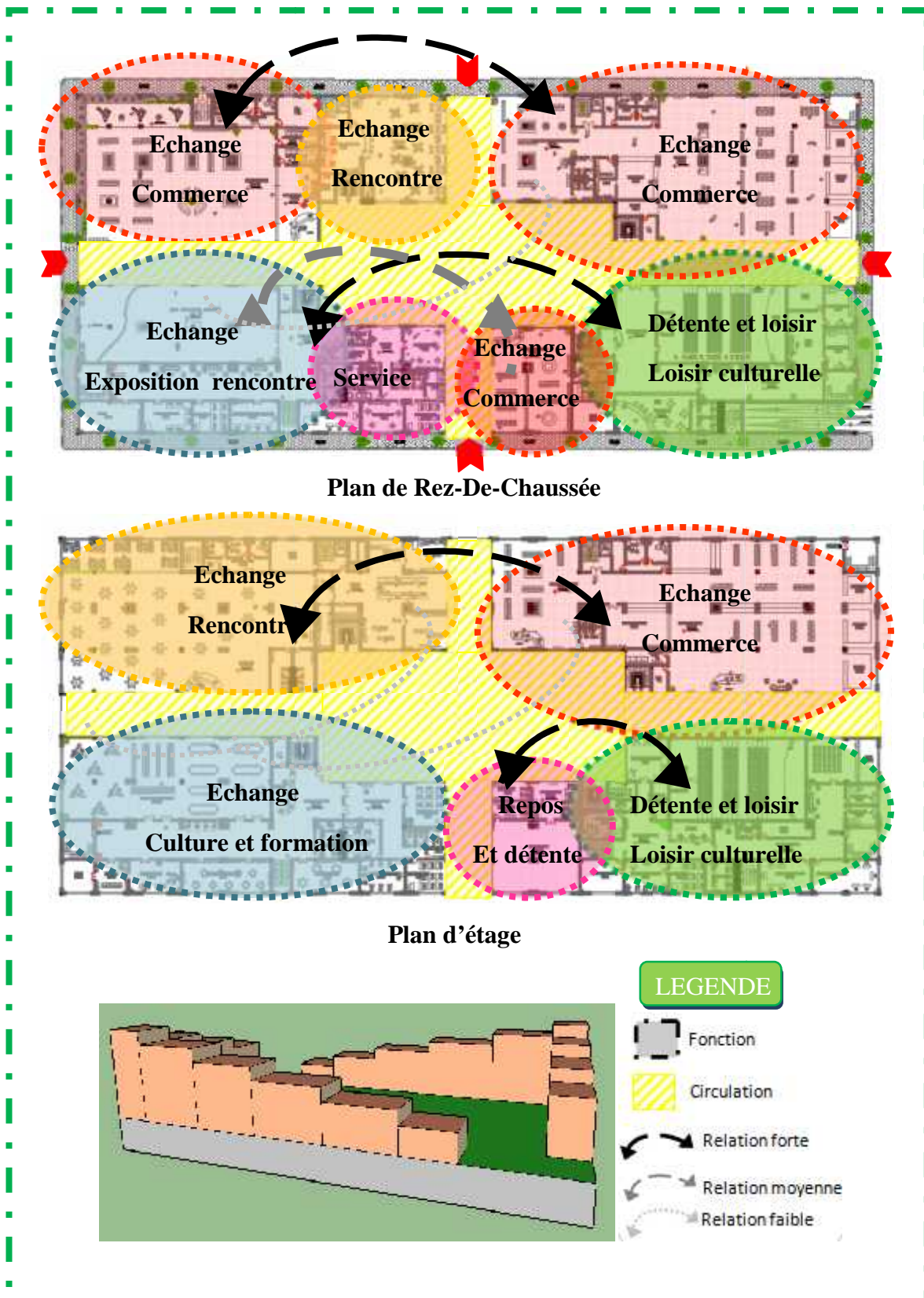


Figure II-36 : Organigramme fonctionnelle
Source : auteur










II-4-2-2- Agencement des espaces :

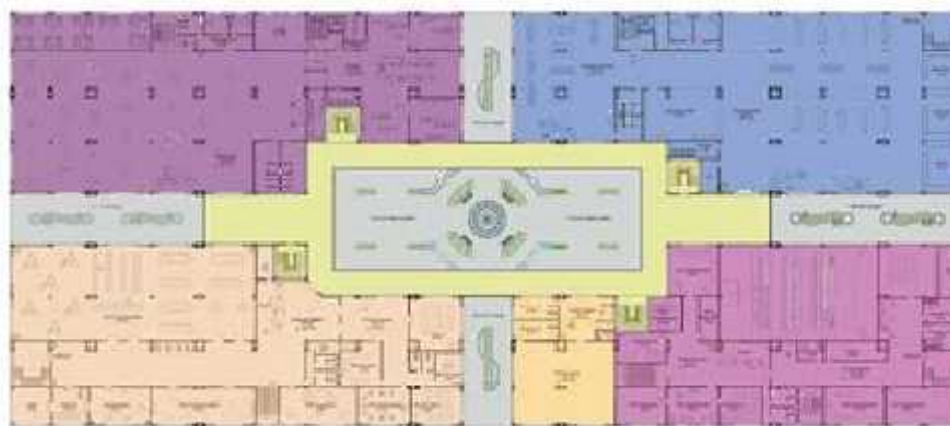
a) Agencement des espaces des fonctions du socle urbain :

Notre projet est destiné à accueillir un socle urbain multifonctionnel qui est réparti en deux niveaux :



Plan de Rez-De-Chaussée

- | | | |
|---|---|---|
|  Centre culturelle |  Cafétéria |  Grande boutique |
|  Salle polyvalente |  Boutiques |  Circulation |
|  Garderie |  Superette |  Acces parking |



Plan de Rez-De-Chaussée







- | | | |
|---|--|--|
|  Bibliothèque |  Salle de dance |  Circulation |
|  Restaurant |  Centre socioculturelle |  Vide sur l'espace centrale |
|  Grande boutique | | |

Figure II-37 : Organigramme spatiale
Source : auteur

b) Agencement spatiale des fonctions des logements :

Cette partie se divise en deux fonctions :

- Les fonctions qui concernent la vie de jour: c'est là où on peut se détendre, accueillir ses amis, se réunir avec sa famille et cuisiner. Donc on peut ressortir les espaces du jour tel que le séjour, le salon, et la cuisine incluant une salle à manger. Aussi on retrouve la partie sanitaire (S.D.B, WC), et afin de préserver plus d'intimité les invités aurons leur propre partie sanitaire.

- Les fonctions qui concernent la vie de Nuits : c'est là où on peut se reposer, dormir c'est la partie du sommeil, elle comporte les espaces de nuits tels que les chambres.

Afin d'assurer la mixité sociale et subvenir à tous les types de la famille algérienne, on choisit deux type de logements:

- Des simplex : de type F2, F3 et F4.
- Des duplex de type F4 et F5.

Toutes les unités d'habitation sont doublement orientée afin d'assurer : une meilleure ventilation des espace et un meilleur rapport avec l'extérieur.

a) Esquisse des plans simplex :

Logement type F2 : Composer de deux partie (partie jour/partie nuit) relié avec un espace de circulation horizontal et un balcon de part et d'autre qui sert comme terrasse et jardin potager du côté de la cuisine.



Figure II-38 : Agencement des espaces de logements type F2
Source : auteur

Logement type F3 :

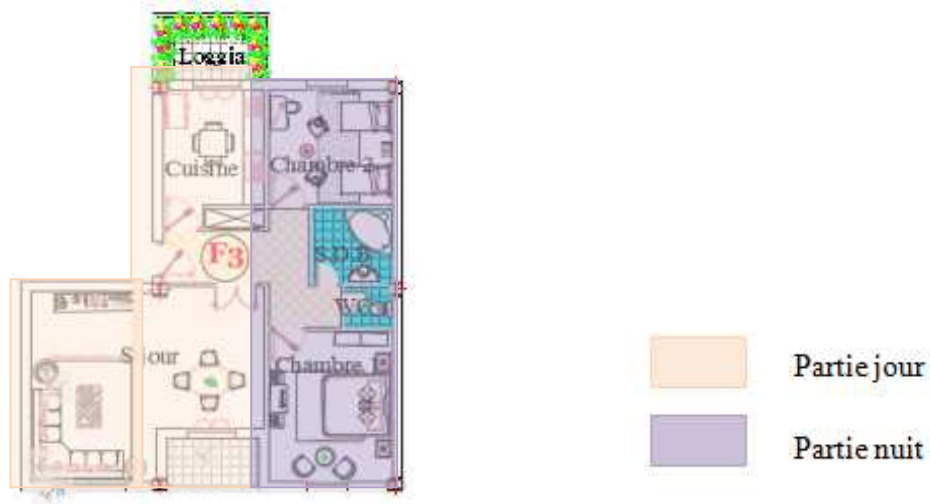


Figure II-39 : Agencement des espaces de logements type F3
Source : auteur

Logement type F4 :



Figure II-40 : Agencement des espaces de logements type F4
Source : auteur

b) Esquisse des plans duplex :

Logement type F4 : Le 1^{er} niveau contient la partie jour avec un jardin potager côté de la cuisine. Le 2^{eme} niveau contient la partie nuit et une terrasse accessible.

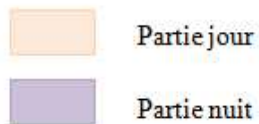
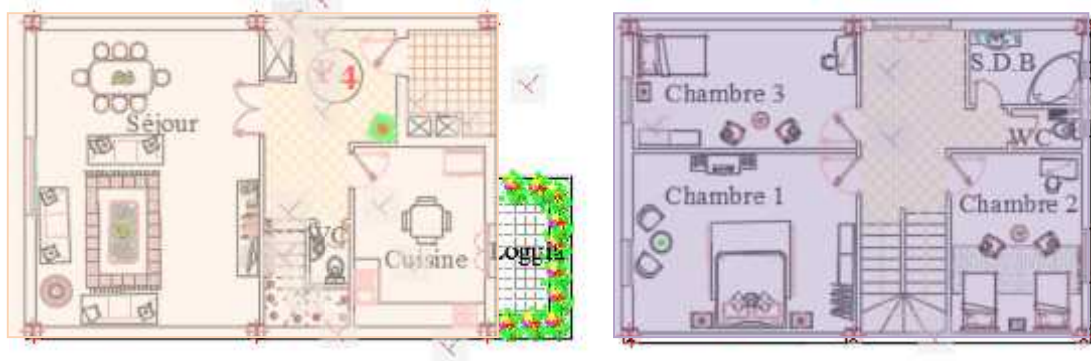


Figure II-41 : Agencement des espaces de logements type F4 duplex
Source : auteur

Logement type F5 : Le 1^{er} niveau représente la partie jour avec une chambre d'amis et un jardin potager de côté de la cuisine. Le 2^{eme} niveau représente la partie nuit avec une terrasse accessible.



Figure II-42 : Agencement des espaces de logements type F5 duplex
Source : auteur

II-4-3- Concepts architecturaux :

II-4-3-1- Modélisation formelle du projet :

Notre projet opte pour un gabarit en dégradation de côté Nord -est et Sud-ouest pour profiter des vues panoramique, pour assurer un bon ensoleillement et pour protéger notre site aux vents dominants Nord, Nord Est.



Figure II-43 : Modélisation formelle du projet

Source : auteur

II-4-3-2- Expression des façades :

Nous avons combiné entre le style moderne et le style traditionnel par l'utilisation des baies vitrées et de moucharabieh au niveau de la façade tout en respectant les exigences climatiques du milieu et des espaces.

Ainsi pour assurer la relation entre le projet et son environnement, nous proposons d'intégrer la végétation au niveau de la façade qui donne sur le parc urbain.



Figure II-44 : Le moucharabieh à la façade

Sud du projet

Source : auteur

Figure II-45 : Mur végétale dans la façade

Nord- Ouest

Source : auteur

Les toitures sont végétalisées en adoptant les types extensive et intensive, afin d'assurer le rafraîchissement de l'air ambiant ainsi elles jouent le rôle d'un isolant thermique.

Plus de la fonction technique des panneaux photovoltaïques et solaires nous les avons utilisés aussi comme un système de protection des dalles contre les rayonnements solaires.



Figure II-46 : toiture végétalisée et panneaux photovoltaïque sur les toits du projet
Source : auteur

II-4-3-3- Aménagement de l'espace extérieur :

a) L'espace centrale public :

Notre projet contient un espace central ou cœur du site animé par une diversité écologique afin d'améliorer les conditions microclimatiques du site et offrir une meilleure ambiance aux usages

Dans cet espace nous avons mis en place une trame verte et bleue le long de passage urbain piéton afin d'assurer une continuité écologique. Nous avons créé un espace central qui contient des espace verts et des cours d'eaux qui marquent le centre de notre espace publique, et une fontaine d'eau afin d'avoir une ambiance climatique.

Nous avons crée un patio sur l'espace centrale pour assurer l'aération et la ventilation dans cette espace.



Figure II-47 : l'aménagement de l'espace centrale du projet
Source : auteur

b) Esplanade :

Dans notre projet nous y avons pensés en créant une esplanade qui contient des espaces de jeux, espaces de détente...etc. dédiée seulement aux habitants pour renforcer la vie communautaire et améliorer leur cadre de vie. On à privilégier des végétaux, qui s'adaptent au climat méditerranéen et qui sont peu producteurs de déchets, peu consommateurs d'eau, et qui nécessitent peu d'entretien.



Figure II-48 : l'aménagement de l'esplanade
Source : auteur

II-4-4- Concepts structurels et techniques :

II-4-4-1- Logique structurel et choix du système constructif :

Le choix de la structure et de matériaux utilisés sont obligatoirement liés aux caractéristiques du projet, sa forme et sa taille, et la liberté d'aménagement et c'est pour répondre à tous ces critères nous avons opté pour une structure métallique.

La structure métallique présent certains avantages, facilement démontable, entièrement recyclable, réduction de la quantité de déchets de chantier, et elle répond aux exigences de la HQE. Pour notre projet la trame structurelle est régulière, elle répond aux différentes fonctions du programme (Plan de structure en Annexe 2).

II-4-4-2- Les éléments constructifs :

- **Les poteaux :**

Les dimensions des poteaux sont calculées en fonction des charges qui vont les supporter, dans notre conception on a proposé des poteaux HEB400. HEB400 : Epaisseur d'âme $B= 13,5\text{mm}$, et une épaisseur d'ailes $A= 24\text{mm}$.

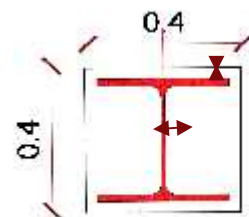


Figure II-49 : Le poteau HEB 400
Source : auteur

- **Les poutres :**

Les poutres utilisées sont du type IPE360, assurant les portées exigées par la trame et garantissant la stabilité de l'ouvrage. IPE 360 : h =Hauteur 360mm et Largeur b =170mm Epaisseur d'âme e =8mm et épaisseur d'ailes e_1 =12,7

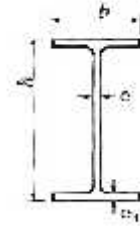


Figure II-50 : La poutre IPE 360
Source : auteur

- **Assemblage poteau poutre :**

Pour notre projet on a choisi le système de liaison par plaque d'about. Cette dernière est une platine soudée à l'extrémité de la poutre sur laquelle on a des réservations pour le boulonnage avec le poteau.

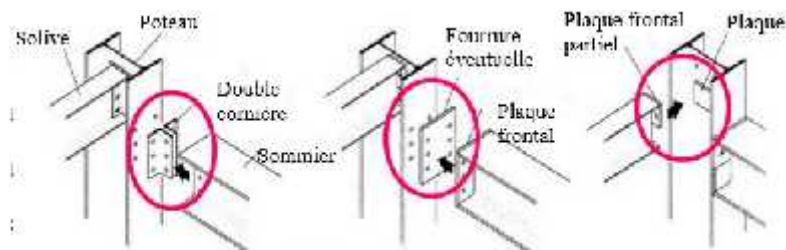


Figure II-51 : Assemblage poteau poutre
Source : auteur

- **Le plancher :**

Le plancher employé dans l'ensemble du projet est le plancher collaborant connu pour ses avantages tel que sa faible épaisseur et sa rapidité d'exécution. Il associe une dalle de compression en béton cellulaire à des panneaux d'acier en sous face travaillant en traction. Le bac en acier pris en compte dans le dimensionnement du plancher, est fixé sur des solives par boulonnage ou par soudure et sert de coffrage perdu et de contreventement horizontal. (Bertrand Lemoine, 2011).

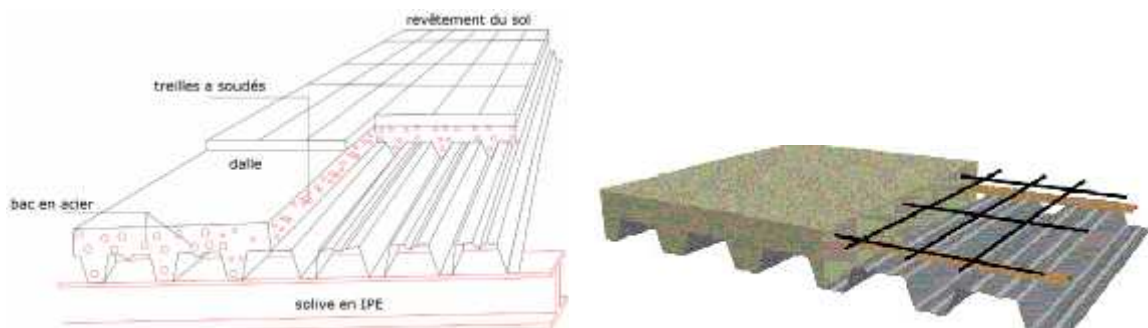


Figure II-52 : plancher collaborant
Source : auteur

- **Les joints :**

Selon la configuration des entités et leurs répartitions dans le terrain, il a été prévu des joints de rupture à toutes les sollicitations éventuelles et notamment dans le but de réduire au maximum des dégâts en cas de séisme ou d'effondrement accidentel.

II-4-4-3- Choix de matériaux de construction et les détails techniques :

a) Choix des matériaux :

Dans la construction du projet nous utiliserons des matériaux écologiques qui ont un faible impact environnemental.

L'acier : pour l'ossature métallique car c'est un des matériaux recyclables, flexible dans l'usage à long terme et il consomme moins d'énergie durant la vie du bâtiment.

La brique monomur : qui est un matériau durable, écologique, est fabriquée à partir de terre cuite, sa structure alvéolaire permet de stocker l'air. En été, ses performances d'isolation sont excellentes, notons aussi que la structure du brique monomur ne retient pas l'humidité.

- Une épaisseur de 30 cm pour les murs extérieurs
- Une épaisseur de 12 cm pour les murs intérieurs



Figure II-53 : Le brique monomur
Source : auteur

b) Technique de construction :

Le faux plafond : L'utilisation des faux plafonds insonorisant, démontables, conçus en plaques de plâtre de 1 cm d'épaisseur accrochés au plancher avec un système de fixation sur rails métalliques réglables.

Les faux plafonds permettant :

- Le passage des gaines de climatisation et des différents câbles
- La protection de la structure contre le feu,
- La fixation des lampes d'éclairages, des détecteurs d'incendie et de fumé et des caméras de surveillance.

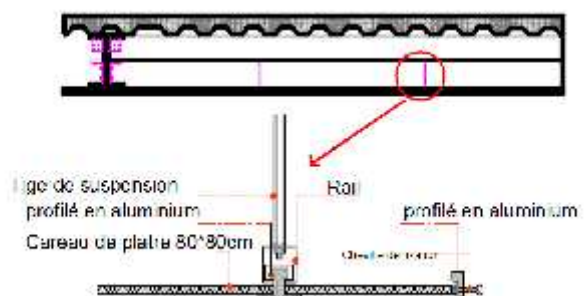


Figure II-54 : Faux plafond
Source : auteur

Ventilation Nous avons privilégié dans notre projet la ventilation naturelle dans tous les espaces, plus hygiénique et plus économique. Il n'y a que la salle polyvalente qui est ventilé artificiellement.

Eclairage Pour l'éclairage nous avons fait en sorte que chaque espace puisse être éclairé naturellement notamment avec l'éclairage zénithal, accompagné d'un éclairage artificiel afin de renforcer l'éclairage naturel en cas d'insuffisance de luminosité.

Protection contre l'incendie :

La protection contre l'incendie consiste en deux idées principales :

- Eviter la propagation de l'incendie et le maîtriser le plus tôt possible ;
- Permettre l'évacuation des personnes en un temps record, sans qu'ils subissent de dommages corporels.

Afin de prévenir le sinistre et réduire sa propagation plusieurs dispositifs constructifs et techniques seront mis en place :

1- La compartimentation :

Ce système de séparation des espaces permet de cerner le feu et d'éviter sa propagation, les parois entre les différents espaces sont de type coupe-feu.

2- La protection de la structure :

La protection des poteaux et des poutres doit être pris en compte, il existe une peinture (Intumescente) qui se transforme en isolant sous l'effet de la chaleur.

3- La détection de la fumée :

Des détecteurs de fumée à infrarouge reliés à des postes de sécurité sont installés à chaque niveau.

4- Le désenfumage :

Le but est de rendre praticable les cheminements utilisés pour l'évacuation du public, pour l'évacuation du public, pour l'intervention des secours.

La protection contre la corrosion :

La protection de l'ossature métallique va se faire avec un matériau très résistant aux agents extérieurs (Aluzinc), c'est une couche obtenue par association du zinc et d'aluminium, c'est un revêtement esthétique et réfléchissant.



Figure II-55 : Protection de la structure contre le feu et la corrosion
Source : auteur

L'accessibilité aux personnes à mobilité réduite (PMR) :

Dans la conception du projet nous avons pris en considération les personnes à mobilité réduite, depuis leurs stationnement, au 2% des places de parking leurs sont réserver, les halles et les corridors sont au minimum 5 unité de passage, de plus on trouve dans la salle polyvalente des places adaptés à leurs usages (des touches éclairées des touches relief et un indicateur tactile), des sanitaires, et enfin à leurs évacuations qui ont une batterie d'ascenseurs est disposée dans tous les espaces du projet.

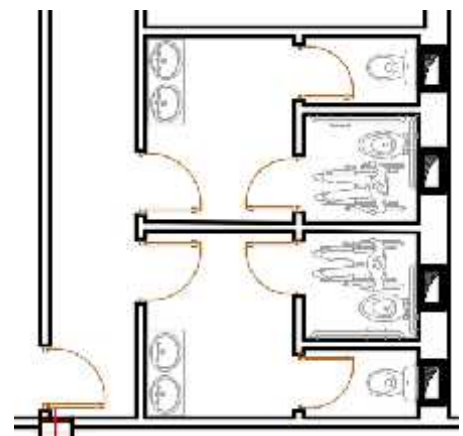


Figure II-56 : des sanitaires pour les personnes à mobilité réduite
Source : auteur

II-4-5- Autre techniques lies à la dimension durable du projet :

II-4-5-1- Gestion de l'énergie :

Energie solaire pour produire de l'eau chaude sanitaire et de l'eau de chauffage grâce aux panneaux photovoltaïques installés sur le toit orienté vers le sud.



Figure II-57 : Panneaux photovoltaïques
Source : auteur

II-4-5-2- Gestion de l'eau :

Un système de récupération des eaux pluviales pour alimenter les sanitaires, le nettoyage et l'arrosage.

Les toitures végétalisées permettent de stocker et de freiner les écoulements des eaux pluviales et limitent l'engorgement des canalisations lors de violents orages. Elles peuvent jouer un rôle de filtre vis-à-vis de la contamination des eaux de pluie.

II-4-5-3- Gestion des déchets :

Dans chaque unité nous avons réservé une locale poubelle pour les déchets ménagers, les différentes catégories des déchets sont triées par des conteneurs de différents couleurs. Les déchets sont transportés avec son propre monte-charge et accumulés dans un locale de stockage au sous sol, ensuite il est transporté à l'extérieur du projet par des véhicules aménagés spécialement pour le transport des déchets.



Figure II-58 : gestion des déchets
Source : auteur

II-4-5-4- Les toitures végétalisées :

a) Type des toitures végétalisées à intégrer :

Dans une démarche d'amélioration de la qualité environnementale, certaines techniques de végétalisation apparaissent plus pertinentes et seront à privilégier dans les choix stratégiques dans ce domaine. En effet, les toitures extensives, nécessitant moins d'entretien et peu demandeuses d'eau semblent être les méthodes à promouvoir pour la ville d'El Hamma.

Cependant, sachant que les terrasses accessibles en Algérie constituent des espaces de vie complémentaires. Leur végétalisation extensive pourrait diminuer de la surface exploitable pour les diverses activités attribuées aux terrasses, puisque les surfaces végétalisées ne devraient plus être piétinées, il était donc judicieux d'étudier une solution médiane à moindre coût, qui prends en compte plusieurs types de terrasses

De ce fait, notre choix pour les types des toitures à intégrer est de type extensive et intensive, ainsi l'intégration des toitures végétalisées en agriculture urbaine.

b) Les espèces recommandées pour la végétalisation des toits :

Les espèces recommandées pour la végétalisation doivent répondre à certaines exigences telles que (Komitès, 2017) :

- L'aptitude de végétaux à couvrir le sol.
- La résistance et l'adaptation aux conditions climatiques.
- La capacité de la végétation à se développer dans des épaisseurs de substrat très faibles.
- Des faibles exigences sur le plan de la nutrition et d'arrosage.
- Le paramètre esthétique dépend de l'aspect souhaité (texture, couleur,...).
- Les plantes choisies doivent être répandues dans la région pour que leur adaptation au climat soit rapide avec un minimum de maintenance.

Les plantes admis pour la végétalisation extensive et intensive d'après les règles françaises de la conception de ces toitures sont : les succulentes, les graminées, les bulbeuses, les vivaces et les ligneuses (Abderrezak, 2010) :

- Les plantes succulentes : les succulentes comptent plus de 12 000 espèces, regroupées dans 70 familles botaniques¹³. Elles ont la capacité de stocker facilement de l'eau et des éléments nutritifs dans leurs organes charnus. Les espèces les plus utilisées en végétalisation de toiture sont les sedums : *S. acre*, *S. album*, *S. floriferum*, *S. reflexum*, *S. spurium*¹⁴...
- Les plantes vivaces : sont des espèces qui vivent plusieurs années grâce à leurs organes souterrains qui assurent leur conservation, mais dans les besoins en eau sont plus élevés. La plupart de ces plantes sont rustiques supportant bien le froid et les températures extrêmes (Georget, 1966 cité par Abderrezak, 2010).
- Plantes bulbeuses : les espèces bulbeuses sont très nombreuses, elles agrémentent les pelouses en résistant aux hivers rudes.
- Les plantes ligneuses : les ligneuses à petit développement peuvent être adjoints selon l'effet désiré et le programme d'entretien accepté par le maître d'ouvrage.
- Les graminées vivaces ou xérophiles : (type fétuque : se sont des graminées qui forment la base des prairies naturelles), elles se multiplient grâce à la production de graines. Elles ont un faible besoin en eau et leur floraison s'échelonne de mars à octobre.

¹³ www.davarree.free.fr

¹⁴ <http://www.adivet.net/principes-techniques/historique.html>.

Toiture végétalisée extensive	
Emplacement du toit	Sur les toits des bâtiments allant de R+3 jusqu'à R+7
Substrat	8 à 12 cm, substrat léger. Substrat continu Composition du substrat : 40% billes d'argile + 40% pouzzolane + 10% écorces de pin + 10% fibres de coco. Poids moyen pour 10cm/m ² 85kg
Entretien courant	Très faible (1 à 2 passages par an + 1 à 2 arrosage complémentaire en cas de sécheresse).
Besoin en eau	Très faible, arrosage jusqu'à la reprise et en cas de sécheresse pendant l'entretien courant
Charge induit	80 à 150 kg/m ²
Accès et sécurité	Toiture généralement inaccessible. Compatible avec des conditions d'accès plus difficiles échelle inclinée ou à crinoline.
Plantes et leur forme	<p>Sedum acre 20%</p> <p>Sedum album 20%</p> <p>Sedum sexangulare 20%</p> <p>Sempervivum tectorum 20 %</p> <p>Festuca ovina 20%</p> <p>Hauteur 5 à 20 cm.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  Sedum acre </div> <div style="text-align: center;">  Sempervivum </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  Sedum album </div> <div style="text-align: center;">  Sedum sexangulare </div> </div>
	

Tableau II-4 : Fiche technique de la toiture végétalisée extensive
Source : auteur

Toiture végétalisée intensive	
Emplacement du toit	Esplanade, et les terrasses de R+2 jusqu'au R+6 du côté Est et Ouest du projet
Substrat	30 cm et plus. Substrat continu ou en contenants (bacs, jardinières) Composition du substrat : 20 % billes d'argile + 60 % de terre végétale + 20 % de compost de déchets verts Poids moyen pour 30 cm/ m ² 420 kg
Entretien courant	Fort (plus de 8 passages par an). Espace jardiné
Besoin en eau	Fort, arrosage jusqu'à la reprise et pour répondre à l'objectif esthétique souhaité. Système d'arrosage intégré possible. Bonne rétention d'eau, dessèchement lent
Charge induit	Plus de 350 kg /m ²
Accès et sécurité	Accès indépendant juste pour les habitants. accès par escalier
Plantes et leur forme	<p>Jasminum nudiflorum 30%</p> <p>Verbascum nigrum 20%</p> <p>Rosmarinus officinalis 20%</p> <p>Rosa multiflora 20 %</p> <p>Ribes alpinum 10%</p> <p>Hauteur 10 à 50 cm et plus</p>
	  <p>Ribes alpinum Verbascum nigrum</p>   <p>Jasminum Rosmarinus</p>
  	

Tableau I-5 : Fiche technique de la toiture végétalisée intensive
Source : auteur













Toiture végétalisée agriculture urbaine																			
Emplacement du toit	Dans les toits des bâtiments du gabarit R+2																		
Substrat	15 cm et plus. Caractéristiques optimales pour la production. Compositions : 10 % billes d'argile + 40 % briques concassées + 30 % de terre végétale + 20 % de compost de déchets verts. Poids moyen pour 50 cm/m ² : 650 kg																		
Entretien courant	Régulier, respectant les cycles de production																		
Besoin en eau	Arrosage adapté pour répondre aux objectifs de production. Système d'arrosage intégré possible.																		
Charge induit	Environ 250 kg /m ² et plus.																		
Accès et sécurité	Accès indépendant des autres usages du bâtiment conseillé, accueil du public. Conditions d'accès nécessaires pour l'installation et l'entretien régulier. Escalier, ascenseur.																		
Plantes et leur forme	<table border="0"> <tr> <td>Ciboulette 20%</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fève 20%</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Petit pois 20%</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Salade/laitue 20 %</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Framboisier 20%</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Hauteur 10 à 50 cm.</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Ciboulette 20%			Fève 20%			Petit pois 20%			Salade/laitue 20 %			Framboisier 20%			Hauteur 10 à 50 cm.		
Ciboulette 20%																			
Fève 20%																			
Petit pois 20%																			
Salade/laitue 20 %																			
Framboisier 20%																			
Hauteur 10 à 50 cm.																			



Tableau I-6 : Fiche technique de la toiture végétalisée agriculture urbaine
Source : auteur

Conclusion :

Au terme de ce chapitre consacré à la partie opérationnelle qui est la conception d'un habitat mixte dans la ville d'El Hamma , nous avons procédé tout d'abord à l'analyse de la ville qui nous a permis d'opter pour un site d'intervention adéquat à l'implantation de notre projet. Ensuite, nous avons établi les étapes et les actions qu'il faut suivre dans notre aménagement qui ont aboutis à la genèse de notre forme.

Enfin, nous avons réalisée un projet en intégrant des toitures végétalisées, alors en rassemblant les trois démentions spatiales (échelle de la ville, du quartier et du site) et les démentions durables de la de la Haute Qualité Environnemental nous a menait à la conception d'un habitat mixte durable qui optimise l'intégration dans l'environnement.

Conclusion générale :

On ne peut jamais dire qu'un travail est achevé car plus on avance dans le temps on se rendra compte qu'il y a toujours des modifications, de nouvelles idées. Donc c'est un processus infini d'idées avec des perceptions variables. La recherche que nous avons élaborée avait pour objectif de fournir un projet qui pourra répondre à la démarche HQE et participer à la durabilité de la ville d'El Hamma.

1. Retours théorique :

La recherche que nous avons établie s'interroge sur la nature du bâtiment qui peut s'intégrer en harmonie avec son environnement et questionne également sur les toitures végétalisées appliquées aux milieux résidentielles dans la ville d'El Hamma.

Afin d'atteindre les objectifs de la ville et ses ambitions nous avons présentés les différentes définitions et explications des concepts clés de notre recherche et leur utilisation dans le bâtiment. De plus, nous avons traités le cadre conceptuel qui recouvre la partie théorique.

Enfin, nous avons matérialisé notre thème de recherche par un habitat mixte qui intègre les différents types des toitures végétalisées et qui répond aux objectifs de la ville et de la durabilité.

2. Vérifications des hypothèses :

Nous avons supposés précédemment que le type de toiture végétalisée à intégrer dans les toits d'El Hamma est de types extensif et intensif ou les plantes admises pour la végétation sont sedum, les succulentes, les graminées, les vivaces.

Après notre travail de recherche théorique et par la suite la conception du projet, nous avons confirmé que effectivement, le projet d'habitat mixte ou l'intégration des toitures végétalisées réponde à nos questions précédemment posées.

Nous concluons que les résultats obtenus sont en accord avec les résultats attendus donc l'hypothèse est plausible, elle est validée.

3. Contraintes et limites du travail :

Durant la période de l'élaboration de ce mémoire de recherche, nous avons été confrontés à des difficultés tel que :

- Le thème de recherche est vaste, il nécessite plus de temps et de références
- Les manques des mises à jour dans les supports bibliographiques
- Absence des normes et réglementations nationales sur le thème de recherche.
- A cause d'un manque dans le temps, nous n'avais pas pu établir une vérification du projet avec la démarche HQE.

4. Prescriptive de la recherche :

Ce mémoire de recherche a englobé un sujet vaste et encore novateur, il nous ouvre les pistes de recherche suivantes :

- Le rôle des toitures végétalisée dans l'amélioration du confort thermique.
- L'évaluation de la qualité environnementale du projet.
- Méthode et technique de la mise en œuvre des toits végétalisés.
- L'intégration des toitures végétalisées dans les documents d'urbanisme.

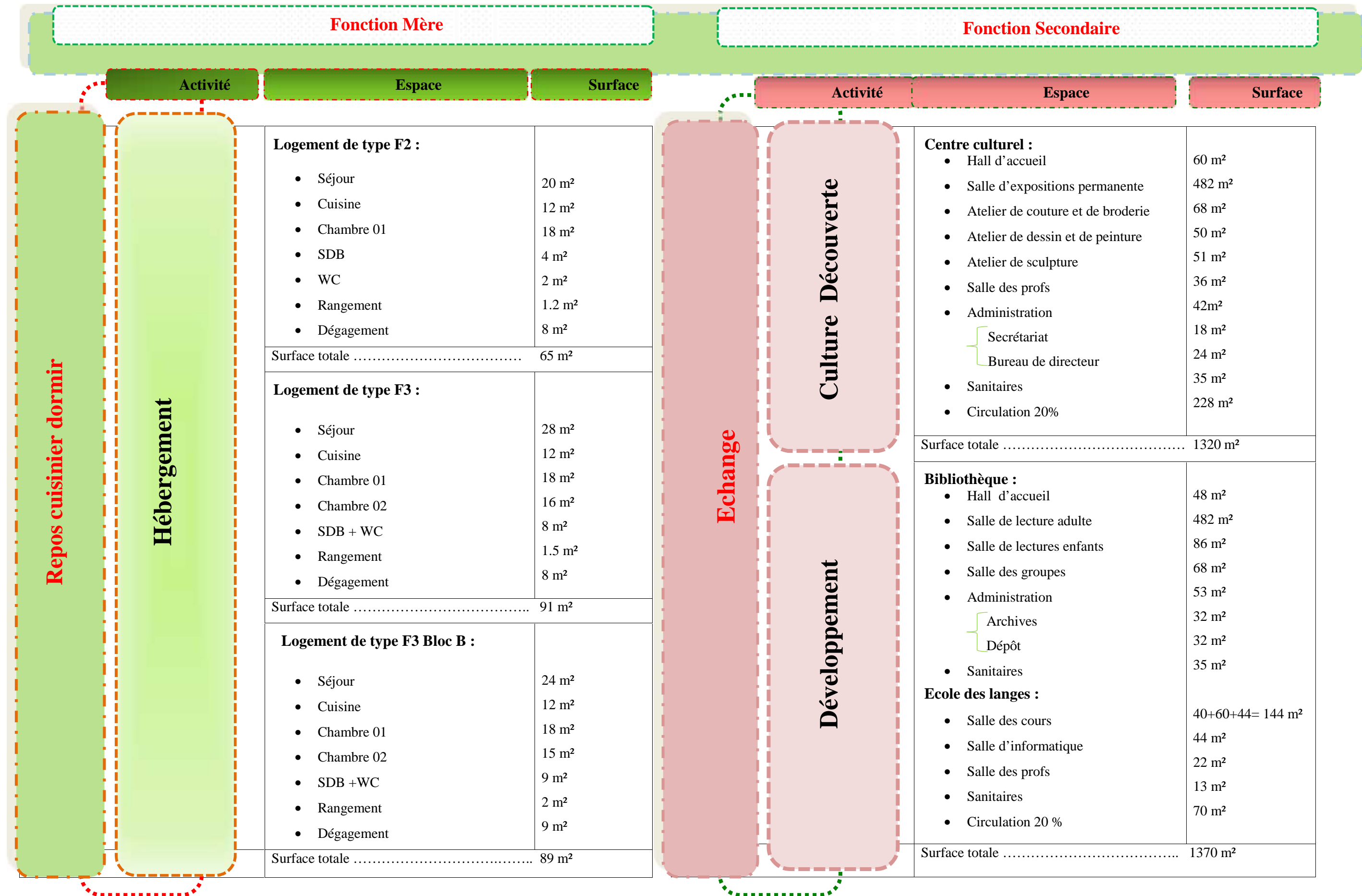
Bibliographie :

- **Abderrezak. A**, 2010 « Evaluation de l'efficacité de rafraîchissement passif d'une toiture végétale sous un climat semi-aride », Mémoire de Magistère, Université de Constantine, Algérie.
- **Adrians.A**, 2014 « Toitures végétalisées. Guide de recommandations pourquoi et comment accueillir la nature sur son toit » Service des parcs et domaines de la ville de Lausanne / SPADOM.
- **Arteau. R**, janvier 2014, La construction de toits végétalisées Guide technique pour préparer une solution de rechange, (Cahier explicatif), Montréal, France.
- **Atik. T** 2011, « Les toitures végétale à Alger, pour une contribution à l'amélioration du microclimat urbain méditerranéen », Mémoire de Magistère, EPAU, Algérie.
- **Bouattour. M, Fuchs. A**, 2009 « La végétalisation des bâtiments », Paris
- **Bouteville.U**, 2015 « Mise en œuvre des couvertures et des toitures terrasses » Edition de Moniteur, p299.
- **Bouzouidja. R**, 2014 « Fonctionnement hydrique d'un Technosol superficiel - application à une toiture végétalisée », thèse de doctorat, Université de lorraine France.
- **DIB.M-N**, 1993, « Les zones climatiques, recommandations architecturales » ENAG, Algérie.
- **Djedjig. R**, 2013 « Impacts des enveloppes végétales à l'interface bâtiment microclimat urbain », Thèse de doctorat Génie civil. Université de La Rochelle, France.
- **Dunnet.N, Kingsbury.N**, 2011 « Toits et murs végétales » 3^{ème} Edition du Rouergue. France
- **Jean.M, Hugguess.M** 2010 « Les toitures verts » Paris.
- **Johan.C**, 2010 « La toiture végétalisée en France », CETE de l'Est.
- **Kleinod.B**, 2001, « Végélétations des toitures » Ulmer, p96.
- **Komitès.P**, 2017 « Guide des toitures végétalisées et cultivées » Editions décembre 2017, France.

- **Laroche.D, Mitchell.A**, 2004 « Les toits verts aujourd'hui : c'est construire le Montréal de demain », mémoire présenté à l'office de consultation politique de Montréal, France.
- **Laure.A, Roulet.B** 2011, « Réaliser des toitures végétalisées favorables à la biodiversité » Edition Ophélie Alloitteau. France.
- **Lawlor.G**, 2006 « Toits verts manuel de ressources », Canada.
- **Madre.F**, 2018 « Toitures et biodiversité » Agence régionale de la biodiversité ile de France.
- **Méziani** 2013 « Etude sur le potentiel de végétalisation des toitures terrasses à Paris », France.
- **Nerenberg. J**, 2005, « Projet-pilote de toit verte, Démarche d'une construction écologique », France.
- **Norbert-Schulz. C**« Habiter: vers une architecture figurative », Paris, Electa moniteur, France.
- **Le grenelle environnement** 2005 « Les toitures végétalisées », SIDDTS/MIG, France.
- **SOPRANATURE** 2010 « Les toitures végétalisées : un dossier complet », France.
- **Vie des villes**, juillet 2012, revue hors série n°3.

Webgraphie

- <http://www.protegeonslaterre.com/toiture-vegetalisee/>
- <http://www.larousse.fr>
- <http://www.seine-et-marne.gouv.fr>
- <https://www.soprema.fr>
- www.batireco.fr
- <http://ville.montreal.qc.ca>
- <http://www.la-cambuse.fr>
- www.dictionnaire-environnement.com/HQE.html
- <https://www.nice.fr>
- ARENE, www.arenidf.org
- CSTB, www.resosol.org
- www.aqpere.qc.ca
- <http://www.plante-et-cite.ch>
- <http://www.lefigaro.fr>
- <http://www.medixdz.com/algerie.jpg>
- <http://www.medixdz.com/algerie.jpg>
- www.windfinder.com
- <http://aehd-hussein-dey.over-blog.com>
- www.Phytorestore.com
- <http://www.skyscrapercity.com>
- www.programme/habitat.org
- www.archdaily.com
- www.derbigum.be.com
- <http://greentop-greenroofs.com/fr>
- <http://www.uujj.co.kr>
- <https://docplayer.fr>
- <http://kosmo-polites.blogspot.com>
- <https://bo.portail.plantecite.vtech.fr>
- <https://docplayer.fr>



Repos cuisinier dormir	Hébergement	Logement de type F4 simple :	
		<ul style="list-style-type: none"> • Séjour 30 m² • Cuisine 15 m² • Chambre 01 20 m² • Chambre 02 18 m² • Chambre 03 17 m² • SDB 5 m² • WC 3 m² • Balcon 8 m² • Débarra 6 m² • Rangement 1.5 m² • Dégagement 9 m² 	
		Surface totale 132 m ²	
		Logement de type F4 duplex :	
		<ul style="list-style-type: none"> • Séjour 32 m² • Cuisine 16 m² • Chambre 01 22 m² • Chambre 02 18 m² • Chambre 03 16 m² • SDB 6 m² • WC 3 m² • Rangement 2 m² • Balcon 8 m² • Terrasse 92 m² • Dégagement 11 m² 	
		Surface totale 134 m ² + 92 = 226m ²	

Echange	Culture Découverte	Centre socioculturel :	
		<ul style="list-style-type: none"> • Hall d'accueil 72 m² • Salle polyvalente 517 m² { Loge 12 m² { La scène 45 m² { Arrière scène + salon 114 m² • Vestiaire femme 42 m² • Vestiaire homme 42 m² • Salon de thé 105 m² • Administration 35 m² • Sanitaires 30 m² • Club théâtre 96 m² { Petit scène 64 m² { Salle d'entraînement +53 = 114 m² { Vestiaire homme 22 m² { Vestiaire femme 22 m² { Bureau de directeur 12 m² { Dépôt 26 m² { Sanitaires 30 m² • Ecole de musique 36 m² { Salle de cour 44 m² { Salle d'entraînement +58 = 102 m² { Salle d'apprentissage 36 m² { Studio d'enregistrement 20 m² { Administration 35 m² { Dépôt d'instruments 44 m² { Sanitaires 30 m² • Salle de danse 285 m² • Circulations 20 % 	
		Surface totale 2295 m ²	

Repos cuisinier dormir	Hébergement	Logement de type F5 duplex :	
		<ul style="list-style-type: none"> • Séjour 40 m² • Cuisine 22 m² • Chambre 01 24 m² • Chambre 02 22 m² • Chambre 03 22 m² • Chambre 04 18 m² • SDB 7 m² • WC 3 m² • Balcon 8 m² • Débarra 7 m² • Dégagement 28 m² 	
		Surface totale 201 m ²	

Echange	Service	Garderie :	
		<ul style="list-style-type: none"> • Salle de détente 62+43= 105 m² • Salle de repos 22 m² • Salle de groupe 43 m² • Cuisine 34 m² • Bureau de directrice 16 m² • Infirmerie 15 m² • Personnel 10 m² • Sanitaires 20 m² 	
		Surface totale 385 m ²	
		Commerce :	
		<ul style="list-style-type: none"> • Superette 1220 m² • Grande boutique 1220 m² <ul style="list-style-type: none"> • Boutique d'artisanat 285 m² • Grande boutique vetement 1900 m² • Vents vaisselle et électro ménager 285 m² 	
		Surface totale 4910 m ²	
		Commerce et consommation :	
		<ul style="list-style-type: none"> • Restaurant <ul style="list-style-type: none"> Salle de consommation 1.5 m²/ personne 1230 m² Cuisine 402 m² Sanitaires 30 m² • Cafétéria <ul style="list-style-type: none"> Salle de consommation 320 m² Espace de préparation 68 m² Sanitaires 18 m² 	
		Surface totale 2068 m ²	
		Logistique	Technique
Surface totale 10 163 m ²			

Surface du terrain	10744 m ²
Nombre du Bloc	10 blocs
Nombre de logement	74 logements
Nombre de logement F2	4 logements
Nombre de logements F3	24 logements
Nombre de logement F4	30 logements
Nombre de logement F5	16 logements

Tableau II-3 : Programme quantitatif du projet
Source : auteur

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I-1 : Surcharges des différentes formes de végétation des toits.....	19
Tableau I-2 : Entretien et arrosage des systèmes de végétalisation.....	20
Tableau I-3 : Synthèse des contributions de la toiture végétalisée à la démarche HQE.....	27
Tableau II-1 : Synthèse de l'analyse de l'état des lieux de la ville d'El Hamma.....	44
Tableau II-2 : Synthèse de l'analyse de l'aire d'intervention.....	49
Tableau II-3 : Programme quantitatif du projet	51
Tableau II-4 : Fiche technique de la toiture végétalisée extensive.....	75
Tableau I-5 : Fiche technique de la toiture végétalisée intensive.....	76
Tableau I-6 : Fiche technique de la toiture végétalisée agriculture urbaine.....	77

LISTE DES ABREVIATIONS

ADIVET Association des Toitures Végétales

AFOM : Atouts - Faiblesses - Opportunité et Menaces

CES : Coefficient d'emprise au sol

CNERIB : Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment

CNERU : Centre National d'Etudes et de Recherche appliquée en Urbanisme

CO₂ : Gaz dioxyde de Carbone.

COS : Coefficient d'Occupation des Sols

DTU document technique unifié

DTR document technique réglementaire

HQE haute qualité environnementale

HLM habitation à loyer modéré

PDAU Plan Directeur d'Aménagement et d'urbanisme

III-2-1- Analyse thématique sur l'habitat mixte :

III-2-1-1- Définition de l'habitat :

SELON LE LAROUSSE : c'est un lieu habité par une population ; ensemble de faits géographiques relatifs à la résidence de l'homme ' formes, emplacements, groupements des individus. L'ensemble des conditions relatives à l'habitation amélioration de l'habitat.

C'est l'espace résidentiel et le lieu d'activités privées de repos, de récréation, de travail et de vie familiale avec leur prolongement d'activité publique commerciale, d'échanges sociaux et d'utilisation d'équipements et de consommation de biens et de services »¹

Le terme « habitat » signifie quelque chose de plus que d'avoir un toit et quelques mètres carré à sa disposition. D'abord, il signifie la rencontre d'autres êtres humains pour expérimenter la vie comme une multitude de possibilités, ensuite il signifie se mettre d'accord avec certains d'entre eux, c'est à dire accepter certaines valeurs communes. Enfin, il signifie être soit même, c'est à dire accepter son petit mode personnel.

« “Habiter” signifie “être-présent-au-monde-et-à-autrui”. Loger n'est pas “habiter”. L'action “d'habiter” possède une dimension existentielle. “Habiter” c'est construire votre personnalité, déployer votre être dans le monde qui vous environne et auquel vous apportez votre marque et qui devient vôtre. C'est parce qu'habiter est le propre des humains qu'inhabité ressemble à un manque, une absence, une contrainte, une souffrance, une impossibilité à être pleinement soi, dans la disponibilité que requiert l'ouverture »²



Figure III-01 : Habitation.
Source : <https://www.habiter.com>

¹ Christian Norbert-Schulz « Habiter: vers une architecture figurative », Paris, Electa moniteur

² Thierry Paquot « un point sur l'habiter, Heidegger, et après ... ».

II-2-1- Analyse thématique sur l'habitat mixte :

II-2-1-1- Définition de l'habitat :

SELON LE LAROUSSE : c'est un lieu habité par une population ; ensemble de faits géographiques relatifs à la résidence de l'homme ' formes, emplacements, groupements des individus. L'ensemble des conditions relatives à l'habitation amélioration de l'habitat.

C'est l'espace résidentiel et le lieu d'activités privées de repos, de récréation, de travail et de vie familiale avec leur prolongement d'activité publique commerciale, d'échanges sociaux et d'utilisation d'équipements et de consommation de biens et de services »³

Le terme« habitat » signifie quelque chose de plus que d'avoir un toit et quelques mètres carré à sa disposition. D'abord, il signifie la rencontre d'autres êtres humains pour expérimenter la vie comme une multitude de possibilités, ensuite il signifie se mettre d'accord avec certains d'entre eux, c'est à dire accepter certaines valeurs communes. Enfin, il signifie être soit même, c'est à dire accepter son petit mode personnel.

« “Habiter” signifie “être-présent-au-monde-et-à-autrui”. Loger n'est pas “habiter”. L'action “d'habiter” possède une dimension existentielle. “Habiter” c'est construire votre personnalité, déployer votre être dans le monde qui vous environne et auquel vous apportez votre marque et qui devient vôtre. C'est parce qu'habiter est le propre des humains qu'inhabité ressemble à un manque, une absence, une contrainte, une souffrance, une impossibilité à être pleinement soi, dans la disponibilité que requiert l'ouverture »⁴



Figure II-01 : Habitation.
Source : <https://www.habiter.com>

³ Christian Norbert-Schulz « Habiter: vers une architecture figurative », Paris, Electa moniteur

⁴ Thierry Paquot « un point sur l'habiter, Heidegger, et après ... ».

Habiter :

« Ni l'architecture, ni l'urbanisme de l'urbain ne suffisent pour réaliser l'habiter, mais ils en constituent les conditions »⁵

L'habiter est une notion fondamentale dans l'approche et la conception de l'architecture. L'habitation si l'on se réfère à la pensée de Heidegger signifie plus que refuge ; elle implique que l'espace où la vie se déroule soit des lieux au vrai sens du mot (autrement dit identifiable et appropriables).

Un lieu est un espace doté d'un caractère qui se distingue, un endroit où les événements s'établissent. Habiter n'est donc pas une simple pratique de l'habitat, ce n'est pas matériel mais c'est un rapport harmonieux entre l'humain et son environnement.

Un habitat durable :

Est un logement qui a été réalisé avec une économie de ressources et des matériaux les plus locaux possibles, pour un coût acceptable et une durée de vie adaptée à son usage. Cet habitat est économe tant au niveau de sa construction que dans son fonctionnement au quotidien⁶

III-2-1-2- les typologies d'habitat :

a. L'habitat urbain :

Apparaît aujourd'hui dans la grande majorité des pays en développement. Il est destiné à être occupé par des activités résidentielles dans un espace urbain, selon des modalités particulières et diverses de consommation, d'occupation du sol et de distribution des volumes bâtis caractérisé par une utilisation de la surface urbanisée relativement élevée et par une organisation et une structuration complexe des objets et lieux construits.

b. L'habitat rural :

L'habitat rural se distingue aisément. D'abord par sa fonction, qui est, d'origine, agricole. Toutefois la fonction n'a, comme élément de discrimination, qu'une valeur accessoire, car il y a des formes sédentaires de l'élevage du bétail.

⁵ Christian Norbert-Schulz « Habiter: vers une architecture figurative », Paris, Electa moniteur

⁶ Chambre de métiers l'artisanat Yvelines "Guide de l'habitat durable" pp3

c. L'habitat dispersé :

L'habitat est qualifié de dispersé quand la majeure partie de la population d'une zone donnée (terroir ou village) habite soit dans des hameaux soit dans des fermes isolées. Au contraire, dans l'autre type d'habitat rural - l'habitat concentré (ou groupé) - la population s'implante préférentiellement autour d'un bourg principal.

II-2-1-4- Analyse des exemples :

Exemple 01 : Logements dans le secteur "Vignoles Est" ; a Paris 20e.

1- Présentation et situation du projet :

Le projet s'inscrit dans le cadre d'un renouvellement urbain conduit par la reconnaissance des valeurs du quartier faubourien. Motivée par l'intégration souhaitée de l'équipement sportif implanté en cœur d'îlot, la vaste toiture du gymnase est investie par un jardin pédagogique public. Une valorisation foncière des usages qui conduit également à l'optimisation des ressources avec notamment la récupération des eaux de pluies pour l'arrosage du jardin et les sanitaires des logements. Le projet se situe à Paris, dans un quartier du 20ème arrondissement.

2- Fiche technique :

Maître d'ouvrage : Paris Habitat
Programme : 47 lgts, gymnase, jardin, parking
Superficie : 3 630 m ² lgts + 1 650 m ² gym. shon
Coût : 8 090 890 €ht
Mission : Etudes & Réalisation
Mandataire : toa architectes associés
Partenaires : Apl, MDetc, Evp, Cferm, Ayda, Hurpy
Chef de projet : Christelle Besseyre



Figure II-03 : Vue sur les logements.
Source : <https://www.habitat:durable/paris.com>

3- Problématique de son implantation :

La ville concentre les désirs et frustrations des citoyens. Espace fortement convoité et si concentré, il défie chaque jour l'utopie du vivre ensemble. Comment bâtir un espace partagé dans lequel chacun puisse trouver sa place ?

4- Analyse de site :

Accessibilité : Les logements dans le secteur Vignoles Est a deux accès piétons le premier qui est l'accès au logement, tandis que l'autre qui est secondaire qui mène vers le jardin. On trouve un autre accès mécanique.



Figure II-04 : l'accessibilité aux logements.
Source : <https://www.habitat:durable/paris.com>

5- Fonction et programme :

Optimisation du foncier par l'imbrication des programmes (logements, gymnase et jardin suspendu) / 40 à 80 cm de terre sur le toit du gymnase pour les cultures du jardin associatif. Espace public inattendu situé en belvédère sur les toits de Paris, ce jardin partagé, investi de pratiques associatives, constitue une respiration ainsi qu'un lieu de sociabilité à l'échelle du quartier et au-delà.

Programme :

- 47 logements : 3630m².
- Gym : 1 650m².
- jardin associatif.
- Parking.



Figure II-05 : Vue sur les logements.
Source : <https://www.habitat:durable/paris.com>

6- Organisation spatial et fonctionnel :

En cœur d'îlot, l'intégration souhaitée d'un équipement sportif au sein d'un ensemble de logements a conduit à envisager la toiture du gymnase comme un "jardin suspendu" : cinquième façade sur laquelle s'ouvrent les habitations, qui bénéficient d'orientations multiples. Le projet compte une diversité d'appartements D'une pièce (T1) aux 4 pièces

Annexe I

simplexe ou en duplex (TD1...TD4). La conception des plans des appartements a privilégié la mixité social et de favorisé des liens communautaire avec la création du jardin associatif qui n'est pas seulement destiné au habitant de la résidence mais aussi au habitant de tout le quartier ; des accès indépendants de la résidence menant au jardin associatif apparait en façade.

La partie résidentielle se compose de 47 logements du type simplex (Allant du T1 au T45) et du type duplex (T4), repartis entre 2 bâtiments.



Figure II-06 : plan de RDC.
Source : <https://www.habitat:durable/paris.com>



Figure II-07 : plan de 1ere étage.
Source : <https://www.habitat:durable/paris.com>

7- Concepts architecturaux :

Volume : Le projet a une forme simple composé de 3 volumes

Façade : on remarque que les façades de ces logement sont subdivisé es en 2 parties à travers une vitre, on aperçoit des sportifs s'entraîner dans un gymnase. On s'approche encore, pour emprunter un long escalier en béton et en métal qui mène au toit de ce gymnase.



Figure II-08 : coupe sur les logements.
Source : <https://www.habitat:durable/paris.com>

Conclusion :

Paris Habitat a permis de créer l'un des premiers jardins sur les toits parisiens. La toiture terrasse du gymnase intègre des fosses de plantations profondes en bandes permettant ainsi de créer un véritable jardin porté issu d'un processus de concertation auprès des différents acteurs du quartier, ce jardin partagé suspendu au milieu des toits de la capitale est devenu un lieu d'échanges et de rencontres, un espace de vie en cœur d'îlot. Aujourd'hui, une association d'aide aux personnes en situation morale et sociale difficile gère et se charge de l'animation du jardin.



Figure II-09 : terrasse jardin à Paris.
Source : <https://www.habitat:durable/paris.com>

Exemple 02 : Quartier El Ryad à Oran

1- Présentation et situation du projet :

Premier programme que le Groupe des Sociétés Hasnaoui prend en charge sur le territoire de la wilaya d'Oran, El Ryad est un projet de promotion immobilière qui s'étend sur une superficie totale de 450.000 m². Conçu comme un nouveau quartier de la zone Est de la ville d'Oran, il se distingue par une basse densité du bâti, de façon à offrir aux futurs acquéreurs les meilleures conditions de vie. L'ensemble immobilier El Ryad est un des plus importants projets immobiliers d'Oran. Il est situé dans la commune de Bir El-Djir à l'extrémité orientale d'Oran, longeant le 4^e périphérique.

2- Fiche technique :

Maître d'ouvrage : Wilaya d'Oran
Programme : 1772 logements
Superficie : 450.000 m ²
Chef de projet : le Groupe des Sociétés Hasnaoui
Wilaya : Oran



Figure II-10 : Quartier El Ryad Oran .
Source : <https://www.groupe.hasnaoui.com>

3- Problématique de son implantation :

Initié à la demande de l'ancien Wali d'Oran pour la réalisation d'une opération modèle sur cette ville, en s'appuyant sur l'expérience capitalisée par le Groupe des sociétés HASNAOUI au niveau de la wilaya de SIDI-BEL-ABBES, ce programme a été lancé avec comme objectif la création d'un logement de qualité, mais aussi et surtout un cadre de vie agréable tout en tenant compte du mode de vie Algérien.

4- Analyse de site :

Ce projet, qui s'insère dans le POS 51, réalisé sur un site de 42 hectares protégé des pollutions visuelle et sonore par une ceinture d'immeubles, 50% de l'espace sera réservé à des espaces verts.

Le périmètre du site est délimité :

Au nord : par des terres agricoles et une route

A l'Est : par le 4^{ème} boulevard périphérique

Au Sud : par une route à double voie

A l'Ouest : par des terrains non construits



Figure II-11: plan d'implantation du quartier
Source : <https://www.groupe.hasnaoui.com>

5- Programme :

Nombre totale de logements 1772 logements, les logements collectifs 1540, logements individuels 45. Le complexe d'habitation est composé par 3 grands groupes qui se répartissent sur le terrain, Les gabarits des bâtiments hauts (R+8), les gabarits intermédiaires (R+6) et les gabarits bas (R+1) des villas.

L'ensemble est doté de bureaux, commerces et parking et intégré dans un site où seront réalisées 3 écoles, 1 CEM, 1 lycée, 1 technicum, 1 salle omnisport, 1 complexe sportif, 1 piscine, 1 centre de soins, 1 sûreté urbaine, 1 jardin public, 1 hôtel, 1 tour administrative, 1 mosquée, 1 centre de remise en forme.

6- Concept architecturale :

Résidences ouvertes, édifiées sur des galeries commerciales situées sur les grands axes routiers et avec des parkings privatifs semi-enterrés au niveau des RDC, ce concept permet une ventilation et un éclairage naturel de ces espaces tout en assurant une transition entre l'espace public et l'espace privé par l'introduction de cours réservées aux copropriétaires, cette solution présente plusieurs avantages, notamment en termes de sécurité.



Figure II-12 : les logements individuels et collectifs du quartier
Source : <https://www.groupe.hasnaoui.com>

La répartition des bâtiments a été conçue de sorte à permettre aux habitations d'avoir une double exposition au soleil et une ventilation transversale qui devraient conférer aux appartements un niveau de confort appréciable et des performances énergétiques élevées, avec l'intégration de techniques modernes de construction, des matériaux adéquats ainsi que des équipements extérieurs de haute qualité.

Le quartier mettra à la disposition des demandeurs des logements tout les équipements nécessaires, pour accéder à la propriété d'un logement, les clients seront tenus au préalable d'adhérer à la philosophie du projet immobilier qui vise à promouvoir la culture de la convivialité et de la citoyenneté. Dans la répartition des espaces tant intérieurs que les espaces communs, Le projet a parfaitement intégré le mode de vie et la culture algérienne en individualisant la propriété, tout en respectant les notions de copropriété en faisant la claire distinction entre l'espace privé à travers des options qui sécurisent et qui confortent ses utilisateurs.

7- Aspect technique :

En plus des doubles vitrages sur châssis en aluminium, les parois extérieures sont réalisé en système d'isolation thermique, cela supprime de fait tous les ponts thermiques et permet des performances énergétiques remarquables.

Une isolation thermique appliquée par l'extérieur présente divers avantages, soit en termes de réalisation grâce à sa rapidité d'exécution ou en termes esthétiques car cet « habillage » du bâtiment corrige tous les défauts d'exécution des murs en maçonnerie. Cette solution permet aux bâtiments d'être durables énergétiquement, en réduisant de façon significative les consommations d'énergie.

Une nouvelle infrastructure IPTV, téléphonie et Internet haut débit est installée au niveau du quartier afin de pouvoir proposer une offre complète : téléphone, télévision, internet, un système d'abonnement est proposé avec une marge pour la société de gestion.

Collecter les déchets par tri sélectif (le tri sélectif des déchets est opérationnel au niveau du quartier avec des campagnes de sensibilisation a destination des copropriétaires) le produit de cette collecte sera vendu pour des sociétés de recyclages.

Vu 3D





