

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA 1

INSTITUT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN  
ARCHITECTURE

OPTION : ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE

*« Conception morphologique d'un quartier durable à de Tessala El Merdja ».*

**Le rôle de la végétation dans la réduction des effets de l'îlot de chaleur  
urbain pour un confort thermique.**

**PRESENTE PAR :**

CHERAIR Nour Elhouda

LAZAR Zoubida

**ENCADRE PAR :**

Mme. HADJ ARAB. Jamila

Mme. SAKKI Hania

**Année Académique : 2016/2017**

*«La ville est une agglomération transformable, améliorabile, il ne suffit pas de démolir pour recommencer car chaque espace a toujours acte de culture. alors il faut faire la ville en tenant compte de ce qui existe encore d'hier et l'améliorer. »*

Jean Nouvel

*« L'espace vert se définit en milieu urbain comme un espace public de nature et de verdure. Sorte de poumon dans la cité, il se définit comme étant un espace de liberté, d'ouverture et de nature liée à la végétation. »*

Pierre merlin et Françoise Choay

*« Soleil, espace, verdure. Les immeubles sont posés dans la ville derrière la dentelle d'arbres. Le pacte est signé avec la nature »*

Le Corbusier dans son ouvrage «Vers une architecture»

*« Et si c'était le végétal qui ordonnait l'urbanisation ? »*

Caroline Stefulesco (1993) sur l'urbanisme végétal

# Remerciements

Nous remercierons en premier lieu *DIEU* le tout puissant qui nous a donné la santé et le courage de terminer ce travail.

Ensuite, nous tenons à remercier notre promotrice madame **Hadj Arab Jamila**, pour ses conseils, ses orientations, sa disponibilité. A madame **Sakki Hçnia** pour toutes les informations fournies, sa grande disponibilité et son soutien.

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

Nous tenons à remercier surtout nos parents qui n'ont jamais cessé de nous encourager durant l'élaboration de ce travail,

Enfin, nous remercions toute personne qui a participé de près ou de loin à l'accomplissement de ce modeste travail

On espère que notre mémoire de master servira de support pour les années à venir.

**GRAND MERCI.**

# 📖 Dédicaces

*Je dédie ce travail :*

À ma chère **Maman** que j'aime, qui m'a soutenu durant toutes ces années d'études pour me pousser vers toujours plus d'efforts,

À ma douce grand-mère merci pour avoir été toujours présente,

À mes sœurs, À mon chère frère Mounir.

À toutes mes cousines.

À toute les membres de ma famille **CHERAIR** et **AMAR SETTI**.

À mes meilleurs collègues et amis avec qui j'ai passé des moments mémorables : Asma, Sarah, Anes, Malika, Ibtissem, Samia et Abdou.

À ma binôme zoubida.

Merci à toutes et à tous.

*Nour Elhouda.*

# ٲٲٲٲٲٲٲ

ٲٲٲٲٲٲٲٲٲٲٲ,

ٲٲٲٲٲٲٲٲٲٲٲ Karima,

Je vous dois ce que je suis aujourd'hui, et cela grâce à votre amour,  
à votre patience et vos innombrables sacrifices.

Que ce modeste travail, soit pour vous une petite compensation et  
reconnaissance envers ce que vous avez fait d'incroyable pour moi.

Que dieu, le tout puissant, vous préserve et vous procure santé et  
longue vie afin que je puisse à mon tour vous combler.

ٲٲٲٲٲٲٲٲٲٲٲ Mohammed et mon jumcau Omar et ma très  
chère soeur Meriem.

Je vous dis tout simplement, un grand merci, je vous aime.

ٲٲٲٲٲٲٲٲٲٲٲ amis

En témoignage de l'amitié sincère qui nous a liés et des bons  
moments passés ensemble

ٲٲٲٲٲٲٲٲٲٲٲ, Sara, Asma

ٲٲٲٲٲٲٲٲٲٲٲ Nour Elhouda

En souvenir de nos éclats de rire, des bons moments et des nuits  
blanches.

En souvenir de tout ce qu'on a vécu ensemble. J'espère de tout mon  
cœur que notre amitié durera éternellement.

Zoubida.

## **Résumé :**

Notre projet de fin d'étude intitulé « la conception d'un quartier durable à Tessala El mardja » représente l'interaction entre la forme urbaine/tissu et la forme urbaine et le climat, le phénomène de l'îlot de chaleur est un problème climatique urbain. Il est problématique par la forme du tissu d'un part et par la diminution et l'inexistence des espaces végétalisés en ville.

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'impact de la forme urbaine et de la végétation dans le milieu urbain, en vue de répondre au confort extérieur par la réduction des effets du phénomène de l'îlot de chaleur urbain et au confort intérieur par la réduction des consommations énergétiques dans le bâtiment.

De ce fait, on s'est basé spécialement à définir le rôle des outils de conception liés à la morphologie urbaine et le climat dans des différents types de tissu à travers les siècles 19/20/21. Le 21<sup>èm</sup> siècle préconise l'îlot ouvert comme solution morphologique qui répond aussi bien aux problèmes du tissu que du climat à savoir ,le problème de l'îlot de chaleur urbain. Nous avons utilisé 2 outils statique et dynamique, le statique est défini par les indicateurs morphologiques climatiques, et le dynamique par l'outil Envi-met, ces outils nous ont aidé à vérifier si les choix conceptuels élaborés précédemment sont corrects et donc ont diminué le phénomène de l'îlot de chaleur urbain et amélioré le confort thermique extérieur. Par contre la conception architecturale bioclimatique élaborée dans notre bâtiment est vérifiée par l'outil revit.

**Mots-clés :** la morphologie urbaine, l'îlot de chaleur urbain(I.C.U), l'îlot ouvert, quartier durable, la végétation, le confort thermique, consommation énergétique, Envi-met, Revit 2017.

## TABLE DES MATIERES

### CHAPITRE INTRODUCTIF

PROBLEMATIQUE DE L'ATELIER .....	1
INTRODUCTION GENERALE.....	4
PROBLEMATIQUE GENERALE .....	5
HYPOTHESES .....	6
OBJECTIFS .....	6
STRUCTURE DE MEMOIRE .....	7

### CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>9</b>
I.1/ analyse urbaine des villes de XIXe, XXe et XXIe siècle.....	9
I.1.1/ La ville de XIXe siècle.....	9
I.1.2/ La ville de XXe siècle .....	9
I.1.3/ La ville de XXIe siècle .....	10
I.1.4/ Analyse des exemples .....	12
I.2/ Le phénomène de l'îlot de chaleur urbain .....	16
I.2.1/ Définition du phénomène de l'îlot de chaleur urbain .....	16
I.2.2/ Les différentes échelles d'étude des îlots de chaleur urbains .....	17
I.2.3/ Les causes du phénomène de l'îlot de chaleur urbaine .....	17
I.2.4/ Les effets de l'îlot de chaleur urbain .....	18
I.2.5/ Les stratégies pour la réduction de l'effet de l'îlot de chaleur urbain .....	19
I.2.5.1/ La morphologie urbaine et les indicateurs morphologiques urbains .....	20
a. La définition de la morphologie urbaine .....	20
b. Analyse énergétique (les indicateurs de la morphologie urbaine .....	22
I.2.5.2/ La végétation .....	23
a. Généralités .....	23





II.1.2/ Présentation du site d'intervention.....	46
II.1.3/ Analyse du site dans son contexte naturel .....	47
II.1.3.1/ Morphologie du site .....	47
II.1.3.2/ Topographie du site .....	47
II.1.3.3/ Les données climatiques .....	48
II.1.4/ Analyse du site dans son contexte construit .....	49
II.1.4.1/ Le non bâti .....	49
II.1.4.2/ Le bâti .....	50
<b>II.2/ Phase de conception .....</b>	<b>52</b>
II.2.1/ A l'échelle du quartier .....	52
II.2.1.1/ La structuration du quartier .....	52
II.2.1.2/ Le programme des fonctions .....	54
II.2.1.3/ les étapes de l'élaboration de la forme du bâti .....	57
II.2.1.4/ Les aspects durables intégrés à l'échelle du quartier .....	64
II.2.2/ A l'échelle de l'îlot .....	66
II.2.2.1/ Les accès .....	66
II.2.2.2/ Les fonctions .....	67
II.2.2.3/ disposition des espaces .....	68
II.2.2.4/ aménagement de l'espace extérieur .....	68
II.2.3/ A l'échelle de bâtiment .....	70
II.2.3.1/ concept fonctionnel .....	70
II.2.3.2/ Les aspects bioclimatiques intégrés dans le bâtiment .....	72
II.2.3.3/ La conception des façades .....	74

## **CHAPITRE III : EVALUATION ENERGETIQUE**

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>76</b>
III.1/ A l'échelle de quartier : Logiciel ENVI-met 4.0 .....	76
III.1.1/ Description du logiciel ENVI-met 4.0 .....	76
III.1.2/ L'interface du logiciel ENVI-met 4.0 .....	77

III.1.3/ Simulation du cas choisis.....	77
III.1.4/ processus de l'application du logiciel ENVI-met 4.0 .....	79
III.1.5/ La lecture du parcours des températures .....	81
III.2/ A l'échelle de bâtiment : Logiciel REVIT 2017 .....	83
III.2.1/ Description du logiciel REVIT 2017 .....	83
III.2.2/ L'interface du logiciel REVIT 2017 .....	83
III.2.3/ Simulation d'énergie du logement choisis.....	84
III.2.4/ processus de l'application du logiciel REVIT 2017 .....	84
III.2.5/ Analyse de résultats de simulation d'énergie .....	88
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>90</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure : méthodologie de travail .....	8
Figure I.1 : les trois âges de la ville .....	11
Figure I.2 : situation de la ville d'Amsterdam .....	12
Figure I.3 : les canaux d'Amsterdam.....	12
Figure I.4 : alignement des façades.....	12
Figure I.5 : plan de Berlage.....	12
Figure I.6 : l'îlot amstellodamien.....	12
Figure I.7 : illustration de traitement des angles.....	12
Figure I.8 : illustration traitement des angles.....	12
Figure I.9 : façade de bâtiment de XIX <sup>e</sup> siècle .....	12
Figure I.10 : localisation de la daïra d'ouled yaich .....	13
Figure I.11 : localisation de la cité 1000 logements .....	13
Figure I.12 : système viaire.....	13
Figure I.13 : les espaces extérieurs.....	13
Figure I.14 : espace extérieur non structuré.....	13
Figure I.15 : espace extérieur non structuré.....	13
Figure I.16 : système bai .....	13
Figure I.17 : pas d'alignement de façade sur la voirie.....	13
Figure I.18 : vue à travers la voie principale .....	13
Figure I.19 : des bâtiments en forme de barre .....	13
Figure I.20 : le quartier Masséna .....	14
Figure I.21 : localisation du quartier Masséna .....	14
Figure I.22 : localisation du quartier Masséna .....	14
Figure I.23 : système viaire .....	14
Figure I.24 : les espaces extérieurs .....	14
Figure I.25 : système bâti .....	14
Figure I.26 : la continuité des façades .....	14
Figure I.27 : les équipements dans le quartier .....	14
Figure I.28 : îlot ouvert .....	14
Figure I.29 : illustration des bâtiments alignés sur la voirie .....	15
Figure I.30 : singularité des bâtiments .....	15
Figure I.31 : les jardins privatifs .....	15
Figure I.32 : illustration des échappées visuelles .....	15
Figure I.33 : Variation des différentes températures de l'air et des surfaces en jour et nuit...16	16
Figure I.34 : les paramètres qui influencent la température urbaine .....	18
Figure I.35 : Organigramme des mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains concernant l'aménagement urbain .....	19
Figure I.36 : la densité de bâti.....	20
Figure I.37 : le contrôle de la température par la végétation dans les variations saisonnières et diurnes .....	24
Figure I.38 : Les végétaux couvrants .....	25

Figure I.39 : Traitement de la façade ouest .....	26
Figure I.40 : Les différents effets de la végétation .....	26
Figure I.41 : chronologique de développement durable .....	27
Figure I.42 : les piliers du développement durable .....	28
Figure I.43 : quartier durable Adelshoffen .....	28
Figure I.44 : parking à la périphérie .....	29
Figure I.45 : placette en cœur de quartier Vern-sur-Seiche .....	29
Figure I.46 : Scharnhauser parc à Stuttgart .....	29
Figure I.47 : passage à gué d'un ruisseau. Saint-Jacques-de-la-Lande .....	30
Figure I.48 : toiture végétalisée sur bâtiments, quartier Rieselfeld .....	30
Figure I.49 : composteur collectif quartier Vauban, fribourg .....	30
Figure I.50 : : parc écologique.....	30
Figure I.51 : La carte de l'Allemagne .....	31
Figure I.52 : La carte de Freiburg .....	31
Figure I.53 : Situation de Vauban à Freiburg .....	31
Figure I.54 : Diagramme de température .....	31
Figure I.55 : Modalité d'accès .....	31
Figure I.56 : Réseau viaire .....	31
Figure I.57 : les équipements.....	31
Figure I.58 : les façades ensoleillées .....	32
Figure I.59 : les consommations énergétiques .....	33
Figure I.60 : implantation de bâtiment par apport au soleil .....	34
Figure I.61 : la forme compacte .....	34
Figure I.62 : orientation des espaces par rapport au soleil .....	35
Figure I.63 : Bilan thermique du corps avec son environnement .....	36
Figure I.64 : système de chauffage passif .....	36
Figure I.65 : système de rafraîchissement passif .....	37
Figure I.66 : Jardins suspendus de Babylone .....	38
Figure I.67 : Kvikvik, Islande, 1900 .....	38
Figure I.68 : School of Art, Design and Media .....	38
Figure I.69 : Bâtiment d'habitat France .....	38
Figure I.70 : Toiture végétale extensive//Toiture végétale semi-intensive//Toiture végétale intensive .....	39
Figure I.71 : composant d'un toit végétal .....	40
Figure I.72 : Amélioration du microclimat par la toiture végétalisée .....	41
Figure I.73 : comparaison de la gestion de l'eau par un toit non végétalisé et un toit végétalisée .....	42
Figure I.74 : Multiplication des toits végétaux comme moyen de réduction de l'effet d'ICU .....	43
Figure I.75 : différentes configurations d'un toit végétal .....	43
Figure II.1 : La situation d'Alger dans l'Algérie.....	45
Figure II.2 : Localisation de la commune dans la wilaya d'Alger.....	45
Figure II.3 : les limites administratives de la commune.....	45
Figure II.4 : localisation du site dans la commune de Tessala el Merdja.....	46

Figure II.5 : les limites du site.....	46
Figure II.6 : la forme du site.....	47
Figure II.7 : les dimensions du site.....	47
Figure II.8 : Les coupes sur le terrain.....	47
Figure II.9 : la topographie du site.....	47
Figure II.10 : les variations de température.....	48
Figure II.11 : l'humidité.....	48
Figure II.12 : les précipitations.....	48
Figure II.13 : rose des vents.....	48
Figure II.14 : les vents dominants du site.....	48
Figure II.15 : durée d'ensoleillement.....	48
Figure II.16 Diagramme bioclimatique du bâtiment.....	48
Figure II.17 : système viaire.....	49
Figure II.18 : les espaces extérieurs.....	49
Figure II.19 : système bâti.....	50
Figure II.20 : les équipements.....	50
Figure II.21 : schématisation de la discontinuité des voies.....	51
Figure II.22 : irrégularité des ilots et circulation étroite.....	51
Figure II.23 : les voies à exploiter pour la structuration.....	52
Figure II.24 : étape 01.....	53
Figure II.25 : étape 02.....	53
Figure II.26 : étape 03.....	53
Figure II.27 : étape 04.....	53
Figure II.28 : étape 05.....	53
Figure II.29 : étape 06.....	53
Figure II.30 : étape 07.....	54
Figure II.31 : la structuration finale.....	54
Figure II.32 : statut des voies.....	54
Figure II.33 : espace vert proposé.....	55
Figure II.34 : l'emplacement de place et équipements proposé.....	56
Figure II.35 : l'emplacement des habitats proposé.....	57
Figure II.36 : le bâti en périphérie de l'îlot.....	57
Figure II.37 : étape 01.....	58
Figure II.38 : étape 02.....	59
Figure II.39 : étape 03.....	59
Figure II.40 : étape 04.....	61
Figure II.41 : comparaison entre les indicateurs morphologiques.....	63
Figure II.42 : la mixité fonctionnelle.....	64
Figure II.43 : la mobilité douce.....	64
Figure II.44 : la mixité sociale.....	64
Figure II.45 : locaux poubelles.....	65
Figure II.46 : la gestion des déchets.....	65
Figure II.47 : coupe schématique de récupération des eaux.....	65
Figure II.48 : la gestion des eaux.....	65

Figure II.49 : ilot choisis .....	66
Figure II.50 : les accès .....	66
Figure II.51 : parking sous-sol .....	67
Figure II.52 : coupe sur le parking sous-sol .....	67
Figure II.53 : les fonctions en RDC .....	67
Figure II.54 : les fonctions en 1 <sup>er</sup> étage .....	67
Figure II.55 : les fonctions en 2~5 <sup>ème</sup> étage .....	67
Figure II.56 : disposition des espaces .....	68
Figure II.57 : Aménagement de l'espace extérieur .....	69
Figure II.58 : coupe schématique de type de végétation utilisé.....	69
Figure II.59 : bâtiment choisis .....	70
Figure II.60 : étape 01.....	70
Figure II.61 : étape 02 .....	70
Figure II.62 : étape 03 .....	71
Figure II.63 : étape 04 .....	71
Figure II.64 : étape 05 .....	71
Figure II.65 : la disposition des espaces .....	72
Figure II.66 : la ventilation naturelle .....	73
Figure II.67 : polystyrène expansé .....	73
Figure II.68 : double vitrage.....	73
Figure II.69 : toit végétal extensif .....	74
Figure III.1 : interface de logiciel ENVI-met V4.0 .....	77
Figure III.2 : plan de masse de quartier .....	77
Figure III.3 : fichier éditeur du quartier étudié .....	78
Figure III.4 : étape 01 .....	79
Figure III.5 : étape 02 .....	79
Figure III.6 : étape 03 .....	79
Figure III.7 : étape 04 .....	79
Figure III.8 : étape 05 .....	80
Figure III.9 : étape 06 .....	80
Figure III.10 : étape 07 .....	80
Figure III.11 : étape 08 .....	80
Figure III.12 : le parcours de température à 08h .....	81
Figure III.13 : le parcours de température à 10h .....	81
Figure III.14 : le parcours de température à 12h .....	81
Figure III.15 : le parcours de température à 14h .....	81
Figure III.16 : le parcours de température à 16h .....	81
Figure III.17 : le parcours de température à 18h .....	81
Figure III.18 : le parcours de température à 20h .....	81
Figure III.19 : le parcours de température à 22h .....	81
Figure III.20 : interface de logiciel REVIT 2017 .....	83
Figure III.21 : le bâtiment choisi .....	84
Figure III.22 : modélisation de bâtiment choisis dans REVIT .....	85
Figure III.23 : modification des paramètres du toit .....	85
Figure III.24 : les composantes de toiture végétale extensive .....	85

Figure III.25 : le détail de toiture végétal extensif créer dans REVIT .....	85
Figure III.26 : modification des paramètres des murs extérieurs .....	86
Figure III.27 : modification des paramètres des fenêtres .....	86
Figure III.28 : modification des paramètres d'énergie .....	87
Figure III.29 : le modèle énergétique de logement .....	87

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 01 : les effets de l'îlot de chaleur urbain.....	18
Tableau 02 : Tableau analyse énergétique comparative.....	22
Tableau 03 : tableau comparatif des types de toitures végétalisées.....	39
Tableau 04 : programme des équipements proposés.....	56
Tableau 05 : vérification de l'ensoleillement au mois de janvier.....	60
Tableau 06 : vérification de l'ensoleillement au mois de janvier.....	62
Tableau 07 : Les différents paramètres introduits au quartier simulé.....	78
Tableau 08 : la comparaison entre la température.....	82

# Chapitre introductif



## **Problématique de l'atelier :**

Depuis une centaine d'années, le climat change sur notre planète. La plupart de ces changements sont dus aux activités humaines sur l'environnement. Ces changements sont liés aux émissions de gaz à effet de serre (GES). Ils se poursuivront encore et pourraient avoir des conséquences néfastes sur les écosystèmes, l'économie, les populations, leur santé et leur confort.

La recherche du confort dans toute condition climatique pour l'homme, reste une constante dans les constructions humaines. Des solutions constructives ont été mises en œuvre par nos prédécesseurs dans des conditions climatiques variées afin de rechercher le confort et le bien être respectant toujours l'environnement.

L'homme à la fois constructeur et utilisateur de son environnement l'a toujours respecté et collaboré avec. Aujourd'hui à l'inverse l'homme ne collabore plus ni avec son milieu naturel ni avec son milieu bâti, il est en partie à l'origine de tous ces changements et ses modifications climatiques donc à l'origine de la crise environnementale.

La crise environnementale est apparue au 19<sup>ème</sup> siècle avec la notion de développement basée sur la technologie et l'industrie. Ce développement s'est accompagné d'une rupture avec les manières de faire et de construire avant l'industrialisation. C'est ainsi que la disponibilité de nouveaux matériaux et l'émergence de nouveaux procédés technologiques ont induit l'uniformisation de la manière de construire ne tenant plus compte de l'environnement dans lequel s'opère l'intervention. Ce changement d'attitude a eu pour conséquence non seulement la dégradation de l'environnement naturel, la pollution, le réchauffement climatique mais aussi la rupture avec l'environnement bâti.

Actuellement les débats sur les villes sont au cœur du problème environnemental en effet la crise environnementale est ramenée à la crise de la ville ou crise urbaine.

Aujourd'hui une double approche urbaine / environnementale est mise au point aussi bien par les architectes que les urbanistes avec des stratégies de développement durable. Le développement est devenu durable suite à cette prise de conscience collective (améliorer les conditions d'existence des communautés humaines, tout en restant dans les limites de la capacité de charge des écosystèmes).

La plupart des principes environnementaux préconisés de nos jours ont été déjà expérimentés par différents mouvements architecturaux depuis la révolution industrielle, elles touchaient le projet architectural à l'échelle du bâtiment seulement. Aujourd'hui, les expérimentations se multiplient, le développement durable est devenu le concept général, il touche aussi bien le bâtiment, la ville et le territoire. Architecture bioclimatique, architecture écologique, architecture solaire ou architecture durable visent toutes à concevoir des « projets » respectueux de l'environnement.

Environnement physique (naturel et bâti), économique, social, et culturel afin de garantir aux citoyens d'aujourd'hui et de demain un développement durable.

«Le milieu urbain à savoir : l'habitat, l'industrie et les transports représentent les 3 grands domaines d'influence sur les modifications du climat de la ville. Ils affectent le microclimat urbain par les effets de serre et participent à sa détérioration par les îlots de chaleur, l'étalement urbain, la prédominance de l'automobile dans le transport urbain». ....

Les urbanistes et les architectes sont préoccupés aujourd'hui à lutter contre le phénomène de l'îlot de chaleur par la forme et la structure urbaine et architecturale afin de rétablir la qualité environnementale, le confort et le bien être des habitants et garantir aux citoyens d'aujourd'hui et de demain une bonne qualité vie, saine et confortable.

Rétablir la qualité environnementale a pour conséquence

- la préservation des ressources naturelles
- la diminution et la maîtrise de la consommation énergétique
- la diminution de la pollution

De nombreuses interventions sur les caractéristiques structurelles et morphologiques de la ville sont possibles à modifier afin d'intervenir sur le climat urbain et diminuer l'effet de l'îlot de chaleur à travers : la densité du bâti, la forme du bâti (compact / poreux), l'orientation du bâti, la hauteur des bâtiments, l'orientation et la largeur des rues, la couleur et les matériaux des bâtiments, la densité des parcs et autres espaces verts, les matériaux des sols, le mode de transport (densité et type de circulations), etc.

Avec de telles modifications, il est possible d'améliorer le confort des habitants à l'extérieur et à l'intérieur et réduire ainsi la demande d'énergie des bâtiments pour le chauffage et la climatisation, réduire la pollution atmosphérique et donc l'effet de l'îlot de chaleur qui est aujourd'hui problématique au microclimat de la ville. « L'îlot de chaleur est un phénomène propre à la ville, il est de fait engendré par elle, ses activités, sa forme et ses matériaux »

Dans le cadre de l'atelier architecture bioclimatique nous nous investissons dans la conception bioclimatique avec la stratégie de développement durable, puisque cette dernière touche à la fois l'échelle urbaine et architecturale visant les aspects environnementaux, économiques, sociaux et culturelles.

Le développement durable préconise la forme urbaine dans son rapport avec le sol. Malheureusement le support qu'utilise jusqu'à maintenant l'architecture à savoir le sol ne permet plus à la structure de la ville d'évoluer avec les structures préexistantes. Le retour vers la ville ne peut se faire que par une réflexion d'architecture urbaine ou « le projet doit d'abord chercher à poser ses propres conditions d'inscription dans la ville » Spighai, Le plan et l'architecture de la ville.

Nous considérons que les voies/parcours sont les éléments qui déterminent la continuité et l'évolution de la ville (structure de la ville) et qui ordonne la logique de découpage de l'îlot et l'implantation du bâti.

L'îlot ouvert comme forme du bâti est la réponse proposée par les urbanistes et les architectes du 21<sup>ème</sup> siècle, réponse aussi bien urbaine que climatique. Ils proposent plus de porosité et moins de compacité, dénoncent les cloisonnements, les séparations des fonctions pour plus de sociabilité et de fonctionnalité avec moins de circulation. Les exigences environnementales climatiques et sociales sont au cœur des réflexions des formes urbaines et architecturales préconisés dans ce siècle.

L'espace urbain et l'espace architectural s'impose la complémentarité, la cohabitation dans le respect réciproque.

La conception urbaine et architecturale pour une amélioration de l'environnement : physique, social, économique et culturel n'était pas notre seule préoccupation pédagogique, nous nous sommes préoccupés aussi à définir une démarche, un développement d'une méthodologie de conception avec des moyens de représentation et de schématisation.

## Introduction Générale :

La ville d'aujourd'hui est en situation alarmante vu l'apparition de la crise urbaine et la crise environnementale survenues avec la révolution industrielle et la charte d'Athènes .cette crise urbaine a touché d'une part, le tissu urbain dans sa structuration (au sol) et dans sa morphologie (bâti).et d'autre part, l'augmentation des zones urbaines et industrielles menaçant le climat urbain,d'où un changement climatique, des gaz à effet de serre rejette dans l'atmosphère qui contribue à polluer la qualité de l'air, la dégradation des écosystèmes, la qualité de vie et la santé de l'être humain ainsi la hausse température, les scientifiques mondiaux réunis au sein du GIEC prévoient une augmentation de la température moyenne à la surface du globe comprise entre 1.1 °C et 6.4°C au cours du siècle<sup>1</sup>.

suite à cette hausse température, une augmentation brutale des besoins en énergie.la ville devienne une ville productrice, distributrice et consommatrice d'énergie, à cause d'une utilisation exagérée, non proportionnelle et démesurée de toutes les ressources d'énergies fossiles non renouvelables de notre planète.

ces enjeux climatiques et énergétiques imposent des politiques de réduction des émissions de gaz à effet de serre à tous les niveaux, et repenser la ville comme une priorité. particulièrement depuis les chocs pétroliers de 1973 et 1979 que les pays prennent conscience car leur prospérité matérielle était basée sur l'utilisation intensive de ressources naturelles non renouvelable, et que par conséquent, outre l'économique et le social, un troisième aspect avait été négligé : l'environnement.

après plus de 60 ans de l'élaboration de la charte d'Athènes, une nouvelle charte, la charte d'Aalborg. Cette dernière marque un changement de perspectives dans les principes urbains énoncés et révèle l'apparition officielle du concept de durabilité.

et ce n'est qu'en janvier 1987, la commission mondiale sur l'environnement et le développement, soumet à l'assemblée générale des nations unies un rapport intitulé Our common future, ce rapport a fait apparaître pour la première fois la notion de développement durable ainsi défini : «Le développement durable, répond aux besoins du présent sans compromettre les capacités des générations futures de répondre aux leurs». Il présente la protection de l'environnement comme une priorité internationale.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Plaquette eco\_quartier.pdf

<sup>2</sup> Guide\_territoire\_dev\_durable1.pdf

## Problématique Générale :

L'homme est toujours le premier responsable avec ses activités non rationnelles qui contribuent à menacer son environnement et à raser son milieu naturel par conséquent le manque du couvert végétal en milieu urbain.

car la majorité des gens préfèrent habiter en ville, où ils trouvent leurs besoins et plus d'opportunités, de services et d'activités. nous vivons dans une société industrielle qui est marquée par la dépendance à l'utilisation massive des moyens de transport et l'utilisation massive des énergies car le secteur d'habitat est le secteur le plus consommateur d'énergie qui est de 41%. le bâtiment est devenu un énergivore, par sa forte consommation pour les divers équipements domestiques (éclairage production d'eau chaude sanitaire, chauffage, climatisation...) est accentuée.

cette société industrielle rend notre ville caractérisée par des températures près du sol généralement plus chaudes au centre qu'en périphérie en produisant le phénomène de « **l'îlot de chaleur urbain** », qui a un impact négatif sur la santé et l'environnement tout en affectant le microclimat, et la qualité du confort extérieur ressenti par l'individu et la hausse « **consommation énergétique** ».

agir sur la ville et le bâtiment est aujourd'hui un but fondamental afin de réduire la hausse température et les consommations énergétiques cela nous rendons penser au sol jusqu'au la morphologie du bâtiment par l'intégration urbaine, l'articulation à la ville et la conception des bâtiments à haute performance énergétique tout en respectant l'environnement, car le bâtiment idéal est souvent en relation avec son sol et associé à la nature, à l'environnement et adapté au climat.

De ce fait les problématiques qui s'imposent sont :

- Comment peut-on concevoir un quartier durable, articulé à la ville et inséré dans le tissu existant ?
- Quel est l'impact de la morphologie urbaine et la végétation dans la réduction des effets de l'îlot de chaleur urbain ?
- Quel est le rôle du toit végétal dans la réduction des consommations énergétiques à l'échelle du bâtiment ?

**Hypothèses :**

- La continuité de la voie comme élément de structuration.
- L'îlot comme unité d'intervention.
- L'îlot ouvert une réponse urbaine et environnementale.
- La végétation est un régulateur thermique, elle réduit la température extérieure dans le quartier et donc la réduction du phénomène de l'îlot de chaleur urbain.
- Le toit végétal a un impact dans la réduction des consommations énergétiques dans le bâtiment.

**Objectifs :**

- Concevoir un quartier durable qui s'articule avec le tissu existant et en continuité avec sa ville.
- Concevoir un quartier durable qui préserve l'environnement et le climat urbain.
- Démontrer le rôle de la végétation dans la création du microclimat et la réduction de température à l'échelle du quartier.
- Démontrer le rôle du toit végétal dans la réduction des consommations énergétiques à l'échelle du bâtiment.

### **Structure de mémoire:**

Afin de mener nos objectifs et pouvoir répondre à la problématique et aux questions soulevées, de confirmer ou d'infirmer les hypothèses prédéfinies, ce travail est structuré en 4 chapitres.

1-Le 1<sup>er</sup> chapitre est le chapitre introductif, ce chapitre sert à comprendre le thème, spécifier la problématique et les hypothèses et définir nos objectifs.

2. le 2<sup>ème</sup> chapitre est le chapitre état de l'art, une partie théorique basée sur une approche de théorie et de données disponibles sur notre thème pour en sortir avec des concepts et des principes qui nous aident à l'élaboration de projet.

3. le 3<sup>ème</sup> chapitre consiste est le chapitre élaboration de projet par une phase d'analyse du site d'intervention et une phase de conception du projet selon 3 échelles spatiales.

4. le 4<sup>ème</sup> chapitre est le chapitre d'évaluation énergétique sert à la vérification et l'affirmation de nos hypothèses, il sert à sur une évaluation de la température ambiante à l'aide de logiciel envi-met et l'évaluation des consommations énergétiques à l'aide de logiciel Revit 2017.

Notre travail est résumé par les démarches suiva

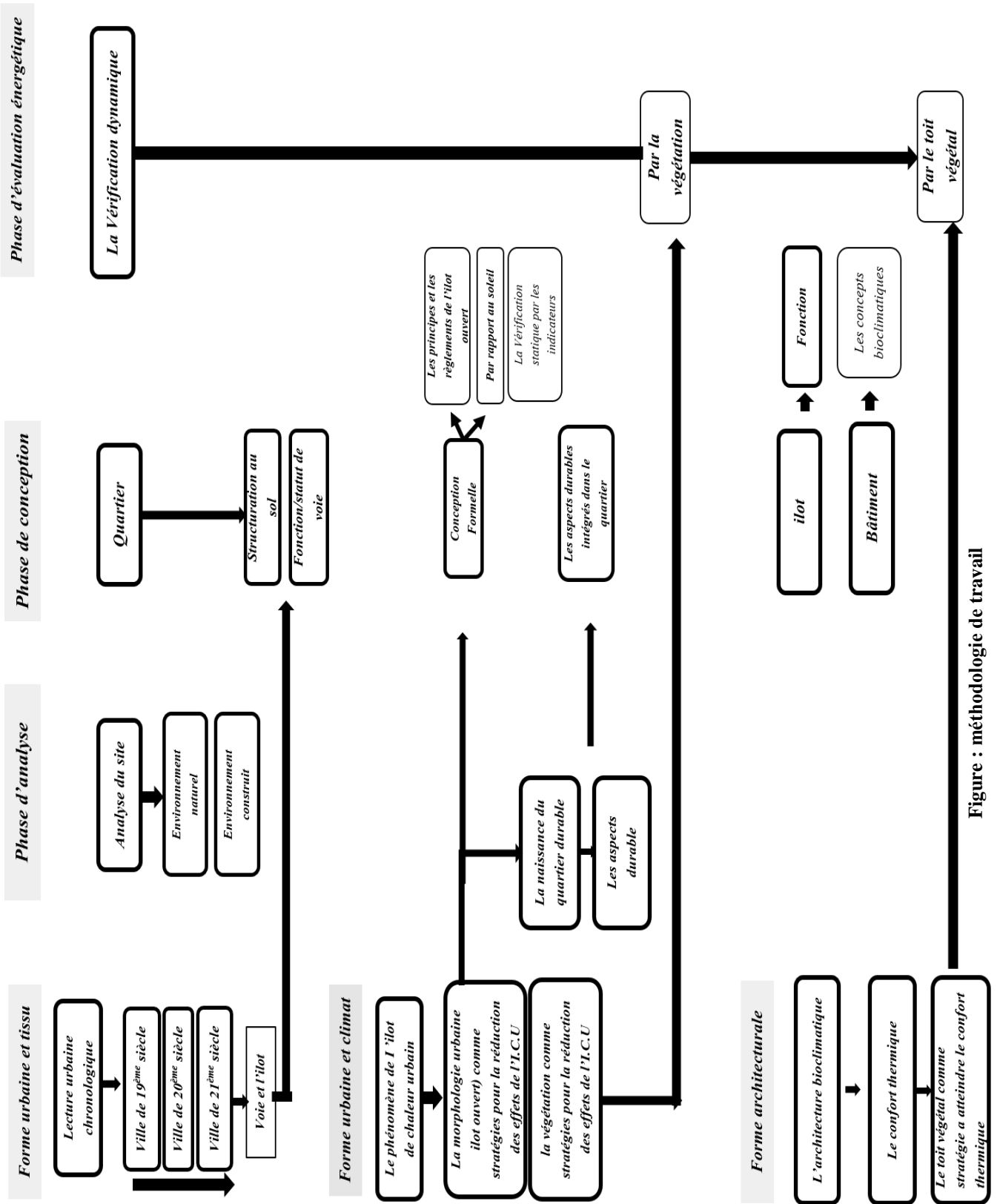


Figure : méthodologie de travail



# **Chapitre I :**

# **Etat de l'art**

## Introduction :

L'interaction entre la ville et le climat un sujet d'actualité, nous amène d'en faire une étude d'analyse urbaine chronologique des villes de 19,20 et le 21<sup>ème</sup> siècle. Afin de démontrer la relation morphologie urbaine et climat urbain, on basant sur le tissu urbain dans sa structuration (au sol) et dans sa morphologie (le bâti).

Notre étude envisage de ressortir les différents concepts qu'on pourra utiliser dans notre conception, les exemples qu'on a pris pour cette analyse urbaine sont :

- la ville du XIX<sup>e</sup> siècle : la ville d'Amsterdam.
- la ville du XX<sup>e</sup> siècle : la ville d'Ouled yaich.
- la ville du XXI<sup>e</sup> siècle : quartier Masséna

### I.1/ analyse urbaine des villes de XIX<sup>e</sup>, XX<sup>e</sup> et XXI<sup>e</sup> siècle :

#### I.1.1/ La ville de XIX<sup>e</sup> siècle :

Le 19<sup>e</sup> siècle est marqué par la modernisation de l'ensemble des villes et la rénovation des villes françaises et européennes.

Ce changement dans la ville est apparu à cause de problèmes d'hygiène qui apparues dans les villes: l'insalubrité, les rues sombres et les systèmes d'assainissement délabrés, l'épidémie.

La ville devienne un tissu bien structuré homogène et parfaitement géométrique avec une bonne relation avec le sol par les travaux **haussmanniens** selon les trois principes :

**Aérer** : par la création des larges avenues bordées d'arbres et le respect d'une proportion entre la hauteur des immeubles et les volumes des parties non bâties (rue, cours intérieurs) afin de favoriser la circulation de l'air et de lutter contre l'insalubrité.

**Unifier** : les ensembles haussmanniens sont identiques par rapport a la voirie et le traitement des angles.

**Embellir** : par la création des parcs, des squares et des espaces verts

#### I.1.2/ La ville de XX<sup>e</sup> siècle :

La révolution industrielle affecte l'économie, l'urbanisme et la société du XIX<sup>e</sup> siècle.

L'architecture est alors liée à ce phénomène qui engendre la construction de nouveaux types de bâtiments.

Avec la révolution industrielle les moyens de transport ont améliorés ; la naissance des autoroutes, les constructions en hauteur avec des matériaux modernes comme le béton l'acier et le fer, alors que l'urbanisme devient fonctionnel, les villes deviennent denses et éclatées avec une augmentation de besoin des énergies.

L'organisation des chartes et des sommets pour résoudre les problèmes apparues dans les villes : **la charte d'Athènes 1933** La charte d'Athènes été en 1933 qui est de développer les bases de l'urbanisme fonctionnel porte des principes urbaine apparu comme les seules solutions dans au problème de ce siècle. Sous 5 principes :

- Principe de la table rase
- concept de zonage
- Le bâti est sans rapport avec le cadre environnemental
- circulation aisée, Séparation des modes de déplacement
- L'urbanisation est le fait des experts, dans le but de rationaliser la ville

### **I.1.3/ La ville de XXIe siècle :**

Le changement climatique et la consommation massive de l'énergie et la dégradation des écosystèmes des problèmes qui résultent des activités humaines et l'étalement urbains Ces problèmes ont changés le perspective des pays que la protection de l'environnement est une nécessité.

Après l'élaboration de la charte d'Athènes, une nouvelle charte, **la charte d'Aalborg 1994**. Avec le respect de **l'environnement** et la prise en compte de la qualité environnementale dans les projets de construction, la charte d'Aalborg révèle l'apparition officielle du concept de durabilité. Sous 5 principes :

- Préserver l'existant
- mixité fonctionnelle
- Insertion du bâti dans son environnement
- Réduction de la mobilité une voie pour plusieurs modes de transport.
- Urbanisation participative, gouvernance singularité des réponses.

### **Le XXIe et l'îlot ouvert :**

La ville de XXIe est marquée aussi par l'apparition d'une nouvelle forme urbaine ilot ouvert de Portzamparc

L'îlot ouvert se différencie de l'îlot commun par sa forme, qui permet sa traversée. Théorisé par l'architecte-urbaniste Christian de Portzamparc, l'îlot ouvert se défini par un côté « plein », autonome et pourtant varié et un côté « vide », ouvert et lumineux.

Portzamparc formalise peu à peu le concept de l'îlot ouvert au cours des années 1980. Il l'oppose aux deux types d'îlots qui ont dominé l'architecture depuis le XIXe siècle :

- le bloc haussmannien de 19e siècle qui offre une façade continue sur la rue et, à l'intérieur, se referme sur une cour intérieure.
- le plan ouvert des grands ensembles de 20e siècle, dans lequel les immeubles ne s'orientent plus par rapport aux rues.

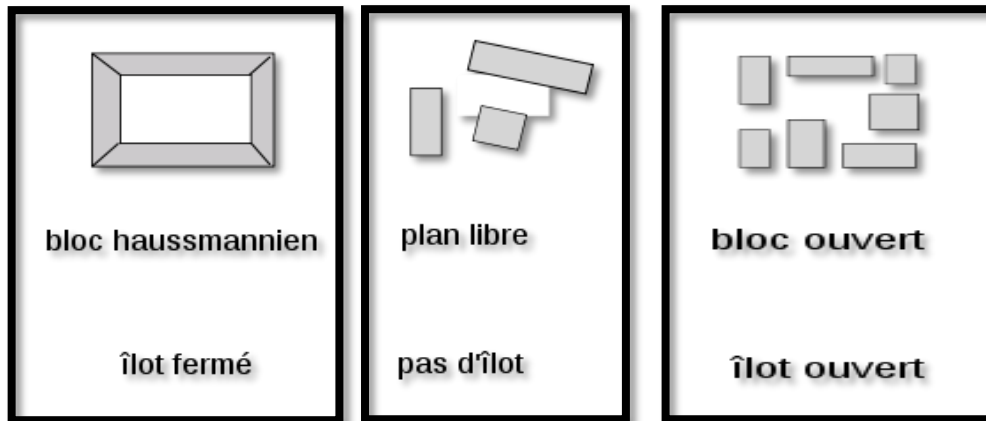


Figure I.1 : les trois âges de la ville (source : <http://www.christiandeportzamparc.com> )

### Définition de l'îlot ouvert<sup>1</sup> :

L'îlot ouvert est un rassemblement de bâtiments autonomes et non identiques, autour d'une rue traditionnelle. Les hauteurs des bâtiments sont limitées, mais non généralisées. Il en est de même pour les façades, alignées, mais sans continuité d'une construction à une autre. La mitoyenneté est évitée afin de créer des bâtiments aux expositions multiples et de privilégier la création d'échappées visuelles au sein de l'îlot.

### Les principes de l'îlot ouvert :

- ❖ L'îlot ouvert est caractérisé par l'autonomie et la singularité des bâtiments.
- ❖ Les constructions sont implantées en bordure des voies publiques, mais des ouvertures sont ménagées entre eux.
- ❖ Les hauteurs des bâtiments sont variables.
- ❖ Des jardins privatifs occupent l'intérieur de l'îlot jusqu'au bord des voies.
- ❖ l'indépendance des bâtiments permet tout d'abord d'offrir aux logements, et aux bureaux, des intérieurs d'îlots et à la rue, des ouvertures visuelles et l'entrée du soleil, de la lumière, de l'air.
- ❖ l'indépendance des bâtiments permet ensuite d'accueillir des bâtiments de programmes, de volumes et de matériaux tous différents et de façon aléatoire.

### Les règlements de l'îlot ouvert (voir annexe1)

<sup>1</sup> Juliette Bellégo Marion Cazin Jean-Baptiste Fournier, L'ILOT OUVERT DE CHRISTIAN DE PORTZAMPARC, université de technologie compiegne

I.1.4/ Analyse des exemples

**XIX<sup>e</sup> siècle : exemple la ville d'Amsterdam**

**Présentation :**

La ville d'Amsterdam se situe au sud des Pays-Bas, traversée par la rivière Amstel qui forme plusieurs canaux à l'intérieur de la ville. la ville se développe autour du port ; mais elle doit drainer et assécher ses sols marécageux et fonder ses maisons sur de nombreux pilotis. Elle est alors à l'intérieur d'un premier canal semi-circulaire, le Singel.



Figure I.2 : situation de la ville d'Amsterdam (source : [https://www.cartograf.fr/img/amsterdam/amsterdam\\_carte\\_grande\\_monument.jpg](https://www.cartograf.fr/img/amsterdam/amsterdam_carte_grande_monument.jpg))

**Les 3 extensions de La ville d'Amsterdam :**

**1<sup>ère</sup> extension d'Amsterdam: Le plan des trois canaux**

La ville s'agrandit au-delà du Singel, nouveaux canaux sont tracés et creusés  
Le **Prinsengracht** Le **Herengracht**  
Le **Keizersgracht**

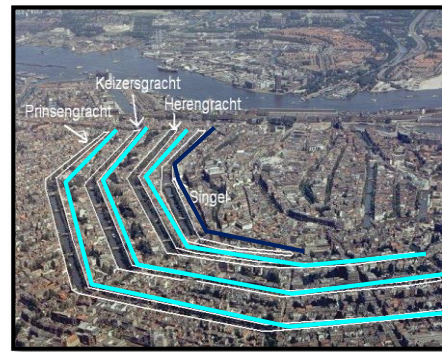


Figure I.3 : les canaux d'Amsterdam (source : [http://it.wikipedia.org/wiki/Canali\\_di](http://it.wikipedia.org/wiki/Canali_di))

Les réseaux des canaux en arcs de cercle qui forme la trame urbaine complétée des voies radiales fluviales et terrestres, est entièrement en place, avec ses quais anciens et ses alignements des façades historiques.



Figure I.4 : alignement des façades (source : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Amsterdam>)

- ✓ Ville bien structuré
- ✓ L'alignement des façades, des voies mécanique et d'arbre suit les carreaux.

**2<sup>ème</sup> extension d'Amsterdam:**

La proposition de Kalff, connue sous le nom de Plan Général d'Elargissement d'Amsterdam et produit avec l'aide de Van Niftrik

**3<sup>ème</sup> extension d'Amsterdam: le plan de Berlage**

Le plan de Berlage est une extension Sud de la ville se présente comme un tout autonome qui dialogue avec la vieille ville.

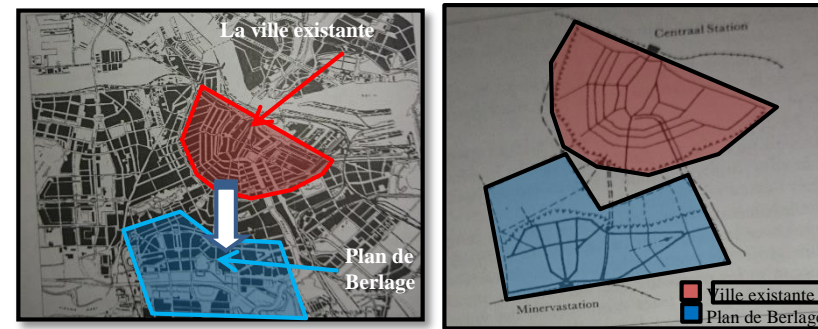


Figure I.5 : plan de Berlage (source : formes urbaines : de l'îlot à la barre)

- ✓ La continuité des quartiers sud avec la ville du XIX<sup>e</sup> siècle est assurée pour des raisons fonctionnelles (continuité des voies)

**L'îlot Amstellodamien**

L'îlot amstellodamois est constitué d'une bordure continue de bâtiments entourant un espace central non bâti, généralement rectangulaire de dimension 45 par 60 m, sa hauteur est de quatre niveaux .

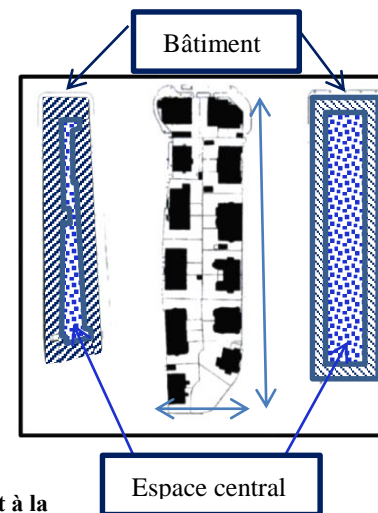


Figure I.6 : l'îlot amstellodamien (source : formes urbaines : de l'îlot à la barre)

- ✓ Délimitation des bâtiments par rapport à la voirie
- ✓ L'aménagement de l'espace central par des jardins privés ou collectif

**Traitement des angles :**



Figure I.7 : illustration de traitement des angles (source : <https://www.pinterest.com/pin/151715081169462477/>)



Figure I.8 : illustration de traitement des angles (source : <https://www.pinterest.com/pin/151715081169462477/>)

- ✓ La continuité de la façade et le traitement des angles.
- ✓ L'angle est le lieu de choix pour l'implantation des commerces.
- ✓ Les fonctions suivent le statut des voies.

**Le bâtiment :**

Bâtiment composé de trois parties : la base, le corps et le couronnement.

Structure en mur porteur.

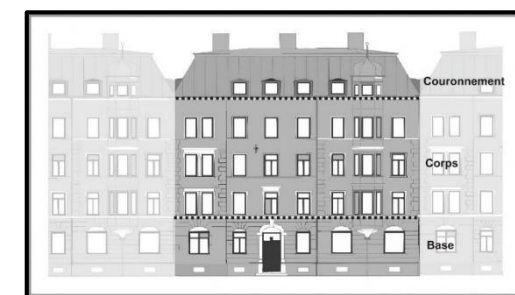


Figure I.9 : façade de bâtiment de XIX<sup>e</sup> siècle (source : Rémy Allain, 2005 p.126)

**Conclusion :**

la voie avec sa continuité c'est un élément structurant qui définit l'îlot.  
- L'îlot est un élément important dans la morphologie des villes.

**XX<sup>e</sup> siècle : exemple ouled yaich**

**Présentation :**

La cité des 1000 Logements officiellement cité du 1 Mai est une des plus grande cité de Blida, Elle est située au centre de la daïra d'Ouled Yaich à 4KM au nord de la wilaya et 42KM au sud-ouest d'Alger.

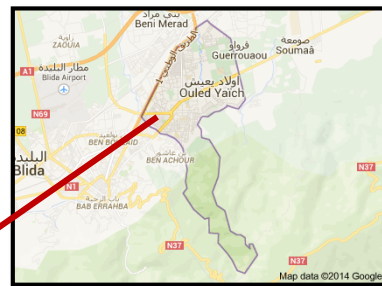


Figure I.10 : localisation de la daïra de ouled yaich (source : Google earth)

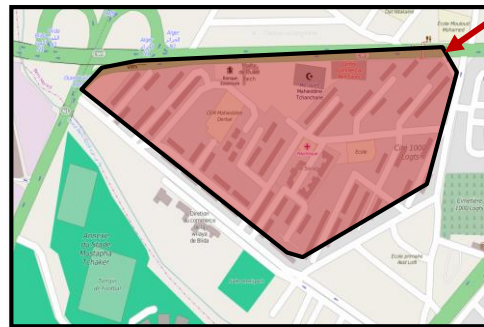


Figure I.11 : localisation de la cité 1000 logements (source : Google earth)

**Le non bâti :**

Structuration des voiries :

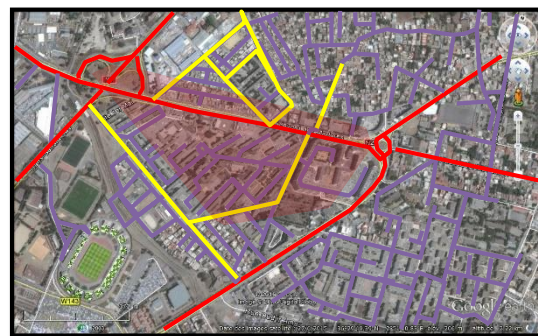
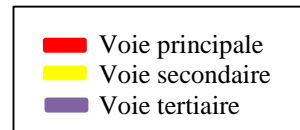


Figure I.12 : système viaire (source : Google earth+ auteur)



- ✓ Pas de continuité de voie
- ✓ Pas de hiérarchisation des voies

Structuration de l'espace extérieur :



Figure I.13 : les espaces extérieurs (source : Google earth + auteur)



Figure I.14 : espace extérieur non structuré (source : auteur)



Figure I.15 : espace extérieur non structuré (source : auteur)

- ✓ Espaces extérieurs non structurés.
- ✓ Les espaces verts ne sont pas délimités ou traités.

**Le bâti :**

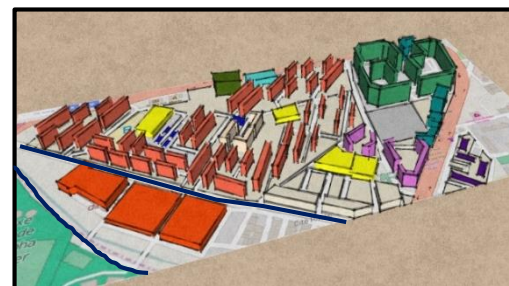


Figure I.16 : système bâti (source : Google earth + auteur)

- ✓ Pas d'alignement de façade sur la voie.
- ✓ non continuité de la façade.



Figure I.17 : Pas d'alignement de façade sur la voirie (source : auteur)

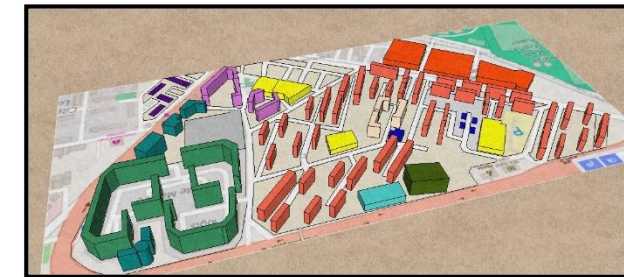


Figure I.18 : vue a travers la voie principale (source : auteur)



Figure I.19 : des batiments de forme barre (source : auteur)

- ✓ Disparition de l'ilot et apparition de la barre
- ✓ Les fonctions ne suivent pas le statut de voie.

**Conclusion :**

le 20<sup>ème</sup> siècle détruit le lien fondamental entre le bâtiment et la voie (la perte de la voie)

**XXIe siècle : exemple quartier Masséna**

**Présentation :**

Le quartier Masséna-Grands Moulins présente un concept urbain novateur, celui de "l'îlot ouvert" par Portzamparc. Ce principe intègre la mixité des programmes souhaités, c'est-à-dire des logements, des universités, des bureaux et des commerces. Le plan est caractérisé par des rues ouvertes. Les immeubles ne sont plus collés les uns aux autres, ce qui permet de laisser la lumière. Chaque immeuble peut prendre le jour sur quatre façades. Ces séparations permettent également une longue distance de vue et, dans un en même temps, de ménager l'intimité.



Figure I.20 : le quartier Masséna (source : <http://www.christiandeporzamparc.com/fr/projects/quartier-massena/>)

**Situation :**

quartier Masséna, est un nouveau quartier qui occupe la partie du XIIIe arrondissement située entre les voies ferrées de la gare d'Austerlitz et la Seine, jusqu'au boulevard périphérique.

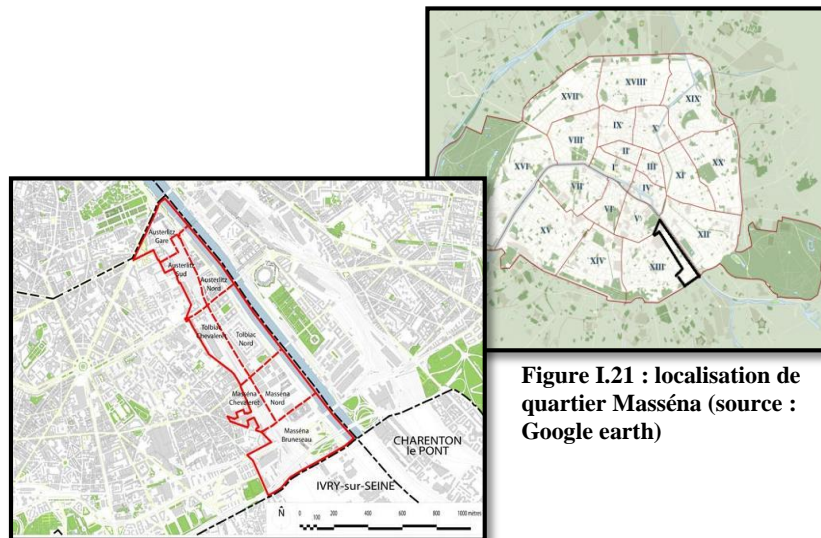


Figure I.21 : localisation de quartier Masséna (source : Google earth)

Figure I.22 : localisation du quartier Masséna (source : Google earth)

**Le non bâti :**

Structuration des voies :

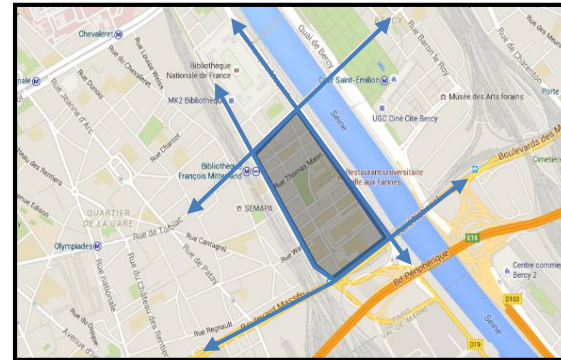


Figure I.23 : système viaire (source : Google earth)

- ✓ La continuité des voies avec la ville en prendre en considération le bâti existant dans le quartier (préserver l'existant).

Structuration des espaces extérieurs :



Figure I.24 : les espaces extérieurs (source : <http://www.christiandeporzamparc.com/fr/projects/quartier-massena/>)

- ✓ Les jardins publics se trouvent au centre du quartier, à l'intersection des deux voies.

**Le bâti :**



Figure I.25 : système bâti (source : <http://www.christiandeporzamparc.com>)



Figure I.26 : la continuité des façades (source : <http://www.christiandeporzamparc.com/>)

- ✓ Alignement des constructions par rapport aux voies.
- ✓ continuité de la façade

les équipements :



Figure I.27 : les équipements dans le quartier (source : <http://www.christiandeporzamparc.com/fr/projects/quartier-massena/>)

- ✓ l'intégration de commerces et équipements sur les voies importantes du quartier, donc il y a une forte relation entre la concentration des activités et la voirie.
- ✓ La mixité fonctionnelle

**A l'échelle de l'îlot**

**Retour à l'îlot et l'apparition de l'îlot ouvert de Portzamparc :**

nouvelle forme urbaine (l'îlot ouvert) qui se caractérise par :

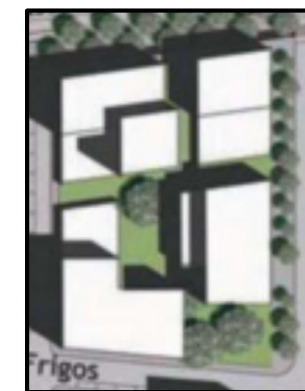


Figure I.28 : îlot ouvert (source : <http://www.christiandeporzamparc.com/fr/projects/quartier-massena/>)

**les principes de l'ilot ouvert dans le quartier Masséna :**

- ✓ **Constructions implantées en bordure des voies publiques**



Figure I.29 : illustration des bâtiments alignés sur la voirie (source : <http://www.christiandeportzamparc.com>)

- ✓ **Autonomie et singularité des bâtiments il a ses quatre faces libres et chaque bâtiment à une hauteur différente.**



Figure I.30 : singularité des bâtiments dans le quartier Masséna (source : <http://www.christiandeportzamparc.com>)

- ✓ **Jardins privatifs à l'intérieur des ilots.**

Ces jardins sont des lieux de détente, de passage. C'est un des points clés de la théorie de l'ilot ouvert, la circulation.



Figure I.31 : les jardins privatifs (source : <http://www.christiandeportzamparc.com>)

- ✓ **Lumière, ouvertures visuelles**

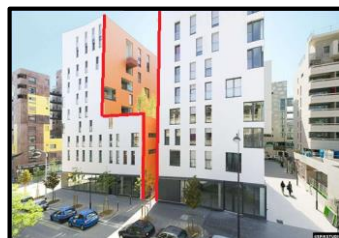


Figure I.32 : échappées visuelles (source : <http://www.christiandeportzamparc.com>)

**Conclusion :**

L'ilot ouvert vient comme réponse aux problèmes urbains de 20<sup>ème</sup> siècle, le bâtiment est en relation avec son sol par la continuité des voies.



## I.2/ Le phénomène de l'îlot de chaleur urbain:

### I.2.1/ Définition du phénomène de l'îlot de chaleur urbain :

Le principal constat fait par la communauté des chercheurs s'intéressant au climat urbain Depuis le XIXe siècle, est qu'il existe une différence de température systématique entre L'air atmosphérique des villes et celui des zones rurales ou périphériques suburbaines moins Densifiées [Mestayer et Anquetin, 1994<sup>2</sup>]. Ce phénomène est aussi révélé par les vues satellites de températures de surfaces [Bozonnet et al., 2006]<sup>3</sup>.

Alors on peut définir cette chaleur par le phénomène physique et climatique qui est l'îlot de chaleur urbain, une zone urbaine dont la température est significativement plus élevée que celle des zones environnantes.<sup>4</sup>

(Les études de l'îlot de chaleur montrent qu'il augmente avec les années, dépend de la taille de la ville : +2°C pour les petites villes à +12°C pour le centre-ville des grandes zones urbaines (Mestayer & Anquetin, 1995).<sup>5</sup>

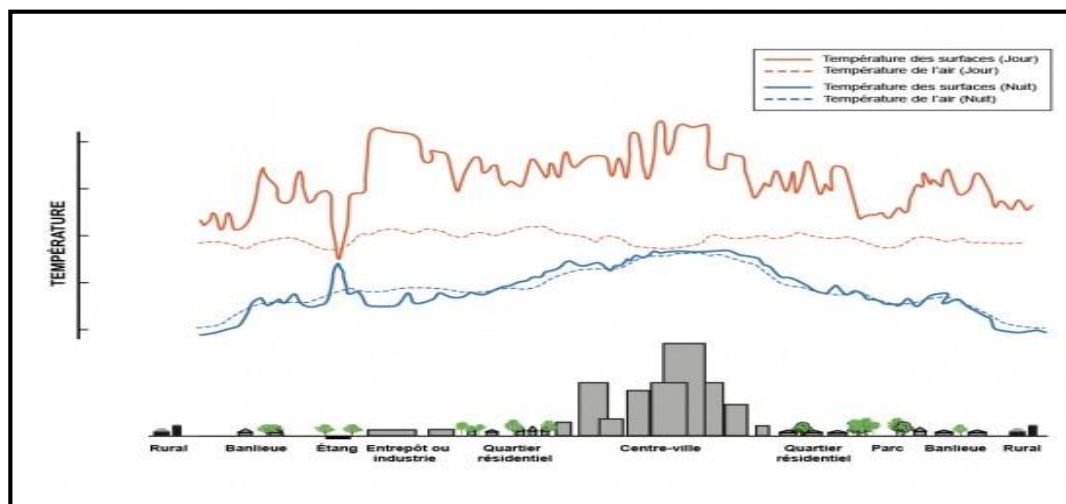


Figure I.33 : Variation des différentes températures de l'air et des surfaces en jour et nuit  
(Source : EPA's Reducing Urban Heat Islands, Compendium of Strategies)

<sup>2</sup> Mestayer et Anquetin, 1994] Mestayer, P. G. et Anquetin, S. (1994). Climatology of cities. In Diffusion and transport of pollutants in atmospheric mesoscale flow fields, volume 1 de ERCOFTAC series, pages 165–189. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

<sup>3</sup> Bozonnet et al., 2006] Bozonnet, E., Allard, F., Musy, M., Chazelas, M. et Guarra-cino, G. (2006). URBAT : Approche méthodologique de la construction durable en milieu urbain : le microclimat urbain et son impact environnemental sur les constructions. Plan Urbanisme Construction Architecture

<sup>4</sup> [www.naturequebec.org/ilotsdefraicheur](http://www.naturequebec.org/ilotsdefraicheur)

Anquez, P. et A. Herlem, 2011. Les îlots de chaleur dans la région métropolitaine de Montréal : causes, Impacts et solutions. Chaire de responsabilité sociale et de développement durable ESG UQAM, 16 p.

<sup>5</sup> ABDELJOUAD Meriem (26 /06 /2014). Impact de la morphologie du bâtiment sur la dispersion des polluants atmosphériques Cas d'étude : ville d'Annaba. Mémoire Magister : architecture, forme, ambiances, et développement durable. Université Mohamed khider-Biskra ,279p

### **I.2.2/ Les différentes échelles d'étude des îlots de chaleur urbains :**

Trois types d'îlots de chaleur urbains sont distingués dans la littérature, soit :

- les îlots de chaleur à la surface du sol : grâce à des lectures de rayons infrarouges émis Et réfléchis par les surfaces, il est possible de déceler les endroits d'une ville où les Surfaces sont les plus chaudes (section 3.2);
- les îlots de chaleur de la canopée urbaine, qui est la couche d'air comprise entre le sol et La cime des arbres, ou des toitures des bâtiments, où l'essentiel de l'activité humaine se Déroule;
- les îlots de chaleur de la couche limite urbaine, située au-dessus de la couche de la Canopée. Les îlots de chaleur de la canopée urbaine et de la couche limite urbaine font Référence à la température de l'air (Oke, 1982; Voogt, 2002). <sup>6</sup>

### **I.2.3/ Les causes du phénomène de l'îlot de chaleur urbaine :**

La cause principale des îlots de chaleur est le modèle d'urbanisation et de développement de la ville, la forme et la taille de l'îlot de chaleur urbain varient dans l'espace et dans le temps, en fonction des conditions météorologiques, et des caractéristiques propres à la ville<sup>7</sup>.

Car la morphologie des villes et la densité urbaine jouent un rôle très important en ce qui concerne le changement microclimatique dans les villes. Les rues étroites, les grands bâtiments ainsi que la forte densité urbaine nuisent à la bonne ventilation de centre-ville, un élément nécessaire afin de garantir la fraîcheur en ville. la géométrie de la rue étroites favorise l'accumulation et le piégeage de rayons solaires du fait des inter-réflexions sur les surfaces ce qui empêche le refroidissement de la rue <sup>8</sup>

En plus du climat local, influencé par différents paramètres météorologiques comme la Température, l'humidité relative et le vent, plusieurs causes de source anthropique favorisent L'émergence et l'intensification des îlots de chaleur urbains. Ces causes sont les émissions De gaz à effet de serre, la perte progressive du couvert forestier dans les milieux urbains,

<sup>6</sup> [https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/988\\_MesuresIlotsChaleur.pdf](https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/988_MesuresIlotsChaleur.pdf)

Ok,T.R. (1982) The energetic basis of the urban heat island, Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, Vol. 108, pp. 1-24.

Voogt, J.A. (2002) Urban heat island, Encyclopedia of global environmental change, Vol. 3,

<sup>7</sup> Nicolas RINGENBACH(2004).bilan radiatif et flux de chaleur en climatologie urbaine : mesures, modélisation et validation sur strasbourg. Thèse de doctorat. Université Louis Pasteur Strasbourg I, 180p. Disponible sur : [http://scd-theses.u-strasbg.fr/856/01/RINGENBACH\\_2004.pdf](http://scd-theses.u-strasbg.fr/856/01/RINGENBACH_2004.pdf) (page consultée le 21/09/2017)

<sup>8</sup> Sigrid Reiter (juin 2007).Elaboration d'outils méthodologiques et techniques d'aide à la conception d'ambiances urbaines de qualité pour favoriser le développement durable des villes. Thèse de doctorat : Architecture et Climat. Université catholique de Louvain, 279p. Disponible sur : <https://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/20354/1/Th%C3%A8se-%20S.REITER-Partie%201.pdf> (page consultée le 21/09/2017)

L'imperméabilité et les bas albédos des matériaux, les propriétés thermiques des matériaux, la morphologie urbaine et la taille des villes ainsi que la chaleur anthropique<sup>9</sup>.

Le schéma ci-dessous représente ces paramètres qui influencent la température urbaine et donc l'intensité de l'îlot de chaleur urbain.

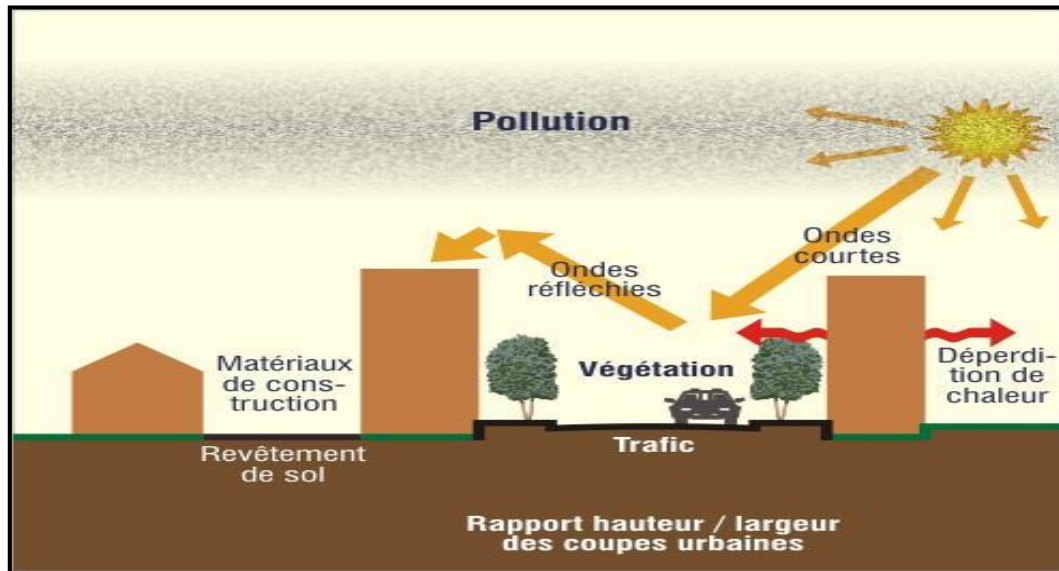


Figure I.34 : les paramètres qui influencent la température urbaine. (Source : EPA's Reducing Urban Heat Islands, Compendium of Strategies)

#### I.2.4/ Les effets de l'îlot de chaleur urbain :

Le phénomène de l'îlot de chaleur urbain cause des effets négatifs qui touchent deux éléments essentiels qui sont l'environnement ou se trouve l'individu, son entourage ou son mode de vie et la santé de cet individu<sup>10</sup>. Ils sont classés dans le tableau suivant :

Problèmes de santé :	Maladies chroniques préexistantes exacerbées :	Effets négatifs induits ou accrus :
Inconforts, Faiblesses, Troubles de la conscience, Crampes, Syncope, Coups de chaleur.	Le diabète, L'insuffisance respiratoire, Les maladies cardiovasculaires, cérébrovasculaires, neurologiques et rénales, au point de causer la mort	Détérioration la qualité de l'air, par la formation de smog. Augmentation des émissions de gaz à effet de serre. Augmentation la demande en énergie. (climatisation et réfrigération) Augmentation la demande d'eau potable, pour se rafraîchir et arroser les végétaux. Détérioration la qualité de l'air intérieur (développement de moisissures et autres bactéries)

Tableau 01 : les effets de l'îlot de chaleur urbain (Source : INSPQ, 2009)

<sup>9</sup> [https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/988\\_MesuresIlotsChaleur.pdf](https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/988_MesuresIlotsChaleur.pdf) Revue de littérature Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels Juillet 2009

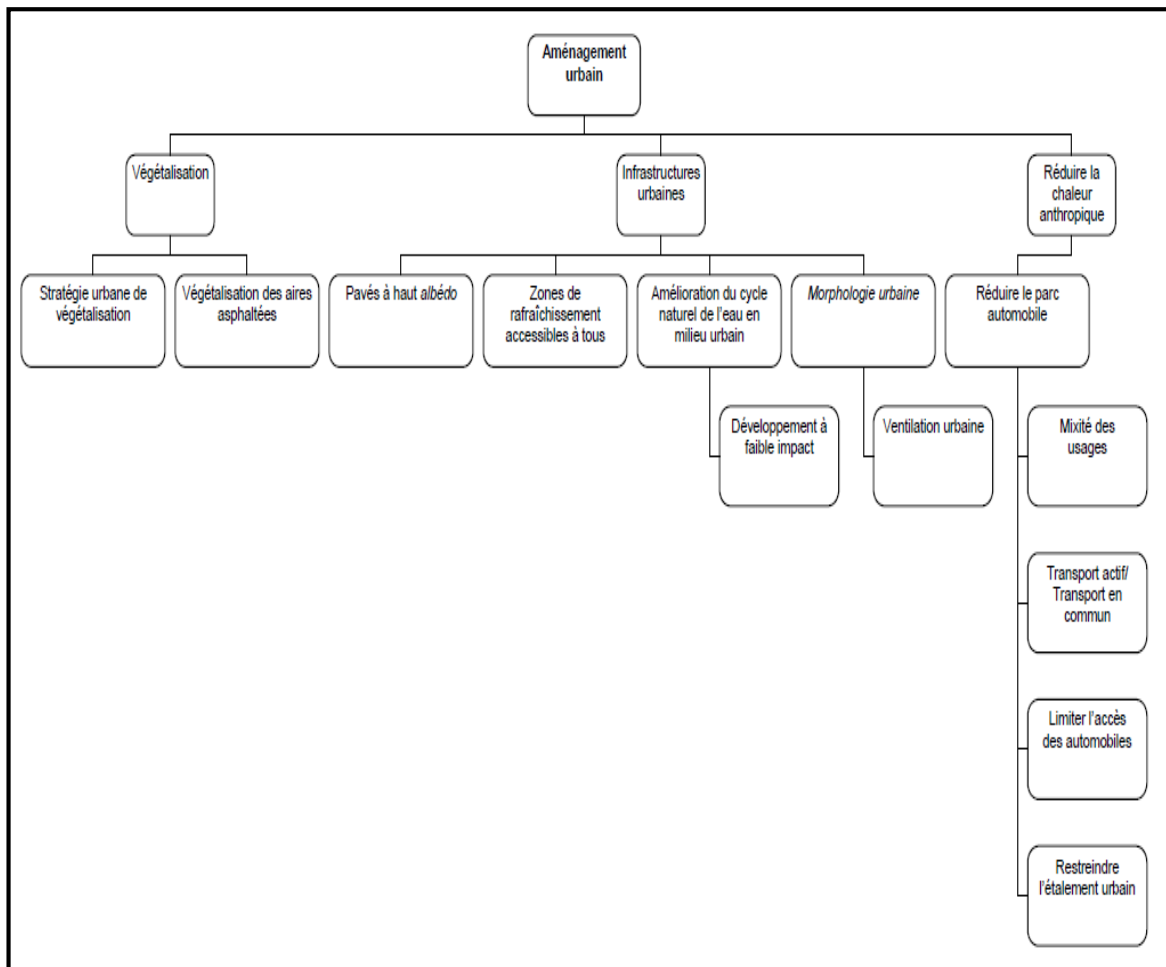
<sup>10</sup> Saga cité. Nos collectivités face aux changements climatiques. [en ligne] (Page consultée le 05/08/2017). <http://www.sagacite.org/2011/03/ilots-de-chaleur-urbain-definition-et-impacts/>

**I.2.5/ Les stratégies pour la réduction de l'effet de l'îlot de chaleur urbain<sup>11</sup> :**

Dans l'objectif de réduire le phénomène de l'îlot de chaleur urbain et créer un îlot de fraîcheur urbain qui peut se définir comme un périmètre urbain dont l'action rafraîchissante permet d'éviter les effets de l'ICU. L'existence d'un îlot de fraîcheur est conditionnée par :

- ❖ la présence de végétation qui contribue par l'ombrage ou l'évapotranspiration à rafraîchir l'air,
- ❖ l'utilisation de matériaux généralement clairs, présentant un albédo élevé, qui contribuent à renvoyer la chaleur ambiante vers l'atmosphère,
- ❖ la présence d'eau qui rafraîchit l'air par son évaporation

Et face aux défis des changements climatiques et les effets négatifs du phénomène de l'îlot de chaleur urbain, l'urbanisme et l'aménagement ont un rôle majeur à jouer. Car la minéralisation des villes, en remplaçant la végétation et les zones humides par du béton et de l'asphalte contribue à ces nuisances.



**Figure I.35 : Organigramme des mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains concernant l'aménagement urbain (Source : Revue de littérature Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains**

<sup>11</sup>[http://www.meteofrance.fr/documents/10192/22603710/brochure MF APC L %C3%AElot de chaleur urbain %C3%A0 Paris 2013.pdf](http://www.meteofrance.fr/documents/10192/22603710/brochure_MF_APC_L_%C3%AElot_de_chaleur_urbain_%C3%A0_Paris_2013.pdf)

### I.2.5.1/ La morphologie urbaine:

Suite à l'accroissement des villes et le changement du climat en milieu urbain, le phénomène de l'îlot de chaleur urbain résulte de plusieurs facteurs liés la volumétrie et à la diversité des surfaces de ces villes

#### a. La définition de la morphologie urbaine<sup>12</sup> :

D'après (USEPA, 2008), la morphologie urbaine joue un rôle dans la formation des îlots de chaleurs urbains. OKE, T.R. (1988) rappelle que la morphologie urbaine peut Influencer la circulation automobile et encourager ainsi les apports de chaleur et de pollution de l'air.

Cette morphologie urbaine est définis Selon R.Allain : "la morphologie urbaine est l'étude de la forme physique de la ville, de la constitution progressive de son tissu urbain et des rapports réciproques des éléments de ce tissu qui définissent des combinaisons particulières, des figures urbaines (rue, places et autres espaces publics).

La morphologie urbaine signifie simplement la forme tridimensionnelle d'un groupe de bâtiments ainsi que les espaces qu'ils créent autour d'eux (Stemers, 2004<sup>13</sup>).

Cette morphologie urbaine est vérifiée par plusieurs indicateurs ont distingués :

- **La Densité bâtie** :. La densité bâtie est le rapport entre le coefficient d'emprise au sol (CES) c'est-à-dire le rapport entre l'emprise au sol totale des bâtiments et la surface de l'îlot sur lequel ils sont implantés, multiplié par le nombre moyen de niveaux.

$$\text{densité bâtie} = \frac{\text{coefficient d'emprise au sol} \times \text{le nombre moyen de niveaux}}{\text{surface de l'îlot}}$$

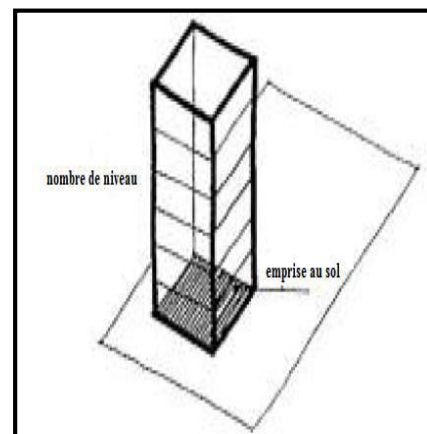


Figure I.36 : la densité de bâtie (Source : Abadia,, 1996)

<sup>12</sup> Mohamed DJAAFRI (22 juin 2014). Forme urbaine, climat et énergie quels indicateurs et quels outils ? Mémoire MAGISTER: Architecture et Environnement. École Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme, 176 p

<sup>13</sup> ABDELDOUAD Meriem (26 /06 /2014). Impact de la morphologie du bâtiment sur la dispersion des polluants atmosphériques Cas d'étude : ville d'Annaba. Mémoire Magister : architecture, forme, ambiances, et développement durable. Université Mohamed khider-Biskra ,279 p

**Le prospect (Ratio H/L) :** OKE, T.R (1987) définit le prospect comme étant le rapport de la hauteur moyenne des bâtiments d'une rue par sa largeur. Le prospect moyen permet simplement de caractériser l'ensoleillement et la lumière disponible et des effets d'ombrage au sein d'un tissu hétérogène donné. Le calcul du prospect est donné par la formule suivante :

$$P_{ct} = H_m / L_m [ / ]$$

*H<sub>m</sub> : Hauteur moyenne de l'espace*  
*L<sub>m</sub> : la plus petite largeur de l'espace*

**La minéralisation :** Cet indicateur retrace la répartition des surfaces minérales dans le tissu urbain. C'est le rapport non affecté aux espaces d'eau et espace vert à la surface totale.

$$M = \frac{S_t - (S_v + S_e)}{S_t} [\%]$$

*S<sub>t</sub> : Surface totale du quartier étudié*  
*S<sub>v</sub> : surface affectée aux espaces vert*  
*S<sub>e</sub> : surface affectée aux surfaces d'eau*

**La densité végétale :** La valeur numérique de la densité végétale est fonction de tous les aménagements végétaux, toutes essences confondues (Arbres, pelouses, broussailles, haies...). Cette valeur peut être obtenue en combinant l'analyse d'images satellites et l'équation suivante : d'après AHMED OUAMER, F. (2007).

$$Dv = A_v / A_e$$

*A<sub>v</sub> : surface totale de l'aménagement vert ; et*  
*A<sub>e</sub> : surface totale du périmètre de calcul*

**La compacité :** L'indice de compacité exprime la valeur de la surface d'échange de l'enveloppe des bâtiments rapportée au m<sup>2</sup> de plancher.

$$C = \frac{\text{Surface cumulée de l'enveloppe des bâtiments (m}^2\text{)}}{\text{Surface cumulée des planchers (m}^2\text{)}}$$

**La porosité :** La ville est considérée comme un milieu poreux, avec des pleins (les bâtiments) et des vides (hiatus entre les bâtiments). Cette porosité varie graduellement en fonction de l'altitude : le milieu est davantage poreux à proximité du faîtage des toits qu'au niveau de la rue. Cependant, l'indice de porosité, défini comme le rapport de la surface construite à la surface totale de la zone ne renseigne pas de manière suffisante sur la complexité de la morphologie urbaine.

$$\text{Indice porosité} = \frac{\text{surface construite}}{\text{surface totale de la zone}}$$

**b. Analyse énergétique (les indicateurs de la morphologie urbaine) :**

**Introduction :** D'après la lecture urbaine des 3 âges de 19,20 et 21<sup>ème</sup> siècle. Nous avons ressorti que l'ilot ouvert c'est une solution urbaine qu'elle était utilisée au 21<sup>ème</sup> siècle, maintenant on veut savoir si l'ilot ouvert est-il une solution climatique. donc au niveau de notre atelier on a utilisé les indicateurs de la morphologie urbaine (l'analyse énergétique) pour étudier cette hypothèse.

Les valeurs des indicateurs morphologiques ont été calculées à partir des relevés architecturaux et urbains, notamment les mesures sur les cartes et l'analyse des images satellites.

			19 <sup>ème</sup> siècle (ilot Hausman)	20 <sup>ème</sup> siècle (Barre manœuvre)	21 <sup>ème</sup> siècle Ilot ouvert
typologie	Résultat des études qui fait par des chercheurs	Les chercheurs	Ilot fermé	Plan libre	Ilot ouvert
<i>densité</i>	La très haute densité réduit la demande énergétique des transports mais accroît la demande énergétique d'éclairage et de rafraîchissement	Steadman 1979	0.75	0.83	0.57
<i>densité végétale</i>	L'apport de végétation dans les milieux urbanisés offre des gains importants de fraîcheur	Dimoudi et Nikolopoulou, 2003	0,24725	0.19	0,32
<i>compacité</i>	Plus ce ratio est important moins sont les besoins en chauffage.	Serge Salat, Loeiz Bourdic 2014	0.2859	0,2	0.34
<i>prospect H/L</i>	H/W = 1 pour offre plus de confort	Boucheriba Fouzia	0,97		0,67
<i>porosité</i>	l'augmentation de la porosité entraîne une augmentation des pourcentages de zone de confort neutre	Khaled athamena	0,5945	0,86	0,73

Tableau 02 : Tableau analyse énergétique comparative (source : auteur)

**Conclusion :**

Le tableau ci-dessus représente les différents indicateurs de la morphologie urbaine relevée sur les trois typologies plus un travail des chercheurs,

Après l'analyse du tableau on a trouvé que l'ilot ouvert est une solution urbaine et climatique.

nous avons mentionné précédemment dans la figure (I.35) que la lutte contre les effets du phénomène de l'îlot de chaleur urbain redonne une place à la végétation dans les aménagements urbains comme mesure de lutte à ce problème climatique défini par des normes de gestion des espaces verts dans le monde et en Algérie (voir annexe 02).

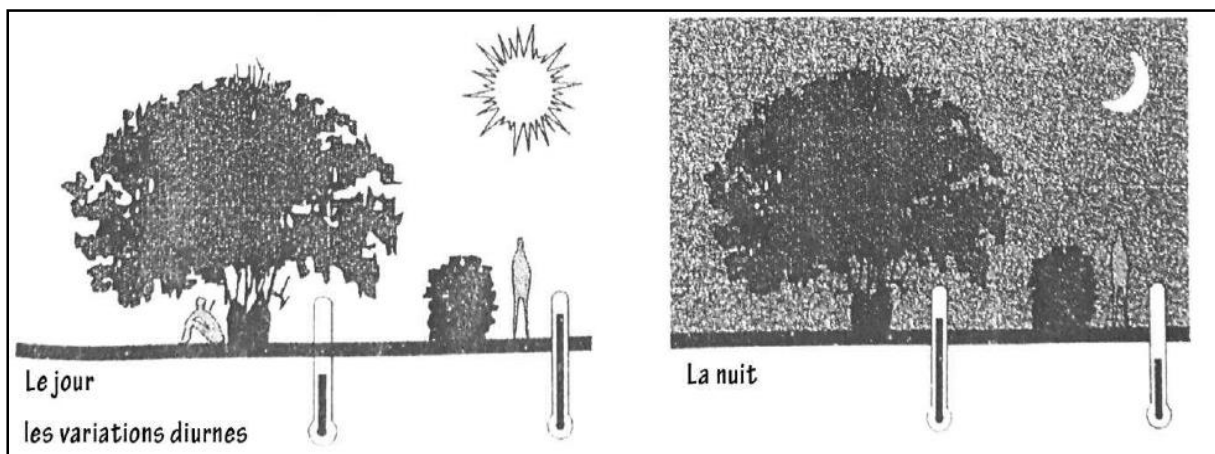
### I.2.5.2/ La Végétation :

La ville possède moins de moyens de rafraîchissement naturels que la campagne. Beaucoup de végétation disparaissent du fait de l'urbanisation massive et le retour à la nature devient ainsi d'actualité, L'arrêt de cette perte de biodiversité dans le monde, nécessite avant tout des mesures de protection, de gestion et de restauration des espaces naturels, cultivés ou non. L'enjeu en milieu urbain est complémentaire : il s'agit de restaurer les fonctionnalités écologiques dégradées par cette urbanisation et penser à la végétation comme outil d'adaptation, tant au microclimat urbain qu'au changement climatique, offre des perspectives qui dépassent le simple effet paysager<sup>14</sup>. Alors il ne faudrait plus considérer l'élément végétal comme un accessoire, bien comme un équipement social urbain.

#### a. Généralité :

La végétation joue un rôle important dans l'évolution du climat de la ville, elle est également efficace dans le contrôle du microclimat. Les plantes, les arbustes et les arbres refroidissent l'environnement quand ils absorbent le rayonnement pour la photosynthèse dans les variations saisonnières et diurnes (Figure I.37). Ils sont utiles aussi pour l'ombrage des bâtiments

Et du sol pour réduire le gain de chaleur et de rayonnement réfléchi. En outre, elle contribue à élever le niveau d'humidité. La végétation crée également différents modèles de flux d'air en provoquant des différences mineures de la pression, et peut donc être utilisée pour diriger ou dévier l'avantage du vent dominant<sup>15</sup>.



<sup>14</sup> [http://www.adeus.org/productions/les-notes-de-ladeus-ndeg140-environnement/files/note\\_140\\_ilots\\_fraicheur\\_web.pdf](http://www.adeus.org/productions/les-notes-de-ladeus-ndeg140-environnement/files/note_140_ilots_fraicheur_web.pdf)

<sup>15</sup> Ahmed ELHOZAYEN (26/09/2013). Le traitement des espaces urbains dans les villes au climat chaud et sec pour diminuer leurs problèmes climatiques. Etude de cas : la ville du Caire. Mémoire de fin d'études : Sciences agricoles. L'institut supérieur des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage, 51 p.



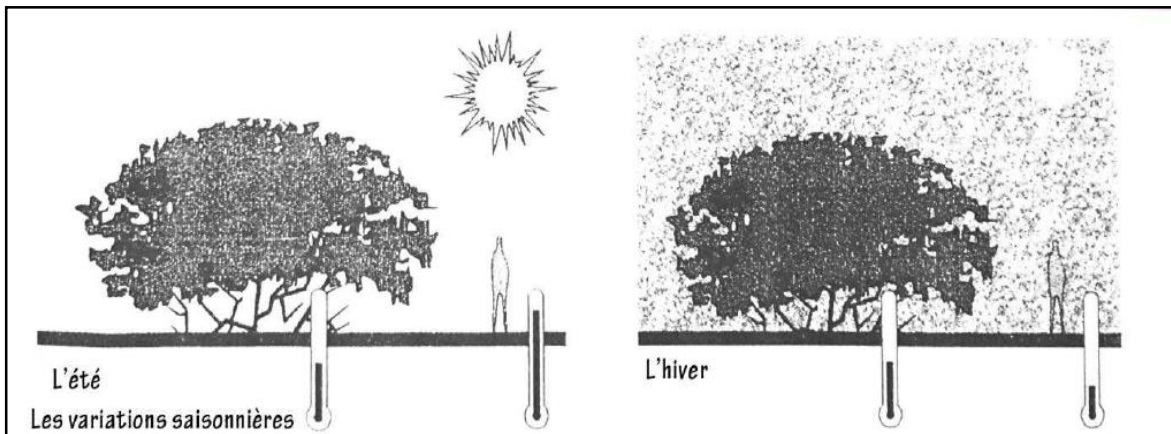


Figure I.37 : le contrôle de la température par la végétation dans les variations saisonnières et diurnes  
(Source : Hassan, B. (2006). The improvement of residential areas through a successful landscape for urban open spaces. Thesis of master in urban development and community design.)

### b. Types de végétal urbain<sup>16</sup> :

Les typologies les plus fréquemment rencontrés sont les suivantes : arbres d'alignement, bois, parcs, squares, terrains de jeux et de sport, friches, jardins familiaux, et les plus récemment les enveloppes végétales des bâtiments (telles que les façades et toitures végétalisées). on peut les classées selon 2 échelles importantes qui sont l'espace extérieure et l'espace intérieure habitable qui est le bâtiment.

Du point de vue du modélisateur urbain, ces solutions végétales peuvent se classer en fonction des échelles auxquelles elles sont mises en œuvre :

- l'échelle du bâtiment pour les enveloppes végétales des bâtiments (murs et toits) ;
- l'échelle de la rue pour les surfaces végétalisées de pleine terre comme les pelouses et les Arbres d'alignement ;
- l'échelle du quartier ou de la ville pour les surfaces végétalisées de pleine terre comme par Exemple les parcs et bois urbains, les squares, les terrains de jeux, les jardins familiaux, les noues végétalisées.<sup>17</sup>

Le végétal urbain peut se présenter essentiellement sous ;(03) formes qui, correspondent aussi à (03) échelles spatiales.

#### -L'arbre urbain :

L'arbre urbain peut à son tour être subdivisé en deux (02) catégories

- \*- L'arbre en parc ou jardin.
- \*- L'arbre d'alignement

<sup>16</sup> Mr BALLOUT AMOR (2010). « Le rôle de la végétation et l'eau dans la création d'un microclimat urbain » Cas de la place de Ain El Fouara à Sétif ». Mémoire Magistère : Architecture bioclimatique. Département d'Architecture et d'Urbanisme : Université Mentouri de Constantine, 367 p

<sup>17</sup> Mme CÉCILE DE MUNCK Le (vendredi 8 novembre 2013). Modélisation de la végétation urbaine et stratégies d'adaptation pour l'amélioration du confort climatique et de la demande énergétique en ville .Thèse doctorat : Océan, Atmosphère et surfaces continentales. Institut National Polytechnique de Toulouse (INP Toulouse) l'université de Toulouse, 119 p.

**-Le végétal grim pant :**

Les plantes grim pantes constituent tous les végétaux capables de s'élever verticalement en s'appuyant, en s'accrochant ou en s'enroulant sur ou autour d'un support, il est plus fréquemment associé à l'architecture, et proportionné à l'échelle du bâtiment

Il peut être aussi utilisé dans les espaces urbains et constituer par exemple : un ombrage (treillis sur rue) sont effet microclimatique s'exerce sur un espace plus réduit en général à l'échelle du piéton.

**-La pelouse et les végétaux couvrants :**

Ont le plus souvent, une fonction décorative, en remplaçant un revêtement minéral Leurs effets microclimatiques se limitent au contrôle des conditions de surface (il en va de même de Végétaux grim pants couvrent des surfaces entières de façades des bâtiments).



Figure I.38 : Les végétaux couvrants. (Source : M. A. Guyot, 1998)

**c. Choix des végétaux selon l'orientation :**

• **Exposition nord**, Les plantes persistantes, en particulier : Arbres et haies assurant un Effet brise-vent, Peupliers, Cyprès de Provence, Filao, Pittosporum, lierre ...

• **Exposition Sud**, Les plantes à feuilles caduques sont les plus appropriées pour des Expositions sud et proche du sud, pour permettre au soleil d'hiver de chauffer Passivement la maison; grim pants offrant une protection solaire d'été.

• **Façades orientées Est**, peuvent être traitées en tant que mur sud ou ouest sinon il est Préférable d'employer des plantes persistantes.

• **Façades ouest**, les plantes qui peuvent convenir à cette orientation incluent : Grim pants offrant une isolation thermique en hiver et en été: Figuier grim pant, Fusain Grim pant, Lierre commun des bois, Lierre des canaries, chèvrefeuille.<sup>18</sup>

<sup>18</sup> BENHALILOU Karima (2008).impact de la végétation grim pante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment cas du climat semi-aride. Mémoire magister : architecture bioclimatique. Département d'architecture et d'urbanisme : université de mentouri Constantine ,263 p.



Figure I.39: Traitement de la façade OUEST (Source : www.arbreurbain.com)

#### d. Effet de la végétation sur le phénomène de l'îlot de chaleur urbain :

Les avantages climatiques de la végétation urbaine sont évalués soit en fonction de leurs effets sur les facteurs météorologiques, soit par leurs économies d'énergie induites dans les bâtiments en raison de moins de refroidissement et / ou des charges de chauffage. La Végétation possède trois propriétés principales qui influent sur le climat : l'ombrage, L'humidification (évapotranspiration) et l'effet coupe-vent. (McPherson et al., 1994b).<sup>19</sup> Donc, les effets des végétaux sur le microclimat peuvent se subdiviser en trois grands effets :

- L'effet du végétal sur le refroidissement de l'air.
- L'effet d'ombrage du végétal urbain.
- L'effet aéroulque des végétaux urbains.<sup>20</sup>

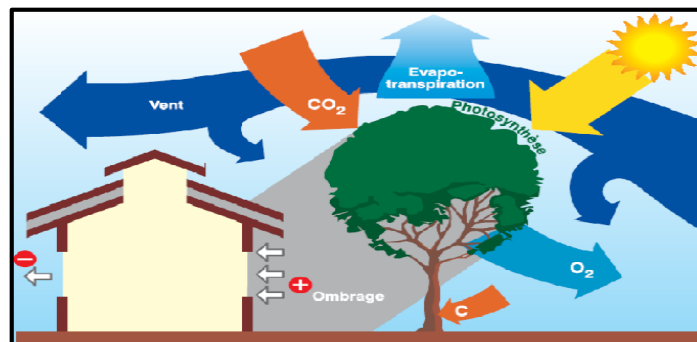


Figure I.40: Les différents effets de la végétation (source : Liébard et al. 2005)

<sup>19</sup> Ahmed ELHOZAYEN (26/09/2013). Le traitement des espaces urbains dans les villes au climat chaud et sec pour diminuer leurs problèmes climatiques. Etude de cas : la ville du Caire. Mémoire de fin d'études : Sciences agricoles. L'institut supérieur des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage, 51 p.

<sup>20</sup> Mille KADRI Wassila (10 Juin 2012). Végétation urbaine : entre effets microclimatiques et représentations des usagers-cas de la ville d'Alger. Mémoire Magistère : Architecture et environnement. Ecole polytechnique d'architecture et d'urbanisme Epau ,183 p

### I.3/ La naissance du quartier durable et la durabilité :

Les effets du phénomène de l'îlot de chaleur urbain influencés par la morphologie urbaine à l'échelle de la ville sur le climat se retrouvent également à l'échelle du quartier en fonction de la forme des îlots urbains et de Leur orientation. Car, on peut remarquer de micros ICU dans des quartiers très denses par Rapport à d'autres qui ont plusieurs problèmes urbains et microclimatique.

La prise en comptes de ces enjeux urbains et environnementaux a causé la naissance de la durabilité et les quartiers durable comme repense aux problèmes urbains et environnementaux.

#### I.3.1/ La définition du développement durable :

C'est chercher à mettre en avant ce qui offre le meilleur résultat du point de vue des trois contraintes : économique, sociale et écologique ; avoir une économie qui se développe, des hommes qui ont des conditions de vie meilleures et disposer des ressources naturelles respectées. Une optique de développement durable oblige à repenser le fonctionnement de notre société et de son évolution" (Michel Mousel, 1999).

C'est un développement, qui répond aux besoins de générations du présent, sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs".<sup>21</sup>

**La durabilité** est le rapport entre des systèmes économiques dynamiques et des systèmes écologiques dynamiques plus grands, mais aux changements plus lents, dans lesquels : la vie humaine peut continuer indéfiniment ; les individus peuvent s'épanouir ; les cultures humaines peuvent se développer ; mais dans lesquelles les effets de l'activité humaine restent à l'intérieur de certaines limites afin de ne pas détruire la diversité, la complexité et la fonction du système qui sert de base à la vie écologique" (R. Costanza, 1991).<sup>22</sup>

#### I.3.2/ Aperçu historique :

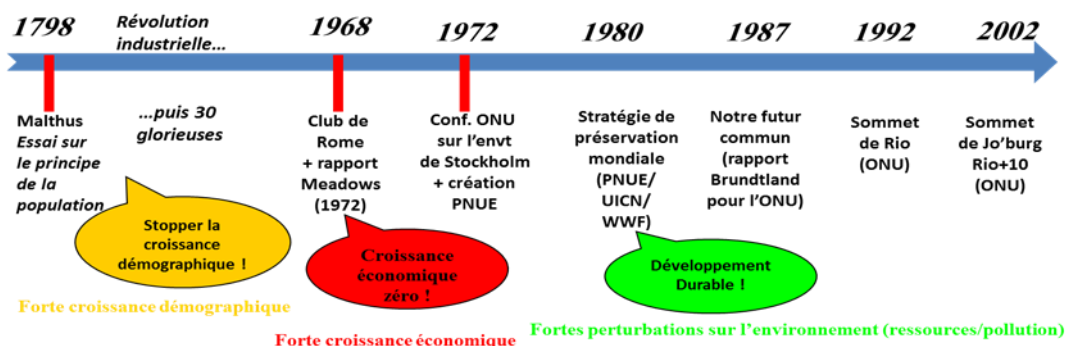


Figure I.41 : chronologique de développement durable (Source : Sommet de Rio, 1992.)

<sup>21</sup> Extrait du Rapport Brundtland, 1987.

<sup>22</sup> To UyenBui, L'intégration du développement durable dans les projets de quartier : le cas de la ville d'Hanoi, thèse pour doctorat en Architecture ; présenté le 5 juillet 2012. ENSA de Toulouse.

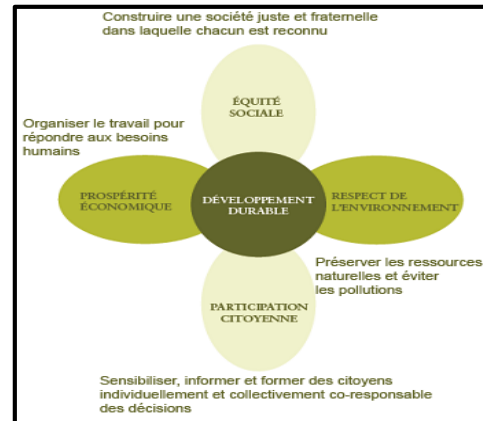
**Les trois piliers du développement durable :**

- **Un développement économique** ; crée des richesses et améliore les conditions de vie pour satisfaire les besoins de la population mondiale.

- **Un pilier social** ; qui veille à réduire les inégalités à

Travers le monde.

**Un pilier environnemental** qui cherche à préserver l'environnement que les générations futures recevront en héritage.



**Figure I.42 : les piliers du développement durable (Source : Sommet de Rio, 1992.)**

**I.3.3/ La définition de quartier durable :**

Le quartier durable c'est une nouvelle manière de penser la ville, son organisation et les liens entre ses habitants. D'un point de vue sociologique, c'est une manière d'aménager les espaces de vie qui replace l'utilisateur et son comportement au centre des préoccupations en facilitant ses activités quotidiennes, tout en préservant l'environnement.

Pour aménager un éco-quartier, deux éléments primordiaux sont à prendre en compte : la continuité avec l'urbanisation existante pour minimiser l'impact du projet sur les espaces naturels, terres et exploitations agricoles, la desserte par les transports collectifs urbains et leur connexion avec les réseaux affectés aux modes doux.<sup>23</sup>



**Figure I.43 : quartier durable Adelshoffen (Source : web)**

**I.3.4/ Aspects durable à intégrer en amont de la conception d'un quartier durable<sup>24</sup> :**

**1. assurer la cohérence du projet et l'intégration urbaine :**

Un quartier, c'est une portion d'un village, d'une ville... Chaque projet de nouveau quartier se doit de trouver ou de créer une accroche urbaine Avec l'existant : un prolongement, une insertion...

<sup>23</sup> CAUE DE LA SARTHE - CONSEIL D'ARCHITECTURE, D'URBANISME ET DE L'ENVIRONNEMENT [en ligne] (page consultée le 10/10/2017). <https://www.caue-sarthe.com/>

<sup>24</sup> <http://www.caue-sarthe.com/IMG/pdf/ECOQUARTIER.pdf>

## 2. La proximité et les solutions alternatives à la voiture :

- Une hiérarchisation des voiries à l'échelle du quartier permettant de dissocier espace de desserte automobile et voirie partagée.
- Le gabarit de la voirie déterminera dans ce cas, la nature des axes : structurants ou secondaires.
- Un maillage piétons/cycles dense afin de favoriser les modes propres et peu nuisant.



Figure I.44 : parking à la périphérie (Source : web)

## 3. La mixité sociale et fonctionnelle :

L'éco-quartier favorise l'implantation d'une population variée et offre la possibilité d'un « parcours résidentiel » à tous les âges de la vie. Ceci est rendu possible en jouant sur :

- la diversité des formes (maisons accolées, immeuble, habitat intermédiaire)
- La variété des programmes (logements locatifs, en accession à la propriété, activités, services).

## 4. La conception d'espaces publics structurants :

Ils doivent être multi-usagers. L'objectif est de favoriser les échanges, les rencontres ainsi que l'implication de la population dans le quartier.



Figure I.45 : placette en cœur de quartier Vern-sur-Seiche (Source : <http://www.caue-sarthe.com/IMG/pdf/ecoquartier.pdf>)



Figure I.46 : Scharnhäuser parc à Stuttgart (Source : web)

## 5. le respect de cycle de l'eau :

Une bonne gestion de l'eau consiste à collecter l'eau et le resituer :

- Par la mise en place de bassins de rétention, de fossés qui feront partie intégrante du plan d'aménagement.
- En développant les toitures végétales, y compris sur les bâtiments annexes.
- Par la mise en œuvre de sols perméables sur les cheminements piétons, les circulations de vélos ou encore sur des aires de stationnement.



Figure I.47 : passage à gué d'un ruisseau. Saint-Jacques-de-la-Lande (Source : web)



Figure I.48 : toiture végétalisée sur bâtiments, quartier Rieselfeld

## 6. la gestion des déchets :

La conception du quartier devra appréhender la question du traitement des déchets depuis le tri réalisé individuellement jusqu'au ramassage. Cette démarche consiste :

- A créer un espace ou stocker les déchets par catégorie.
- La mise en place des composteurs individuels ou groupés.
- Créer point de collecte bien identifiés permettra en outre de limiter la circulation des engins de ramassage a certains secteurs, assurant de fait la tranquillité du quartier.



Figure I.49 : composteur collectif quartier Vauban, fribourg

## 7. Le renforcement de la biodiversité :

- La préservation des milieux naturels.
- La rationalisation des moyens affectés a l'entretien permettant la réalisation d'économies.
- L'insertion de végétation dans les quartiers est prépondérante, pour assurer la qualité de vie et le bien-être des habitants, et diminuer la pollution



Figure I.50 : parc écologique.  
Source : <http://arbordayblog.org/tag/floweringtrees/>

### I.3.4/ Analyse de l'exemple de Vauban : a-Analyse urbaine

**situation**

**Présentation**

Au sud-ouest de la ville de Freiburg (en Allemagne)



Figure I.51: La carte de l'Allemagne source Google earth



Figure I.52: La carte de Freiburg source Google earth



Figure I.53: Situation de Vauban à Freiburg source Google earth

La superficie	38 ha
Nombre d'habitants	5000 habitants - 2300 logements,
Densité	100 logement/ ha
Hauteur	2 étages à 4 étages.
COS & CES	COS = 0,17 & CES=1.51
Programme	Des immeubles d'habitation collectifs, des maisons en bande, jumelées, équipements scolaires, des jardins d'enfants, des commerces pour les besoins quotidiens et des activités

**L'historique du site** : c'est une requalification urbaine d'une caserne



**analyse du projet dans son contexte naturel**

Climat de fribourg est semi-continentale, hiver : relativement froid, Été : chaud à orages fréquents.

**Température et précipitation**

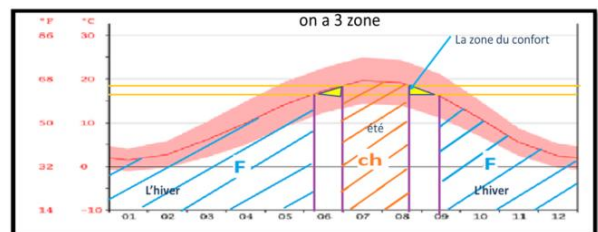
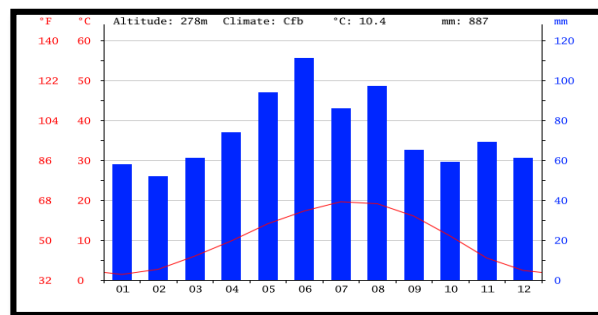


Figure I.54 : Diagramme de température source : [https://planificateur.a-contresens.net/europe/suisse/canton\\_de\\_fribourg/fribourg/2660718.html](https://planificateur.a-contresens.net/europe/suisse/canton_de_fribourg/fribourg/2660718.html)

**Les solutions utilisées au Vauban :**

**Période chaude :**

- \*Triple vitrage
- \*Un système de ventilation double
- \* flux (échangeur géothermique)
- \*L'utilisation des brises soleil

**Période froide :**

- une isolation extérieure à base de laine de mouton
- Toiture végétale .orientation sud
- chauffage basé sur le système de cogénération

**analyse du projet dans son contexte construit**

**Le non bâti**



Figure I.55: Modalité d'accès source d'auteur

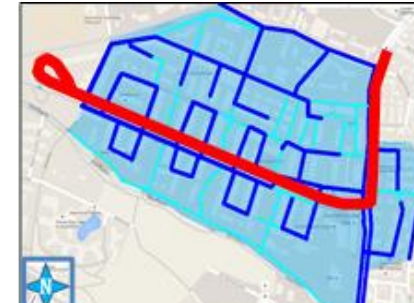


Figure I.56 : Réseau viaire (source : auteur)

**Les solutions pour minimiser la voiture :** transport en commun dans l'axe central et interdire le stationnement à côté du logement.

**-Espaces extérieurs :**



l'espace vert =2,6ha  
le ratio ; 26000/5000=5,2 m<sup>2</sup>



nombre d'habitat=5000  
1per-----5,2 m<sup>2</sup> d'espace vert

**Le bâti**

**Equipements :** ils sont installés dans l'axe central et suivent le statut des voies

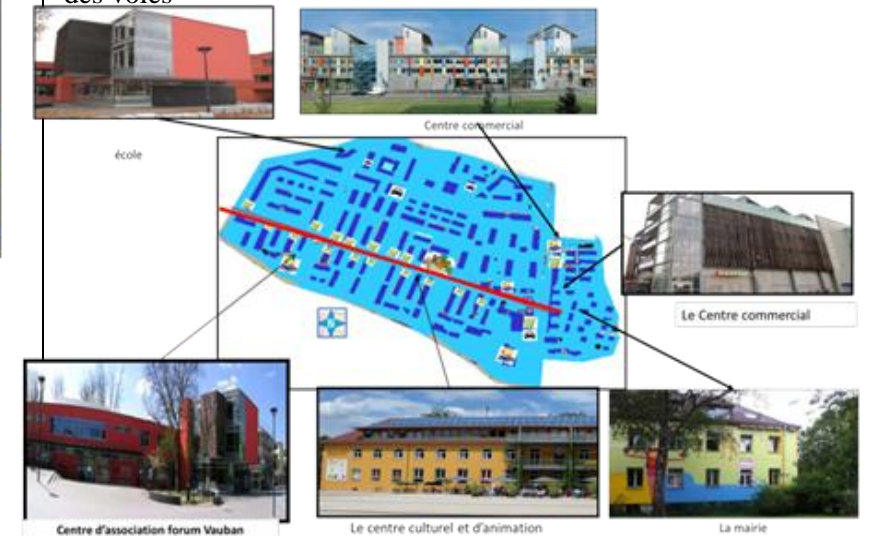
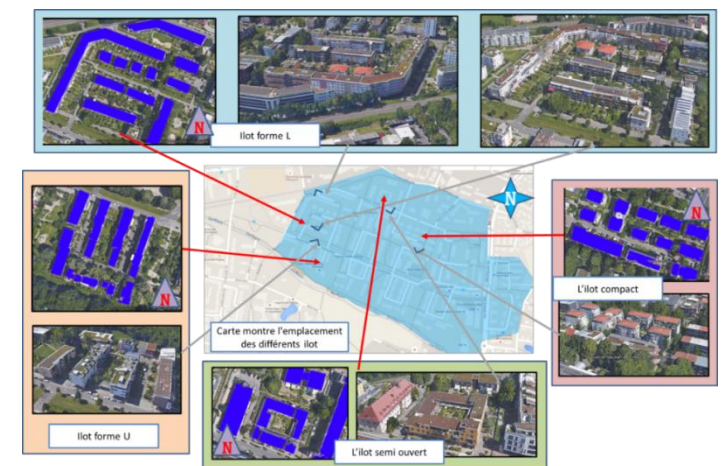


Figure I.57: les équipements





b-Analyse du projet à l'échelle du quartier			
Aspect bioclimatique		Aspect de durabilité	
La situation du quartier Vauban dans une région froide et aride a favorisé le choix des techniques bioclimatiques.		Environnemental	économique / Social
<p> <span style="color: yellow;">■</span> Maison Actives  <span style="color: red;">■</span> Maison Passive  <span style="color: green;">■</span> Habitat a basse énergie  <span style="color: black;">■</span> Habitat sans label                 </p>		<p> <b>-Les eaux pluviales :</b> Les fossés sont normalement vide ils retiennent l'eau de pluies jusqu'à leur réabsorption par le sol.                 </p>  <p>Fossé eau de pluie</p>	
<p><b>Maison passif</b></p> <p><b>Orientation :</b> Le quartier est situé dans une région froide donc ils ont éloigné les bâtis et élargi les voies afin de capté mieux les rayons de soleil et profité de sa chaleur.</p> <p><b>Disposition des espaces :</b> Installation des espaces trompant balcon escalier) au nord et des espace du jour au sud (séjour) .</p>  <p>Figure I.58: les façades ensoleillé</p>		<p><b>Maison active</b></p> <p>Des maisons Actives regroupé dans le lotissement solaire</p>  <p>gle Earth</p> <p>10 à 15 % au nord</p> <p>40 à 60 % de surface vitrée sur la façade sud</p> <p><b>-les matériaux de construction :</b> Les maisons ont une ossature bois qui consomme beaucoup moins d'énergie grise pour la construction.</p> <p><b>-isolation :</b> Les murs extérieurs sont fortement isolés, mais permet une grande partie de la lumière d'entrer dans les chambres.</p> <p><b>Toiture végétalisée :</b> Les toitures végétalisées sur une épaisseur de terre peu profonde s'a captant une partie de l'eau de pluie.</p> <p><b>Gestions de l'eau pluviale :</b> Ils ont utilisé des citernes pour recevoir les eaux pluviales.</p> 	
		<p><b>-Gestion des déchets :</b> Afin d'encourager la population à adopter les bons réflexes de tri des déchets, chaque appartement est équipé de déchetteries à 5 compartiments : verre, plastique, métal et papiers, situés à proximité des habitations</p>  <p><b>-Le transport :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-l' utilisation des voitures électriques.</li> <li>- la présence de nombreuses pistes cyclables.</li> <li>-utilisation des transports en communs.</li> </ul> 	
		<p>Figure II-9- 1L'usine de cogénération vue extérieure</p> <p>La cogénération: le quartier dispose d'une usine centrale de cogénération ;Il s'agit d'un système alimenté en à 80% copeaux de bois et à 20% par du gaz</p> <p>--Réduction des consommations énergétiques :</p> <p>-Mixité l'habitat et le travail par la création d'activités économiques et commerciales.</p>	

## I.4/L'architecture bioclimatique :

- **introduction**

Selon les statistiques de la consommation énergétique finale en Algérie, en 2005, Consommation énergétique en Algérie est répartie en 7 % pour l'agriculture, 19 % pour L'industrie, 33 % pour le transport et 41 % pour le secteur du bâtiment. Le secteur résidentiel Consomme 67 % des produits gazeux, 13 % de l'électricité et 20 % des produits pétroliers<sup>25</sup>

Comme présente la figure ci-dessous. on remarque que le secteur résidentielle en 2005 est le plus consommant d'énergies en chauffage ,climatisation... de 41 %

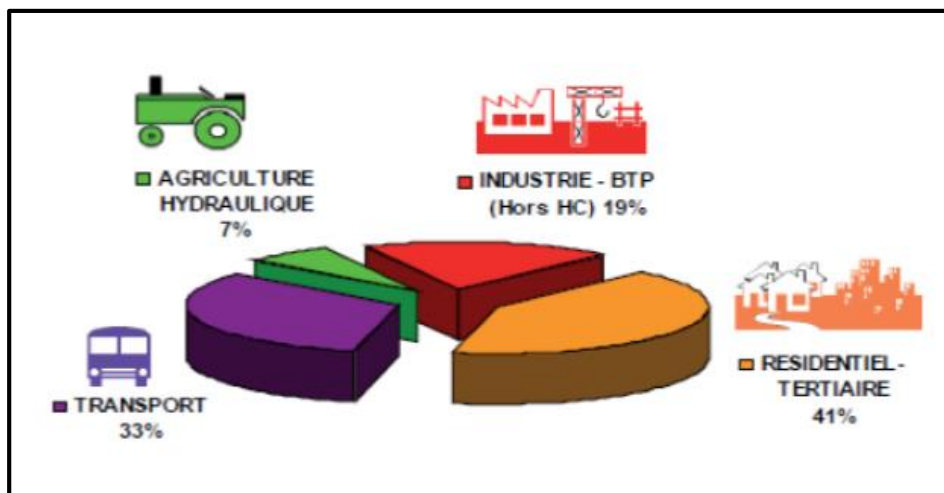


Figure I.59 : les consommations énergétiques (Source :(consommation Energétique finale de l'Algérie.2005, page 03.)

Alors le bâtiment contribue fortement à l'augmentation des gaz à effet de serre et donc l'augmentation du phénomène de l'îlot de chaleur urbain par sa forte consommation énergétique .Cette situation nous amène à trouver des solutions architecturales afin de satisfaire l'objectif d'une conception des bâtiments à haute performance énergétique en utilisant des moyens passifs et on consommant moins. Par le retour au bio climatisme.

### I.4.1/ Définition de l'architecture bioclimatique :

Selon de Herde, l'architecture bioclimatique apparait comme l'une des solutions pour réduire les consommations énergétiques et donc les émissions de gaz à effet de serre en profitant au maximum des apports bénéfiques de l'environnement et plus particulièrement du soleil comme source d'énergie inépuisable<sup>26</sup>.

<sup>25</sup> Melle BENHARRA Houda (2016). Impact de l'orientation sur la consommation énergétique dans le bâtiment. -Cas des zones arides et chaudes. Mémoire magistère recherche : Ville et architecture au Sahara. Université Mohamed Khider – Biskra, 287p.

<sup>26</sup> De Herde, A et Liebard, A. Guide de l'architecture bioclimatique, T4, systèmes solaires, l'observatoire des énergies renouvelables, France. 2002

L'architecture bioclimatique est un mode de conception architecturale qui recherche la meilleure adéquation possible entre le climat, le bâtiment et le confort de l'occupant.

#### I.4.2/ Aperçu historique :

L'architecture bioclimatique que l'on considère aujourd'hui comme une nouveauté n'est que prolongement du savoir-faire de l'architecture vernaculaire basée sur des connaissances intuitives du milieu et du climat. Le fondement de cette architecture vernaculaire répondent au souci de l'homme de se protéger contre les rigueurs climatiques<sup>27</sup>.

#### I.4.3/ Les principes de base de l'architecture bioclimatique<sup>28</sup> :

La conception bioclimatique consiste à mettre à profit les conditions climatiques favorables tout en se protégeant de celles qui sont indésirables, ceci afin d'obtenir le meilleur confort thermique. Elle utilise l'énergie solaire disponible sous forme de lumière ou de chaleur, afin de consommer le moins d'énergie possible pour un confort équivalent. Elle s'appuie sur :

##### 1-Implantation et orientation du bâti :

L'intégration du bâtiment dans son environnement est le premier principe de l'architecture bioclimatique, il est indispensable d'avoir une parfaite connaissance des vents dominants, de la radiation solaire incidente et des masques solaires voisins, des risques d'inondations, de la végétation environnante et des objectifs de confort.

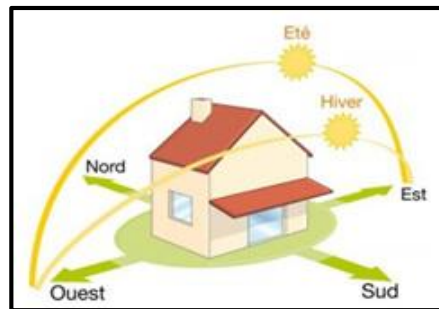


Figure I.60 : implantation de bâtiment par rapport au soleil (source : <http://www.grenoble.archi.fr>)

##### 2-La forme du bâti (la compacité) :

Plus la surface des parois en contact avec l'extérieur et avec le sol sont réduite, plus les économies en énergie et en investissement ne sont importantes. Pour un même volume et une même surface, une habitation compacte consomme moins d'énergie qu'une habitation qui ne l'est pas.

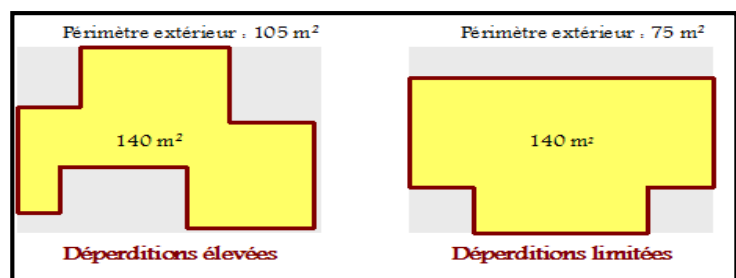


Figure I.61 : la forme compacte (source : guide ecoconstruction.pdf)

<sup>27</sup> C S Architecture. Architecture design d'intérieur [en ligne] (page consultée le 10/07/2017). <https://www.csarchitecture.fr/>

<sup>28</sup> L'ASDER.asder partageons l'énergie [en ligne] (page consultée le 10/10/2017). <http://www.asder.asso.fr/info-energie/eco-batiment/construction-et-renovation/conception-bioclimatique>

### 3-La disposition des espaces :

L'orientation des façades et la répartition des différentes pièces permettent de bénéficier des apports du soleil d'hiver mais aussi de protéger du soleil en été et en mi-saison.

Plus la surface des parois en contact avec l'extérieur et avec le sol sont réduite, plus les économies en énergie et en investissement ne sont importantes.

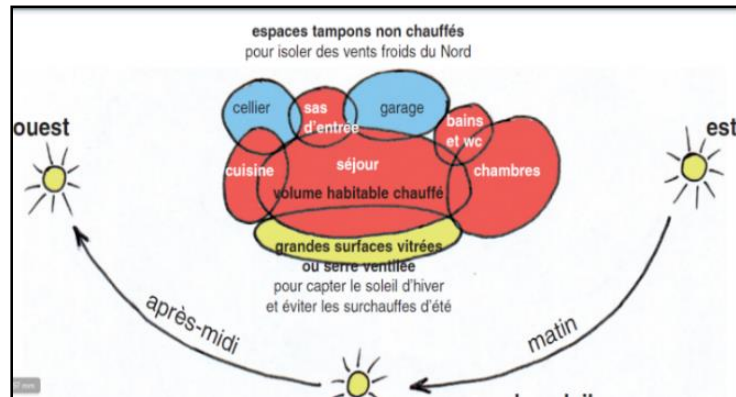


Figure I.62: l'orientation des espaces par rapport au soleil (source : <http://www.grenoble.archi.fr>)

### 4-Le choix des matériaux :

Le choix des matériaux se fait en fonction de ceux qui sont disponibles à proximité. Ils sont particulièrement adaptés au climat et le coût de construction sera limité. Les matériaux retenus en architecture bioclimatique sont sélectionnés sur :

- Une bonne absorption des rayons lumineux.
- Un stockage de chaleur.
- Une bonne rapidité d'absorption et de restitution de la chaleur.

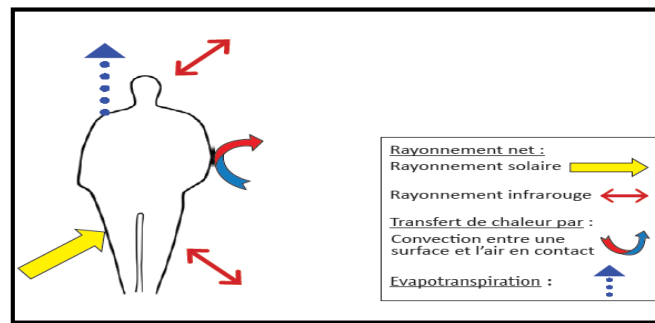
### 5-Le confort thermique :

L'un des objectifs de l'architecture bioclimatique est assurer un confort du bien-être du quotidien intérieure dans son logement.

#### a. Définition de confort thermique :

Le confort thermique pour un être humain a été défini par Fanger (1970) en tant que « l'état de l'esprit qui exprime la satisfaction avec l'environnement thermique ». Une autre définition du confort donnée par Givoni (1976) évalue le confort thermique comme l'absence de l'irritation et de l'inconfort dus à la chaleur ou au froid, et comme un état impliquant l'agrément. La sensation de confort thermique est liée à l'effort que l'organisme doit fournir pour maintenir sa température interne constante. <sup>29</sup>

<sup>29</sup> Hoffmann, J. B.: Ambiances climatisées et confort thermique. In: Proc. of COSTIC, 1994.



**Figure I.63 : Bilan thermique du corps avec son environnement (source : projet**

Le confort thermique dépend principalement de quatre paramètres<sup>30</sup> (Ramponi(2013)) :

- ✓ la température de l'air.
- ✓ la température radiante moyenne.
- ✓ la vitesse du vent.
- ✓ l'humidité

### **b. Les stratégies pour atteindre le confort thermique :**

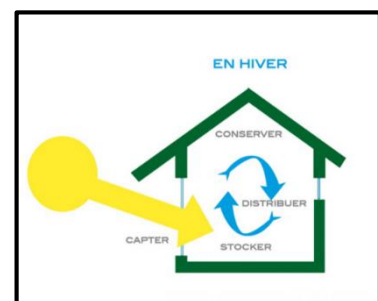
L'être humain cherche le confort dans son espace de vie dans sa maison et la conception architecturale bioclimatique assure ce confort, car elle utilise des moyens passif et renouvelable tout en assurant une bonne qualité du confort et la création d'une ambiance intérieure satisfaisante en été ou en hiver.

Tout en préservant un microclimat frais autour du bâtiment en contrôlant les apports solaire et diminuer la chaleur anthropique dans le bâtiment, en assurant une meilleur qualité du confort de l'occupant en saison estivale et hivernale.

- **Le confort thermique d'hiver : Ou le système de chauffage solaire passif :**

S'il est important de se protéger des surchauffes en été, il est tout aussi important de récupérer des calories en période froide pour se chauffer.

Les principes de la stratégie de chaud sont les suivants : capter le rayonnement solaire, stocker l'énergie ainsi capté, distribuer cette chaleur dans le bâtiment, réguler cette chaleur et enfin éviter les déperditions dues au vent.



**Figure I.64 : système de chauffage passif (source : guide Eco construction.pdf)**

<sup>30</sup> Noëlie Daviau-Pellegrin (18 janvier 2016). Modélisation fine des échanges thermiques entre les bâtiments et l'atmosphère urbaine. Thèse Doctorat Recherche : Sciences et techniques de l'environnement. UNIVERSITÉ PARIS-EST, 199p.

- **Le confort thermique d'été : ou le système de rafraîchissement passif :**

Contrairement à l'hiver, les apports gratuits sont indésirables en saison chaude et contribuent à augmenter les besoins de rafraîchissement. La stratégie de refroidissement naturel répond au confort d'été. Il s'agit de se protéger du rayonnement solaire et des apports de chaleur, de minimiser les apports internes, de dissiper la chaleur en excès et enfin de refroidir naturellement.<sup>31</sup>

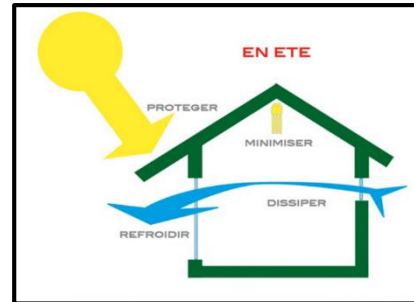


Figure I.65 : système de rafraîchissement passif (source : guide Ecoconstruction.pdf)

- ❖ L'un des solutions de rafraîchissement passives pour atteindre un certain confort d'été dans un bâtiment est d'intégrer **le toit végétal**.

**Que ce qu'un toit végétal ? Et quel est son impact sur le confort ?**

#### **I.4.4/ Le toit végétal :**

##### **I.4.4.1/ Généralité :**

L'inclusion du végétal dans l'architecture restitue la nature dans la proximité que l'on croyait réservée à l'univers de la campagne ou du potager et qui, là, s'offre aux urbains, à tous ceux que la conscience du développement des villes et de la réduction des territoires oblige à repenser la présence de la nature.<sup>32</sup>

La présence des végétaux dans et autour de l'habitat est essentielle à la qualité de vie. Le monde végétal ne concerne pas seulement le jardin individuel mais aussi l'espace intérieure, les bordures des terrains, l'entrée, les balcons, les toitures et les murs qui se végétalisent.

##### **I.4.4.2/ Définition :**

Dans le milieu urbain, il y a souvent un espace limité pour des jardins au niveau du sol. Toutefois les plantes peuvent être cultivées sur les toits des bâtiments. De ce fait, la toiture végétalisée consiste en un système d'étanchéité recouvert d'un complexe drainant, composé de matière organique et volcanique, qui accueille un tapis de plantes pré cultivées (sédum, vivaces, graminées...). S'installant aussi bien sur une structure en béton, en acier ou en bois, elle offre une surface vivante qui change d'aspect en fonction des saisons et de la floraison des végétaux.<sup>33</sup>

<sup>31</sup> MAZARI Mohammed (Septembre 2012). Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public : Cas du département d'architecture de Tamda (Tizi-Ouzou). Mémoire Magister recherche : architecture et développement durable. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 167 p.

<sup>32</sup> <http://www.la-cambuse.fr/wp-content/uploads/2016/07/RES-1209-vegetalisation-des-batiments-rapport.pdf>

<sup>33</sup> FACER.J : "The role of 'greening' in commercial property development" Fourth-year undergraduate.

### I.4.4.3/ Aperçu historique :

Le principe d'installer des plantes sur les toits n'est pas nouveau, nous avons tous entendu parler des « Jardins suspendus de Babylone », et autour de nous aperçu des arbres sur des terrasses, intégrés dans de véritables « jardins en l'air ».<sup>34</sup>

Ce concept de toit végétal présent depuis la préhistoire, depuis des millénaires dans les pays scandinaves à travers des exemples de maisons traditionnelles, avec des toitures à double pente vertes il permettait de protéger des intempéries grâce à un épais mélange de terre et de végétaux herbacés enracinés. La maison était ainsi isolée, la toiture étanche à l'eau, à l'air, résistante au vent et au feu, le tout étant réalisé grâce à des matériaux localement disponibles<sup>35</sup>.



Figure I.66 : Jardins suspendus de Babylone  
(Source : www.wikipédia.com)



Figure I.67 : Kvivik, Islande, 1900  
(Source : www.wikipedia.com)

### /Quelques exemples :

C'est également au début des années 1980 que la question écologique a pris le pas sur la simple performance thermique : en choisissant des plantes qui ont besoin de très peu d'eau ce qui n'exclut pas de prévoir un arrosage et un entretien régulier.

Dans les années 2000, l'évolution de la mentalité a permis au public de prendre conscience de l'intérêt de toit végétal et c'est la raison pour laquelle on voit des projets de ce type devenir chaque année un peu plus nombreux.



Figure I.68 : School of Art, Design and Media

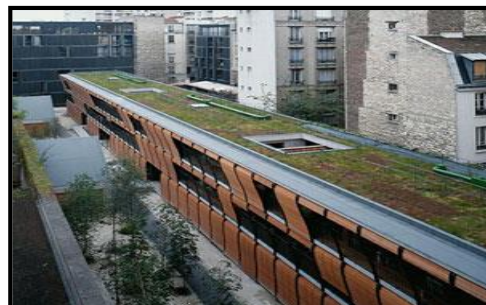


figure I.69 : Bâtiment d'habitat France (source : web)






<sup>34</sup> Siplast, le spécialiste de l'étanchéité. Toiture végétalisée [en ligne] (page consultée le 10/10/2017).

<http://www.siplast.fr/toiture-terrasse-vegetalisee/toiture-vegetalisee>

<sup>35</sup> [https://pedagogie.ac-guadeloupe.fr/files/File/edd/lyc\\_e\\_raoul\\_nicolo\\_dossier\\_complet\\_tpe\\_eco\\_toit\\_pd\\_52fccc818.pdf](https://pedagogie.ac-guadeloupe.fr/files/File/edd/lyc_e_raoul_nicolo_dossier_complet_tpe_eco_toit_pd_52fccc818.pdf)

**I.4.4.4/ Les typologies d'un toit végétal :**

On distingue classiquement trois types de toitures végétales en fonction de leur épaisseur : les toits extensifs, semi-intensifs et intensifs (voir tableau ci-dessous).<sup>36</sup>

			
	<b>Extensif</b>	<b>Semi-intensif</b>	<b>Intensif</b>
Épaisseur	3-12 cm	12-30 cm	> 30 cm
Portance	30-150 kg/m <sup>2</sup>	150-350 kg/m <sup>2</sup>	> 350 kg/m <sup>2</sup>
Végétation	Sédums 	Sédums, graminées, vivaces 	Herbacées, arbustes, arbres 
Entretien	2 fois/an pas d'arrosage au Nord de la Loire	4 fois/an arrosage conseillé en été	type jardin classique
Accès	non	oui	oui
Coût	25-100 €/m <sup>2</sup>	100-200 €/m <sup>2</sup>	> 200 €/m <sup>2</sup>

**Tableau 03 : tableau comparatif des types de toitures végétalisées (source : Réaliser des toitures végétalisées favorables à la biodiversité.pdf)**



**Figure I.70 : Toiture végétale extensive //Toiture végétale semi-intensive, //Toiture végétale intensive (Source : impacts du végétal en ville Septembre 2014)**

- ❖ Les toits de type extensif représentent, à l'heure actuelle, la majorité des toits végétaux construits, principalement en raison de leur faible coût, de leur légèreté et du faible entretien, ce qui les rend adaptables à des nombreux bâtiments.<sup>37</sup>

<sup>36</sup> Réaliser des toitures végétalisées favorables à la biodiversité.pdf

<sup>37</sup> Réaliser des toitures végétalisées favorables à la biodiversité.pdf



#### I.4.4.5/ La structure d'un toit végétal :

Tous les toits végétaux sont composés du même principe, un toit végétal est constitué essentiellement de cinq composantes (voir annexe3)

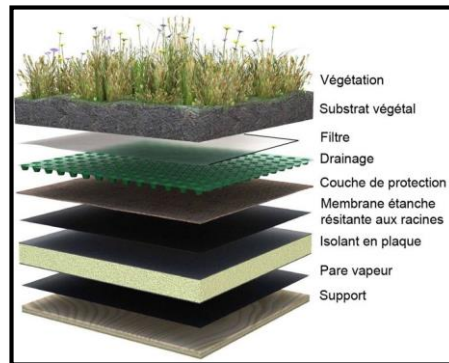


Figure I.71 : composant d'un toit végétal

#### I.4.4.6/ L'impact du toit végétal:

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.<sup>38</sup> De ce fait, l'intégration des toits végétaux favorise des avantages d'usage public et privé. Ces avantages qui s'inscrivent spécialement dans la démarche de développement durable et le HQE (la haute qualité environnementale).

##### a. Amélioration de la biodiversité :

Comme tout espace vert au sol, les toits végétaux améliorent la biodiversité et sont considérés comme des réservoirs biologiques sur les toits en pleins centres urbains.<sup>39</sup> En offrant des surfaces végétalisées supplémentaires avec l'intégration du bâtiment dans son environnement.

##### b. Contribution à la planification de l'air et la création de microclimat :

Les toits végétaux sont une solution écologique contre l'effet d'îlot de chaleur urbain. Des simulations ont prouvé la réduction de l'effet de serre, de l'effet de chaleur urbain, ainsi que l'amélioration du microclimat urbain grâce à l'évapotranspiration procurée par les toitures végétalisées (Figure I.64). A Toronto par exemple, une étude a démontré que l'aménagement de 6 % de toitures végétalisées, permettrait de diminuer la température urbaine de 1 à 2 °C et de limiter les émissions de gaz à effet de serre et d'autres polluants.<sup>40</sup>

<sup>38</sup> M.Hough (1995), In Article, Le besoin d'une nature urbaine : un rapport de recherche, (page consultée le 13-01-2008), En ligne, <http://www.evergreen.ca>

<sup>39</sup> Frehfahl, In François Lassalle, Végétalisation extensive des terrasses et toitures, 34 réalisations exemplaires, Editions le Moniteur, Paris, 2006. P.44

<sup>40</sup> Agence régionale de l'environnement et des nouvelles énergies (AREN), toitures végétalisées extensives, Fichier PDF, (consulté en Janv.2010), En ligne, [www.arenidf.org](http://www.arenidf.org). P.02

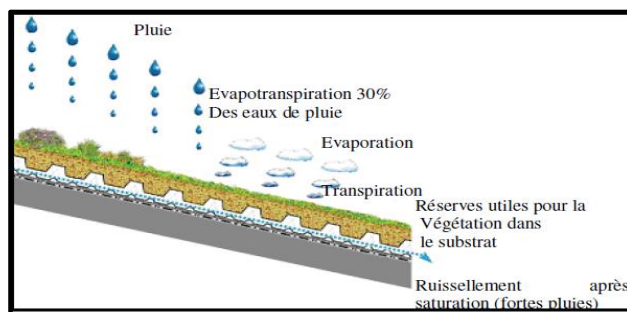


Figure I.72 : Amélioration du microclimat par la toiture végétalisée (Source : AREN, [www.arenidf.org](http://www.arenidf.org))

En effet, les toits végétaux permettent l'amélioration de la qualité de l'air, en agissant comme filtre. Puisque d'une part, la végétation produit une grande quantité d'oxygène grâce à la photosynthèse et d'autre part, selon les travaux de Nowak and Crane (1998) et de Banting *et al.*, (2005), la surface des feuilles, l'évapotranspiration et le rosé engendré, participent à la séquestration des polluants atmosphériques et des poussières. Ceci réduit l'effet du smog et rafraîchit l'atmosphère. Sachant par exemple, qu'un mètre carré de toit vert (gazon) capture environ 0.2 Kg de particules en suspension dans l'air par jour.<sup>41</sup>

### c. La gestion des eaux de pluie :<sup>42</sup>

Le toit végétal agit sur la gestion des eaux selon deux effets, effet de rétention de l'eau et effet retard à l'évacuation.

**c.1/Effet de rétention de l'eau :** A l'image d'une éponge, ces surfaces perméables retiennent un certain temps, une partie de l'eau pour éviter l'engorgement des réseaux d'évacuation 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 au phénomène de l'évapotranspiration. D'après le CSTB, les toitures à végétation extensives peuvent retenir en moyenne 50% de l'eau de pluie en volume par an.<sup>43</sup>

### c.2/Effet retard à l'évacuation :

Après saturation du substrat, une partie de l'eau absorbée est 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, par ailleurs une partie de l'eau résiduelle issue d'une toiture végétalisée peut être réutilisée pour usage d'eau non potable (arrosage, chasse d'eau ...)

<sup>41</sup> D.Laroche, A.M.Mitchell, S.Péloquin, les toits verts aujourd'hui c'est construire le Montréal de demain Mémoire présenté à l'office de consultation publique de Montréal dans le cadre du nouveau plan d'urbanisme 2004, 30 juin 2004. P, 3.

<sup>42</sup> Agence régionale de l'environnement et des nouvelles énergies (AREN), toitures végétalisées extensives, Fichier PDF, (consulté en Janv.2010), En ligne, [www.arenidf.org](http://www.arenidf.org). P.03

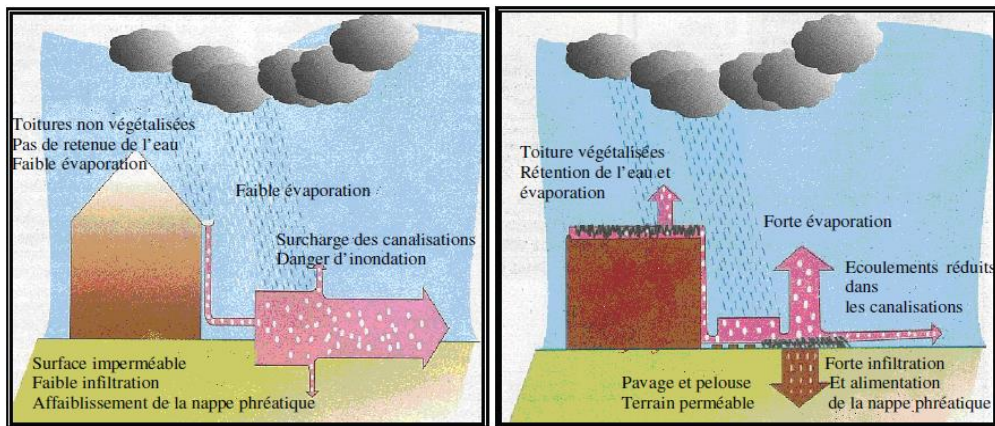


Figure I.73 : comparaison de la gestion de l'eau par un toit non végétalisé et un toit végétalisé (Source : CSTB, [www.resosol.org](http://www.resosol.org))

#### d. Social :

De nombreuses études démontrent que le manque d'espaces verts de proximité dans les villes engendre de nombreux problèmes :

Le stress au travail : Dans des immeubles d'entreprise « open space » les salariés avec un visuel sur les toits végétaux se retrouvent moins stressés, avec un faible taux d'absentéisme pour maladie, et une meilleure assiduité au travail. La climatisation et le chauffage étant moins ou pas utilisés, la qualité de l'air intérieur des bâtiments est meilleure.

Le toit végétal contribue à rendre la ville plus « calme », moins stressante. Les habitants retrouvent une certaine harmonie urbanisme-nature. Il devient un lieu de relaxation de loisir, de communication, d'expression, de lien social.

#### e. Le toit vert et la qualité du confort :

Les toits végétaux agissent sur la qualité du confort on distingue 2 types de confort :

##### e.1/Le confort acoustique :

Des expériences ont démontré qu'un substrat de 12 cm permet d'atténuer les bruits de 40 dB.

##### e.2/Le confort thermique<sup>44</sup> :

Un toit végétal est considéré comme un dispositif de rafraîchissement passif dans le bâtiment en créant une bonne qualité du confort intérieure. En économisant l'énergie, le toit vert est considéré comme une solution écologique qui permet de réduire les gains thermiques en été, ce qui permet d'atténuer les besoins en climatisation. En hiver, la couche de substrat

<sup>44</sup> Les toits verts la revue de l'Ordre des Urbanistes du Québec. septembre 2006

augmente le facteur isolant du bâtiment et réduit les besoins de chauffage en réduisant aussi à la fois l'effet de l'îlot de chaleur urbain.

Et selon des statistiques, une baisse des températures de l'air intérieure de 3 à 7 C amène à des économies de l'ordre de 10 % en climatisation



Figure I.74 : Multiplication des toits végétaux comme moyen de réduction de l'effet d'ICU (Source : Leroux.F, 2005)

#### I.4.4.7/ La configuration d'un toit végétal dans la conception architecturale<sup>45</sup>:

Les impacts de toits végétal mentionnés précédemment nous exige de penser au toit végétal comme un outil d'adaptation, de l'intégré dans la conception architecturale vu qu'il offre des perspectives qui dépassent le simple effet esthétique mais comme un moyen de rafraîchissement passif en atteindrons un certain confort intérieure.

On distingue plusieurs configurations pour un toit végétal, il peut être complètement découvert exposé à l'intempérie c'est le cas d'un bâtiment isolé, il peut être aussi dominé par un ou plusieurs bâtiments, d'un ou plusieurs niveaux ; comme elle peut être un patio intérieure. Enfin, la pente d'un toit végétal peut être nulle ou à faible pente de 0 à 5 %, il est recommandé qu'il ne soit pas complètement plat mais qu'il obtient une pente minimale afin de simplifier l'écoulement de l'eau. Comme elle peut être en simple ou double pente > 5 %.

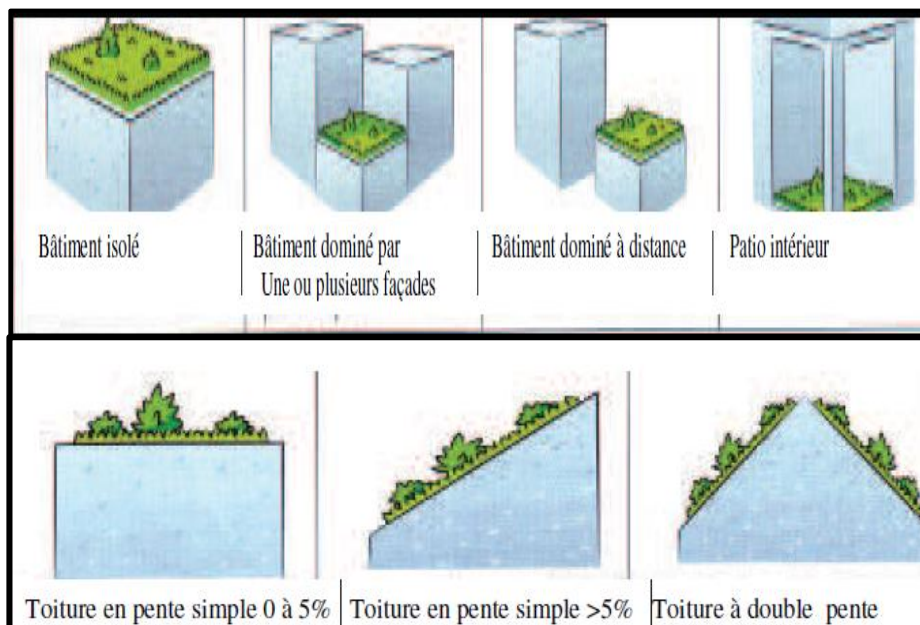


Figure I.75 : différentes configurations d'un toit végétal (Source : SOPRANATURE, Soprema, Brochure, 2008)

<sup>45</sup> SOPRANATURE, Soprema, Brochure, 2008

## **Conclusion :**

Ce chapitre basé sur des données disponibles sur notre thème afin de ressortir avec des concepts et des outils conceptuels qui nous aident à l'élaboration de notre projet.

Donc, ce chapitre servira surtout à bien cerner la partie théorique au cours de l'élaboration de notre projet par :

- ✓ L'îlot est le lieu théorie de projet.
- ✓ La nécessité d'introduire la notion de durabilité par la continuité de la voie et la conception des quartiers durables.
- ✓ L'îlot ouvert une forme urbaine qui répond à l'urbain et au climat.
- ✓ l'importance de la présence de la végétation dans les aménagements urbains.
- ✓ L'importance de l'intégration du toit végétal dans la conception architecturale pour son efficacité thermique.

# **Chapitre II :**

# **Elaboration de projet**

**Introduction :**

Afin d’assurer une bonne intégration de notre projet par rapport à son environnement ; nous essayerons d’analyser le périmètre d’étude et son environnement immédiat et collecter les données du site et aussi les paramètres climatiques qui sont des éléments essentiels à considérer et tirer les potentialités et les contraintes qui nous aident pour la conception de notre projet.

**II.1/ Phase d’analyse**

**II.1.1/ Situation de la commune:**

**A l’échelle territoriale:**

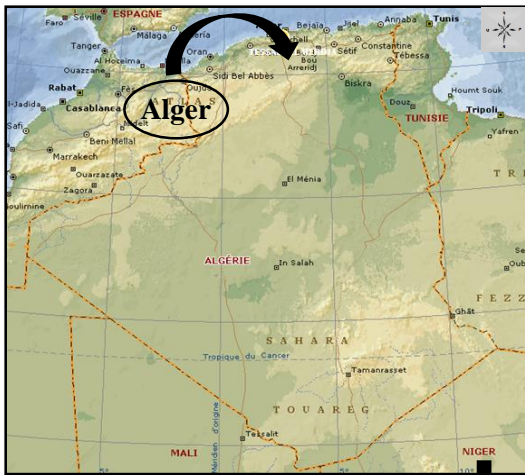


Figure II.1 : La situation d’Algiers dans l’Algérie (source : <http://www.wikipedia.fr>)

Tessala El Merdja est l’une des communes de la wilaya d’Alger daïra de Bir Touta, située sur la bande côtière algérienne ; à environ 28 km au sud-est d’Algiers.

Le territoire de la commune est situé majoritairement dans la plaine de la Mitidja, sur le versant sud de la RN67.

Tessala el Merdja est limitée par : Douéra, Mahelma, Béni Khelil, Ouled Chebli

**A l’échelle communale :**



Figure II.2 : Localisation de la commune dans la wilaya d’Alger (source : Google earth)

**A l’échelle régionale :**

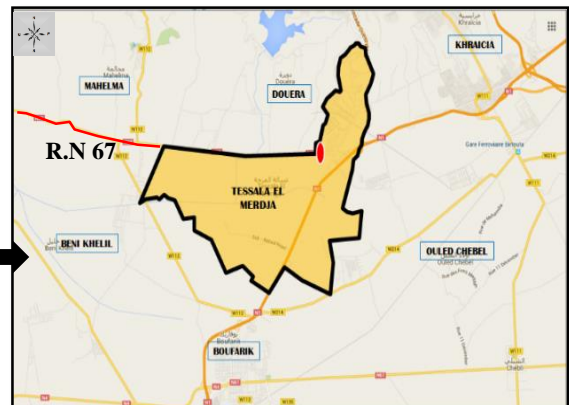


Figure II.3 : les limites administratives de la commune (source : Google earth)

## II.1.2/ Présentation du site d'intervention :

Le site est un terrain vierge qui se situe au nord de la commune de Tessala el Merdja. La route N67 passe par le site et l'autoroute en parallèle.

Le site est limité par le quartier quatre chemins sur sa côté Est et par des terrains agricoles sur le côté Ouest.

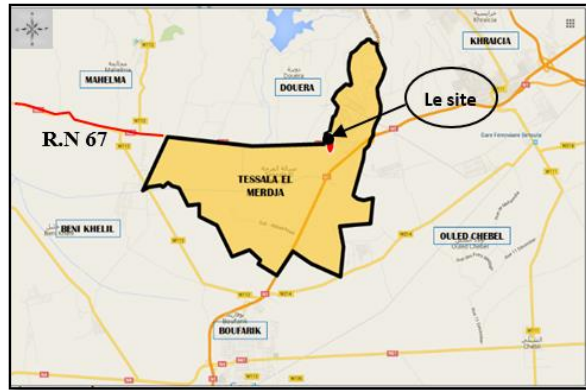


Figure II.4 : localisation du site dans la commune de Tessala el Merdja (source : Google earth)

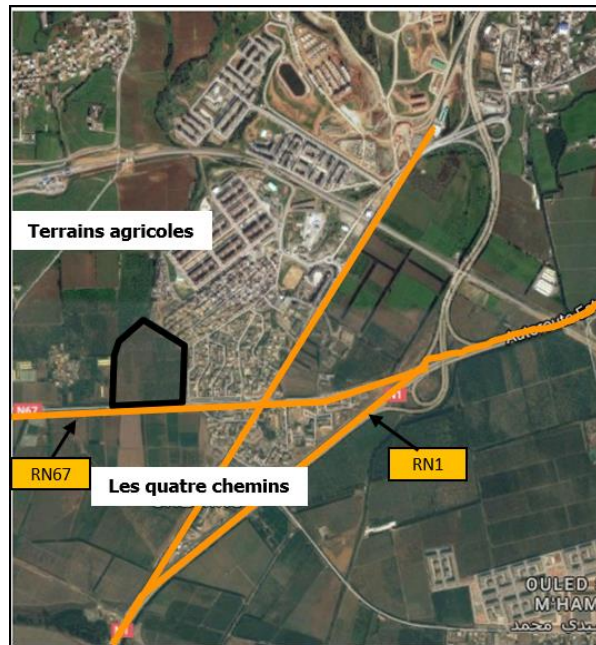


Figure II.5 : les limites du site (source : Google earth)

### Critère de choix de site

- Respecter le programme du PDAU par le choix d'un site destiné à recevoir de l'habitation.
- l'extension de la ville d'Alger.
- la disponibilité de surface.



### II.1.3/ Analyse du site dans son contexte naturel :

#### II.1.3.1/ Morphologie du site :

Notre site d'intervention a une forme irrégulière avec une superficie de 16 hectares.



Figure II.6 : la forme du site  
(source : Google earth+auteur)

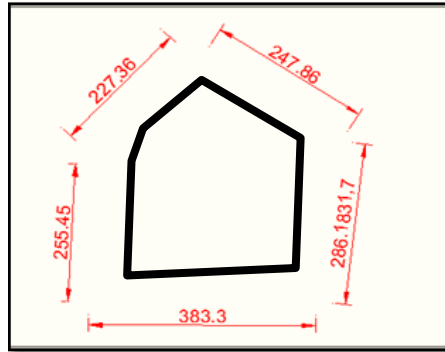


Figure II.7 : les dimensions du site  
(source : auteur)

#### II.1.3.2/ Topographie du site :

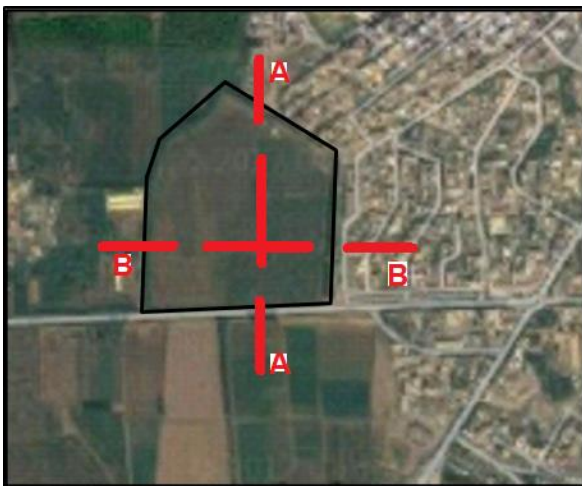


Figure II.8 : Les coupes sur le terrain (source : auteur)

Le site a une pente faible de 2,9% à 3,1%, orienté au sud et une pente de 2,9% à 3,4% orienté est.



Figure II.9 : la topographie du site (source : auteur)

II.1.3.3/ Les données climatiques :

**Climat :**

La région de Tessala El Merdja bénéficie d'un climat méditerranéen chaud et tempéré qui se caractérise par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides.

**Température mensuelle**

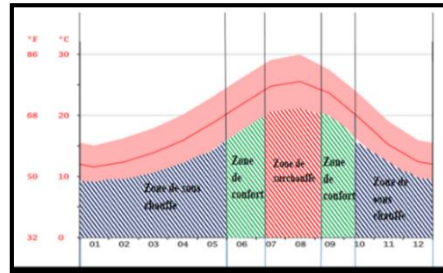


Figure II.10 : les variations de température (source : [www.meteonorme.com](http://www.meteonorme.com) + auteur)

Les températures sont élevées en été, basses en hiver mais ont une moyenne annuelle de 25.4 °C.  
Le mois de Janvier est le plus froid de l'année.  
Le mois de juillet est le mois le plus chaud.  
La période de confort est pendant les mois de juin et septembre.

**Recommandation :**

- refroidir pendant les mois chauds par la végétation et la minéralisation.
- prévoir une isolation thermique pour protéger de froid d'hiver

**Humidité**

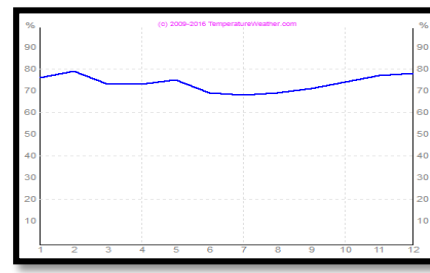


Figure II.11 : l'humidité (source : <https://fr.climate-data.org/location/223513>)

L'humidité relative est de 80% en février et de 69% en juillet.

**Recommandation :**

- prévoir une bonne aération et ventilation des différents espaces par la création des espaces verts pour rafraichir l'air.

**Précipitations**

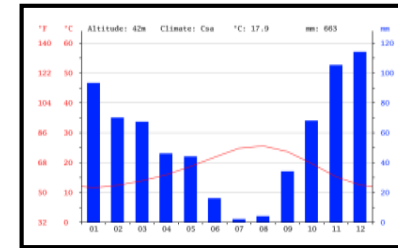


Figure II.12 : les précipitations (source : <https://fr.climate-data.org/location/223513>)

Les précipitations tombent surtout en hiver, mais elles sont très irrégulières.  
Les percéptions sont plus importants pendant le mois de décembre.

**Recommandation :**

- prévoir un système de récupération des eaux pluviales, des bassins de rétention, des bandes filtrantes

**Les vents dominants**

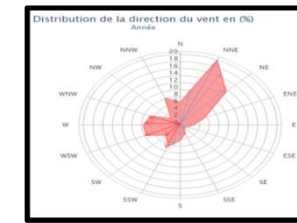


Figure II.13 : rose des vents (source : <https://fr.climate-data.org/location/223513>)

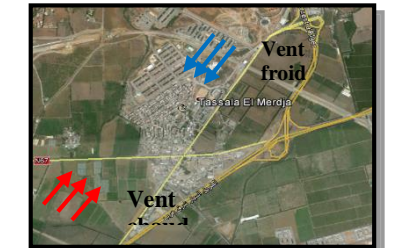


Figure II.14 : les vents dominants du site (source : auteur)

Les vents qui proviennent du côté sud-ouest sont des vents chauds tempérés.  
Les vents froid d'hiver proviennent sud-est / nord-est.

**Recommandation :**

- Dans notre conception on doit assurer une protection contre les vents chauds par une barrière végétale et une bonne orientation du bâti.
- Minimiser les ouvertures en nord est afin d'éviter les vents froids

**Ensoleillement**

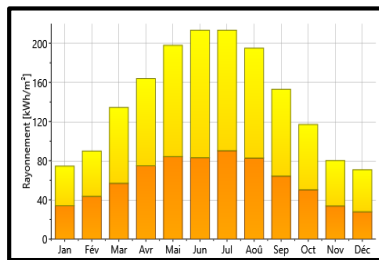


Figure II.15 : durée d'ensoleillement (source : [www.meteonorme.com](http://www.meteonorme.com))

Le site du projet est bien ensoleillé pendant toute l'année le mois le plus ensoleillé est le mois de juillet.

**Recommandation :**

- Bien orienté le projet maximisez l'utilisation des ouvertures au Sud.
- Éviter l'ombrage du voisinage.

**Synthèse de diagramme de GIVONI :**

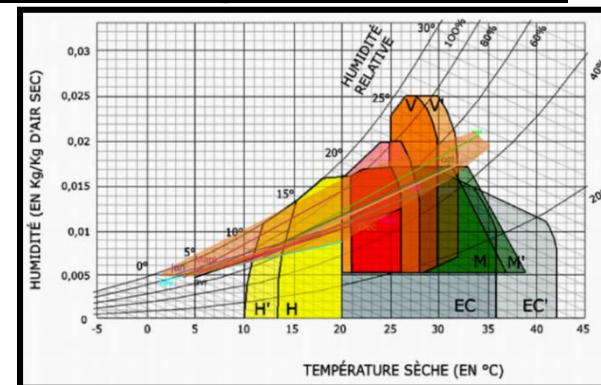


Figure II.16 Diagramme bioclimatique du bâtiment limites de la zone de confort (rose), et la zone d'influence de la ventilation à (VV' orangé) et de l'inertie thermique (MM' vert), de la zone d'influence du refroidissement évaporatif (EC et EC' gris), de la zone de non-chauffage par la conception solaire passive (H et H' jaune).

**L'interprétation :**

- Zone de confort : elle est définie par une température variant entre 20°C et 25°C et une humidité relative entre 50% et 80%.
- Zone de sous-chauffe : elle est définie par une T inférieure à 25°C entre 2,4°C et 20,5°C, avec une H relative entre 52% et 83%, elle s'étale du novembre au début de avril.
- Zone de surchauffe : elle peut atteindre une température de 34,1°C, et une humidité relative élevée de 65%, et elle s'étale les moins de juin, juillet, Août et Septembre.

**Recommandation :**

**Zone de sous-chauffe :**

- Orienter les différentes espaces de manière à avoir le maximum d'apport solaire.
- Prévoir des ouvertures orientés sud.
- Prévoir une bonne isolation en évitant les ponts thermique.

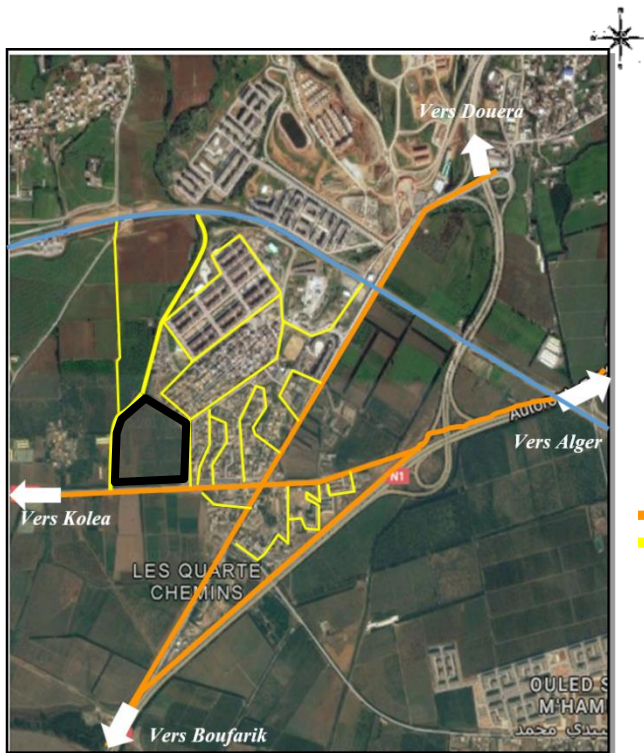
**Zone de surchauffe :**

- Prévoir un renouvellement d'air par des systèmes de ventilation naturelle.
- prévoir des abords de toiture et des brises soleil afin d'éviter les surchauffes en été.
- créer des barrières végétales.
- Prévoir des matériaux à forte inertie thermique

II.1.4/ Analyse du site dans son contexte construit :

II.1.4.1/ Le non bâti:

- Le système viaire et accessibilité :

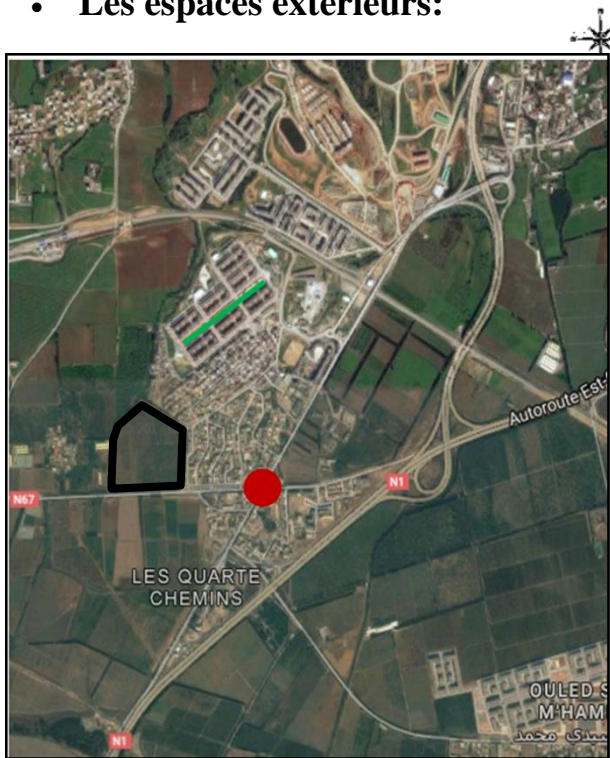


Le site est bien desservi par 2 voies territoriales à l'est (RN1) et au sud (RN67) et des voies secondaires et la ligne de train au nord.

- Voie territoriale statut 1
- Voie secondaire statut 2
- Ligne de train

Figure II.17 : système viaire (source : auteur)

- Les espaces extérieurs:



Il existe une placette de 19eme siècle à l'intersection des 2 voies territoriales.

Et un espace vert d'où le ratio n'est pas respecté par rapport à ce qui est préconisé dans la gestion des espaces vert en Algérie.



Figure II.18 : les espaces extérieurs (source : auteur)

II.1.4.2/ Le bâti:

a. typologie et état de bti :



Il existe des typologies de bâti (collectif et individuel) de différents gabarits (un gabarit qui varie entre RDC et R+5) en bon et mauvais état, dans une distribution anarchique.

- Habitat collectif*
- Habitat individuel*
- Habitat précaire*

Figure II.19 : système bâti (source : auteur)

b. Les équipements :

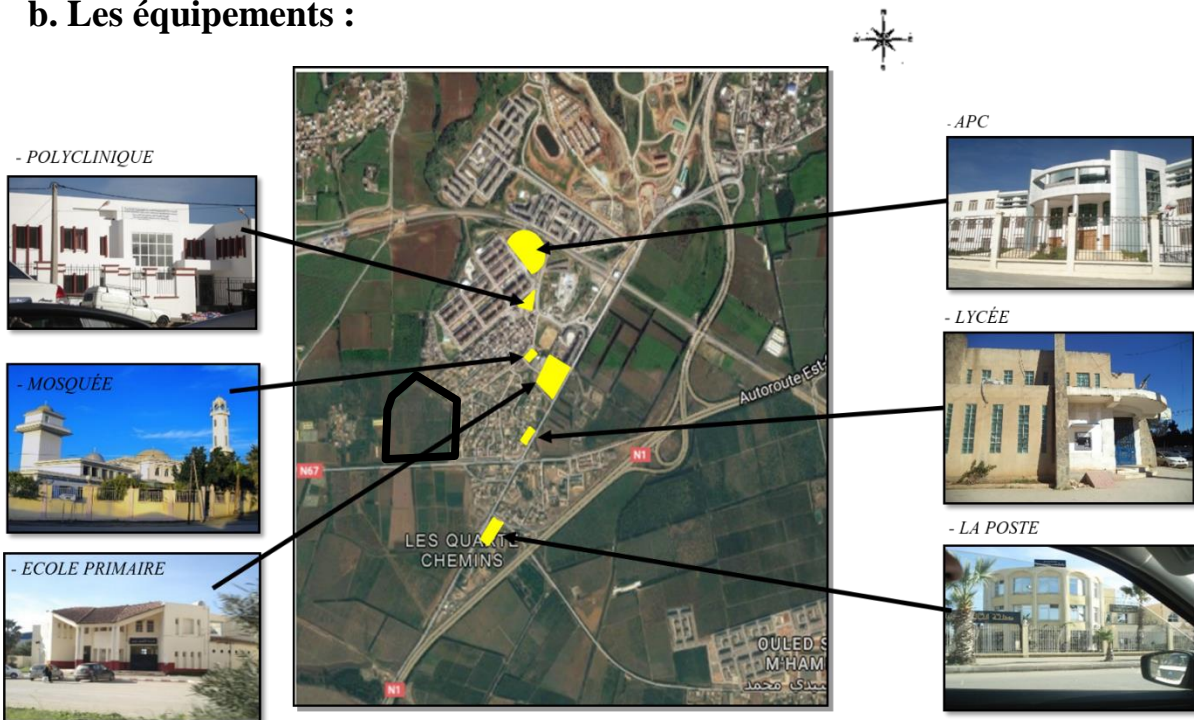


Figure II.20 : les équipements (source : auteur)

Il existe de différents types des équipements administratifs, éducatifs et religieux ...d'où ils sont un peu éparpillés.

## Synthèse :

Après l'analyse du site dans son contexte construit non bâti et bâti on peut ressortir les problèmes suivants :

1. La discontinuité des voies.
2. Des voies de petites dimensions avec des impasses (circulation étroite).
3. Irrégularité des ilots.
4. Manque des espaces extérieurs publics : de rencontre et de détente.
5. Manque des équipements.

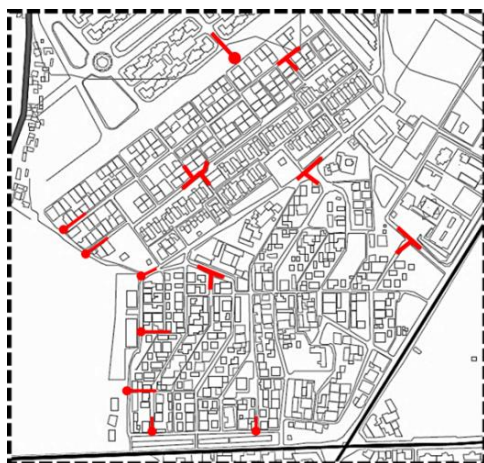


Figure II.21 : schématisation de la discontinuité des voies (source : auteur)



Figure II.22 : irrégularité des ilots et circulation étroite (source : auteur)

## II.2/ phase de conception :

Notre but est de structurer notre site, on a voulu articuler notre terrain avec la ville, avec l'existant. Pour ce faire c'est avec la voie, la continuité de la voie qui va permettre l'articulation avec le tissu existant pour une meilleur insertion urbaine et durabilité.

### II.2.1/ A l'échelle du quartier :

#### II.2.1.1/ la structuration du quartier :

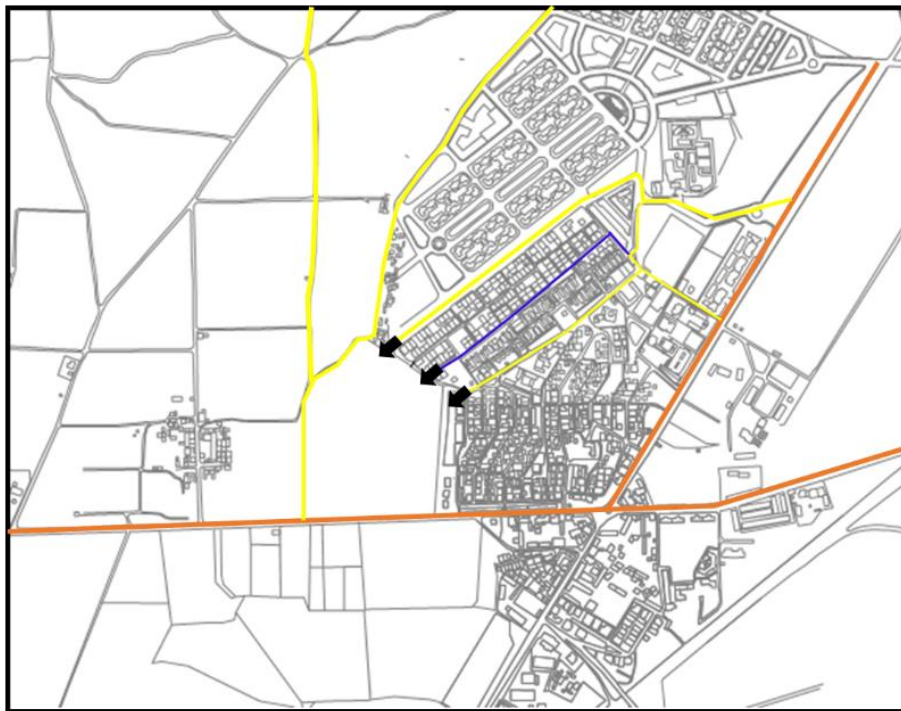


Figure II.23 : les voies à exploiter pour la structuration (source : auteur)

Les étapes de structuration au sol sont présentées dans les schémas suivant :

1- Démolition des habitats précaire

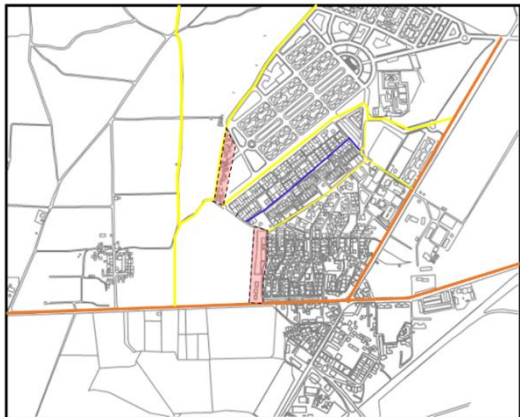


Figure II.24 : étape 01 (source : auteur)

2- utilisation de la géométrie comme élément de contrôle de forme par la perpendicularité et le parallélisme.

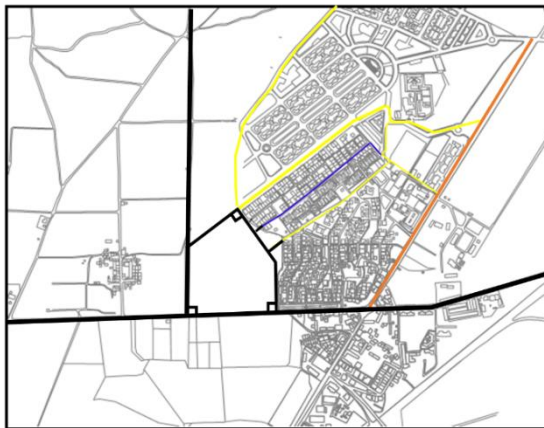


Figure II.25 : étape 02 (source : auteur)

3- élargissement des voies structurantes par rapport à leurs statuts (importance) pour une meilleure fluidité et circulation



Figure II.26 : étape 03 (source : auteur)

4- prolonger les voies existantes pour articuler entre l'existant

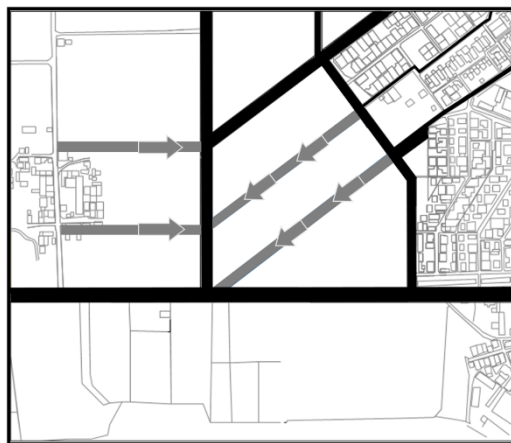


Figure II.27 : étape 04 (source : auteur)

5- Diviser le site en îlots identiques



Figure II.28 : étape 05 (source : auteur)

6- Opter pour une 2<sup>ème</sup> décomposition pour garder l'unité des îlots.



Figure II.29 : étape 06 (source : auteur)

7- proposer des voies pour futur extension



Figure II.30 : étape 07 (source : auteur)

La structuration finale :



Figure II.31 : la structuration finale (source : auteur)

### II.2.1.2/ le programme des fonctions :

Dans une même dimension de durabilité, en utilisant la mixité fonctionnelle qui va être définie par les statuts des voies.

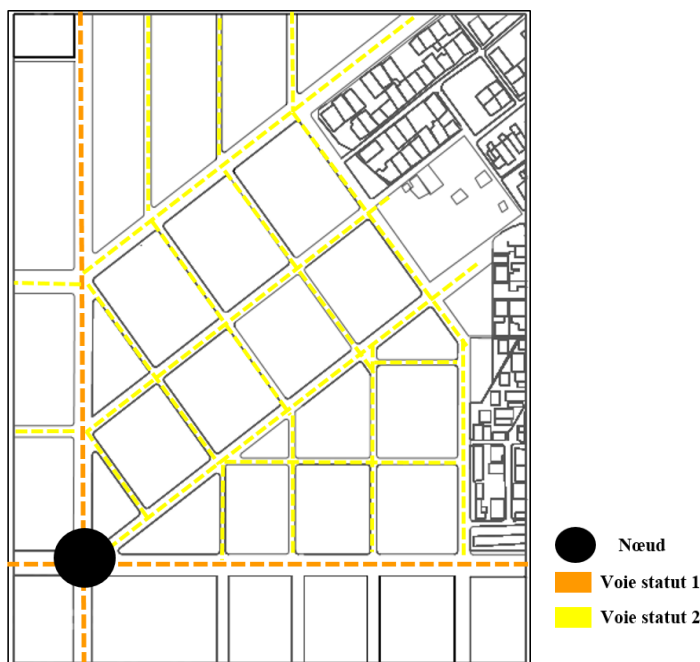


Figure II.32 : statut des voies (source : auteur)



Nous avons proposé un programme de fonctions comme suivant :

### 1/ espace vert :

Nous avons pensé dans la conception de notre quartier durable aux espaces verts et les situés au cœur des 2 quartiers le nouveau et l'existant afin de les articuler et créer un lieu de rencontre pour les habitants qui participe à la qualité de vie du quartier et la convivialité.

On lui offre avec une grande proportion car il joue un rôle plus qu'un rôle esthétique mais un rôle urbain climatique et social.

Avec des aires de stationnement extérieur en périphérie pour limiter le recours de voiture à l'intérieur du quartier.



Figure II.33 : espace vert proposé (source : auteur)

### 2/ place publique et équipements :

Vu l'intersection des deux voies territoriales, nous donne le nouveau nœud important qu'on va le matérialisé par une place publique et des équipements.

Les équipements sont proposés afin de réduire les déplacements au sein de la ville définit par rapport au :

- Statut de la voie.
- Besoin en équipement.
- Programme du PDAU.



Notre programme d'équipement proposé est dans le tableau suivant :

Type d'équipement	Equipements/PDAU	Equipements existants /la commune	Equipements proposés
<b>administratif</b>		L'APC La poste	Annexe APC et poste Des bureaux
<b>Santé et assistance</b>		Centre de santé	Activité médicale Centre social
<b>scolaire</b>		2 lycées C.E.M Ecole primaire	Crèche Ecole primaire
<b>Culte</b>		Mosquée	Musala
<b>Commercial</b>		Des commerces	des commerces Centre commercial
<b>Culturel et loisir</b>	Centre d'activité de temps libre		centre culturel et de loisir
<b>Sportif</b>	Equipement sportif		Equipement sportif

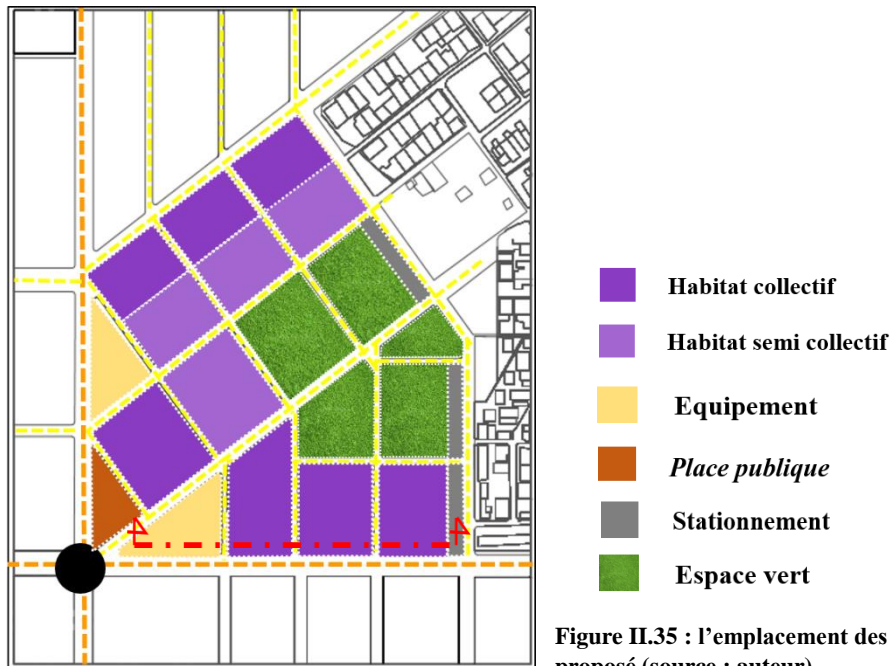
Tableau 04 : programme des équipements proposés (source : auteur)

**L'habitat :**

Dans Le gabarit de l'habitat on a pris en considération le statut des voies et le gabarit des habitats voisinant.

Alors on a opté sur le long de la voie territorial des constructions haut qui sont les habitats collectifs intégrés avec des commerces et des services en RDC.

Avec des constructions basses à l'intérieure calme et intime autour d'un espace vert qui sont les habitats semi collectif.



**II.2.1.3/ les étapes de l'élaboration de la forme du bâti :**

L'espace bâti sera en périphérie de l'îlot (alignement sur les voies) avec des cœurs d'îlot alors On est dans un principe de l'îlot.

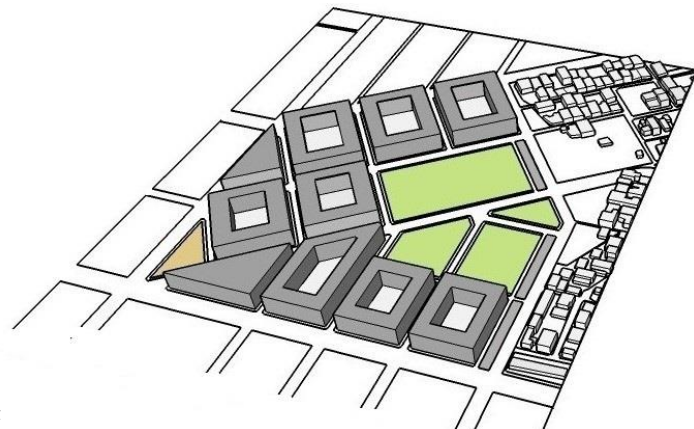


Figure II.36 : le bâti en périphérie de l'îlot (source : auteur)

Notre support pour l'élaboration de la forme du bâti dans notre quartier durable se base sur :

- ✓ les principes de l'ilot ouvert, nous avons celui de Portzamparc qui sont :

-Des bâtiments autonomes non identiques, des hauteurs diverses, mais fixées par des lois, des façades alignées sur la rue, des ouvertures, des cours intérieures, échappées visuelles, lumière et circulation.

- ✓ Les règlements de dimensions et des hauteurs de l'ilot ouvert.

### Etape 1 :

Enlever la compacité et favorise la porosité (l'ouverture) pour une meilleur ventilation et lumière l'ouverture est faite selon les règlements de dimension de l'ilot ouvert :

La longueur minimale entre deux bâtiments est supérieure ou égale à 8 m ( $L \geq 8m$ )

La longueur maximale développée des façades en angle est limitée à 60 mètres,  $X+Y \leq 60m$

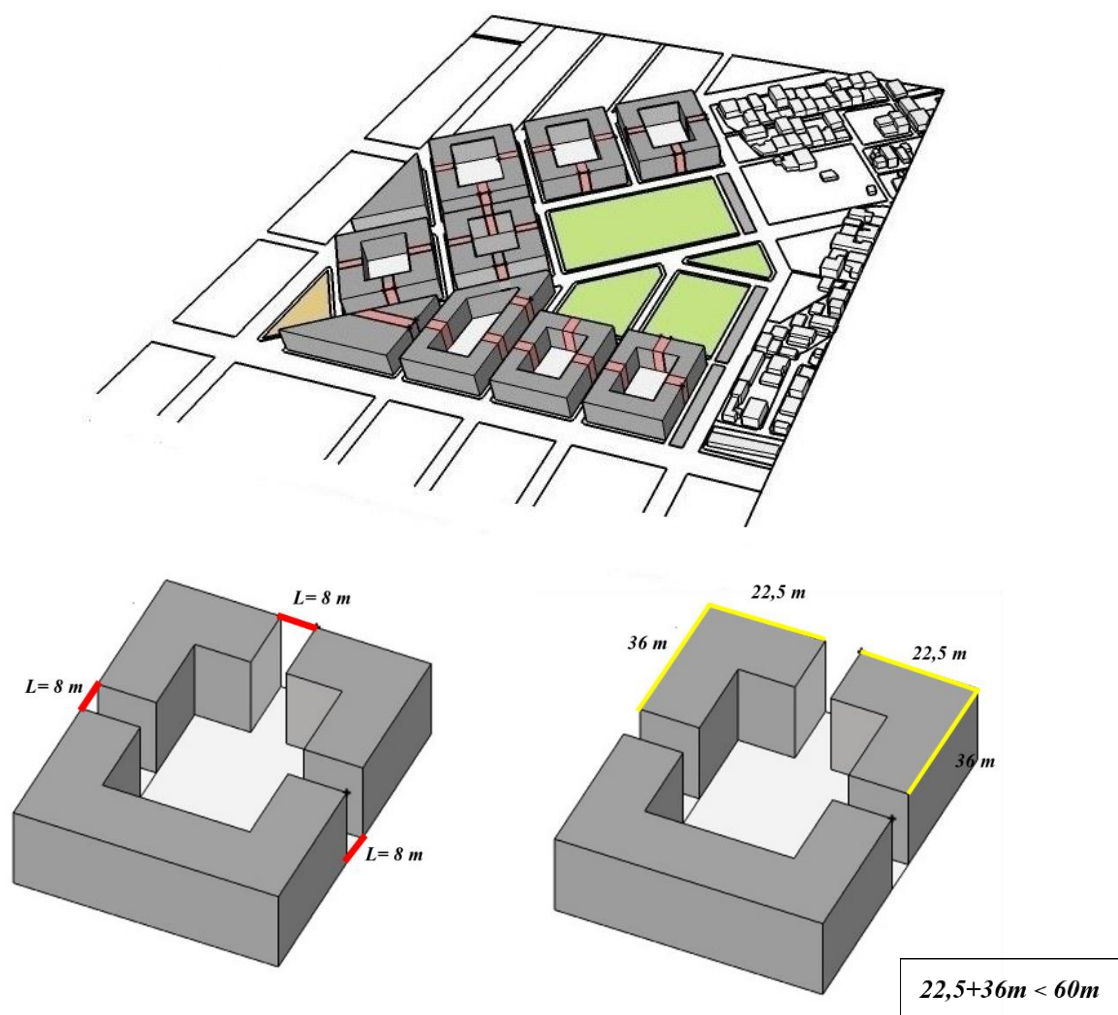


Figure II.37 : étape 01 (source : auteur)

**Etape 2 :**

Utiliser la voie pour avoir la continuité visuelle et la continuité de circulation entre les îlots, et prévoir un cœur d'îlot vert afin d'assurer le partage social et la convivialité.

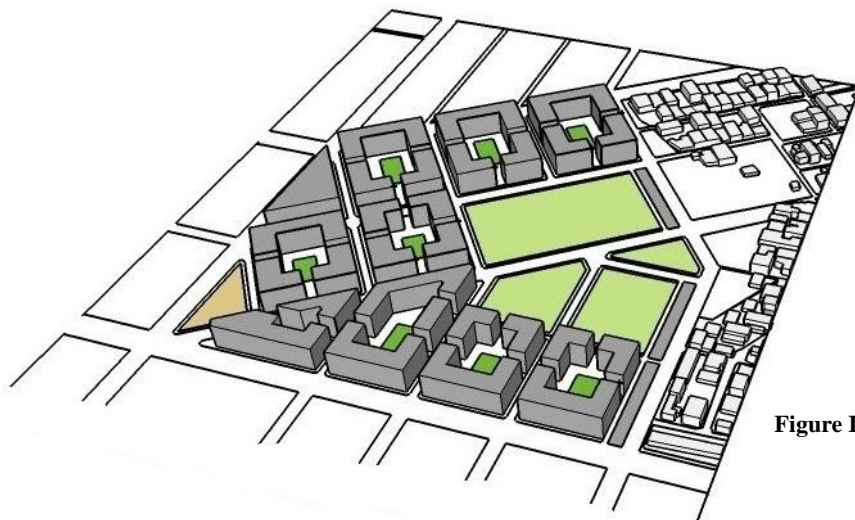


Figure II.38 : étape 02 (source : auteur)

**Etape 3 :** appliquer les règlements des hauteurs de l'îlot ouvert :

- Une déférence de hauteur au moins égale à 4 étages, la longueur du bâtiment peut atteindre 60 m avec un maximum de 45m au-delà de R+5 et un minimum de 15m au-delà de R+1.
- la longueur de bâtiment jusqu'à R+4 ne peut pas accéder 45m.

Les mêmes règlements sont appliqués pour les autres îlots.

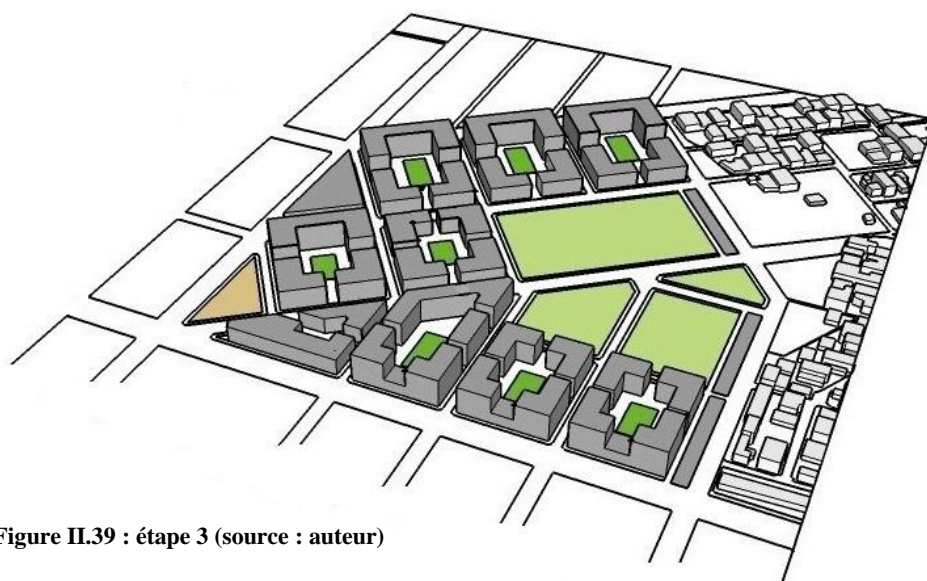
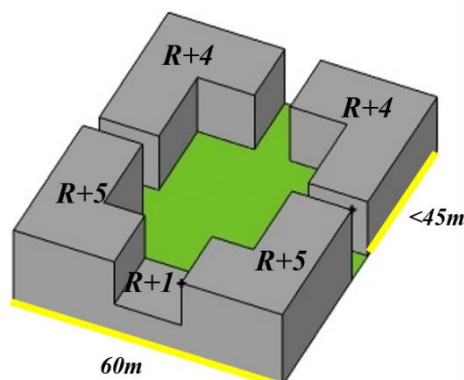


Figure II.39 : étape 3 (source : auteur)

**Etape 4 : vérification de la forme de bâti par rapport l'enseillement**

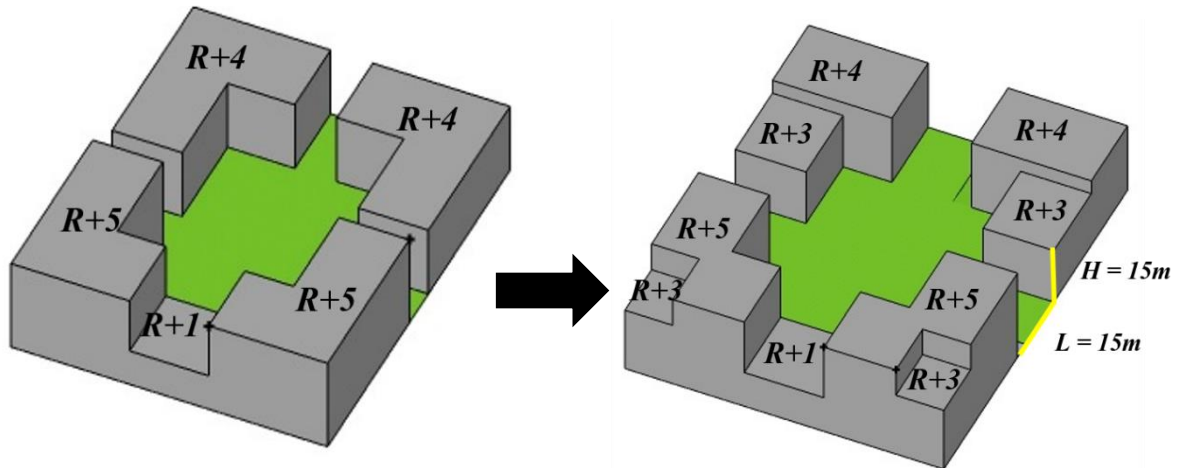
La Vérification par rapport au soleil a pour but de réduire les consommations énergétiques en hiver.



Tableau 05 : vérification de l'enseillement au mois de janvier (source : auteur)

Avec la vérification de l'ombre entre les bâtiments nous avons remarqué plusieurs zones ombrés entre les bâtiments qui sont problématiques, alors il faut des modifications qui seront :

- Utiliser le prospect  $H=L$  (la hauteur de bâti = la distance entre 2 bâtis)
- Dégradation en hauteur pour profiter de la façade sud.



Les mêmes modifications sont appliquées pour les autres îlots.

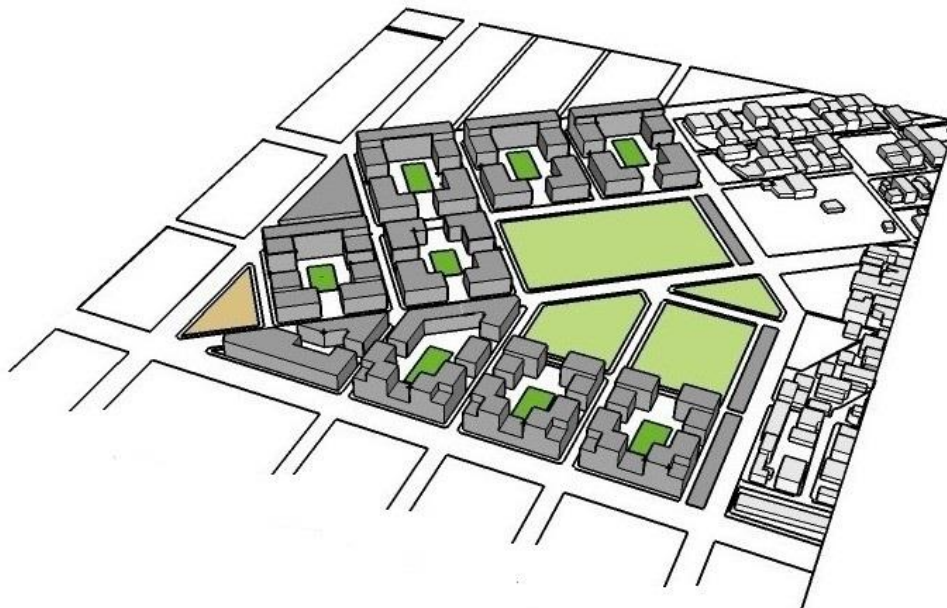


Figure II.40 : étape 04 (source : auteur)

La deuxième vérification de l'enseillement :



Tableau 06 : vérification de l'enseillement au mois de janvier (source : auteur)

- Après la deuxième vérification d'enseillement après la modification des gabarits nous remarquons que le problème de masque d'un bâti sur un autre ne se pose pas et donc réduire les consommations énergétiques en hiver.



**Etape 05 : vérification par les indicateurs morphologiques**

Les indicateurs morphologiques sont des théories urbaines très récentes et où il n'y a pas assez d'informations palpables. Nous avons comme même essayé d'y contribuer.

Alors une fois qu'on a élaboré la forme du bâti par les principes de l'ilot ouvert de Portzamparc et par le soleil qu'on a réduit les consommations énergétiques en hiver. Nous allons vérifier cette réflexion de la forme encore une fois est ce que les principes des indicateurs de la morphologie qu'ils sont vérifiés pour but de régler et réduire le problème de l'ilot de chaleur urbain en tant que c'est le cas d'été.

Pour ce faire on a déjà calculé les valeurs des indicateur morphologiques de l'exemple de quartier Masséna. et d'après les valeurs des chercheurs Mr Athamena..(Page 22) et maintenant nous allons le comparé avec notre quartier durable.

**COMPARAISON DES INDICATEURS MORPHOLOGIQUES URBAINS**

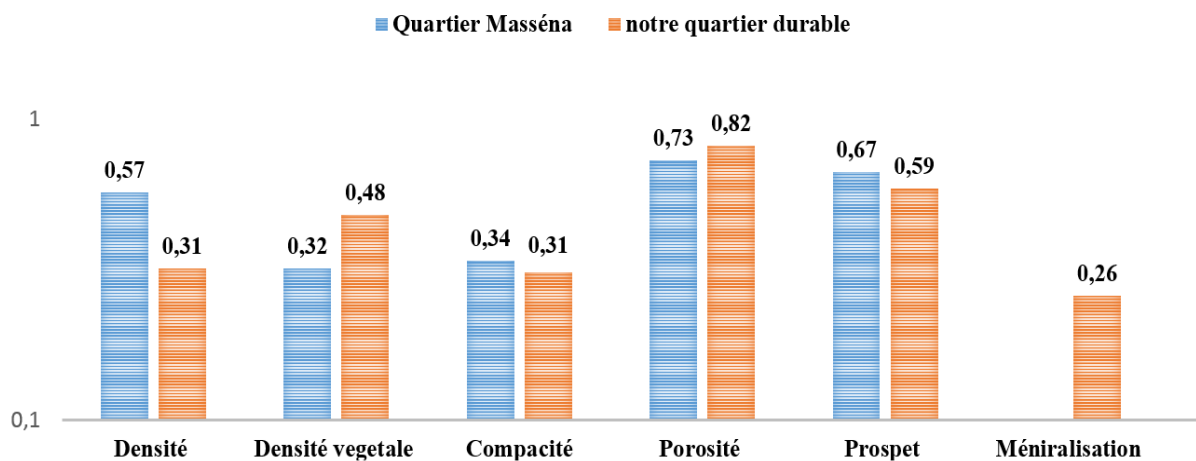


Figure II.41 : comparaison entre les indicateurs morphologiques (source : auteur)

- il s'avère que les déférents indicateurs morphologiques sont vérifiés.

**II.2.1.4/ les aspects durables intégrés à l'échelle du quartier :**

Après notre recherche thématique sur les quartiers durable dans le chapitre précédent nous avons ressortis des aspects durable nous allons prendre chaque aspects et les situent dans notre propre quartier.

**a/ la mixité fonctionnelle :**

La mixité fonctionnelle est assurée par grande diversité de fonctions. (Équipements : administratives, culturelles, sportives, habitat collectif semi collectif espace verts publics, placette publique) afin de réduire le déplacement.



Figure II.42 : la mixité fonctionnelle (source : auteur)

**b/- la mobilité douce :**

limité le recoure à la voiture et favoriser les modes de déplacement doux (marche à pied, vélo) est l'un des point les plus important pour la réalisation d'un quartier durable , pour cela nous avons prévus de mettre des voies piétonne à proximité des espaces verts, le stationnement périphérique pour limiter l'utilisation des voitures à l'intérieur de quartier aussi pour faciliter la circulation à l'intérieur du quartier nous avons prévu des voies cyclables.

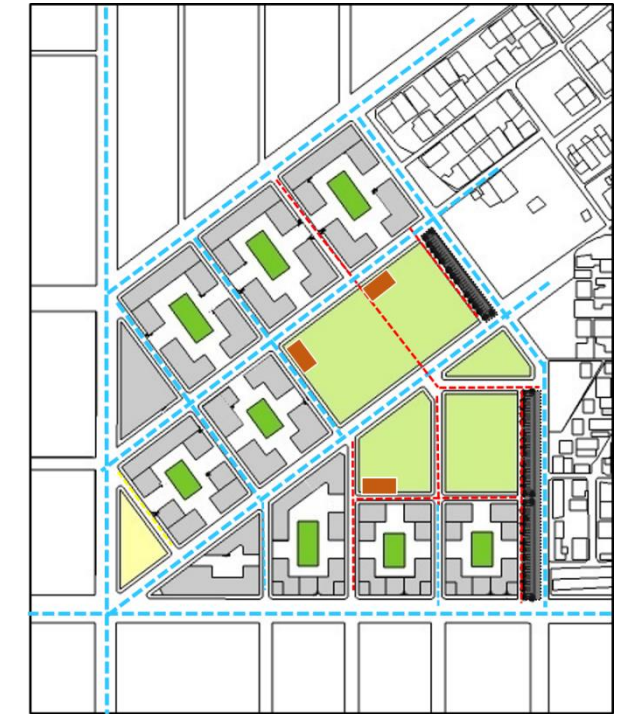


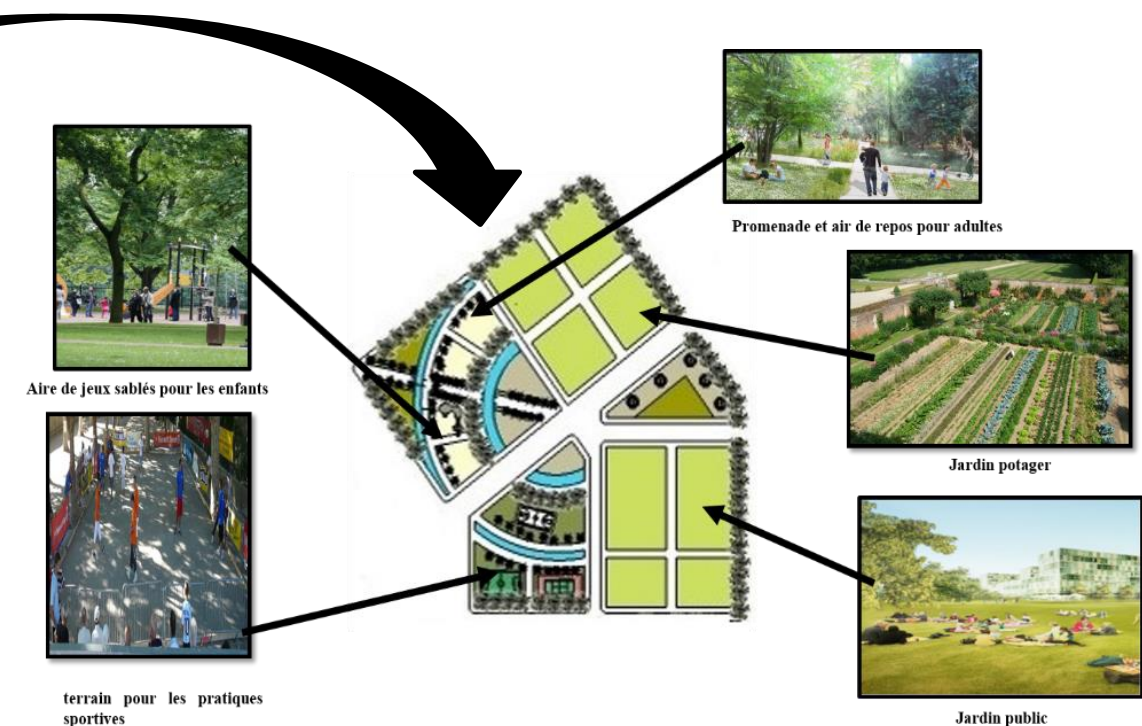
Figure II.43 : la mobilité douce (source : auteur)

**c/ la mixité sociale :**

La mixité sociale est traduite dans notre quartier par la diversité de logement en termes de :  
 - typologie : semi-collectifs Collectifs.  
 -Tailles : des simplex et duplex.  
 Aussi par : l'espace vert au centre qui est un refuge pour les occupants de quartier, qui va garantir par excellence la mixité sociale des habitants par des espaces de détente et de rencontre pour les différentes tranches d'âges.



Figure II.44 : la mixité sociale (source : auteur)



**d/ la gestion des déchets :**

Des locaux à poubelle sont aménagés à proximité et disposés d'une manière stratégique afin de faciliter leurs collectes et minimiser le trajet du camion de ramassage. Ces locaux sont ventilés, protégés du soleil, disposés d'un point d'eau et une évacuation pour faciliter le nettoyage. Le transport des déchets se fait avec des camions spécialisés (camions pour les matières recyclables, déchets alimentaires, dangereux, inertes)



*Matières organiques   matériaux secs   plastic*

Figure II.45 : locaux poubelles (source : auteur)

**e/ la gestion des eaux :**

Vu la forte précipitation, et pour éviter les ruissèlements de l'eau, on a prévu des terrasses végétalisées et des cuves pour la récupération de l'eau et le réutilisé dans l'arrosage.

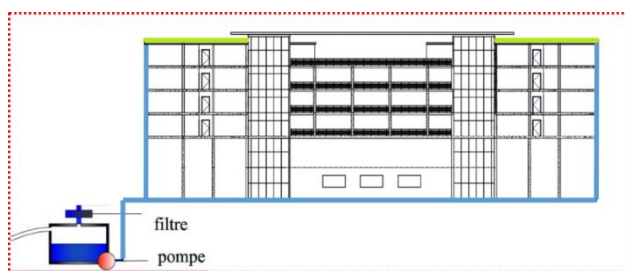


Figure II.47 : coupe schématique de récupération des eaux (source : auteur)

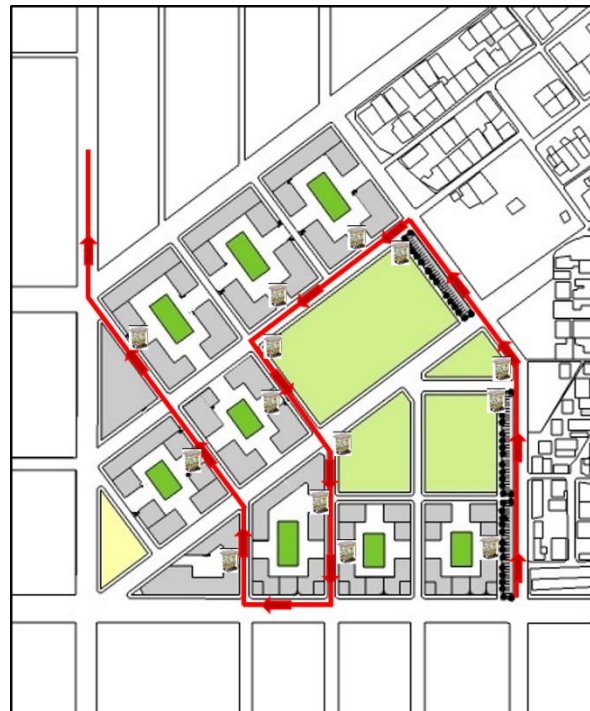


Figure II.46 : parcours de camion de ramassage (source : auteur)  
 ■ Locaux poubelles  
 ■ Parcours de camion a ordures



■ Cuve pour récupération des eaux pluviales a usage public

Figure II.48 : la gestion des eaux (source : auteur)

## II.2.2/ A l'échelle de l'îlot :

Pour arriver au bâtiment on passe par l'îlot. Alors nous avons zoomé sur un îlot afin de pouvoir situer notre projet.

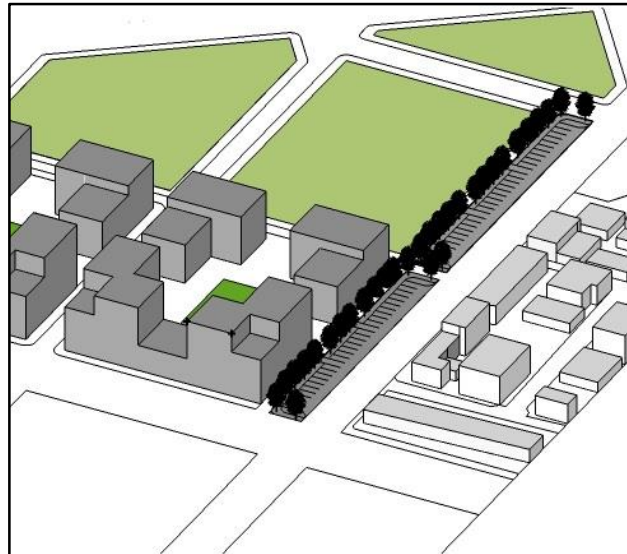


Figure II.49 : îlot choisis (source : auteur)

### II.2.2.1/ Les accès :

#### Les accès piétons :

-L'accès à l'îlot est d'une façon de créer une relation avec l'extérieur voisinant en gardant à la fois la liaison entre les îlots et l'intimité par rapport au voie principale.

-L'accès aux logements se fait par le cœur d'îlot.

#### Les accès mécaniques :

-L'accès au parking se fait par la voie secondaire.

-L'accès au commerce et service se fait par la voie principale.

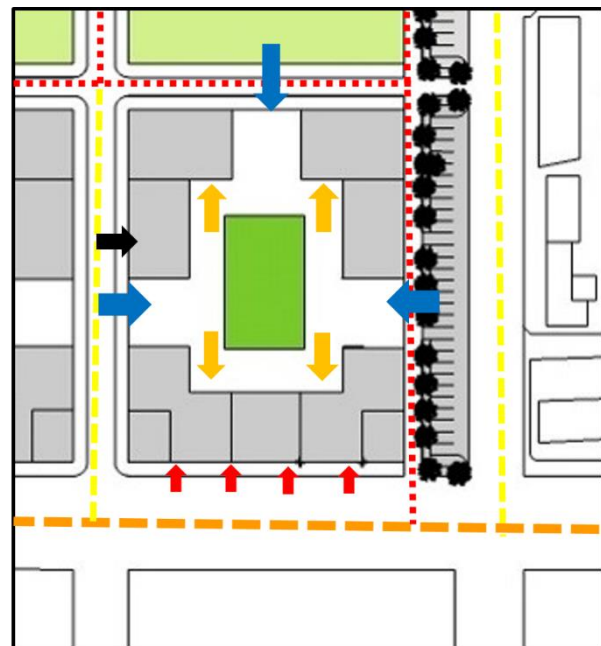


Figure II.50 : les accès  
(source : auteur)

--- Voie statut 2  
--- Voie piétonne

➔ Accès à l'îlot      ➔ Accès au commerce  
➔ Accès au parking      ➔ Accès au logement

II.2.2.2/ Les fonctions :

a. Sous-sol :

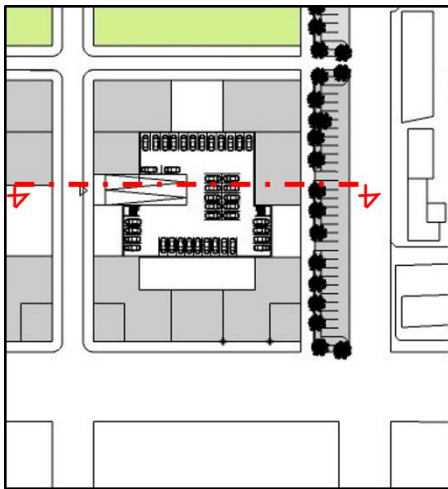


Figure II.51 : parking sous-sol (source : auteur)

Le parking est intégré sous le cœur d'îlot pour économiser le foncier. Le parking est de 48 places

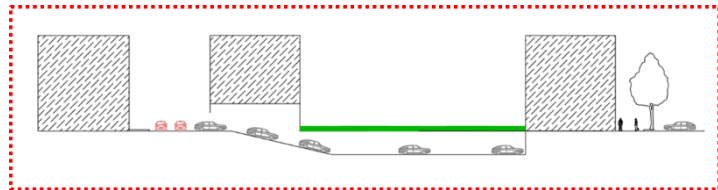


Figure II.52 : coupe sur le parking sous-sol (source : auteur)

b. Les étages :

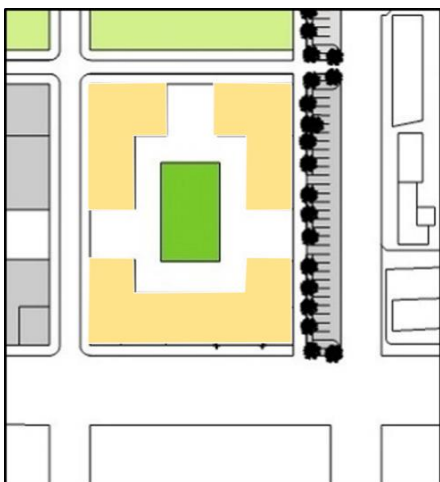


Figure II.53 : les fonctions en RDC

Assurer la mixité fonctionnelle non seulement au quartier mais aussi au niveau de l'îlot par l'intégration des commerces et des équipements au RDC et des habitations à l'étage.

- Commerce/équipement
- habitation

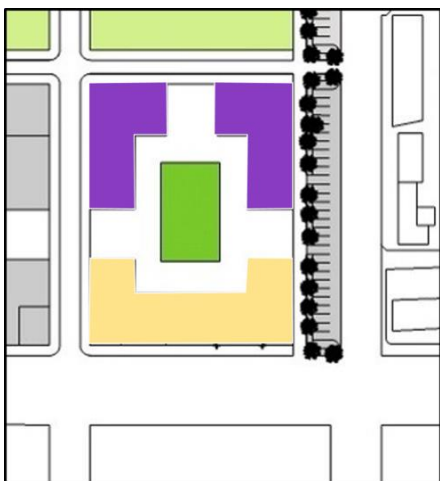


Figure II.54 : les fonctions en 1<sup>er</sup> étage

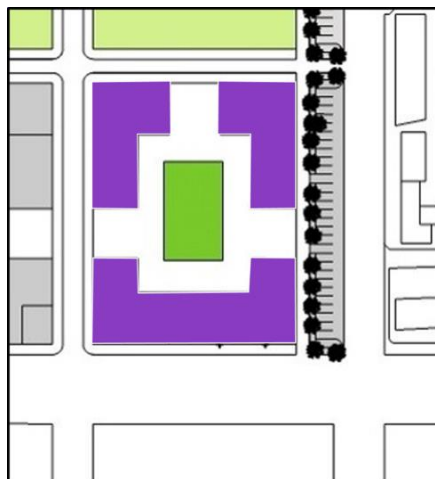


Figure II.55 : les fonctions en 2-5<sup>ème</sup> étage

### II.2.2.3/ disposition des espaces :

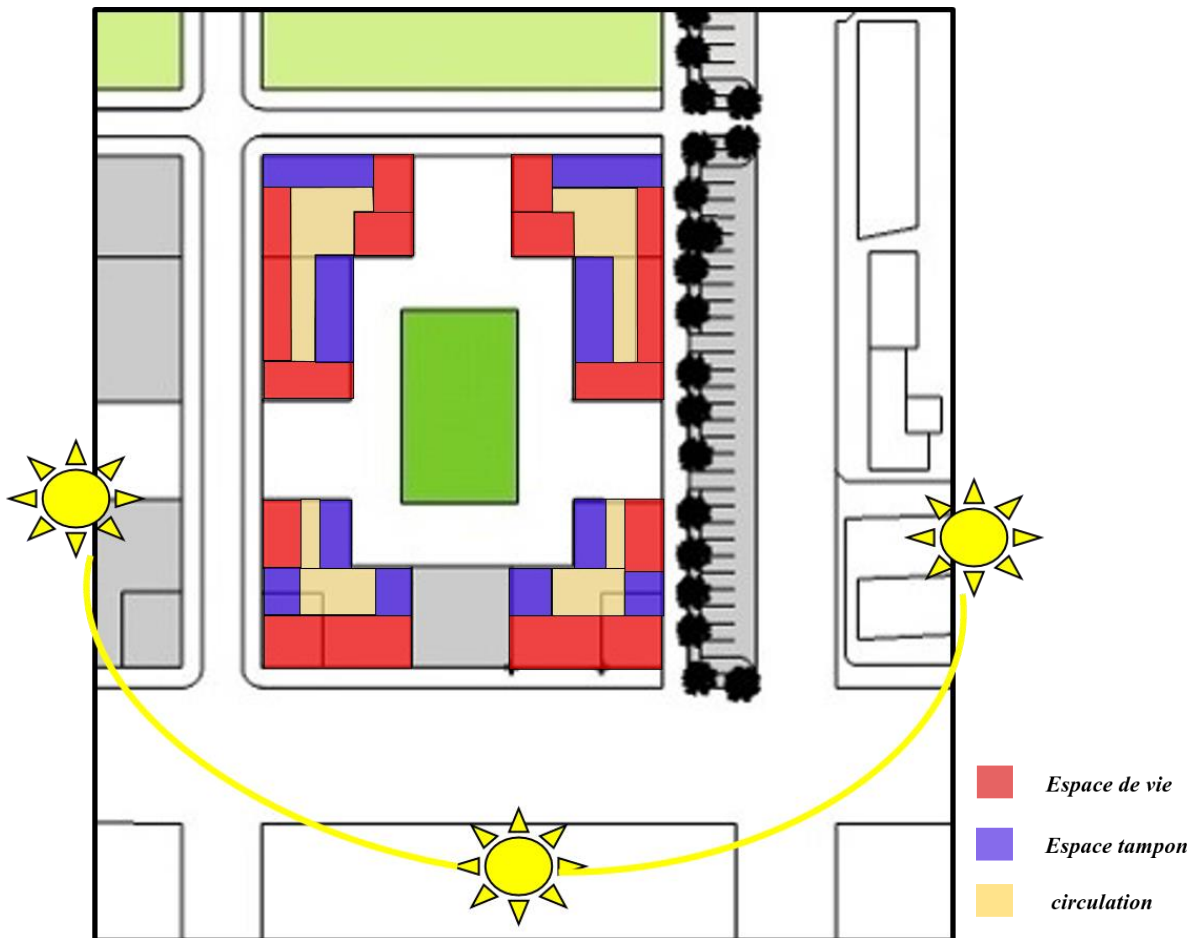


Figure II.56 : disposition des espaces (source : auteur)

Orienter les espaces de d'habitation d'une façon qui permet d'optimiser les apports solaires passifs (l'ensoleillement)

- Les espaces de vie (séjour-chambre) sont orientés sud sud-est sud-ouest
- Les espaces tampon (cuisine-sanitaire) sont orientés nord nord-est nord-ouest

### II.2.2.4/ aménagement de l'espace extérieur :

Notre cœur d'îlot un milieu véritablement vert, un espace de détente et de récréation, lieu de promenade et de jeux, pour tous les habitants et à tous les âges dans le cadre d'une mixité sociale.

Il est aménagé par la présence de deux éléments complémentaires l'élément végétal et l'eau dans le but de créer un micro climat confortable au cœur d'îlot. En favorisant 3 espaces sont :

- Promenade et air de repos pour adultes.
- Aire de jeux pour enfants.
- Aire sablé pour jeux libres.

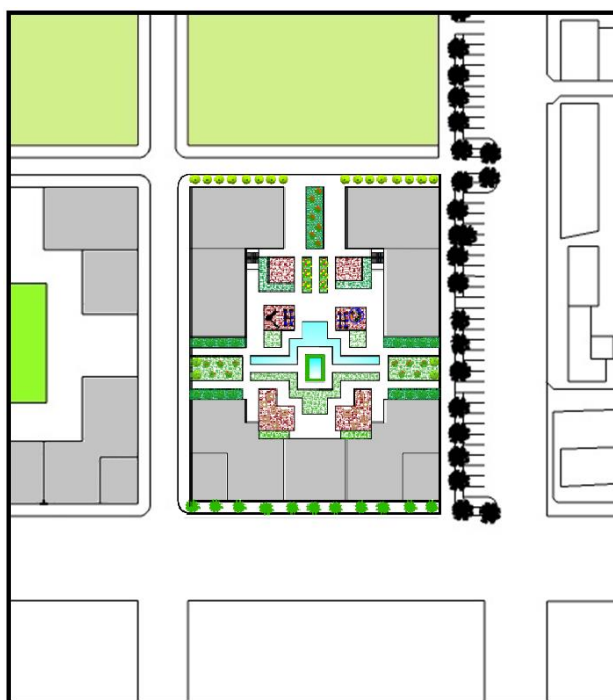


Figure II.57 : Aménagement de l'espace extérieur (source : auteur)

### Type de végétation :

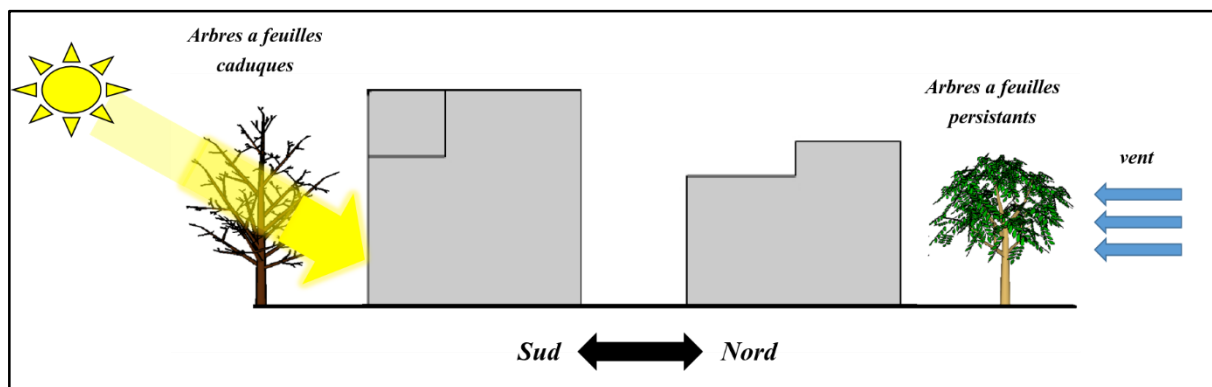


Figure II.58 : coupe schématique de type de végétation utilisé (source : auteur)

Le type de végétal utilisé a pour but de :

- La création du microclimat et la réduction de température (le confort thermique)
- L'ombrage, L'humidification et l'effet coupe-vent

-Utiliser des arbres à feuilles caduques au sud pour se protéger du soleil d'été profiter de l'ombre, rafraichir l'air et permettre le passage du rayonnement solaire en l'hiver.

-Utiliser des arbres à feuilles persistants au nord comme obstacle naturel pour protéger des vents froids d'hiver.

### II.2.3/ A l'échelle de bâtiment :

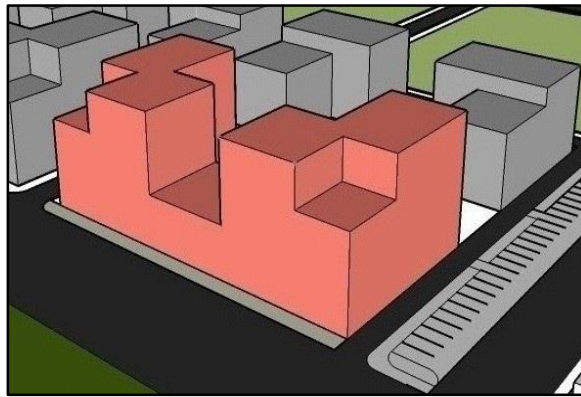
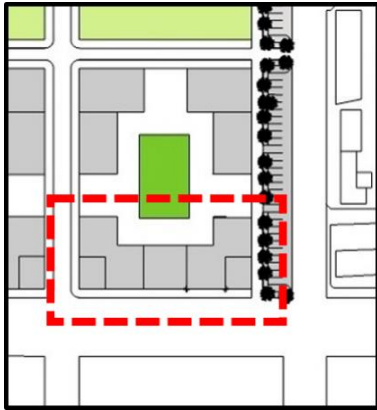


Figure II.59 : le bâtiment choisis (source : auteur)

Notre projet est un habitat collectif de R+5 intégré avec des commerces et services au 2 premiers étage d'une forme compacte.

#### II.2.3.1/ concept fonctionnel :

Dans cette partie, nous essayerons de décrire les différentes étapes par lesquelles notre travail d'élaboration et de conception est passé afin d'aboutir au projet architectural.

##### Etape 1 :

La forme se divise en deux grandes parties (soubassement pour service et commerce) et le Corps pour l'habitat.

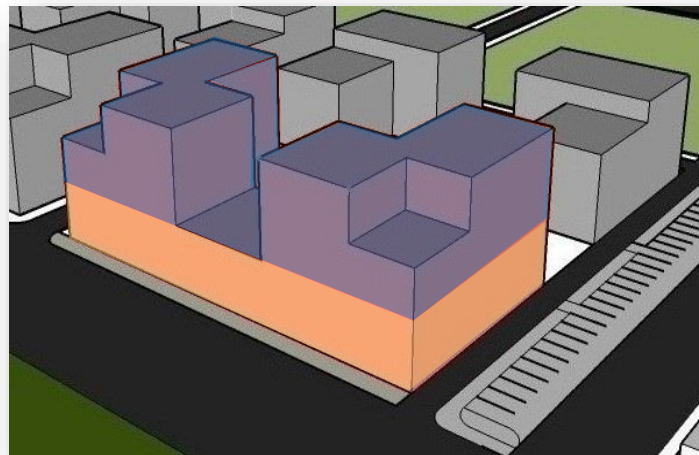


Figure II.60 : étape 01 (source : auteur)



##### Etape 2:

Créer une circulation verticale, des escaliers orientés au nord

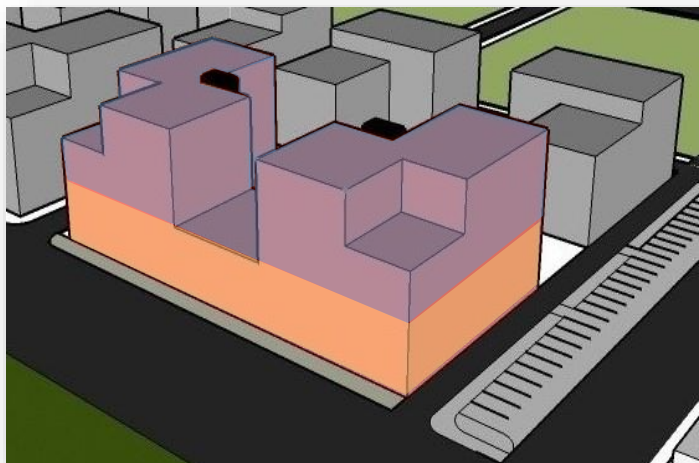


Figure II.61 : étape 02 (source : auteur)



**Etape 3:**

Prévoir une coursive au nord pour la circulation horizontale qui relier les deux parties du bâtiment avec une terrasse partagée dans le but d'assurer le lien sociale et la convivialité.

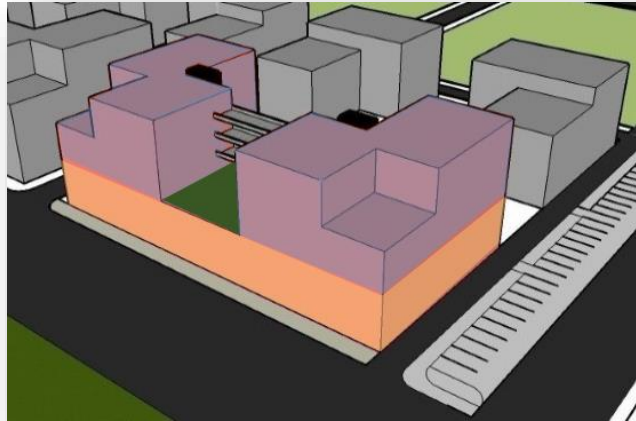


Figure II.62 : étape 03 (source : auteur)

**Etape 4:**

Le corps du bâtiment est divisé horizontalement en 4 étages pour l'habitat.

Nous avons intégré différentes typologie et tailles de logements (F5, F4, F3, simplex et duplex) pour assurer la mixité sociale.

Un total de 18 logements (8 F5, 2 F5 Duplex, 4 F4 et 4 F3)

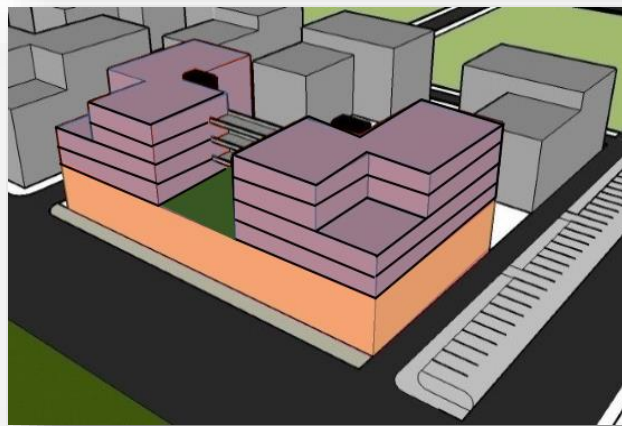
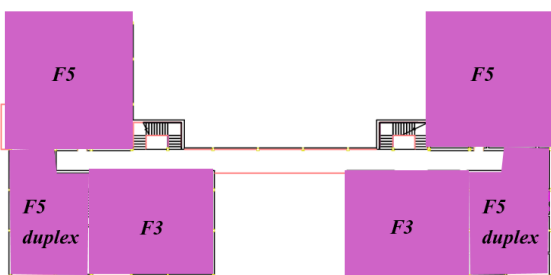
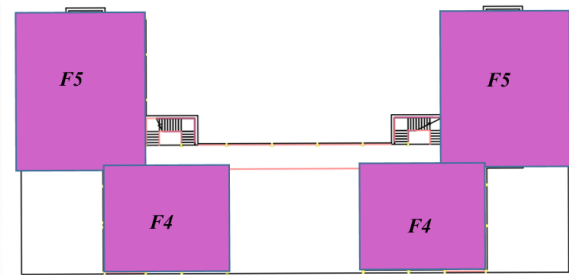


Figure II.63 : étape 04 (source : auteur)



2<sup>ème</sup> / 3<sup>ème</sup> étage



4<sup>ème</sup> / 5<sup>ème</sup> étage

**Etape 4:**

Intégrer des toits végétaux afin de bénéficier de leurs rôles thermiques dans le bâtiment.

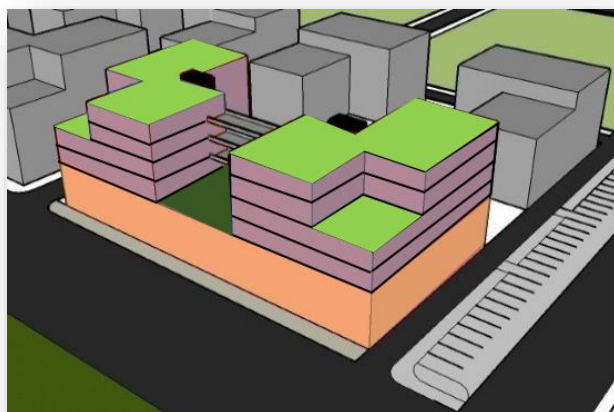


Figure II.64 : étape 05 (source : auteur)

**II.2.3.2/ Les concepts bioclimatiques intégrés dans le bâtiment :**

**a/ La disposition et orientation des espaces :**

La distribution des espaces intérieur s'est faite suivant des logiques d'architecture bioclimatique, on notera Les pièces de vie sont au Sud afin de profiter des apports solaires.

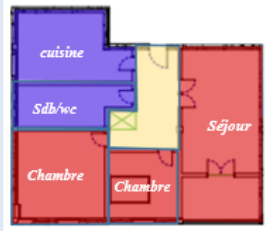
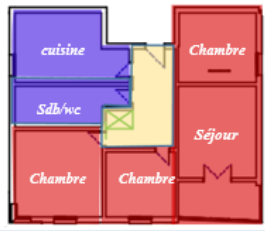
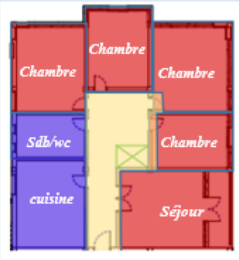
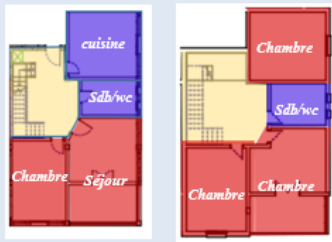
<i>Typologie</i>	<i>Orientation</i>	
<b>F3</b>		<p><b>Sud-ouest</b></p> <p><i>Espace de vie : orienté sud et est</i> <i>Espace tampon : orienté a l'ouest</i></p>
<b>F4</b>		<p><b>Sud-est-ouest</b></p> <p><i>Espace de vie : orienté sud et est</i> <i>Espace tampon : orienté a l'ouest</i></p>
<b>F5</b>		<p><b>Nord-Est-ouest</b></p> <p><i>Espace de vie : orienté est et ouest</i> <i>Espace tampon : orienté a l'ouest</i></p>
<b>F5 DUPLEX</b>	 <p style="text-align: center;">niveau1                      niveau2</p>	<p><b>Sud-est</b></p> <p><i>Espace de vie : orienté sud et est</i> <i>Espace tampon : orienté est.</i></p>

Figure II.65 : la disposition des espaces (source : auteur)

- Espace de vie*
- Espace tampon*
- circulation*

**b/ La ventilation naturelle :**

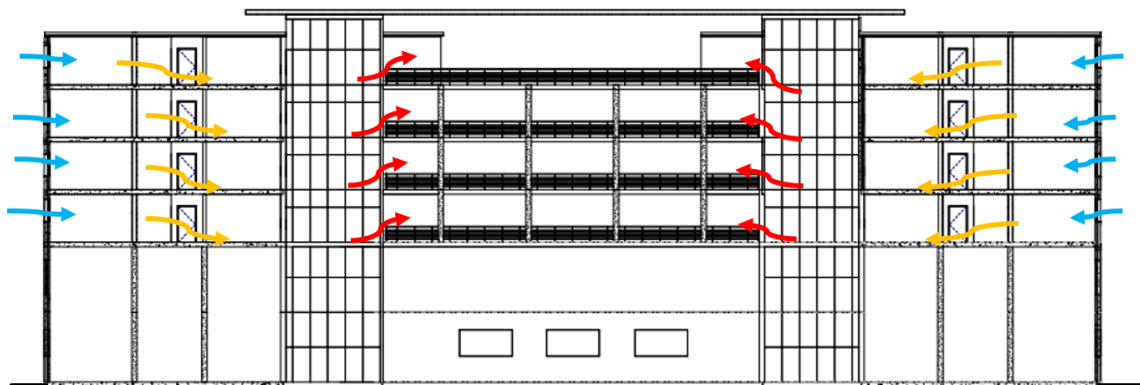


Figure II.66 : la ventilation naturelle (source : auteur) ➡ Air frais ➡ Air chaud

La qualité de l'air intérieur est assurée par un système de ventilation naturelle. Par des ouvertures en continuité

**c/ Isolation thermique :**

**- Les murs :**

Isolation des murs par polystyrène expansé dans la lame d'air.

**Critère de choix :**

Polystyrène expansé est un isolant léger, facile à mettre en œuvre, 100 % recyclable et dont les propriétés techniques élevées lui permettent d'isoler durablement les différentes parois d'un bâtiment.



Figure II.67 : polystyrène expansé

-son pouvoir isolant contribue à réduire les

Consommations d'énergie et par conséquent les émissions de gaz à effet de serre.

**- Les fenêtres**

La nature du vitrage influence fortement les performances thermiques. Toutes les habitations seront équipées d'un système de double vitrage.

**Critères de choix :**

La transmission solaire du double vitrage est plus faible que celle du vitrage simple.

Une très bonne isolation thermique et acoustique.

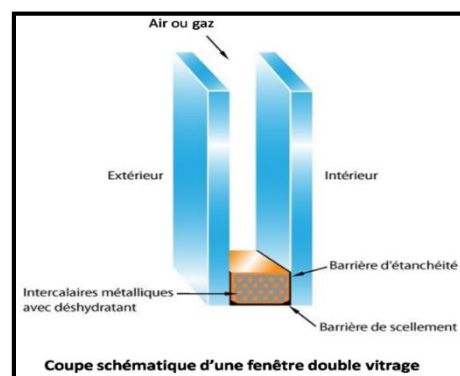


Figure II.68 : double vitrage

### d/ Toit végétal :

Utilisation de toit végétal de type extensif

#### Critère de choix :

- Un toit non accessible, faible coût, et faible entretien
- Economie d'énergie
- Confort thermique et acoustique
- Gestion des eaux pluviales

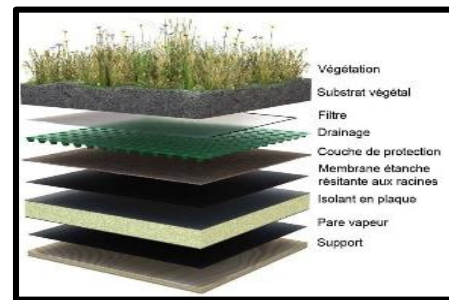


Figure II.69: toit végétal extensif)



### II.2.3.3/ La conception des façades :

A travers cette phase nous allons passer à la formalisation détaillée des façades.

#### a/ La conception esthétique des façades :

Nous donnons dans ce qui suit un exemple détaillé du mode de structuration des façades, la façade exprime trois parties :

Un socle actif : destiné à recevoir les activités commerciales.

Un corps principal : affecté à l'habitat.

Un couronnement : il s'agit de marquer la limite supérieure.



**b/ La conception bioclimatique des façades :**

**La façade sud :**



**La façade nord :**



L'orientation sud des ouvertures afin de bénéficier des apports solaires

Prévoir peu d'ouverture dans la façade nord

Alignement horizontale et verticale pour avoir un effet de continuité.

La circulation verticale (l'escalier) qui est marqué en hauteur

La circulation horizontale à travers une coursive

# **Chapitre III :**

# **Evaluation Energétique**

### Introduction :

La simulation dans le domaine de la climatologie urbaine est un sujet d'actualité, nous visons par notre projet d'améliorer la qualité de confort dans les espaces extérieur et intérieurs (bâtiment). On prend en considération tous les paramètres de climat afin de bénéficier des espaces extérieurs et intérieurs confortables. Parmi ces paramètres est la végétation et les toits végétaux.

Notre évaluation énergétique est établie sur deux échelles, simulation au niveau de quartier a été développé en utilisant le logiciel de simulation ENVI-met 4.0, et au niveau de bâtiment la simulation a été développé en utilisant le logiciel de simulation REVIT 2017  
Ces deux programmes de simulation ont déjà testé sur plusieurs thèmes de recherche.

L'objectif de ce chapitre est de vérifier l'impact de la végétation dans les réductions de température extérieure au quartier ainsi la vérification l'impact du toit végétal dans la réduction des consommations énergétiques au bâtiment par la comparaison des consommations énergétiques d'un logement avec et sans toit végétal à travers un bilan énergétique.

### III.1/ A l'échelle de quartier : Logiciel ENVI-met 4.0

#### III.1.1/ Description du logiciel Envi-met v4.0

Outil informatique conçu à l'origine en Allemagne (Bart De Maerschack et al. 2007) par son fondateur Michael Bruse. Le logiciel Envi-met v4.0 sert à la modélisation numérique du microclimat urbain.

ENVI-met est un modèle de microclimat tridimensionnel 3D qui peut simuler les interactions surface-plante-air, solaire, bâtiments et végétation en milieu urbain et repose sur les lois fondamentales de la dynamique des fluides et de la thermodynamique.

Envi-met est composé d'un noyau en 3D d'un côté (2 dimensions horizontales (x) et (y) et une verticale (z)), là où les éléments les plus importants sont représentés à l'intérieur qui sont les constructions et la végétation. La grille **nesting** est la surface qui entoure le corps du model, elle permet le déplacement de la limite du model au-delà du corps simulé.<sup>1</sup>

Ce logiciel sert à calculer :

- L'écoulement du vent autour des structures urbaines.
- La courte et longue longueur d'onde de radiation avec le respect de l'ombre, la réflexion

---

<sup>1</sup> **Mémoire de magister** : Architecture bioclimatique. Université de Mentouri de Constantine, 2010

et la radiation dissipée depuis les bâtiments et la végétation.

- La transpiration, l'évaporation et la chaleur sensible émise par la végétation avec évaluation complète de tous les paramètres physiques propres aux plantes.
- La température surfacique de chaque point de la grille.
- L'eau et échange de chaleur à l'intérieur du sol.

### III.1.2/ L'interface du logiciel ENVI-met V4.0

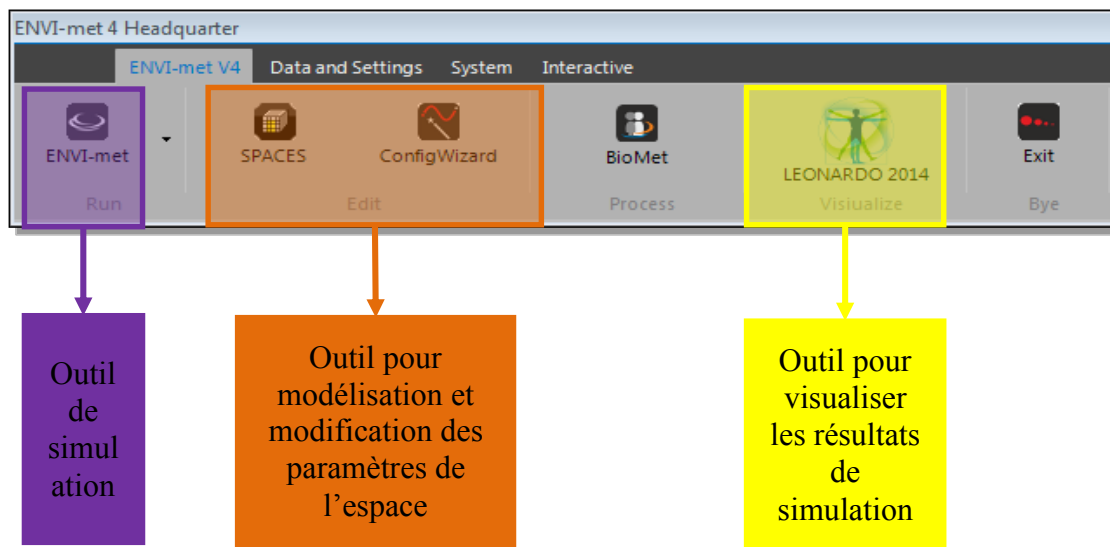


Figure III.1 : interface de logiciel ENVI-met V4.0 (source : auteur)

### III.1.3/ Simulation du cas choisis (quartier) :

Nous avons effectué une simulation du quartier, dans le but est de vérifier l'évolution de la température pendant une journée entière (24h).

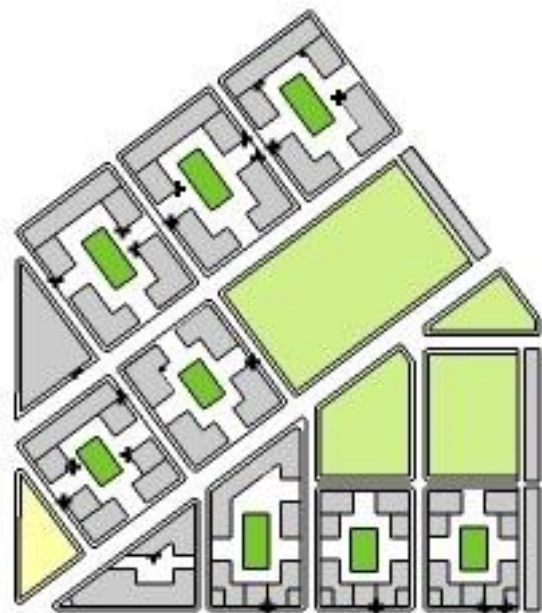


Figure III.2 : plan de masse de quartier (source : auteur)



Le quartier a été dessiné suivant une échelle convenable appropriée alors que les dimensions et les hauteurs des constructions ainsi que la végétation sont respectées et soigneusement reportées afin de pouvoir représenter la réalité du terrain.

On obtient alors le fichier dessin pour notre cas 'Tessala el Merdja', qui est le suivant :

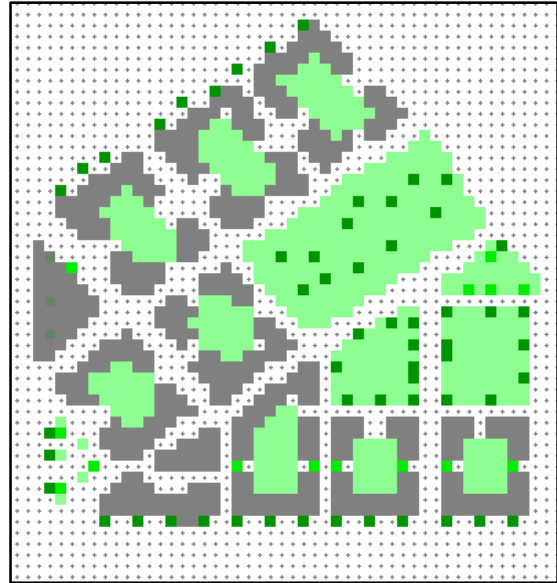


Figure III.3 : fichier éditeur du quartier étudié (source : auteur)

Après le dessin de quartier, nous avons modifié les paramètres de l'espace introduits au fichier de configuration "un fichier texte décrivant les caractéristiques principales de la simulation, à savoir le nom des fichiers entrées / sorties, les paramètres climatiques, les données propres à l'espace urbain à simuler (la position géographique : longitude et altitude)", ces paramètres sont utiles pour élaborer la simulation.

Les paramètres sont présentés dans le tableau ci-dessous :

<b>Situation :</b>	<b>TESSALA EL MERDJA.</b> <b>Longitude : 36.60</b> <b>Latitude : 2.90</b> <b>Climat :</b>
<b>Température :</b>	<b>23°C</b>
<b>Journée de simulation :</b>	Journée chaude d'été : le 01/07/2017
<b>Durée de simulation :</b>	24 heures De 7 :00 à 6 :00

Tableau 07 : Les différents paramètres introduits au quartier simulé (source : auteur)

Après le lancement de la simulation pendant toute la journée, c'est à dire 24 heures, on a pu avoir des résultats qui pourront être lu par le programme LEONARDO 2014, en choisissant un intervalle bi-horaire.

### III.1.4/ Processus de l'application du logiciel ENVI-met V4.0

#### 1/- Définir le projet :

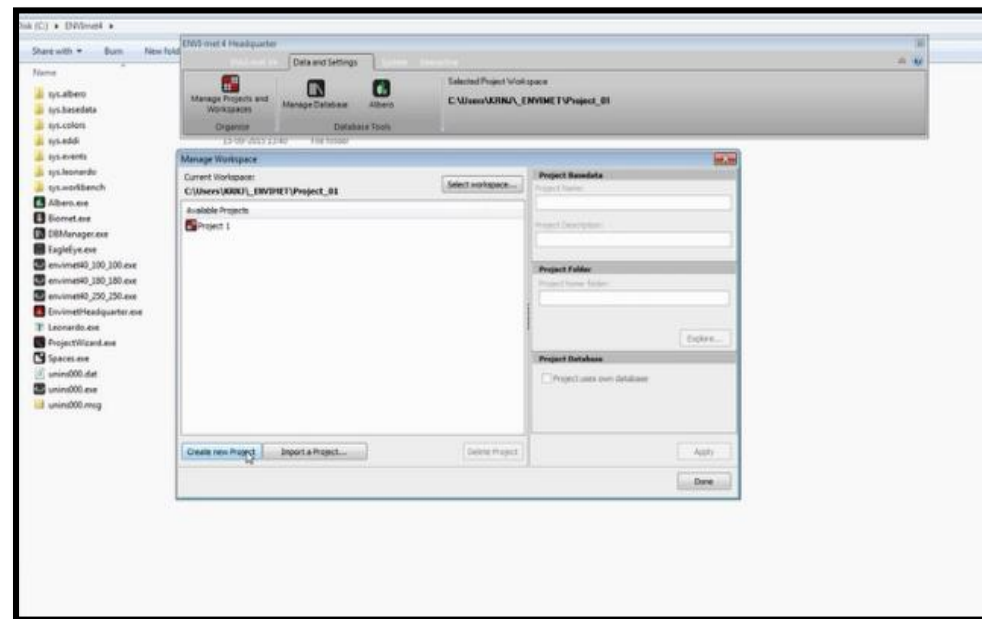


Figure III.4 : étape 01 (source : auteur)

#### 2/- Modifier les paramètres de l'espace :

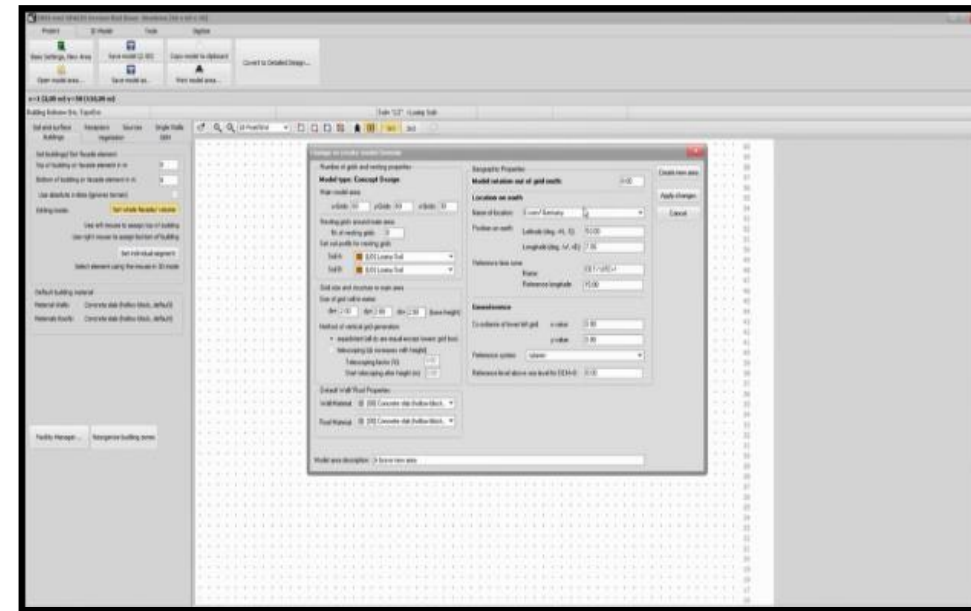


Figure III.5 : étape 02 (source : auteur)

- Définir les cotes et nombre de grille.
- Identification de l'orientation Nord.
- Identification de localisation (latitude et longitude)
- Définir le type de matériau le type de sols.

#### 3/- Dessin de la forme des bâtiments, végétation et sols :

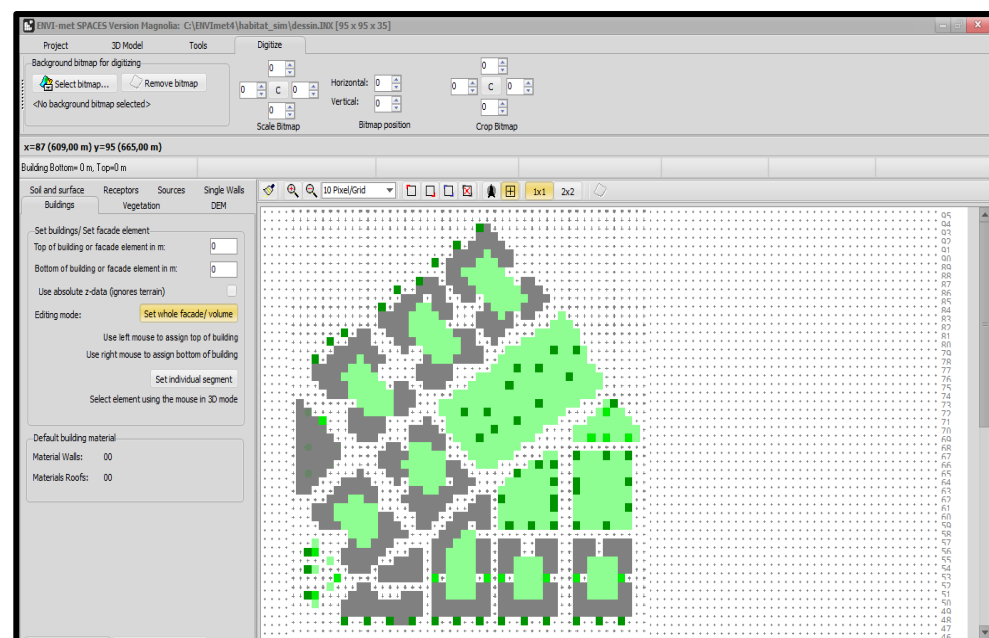


Figure III.6 : étape 03 (source : auteur)

#### 4/- La volumétrie :

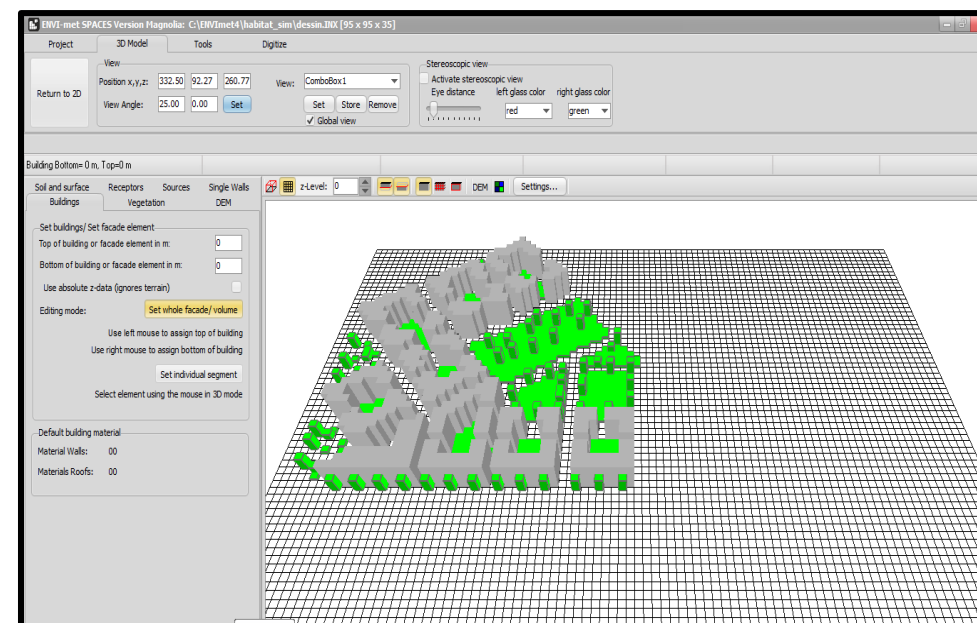


Figure III.7 : étape 04 (source : auteur)

5/- Entrée simulation d'édition :

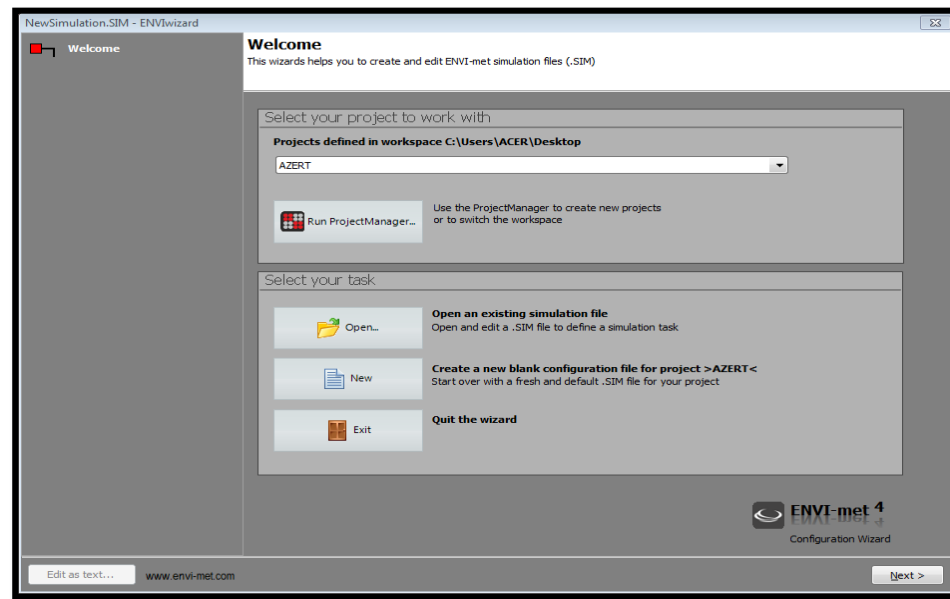


Figure III.8 : étape 05 (source : auteur)

6/- Entrée le fichier de modélisation :

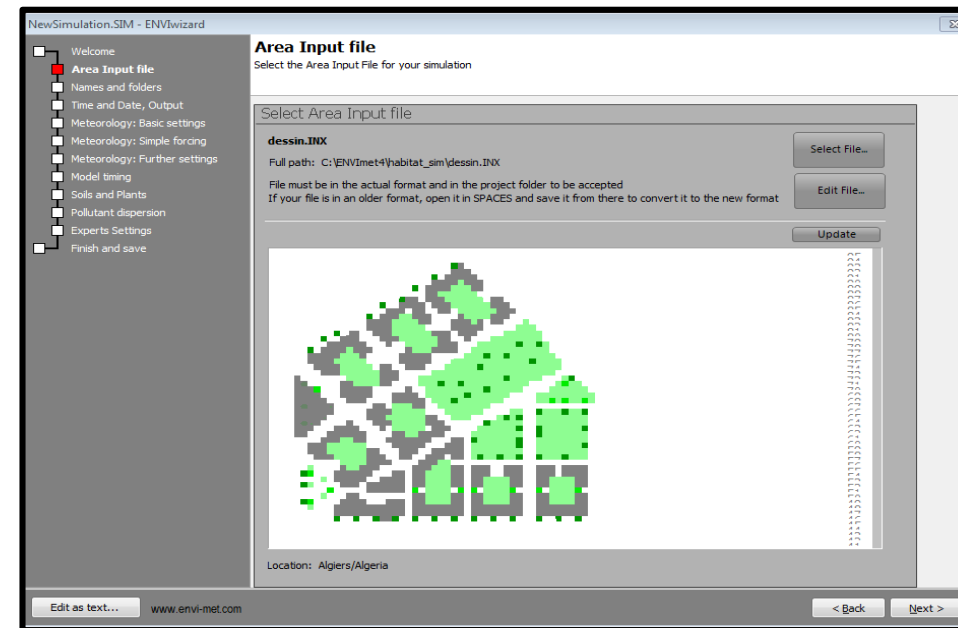


Figure III.9 : étape 06 (source : auteur)

7/- Lancer la simulation :

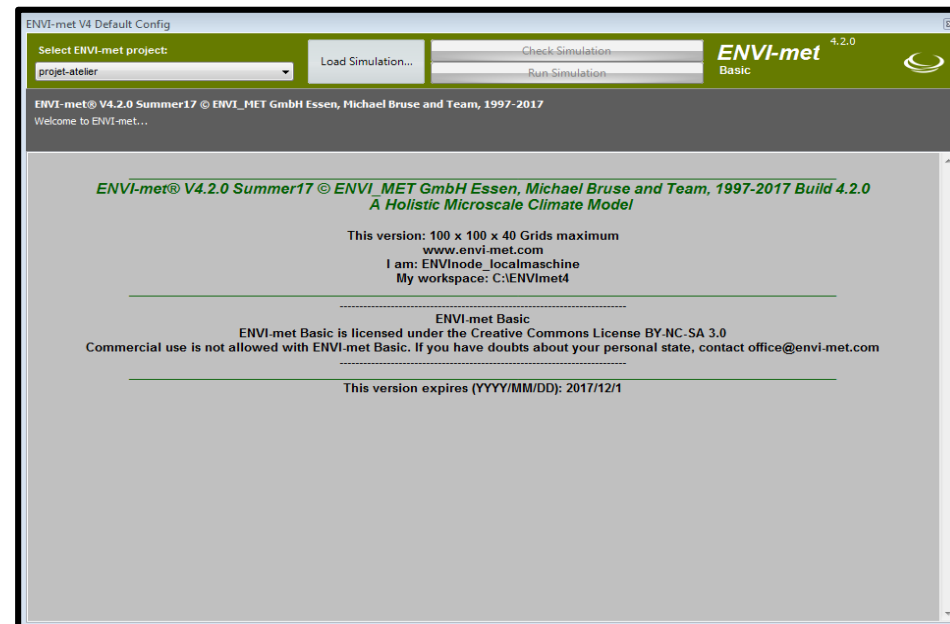


Figure III.10 : étape 07 (source : auteur)

8/- Visualiser les résultats dans LEONARDO 2014 :

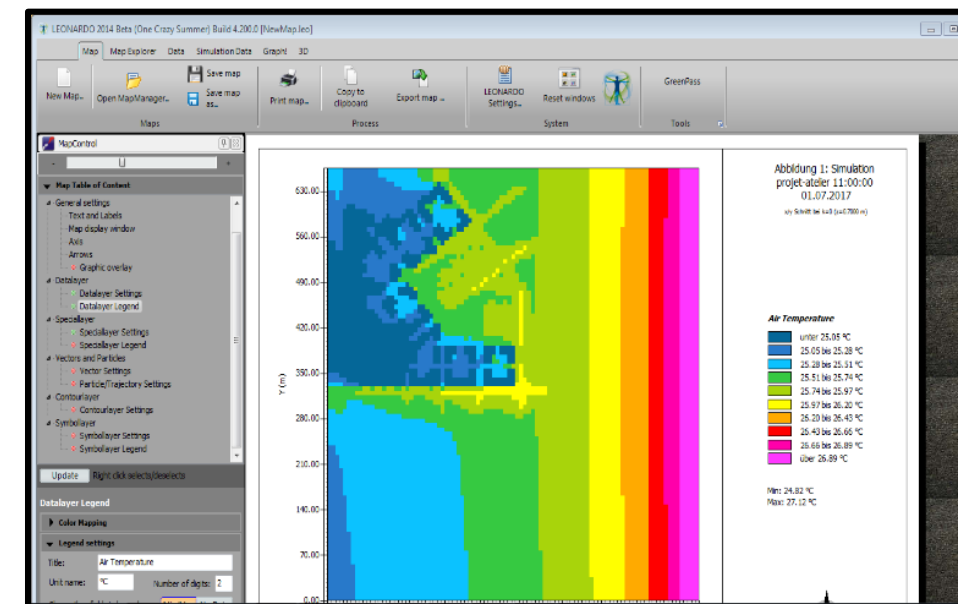


Figure III.11 : étape 08 (source : auteur)

III.1.5/ La lecture du parcours des températures :

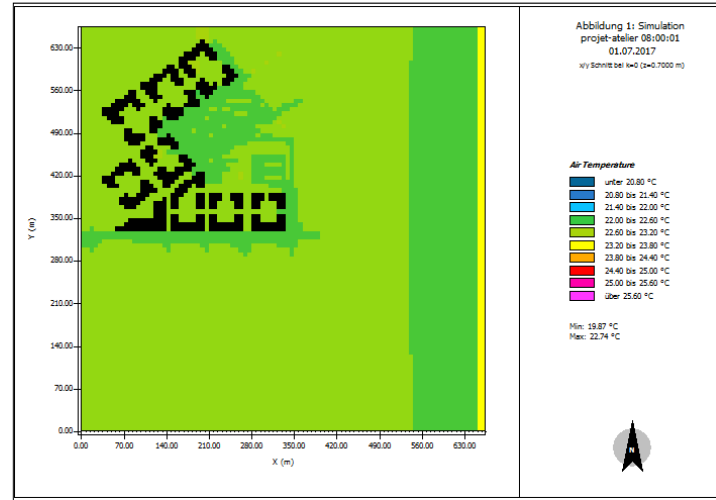


Figure III.12 : Le parcours de température à 08h  
La température dans espace végétalisé 22.00C. Espace non végétalisée 23.20C

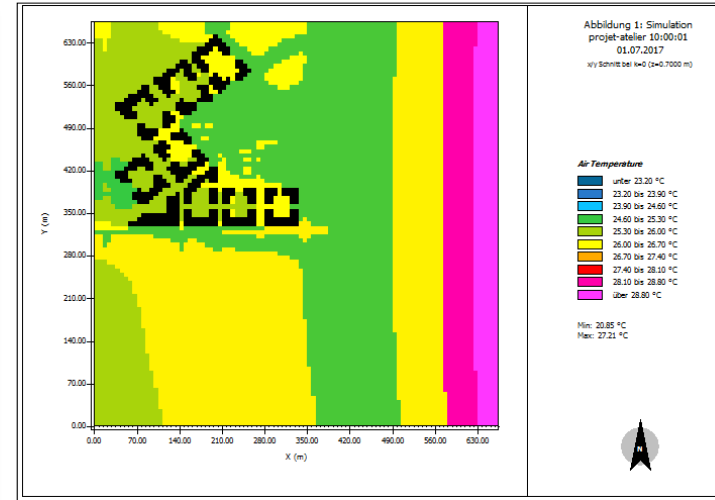


Figure III.13 : Le parcours de température à 10h  
La température dans espace végétalisé 24.60C. Espace non végétalisée 26.00C

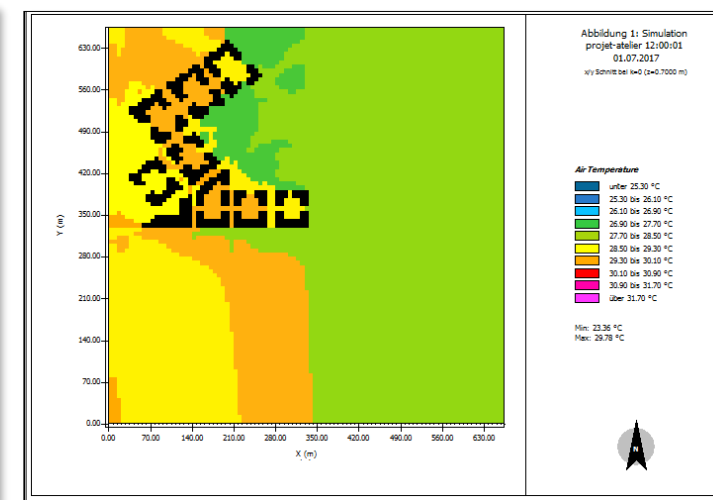


Figure III.14 : Le parcours de température à 12h  
La température dans espace végétalisé 26.90C. Espace non végétalisée 28.50C

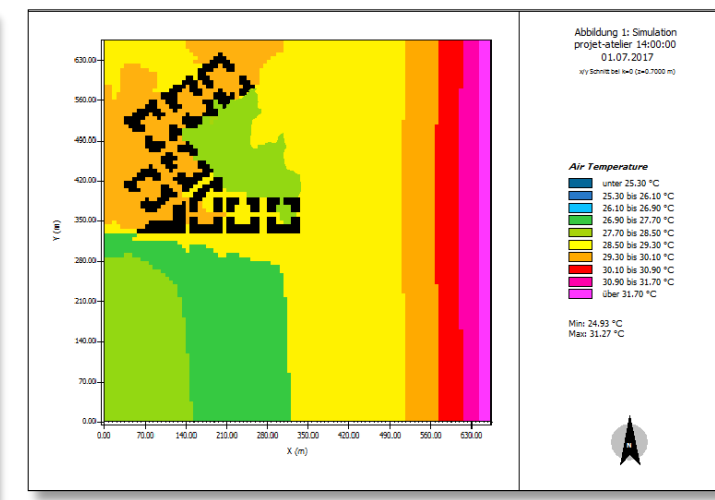


Figure III.15 : Le parcours de température à 14h  
La température dans espace végétalisé 27.70C. Espace non végétalisée 29.30C

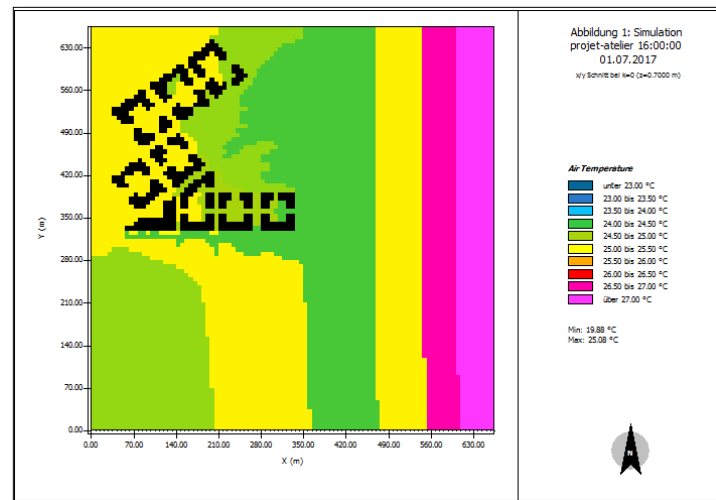


Figure III.16 : Le parcours de température à 16h  
La température dans espace végétalisé 24.00C. Espace non végétalisée 25.00C

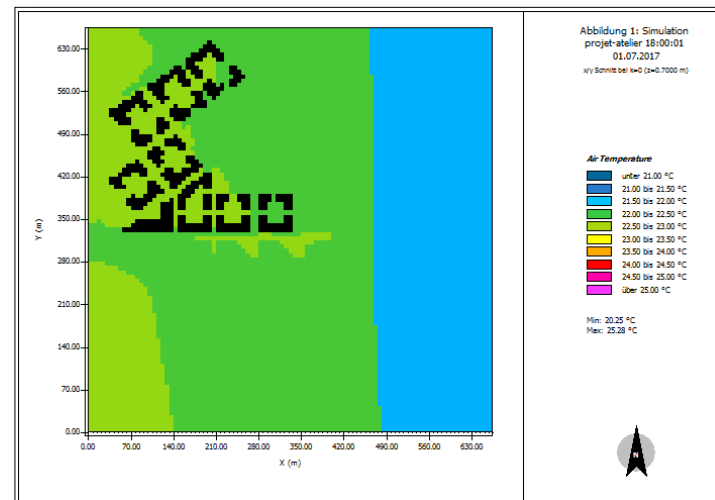


Figure III.17 : Le parcours de température à 18h  
La température dans espace végétalisé 22.10C. Espace non végétalisée 23.50C

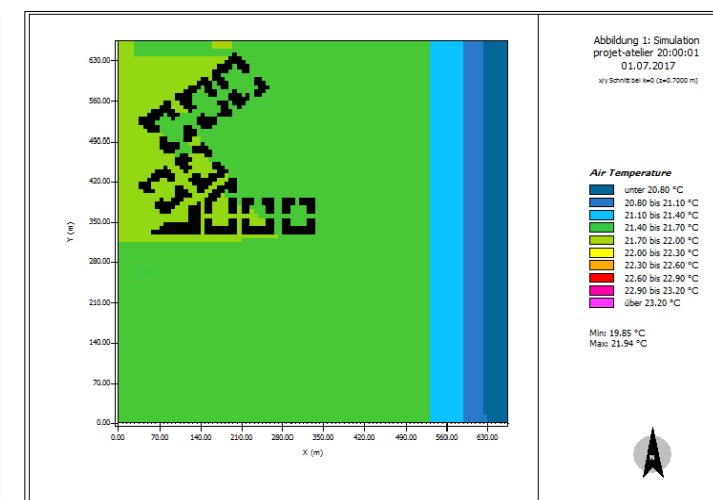


Figure III.18 : Le parcours de température à 20h  
La température dans espace végétalisé 21.40C. Espace non végétalisée 22.00C

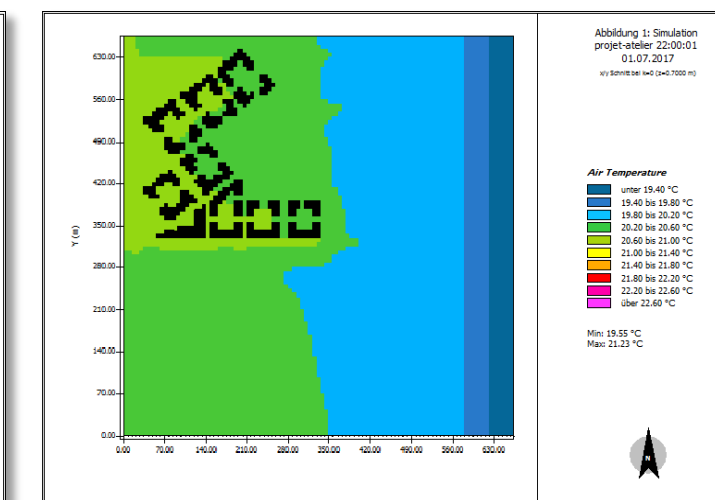


Figure III.19 : Le parcours de température à 22h  
La température dans espace végétalisé 20.60C. Espace non végétalisée 21.40C

La lecture du parcours des températures a été faite par Leonardo 2014. La dégradation des couleurs illustre l'évolution des températures dans le quartier.

On remarque que les températures augmentent dans les espaces construites (non végétalisées) et les espaces végétalisées avec une différence des couleurs. Les valeurs de température plus élevées (27.7°C) ont marqués par une couleur jaune qui correspond aux espaces non végétaux, Alors que la couleur verte marquée au centre de quartier qui correspond à la température minimale enregistrée 20.6°C vu l'existence de la végétation et les toitures végétalisées.

**Comparaison de température :**

Type d'espaces	Espace végétalisé	Espace non végétalisé
Les heures :		
8 :00 h	22.00 °C	23.2 °C
10 :00 h	24.6 °C	26.0 °C
12 :00 h	26.9 °C	28.5 °C
14 :00	27.7 °C	29.3 °C
16 :00 h	24.0 °C	25.0 °C
18 :00 h	22.1 °C	23.5 °C
20 :00 h	21.4 °C	22.0 °C
22 :00 h	20.6 °C	21.4 °C

Tableau 08 : la comparaison entre la température (source : auteur)

- La végétation réduit la température dans le quartier (l'espace extérieur) d'environ 2 °C.

**Conclusion :**

Après l'évaluation énergétique faite par le logiciel Envi-met a ressorti comme résultat que :

- La végétation diminue la température de 2 °C avec une moyenne de 1.2 °C
- la création d'un microclimat dans l'espace extérieur.
- elle réduit le phénomène de l'îlot de chaleur urbain.

### III.2/ A l'échelle de bâtiment : Logiciel REVIT 2017

#### III.2.1/ Description du logiciel REVIT 2017<sup>2</sup> :

REVIT est un logiciel d'architecture édité par la société américaine Autodesk qui permet de créer un modèle en 3D d'un bâtiment pour créer divers documents nécessaires à sa construction (plan, perspective, ...).

Revit est un logiciel de CAO, un logiciel multi-métiers destiné aux professionnels du BTP (architectes, ingénieurs, techniciens, dessinateurs-projeteurs et entrepreneurs,...).

La simulation d'énergie par le REVIT peut vous aider à analyser le mouvement de l'énergie à l'intérieur, à l'extérieur et à travers les pièces et les volumes dans un modèle de bâtiment. Ces informations aident les concepteurs à prendre des décisions plus éclairées et plus rentables qui permettent d'améliorer les performances et de réduire l'impact environnemental des bâtiments.

La simulation d'énergie complète d'un bâtiment mesure l'utilisation de l'énergie (combustible et électricité) en fonction de la géométrie du climat, du type de construction, des propriétés Enveloppe et des systèmes actifs (chauffage, ventilation, climatisation et éclairage) du bâtiment.<sup>3</sup>

#### III.2.2/ L'interface du logiciel REVIT 2017 :

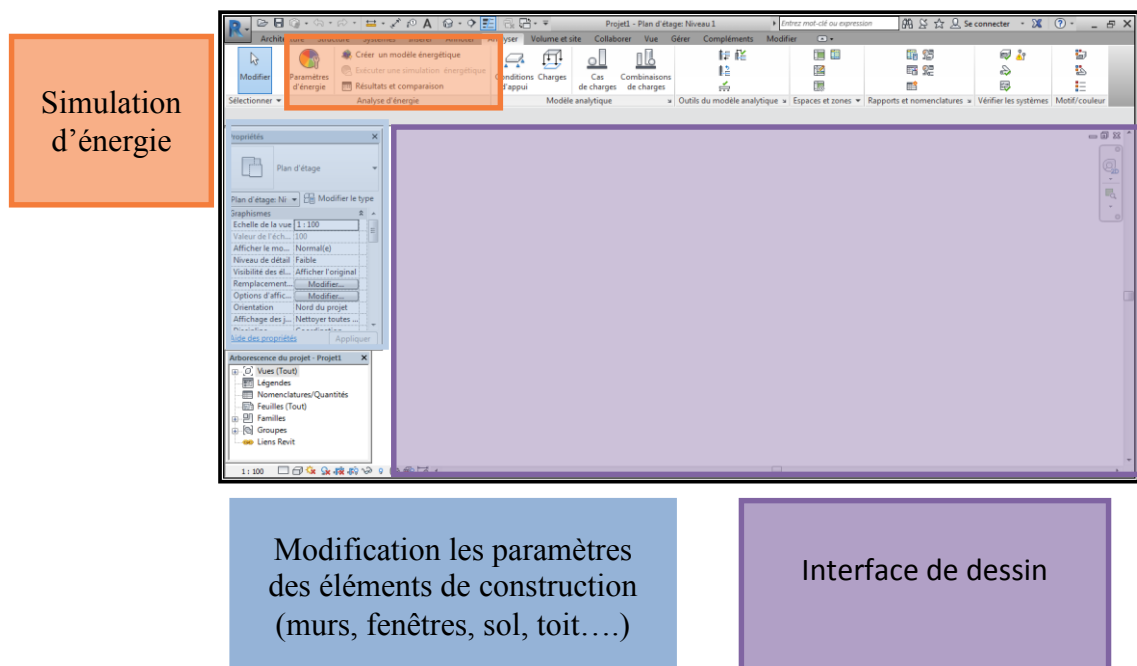


Figure III.20 : interface de logiciel REVIT 2017 (source : auteur)

<sup>2</sup> [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

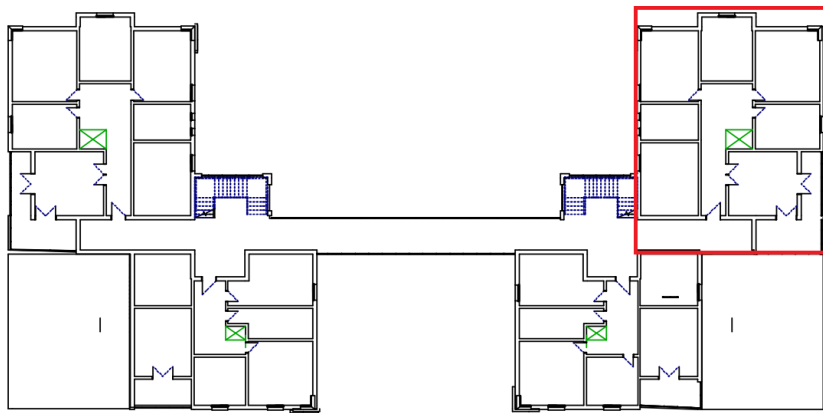
<sup>3</sup> A propos d'energy analysis pour Autodesk® Revit® [autodesk.com/help](http://autodesk.com/help)

### III.2.3/ Simulation d'énergie du logement choisis :

Nous avons effectué une simulation d'énergie par Energy Analysis pour Autodesk® Revit® d'un logement selon 2 cas le premier cas sans toit végétal et le deuxième cas avec toit végétal, on garde les mêmes paramètres pour les autres éléments de construction ( pour les murs, fenêtres, dalles et sols) dans le but est de comparer les consommations énergétiques (chauffage, climatisation) entre deux cas pour avoir l'impact de toit végétal dans la réduction des consommations énergétiques.

### III.2.4/ Processus de l'application du logiciel REVIT 2017 :

#### 1/- choix du logement et modélisation par REVIT :



Le logement choisis est en dernier étage

Surface : 163m<sup>2</sup>

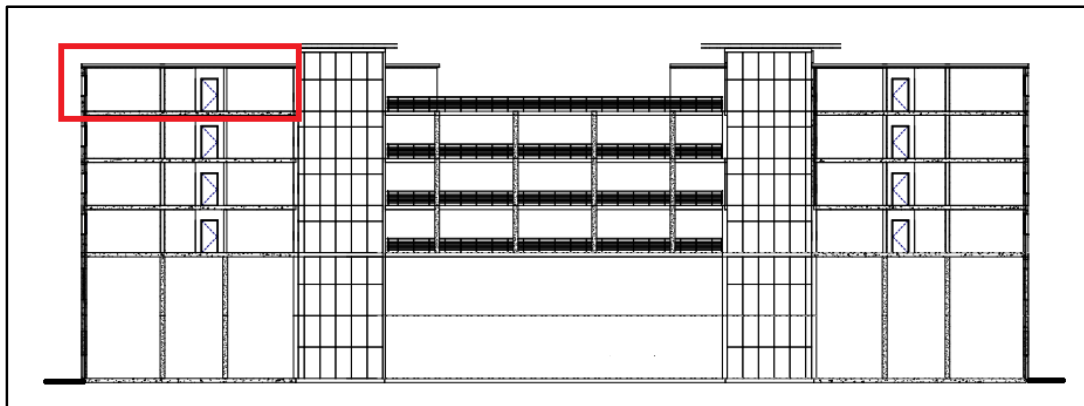


Figure III.21 : le bâtiment choisis (source : auteur)

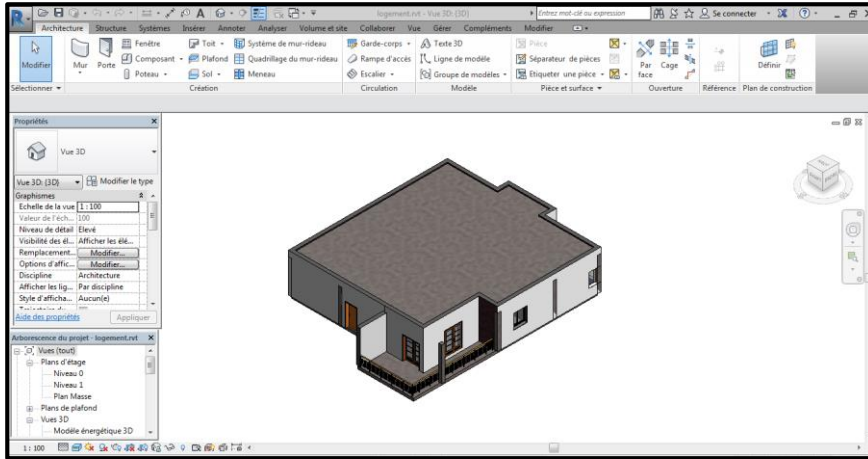


Figure III.22 : modélisation de bâtiment choisis dans REVIT (source : auteur)

## 2/- modifier les éléments de construction détaillé :

### Cas d'étude 01 : toit non végétale

Toit en béton avec 30 cm d'épaisseur.

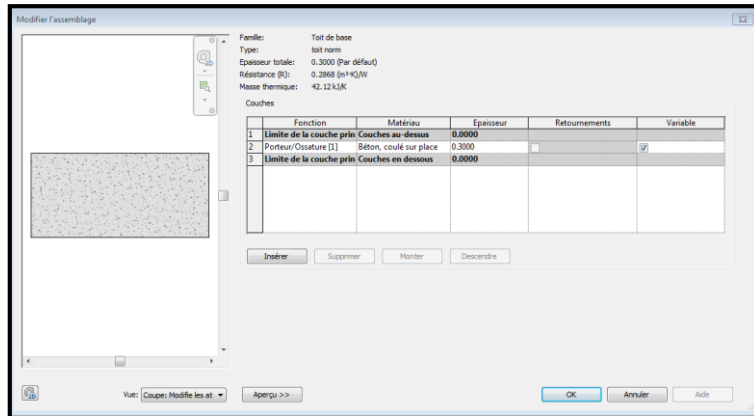


Figure III.23 : modification des paramètres de toit (source : auteur)

### Cas d'étude 02 : toit végétale

Créer les différentes couches de toit végétal extensif :

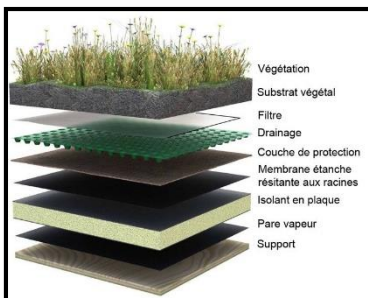


Figure III.24 : les composantes de toiture végétale extensive

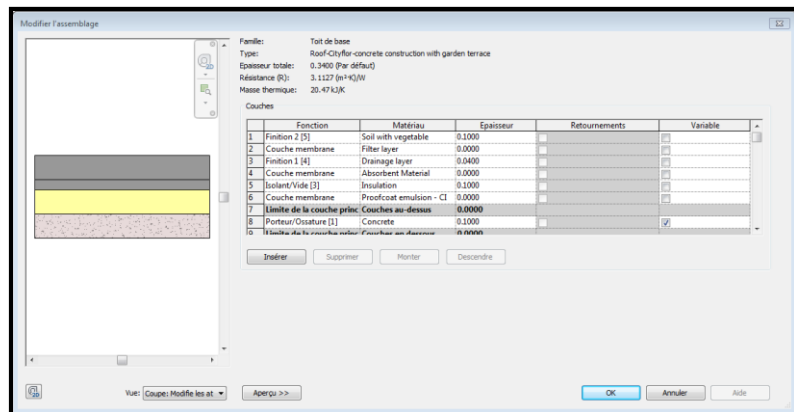


Figure III.25 : le détail de toiture végétal extensif créer dans REVIT (source : auteur)



Pour les autres éléments de construction on prend les mêmes paramètres pour murs fenêtres dalles sols pour les 2 cas, comme suivant :

**Mur extérieur** : isolation par polystyrène expansé.

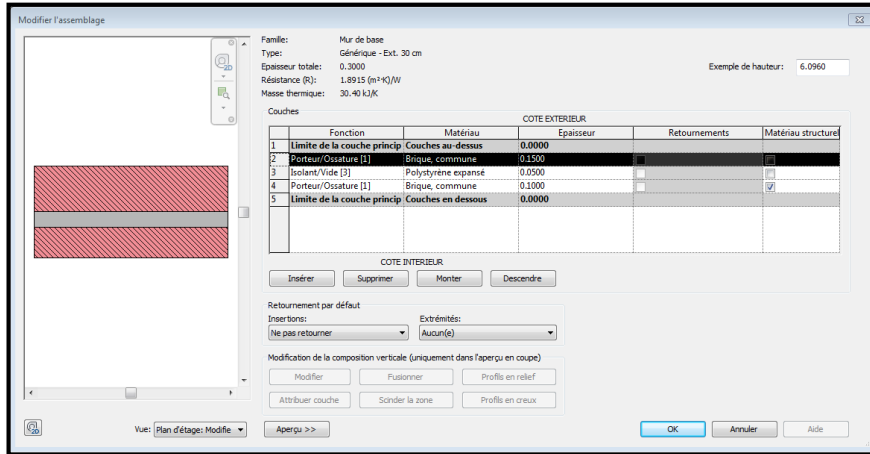


Figure III.26 : modification des paramètres des murs extérieurs (source : auteur)

**Fenêtre** : Double vitrage

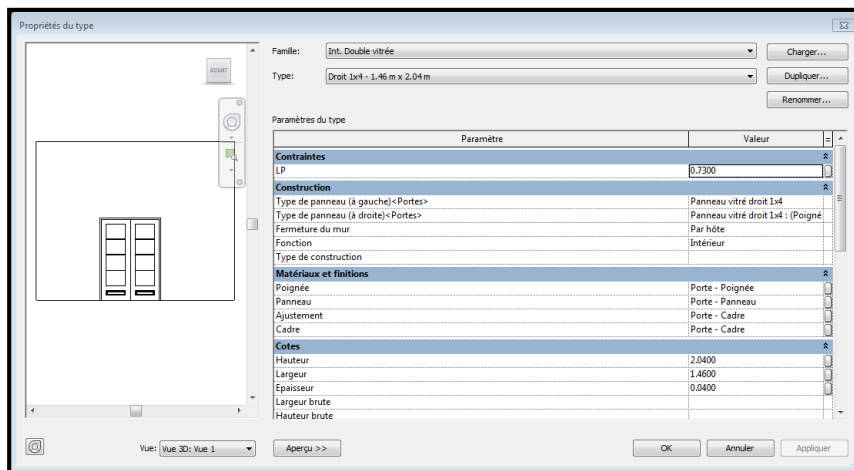
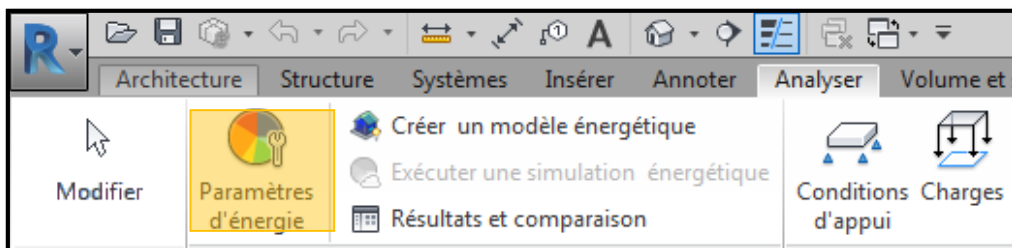


Figure III.27 : modification des paramètres des fenêtres (source : auteur)

### 3/- Modifier les paramètres d'énergie :

Avant d'exécuter la simulation d'énergie pour le modèle créer dans REVIT on modifie les paramètres d'énergie :



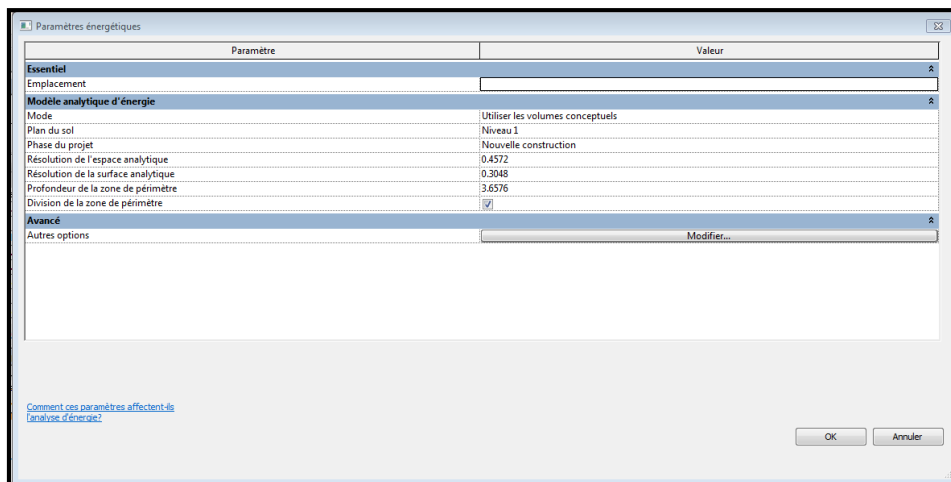


Figure III.28 : modification des paramètres d'énergie  
(source : auteur)

#### 4/- Créer un modèle énergétique et lancer la simulation d'énergie:

Le modèle énergétique créé à partir du modèle de conception Revit peut être affiché dans Revit, de sorte que vous puissiez visualiser et valider le modèle énergétique utilisé pour l'analyse.

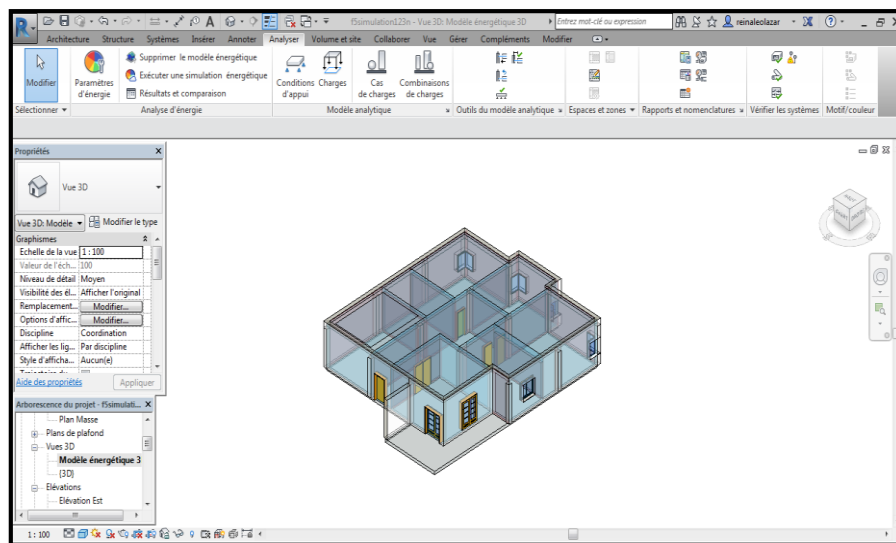
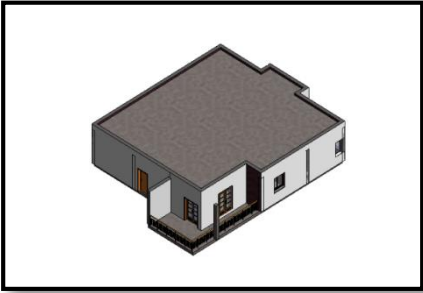
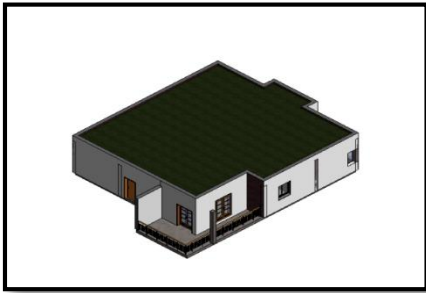
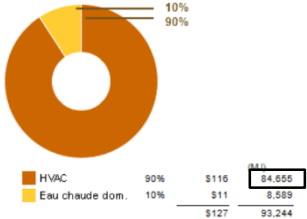
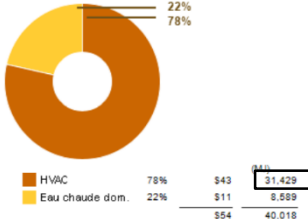
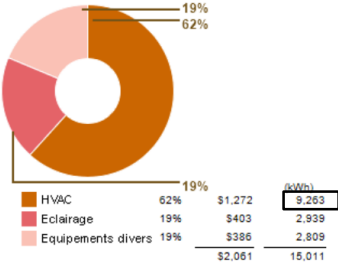
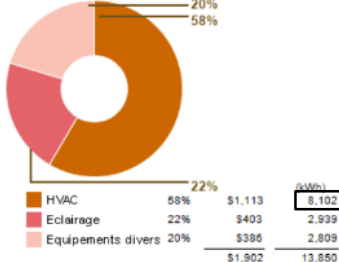


Figure III.29 : le modèle énergétique de logement  
(source : auteur)

**III.2.5/ Analyse de résultats de simulation d'énergie :**

On visualise les résultats de simulation d'énergie de ces deux cas d'étude sans et avec toit végétale dans REVIT.

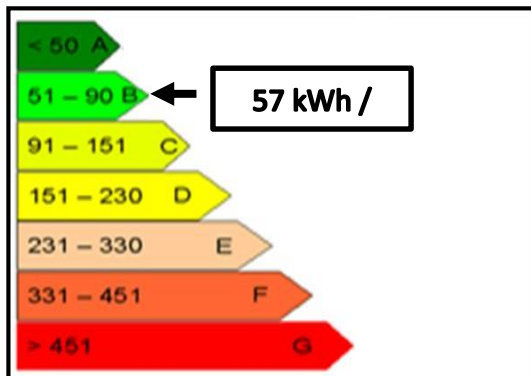
Les résultats sont des graphs qui montrent les charges de consommations d'énergie dans un bâtiment en électricité et carburant.

Cas 01 : sans toit végétale	Cas 02 : Avec toit végétale																																
																																	
<p>Utilisation d'énergie: carburant</p>	<p>Utilisation d'énergie: carburant</p>																																
<p>Utilisation d'énergie: carburant</p>  <table border="1"> <tr> <td>HVAC</td> <td>90%</td> <td>\$116</td> <td>\$4,655</td> </tr> <tr> <td>Eau chaude dom.</td> <td>10%</td> <td>\$11</td> <td>8,589</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$127</td> <td>93,244</td> </tr> </table>	HVAC	90%	\$116	\$4,655	Eau chaude dom.	10%	\$11	8,589			\$127	93,244	<p>Utilisation d'énergie: carburant</p>  <table border="1"> <tr> <td>HVAC</td> <td>78%</td> <td>\$43</td> <td>\$1,428</td> </tr> <tr> <td>Eau chaude dom.</td> <td>22%</td> <td>\$11</td> <td>8,589</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$54</td> <td>40,018</td> </tr> </table>	HVAC	78%	\$43	\$1,428	Eau chaude dom.	22%	\$11	8,589			\$54	40,018								
HVAC	90%	\$116	\$4,655																														
Eau chaude dom.	10%	\$11	8,589																														
		\$127	93,244																														
HVAC	78%	\$43	\$1,428																														
Eau chaude dom.	22%	\$11	8,589																														
		\$54	40,018																														
<p>Utilisation d'énergie: électricité</p>	<p>Utilisation d'énergie: électricité</p>																																
 <table border="1"> <tr> <td>HVAC</td> <td>62%</td> <td>\$1,272</td> <td>\$9,263</td> </tr> <tr> <td>Eclairage</td> <td>19%</td> <td>\$403</td> <td>2,939</td> </tr> <tr> <td>Equipements divers</td> <td>19%</td> <td>\$386</td> <td>2,809</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$2,061</td> <td>15,011</td> </tr> </table>	HVAC	62%	\$1,272	\$9,263	Eclairage	19%	\$403	2,939	Equipements divers	19%	\$386	2,809			\$2,061	15,011	 <table border="1"> <tr> <td>HVAC</td> <td>58%</td> <td>\$1,113</td> <td>\$8,102</td> </tr> <tr> <td>Eclairage</td> <td>22%</td> <td>\$403</td> <td>2,939</td> </tr> <tr> <td>Equipements divers</td> <td>20%</td> <td>\$386</td> <td>2,809</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$1,902</td> <td>13,850</td> </tr> </table>	HVAC	58%	\$1,113	\$8,102	Eclairage	22%	\$403	2,939	Equipements divers	20%	\$386	2,809			\$1,902	13,850
HVAC	62%	\$1,272	\$9,263																														
Eclairage	19%	\$403	2,939																														
Equipements divers	19%	\$386	2,809																														
		\$2,061	15,011																														
HVAC	58%	\$1,113	\$8,102																														
Eclairage	22%	\$403	2,939																														
Equipements divers	20%	\$386	2,809																														
		\$1,902	13,850																														

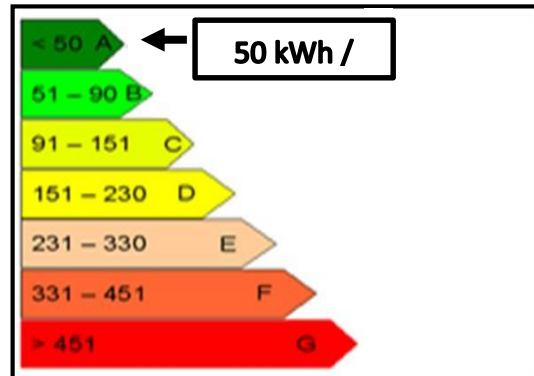
<p>Besoins en climatisation et chauffage du logement : 9263 kWh + 84.655 MJ</p> <p>Indice de consommation énergétique du logement = besoin de consommation énergétique (climatisation et électricité) / surface</p> <p><math>9286/163 = 57 \text{ kWh/m}^2</math></p>	<p>Besoins en climatisation et chauffage du logement : 8102 kWh + 31.429 MJ</p> <p>Indice de consommation énergétique du logement = besoin de consommation énergétique (climatisation + électricité) / surface</p> <p><math>8110/163 = 50 \text{ kWh/m}^2</math></p>
---	--

**Synthèse de comparaison de consommation énergétique :**

*Bâtiment sans toit végétal*



*Bâtiment avec toit végétal*



**Synthèse :**

Après l'évaluation énergétique faite par le logiciel Revit on a ressorti comme résultat que :

- le toit végétal réduit les consommations énergétiques et assurer le confort thermique dans le bâtiment.
- La réduction des gaz à effet de serre
- La réduction du phénomène de l'îlot de chaleur urbain.

# **Conclusion générale**

## **Conclusion générale :**

Dans le travail présenté nous avons tenté de résoudre une problématique qui traite essentiellement un phénomène bien connu est celui de « l'îlot de chaleur urbain » car la problématique de l'environnement est aujourd'hui le souci majeur.

Le débat sur les formes urbaines est depuis quelques années remis au goût du jour car elles jouent un rôle très important en ce qui concerne le changement climatique dans les villes. L'extension insensée des villes et l'urbanisation accélérée et incontrôlée, un développement urbain sans approche environnementale et sans prise en compte des effets sur le climat urbain, cette urbanisation de la ville participe grandement à l'augmentation de la température et l'utilisation massive de l'énergie.

Cette situation nous oblige à envisager très sérieusement l'avenir de nos villes, d'apporter des réponses rapides qui solutionnent à la fois les problématiques urbaines, environnementales et énergétiques dans le cadre du développement durable.

De ce fait, l'apparition des nouvelles formes urbaines au 21<sup>ème</sup> qui est l'îlot ouvert, une forme urbaine qui répond à l'urbain et au climat est approuvée par les maîtres de l'urbanisme et les maîtres du climat.

Notre conception d'un quartier durable, un projet qui va créer une accroche urbaine avec l'existant, une intégration et une articulation, par la voie et la forme du bâti. Notre projet touche à la fois à l'urbain et à l'architecture dans une stratégie de durabilité.

Notre projet est un projet écologique utilisant des concepts bioclimatiques à travers une approche environnementale, une mixité fonctionnelle et un lien social qui vise à prendre en considération la mise en valeur du végétal comme dispositif passif de rafraîchissement dans la ville contribuant à réduire la température et par conséquent le phénomène de l'îlot de chaleur urbain, et les consommations énergétiques à travers une série de simulations réalisées à l'aide des logiciels ENVI-MET et REVIT 2017, nous a permis de confirmer nos hypothèses de travail et répondre aux problématiques posées.

Nous espérons en tant que futures architectes avoir participé par notre projet à poser les problématiques architecturales, urbaines et environnementales et à y avoir répondu. Protéger nos villes, notre environnement, pour nous dans le présent et pour nos futures générations. Nous appartenons à un pays en voie de développement ..., non plutôt à un pays à « développement durable ».

## BIBLIOGRAPHIE :

### 1-DOCUMENTS GRAPHIQUES :

-PDAU d'Alger.

### 2-OUVRAGES :

-**Jacques Lucan**, Où va la ville ? Formes urbaines et mixité, éditions de la villette, 2012

-**Philippe Panerai, Jean Castex, Jean-Charles Depaule, Bordas**, forme urbaine : de l'ilot à la barre, éditions Parenthèses, 1977.

-**Philippe Panerai, Jean-Charles Depaule, Marcelle Demorgon** analyse urbain, édition Parenthèses, 12 juin 1999

-**Morgane Colomber**, contribution à l'analyse de la prise en compte du climat urbain dans les différents moyens d'intervention sur la ville, 2008.

- **Simon Texier**, Une histoire de l'architecture de XXe et XXIe siècles, 2015.

- **Alain Liébard et André De Herde**. Traité de d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, éditions du moniteur, paris, 2005.

- **Hetzel Jean**, Bâtiment et aménagement durable bien-être, vie urbaine et éco quartier, édition AFNOR Editions, 2014.

- **wines, James**, l'architecture verte, Editions Taschen, 2000.

- les toitures végétalisées : conception réalisation et entretien.

- **Malraux, André**, Jardin vocabulaire typologique et technique.

- **Roulet, Claude-Alain**, Santé et qualité de l'environnement intérieur dans le bâtiment, 2004.

- Cour séminaire Master 2 guide d'aide à la conception **Mme Sakki Henia**

- Cour paysage Master 1 **Mme Ben Kahoul**.

### 3- SITES INTERNET :

-<http://www.christiandeportzamparc.com>.

-[www.archibio.com](http://www.archibio.com).

-<http://www.asder.asso.fr/info-energie/eco-batiment/construction-et-renovation/conception-bioclimatique>.

-<http://www.batirama.com/article/3653-construction-bois-riche-architecturale-et-prouesse-techniquepage-2.html>.

-[http://www.energies-renouvelables.org/architecture\\_bioclimatique.asp](http://www.energies-renouvelables.org/architecture_bioclimatique.asp).

-<https://villedurable.org/2012/10/17/faire-face-aux-changements-climatiques-deux-guides-de-lademe>.

-<http://www.hinnovic.org/verdir-la-ville-pour-notre-sante>.

-<https://www.notre-planete.info/actualites/4581-2016-record-temperature-Terre>.

# **Annexe**

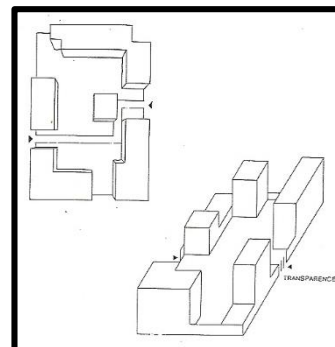


## ANNEXE 01

### Les règlements de l'ilot ouvert :

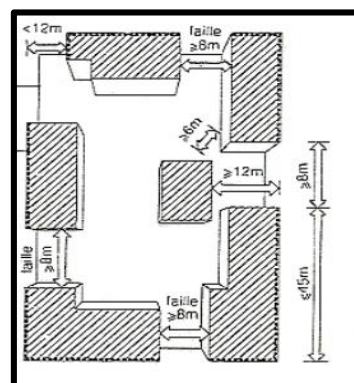
-La disposition des bâtiments doit favoriser à la fois l'intimité et la transparence.

-Des bâtiments sont implantés en limite de l'espace public. Avec des retraits imposés.

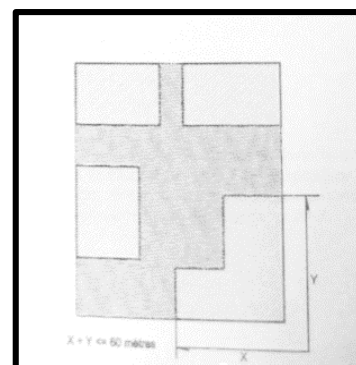


-La distance entre les constructions doit être d'au moins 8 mètre.

-La longueur d'un bâtiment ne peut en aucun cas dépasser 45m sans être interrompue par une faille de 8 m minimum.

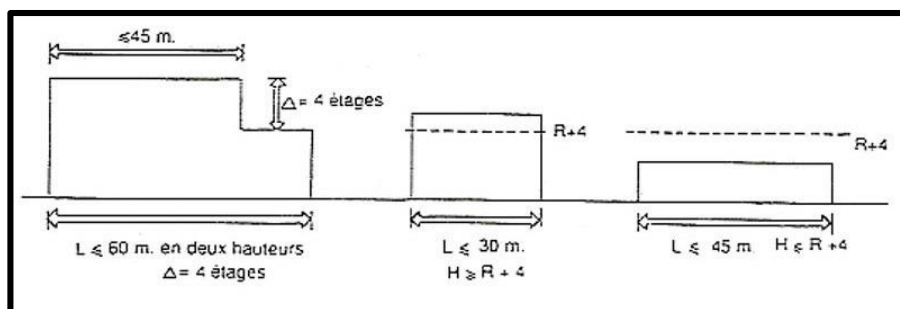


La longueur maximale développée des façades en angle est limitée à 60 mètres,  $X+Y \leq 60m$



-Une différence de hauteur au moins égale à 4 étages, la longueur du bâtiment peut atteindre 60 m avec un maximum de 45m

-la longueur de bâtiment jusqu'à R+4 ne peut pas accéder 45m.



## ANNEXE 02

### **Normes des espaces verts dans le monde:**

Les normes internationales en matière d'espaces verts sont de : 10 m<sup>2</sup> pour chaque habitant, qui sont subdivisés en : 1.5 m<sup>2</sup> pour les jardins d'enfant, 4.5 m<sup>2</sup> pour les parcs et jardins d'agrément, 4 m<sup>2</sup> pour les terrains de sports.

### **La gestion des espaces verts en Algérie :**

Les normes indicatives d'aménagement :

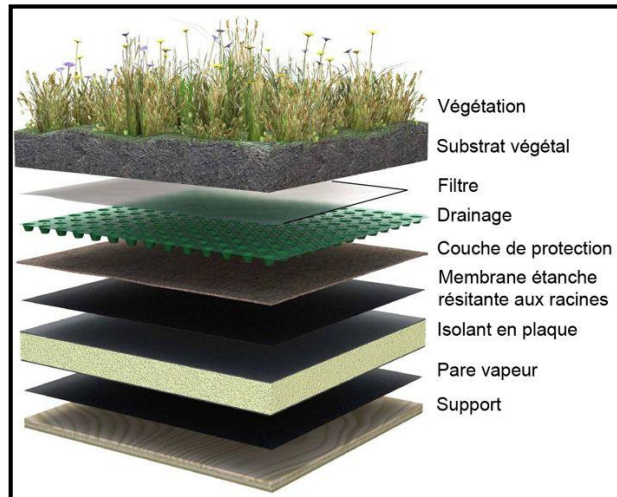
La normalisation, si pratique en certains domaines, est, il faut l'affirmer d'emblée, Inapplicable en matière d'espaces verts autrement que comme une série d'ordre de grandeur qui jalonnent la démarche de la réflexion dans ce domaine. En Algérie, la protection de l'environnement n'était régie par aucune loi. Ce vide juridique fût comblé par la promulgation de plusieurs textes de loi et de décrets parmi lesquels nous pouvons citer la circulaire interministérielle du 31 octobre 1984 fixant les normes minimales indicatives pour la réalisation d'espaces verts en Algérie comme suit :

- **Espaces verts inter quartiers (squares, jardin publics) :** 4 m<sup>2</sup>/habitant ;
  - **Espaces verts d'accompagnement pour les ensembles d'habitations :** 6,80m<sup>2</sup>/habitant
- À répartir comme suit :
- **Espaces verts résidentiels plantés :** 1,80 m<sup>2</sup>/habitant ;
  - **Aires de jeux :**
    - **Jardin d'enfant pour enfants de moins de 4 ans :** 0,2 m<sup>2</sup>/habitant ;
    - **Jardin d'enfant pour enfants de 4-10ans :** 0,8 m<sup>2</sup>/habitant ;
    - **Aires sablées pour jeux libres :** 0,50 m<sup>2</sup>/habitant ;
    - **Plaines de jeux pour enfant au-dessus de 10 ans :** 3 m<sup>2</sup>/habitant.
  - **Espaces libres homogènes de rencontre sous forme de placettes, allées de promenade, boulevards :** 0,5 m<sup>2</sup>/habitant ;
  - **Arbres d'alignement sur la voie publique :**
    - A l'intérieur des agglomérations : prévoir l'espacement d'un arbre tous les 5 m ;
    - Sur les voies à grande circulation : prévoir l'espacement d'un arbre tous les 10 m ;
    - Espaces verts situés autour des édifices publics et à l'intérieur des structures à Vocation socio- économiques et culturelles dont les zones industrielles : 10 m<sup>2</sup>/habitant.

## ANNEXE 03

### Toit végétal composant et mise en œuvre :

Tous les toits végétaux sont composés du même principe, un toit végétal est constitué essentiellement de cinq composantes qui ont résumées dans les étapes suivantes :



### La mise en œuvre d'un toit végétal :

#### A- La structure portante

Elle peut être en béton, acier ou bois et doit supporter le poids de l'installation prévue qui peut doubler voire tripler lorsqu'elle est gorgée d'eau en cas de pluie ou de fonte de la neige accumulée. De façon générale, il convient d'intégrer la surcharge inhérente au poids de la terre végétale humide et aux piétons dans le calcul des structures portantes. Le toit peut être plat ou incliné (35° au maximum). Il est recommandé de construire des terrasses avec une pente minimale de 1 à 2 %, pour diminuer l'épaisseur de la couche drainante et donc le poids de la structure.

#### B- Un complexe isolant

L'isolation de la toiture constitue une phase essentielle dans la construction ou la rénovation d'une maison. L'isolation toiture permet de conserver la chaleur qui s'évacue facilement par le toit et de réaliser ainsi des économies énergétiques et financières.



#### C- Un système d'étanchéité

Comme pour toute toiture, elle est essentielle. L'importance de la couche d'étanchéité ne doit jamais être sous-estimée ; une terrasse végétalisée bien faite fuit beaucoup moins que si elle ne l'était pas, mais les coûts de réparation d'une fuite sont souvent au moins doublés comparés aux toitures-terrasses classiques.



Le complexe isolant doit être résistant à la compression et aux racines.

Les membranes bitumineuses SBS (éventuellement APP) sont les plus adaptées, mais dans leurs versions "anti-racine" uniquement. Elles offrent une épaisseur plus importante que leurs soeurs synthétiques et présentent moins de problème de recyclage selon leurs promoteurs. L'application en deux couches d'une membrane anti-racine est recommandée. Il est aussi possible de mettre en oeuvre des étanchéités en polyoléfine dites TPO ou FPO (cartouche éthylène propylène + polypropylène), le caoutchouc synthétique (EPDM) et le PVC.



Les choix des espèces de plantes, le type de drainage (barrière composée d'une couche d'air) et l'entretien régulier rendent inutile le traitement herbicide inclus dans le bitume. Cependant, la réglementation<sup>14</sup> exige l'ajout d'une couche anti-racine car les fabricants d'étanchéité utilisent du bitume qui est une base "attirant" les racines.

#### **D- Un système de drainage**

Selon l'inclinaison de toit, la résistance de la structure portante et l'épaisseur et la nature du substrat, une couche drainante peut être mise en oeuvre. C'est le plus souvent du polyéthylène gaufré qui crée un espace de drainage d'environ 10 mm de hauteur dirigeant l'eau de pluie vers le drain du toit ou vers les gouttières extérieures. Le drain peut être aussi composé de cailloux, graviers, plaques de polystyrène alvéolées et nervurées, Enkadrain<sup>15</sup>...



#### **E- Un système de filtration**

Pour éviter le colmatage du système de drainage par des particules du sol/substrat, il est éventuellement possible de lui adjoindre un filtre géotextile non-tissé qui retient les fines particules du sol et laisse l'eau s'égoutter. Ce géotextile absorbe aussi l'eau qui la traverse, offrant un milieu humide pour les racines des plantes. Cependant, le non-tissé offre peu de résistance aux racines qui le pénètrent en réduisant son efficacité. On le recouvre donc généralement encore d'un autre géotextile traité anti-racine.



#### **F- Un substrat de croissance avec bande pourtour :**

Le substrat doit être léger et résistant à la compaction tout en retenant l'eau. Sa composition est généralement un mélange de terre et/ou de compost végétal de feuilles ou d'écorces mélangé à

des agrégats de pierres légères et absorbantes (pierre ponce, matériau expansé tel que des billes d'argile, éventuellement récupération de déchets de tuiles broyées, particules de lave, zéolithe<sup>16</sup>, pouzzolane<sup>17</sup>...) ayant un diamètre de 3 à 12 mm. Les agrégats représentent un volume variant de 40 à 70 % du substrat de culture en fonction de l'épaisseur de substrat, de l'irrigation (si engazonnement) et du type de culture souhaité.

L'épaisseur totale du substrat peut ainsi être réduite à seulement 10 cm d'épaisseur, voire moins pour les rouleaux pré végétalisés de sédums. 15 cm est en zone tempérée l'épaisseur minimale convenant aux plantes très résistantes au gel. 15 cm sont nécessaires aussi pour bénéficier d'une plus grande variété de plantes. Il faut attacher une importance majeure quant au renforcement de la structure d'un immeuble existant car la terre devient très lourde lorsqu'elle est saturée d'eau avec des risques de dommages à l'étanchéité et à stabilité. Autrement, les capacités du substrat de croissance : de rétention en eau, de perméabilité, de résistance à l'érosion et de densité, conditionnent son bon fonctionnement.

Il est conseillé d'aménager une zone stérile (non végétalisée) composée de gravier d'une granulométrie comprise entre 16 et 32 mm autour de la descente d'eau et le long de la bordure du toit. La largeur de la bande pourtour est de 30 à 50 cm.



### **G- Une couche végétale :**

Techniquement, toutes les plantes peuvent pousser sur les toits mais certaines peuvent nécessiter des soins constants pour les préserver d'un soleil permanent, du gel et des grands vents. Dans la plupart des cas, soit en végétalisation semintensive ou extensive, la végétation ne sera qu'herbacée ou arbustive. Elle sera choisie en fonction du climat de la région, de l'ensoleillement, de la pente du toit, de l'épaisseur du substrat, etc. De manière générale, on devrait privilégier des plantes vivaces et indigènes très résistantes aux températures extrêmes et qui s'implanteront rapidement pour couvrir les surfaces de sol afin de



réduire son assèchement par le soleil et le vent. Les plantes couvre-sols ont aussi l'avantage de laisser peu de place aux herbes sauvages ou indésirables et de réduire l'entretien. Les plantes alpines et rudérales conviennent parfaitement à cet usage.

Selon l'épaisseur et le type de substrat et le climat local, certaines plantes peuvent être proscrites. Ceux qui veulent favoriser la biodiversité chercheront à y favoriser les espèces plus locales, mais adaptées à ces « milieux extrêmes » très secs et chauds au plus fort de l'été et exposés aux chocs thermiques de forte amplitude. Les rouleaux « pré végétalisés » peuvent être réenroulés pour contrôle ou réparation de l'étanchéité. Certaines terrasses sont couvertes de plantes en godets qu'on peut enlever ou déplacer.

**Les plantes à privilégier peuvent être :**

- des plantes fleuries : les Origans ; les alliums de petite taille comme la ciboulette, qui offre aussi l'avantage d'être un condiment ; un mélange de fleurs des champs pour créer un pré fleuri ; le gazon d'Espagne ou armérie maritime (*Armeria maritima*) ; les iris nain comme l'iris
- des Couvre-sols : les oeillets ; les gypsophiles ; les Sedums ; les thym, etc.
- des Graminés : les fétuques et particulièrement la fétuque bleue (*Festuca glauca*) et fétuque améthyste (*Festuca amethystina*) particulièrement compactes et décoratives.
- des plantes vertes : les ibéris comme la corbeille d'argent (*Iberis sempervirens*) ; les armoises, etc.



Exemples de végétations, type Sédums