

**Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique**

**Université Saad Dahleb-Blida 1-**

**Institut d'Architecture et d'Urbanisme**



**Mémoire de fin d'études**

En vue d'obtention du diplôme de Master en Architecture

Option : Architecture Bioclimatique

**INTITULE DU PROJET : Conception d'un quartier durable à Tassala El Merdja.**

**THEME DE RECHERCHE :** évaluation de l'incidence de la morphologie urbaine et des matériaux sur le confort thermique.

Réalisé par :

- Guemache Hichem Riad- Mme : Hadj ArabJamila  
- Mme : SakkiHania

Encadré par :

Soutenu : le 28/11/2017

Devant le jury composé de :

Président du jury :

Examineur(s) :

Année universitaire : 2016/2017

*« La météo c'est à quoi on s'attend,  
Le climat c'est ce que nous obtenons »*  
**RobertHeinlein**

## ***Remerciements***

- ❖ *Je tiens tout d'abord à remercier mes parents qui, sans eux je ne serai pas arrivé ou je suis.*
- ❖ *Je remercie mes promotrices Mme Hadj ArabJamila et Mme Saki Hania pour leur dévouement et leurs précieux conseils*
- ❖ *Je remercie mes amis Ahmed Tehami et Imene laiche pour m'avoir aidé et soutenu durant ce travail*
- ❖ *Je souhaite particulièrement remercier mon ami Mohamed Meskine qui m'a encouragé durant tout mon parcours.*
- ❖ *Un grand merci à mes collègues que j'ai eu le plaisir de connaître à l'institut d'architecture.*

## *Dédicace*

❖ *À ma petite sœur Rania.*

# Table des matières

Chapitre introductif .....	1
Introduction générale.....	1
Problématique : .....	3
Hypothèses : .....	3
Les objectifs : .....	4
Méthodologie. ....	5
Chapitre I état de l'art.....	6
1. La morphologie urbaine : .....	7
1.1. Définition de la morphologie urbaine : .....	7
1.2. Morphologie urbaine par l'approche de la forme des tissus urbains : .....	7
1.2.1. Distribution des tailles des éléments urbains : .....	8
1.2.2. L'évolution de la ville et de l'îlot à travers l'histoire : .....	8
1.3. Morphologie urbaine dans son approche bioclimatique : .....	12
1.3.1. Ilot de chaleur urbain : .....	12
1.3.2. Indicateurs morphologiques : .....	15
1.3.3. Application au cas des éco quartiers : .....	20
2. L'architecture bioclimatique : .....	24
2.1. Définition : .....	24
2.2. La naissance de l'approche bioclimatique .....	24
2.3. Démarche bioclimatique .....	26
2.3.1. L'orientation : .....	26
2.3.2. la compacité : .....	26
2.3.3. Disposition des espaces intérieurs .....	26
2.3.4. L'isolation thermique : .....	26
2.3.5. Choix des matériaux : .....	27
2.4. Dispositifs d'architecture bioclimatique : .....	27
2.4.1. Systèmes actifs : .....	27
2.4.2. Systèmes hybrides : .....	27
2.4.3. Systèmes passifs : .....	28
3. Matériaux et confort thermique : .....	29

3.1.	A l'échelle de l'aménagement urbain : .....	29
3.1.1.	L'albédo : .....	29
3.1.2.	La perméabilité : .....	31
3.2.	Les matériaux à l'échelle du bâtiment .....	32
3.2.1.	Les matériaux de toiture : .....	32
3.2.2.	Les façades : .....	33
3.2.3.	L'isolation : .....	33
4.	Analyse d'exemple .....	36
4.1.	Quartier la Confluence à Lyon .....	37
4.2.	Analyse d'exemple : Quartier BedZED à Londres .....	40
Chapitre II élaboration du projet .....		43
1.	Analyse de la ville de Tassala el Merdja .....	44
1.1.	Situation de la ville de Tassala el Merdja : .....	44
1.2.	Histoire de la commune .....	44
1.3.	Analyse urbaine .....	45
2.	Analyse du site d'intervention .....	47
2.1.	Situation géographique du site : .....	47
2.2.	Morphologie et topographie : .....	47
2.3.	Environnement immédiat .....	47
2.4.	Analyse climatique : .....	48
2.4.1.	Ensoleillement .....	48
2.4.2.	Précipitation et températures: .....	49
2.4.3.	Les vents : .....	49
2.5.	Synthèse et recommandation : .....	49
3.	Le projet d'étude .....	50
3.1.	Structuration urbaine (échelle du quartier) : .....	50
3.1.1.	Les étapes de structuration du terrain : .....	50
3.1.2.	Le statut des voies : .....	51
3.1.3.	Les nœuds : .....	51
3.1.4.	Fonctions des ilots .....	51
3.1.5.	Emplacement et surface des équipements .....	52
3.1.6.	Conception du bâti : .....	53
3.1.7.	Aménagement extérieur : .....	54
3.1.8.	Principes bioclimatiques et durables à l'échelle du quartier. ....	56
3.2.	Aménagement de l'ilot (échelle de l'ilot) .....	57

3.2.1.	Choix de l'îlot d'étude :.....	57
3.2.2.	étapes de la conception morphologique (genèse de la forme) :.....	57
3.2.3.	Étude de l'ensoleillement .....	57
3.2.4.	Fonctions du bâti de l'îlot.....	58
3.2.5.	Aménagement extérieur.....	58
3.2.6.	Principes bioclimatiques à l'échelle de l'îlot.....	59
3.3.	Aménagement du bâti à l'échelle du bâtiment .....	60
3.3.1.	Fonction intérieurs :.....	60
3.3.2.	Typologie d'appartements .....	60
3.3.3.	Orientation des espaces et apports solaires.....	61
3.3.4.	Circulation .....	62
3.3.5.	Accès aux blocs :.....	62
3.3.6.	L'expression des façades .....	63
3.3.7.	Principes bioclimatiques à l'échelle du bâtiment .....	66
Chapitre III évaluation et simulation.....		68
1.	L'évaluation morpho-climatique.....	69
1.1.	Les indicateurs choisis :.....	69
1.1.	Caractéristiques de l'îlot.....	69
1.2.1.	Indice de compacité .....	69
1.2.2.	La densité surfacique .....	70
1.2.3.	La densité volumique.....	70
1.2.4.	Albédo.....	71
2.	Simulation énergétique :.....	73
2.1.	Présentation du logiciel : .....	73
2.2.	Bloc choisis pour la simulation .....	73
2.3.	La simulation .....	74
2.3.1.	Paramétrage .....	74
2.3.2.	Résultat : .....	76
Conclusion générale .....		80
Bibliographie.....		81

## *Liste des figures*

Figure 1 Unités spatiales et longueurs caractéristiques associées, source (Classification automatique des tissus urbains Par la méthode des nuées dynamiques) .....	8
Figure 2 Plan de la ville de New York .....	9
Figure 3 un bâtiment à Amsterdam .....	9
Figure 4 Organisation des fonctions dans le bâtiment du 19 <sup>ème</sup> siècle.....	9
Figure 5 Plan de masse des 1000 logements Oulad Yaiche Blida .....	10
Figure 6 Îlot de chaleur de surface à Pyongyang et Beijing. Source (Le Bras, 2015) .....	15
Figure 7 Exemples de facteurs de vue de ciel source (Krüger, 2011).....	15
Figure 8 Relation entre compacité et consommation de chauffage : analyse comparée de quatorze morphologies de bâtiments (Depecker, 2001).....	16
Figure 9 Différentes formes pour la même densité – Source : Vivre en Ville, inspiré de Urban Task Force, 1999 .....	16
Figure 10 Schéma illustrant l'effet de la végétation sur le confort thermique (adaptation au changement climatique , 2017) .....	17
Figure 11 Schéma expliquant l'albédo source : (climats éducation modules, 2017) .....	17
Figure 12 L'albédo de l'environnement urbain [Bozonnet 06].....	18
Figure 13 Quantité moyenne de radiation solaire par jour en mois de juin en Algérie source (l'économie, 2017) .....	19
Figure 14 Eco-quartier Vetrotex source (éco quartier vertotrx ville chambry , 2017).....	20
Figure 15 : Ilot ouvert tiré d'un concours d'architecture source (ECDM architectes, 2006)..	22
Figure 16 Ilot A3 de Lyon confluence source (le moniteur, 2017).....	22
Figure 17 le quartier BEDZED source (dennis r.holloway architect, 2017).....	22
Figure 18 Graphe illustrant l'application des indicateurs de morphologie urbaine sur les Eco quartier source des statistiques : (Athamena , 2012).....	23
Figure 19 l'architecture mozabite source (djamel arabie, 2017) .....	24
Figure 20 Archétype de maison solaire par Frank lord Wright source (eco construction et architecture bioclimatique, 2017).....	25
Figure 21 Illustration de l'orientation d'une maison par rapport au soleil www.toutsurlisolation.com .....	26
Figure 22 Illustration de la compacité dans le bâti source (grenoble archi, 2017) .....	26
Figure 23 Orientation de l'espace intérieur selon les principes de l'architecture bioclimatique source (grenoble archi, 2017).....	26
Figure 24 panneau photovoltaïques source (confort et privilège de france, 2017) .....	27
Figure 25 dispositifs d'architecture solaire selon (Liébard & De Herde, 2005).....	28
Figure 26 graphe montrant la température de plusieurs matériaux exposé au soleil de 09:00 à 18:00 source Source spécifiée non valide. ....	29
Figure 27 Illustration des albédos de 3 éco quartiers (Athamena , 2012).....	30
Figure 28 dalle imperméable avec des joints perméables source (mansouri, 2008) .....	31
Figure 29 Membrane polyurée source (Deny & Gaumont, 2008) .....	32

Figure 30 Enduit réfléchissant appliqué sur un toit source (Deny & Gaumont, 2008).....	32
Figure 31 Mesure de la différence de température entre une toiture classique et une toiture végétalisée source Source spécifiée non valide.....	32
Figure 32 Schéma illustrant la structure d'une toiture végétale extensive .....	33
Figure 33 Différents types d'isolants. Source (Mazari, 2012).....	34
Figure 34 carte de la france (google 2017) .....	37
Figure 35 Carte illustrant le système viaire et les différentes zones source : auteur.....	37
Figure 36 carte de l'ilot A3 source : auteur .....	38
Figure 37 gabarit de l'ilot A3 source : auteur .....	38
Figure 38 carte de lyon confluence source (dossier de press A3 premier ilot opérationnel, 2016).....	38
Figure 39 non bati ilot A3 source : auteur.....	38
Figure 40 3D de l'ilot A3 (economie grand lyon , 2017) .....	38
Figure 41 Carte illustrant le maillage source auteur .....	38
Figure 42 les percés urbaines, lyon confluence source: auteur .....	38
Figure 43 Vue virtuelle de l'ilot P (dossier de press A3 premier ilot opérationnel, 2016) ....	39
Figure 44 La place Nautique, longée au nord par les îlots ABC (vue sur bâtiments résidentiels) (dossier de press A3 premier ilot opérationnel, 2016).....	39
Figure 45 Cours jardinée (dossier de press A3 premier ilot opérationnel, 2016) .....	39
Figure 46 Ambiance des rives de Saône après les aménagements (dossier de press A3 premier ilot opérationnel, 2016).....	39
Figure 47 image aérienne virtuelle (Un nouveau coeur de ville se dessine a lyon : confluence, 2016 ) .....	39
Figure 48 Fonction du quartier BedZed source : auteur.....	40
Figure 49 carte de l'anglettre et london (wikipedia, 2017).....	40
Figure 50 coupe des batiments du quartier Bedzed (Beddington Zero Energy (fossil), 2010) .....	40
Figure 51 coupe dans un batiment de BedZed (Beddington Zero Energy (fossil), 2010) .....	40
Figure 52 coupe virtuelle sur un batiment de BedZed (Beddington Zero Energy (fossil), 2010).....	41
Figure 53 schéma récapitulant la gestion de l'énergie a BedZed (Beddington Zero Energy (fossil), 2010) .....	41
Figure 54 schéma de l'ensoleillement des bâtiments a BedZed (Beddington Zero Energy (fossil), 2010) .....	41
Figure 55 le système de cogénération (Beddington Zero Energy (fossil), 2010) .....	41
Figure 56 photo du quartier BedZed (Beddington Zero Energy (fossil), 2010) .....	42
Figure 57 Section dans un batiment de BedZed (pinterest 2017) .....	42
Figure 58 système viaire de tassala el merdja source : auteur .....	45
Figure 59 carte du bâti de tassala el merdja source : auteur.....	45
Figure 60 carte des gabarits a tassala el merdja source: auteur.....	45
Figure 61 carte illustrant la typologie du bâti a tassala el merdja .....	45
Figure 62 carte des équipement de Tassala El Merdja.....	46
Figure 63 carte illustrant les espaces non bati a Tassala el Merdja.....	46
Figure 64 Carte illustrant le développement de la ville postcoloniale .....	46
Figure 65 maison coloniale (photo prise sur tassala el merdja) .....	46
Figure 66 Photo des habitats individuels construit durant la période postcolloniale .....	46

Figure 67 les habitats collectifs construits après les années 2000.....	46
Figure 68 Carte illustrant les nouvelles cités d'habitat collectif.....	46
Figure 69 Photo aérienne du site (Google earth 2017).....	47
Figure 70 Topographie du site d'intervention source : auteur.....	47
Figure 71 Environnement immédiat source : auteur.....	47
Figure 72 Courbe de soleil du 21 janvier.....	48
Figure 73 Diagramme solaire du 21 janvier.....	48
Figure 74 Courbe de soleil l du 21 avril. (Source : Sun Tools).....	48
Figure 75 Diagramme solaire du 21 avril. (Source : Sun Tools). ....	48
Figure 76 courbe de soleil l du 21 juillet. (Source : Sun Tools). ....	48
Figure 77 Diagramme solaire du 21 juillet. (Source : Sun Tools). ....	48
Figure 78 Diagramme de taux de rayonnement global durant les 12 mois. (Source : Ecotect). .....	48
Figure 79 Courbe des température a Tassala el Merdja.....	49
Figure 80 vitesse et température des vents a Tassala el Merdja.....	49
Figure 81 Carte illustrant la synthèse de l'analyse du site source : auteur.....	49
Figure 82 Carte de la première étape de la structuration du site source: auteur.....	50
Figure 83 Carte de la deuxième étape de la structuration du site. Source: auteur.....	50
Figure 84 Carte de la troisième étape de la structuration du site. Source: auteur.....	50
Figure 85 Carte de la quatrième étape de la structuration du site. Source: auteur.....	50
Figure 86 carte des statuts des voies du site source : auteur.....	51
Figure 87 les nœuds du projet source: auteur.....	51
Figure 88 fonctions des ilots du projet source auteur.....	52
Figure 89 Carte du bâti étape 1 source : auteur.....	53
Figure 90 Carte du bâti étape 2 source: auteur.....	53
Figure 91 Carte du gabarit étape 1 source auteur.....	53
Figure 92 Carte du gabarit étape 2 source auteur.....	53
Figure 93 3D du bâti étape 1 source auteur.....	53
Figure 94 3D du bâti étape 2.....	53
Figure 95 3D du gabarit étape 1.....	53
Figure 96 3D du gabarit étape 2.....	53
Figure 97 fonctions étages inférieurs. sources auteur.....	54
Figure 98 Carte des fonctions du bâti source auteur.....	54
Figure 99 3D des fonctions des étages inférieurs. source : auteur.....	54
Figure 100 3D des fonctions du bâti .source : auteur.....	54
Figure 101 Aménagement extérieur. Source : auteur.....	54
Figure 102 Carte de structuration. Source: auteur.....	56
Figure 103 3D des fonctions. Source: auteur.....	56
Figure 104 Jardin et cœur d'ilots. Source: auteur.....	56
Figure 105 3D de l'Ilot choisi. Source:auteur.....	57
Figure 106 Etape 1 de la conception de l'ilot en 3D. Source: auteur.....	57
Figure 107 Etape 2 de la conception de l'ilot en 3D. Source: auteur.....	57
Figure 108 Etape 3 de la conception de l'ilot en 3D. Source: auteur.....	57
Figure 109 Etape 3.2 de la conception de l'ilot en 3D. Source: auteur.....	57
Figure 110 Etape 3.3 de la conception de l'ilot en 3D. Source: auteur.....	57
Figure 111 Ensoleillement le 15 janvier à 9h. Source: auteur.....	57

Figure 112 Ensoleillement le 15 janvier à 12h. Source: auteur .....	57
Figure 113 Ensoleillement le 15 janvier à 15h. Source: auteur .....	57
Figure 114 fonction du bâti de l'ilot. Source: auteur .....	58
Figure 115 Carte de l'aménagement extérieur étape 1. Source: auteur .....	58
Figure 116 Carte de l'aménagement extérieur. Source: auteur .....	58
Figure 117 Carte d'accessibilité à l'ilot. Source: auteur .....	58
Figure 118 Morphologie de l'ilot. Source: auteur .....	59
Figure 119 pavé (wikipedia, 2017) .....	59
Figure 120 carte de disposition des bacs a déchets. Source: auteur .....	59
Figure 121 carte des fonctions du rez de chaussée source : auteur .....	60
Figure 122 Carte des fonctions des étages courants source : auteur .....	60
Figure 123 carte des fonctions entre espaces tampons et espaces de vie source : auteur .....	61
Figure 124 Carte des apports solaire source : auteur .....	61
Figure 125 Carte des circulations. Source: auteur .....	62
Figure 126 Carte des accès aux blocs source: auteur .....	62
Figure 127 Schéma de la façade sud .....	63
Figure 128 Schéma de la façade nord .....	63
Figure 129 éléments esthétique et décoratif sur la façade. Source: auteur .....	64
Figure 130 Ensoleillement des blocs. Source: auteur .....	66
Figure 131 Ventilation transversale, Source : auteur .....	66
Figure 132 ventilation par atrium Source: auteur .....	66
Figure 133 Graphe résumant les résultats de la simulation .....	78

## *Liste des Tableaux*

Tableau 1 caractérisant de l'urbanisme du XIXème siècle a différentes échelles .....	9
Tableau 2 caractérisant l'urbanisme du XXeme siècle a différentes échelles .....	10
Tableau 3 caractérisant l'urbanisme du XXIème siècle aux différentes échelles .....	11
Tableau 4 Taux d'émission d'énergie anthropique source (Giguère, 2009) .....	14
Tableau 5 les matériaux les plus utilisés en aménagement extérieur et leurs albédo.....	30
Tableau 6 exemples des isolants et leurs conductivité thermique.....	35
Tableau 7 Analyse urbaine de la ville de tassala el merdja.....	46
Tableau 8 Ensoleillement du site .....	48
Tableau 9 températures, précipitations et vents. ....	49
Tableau 10 structuration du site en étapes .....	50
Tableau 11 statut des voies et noeuds .....	51
Tableau 12 Fonctions des Ilots.....	51
Tableau 13 Surfaces affectés aux différents fonctions.....	52
Tableau 14 Surfaces affectés aux différents équipements .....	52
Tableau 15 Conception du Bâti. ....	53
Tableau 16 Fonction du Bâti. ....	54
tableau 17 Principes bioclimatiques et durables à l'échelle du quartier .....	56
Tableau 18 étapes de la conception morphologique .....	57
tableau 19 Etude de l'ensoleillement a l'échelle de l'ilot .....	57
tableau 20 Principes bioclimatiques à l'échelle de l'ilot.....	59
Tableau 21 Principes bioclimatiques à l'échelle du bâtiment .....	66
Tableau 22 Caractéristiques de l'ilot d'étude .....	69
Tableau 23 Calcule de l'albédo moyen.....	71
Tableau 24 Autre indicateurs morphologiques. ....	72
Tableau 25 Résultat de la simulation énergétique.....	76
Tableau 26 Résultat de la simulation énergétique.....	78

# Chapitre introductif

---

## Introduction générale

Aujourd'hui, les villes que nous avons sont le résultat de plusieurs transformations, causés par des crises que les urbanistes et les architectes se sont mis pour objectif de régler et de se rapprocher au modèle parfait d'un paysage urbain répondant aux différentes contraintes et au modes de vie de l'homme, cependant l'explosion démographique a fait qu'aujourd'hui nous vivons un étalement urbain exponentiel soutenu par l'exode rural, les spécialistes prévoient cinq milliards d'habitants dans les agglomérations sur huit milliards en 2030 (ONU), ce qui a conduit à un fort développement des espaces urbanisés qui est souvent incontrôlé et qui présage aussi une plus grande population soumise aux climats urbains.

La ville est un Ecosystème complexe [Colombert, 2010] qui agit en permanence avec l'environnement naturel dans lequel elle évolue, le climat en fait partie intégrante [Givoni, 1978]. En plus d'être sous l'influence du climat, la ville est un facteur qui agit sur sa propre atmosphère, son empreinte diffère à cause des différentes caractéristiques dont disposent les différentes agglomérations, cependant certaines influences sur le climat urbain apparaissent et forment un point commun entre les différentes façons de l'impacter, à travers l'urbanisation, et permettent de définir un phénomène propre aux villes qui est l'îlot de chaleur urbain. [Froissart, 2016]

L'îlot de chaleur urbain (ICU) est l'acte le plus important de la ville sur son climat, celui-ci est défini comme étant la différence de température entre la ville et sa périphérie, ce qui engendre des répercussions sur le confort thermique à l'échelle du quartier mais aussi à l'échelle du bâtiment, et les études ont montré que l'ICU a un effet néfaste sur les ambiances extérieures et intérieures.

Parmi les facteurs qui influencent l'ICU selon [Colombert, 2010] c'est les activités anthropiques qui se résument dans les activités polluantes et les **sources de chaleurs** mais aussi la structure urbaine, celle-ci peut être divisé en deux éléments majeurs la **morphologie du bâti** et **les matériaux**, qui vont permettre –s'ils sont bien réfléchis– de réduire l'ICU mais aussi la consommation d'énergie car l'ICU est considéré comme étant aussi un phénomène favorisant le changement climatique et la crise énergétique car 80% de l'énergie mondiale est consommée dans les villes, et a pour conséquence des quantités importantes d'émissions de gaz à effet de serre. L'industrie du bâtiment représente 50% de la consommation totale d'énergie, que ce soit lors de la construction, de la maintenance ou de l'exploitation des bâtiments (chauffage, rafraîchissement, éclairage etc.) » [HANNACHI-BELKADI N-K. 2008, p.01]. L'ICU favorise cette consommation, notamment dans les périodes chaudes et les vagues de chaleurs.

Pour y remédier et limiter le phénomène de l'ICU et pour réduire la consommation d'énergie dans les villes, il faut prendre en considération deux échelles primordiales, la première étant celle du quartier va se concentrer sur la structuration et la morphologie urbaine, la deuxième sera celle du bâtiment et va prendre en charge les différents aspects pour arriver au confort thermique et pour rationaliser l'utilisation de l'énergie.

L'un des éléments qui a une grande ampleur sur le confort thermique sur différentes échelles c'est l'utilisation des matériaux, selon [Santamouris, 2005]. La réflectivité (albédo) a une partie d'influence sur l'îlot de chaleur urbain. Les matériaux ont aussi un effet sur le confort thermique à l'échelle du bâtiment et permettent de réduire la consommation d'énergie en minimisant l'utilisation du chauffage et de la climatisation.

L'utilisation des matériaux à l'échelle du bâtiment fait partie d'un concept plus général : La **conception bioclimatique**, cette dernière représente les différents procédés qui permettent d'arriver à un bâtiment performant, elle diffère d'un climat à un autre, on ne conçoit pas de la même façon en climat tempéré froid qu'en climat aride ou semi-aride. [SEMAHI SAMIR, 2013].

## Problématique :

*La morphologie urbaine* représente un sujet d'actualité pour les concepteurs de notre ère, car la forme urbaine, aujourd'hui plus que jamais, a besoin d'un nouveau souffle qui lui permettrait de se réconcilier avec son sol et son climat, en effet cette rupture a créé ce qu'on appelle la crise urbaine et environnementale.

Les chercheurs ont proposé plusieurs nouvelles typologies de quartiers, certaines plus que d'autres interagissent plus au moins avec leurs sol, ville et climat, de nouvelles techniques ont vu le jour, et avec elles de nouveaux objectifs qui visent tous à une meilleure intégration du quartier dans son contexte, de nouveaux matériaux sont utilisés, cette fois-ci pas dans le but de rendre le bâtiment plus stable, mais pour le rendre plus efficace énergétiquement, avoir un meilleur *confort thermique* sur plusieurs échelles, et contrer le phénomène climatique qui représente la plus grande manifestation de la ville sur son climat, qui n'est d'autre que l'*îlot de chaleur urbain*

- **De quelle façon peut-on concevoir un quartier qui s'inscrit dans la logique de la ville, et qui s'intègre à sa structure ?**
- **Quel est l'impact de la morphologie urbaine et des matériaux sur le phénomène d'îlot de chaleur urbain ?**
- **Comment l'utilisation des matériaux assurera de meilleures conditions thermiques à l'échelle du bâtiment ?**

## Hypothèses :

- 1- La continuité des voies est l'outil qui permet l'insertion du nouveau quartier dans la ville
- 2- L'îlot comme unité d'intervention est un outil de définition du lieu théorique du projet
  - 2.1- La morphologie de L'îlot ouvert permet de réduire l'ICU.
  - 2.2- les matériaux d'aménagement urbain réduisent le phénomène ICU et améliorent les conditions de confort thermique à l'échelle du quartier et de l'îlot.
- 3- le bon choix des matériaux de construction améliore Le confort thermique intérieur et réduit la consommation énergétique.

## Les objectifs :

Notre étude va se pencher sur les différentes manières de traiter le problème de confort thermique sur deux échelles importantes et d'étudier l'impact de la morphologie urbaine et les matériaux sur le phénomène d'îlot de chaleur urbain et le microclimat :

- Concevoir un quartier durable qui s'intègre dans la structure de la ville.
- Déterminer l'effet de la morphologie urbaine sur l'îlot de chaleur urbain.
- Avoir un meilleur confort thermique à l'échelle de l'îlot mais aussi à l'échelle du bâtiment.
- Concevoir un projet d'architecture respectant les principes bioclimatiques passifs.
- Mettre un accent particulier sur l'utilisation des matériaux et leur impact sur le microclimat pour avoir un meilleur confort thermique à l'échelle du quartier et du bâtiment.

## Méthodologie.

Afin de répondre aux objectifs visés, notre démarche est relié à confirmer et infirmer nos hypothèses à travers une structuration qui s'articule autour de trois parties :

### **Chapitre Etat de l'art:**

Ce chapitre se devise en trois parties :

La première partie consiste a trouvé la meilleure morphologie urbaine qui permet de réduire l'îlot de chaleur urbain en s'appuyant sur l'approche urbaine comme forme de tissu et l'approche urbaine comme forme bioclimatique en se basent sur les indicateurs morphologiques, des analyses et des comparaison des 3 âges le 19<sup>ème</sup> siècle, le 20<sup>ème</sup> siècle et 21<sup>ème</sup> siècle et sortir avec une solution morphologique et urbaine.

La deuxième partie consiste à comprendre la démarche bioclimatique, afin de l'appliquer dans notre conception.

La troisième partie consiste à définir influence et l'effet des matériaux dans la création d'un micro climat urbain et comment le matériau peut être utilisé pour atténuer l'effet d'îlot de chaleur urbain.

### **Chapitre Elaboration de projet :**

Ce chapitre consiste à se servir des outils méthodologiques et théoriques des chapitres précédents à des fins « pratiques », et cette partie est divisée en deux parties :

La première partie : c'est l'analyse de l'air d'étude et la lecture urbaine de la ville afin de comprendre le fonctionnement de la ville et tiré les potentialités es et les problèmes pour pouvoir intervenir.

La deuxième partie se base sur la synthèse de la première partie, afin de définir un plan d'intervention qui tient en compte les différent échelles, cette partie sera devisée sur trois échelles : quartier, îlot et bâtiment

### **Chapitre évaluation et simulation :**

Ce chapitre se divise en deux parties :

La première partie : l'évaluation morphologique permet de jauger la qualité formelle du projet a l'aide des indicateur morpho-climatiques.

La deuxième partie : l'évaluation énergétique nous permettra de quantifier l'impact de l'isolation a travers le logiciel revit.

## Chapitre I état de l'art

---

En raison de l'urgence écologique, et de l'ampleur de l'impact du bâtiment sur l'environnement, la nécessité d'agir aujourd'hui sur différentes échelles est plus que jamais d'actualité. Parmi les aspects les plus touchés par la dégradation de l'environnement en milieu urbain c'est le confort thermique, en effet, ce dernier représente un élément très important à prendre en considération lors de la conception architecturale.

Notre étude a pour but de traiter les différents moyens d'agir sur le confort thermique, d'abord dans le milieu urbain, ce qui se résume à trouver des solutions pour réduire l'ICU, ensuite à l'échelle du bâtiment, en analysant les différents concepts de l'architecture bioclimatique allant dans ce sens, et en mettant un accent particulier sur l'impact de l'utilisation des matériaux à différentes échelles pour permettre de créer un microclimat favorable, une analyse d'exemples nous permettra de matérialiser et de visualiser, de façon pragmatique, les différents concepts appliqués sur des éco quartiers existants.

# 1. La morphologie urbaine :

Le milieu urbain est un système complexe, qui définit les spécificités de chaque époque, sa forme est le résultat de la culture de la technologie présente. Dernièrement, l'influence de la morphologie sur le microclimat est au centre de l'attention de beaucoup de chercheurs, qui misent sur la morphologie urbaine comme atout principal pour arriver à un meilleur confort thermique à l'échelle du quartier, pour lutter contre le phénomène atmosphérique de l'ICU, mais aussi pour réduire la consommation d'énergie et avoir un meilleur fonctionnement de la ville.

Dans ce chapitre nous allons aborder le sujet de la morphologie urbaine et les différents indicateurs permettons de juger la qualité d'une forme urbaine mais aussi leur influence sur le l'effet d'ICU et le confort thermique.

## 1.1. Définition de la morphologie urbaine :

(lévy, 2005) A défini la morphologie urbaine comme étant l'objet principale qui permet de lire et d'étudier la ville en analysant la forme urbaine, il a indiqué qu'il existait cinq aspects de la morphologie urbaine, (Athamena, 2012) les a résumé comme suit :

- L'approche sociale qui vise à étudier la morphologie urbaine de par son occupation.
- L'approche paysagère, qui vise à améliorer l'aspect visuel du paysage urbain
- L'approche de la forme du tracé, comme son nom l'indique elle permet d'étudier le tracé des villes.
- L'approche de la forme des **tissus urbains**, qui gère l'espace et son fonctionnement comme par exemple l'étude du bâti et du non bâti
- L'approche **Bioclimatique**, qui étudie les performances thermiques des différentes morphologies, les indicateurs et les formes qui peuvent améliorer le confort thermique et de réduire l'îlot de chaleur urbain, et par la suite permettre un meilleur rendement énergétique.

Dans cette étude on va s'intéresser à la morphologie urbaine dans son approche de la forme des tissus urbains ainsi que bioclimatique, c'est-à-dire sa relation avec son environnement urbain et son climat, pour à la fois remédier à la **crise urbaine** et à la **crise environnementale**, nous étaler sur la morphologie urbaine dans son approche de la forme des tissus, pour comprendre mieux la ville son fonctionnement, et définir les outils d'intervention à l'échelle urbaine.

## 1.2. Morphologie urbaine par l'approche de la forme des tissus urbains :

La morphologie urbaine est le résultat d'une structuration et une évolution de la ville, en effet la ville n'a pas évolué de la même façon partout et à travers les siècles. Les changements qu'à effectuer l'homme dans la façon d'agrandir ses agglomérations sont

motivés par l'envie de transformer la ville en un espace plus confortable et qui fonctionne mieux.

C'est ainsi que nous pouvons voir à travers les différents siècles différentes typologies d'urbanisme. L'îlot urbain est un élément indissociable de la ville (Athamena, 2012), car à partir de la morphologie de ce dernier, on peut en déduire la typologie d'urbanisme, et son appartenance.

Pour bien comprendre les différents aspects de l'évolution de l'urbanisme, on va étudier des exemples de chaque typologie.

### 1.2.1. Distribution des tailles des éléments urbains :

La ville est divisée en plusieurs éléments urbains qui forment une structure hiérarchique en allant du secteur jusqu'à la parcelle

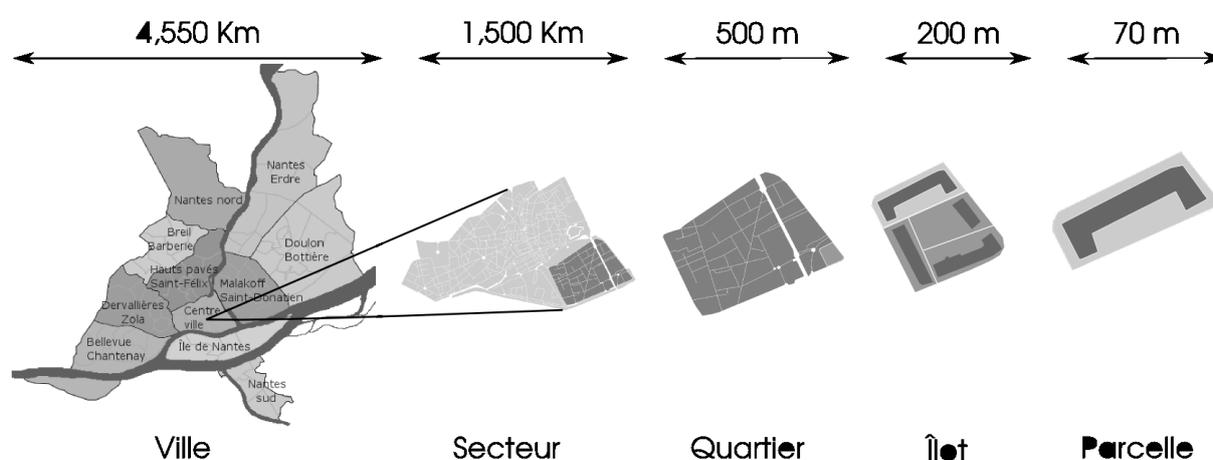


Figure 1 Unités spatiales et longueurs caractéristiques associées, source (Classification automatique des tissus urbains Par la méthode des nuées dynamiques)

### 1.2.2. L'évolution de la ville et de l'îlot à travers l'histoire :

La crise urbaine au XX<sup>ème</sup> siècle, a ses raisons et ses répercussions, l'une des raisons les plus évidentes c'est la charte d'Athènes et la perte de l'utilisation de la voie comme élément structurant.

Nous allons étudier le développement de la forme urbaine à travers trois typologies qui représentent les trois formes urbaines qui ont marqué l'histoire de la ville d'aujourd'hui.

1.2.2.1. XIX<sup>ème</sup> siècle : la ville à cette époque se caractérisait par un quadrillage urbain régulier qui dictait sa morphologie aux bâtiments, l'alignement était l'un des fondements qui ont sculptés le paysage urbain à cette époque, c'est ainsi qu'on a vu naître des tissus urbains hippodamiens comme celui de la ville de New York.

Hausmann, a été l'un des artisans les plus reconnus de cette typologie, les grandes transformations qu'il a effectuées à la ville de Paris sont le parfait

exemple des transformations des villes qui se sont faites, il a donné plus d'importance à la voie pour une meilleure circulation en ville et cela en élargissant les voies et en perçant de nouvelles avenue.

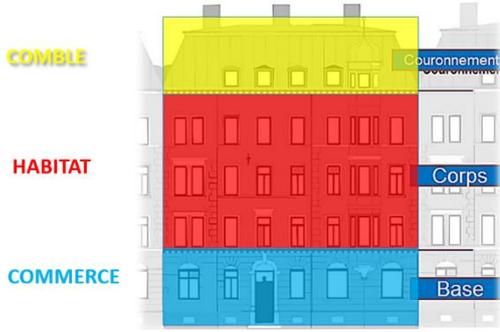
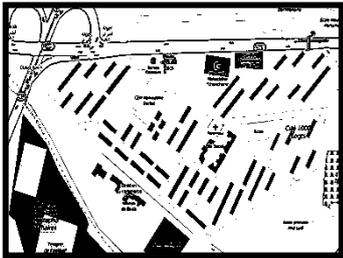
	Ville	Quartier	Bâtiment
Forme	<p>-ville en quadrillage régulier</p>  <p><b>Figure 2 Plan de la ville de New York</b></p>	<p>-alignement du bâti à la voie</p> <p>-Ilot fermé (haussmannien)</p>	<p>-façade composée</p>  <p><b>Figure 3 un bâtiment à Amsterdam</b></p>
Fonction	<p>-la fonction suit l'importance de la voie</p>	<p>-la fonction suit l'importance de la voie</p>	 <p><b>Figure 4 Organisation des fonctions dans le bâtiment du 19ème siècle</b></p>
structure	<p>-continuité des voies entre existant et projeté</p>	<p>La forme des ilots et des parcelles sont le résultat de la structuration des voies</p>	

Tableau 1 caractérisant de l'urbanisme du XIXème siècle a différentes échelles

1.2.2.2. XXème siècle : après la deuxième guerre mondiale et le besoin urgent de reconstruire les villes européennes, et le souci d'insalubrité dans ces dernières un nouveau style architectural et urbain est apparu, le style moderne.

Ce style s'est illustré surtout par la disparition de l'ilot et l'obtention par les architectes de plus de liberté quant à la conception formelle des bâtiments qui sont indépendants de la voie.

Tableau 2 caractérisant l'urbanisme du XXème siècle à différentes échelles

	Ville	Quartier	Bâtiment
Forme	<p>-pas d'alignement des façades urbaines</p>  <p><b>Figure 5 Plan de masse des 1000 logements Oulad Yaiche Blida</b></p>	<p>-disparition de l'ilot et l'industrialisation du bâtiment : la production en série de la barre et de la tour</p>	<p>-la standardisation de la forme et le passage à la géométrie parfaite</p>
Fonction	<p>-séparation des lieux de travaux et d'habitats</p>	<p>-les jardins passent du statut privé au statut public</p>	<p>-le bâti est réservé à une seule fonction</p>
structure	<p>-le bâti est réservé à une seule fonction -disparition de la hiérarchisation des voies et sa relation avec le bâti -la perte de l'ilot et de la parcelle</p>	<p>-le bâti ne suit pas la topographie du site -rupture entre le bâtiment et son terrain</p>	<p>-l'apparition du béton et la structure en poteau-poutre -l'apparition des tours avec de grands gabarits</p>

1.2.2.3. XXI siècle : après la crise urbaine et environnemental, la nécessité d’agir sur le plan urbain est devenu primordiale, la question du développement durable fais son entré en architecture de par la charte d’Aalborg, qui prévoir un meilleur confort dans les villes tout en respectant l’environnement et en réduisant le l’impact négatif du bâtiment sur ce dernier.

Ce dernier style est caractérisé par le retour à la valorisation de la voie au sein des villes, c’est-à-dire un retour aux principes urbains du 19<sup>ème</sup> siècle, sans pour autant abandonner le confort octroyé par le développement de la technologie et le style de XX<sup>ème</sup> siècle.

**Tableau 3**caractérisant l’urbanisme du XXI<sup>ème</sup> siècle aux différentes échelles

	Ville	Quartier	Bâtiment
Forme	Ville en quadrillage régulier	Apparition du concept d’ilot ouvert et ilot semi ouvert	-Retour à la forme compact moins imposante et le bâti suit le sens de la voie
Fonction	La fonction suit le statut des voies	Mixité fonctionnelle dans le quartier	Le bâti peut avoir plusieurs fonctions dispersées verticalement
structure	Retour à la continuité des voies pour une meilleure structuration du sol	La structuration des voies permet la création des formes des ilots	structures plus légères et formes moins imposantes

**Conclusion :**

La morphologie urbaine dans son approche de tissu urbain (ou de maillage)a évolué durant l’histoire de l’architecture pour avoir un meilleur fonctionnement de la ville, L’architecture du XXI<sup>ème</sup> siècle est une synthèse des avantages que présente la morphologie urbaine du XIX<sup>ème</sup> et du XX<sup>ème</sup> siècle.

### 1.3. Morphologie urbaine dans son approche bioclimatique :

La climatologie urbaine, une problématique ancienne qui date selon (Yoshino, 1990) d'avant Jésus Christ, en effet il cite dans son article que Vitruve (75-26 avant Jésus Christ), s'est intéressé à la climatologie urbaine, aujourd'hui la question a évolué, néanmoins la régulation thermique à l'échelle urbaine reste aujourd'hui un des enjeux majeurs des concepteurs, en effet architectes et urbanistes ont souvent collaborés, et mettent toujours leurs efforts à contribution pour un meilleur confort thermique.

Le problème le plus cité est le phénomène d'îlot de chaleur urbain qui, de par son influence, réduit le confort dans les villes.

Dans ce chapitre on va commencer par l'étude de l'ICU, de ses causes de son impact et de la façon dont peut y remédier en utilisant la morphologie urbaine.

#### 1.3.1. Îlot de chaleur urbain :

##### 1.3.1.1. Introduction :

Le phénomène de l'ICU est selon (foissard, 2016) la manifestation la plus évidente de l'effet de la ville sur son climat, bien qu'il existait avant, il a été cité la première fois par Howard en 1818 à Londres. Selon (foissard, 2016) c'est à partir de 1860 jusqu'à la fin de la guerre mondiale qu'on reliera plusieurs écrits et observations concernant l'ICU.

Les travaux de Oke T.R ont permis par la suite (à partir de 1970) de comprendre et de cerner les facteurs et causes qui influencent sur l'effet de l'ICU, les études sur ce phénomène sont liées à l'avancée technologique et à l'évolution des capteurs de température.

##### 1.3.1.2. Définition de l'îlot de chaleur urbain :

Les chercheurs se sont accordés à définir l'îlot de chaleur urbain comme la différence de température entre les zones urbanisées et leurs périphéries. (voogt, 2002)

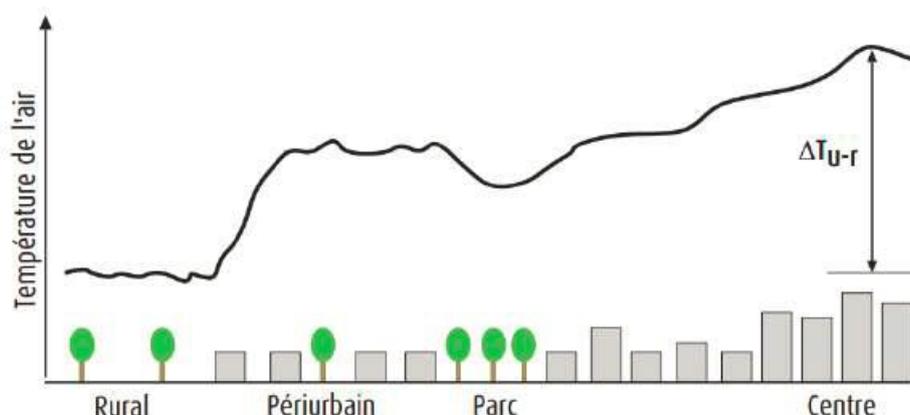


Figure 7 Variation spatiale de la température de l'air le long d'une coupe transversale source (Pigeon, 2008)

1.3.1.3. Types d'îlots de chaleur : (Le Bras, 2015) a cité dans son ouvrage trois types d'îlots de chaleur urbain :

- ICU souterrain : le sous-sol des villes sont plus chauds que ceux de la périphérie
- ICU surfacique : il consiste en la différence des températures entre le sol des revêtements des villes et les sols naturels des campagnes
- ICU urbain atmosphérique : qui se résume en la différence de température entre l'air des villes et celui des périphéries, étant dans la problématique du confort thermique, on va s'intéresser à ce type d'îlot de chaleur vu son influence sur la température ressentie par les usagers de la ville.

1.3.1.4. Les causes du phénomène d'îlot de chaleur urbain :

Selon (Le Bras, 2015) le phénomène d'ICU est causé principalement par la présence de sol imperméable et le manque de végétation dans les villes, mais (GIVONI, 1998) est allé plus loin en expliquant que le phénomène est soumis à des facteurs contrôlables et incontrôlables tel que la vitesse du vent ou le type de ciel.

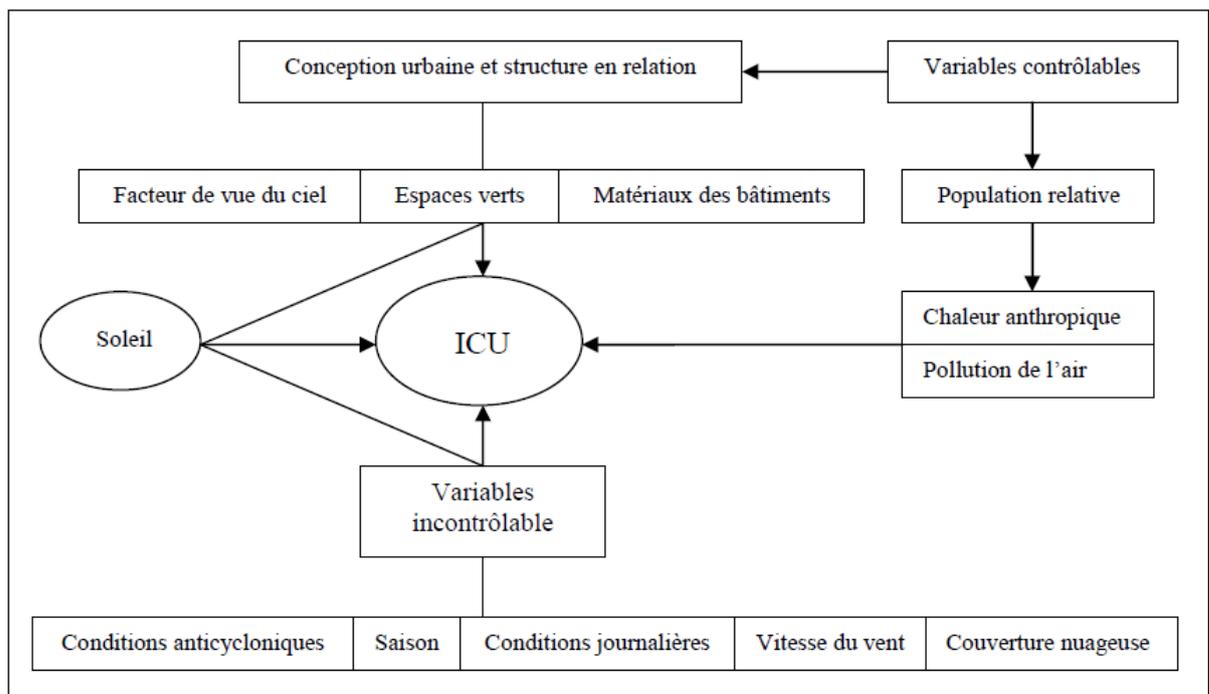


Figure 8 : Formation de l'îlot de chaleur urbain (Rizwan, 2008)

Selon (Colombert, 2008), les causes des ICU (contrôlables) peuvent être divisées en 3 causes essentielles :

- **La couche superficielle du sol** : tout ce qui est en rapport avec la végétalisation du sol et des surfaces d'eau.
- **Activité anthropiques** : les activités humaine ont un grand impact sur l'ICU, la chaleur émise par les réseaux de transports et les équipements de bâtiments et industries peuvent accentuer l'effet d'ICU, en augmentant la température d'un côté et en émettant des gaz à effets de serres qui serre de bouclier à la chaleur stockée.

Ville	Taux d'émission anthropique (W/m <sup>2</sup> )	Flux radiatif net global (W/m <sup>2</sup> )
Chicago	53	n.d
Cincinnati	26	n.d
Los Angeles	21	108
Fairbanks	19	18
St. Louis	16	n.d
Manhattan, New York City	117-159	93
Montréal	99	52
Moscou	127	n.d
Budapest	43	46
Osaka	26	n.d

Tableau 4 Taux d'émission d'énergie anthropique source (Giguère, 2009)

**Morphologie du cadre bâti :** (Colombert, 2008) a cité dans cette partie deux facteurs qui selon lui constituent des éléments très importants, le premier est la morphologie urbaine, en effet selon (Athamena, 2012) la morphologie urbaine le microclimat et le phénomène d'ICU sont liés, et que l'approche bioclimatique conduit à un important débat sur la forme urbaine, le deuxième point c'est les matériaux de surface et leur caractéristiques physiques, l'albédo et leur inertie.

**Dans notre étude nous allons nous focaliser sur la morphologie du cadre bâti,** en raison de sa forte influence sur l'ICU mais aussi de par sa forte relation avec l'architecture et la démarche bioclimatique.

1.3.1.5. Impact des Ilots de chaleurs urbains : selon (Giguère, 2009) L'impact des ICU peut être ressenti sur trois échelles :

- Impact sur l'environnement : l'ICU influe sur l'environnement de par plusieurs effets, en premier lieu la qualité de l'air qui sera détériorée par les smogs mais aussi par les multiplications des acariens sur effet de la chaleur, ensuite il y'a l'augmentation de la consommation d'énergie pour la climatisation qui par la suite influe elle-même sur l'ICU par les gaz à effet de serre et la chaleur dégagée (voogt, 2002), enfin la hausse en demande en eau potable pour le rafraichissement.
- Impact sur la santé : « *La chaleur accablante engendrée par les îlots de chaleur urbains peut provoquer des inconforts, des faiblesses, des troubles de la conscience, des crampes, des syncopes, des coups de chaleur, voire exacerber les maladies chroniques préexistantes comme le diabète, l'insuffisance respiratoire, les maladies cardiovasculaires, cérébrovasculaires, neurologiques et rénales, au point de causer la mort* » (Giguère, 2009)

- Impact sur le confort thermique : en été, en ayant un besoin de rafraîchissement, l'ICU vient consolider la chaleur déjà existante et influence sur le confort thermique à l'échelle du quartier comme à celle du bâtiment.

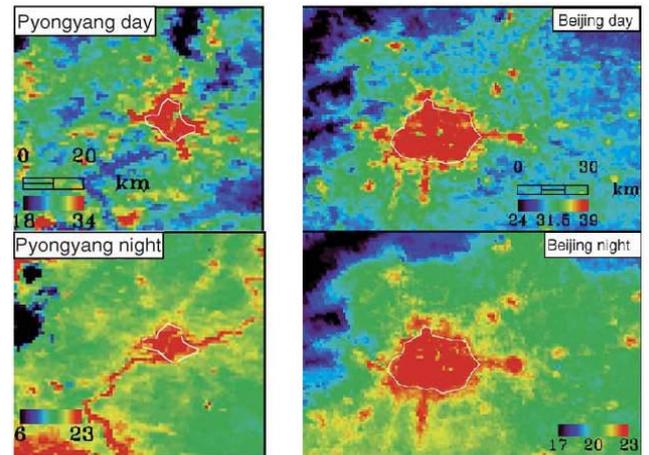


Figure 6 Îlot de chaleur de surface à Pyongyang et Beijing.  
Source (Le Bras, 2015)

### Conclusion :

L'îlot de chaleur urbain est un phénomène atmosphérique observé dans les villes, il représente une entrave pour l'atteinte du confort thermique, et une barrière à la démarche bioclimatique.

### 1.3.2. Indicateurs morphologiques :

Dans son étude (Athamena, 2012) a devisé les différents indicateurs en trois groupes essentiels :

- 1.3.2.1. **Indicateurs géométriques** : dans cette catégorie on trouve un seul facteur qui est le facteur de vue du ciel, selon (Athamena, 2012) le facteur de vue du ciel est un paramètre qui varie entre 1 et 0, il indique « la mesure de l'angle solide sous lequel le ciel est vu depuis un point de l'espace urbain » le niveau 0 signifie que le ciel est complètement obstrué le niveau 1 signifie que le ciel est complètement visible.



Figure 7 Exemples de facteurs de vue de ciel source (Krüger, 2011)

Selon (Le Bras, 2015) L'énergie stockée par les villes est difficilement évacuée quand le facteur de vue de ciel est plus bas, ce qui influence sur le confort thermique à l'échelle urbaine, et il suggère d'ouvrir les espaces urbains pour une meilleure évacuation de la chaleur, selon (Colombert, 2008) le facteur de vue de ciel a un grand impact sur l'effet d'îlot de chaleur urbain, en effet en ayant un plus grand FVC cela permettra de réduire les effets des ICU

### 1.3.2.2. Indicateurs morphologiques :

**La compacité** : c'est un paramètre qui permet de connaître la valeur de la surface de l'enveloppe extérieure du bâtiment, c'est-à-dire celle qui est en contact avec l'environnement immédiat du bâti.

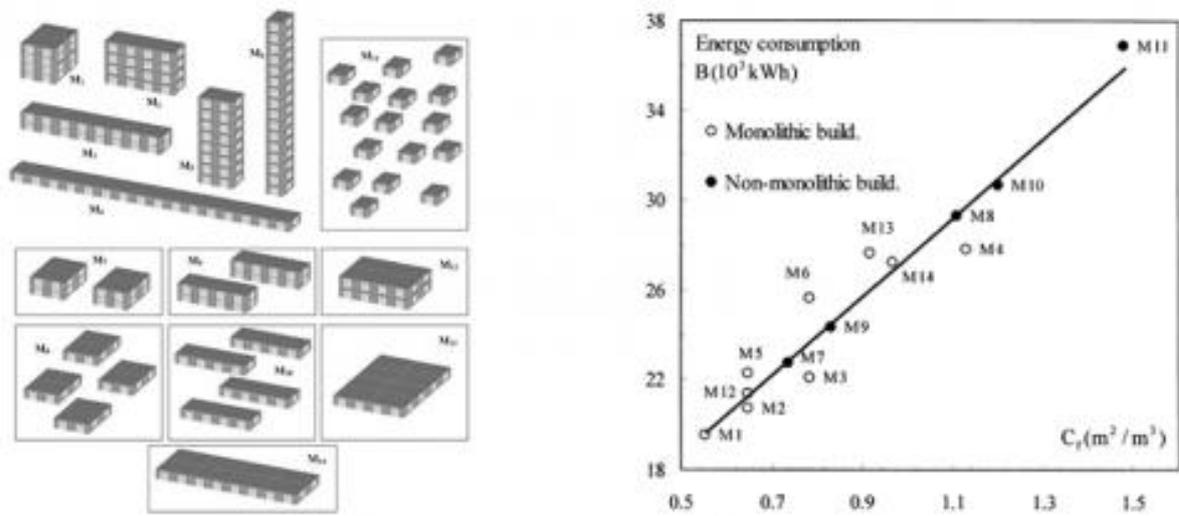


Figure 8 Relation entre compacité et consommation de chauffage : analyse comparée de quatorze morphologies de bâtiments (Depecker, 2001)

### La densité d'occupation du bâti et la densité volumique

La densité d'occupation ou plus communément appelée CES permet d'avoir le

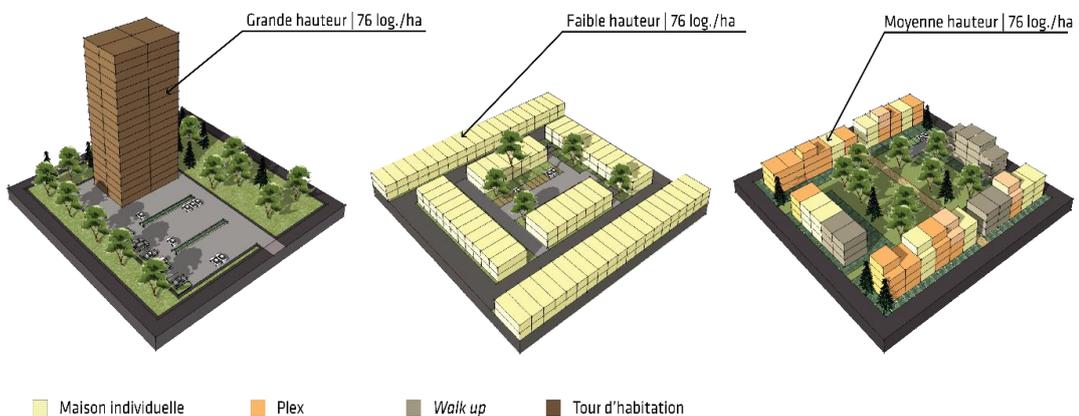


Figure 9 Différentes formes pour la même densité – Source : Vivre en Ville, inspiré de UrbanTask Force, 1999

rapport entre la surface bâti et la surface de la parcelle, la densité volumique c'est le rapport entre le volume du bâti et la surface de la parcelle.

**Minéralisation** : ce facteur fait référence aux différents espaces réservés aux surfaces minéralisées et végétalisées, il représente le rapport des surfaces non minéralisées à la surface totale de la parcelle, selon (Rizwan, 2008) les espaces végétalisés ont un impact positif sur la réduction des effets d'îlot de chaleur urbain, car ceux-ci permettent d'humidifier l'air et par la suite de rafraichir l'air ambiant.

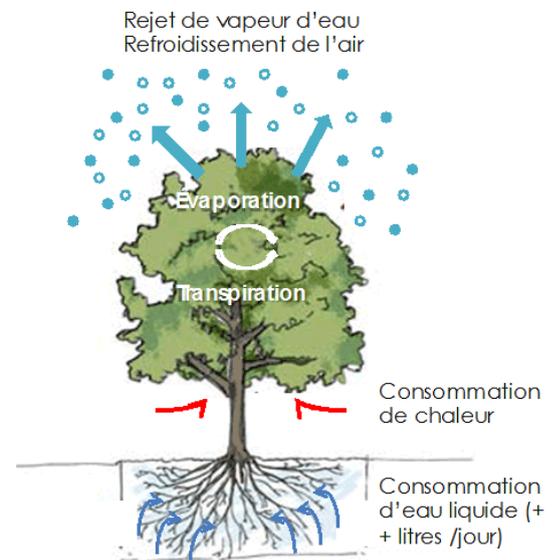
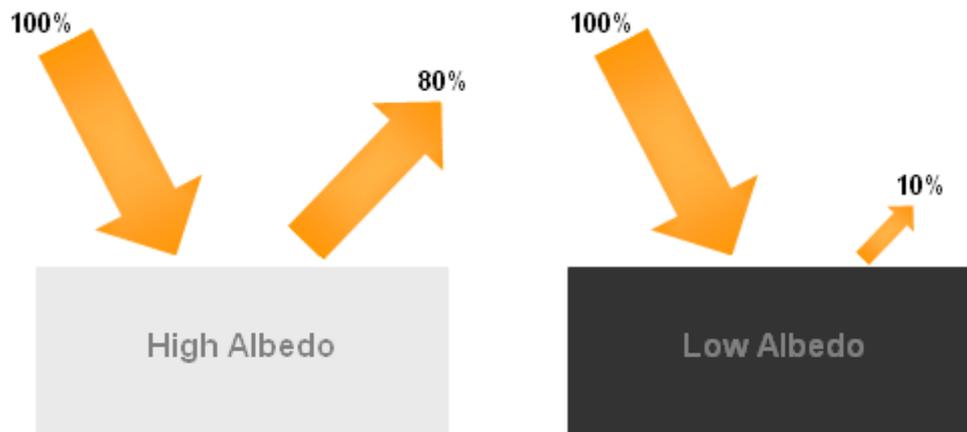


Figure 10 Schéma illustrant l'effet de la végétation sur le confort thermique (adaptation au changement climatique, 2017)

**La porosité** : c'est le rapport des volumes utiles ouverts à l'ensemble des volumes du tissu urbain considéré. Un tissu urbain poreux selon (Athamena, 2012) permet de mieux évacuer la chaleur et de permettre au vent d'accéder au cœur des îlots pour mieux adoucir le climat en période de chauffe.

#### 1.3.2.3. Indicateurs physiques

**L'albédo moyen** : c'est un élément qui représente la relation entre la quantité de lumière absorbée à celle réfléchie d'un ensemble de matériaux, ce facteur est un élément très important et influant sur l'effet d'îlot de chaleur urbain, en effet plus cet indicateur est grand plus l'effet d'ICU est amplifié.



e  
 s matériaux de l'aménagement urbain ont un grand impact sur l'effet d'ICU, (Athamena , 2012) a précisé que les matériaux utilisés en ville ont généralement, un faible albédo, ce qui favorise l'absorption de l'énergie émise par le soleil, mais aussi sa transformation en chaleur, ce qui amplifie l'effet d'îlot de chaleur urbain. Nous reviendrons dans le 4<sup>ème</sup> chapitre (qui est dédié à l'utilisation des matériaux) à l'albédo.

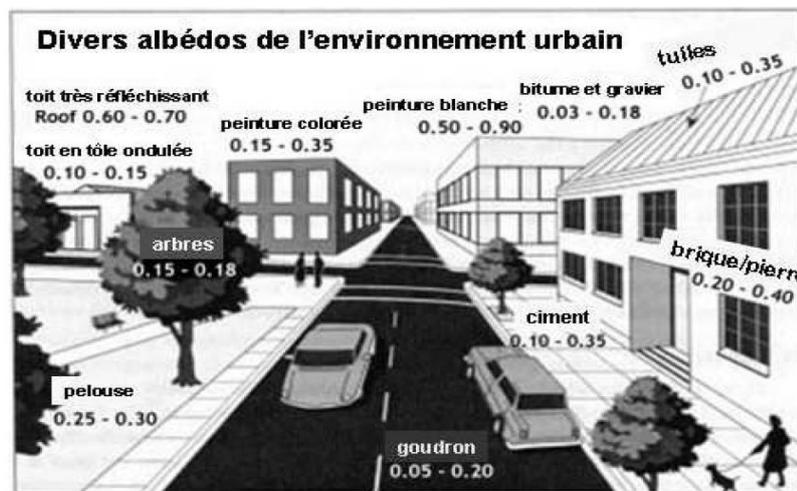


Figure 12 L'albédo de l'environnement urbain [Bozonnet 06].

**La durée d'ensoleillement** : ce facteur a une relation avec l'altitude et la date, il s'exprime en minutes ou en heures, il fait référence à la durée totale de l'ensoleillement par jours, le calcul de ce point selon (Tsoka, 2011) nous permettra de situer les façades les plus exposées au soleil pour pouvoir mieux traiter la conception architecturale formelle à des fins de confort thermique.

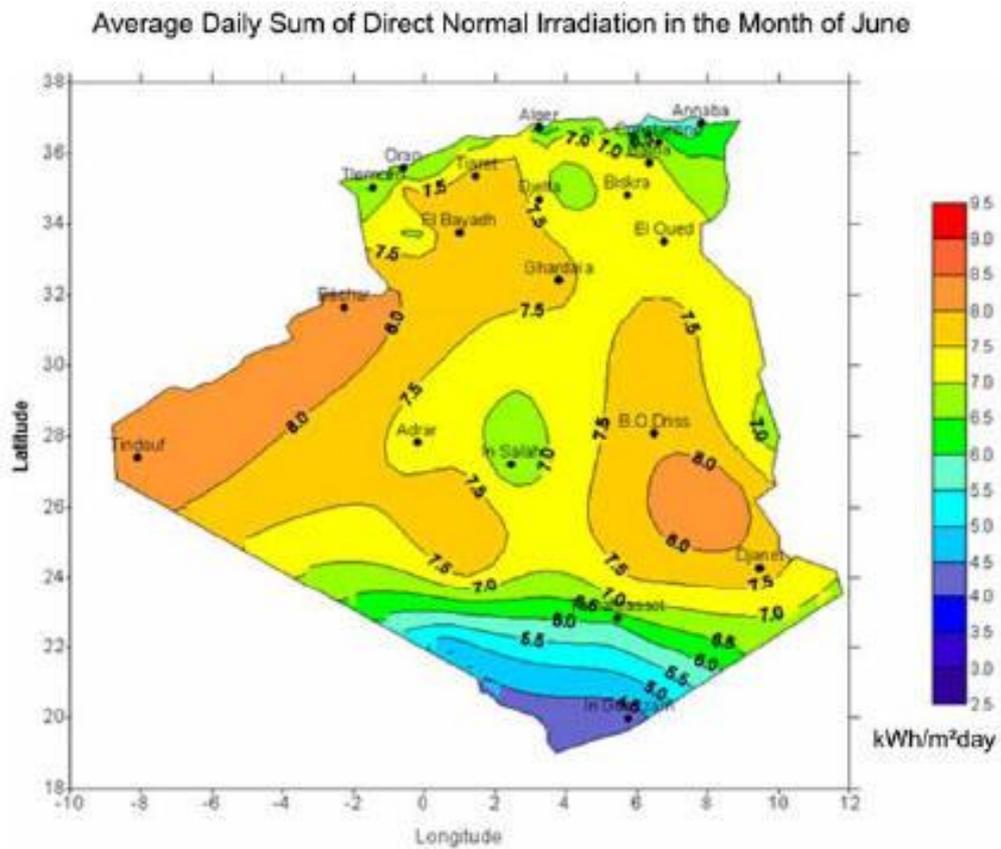


Figure 13 Quantité moyenne de radiation solaire par jour en mois de juin en Algérie source (l'économie, 2017)

### 1.3.3. Application au cas des éco quartiers :

#### 1.3.3.1. Définition

Selon (ville durable , 2017) un éco quartier est un projet d'aménagement urbain qui respecte les principes du développement durable tout en s'adaptant aux caractéristiques de son territoire, il doit réduire au maximum son impact sur son environnement et favoriser le développement économique, la mixité et l'intégration sociale.



Figure 14 Eco-quartier Vetrotex source (éco quartier vertotrx ville chambry , 2017)

#### 1.3.3.2. Histoire et types des quartiers durables

##### A- Les proto-quartiers :

Apparus dans les années 60 à l'initiative de militants écologistes, ils diffèrent des projets actuels par leurs petites tailles, souvent à caractère résidentiel et par leur dissémination loin des villes. Ces opérations ont été observées principalement dans les pays germaniques. *« Les premiers quartiers écologiques ou éco-villages ont ouvert la voie à l'expérimentation dès les années 1960. Ils diffèrent des projets actuels par leur taille, en général assez réduite, par leur caractère souvent résidentiel, et une localisation plutôt éloignée des centres métropolitains »* selon CyriaEmelianoff <http://www.nantesmetropole.fr/>

##### B- Les quartiers types

Ce sont des opérations développées depuis la fin des années 1990 jusqu'à aujourd'hui. Ces quartiers ne dérogent pas au cadre réglementaire de l'urbanisme classique et moderne. Ils sont très nombreux, principalement localisés dans les pays du nord de l'Europe, mais ils apparaissent aussi désormais dans les pays du sud.

##### C- Des techno-quartiers

Plus chers à mettre en œuvre et plutôt réservés à des populations aisées; mais extrêmement performants sur le plan environnementales et qui servent de vitrines.

### 1.3.3.3. Principes de l'éco quartier :

**Tableau 4 principes du quartier durable source (Guide de référence. Des façons de faire innovantes et durables pour aménager l'espace métropolitain, 2017)Et (Martin, 2011)**

Composantes	Principes
Localisation et mobilité durable	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Consolider les zones urbaines existantes et orienter l'expansion urbaine dans les secteurs pouvant accueillir le développement de façon économique et dans le respect de l'environnement</li> <li>-Organiser le quartier en fonction de son accessibilité au transport en commun et de l'intégration des sentiers piétonniers et cyclables</li> </ul>
Qualité de vie	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Créer des lieux de sociabilité accessibles à tous, favorisant les échanges intergénérationnels</li> <li>-Déterminer une densité ambitieuse et cohérente avec le milieu existant</li> <li>-Réduire les pollutions et les nuisances (sonores, olfactives, lumineuses, etc.)</li> <li>-Travail sur la lisibilité et la qualité des séparations entre espaces publics, collectifs et privés</li> </ul>
Mixité et diversité des fonctions urbaines et de l'habitat	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contribuer à faciliter la diversité sociale et générationnelle des habitants du quartier par la variété des typologies d'habitat et de services</li> <li>-Diversifier les formes, les ambiances architecturales</li> <li>-Interaction des différentes fonctions et usages afin de créer des quartiers complets et autonomes</li> <li>-Actions en faveur de l'implantation d'équipements, de services publics et d'activités culturelles et de loisirs au sein ou à proximité du quartier</li> </ul>
Espaces verts, milieux naturels et biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Préserver et mettre en valeur le patrimoine naturel</li> <li>-Développer les espaces de nature sur le site du projet, en quantité et en qualité, en instaurant une trame verte et bleue</li> <li>-Instaurer si possible des jardins collectifs et des espaces consacrés aux activités agricoles de qualité</li> </ul>
Gestion intégrée et optimale des eaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Gérer localement les eaux pluviales et les eaux de ruissellement</li> <li>-Choisir une végétation cohérente avec les ressources en eau et les besoins de drainage du site</li> <li>-Conserver et améliorer la qualité des eaux de surface (cours d'eaux, bassins)</li> </ul>
Gestion intégrée des déchets	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Réduire les déchets à la source</li> <li>-Limiter, trier et recycler les déchets de chantier et valoriser leur réutilisation</li> <li>-Adapter les logements au tri des déchets</li> </ul>
Stationnement	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Réduire les possibilités de stationnement automobile en surface et sur l'espace public</li> </ul>

#### 1.3.3.4. Comparaison entre les Eco-quartiers :

Le choix des éco-quartiers s'est fait, de façon à avoir plusieurs typologies de morphologie, pour pouvoir dans un premier temps comparer les performances de chaque morphologie contre les ilots de chaleur urbain, et puis faire un choix sur la meilleure morphologie.

Selon (Athamena , 2012) nous avons à faire dans le cas des Eco quartiers à différentes morphologies urbaines ou plutôt différents types d'ilots :

- **L'îlot ouvert** : défini par un aménagement pour lequel les bâtiments s'organisent autour d'une place publique, ouvrant ainsi la rue sur les intérieurs d'ilots munis de jardins verts et de terrains de jeux. La hauteur des immeubles est limitée sans être identique d'un bâtiment à l'autre



**L'îlot semi ouvert** : il se présente généralement sous une forme en U, sa morphologie est dense et peu accidentée et les volumes urbains sont découpés mais néanmoins compacts. En effet, les façades d'immeubles sont plus grandes que celles de l'îlot ouvert et les percées sont moins nombreuses



Figure 16 Ilot A3 de Lyon confluence source (le moniteur, 2017)

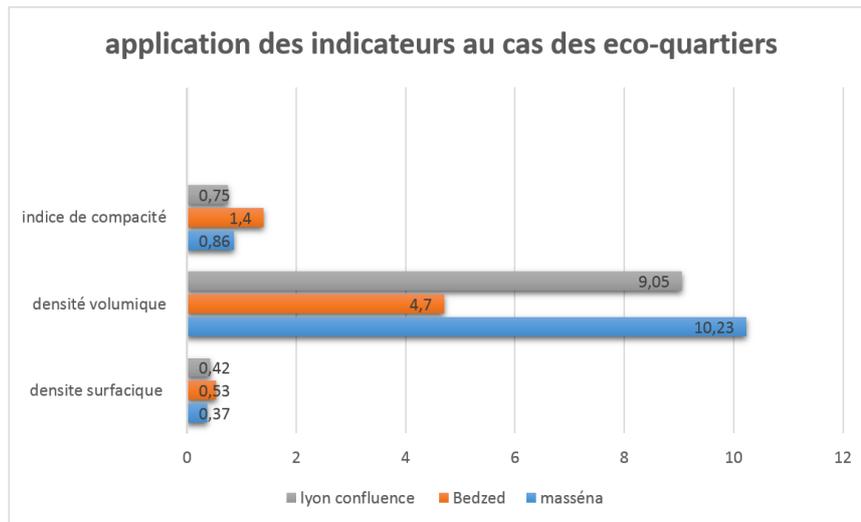
- **L'îlot intermédiaire horizontal** : ce dernier se développe à l'horizontale, généralement sous la forme d'un carré ou d'un rectangle compact. La compacité et la profondeur de ce tissu urbain correspondent à une succession de canyons avec des hauteurs plus au moins homogènes.



Figure 17 le quartier BEDZED source (dennis r.holloway architect, 2017)

Pour cette comparaison nous avons choisis l'éco quartier de Bedzed, l'éco quartier de Lyon Confluence, l'éco quartier de Masséna qui représentent respectivement l'îlot intermédiaire horizontale l'îlot semi ouvert et l'îlot ouvert

Les indicateurs choisis : pour analyser les différentes influences des éco-quartier sur l'îlot de chaleur urbaine, certains indicateurs ont été choisis principalement par rapport à leur importance quant à la réduction des ICU mais aussi de par leurs disponibilités.



**Figure 18** Graphe illustrant l'application des indicateurs de morphologie urbaine sur les Eco quartier source des statistiques : (Athamena , 2012)

**Conclusion :** les éco quartiers du 21<sup>ème</sup> siècle ont plusieurs typologies de morphologie, qui est choisis par le concepteur selon le contexte mais aussi selon l'objectif du projet, un îlot semi ouvert ou ouvert permet un meilleur fonctionnement de la ville mais aussi.

Ils permettent de réduire l'effet d'îlot de chaleur urbain, l'îlot intermédiaire horizontal présente un meilleur rendement énergétique mais il s'intègre très mal avec son environnement.

- Un Eco quartier se doit d'être en harmonie avec la structure viaire de la ville et son contexte topographique.
- Un Eco quartier se doit d'avoir une morphologie qui permet un confort thermique extérieur favorable et qui réduit l'effet d'îlot de chaleur urbain.
- Les indicateurs morphologiques sont un moyen de vérification qui nous permettra par la suite de juger la morphologie urbaine d'un quartier quant à la lutte contre l'îlot de chaleur urbain.
- La mixité sociale est un élément indissociable des principes de conception des éco-quartiers
- La mixité fonctionnelle permet de compacter la ville et de la rendre multifonctionnelle ce qui permet de réduire la circulation et donc de baisser la quantité de gaz à effet de serre ce qui permettra par la suite de réduire l'effet de l'îlot de chaleur urbain.
- La Gestion des eaux est un atout nécessaire quant à la lutte contre le phénomène de l'îlot de chaleur urbain, en effet réduire son écoulement contribue à améliorer les conditions thermiques à l'extérieur

## 2. L'architecture bioclimatique :

La morphologie urbaine est une des composante essentiel de la conception urbaine, son approche bioclimatique permet aux concepteurs d'améliorer les conditions de confort thermique à l'échelle du quartier. À l'échelle du bâtiment un autre concept fait surface, l'architecture bioclimatique est considérée comme la base théorique d'un bâtiment qui présente de bonnes conditions de confort thermique.

Dans ce chapitre nous allons détailler les différents principes de l'architecture bioclimatique, pour nous permettre de bien cerner les techniques d'amélioration du confort thermique, à l'échelle du bâtiment et de la cellule.

### 2.1. Définition :

L'architecture bioclimatique est l'art et le savoir-faire de bâtir en alliant respect de l'environnement et confort de l'habitant. Elle a pour objectif d'obtenir des conditions de vie agréables de la manière la plus naturelle possible (Liébard & De Herde, 2005)

### 2.2. La naissance de l'approche bioclimatique

L'architecture savante depuis l'époque de Vitruve ou l'architecture vernaculaire utilisait déjà les concepts ou les principes du bioclimatique selon leur besoin pour se protéger du climat mais aussi pour en tirer plus d'avantage de ce dernier, c'est ainsi qu'à travers le monde, chaque région ou chaque civilisation utilisait une partie de ces concepts pour améliorer le confort et les conditions de vie dans les constructions de l'époque. (Liébard & De Herde, 2005)]

Les utilisations de ces procédés dits bioclimatiques diffèrent d'une région à une autre dû à la différence des climats. C'est pour cela qu'il est difficile ou plutôt quasi impossible de dénombrer toutes les notions appliquées à l'époque de l'architecture vernaculaire.

A Ghardaïa l'habitat mozabite démontre l'antiquité de l'approche bioclimatique et l'ancienneté de la relation entre le bâti l'environnement et le climat.

Donc toute construction est en relation avec son environnement, ce rapport définit la qualité bioclimatique du projet.

En 1960 on peut voir naître le premier archétype de maison solaire capteur par David Wright



Figure 19 l'architecture mozabite source (djamel arabie, 2017)

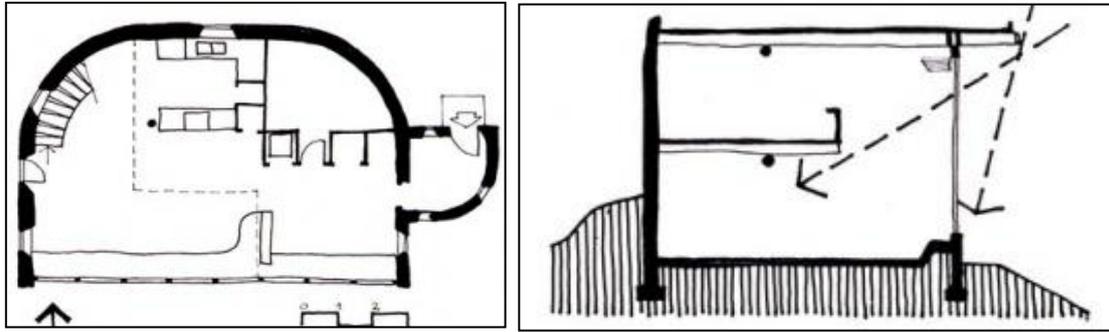


Figure 200 Archétype de maison solaire par Frank lord Wright  
source (eco construction et architecture bioclimatique, 2017)

Dans son œuvre *séminale design : WITH CLIMATE-A BIOCLIMATIC APPROACH TO ARCHITECTURAL REGIONALISM*(olgyay, 1963) tentait pour la première fois de rétablir le lien fondamental existant entre environnement bâti et environnement naturel, Les vraies inquiétudes concernant l'architecture et sa relation avec le climat sont nées après la crise pétrolière de 1973, qui a engendré une flambée des prix de gaz.

La consommation d'énergie est devenue un enjeu majeur pour l'architecture, ce qui a donné des recherches fructueuses dans le domaine d'économie d'énergie en architecture. Avec la stabilisation des prix du pétrole et du gaz dans les années 80 l'idée d'une architecture écologique/bioclimatique fut abandonnée et les recherches dans ce sens délaissés.

On doit attendre le sommet de la terre en 1992 à Rio De Janeiro au Brésil pour voir un plan mené par différents pays qui va dans le sens d'un processus menant vers la généralisation de la démarche environnementale dans tous les secteurs économique. Aujourd'hui l'architecture bioclimatique est plus que jamais d'actualité et elle profite d'avancés techniques et d'une place capitale dans les recherches dans le domaine d'architecture.

### 2.3. Démarche bioclimatique

L'architecture bioclimatique vise à obtenir le confort humain thermique et visuel tout en réduisant l'utilisation de l'énergie fossile en appliquant des solutions architecturales passives et actives et en ayant recours aux énergies renouvelables

Principes de base de l'architecture bioclimatique :

#### 2.3.1. L'orientation :

Une bonne orientation du bâti permettra de bénéficier au mieux des apports solaires et de stocker l'énergie, par exemple un axe sud-nord est préférable à un axe est-ouest.

Dans le cas d'une habitation il est préférable de mettre les pièces les plus sollicitées au sud et les espaces tampons au nord pour optimiser les apports solaires

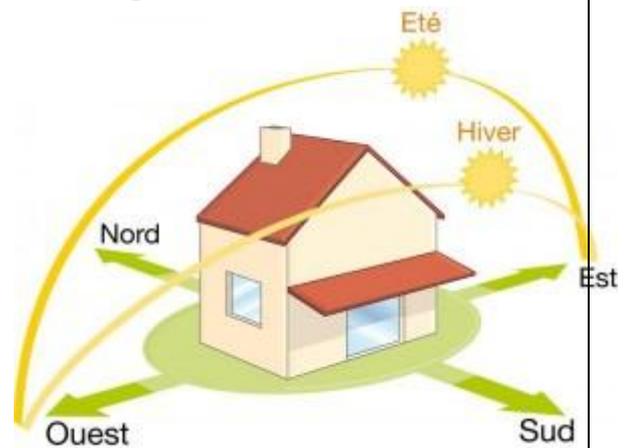


Figure 21 Illustration de l'orientation d'une maison par rapport au soleil  
[www.toutsurisolacion.com](http://www.toutsurisolacion.com)

#### 2.3.2. La compacité :

Plus le bâti est compact plus le contact avec l'extérieur est réduit plus les déperditions thermiques sont réduites, ce qui permettra un meilleur rendement énergétique du bâtiment.

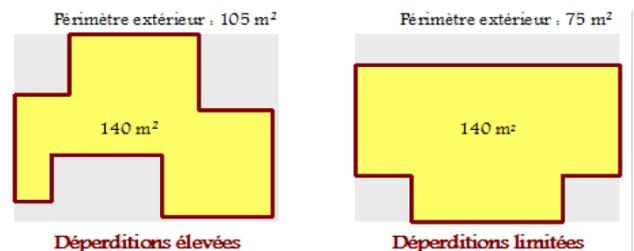


Figure 22 Illustration de la compacité dans le bâti source (grenoble archi, 2017)

#### 2.3.3. Disposition des espaces intérieurs

La disposition des espaces intérieurs permettra de profiter au maximum de l'éclairage et de la chaleur du soleil, une hiérarchisation des espaces selon leurs importances nous permettra de savoir lesquelles doivent profiter de l'éclairage du soleil au sud

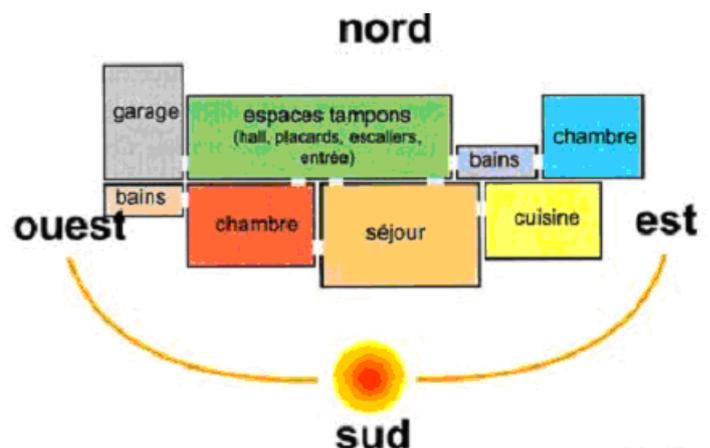


Figure 23 Orientation de l'espace intérieur selon les principes de l'architecture bioclimatique source (grenoble archi, 2017)

#### 2.3.4. L'isolation thermique :

L'isolation thermique est un complément primordial au bon fonctionnement d'un habitat. Le principe de l'isolation est de poser,

avec des matériaux ayant un pouvoir conducteur le plus faible possible, une barrière entre l'extérieur et l'intérieur entre le chaud et le froid. (Voir cet élément en détails dans l'analyse thématique des matériaux).

#### 2.3.5. Choix des matériaux :

Les matériaux utilisés dans l'architecture bioclimatique diffèrent d'une région à une autre, le but est de stocker le plus d'énergie le jour pour la restituer la nuit, donc il est préférable d'utiliser des matériaux qui ont une forte inertie thermique

### 2.4. Dispositifs d'architecture bioclimatique :

L'utilisation de l'énergie solaire est possible à différents niveaux d'intégration : solaire actif (technologie intégrée), solaire passif (conception architecturale intégrée) et solaire hybride au fonctionnement tantôt passif, tantôt actif.

#### 2.4.1. Systèmes actifs :

Les systèmes actifs, utilisent un moteur ou des composants pour créer un certain confort ou encore réduire la consommation en énergie fossile, ce qui peut apporter un gain considérable, néanmoins les composants sont parfois chers, bruyants ou tout simplement pas écologiques, on a souvent recours à ces méthodes lorsque la conception bioclimatique passive atteint ses limites et ne peut garantir le confort nécessaire

Parmi ces dispositifs on peut citer la ventilation assistée ou encore l'utilisation de panneaux photovoltaïques



Figure 24 panneaux photovoltaïques source (confort et privilège de France, 2017)

#### 2.4.2. Systèmes hybrides :

Ces systèmes ont un fonctionnement tantôt passif, tantôt actif, comme le collecteur-fenêtre (ou capteur-fenêtre) avec circuit d'air chaud ou le capteur à air. Le capteur-fenêtre fonctionne de deux manières : lorsque le rayonnement est faible, il se comporte comme une fenêtre ordinaire (gains directs) ; lorsque le rayonnement est plus intense ( $> 300 \text{ W/m}^2$ ), un store vénitien est abaissé dans la coulisse entre la fenêtre intérieure et la fenêtre

extérieure et un ventilateur pulse l'air en circuit fermé du collecteur vers le stock (et retour). Ces systèmes sont relativement complexes, encombrants et coûteux.

### 2.4.3. Systèmes passifs :

Les systèmes passifs les plus répandus sont la fenêtre, la véranda vitrée, la serre et, dans une certaine mesure, le chauffe-eau solaire à thermosiphon. L'utilisation passive de l'énergie solaire est en fait présente dans toute construction munie de fenêtres : elle consiste à laisser pénétrer le rayonnement solaire par les ouvertures transparentes, ce qui apporte à la fois lumière et chaleur. L'énergie solaire est captée et stockée dans les parties massives internes du bâtiment (dalles, plafonds, parois intérieures). La fenêtre est le capteur solaire le plus répandu et elle contribue, en l'état actuel, grâce à ses apports de chaleur, à réduire d'environ 10 % la consommation d'énergie de chauffage.

La performance des systèmes passifs dépend avant tout de la qualité et de la précision de la conception architecturale, de plus, le surcoût est limité et l'encombrement spécifique nul. (Liébard & De Herde, 2005)

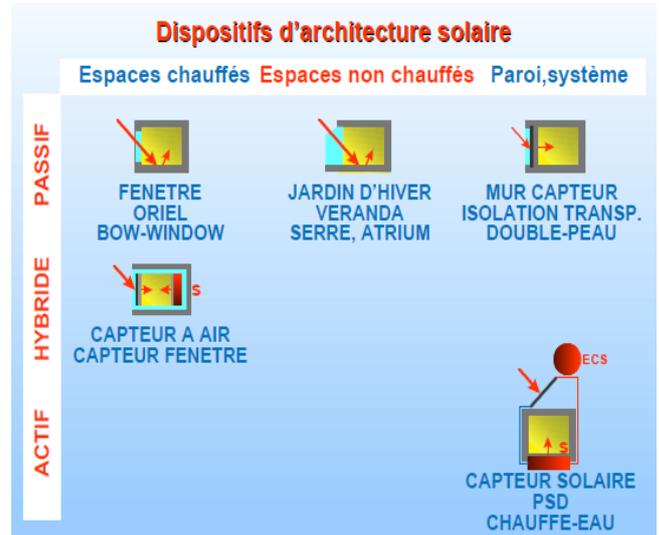


Figure 25 dispositifs d'architecture solaire selon (Liébard & De Herde, 2005)

**Conclusion** : l'architecture bioclimatique est une série de dispositifs à appliquer sur plusieurs échelles, dans le but d'avoir un meilleur confort dans l'espace bâti ou aménagé et de réduire la consommation d'énergie fossile en utilisant différents types de concepts bioclimatiques qui utilisent principalement les éléments du climat pour atteindre leurs objectifs.

### 3. Matériaux et confort thermique :

La question de l'utilisation des matériaux est une problématique à plusieurs dimensions, en effet elle peut avoir plusieurs objectifs, structurels, esthétique, mais aussi bioclimatique.

(santamouris, 2005) a prouvé l'impact des matériaux et leurs attributs physiques sur le confort thermique, parmi les caractéristiques physiques qui ont été étudiés ; l'albédo et la perméabilité des sols, elle permettent selon (Giguère, 2009) de réduire l'effet d'îlot de chaleur urbain.

Dans ce chapitre nous allons nous étudier ces attributs physiques, mais aussi l'utilisation des matériaux sur deux échelles, pour contribuer au confort thermique au niveau de l'îlot et du bâtiment.

#### 3.1.A l'échelle de l'aménagement urbain :

##### 3.1.1. L'albédo :

Le revêtement des sols peut être un atout architectural majeur dans la régulation thermique, à travers une étude de (santamouris, 2005), il a été observé qu'une route peinte en blanc, c'est-à-dire qu'elle a un fort coefficient de réflectivité (0.55), a presque la même température que l'air ambiant mais une route classique qui a un faible albédo (0.15), a une température de 11° supérieur à celle de l'air.

Cette expérience démontre l'étendu de l'effet de l'albédo sur le confort thermique et sur l'effet d'îlot de chaleur urbain.

Les couleurs des matériaux est un élément essentiel à prendre en considération.

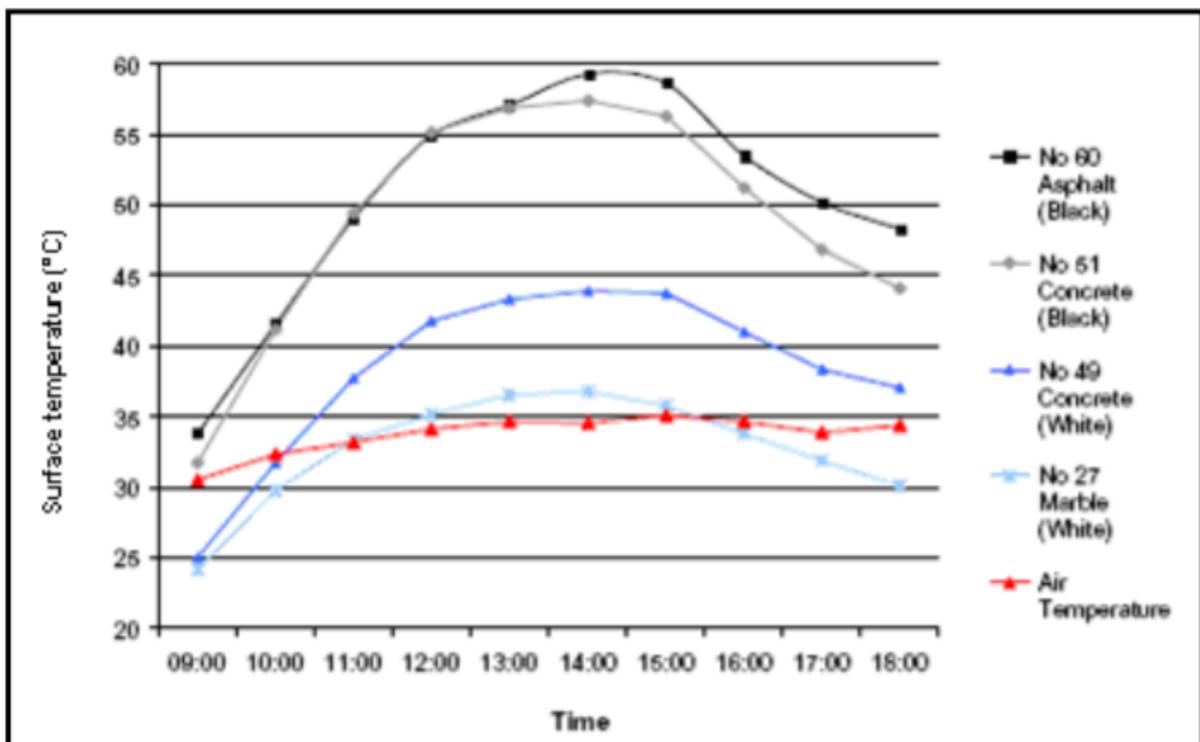


Figure 26 graphe montrant la température de plusieurs matériaux exposé au soleil de 09:00 à 18:00 source Source spécifiée non valide.

Matériau	Couleur	Utilisation	Albédo retenu
Dalles, pavés	Gris clair-beige	Espaces publics	0,45
Bois	Marron-gris clair	Espaces publics	0,35
Béton	Gris	Espaces publics	0,25
Sol nu, terre	Brun	Surfaces naturelles	0,2
Béton bitumineux	Gris-noir	Espaces publics	0,15
Sable	Brun clair	Espaces publics	0,15
Béton revêtu	Gris-noir	Toits terrasse	0,1
Asphalte	Noir	Espace public	0,05
Enduits Superficiels	Noir	Espace public	0,05

Ce tableau montre bien la corrélation entre la couleur des matériaux et leurs propriétés thermiques, en effet les tuiles en clair et en blanc sont plus fraîches que les tuiles noirs.

Il a été constaté aussi que pendant la journée les différences d'épaisseur des matériaux ne sont pas significatives, et n'influe pas sur la température pendant le jour, mais un matériau plus épais stockera plus d'énergie qu'il restituera la nuit, ce qui fait que l'épaisseur peut avoir un impact sur le microclimat nocturne.

Tableau 5 les matériaux les plus utilisés en aménagement extérieur et leurs albédo

L'albédo moyen selon (Athamena , 2012) d'un quartier se calcule en la somme des multiplications des surfaces fois leurs albédos respectifs divisés par la somme des surfaces.

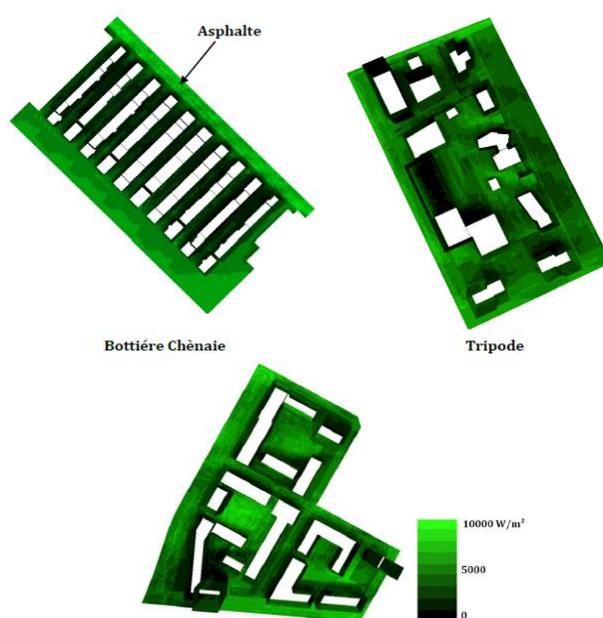


Figure 27 Illustration des albédos de 3 éco quartiers (Athamena , 2012)

### 3.1.2. La perméabilité :

Afin d'humidifier les sols, les matériaux utilisés doivent être poreux et perméables pour permettre un meilleur ruissellement des eaux de pluie à travers les pavés ou la végétation. Selon (mansouri, 2008).

L'imperméabilité des matériaux augmenterait la température ce que amplifie l'effet d'îlot de chaleur urbain.

La solution des espaces vert est à préconiser mais il existe plusieurs autres méthodes pour augmenter la perméabilité comme par exemple mettre des dalles imperméables avec des joints perméables pour revêtir les circuits piétons (voir figure 28)



**Figure 28** dalle imperméable avec des joints perméables source (mansouri, 2008).

De nouvelles techniques font aussi leur apparition pour permettre le développement du végétal au sein même des matériaux imperméables ce qui permettra de rafraichir et d'humidifier l'air tout en ayant un sol perméable a l'eau et une structure résistante qui peut servir d'air de stationnement par exemple.

La végétation constitue un élément essentiel dans la prévention des ICU car en créant de l'ombrage, elle permet de réduire la quantité d'énergie absorbée par les matériaux, elle réduit aussi l'effet de ruissèlement des eaux de pluie.



## 3.2. Les matériaux à l'échelle du bâtiment

### 3.2.1. Les matériaux de toiture :

#### 3.2.1.1. Toiture simple :

Les membranes selon (Deny & Gaumont, 2008) sont une parfaite alternative aux toits conventionnels qui sont trois fois moins durable et bien moins réfléchissante, cette technologie de toit froid permet d'atteindre jusqu'à 80% de déflectibilité, mais elles sont plus chères à mettre en place



Figure 29 Membrane polyurée source (Deny & Gaumont, 2008)

#### 3.2.1.2. Les enduits réfléchissant :

C'est une technique simple qui se résume en l'application d'un enduit de couleurs claires, ce qui permet d'augmenter l'albédo du toit et de garantir un meilleur confort thermique, et une réduction de l'effet d'îlot de chaleur urbain



Figure 30 Enduit réfléchissant appliqué sur un toit source (Deny & Gaumont, 2008)

#### 3.2.1.3. Toiture végétalisée

De nombreux chercheurs ont démontré l'impact de la toiture végétalisée sur l'effet d'îlot de chaleur urbain.

En effet l'impact des toitures végétalisées est grand, dans les recommandations de (ADEME, 2012) on peut voir la différence de température (figure 31) de la surface de la toiture végétalisée et une toiture simple, la toiture végétalisée présente des caractéristiques très intéressantes quant à la lutte contre les îlots de chaleur urbains, son faible albédo et son évapotranspiration permet de créer une zone de fraîcheur à la terrasse et ainsi permettre un meilleur confort thermique.



Figure 31 Mesure de la différence de température entre une toiture classique et une toiture végétalisée source Source spécifiée non valide.

La toiture végétalisée ou toiture vivante est composée selon (Djedjig, 2013) de plusieurs couches :

- Une structure portante : chargée de supporter le poids du toit et de la végétation.
- Une membrane d'étanchéité : en PVC ou en asphalte caoutchouté pour les végétations extensives.
- La barrière anti racine : elle permet de protéger la membrane d'étanchéité de l'infiltration des racines
- Une couche de drainage : permet l'évacuation des eaux pluviales, elle doit être légère et durable et peut être raccordé à un système de récupération des eaux.
- Le substrat : c'est un support physique des éléments nutritifs de la plante, il permet aussi l'infiltration et la rétention d'une partie des eaux pluviales.
- La végétation : le choix de la végétation diffère d'un climat à un autre, mais aussi de la hauteur de végétation qu'on veut atteindre, et du substrat utilisé.

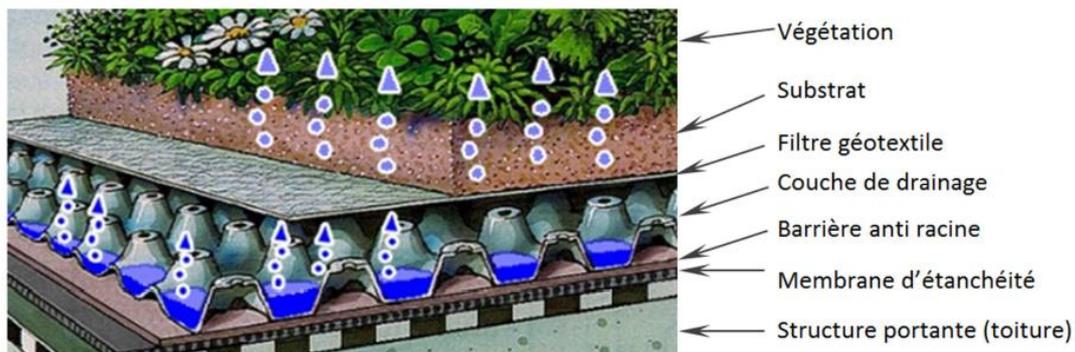


Figure 32 Schéma illustrant la structure d'une toiture végétale extensive

### 3.2.2. Les façades :

Une étude de (santamouris, 2005) a démontré que les caractéristiques d'une façade influant sur le microclimat se résument à la nature du matériau et son albédo qui est en relation avec sa couleur.

Cette étude a aussi démontré que la forme des matériaux ou leurs épaisseurs avait une importance peut significatif quant à l'influence sur le microclimat pendant la journée.

### 3.2.3. L'isolation :

#### 3.2.3.1. Définition

L'isolation thermique désigne l'ensemble des techniques mises en œuvre pour limiter les transferts de chaleur entre un milieu chaud et un milieu froid.

(wikipedia, 2017)

Isoler, en augmentant la température des surfaces intérieure des parois, limite les déperditions thermiques du corps par rayonnement et permet d'augmenter ce qu'on appelle le confort thermique.

### 3.2.3.2. Types de procédé d'isolation :

Deux possibilités quant au choix du type de procédé d'isolation d'un bâtiment

- l'isolation intérieure : plus facile à mettre en place c'est la méthode la plus utilisée en Algérie, elle permet de chauffer rapidement et efficacement, elle consiste à isoler les parois de l'intérieur en opposant un isolant derrière une cloison maçonnée. Son inconvénient c'est qu'il annule l'inertie thermique de la paroi, Autre désavantage, la présence de nombreux ponts thermiques difficile à traiter.
- L'isolation extérieure : plus difficile à mettre en place, elle consiste à installer l'isolant dans la partie extérieure de la paroi et de ce fait isoler tout le bâtiment d'où son appellation « mur manteau », plus efficace que l'isolation intérieure car elle supprime les ponts thermiques, mais aussi plus chère et moins utilisée.

Un bon isolant est ta l'évidence un mauvais conducteur d'énergie et bien entendu de chaleur, plus l'isolant est léger plus il est isolant car plus les atomes sont loin l'un des autres plus elles bloquent la transmission de l'énergie, ainsi les gaz sont de meilleurs isolant que les liquides qui sont à leurs tour meilleurs isolants que les solides.

### 3.2.3.3. Types d'isolant :

Le vide est le meilleur isolant qui existe, cependant cette technique ne peut pas être utilisé dans l'isolation d'un bâtiment, or il existe physiquement une autre méthode pour réduire le transfert de chaleur et c'est tout simplement l'utilisation de l'air immobile.

Et c'est pour cela que les isolants sont constitués d'air et leur capacité à isoler dépend de leur capacité à garder cet air immobile. (Mazari, 2012)



Fibre de bois en panneau



Laine de verre en rouleau



Laine de roche panneau rigide.

Figure 33 Différents types d'isolants. Source (Mazari, 2012)

On peut trouver plusieurs types d'isolant dans le marché :

- Matériaux minéraux : la laine de verre, la laine de roche.
- Matériaux fibreux organique : cellulose, chanvre, mousse organique (le polystyrène expansé ou extrudé)
- Mousse inorganique : mousse de verres, vermiculite, la perlite, béton cellulaire.
- Matériaux ligneux : liège, bois léger, paille agglomérée

Le **coefficient de conduction thermique**  $\lambda$  caractérise la capacité d'un matériau à transporter l'énergie thermique autrement dit la chaleur, plus ce coefficient est faible plus le matériau est isolant.

Ci présent dans le tableau on peut trouver les différentes valeurs du coefficient de conductivité thermique

Isolant	Conductivité (w/m°C)	Isolant	Conductivité (w/m°C)
Laine de roche	0.038-0.047	Polystyrène expansé	0.036-0.058
Laine de verre	0.037-0.051	Polystyrène extrudé	0.029-0.036
Laine de silice	0.03-0.04	Mousse rigide de polyuréthane	0.033
Fibre de bois	0.06-0.067	Perlite	0.035-0.045
Fibres de polyester	0.05	Vermiculite	0.058
Laine de mouton	0.041	Liège	0.044-0.049
Béton cellulaire	0.16-0.33	Aérogel de silice	0.005-0.017

Tableau 6 exemples des isolants et leurs conductivité thermique

**Conclusion :** les matériaux de construction ont un rôle très important à jouer pour améliorer le confort thermique à l'échelle du quartier grâce à leur albédos ils peuvent être très efficaces dans la lutte contre les ilots de chaleur urbain, mais aussi à l'échelle du bâtiment leur inertie et leur isolation est un élément majeur à prendre en considération pour arriver à un confort thermique à l'intérieur du bâti.

## 4. Analyse d'exemple

Nous avons abordé dans les chapitres précédents le contexte théoriques principalement sur deux dimensions, la première urbaine, la deuxième architecturale.

Nous allons aborder dans ce chapitre une analyse d'exemples, chaque exemple va servir de support pour affirmer les concepts cité précédemment à une des deux échelles.

Le premier exemple est un projet de Herzog et Demeron; Lyon Confluence à l'échelle urbaine va être un projet pilote lors de cette étude.

Le deuxième exemple est l'un des projets bioclimatique les plus efficaces énergétiquement ; Bedzed à l'échelle du bâtiment va être une référence pour arriver à un constat des principes bioclimatiques applicable dans un éco-quartier.

## 4.1. Quartier la Confluence à Lyon

### Situation

**Lyon** est une ville se situant dans le Sud-Est de la France. Historiquement une ville industrielle, Lyon s'est progressivement recentrée sur les secteurs d'activité de techniques de pointe (biotechnologies, pharmacies,...) et a subi plusieurs mutations sur le plan urbain tout en conservant un patrimoine architectural important (inscrit sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO)

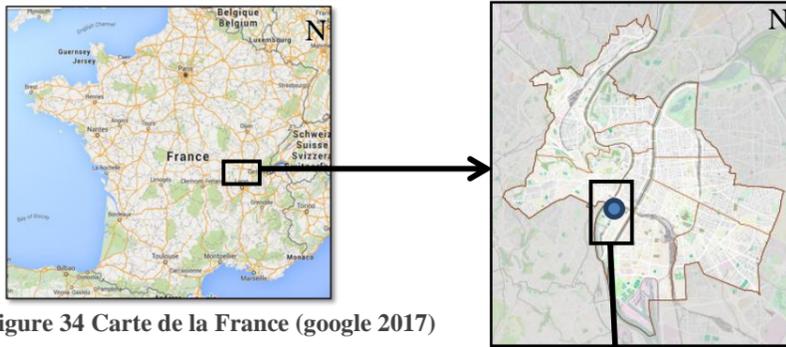


Figure 34 Carte de la France (google 2017)

**La Confluence** est le nouveau secteur-sud du 2<sup>e</sup> arrondissement de Lyon, situé à l'extrémité sud de la presqu'île de Lyon, proche de la confluence du Rhône et de la Saône.



### Description du projet de développement du quartier

D'une surface de 150 ha, le projet se déploie sur trois secteurs :

- ZAC 1 Rives de Saône côté rivière,
- ZAC 2 Quartier du champ (ex marché-gare) côté Rhône.
- Perrache-Sainte-Blandine



### Organisation et évolution

Issu d'une ZAC depuis la fin des années 1990, le quartier est voué à de profondes mutations. En effet la mairie lance un concours international de définition en **1997** avec pour objectif de doubler la superficie du centre-ville de Lyon.<sup>1</sup>

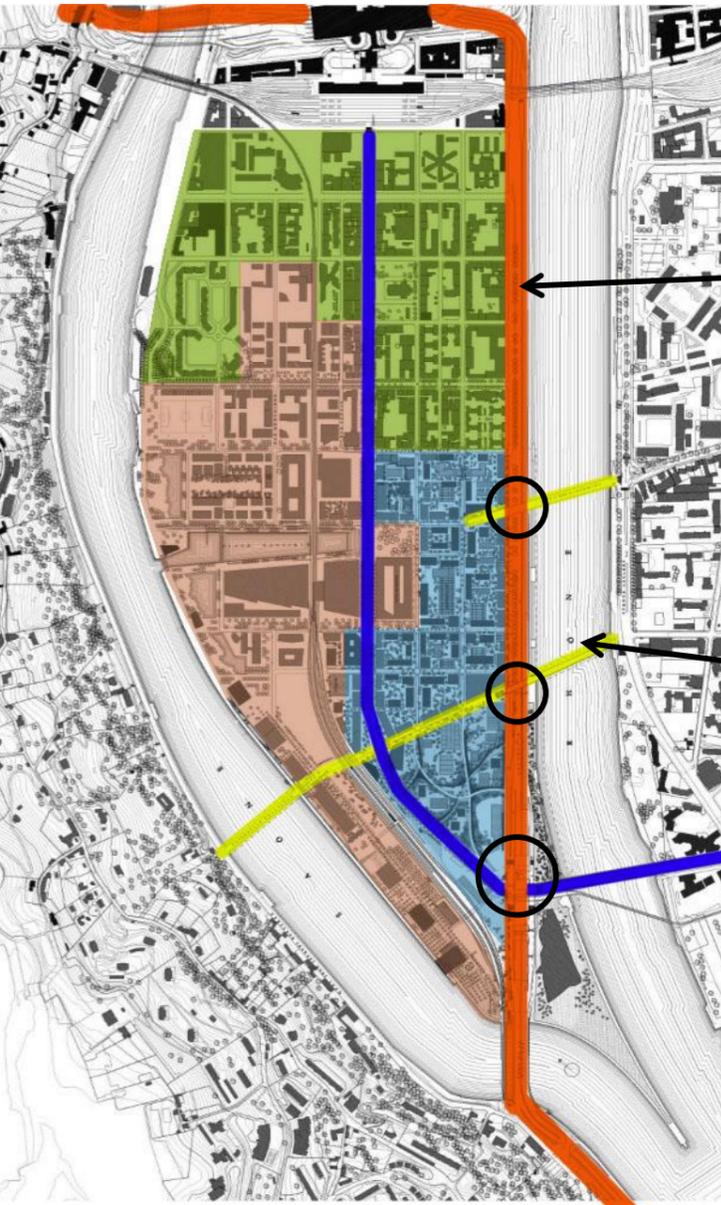
#### Perrache-Sainte-Blandine:

Quartier résidentiel accueillant différents équipements dont la gare et les anciennes prisons Saint-Paul - Saint-Joseph.

Ces dernières accueilleront par la suite l'Université Catholique de Lyon, des logements, bureaux et commerces (2015)

#### La ZAC 1 côté Saône : (41 ha)

Lancée en **2003**. Elle s'étend sur 41 hectares, et prévoit logements (ilots A, B, C et J), bureaux et locaux d'activités variées, ainsi que la réhabilitation des bâtiments du port Rambaud (création d'une promenade de 1,5 kilomètre reliant la Presqu'île à la pointe de La Confluence).



### Accessibilité et flux

#### AutoRoute A7 :

L'axe autoroutier longe le territoire de la deuxième phase. Connectant le quartier au centre historique de Lyon.

#### La transversale :

Le quartier et le champ se rejoignent le long d'un nouveau boulevard qui se prolonge par deux passerelles, l'une traversant le Rhône, l'autre la Saône.

- Autoroute A7
- Voie importante
- Voie à moyenne importante (pénétrante)
- Nœud important
- Nœud à moyenne importance

#### La ZAC 2 côté Rhône : Quartier du marché (35 ha)<sup>2</sup>

Accueillant initialement un ancien port industriel et des entrepôts, le territoire a été libéré en **2009**.

La proposition dessine une nouvelle forme de ville sans standard de hauteur avec des typologies variées et des cours jardinées

Figure 35 Carte illustrant le système viaire et les différentes zones source : auteur

<sup>1</sup> Remparté par l'équipe MBM (Thierry Melot, Oriol Bohigas et Catherine Mosbach)

<sup>2</sup> Les architectes-urbanistes suisses Herzog & de Meuron associée au paysagiste Michel Desvigne sont chargés de l'étude

# Analyse d'exemple : Ilot A3

## Situation

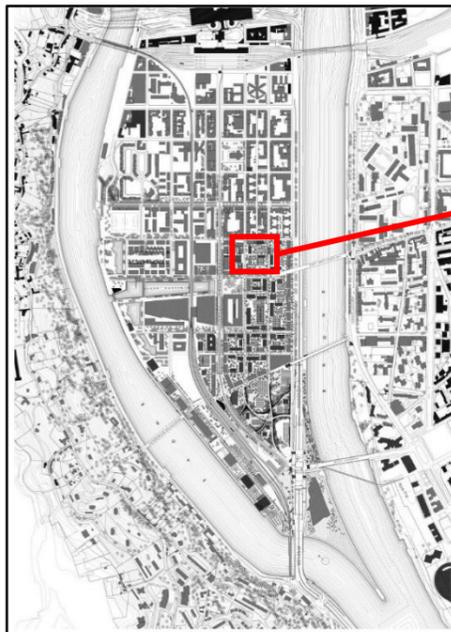


Figure 38 carte de Lyon confluence source (dossier de press A3 premier ilot opérationnel, 2016)



L'îlot A3 est le premier îlot de la ZAC 2. Situé idéalement eu sein du quartier du marché ; Il est exposé d'un côté sur l'axe majeur Nord-Sud de la Confluence et sur les principales places du quartier.

Conçu suivant un maillage orthogonal, le quadrillage se présente sous la forme d'un damier decarrés ou de rectangles réguliers.

L'îlot est aménagé de manière à conserver la continuité des voies existantes et promouvoir une hiérarchisation des nouvelles voies,



Figure 41 Carte illustrant le maillage source auteur

Cette hiérarchisation se lit dans l'aménagement (boulevards, avenues, rues, ...etc) et dans les matériaux utilisés pour démarquer les différents espaces (notamment les rue piétonnières)

## Espace Bâti et non bâti

L'alternance entre le bâti et le non bâti permet la création d'espace d'agrément avec des bâtiments alignés aux voies et la présence d'espaces résiduels mis en valeur et exploités sous forme de cours-jardins.



Figure 39 non bati ilot A3 source : auteur

L'intersection des rues et les cheminements piétonniers créent un espace de partage social et favorisent les interactions.

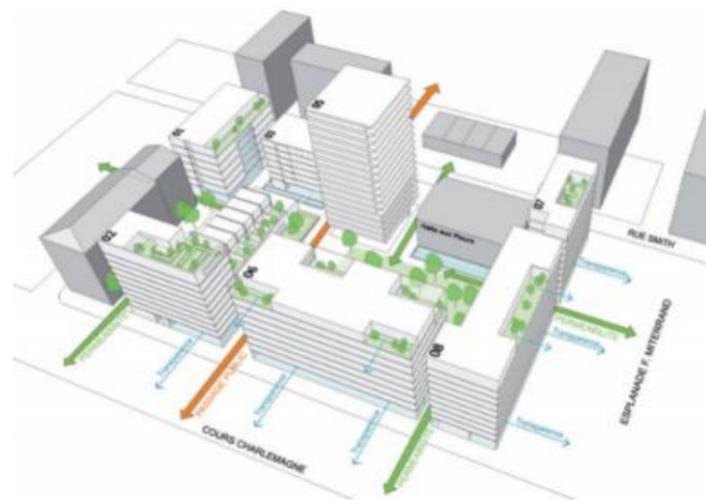
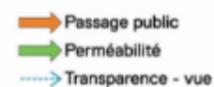
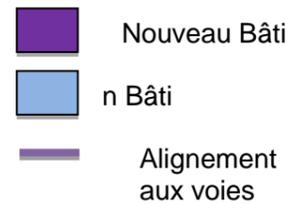
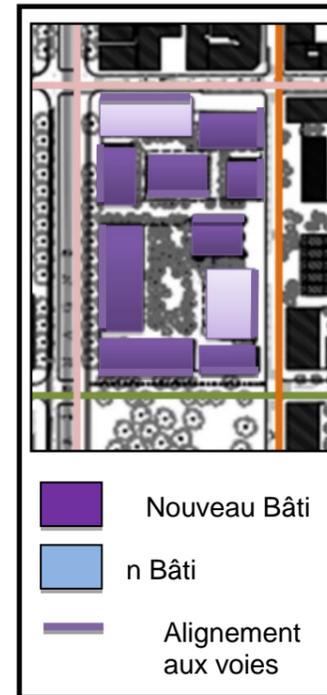


Figure 40 3D de l'îlot A3 (économie grand lyon , 2017)

Figure 36 carte de l'îlot A3 source : auteur



## Gabarits et fonctions

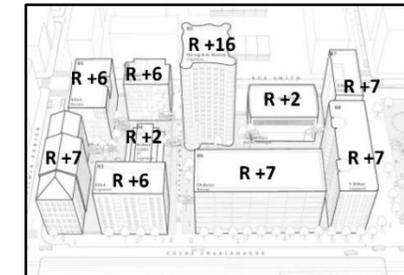


Figure 37 gabarit de l'îlot A3 source : auteur



A travers la variation des gabarits des bâtiments, la conception se veut dynamique. Les silhouettes des bâtiments viennent enrichir le skyline du quartier.

Il s'agit aussi d'économie immobilière dans un contexte de récupération des friches industrielles et de leur réhabilitation.

L'intégration de fonctions multiples vise à créer une mixité sociale.



## Perméabilité/transparence

Le degré de perméabilité de la trame urbaine résulte du choix des gabarits et des percées visuelles (rapport plein/vide) qui viennent rythmer l'environnement urbain,

L'îlot s'organise autour de la notion de mobilité des usagers et de la hiérarchisation des espaces (transition du public au semi-public et le privé de manière graduelle et harmonieuse).

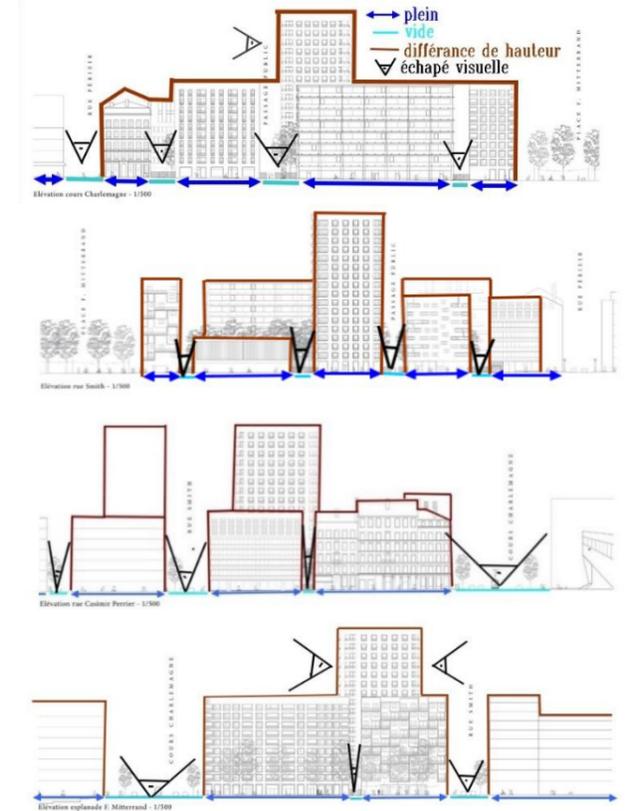


Figure 42 les percés urbaines, Lyon confluence source: auteur

## Synthèse

Dans l'ensemble, les grands principes du projet sont :

- Générosité et rôle structurant des espaces publics (circulation douce, cours jardinées, promenades)
- Une ville pour tous qui favorise la mixité sociale (cohabitation de fonctions variées au sein d'une zone relativement restreinte induisant contacts et échanges entre les différents usagers)
  - Equilibre des fonctions (habitat, bureaux, commerces, loisirs...)
  - Développement durable de la ville..

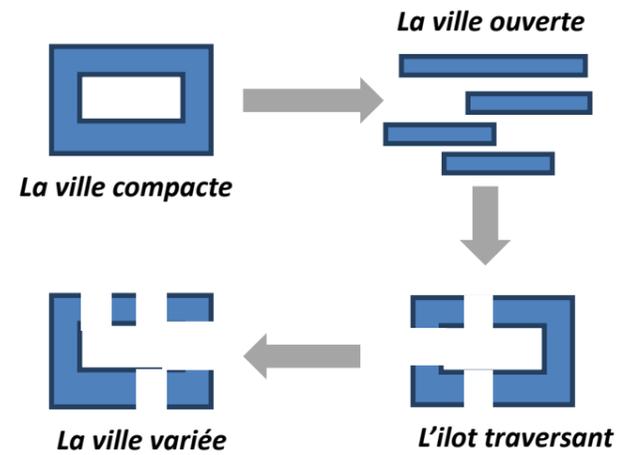


Figure 45 Cours jardinée (dossier de press A3 premier îlot opérationnel, 2016)

Une forte présence végétale est assurée par des bosquets d'arbres - chênes et frênes - qui laissent passer la lumière.



Figure 46 Ambiance des rives de Saône après les aménagements (dossier de press A3 premier îlot opérationnel, 2016)



Figure 43 Vue virtuelle de l'îlot P (dossier de press A3 premier îlot opérationnel, 2016)



Figure 44 La place Nautique, longée au nord par les îlots ABC (vue sur bâtiments résidentiels) (dossier de press A3 premier îlot opérationnel, 2016)

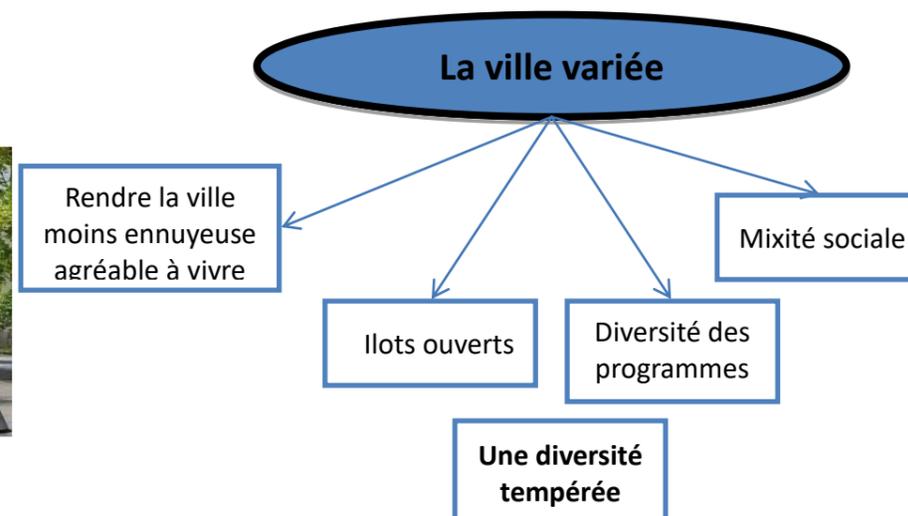


Figure 47 image aérienne virtuelle (Un nouveau coeur de ville se dessine à Lyon : confluence, 2016)

## 4.2. Analyse d'exemple : Quartier BedZED à Londres

### Situation

La ville résidentielle de Sutton est située à 40 minutes en train au sud-ouest de Londres et fait partie des 32 municipalités constituant le Grand Londres.

C'est une ville de taille moyenne, d'une population estimée à 194 200 habitants en 2010, qui a été fondée en 1965 (fusion de plusieurs municipalités, notamment Sutton et Beddington), et où la classe moyenne prédomine.

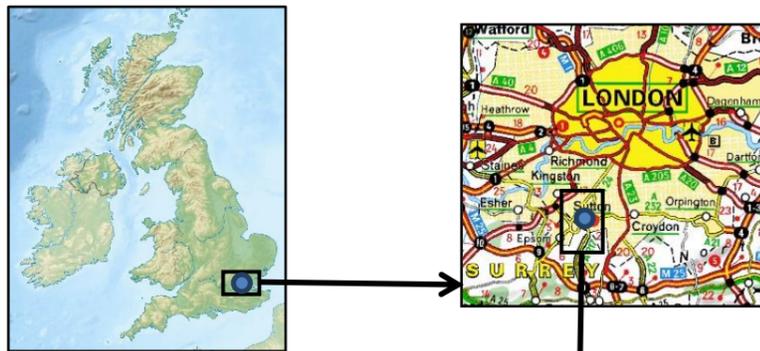


Figure 49 carte de l'Angleterre et de Londres (Wikipedia, 2017)

Le site de **BedZED** (pour Beddington Zero Energy Development) est une friche de 1,7 hectares située dans la ville de Sutton, à la frontière entre Beddington et Hackbridge. C'est le premier ensemble de cette taille et à ce niveau d'efficacité énergétique à avoir été construit au Royaume-Uni,

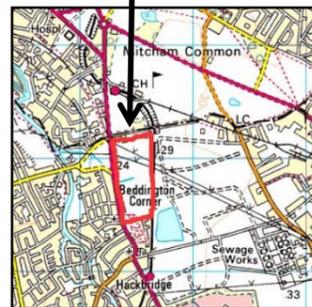


Figure 50 coupe des bâtiments du quartier Bedzed (Beddington Zero Energy (fossil), 2010)

### Quelques chiffres

- 82 logements (T1, T2, T3 et T4)
- 1.7 hectares aménagés
- 2500 m<sup>2</sup> de bureaux et commerces
- 5000 m<sup>2</sup> d'espaces verts
- COS : 0.38
- CES : 0.88

### Objectifs et enjeux

#### Plan énergétique:

- ✓ Utilisation et promotion des énergies renouvelables au lieu des énergies fossiles.
- ✓ Réduction de la consommation d'énergie pour le transport.
- ✓ Réduction de la consommation d'énergie pour le chauffage.

#### Plan environnemental:

- ✓ Réduction de la consommation d'eau.
- ✓ Réduction du volume des déchets et promotion du recyclage.
- ✓ Utilisation de matériaux locaux.
- ✓ Développement de la biodiversité

#### Plan socio-économique:

- ✓ Amélioration de la qualité de vie des résidents.
- ✓ Promotion de la mixité sociale.
- ✓ Promotion de la mixité fonctionnelle (habitat/lieu de travail/accès aux services)
- ✓ Développement et dynamisation de l'économie locale.



Figure 48 Fonction du quartier BedZed source : auteur

- Logements
- Equipements
- Places de stationnement
- Terrain de sport
- Circulation piétonnière

### Organisation

Le quartier s'organise en zones fonctionnelles différenciées en rapport avec l'orientation (suivant l'axe Nord/Sud) :

- ❖ Les habitations, ne dépassant pas le R+2 en termes de hauteur, sont orientées vers le Sud,
- ❖ Les équipements quant à eux sont orientés vers le Nord (construction en gradins)

On met l'accent sur la mobilité douce et on tend à minimiser au maximum le recours aux véhicules

- ❖ La circulation mécanique se fait autour de l'îlot uniquement, le stationnement est prévu en retrait par rapport au cœur du quartier (où l'on retrouve cheminement piétonnier et voies cyclables).
- ❖ On note la présence de plusieurs formes de transports en commun (train, ferry) reliant le quartier aux autres entités urbaines.



Figure 51 coupe dans un bâtiment de BedZed (Beddington Zero Energy (fossil), 2010)

## Concept énergétique

La dimension écologique du projet intervient sous plusieurs formes ;

### Le solaire actif

Les bâtiments couvrent une bonne partie de leurs besoins énergétiques grâce aux panneaux photovoltaïques placés en façades et toitures, (2) Ces Panneaux permettent de recharger les batteries de 40 voitures électriques



### Le solaire passif

En plus des doubles peaux vitrées (serres), présentes en façade Sud (habitation), les bâtiments bénéficient d'un apport thermique destiné au chauffage des locaux grâce aux matériaux utilisés (dalles de bétons, briques cuites) qui absorbent l'irradiation solaire pendant la journée et la restitue le soir (5)

Ce procédé produit aussi de l'eau chaude sanitaire

Figure 52 coupe virtuelle sur un bâtiment de BedZed (Beddington Zero Energy (fossil), 2010)

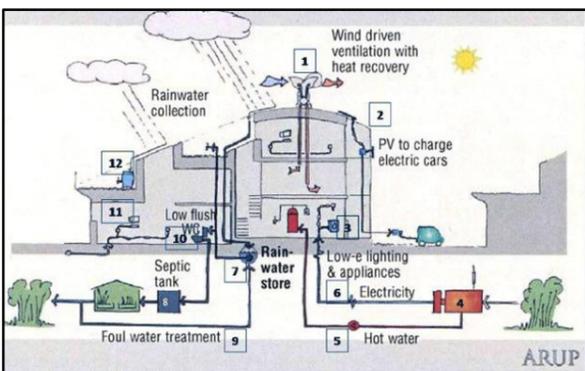


Figure 53 schéma récapitulant la gestion de l'énergie a BedZed (Beddington Zero Energy (fossil), 2010)

## Ventilation/aération

La système à double flux, constitué de deux ventilateurs et d'un échangeur, permet la récupération de 60 à 90% de la chaleur contenue dans l'air évacué (7)

Les cheminées quant à elles assurent le renouvellement de l'air

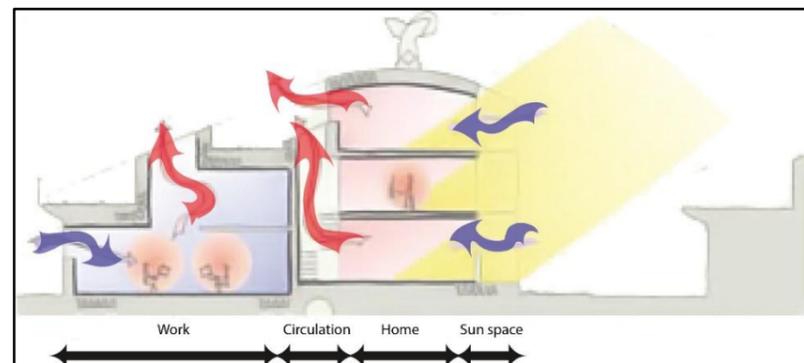


Figure 54 schéma de l'ensoleillement des bâtiments a BedZed (Beddington Zero Energy (fossil), 2010)

## Concept environnemental



### Matériaux de construction

Utilisation de la brique cuite alvéolaire local à la place du parpaing en béton, (8)

### Chauffage alternatif

Un système de Co-génération par combustion de copeaux de bois couplé à une bonne isolation des canalisations de distributions permettent aux bâtiments de bénéficier d'un apport connexe de chaleur (6)

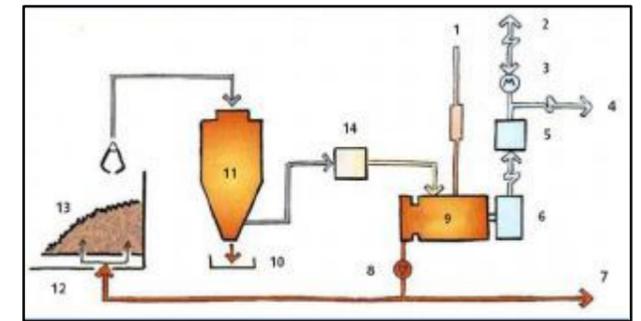


Figure 55 le système de cogénération (Beddington Zero Energy (fossil), 2010)

### Toiture végétalisée

Participe au rafraichissement du bâtiment et constitue un bon isolant thermique (1)

### Récupération de l'eau de pluie

L'eau de pluie est collectée des toitures et stockée dans d'immenses cuves où filtrée puis réinjecté dans le circuit pour l'arrosage des plantes et alimenter les chasses d'eau (3)

## Concept socio-économique

### Mixité sociale

Le site mélange plusieurs catégories sociales,

- Un tiers des ménages appartiennent aux classes aisées (cadres supérieurs et professions libérales), qui ont accès à la propriété (**34** logements)
- un tiers des ménages relèvent d'une classe intermédiaire (infirmières, professeurs, pompiers, policiers et autres fonctions clés bénéficiant d'aides publiques) et ont accès à la co-propriété (**23** logements).
- un tiers des ménages sont à faible revenu et bénéficient d'un loyer modéré (HLM), (**25** logements)



Figure 56 photo du quartier BedZed (Beddington Zero Energy (fossil), 2010)



### Synthèse

- ✓ La vision des promoteurs et clients du projet de BedZED était de produire un développement exemplaire de mixité d'activités, dans lequel les trois piliers de la durabilité, soit les aspects sociaux, économiques et environnementaux soient intégrés.
- ✓ Le projet se base sur l'approche holistique, ou la nécessité de réunir les conditions favorable à l'épanouissement de l'utilisateur à travers une meilleure qualité de vie, une harmonie dans l'organisation de l'espace et la présence d'une mixité sociale et fonctionnelle.

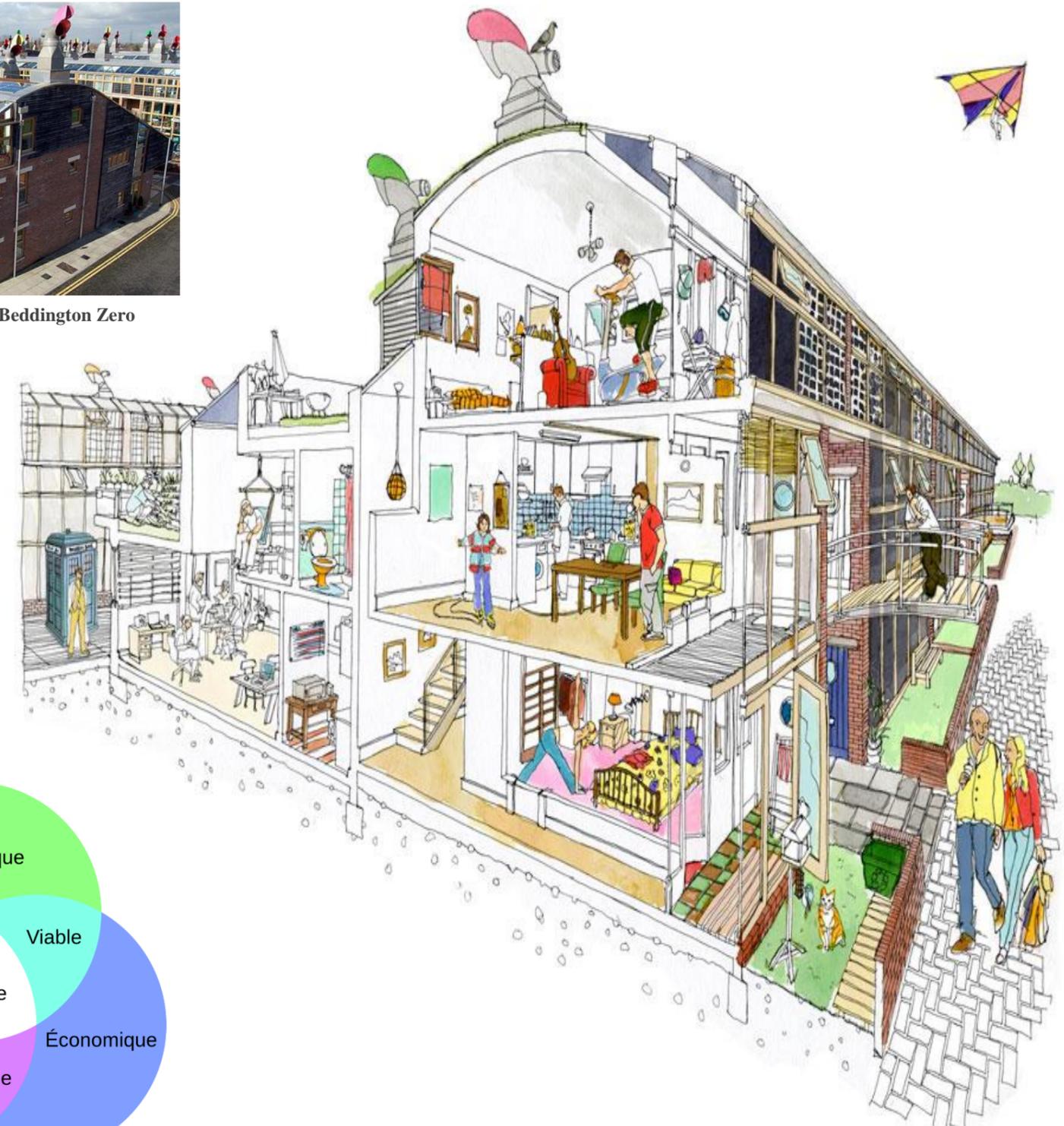
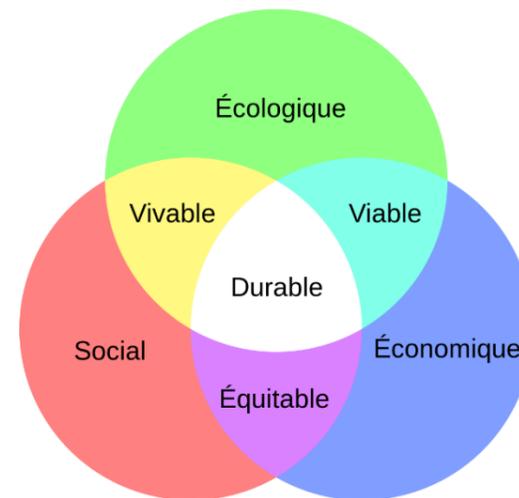


Figure 57 Section dans un bâtiment de BedZed (pinterest 2017)

## Chapitre II élaboration du projet

---

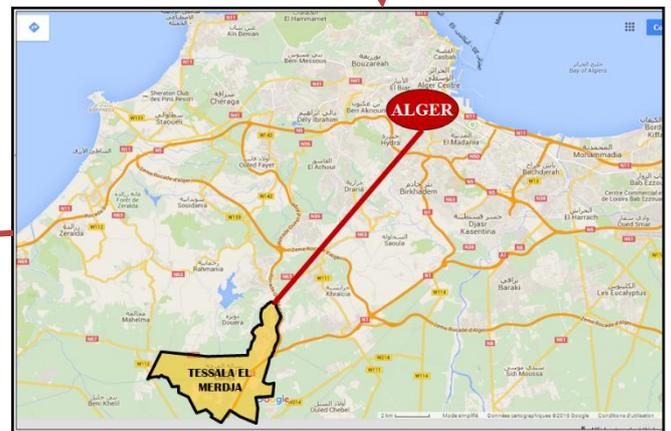
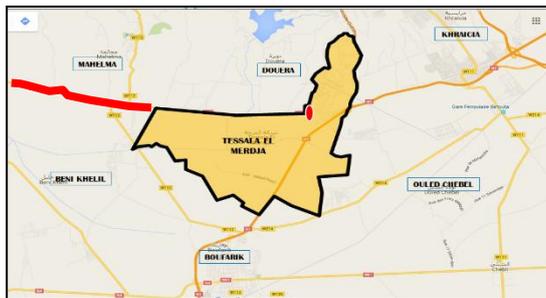
Notre projet est de concevoir et jauger un quartier durable dans la ville de Tassala el Merdja, l'étude de l'environnement physique naturel et anthropique reste un élément primordial et un outil indispensable quant au bon déroulement de la conception et de la programmation d'un projet urbain à l'échelle de la ville mais aussi à l'échelle du projet, la conception architecturale bioclimatique reste un concept très lié à la relation du projet à son environnement

Dans ce chapitre nous allons présenter tout d'abord la ville de Tassala el Merdja, son histoire, et ses caractéristiques urbaines seront mis en avant pour permettre une meilleure lecture de la ville, ensuite une analyse du site de ses contraintes et avantages nous permettrons d'avoir une conception bioclimatique ciblée, une présentation du projet et des différentes étapes de conceptions seront étalées ainsi que les aspects finaux.

# 1. Analyse de la ville de Tassala el Merdja

## 1.1. Situation de la ville de Tassala el Merdja :

Tessala El Merdja est l'une des communes de la wilaya d'Alger en Algérie, située dans la banlieue Sud-Ouest d'Alger. À environ 28 km au sud d'Alger. Le territoire de la commune est situé majoritairement dans la plaine de la Mitidja, sur le versant sud de la RN67.



## 1.2. Histoire de la commune

Le hameau qui deviendra le chef-lieu de la commune a été créé autour du lieu-dit « les Quatres Chemins » situé au croisement de la première route Alger-Blida, qui passait par le Sahel algérois, et la route de la ceinture nord de la Mitidja. Ce lieu, situé en plein milieu des terres des OULED MENDIL, a dans un premier temps pris le nom de la tribu avant d'être appelé communément « les Quatres Chemins ».

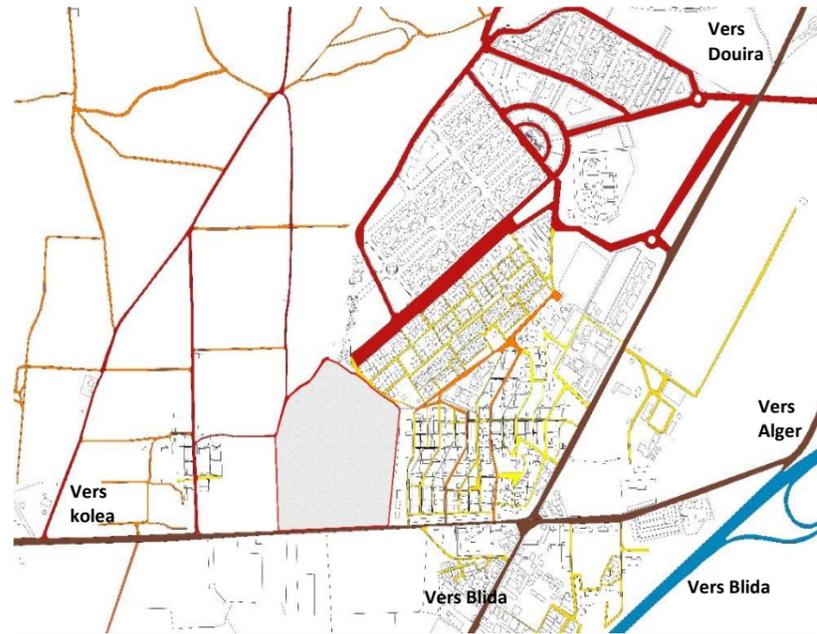
En 1978 est inauguré le village socialiste agricole (VSA) de TESSALA EL MERDJA situé sur la commune de Douera. Suite au découpage territorial de 1984, la commune de TESSALA EL MERDJA est créée et est rattachée à wilaya de Blida. En 1997, à la création du gouvernorat du Grand-Alger, la commune est détachée de la wilaya de

Blida, pour rejoindre celle d'Alger. (wikipedia, 2017)



1.3. Analyse urbaine

Système viaire

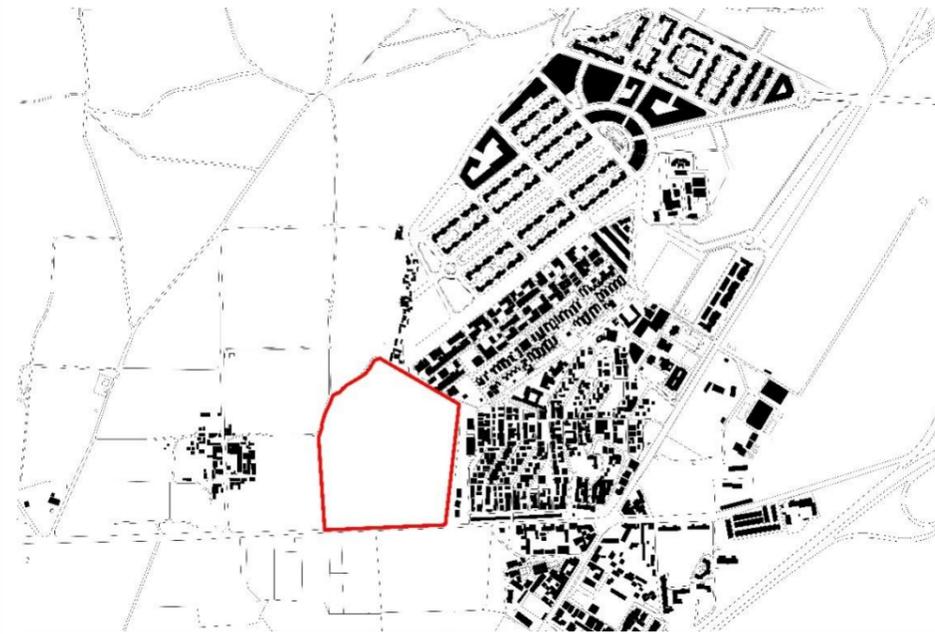


On accède a la ville de Tessala el Merdja de Alger ou de Blida en empruntant la route N:63 de (douera) en prenant le protèle de Tessala el Merdja qui nous relie ou cheminement qui sert a la ville de Tessala el Merdja (4 chemin)  
Le statut des voies a été dicté par le flux de passagers mais aussi l'importance de la voie.

- Autoroute est ouest
- Routes territoriales
- Statut 1
- Statut 2
- Statut 3

Figure 58 système viaire de tassala el merdja source : auteur

Bâti

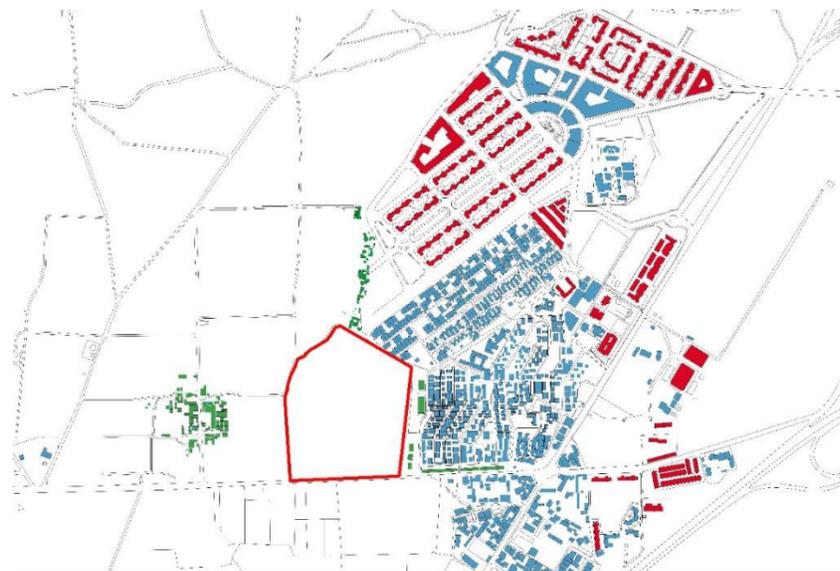


Le bâti est essentiellement situé à l'est de notre site ce qui constitue la majeure partie de la ville de Tassala.

- Bâti

Figure 59 carte du bâti de tassala el merdja source : auteur

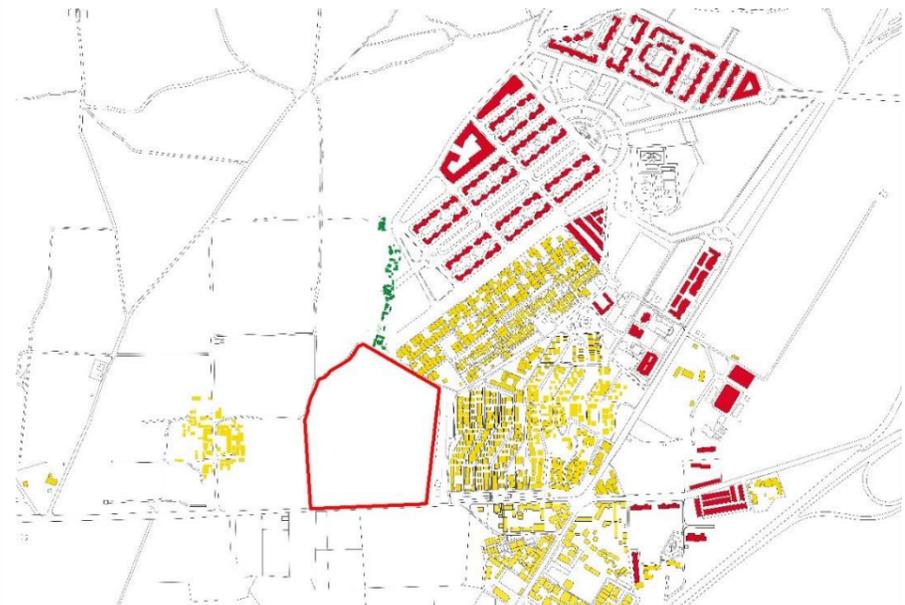
Gabarit



- RDC
- R+1
- De R+2 a R+4

Figure 60 carte des gabarits atassela el merdja source: auteur

Typologie du bâti



- Habitat précaire
- Habitat individuel
- Habitat collectif

Figure 61 carte illustrant la typologie du bâti a tassala el merdja

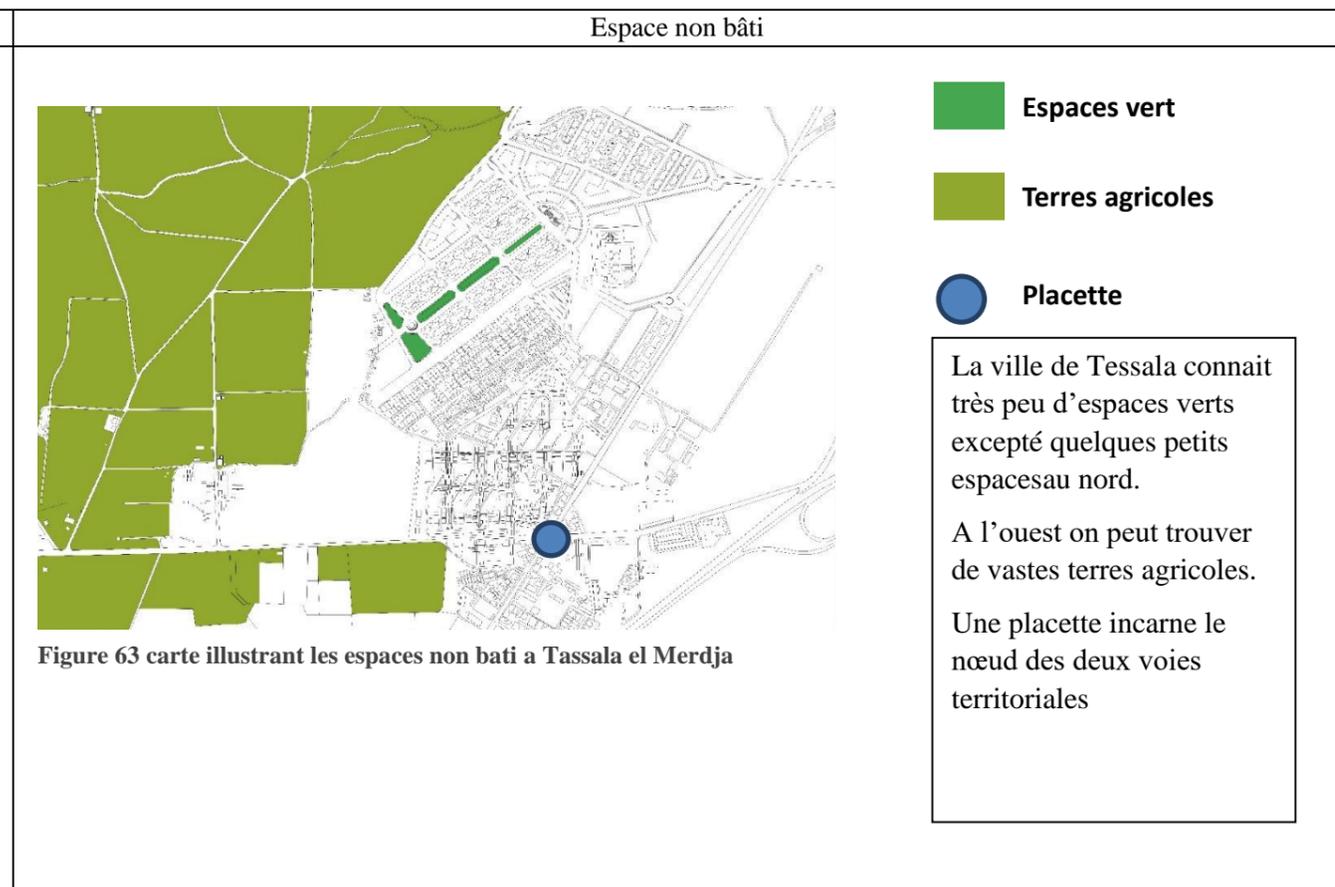
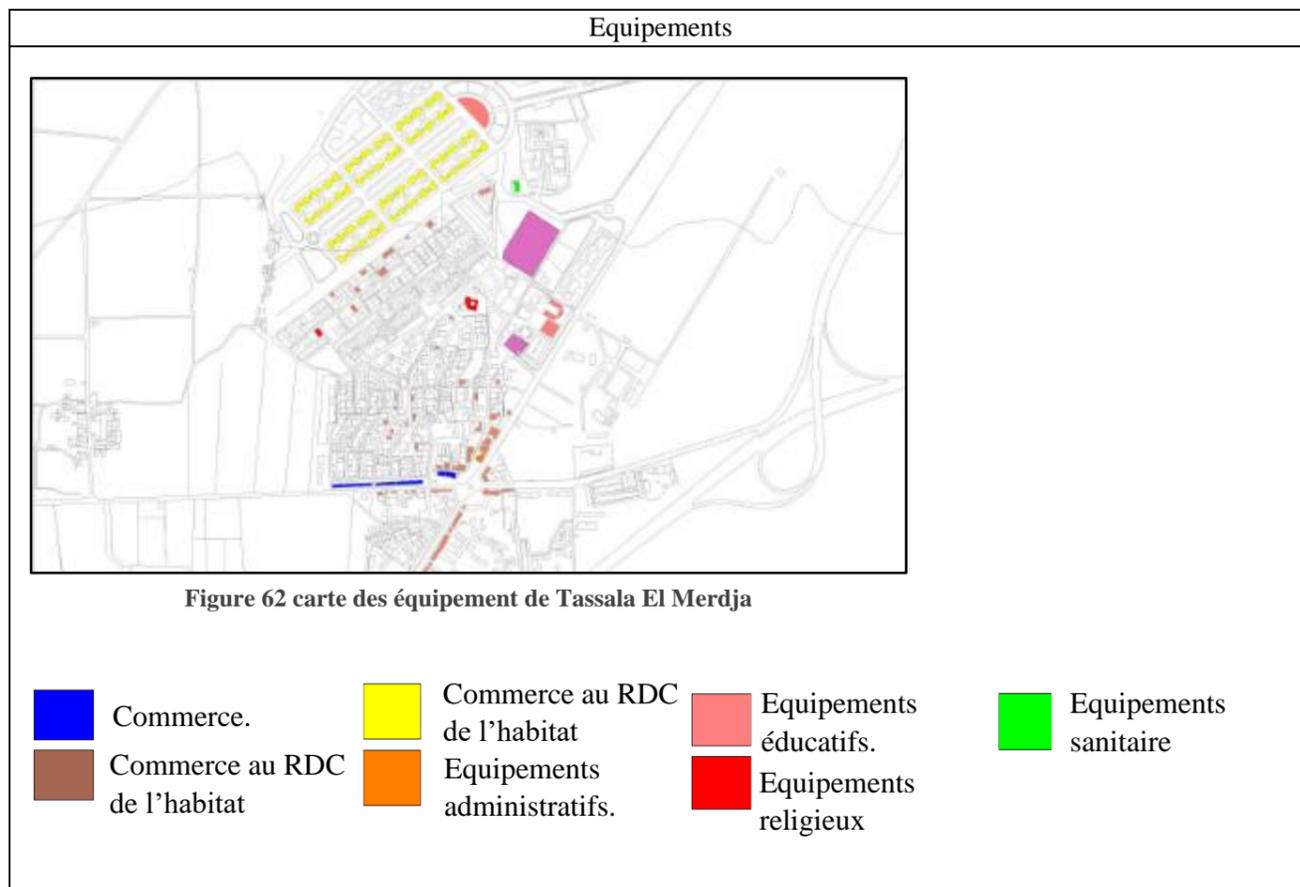


Tableau 7 Analyse urbaine de la ville de tassala el merdj

**Structure de l'espace construit :**

La structure de l'espace construit passe par trois étapes historiques qui définiront la structure en trois zones :

La première c'est la période coloniale, c'était à cette époque un petit patelin composé de terres agricoles et un village au centre qui se formait de petites maisons, leurs gabarits dépassaient très rarement le R+1. Et la structuration urbaine était centralisée.

Le bâti suivait souvent la voie, les façades étaient alignées aux rues ce qui donnait un air d'urbanisation organisée.



Figure 65 maison coloniale (photo prise sur tassala el merdia)

Ensuite nous avons la période post coloniale qui se caractérise par le développement urbain anarchique, épaulé par une forte explosion démographique. Le bâti ne suit pas ou très peu de logique, cette période durera jusqu'au début des années 2000.



Figure 64 Carte illustrant le développement de la ville

Durant les années 2000, l'urbanisme de Tessala el Merdja s'est caractérisé par le développement des cités d'habitat collectif, cela dans le but de satisfaire la forte demande de logements, ces quartiers sont presque des cités d'urgence et se situent au nord de la ville, on a vu aussi beaucoup d'habitat précaire naître à cause de l'exode rural durant la décennie noire.



Figure 67 les habitats collectifs construits après les années 2000



Figure 68 Carte illustrant les nouvelles cités d'habitat collectif

## 2. Analyse du site d'intervention

L'architecture bioclimatique a toujours eu une relation très proche avec son environnement immédiat, anthropique ou naturel, c'est pour cela qu'une étude du site d'intervention est primordiale pour la conception architecturale bioclimatique, elle comporte les différentes caractéristiques morphologiques, climatiques, anthropiques et sociales

Ce chapitre nous permettra de bien cerner ces paramètres et de les mettre au service d'une bonne conception bioclimatique.

### 2.1. Situation géographique du site :

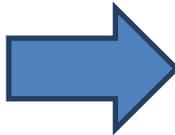


Figure 69 Photo aérienne du site (Google earth 2017)

Le site se situe à l'ouest de la ville de Tassala el Merdja, sur la route N67.

### 2.2. Morphologie et topographie :

Avec 128692 m<sup>2</sup>, le terrain constitue en grande partie la prochaine extension de Tassala el Merdja, sa forme est presque un pentagone avec deux angles qui sont presque droits au sud

Sa topographie est en très faible pente de 3.4% orienté sud.



### 2.3. Environnement immédiat

Notre terrain est entouré essentiellement par l'ouest et le sud de terres agricoles, par l'est d'une friche industrielle, par le nord d'habitat précaire et des logements AADL

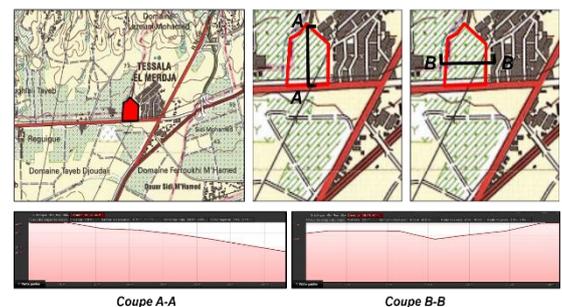


Figure 70 Topographie du site d'intervention source : auteur



Figure 71 Environnement immédiat source : auteur

## 2.4. Analyse climatique :

### 2.4.1. Ensoleillement

**Le diagramme solaire :** Le diagramme solaire est un outil permettant d'avoir l'azimut et la hauteur du soleil d'un endroit, à une heure et une date précises. On va présenter lors de cette étude le diagramme solaire de trois différentes dates.

21 Janvier 2016

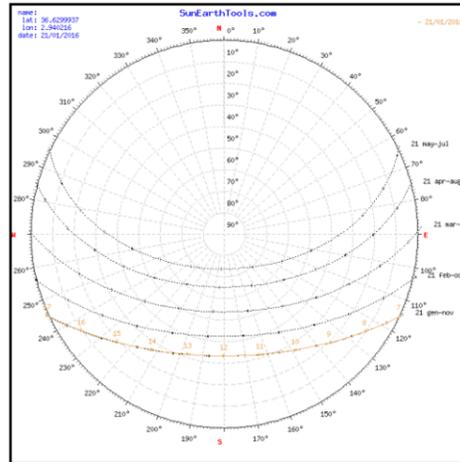


Figure 73 Diagramme solaire du 21 janvier.

21 Avril 2016

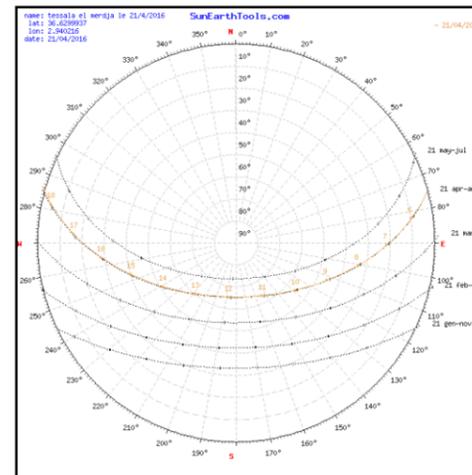


Figure 75 Diagramme solaire du 21 avril. (Source : Sun Tools).

21 Juillet 2016

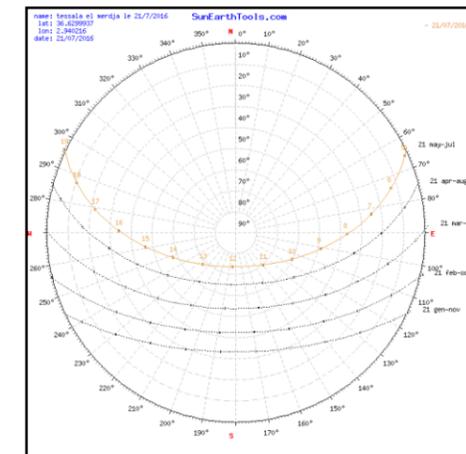


Figure 77 Diagramme solaire du 21 juillet. (Source : Sun Tools).

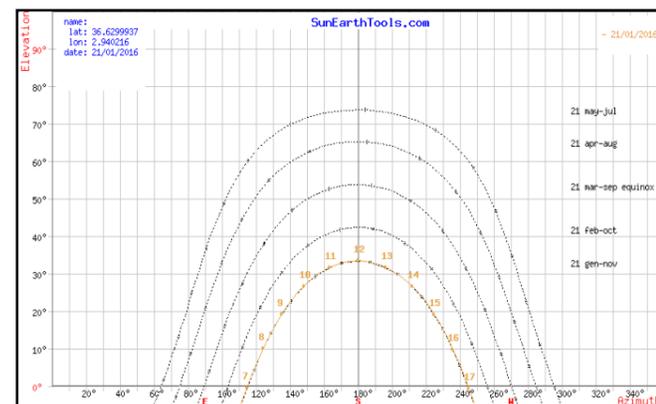


Figure 72 Courbe de soleil du 21 janvier.

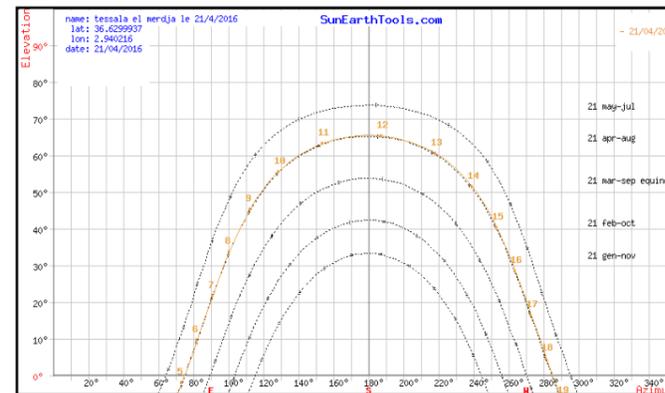


Figure 74 Courbe de soleil I du 21 avril. (Source : Sun Tools).

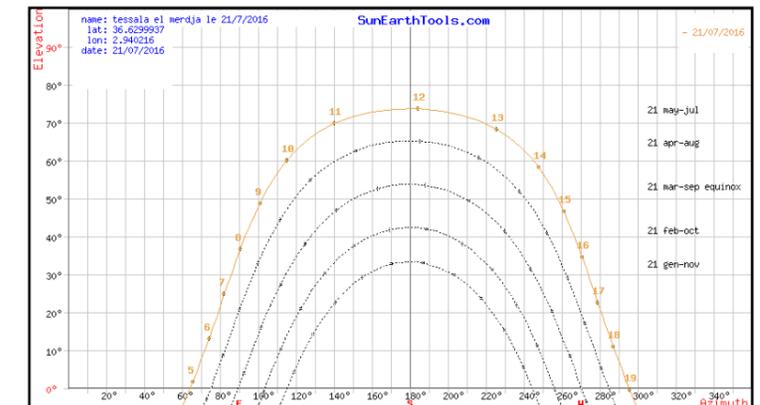


Figure 76 courbe de soleil I du 21 juillet. (Source : Sun Tools).

Tableau 8 Ensoleillement du site

Interprétation : la zone de Tessala el Merdja est une zone qui bénéficie d'un ensoleillement optimal, sa pente légèrement orienté sud amplifie cet ensoleillement, ce qui nous pousse à penser l'orientation de nos bâtiments pour permettre un meilleur gain solaire l'hiver et éviter la surchauffe l'été

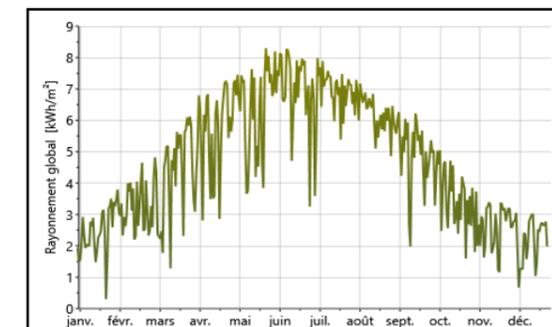
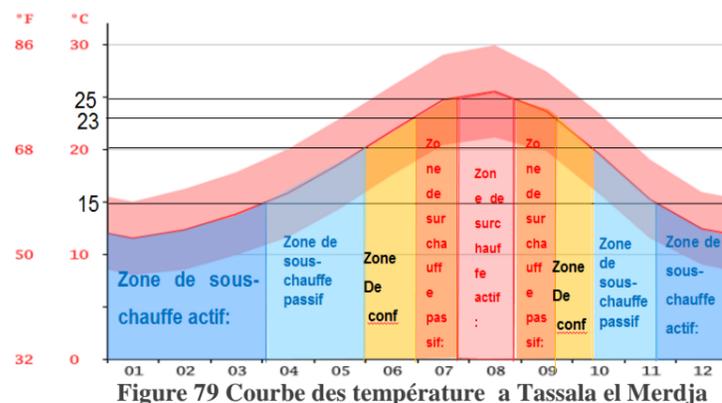


Figure 78 Diagramme de taux de rayonnement global durant les 12 mois. (Source : Ecotect).

### 2.4.2. Précipitation et températures:

Ce diagramme nous montre les précipitations en mm durant une année selon les mois, on peut en déduire que Tessala el Merdja reçoit une quantité importante de pluies excepté en été.

Ce diagramme nous montre que les différences de température entre été et hiver. Tessala el Merdja se caractérise par un climat chaud en été et de forte radiation solaire ce qui amplifie l'effet d'îlot de chaleur urbain.



### 2.4.3. Les vents :

Tessala el Merdja est situé dans la plaine de Mitidja ce qui en fait une région très sensible aux vents. Ce diagramme nous montre toute la vulnérabilité de Tessala el Merdja aux vents qui peuvent avoir une vitesse moyenne mensuelle de 14 km/h et une température de 27° C.

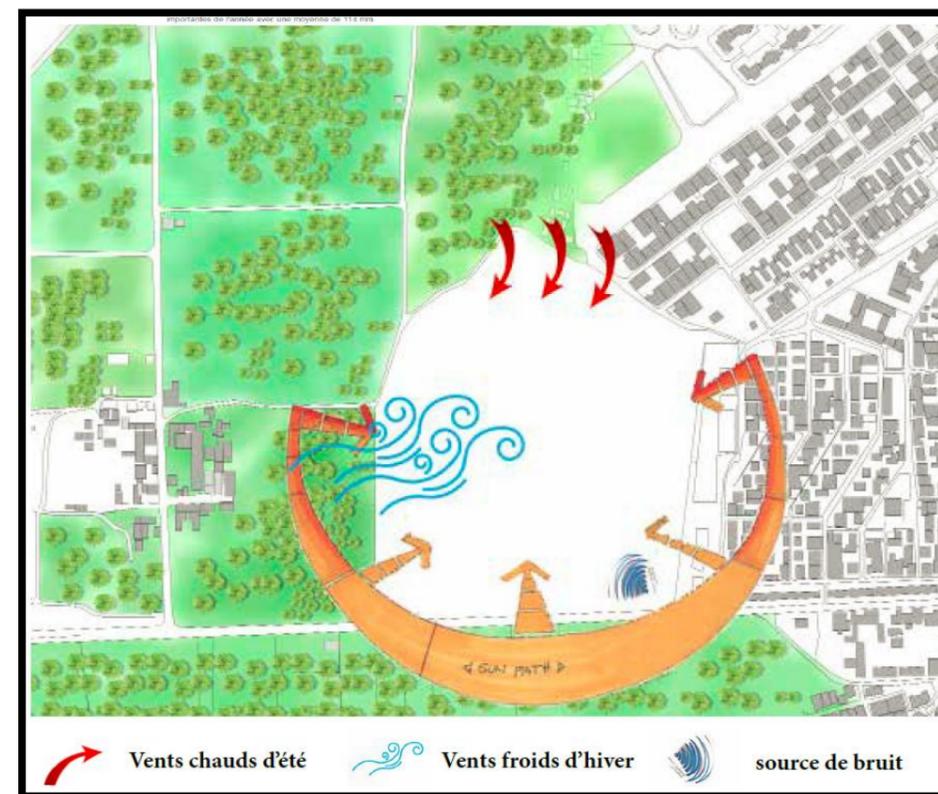
Mois de l'année	janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	Année
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	1-12
Direction du vent	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Probabilité du vent >= 4 Beaufort (%)	42	51	61	55	58	51	47	46	46	36	34	32	46
Vitesse du vent moyenne (kts)	12	13	14	13	13	12	12	12	12	11	10	10	12
Temp. de l'air moyenne (°C)	15	14	16	19	21	24	27	27	25	23	19	16	20

Figure 80 vitesse et température des vents à Tassala el Merdja

Tableau 9 températures, précipitations et vents.

### 2.5. Synthèse et recommandation :

- Prendre en considération le système viarie existant et créer une continuité avec l'ancienne ville.
- Adopter une morphologie qui s'adapte au climat de la région.
- concevoir un quartier en prenant en compte les aspects microclimatiques du site (trajectoires et vitesse des vents, hauteurs du soleil, précipitations)
- programmer les différentes activités en prenant en compte les différents équipements déjà présents dans la ville.



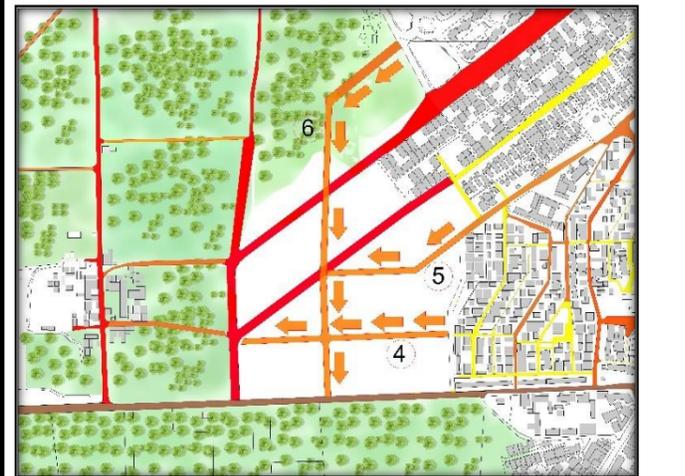
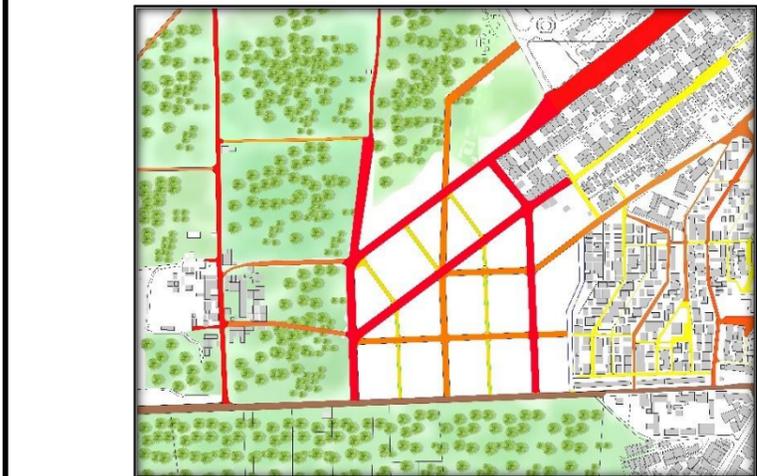
### 3. Le projet d'étude

Le projet d'étude est le fruit de toute la recherche qui s'est faite dans les chapitres précédents, elle comporte les différents concepts de morphologie urbaine, de l'architecture bioclimatique, les différentes techniques de promotion de la lutte contre le phénomène atmosphérique d'îlot de chaleur urbain et d'arriver à un meilleur confort thermique à différents échelles.

#### 3.1. Structuration urbaine (échelle du quartier) :

##### 3.1.1. Les étapes de structuration du terrain :

Tableau 10 structuration du site en étapes

Etape 1	Etape 2	Etape 3	Etape 4
			
<p>Figure 82 Carte de la première étape de la structuration du site source: auteur</p>	<p>Figure 83 Carte de la deuxième étape de la structuration du site. Source: auteur</p>	<p>Figure 84 Carte de la troisième étape de la structuration du site. Source: auteur</p>	<p>Figure 85 Carte de la quatrième étape de la structuration du site. Source: auteur</p>
<p>Afin de permettre une meilleure circulation et un meilleur fonctionnement de la ville, l'extension de cette dernière se fait par la continuité des voies et leur structuration en créant une relation entre l'ancien quartier et le nouveau. Dans notre cas nous devrions démolir quelques habitations précaires qui forment une barrière à l'évolution de la ville au nord de notre site. A l'est on peut trouver un hangar ancien qui lui aussi forme une barrière à la continuité des voies et à l'évolution de la ville vers l'ouest.</p>	<p>On relie notre nouvelle structuration à des voies importantes ce qui va nous permettre de lier notre terrain avec les bâtiments AADL existants au nord de Tessala el Merdja mais aussi au quartier résidentiel en contact direct avec notre terrain A l'est, la continuité de ces voies permettra le bon fonctionnement de la ville et du quartier et de le relier à l'ancienne ville et de créer une certaine dynamique au sein du quartier, de lui permettre d'être fonctionnelle et fréquentée, mais aussi pour assurer le flux pour permettre le bon fonctionnement des commerces.</p> <p> Statut 1</p>	<p>Cette étape nous permet de tisser encore notre structuration à l'ancienne ville avec la continuité des voies moins importantes, ce qui nous permettra de diviser le terrain en 7 îlots distincts, et d'avoir une idée générale sur toutes les voies structurantes de notre site.</p> <p> Statut 2</p>	<p>Maintenant que les voies structurantes de notre Quartier ont été projetées, on peut passer aux projections des voies parallèles qui seront moins importantes et serviront de voies piétonnes et cyclables et permettront de diviser chaque îlot en 2 îlots plus petits mais qui seront reliés fonctionnellement, mais aussi formellement. Ces voies secondaires seront aussi un outil permettant la création de percées visuelles et réduiront la compacité du bâti en augmentant sa porosité, leur rôle est de faire passer le cœur de l'îlot à un statut semi privé, les deux voies créées à l'est de notre terrain permettront la création de nouveaux îlots qui sont moins réguliers que les autres mais ils auront comme rôle d'absorber l'irrégularité de l'ancienne ville pour permettre une continuité plus régulière.</p> <p> Statut 3</p>

### 3.1.2. Le statut des voies :

Les statuts des voies sont le résultat des continuités des anciennes voies et leurs importances dans l'ancienne ville, ce qui permet de créer une certaine concordance entre le nouveau quartier et l'ancien, cela permet aussi d'éviter une rupture brusque entre les quartiers et d'avoir une transition tout en gardant les axes routiers.

- Routes territoriales
- Statut 1
  - Statut 2
  - Statut 3
- 



Figure 86 carte des statuts des voies du site source : auteur

### 3.1.3. Les nœuds :

Les nœuds sont les endroits à haute fréquentation car ils sont l'intersection entre deux ou plusieurs routes plus ou moins importantes, leur statut dépend de l'importance des voies en question.

-  Nœud statut 1
-  Nœud statut 2

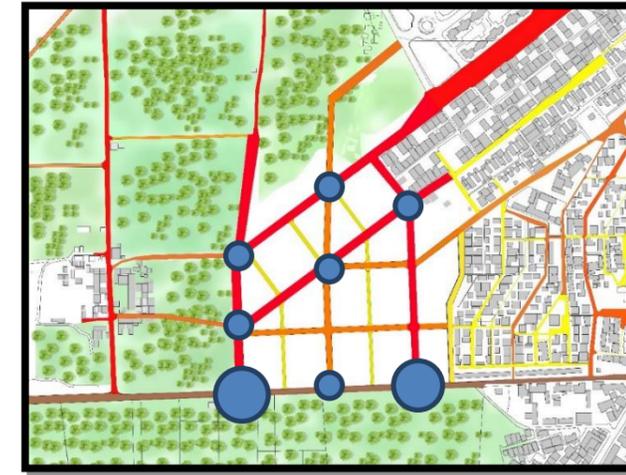


Figure 87 les nœuds du projet source: auteur

Tableau 11 statut des voies et noeuds

### 3.1.4. Fonctions des ilots

Après avoir structuré le quartier, nous avons comme résultat des ilots de différentes tailles et importance, Le nouveau quartier servira aussi de nouveau centre urbain, et un jardin central visant à faire profiter l'habitant de l'ancienne et de la nouvelle ville.

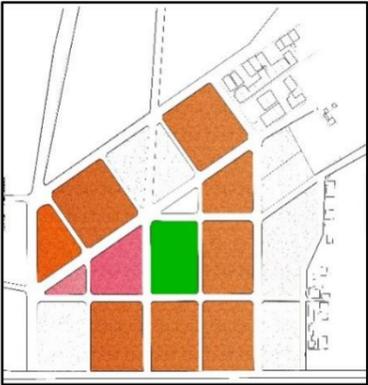
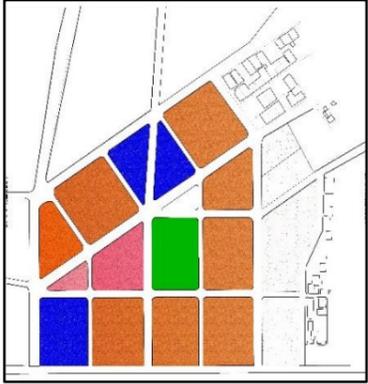
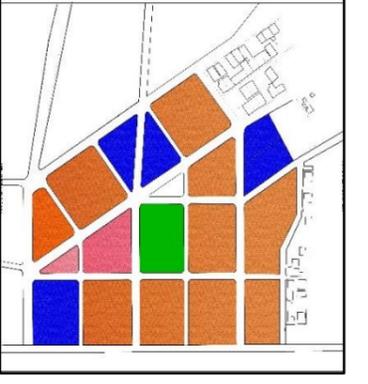
Centre de l'îlot	Habitat collectif	Habitat semi collectif	Equipements	Ilots de jonction
<p>Au centre de l'îlot, nous aurons un jardin qui sera accessible pour les habitants du nouveau quartier et de la nouvelle ville, ce jardin permettra une meilleure mixité sociale et une meilleure densité végétale dans le quartier</p> 	<p>Cette étape consiste à entourer notre centre d'îlot d'habitat collectif qui va constituer la majeure partie de notre quartier.</p> 	<p>Pour une meilleure mixité sociale 2 ilots ont été affectés à l'habitat semi collectif.</p> 	<p>des espaces dédiés aux équipements pour traiter les nœuds importants existants dans le quartier</p> 	<p>Les ilots situés à l'est de notre quartier, sont de formes irrégulières et servent principalement d'un point de vue morphologique à absorber l'irrégularité de la ville. La fonction de ces ilots a été divisée entre habitat collectif et équipements</p> 

Tableau 12 Fonctions des Ilots

- Surfaces affecté aux différentes fonctions :

<b>Fonction</b>	<b>Surface en (m2)</b>
<b>Habitat collectif</b>	<b>77200</b>
<b>Habitat semi collectif</b>	<b>6990</b>
<b>Equipements</b>	<b>23720</b>
<b>Jardins</b>	<b>7160</b>

### 3.1.5. Emplacement et surface des équipements

<b>Equipements</b>	<b>Surface en (m2)</b>
<b>Ecole primaire</b>	<b>3733</b>
<b>Polyclinique</b>	<b>3785</b>
<b>Commissariat</b>	<b>4100</b>
<b>Centre sportif</b>	<b>5102</b>
<b>Mosquée</b>	<b>7000</b>

Tableau 14 Surfaces affectés aux différents équipements



Figure 88 fonctions des îlots du projet source auteur

### 3.1.6. Conception du bâti :

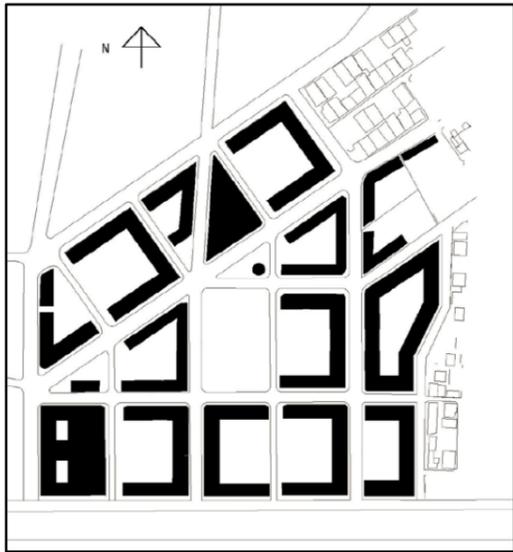
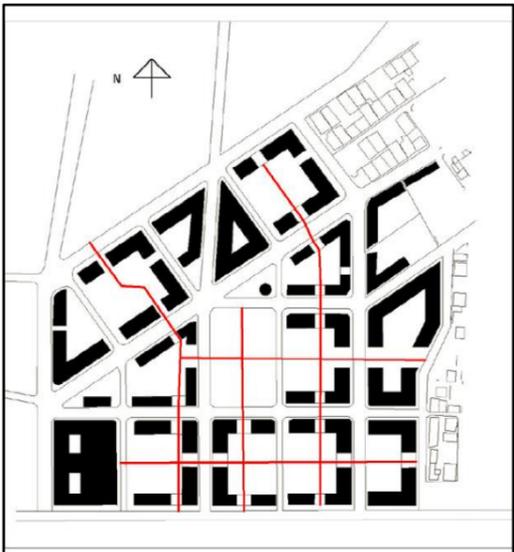
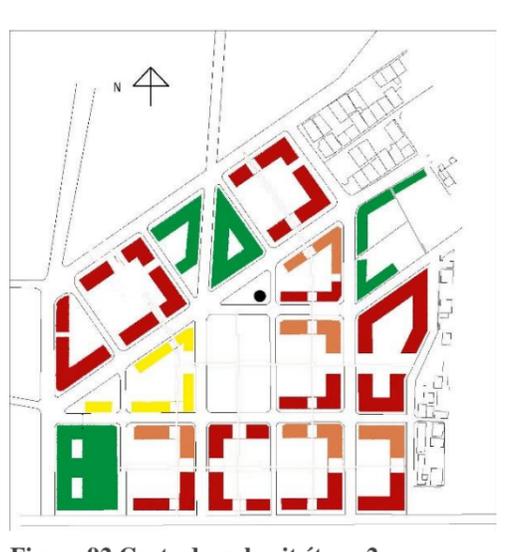
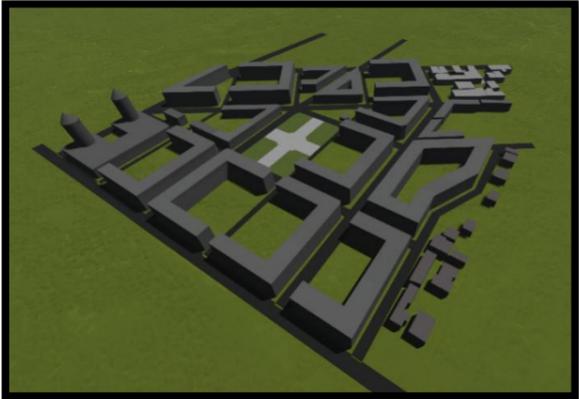
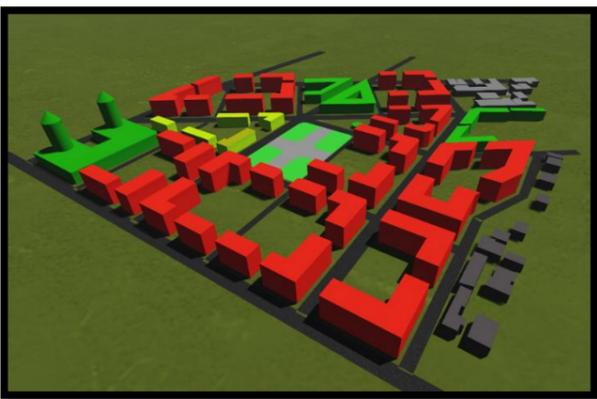
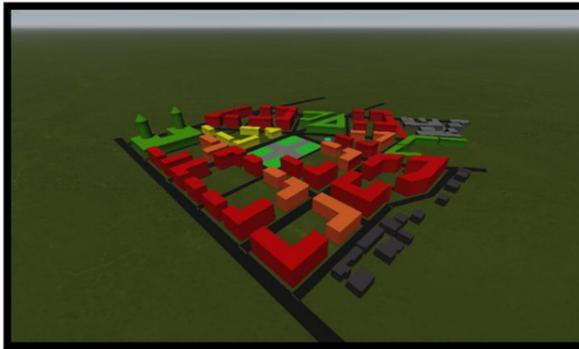
	Etape 1 : forme en U	Etape 2 : création des percés	Etape 3 : gabarit	Etape 4 : correction du gabarit
En plan	 <p>Figure 89 Carte du bâti étape 1 source : auteur</p>	 <p>Figure 90 Carte du bâti étape 2 source: auteur</p>	 <p>Figure 91 Carte du gabarit étape 1 source auteur</p> <p> <span style="color: red;">■</span> R+5  <span style="color: orange;">■</span> R+4  <span style="color: yellow;">■</span> R+2  <span style="color: green;">■</span> R+1         </p>	 <p>Figure 92 Carte du gabarit étape 2 source auteur</p>
En 3D	 <p>Figure 93 3D du bâti étape 1 source auteur</p>	 <p>Figure 94 3D du bâti étape 2</p>	 <p>Figure 95 3D du gabarit étape 1</p>	 <p>Figure 96 3D du gabarit étape 2</p>
Explication	<p>Selon les différentes études qu'on a fait sur les différentes morphologies urbaines et leurs relations avec le phénomène d'îlot de chaleur urbain, on a constaté que la typologie d'îlot semi ouvert de Lyon Confluence conçu par Herzog et Demeron a un meilleur rendement énergétique que l'îlot ouvert de Portzamparc, quant à l'îlot intermédiaire ne satisfait pas l'objectif d'intégration à la ville.</p> <p>Dans un premier temps nous allons projeter le bâti en s'alignant aux voies et en forme de U.</p>	<p>En suite pour des raisons morphologiques, pour permettre un réseau urbain poreux mais aussi pour des raisons fonctionnelles, nous avons percé ce bâti en créant des liens entre les différents cœurs d'îlots.</p>	<p>dans un premier temps le gabarit est choisi par le type d'équipements.</p>	<p>on aura ensuite recours à l'étude de l'ensoleillement et de l'ombre pour réguler le gabarit et permettre à chaque bâti un accès aux rayons solaires.</p>

Tableau 15 Conception du Bâti.

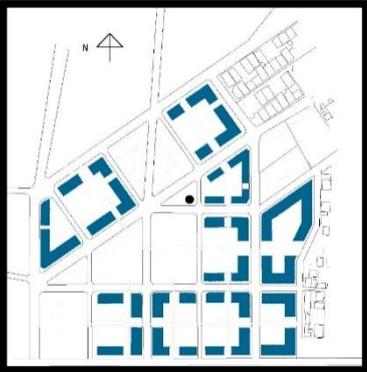
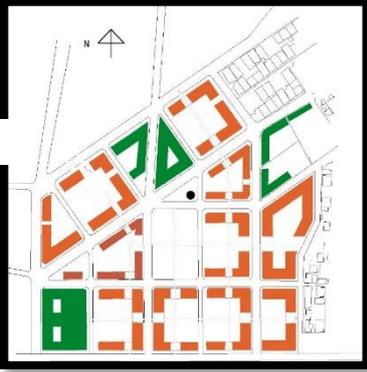
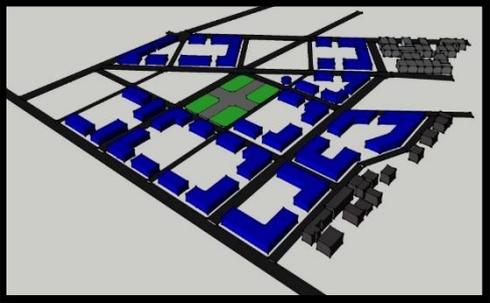
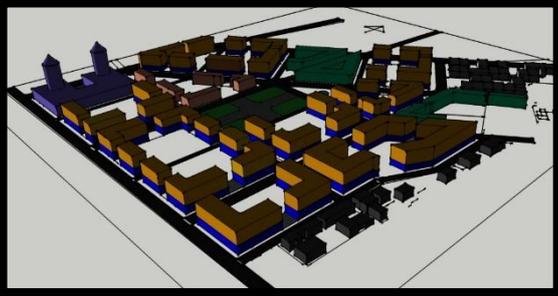
	Etape 1 commerces Rdc	Etapes 2 autres équipements
En plan	 <p>Figure 97 fonctions étages inférieurs. sources auteur</p>	 <p>Figure 98 Carte des fonctions du bâti source auteur</p>
En 3D	 <p>Figure 99 3D des fonctions des étages inférieurs. source : auteur</p>	 <p>Figure 100 3D des fonctions du bâti .source : auteur</p>
Explication	La fonction du Bâti au rez de chaussée sera principalement dédiée aux commerces et services	Viendrons ensuite se poser les différents habitats et équipements

Tableau 16 Fonction du Bâti.

### 3.1.7. Aménagement extérieur :

Dans l'aménagement de notre quartier on peut distinguer deux différentes typologie de jardin l'une publique (centre du quartier) et l'autre semi privé (centres des ilots)

Figure 101 Aménagement extérieur. Source : auteur





3.1.8. Principes bioclimatiques et durables à l'échelle du quartier.

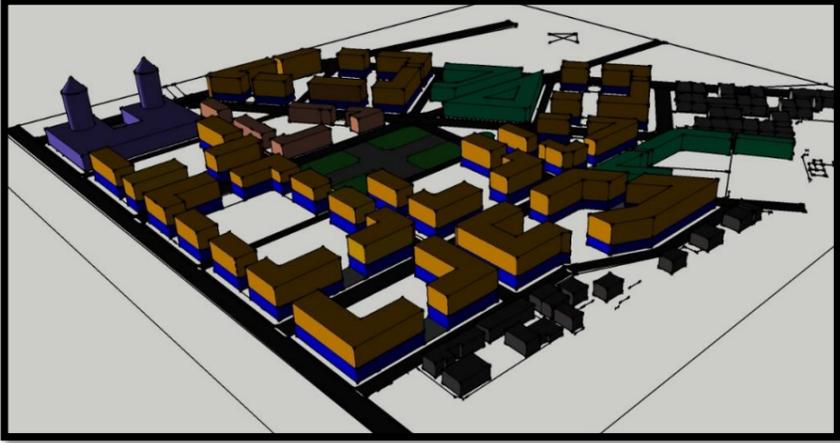
3.1.8.1. L'intégration au maillage de la ville	3.1.8.2. La mixité fonctionnelle	3.1.8.3. La mixité sociale
 <p>Figure 102 Carte de structuration. Source: auteur</p>	 <p>Figure 103 3D des fonctions. Source: auteur</p>	 <p>Figure 104 Jardin et cœur d'îlots. Source: auteur</p>
<p>Le quartier a été conçu d'une façon à donner de l'importance à la voie pour permettre un meilleur fonctionnement de la ville et pour donner plus de fluidité au trafic routier et ainsi réduire l'émission des gaz à effet de serre qui peuvent nuire à la qualité de l'air et au confort thermique</p>	<p>Un déploiement des équipements et du commerce dans le but de réduire les déplacements nous assure une bonne mixité fonctionnelle au sein du quartier, l'habitat intégré représente aussi une mixité fonctionnelle à une échelle plus réduite</p>	<p>Les différents types d'habitat et les cœurs d'îlot en jardins permette une bonne mixité sociale, les passages vers l'ancienne ville donne à notre quartier une dimension sociale qui regroupe des habitants de différents niveau social.</p>

tableau17Principes bioclimatiques et durables à l'échelle du quartier

### 3.2. Aménagement de l'îlot (échelle de l'îlot)

#### 3.2.1. Choix de l'îlot d'étude :

Cet îlot est choisi d'un part à cause de son alignement à deux axes très important de notre quartier, de sa forme relativement simple et de son vis-à-vis qui est très avantageux (terre agricole aux nord et à l'ouest et le nouveau quartier au sud et à l'est)

Caractéristiques de l'îlot :

Surface : 8827.6 m<sup>2</sup>

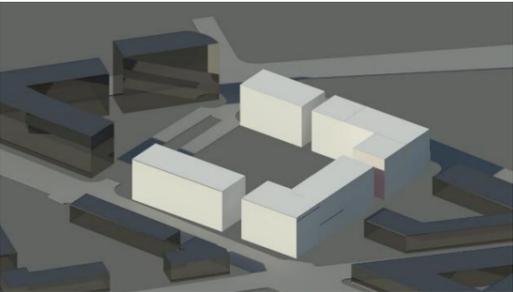
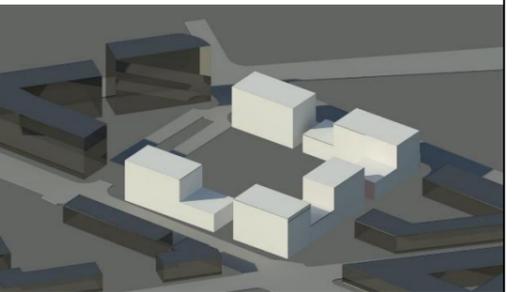
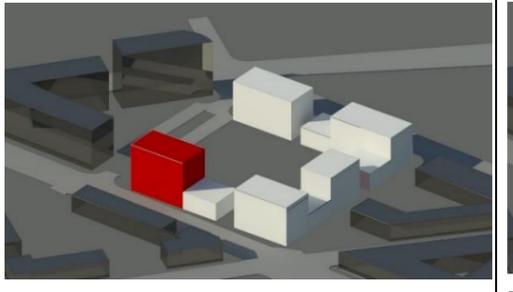
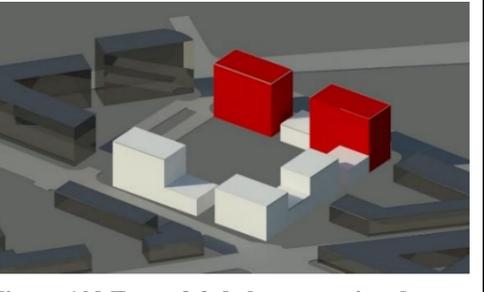
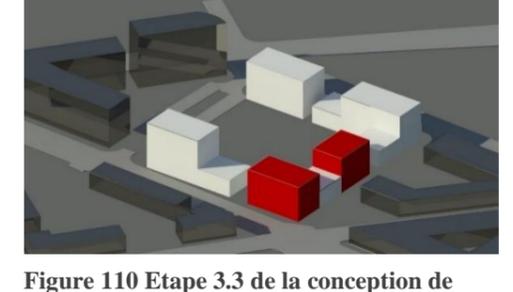
Affectation : habitat collectif

3 façades sur voies mécaniques et une façade sur voie piétonne



Figure 105 3D de l'îlot choisi. Source: auteur

#### 3.2.2. étapes de la conception morphologique (genèse de la forme) :

Etape 1	Etape 2	Etape 3	Etape 3.2	Etape 3.3
 <p>Figure 106 Etape 1 de la conception de l'îlot en 3D. Source: auteur</p>	 <p>Figure 107 Etape 2 de la conception de l'îlot en 3D. Source: auteur</p>	 <p>Figure 108 Etape 3 de la conception de l'îlot en 3D. Source: auteur</p>	 <p>Figure 109 Etape 3.2 de la conception de l'îlot en 3D. Source: auteur</p>	 <p>Figure 110 Etape 3.3 de la conception de l'îlot en 3D. Source: auteur</p>
<p>Le bâti est disposé en forme de U en suivant les voies qui structurent ce dernier. Des percées ont été mises de chaque côté de l'îlot pour permettre une circulation et servent aussi de percées visuelles.</p>	<p>La largeur des bâtiments a été réduite pour permettre une meilleure porosité dans l'ensemble de l'îlot</p>	<p>Des changements dans le gabarit pour une meilleure rationalité ou pour un meilleur ensoleillement</p>		

#### 3.2.3. Étude de l'ensoleillement

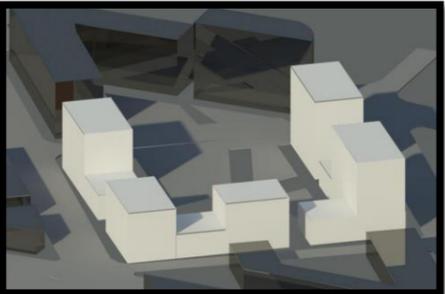
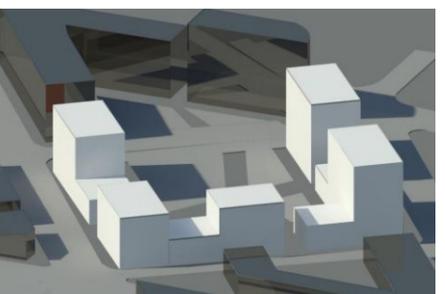
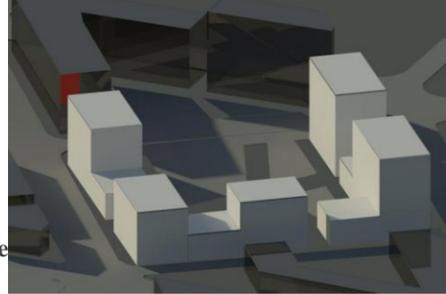
15 janvier à 9h	Le 15 janvier à 12h	15 janvier à 15h
 <p>Figure 111 Ensoleillement le 15 janvier à 9h. Source: auteur</p>	 <p>Figure 112 Ensoleillement le 15 janvier à 12h. Source: auteur</p>	 <p>Figure 113 Ensoleillement le 15 janvier à 15h. Source: auteur</p>

tableau19 Etude de l'ensoleillement a l'échelle de l'îlot

### 3.2.4. Fonctions du bâti de l'îlot

Les commerces s'alignent tout au long des voies et des étages inférieurs, et le reste est dédié à l'habitat

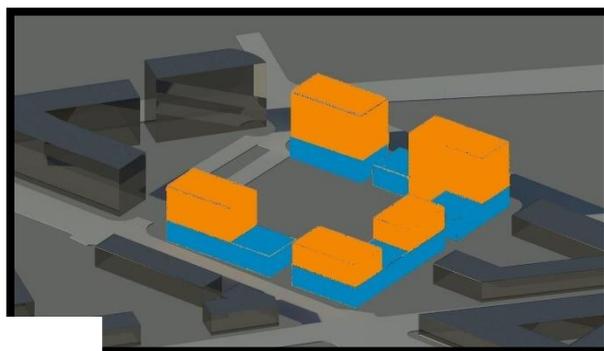


Figure 114 fonction du bâti de l'îlot.  
Source: auteur

### 3.2.5. Aménagement extérieur

L'aménagement intérieur est conçu de façon à ne pas interrompre le parcours des piétons traversant l'îlot, mais aussi de façon à avoir un bon taux de végétation et de minéralisation en ayant des jardins et des fontaines, qui seront des espaces perméable à faible porosité.

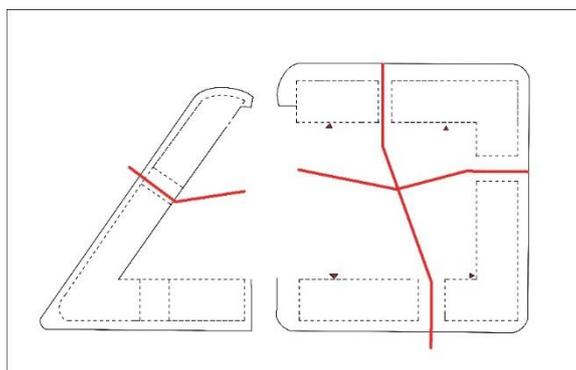


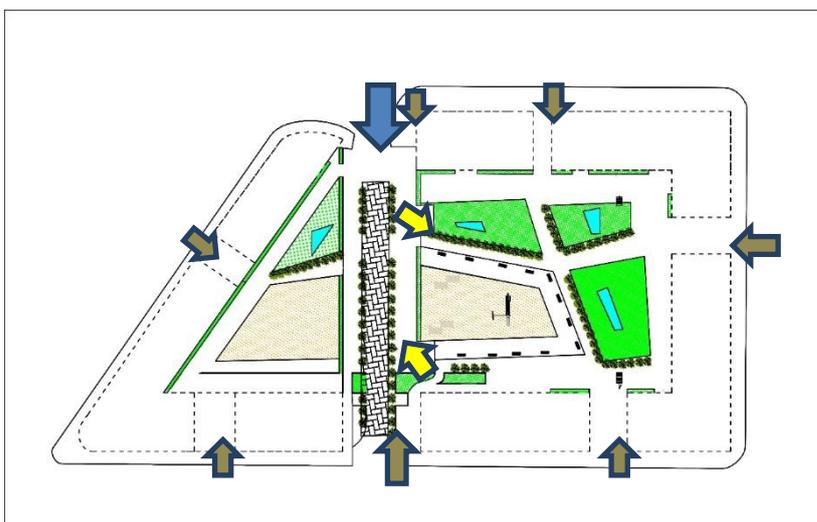
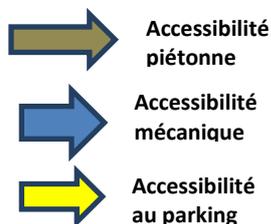
Figure 115 Carte de l'aménagement extérieur étape 1. Source: auteur

L'îlot en questions sera doté de 3 espaces végétalisés, de 2 fontaines et d'un espace de jeux pour enfants pour permettre une meilleure mixité sociale.



Figure 116 Carte de l'aménagement extérieur. Source: auteur

Figure 117 Carte d'accessibilité à l'îlot. Source: auteur



### 3.2.6. Principes bioclimatiques à l'échelle de l'ilot

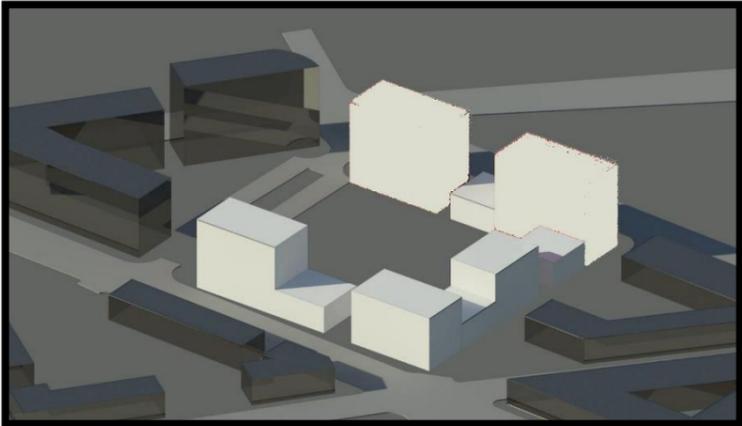
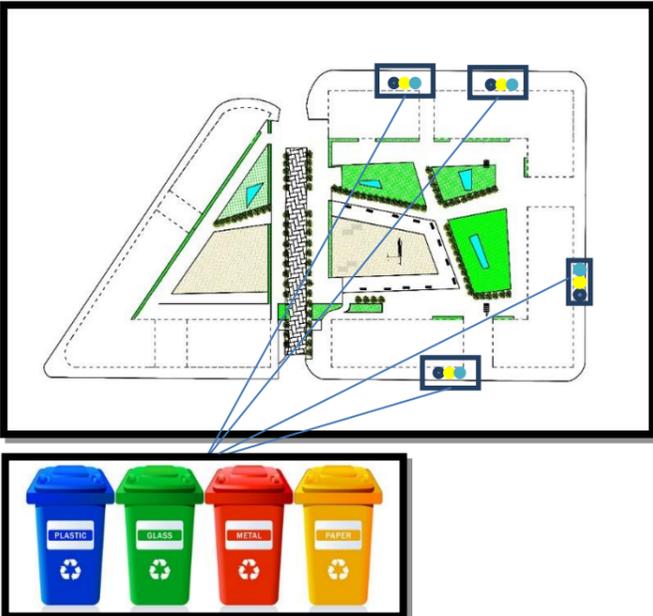
Conception Morpho-climatique	les matériaux à l'échelle de l'ilot	Gestion de déchet
 <p>Figure 118 Morphologie de l'ilot. Source: auteur</p>	 <p>Figure 119 pavé (wikipedia, 2017)</p>	 <p>Figure 120 carte de disposition des bacs a déchets. Source: auteur</p>
<p>A l'aide des indicateurs et concepts morpho-climatiques, nous avons conçu le bâti de l'ilot de façon à le rendre compact pour réduire les ponts thermiques, la végétation et la porosité ont été parmi les principes utilisés pour limiter l'effet de l'ilot de chaleur urbain</p>	<p>À l'échelle de l'aménagement de l'ilot, les matériaux utilisés sont principalement destinés à lutter contre le phénomène d'ilot de chaleur urbain, les chemins piétons entre les jardins et les aires de jeux seront les dalles imperméables avec des jointures perméables, clair avec un haut albédo, pour permettre un meilleur confort thermique pour les piétons et éviter l'effet d'ilot de chaleur urbain. Pavé : Le pavé sera disposé principalement dans les allées piétonnes, celui-ci permettra une bonne perméabilité et dispose d'un fort albédo. Le sable dans les aires de jeux est un élément perméable qui a un albédo qui se situe entre 0.35 et 0.45 ce qui en fait un matériau intéressant dans l'aménagement urbain des aires de jeux.</p>	<p>A l'aide d'une bonne disposition des bacs à ordures et d'une gestion du ramassage, on peut contribuer à améliorer le confort olfactif et visuel des cités et de préserver leur propreté.</p>

tableau20Principes bioclimatiques à l'échelle de l'ilot

### 3.3. Aménagement du bâti à l'échelle du bâtiment

#### 3.3.1. Fonction intérieurs :

Le rez de chaussée est constituée de commerces et service.



- Commerces de proximité
- Centre commercial
- Crèche
- Agence d'une banque
- Salle de sport
- Gestion et administration

Figure 121 carte des fonctions du rez de chaussée source : auteur

#### 3.3.2. Typologie d'appartements



L'objectif dans cette étape et de créer une diversité dans les typologies pour permettre une mixité sociale.

- F3
- F4
- F5

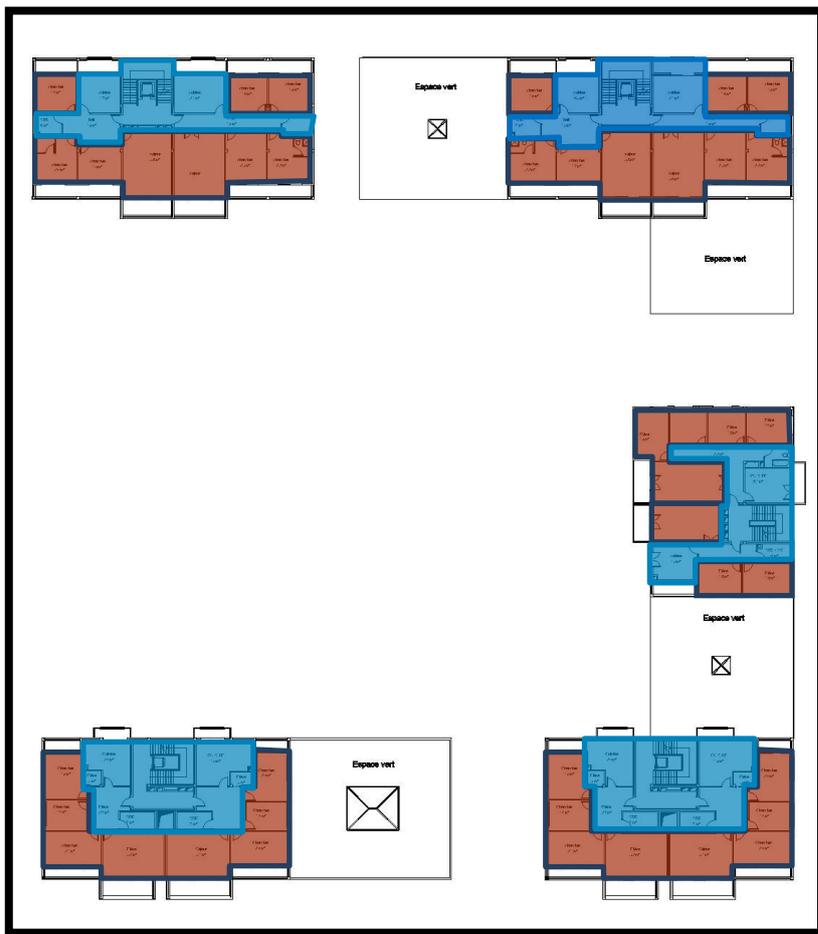
Figure 122 Carte des fonctions des étages courants source : auteur

### 3.3.3. Orientation des espaces et apports solaires

- Espace de vie
- Espace tampons

L'orientation est l'un des piliers de l'architecture bioclimatique,  
 Le but ici est de placer les espaces tampons au nord et les espaces de vie au sud, pour permettre un ensoleillement optimale pour les espaces de vie

Figure 123 carte des fonctions entre espaces tampons et espaces de vie  
 source : auteur



- Fort apport
- Apport moyen
- Faible apport

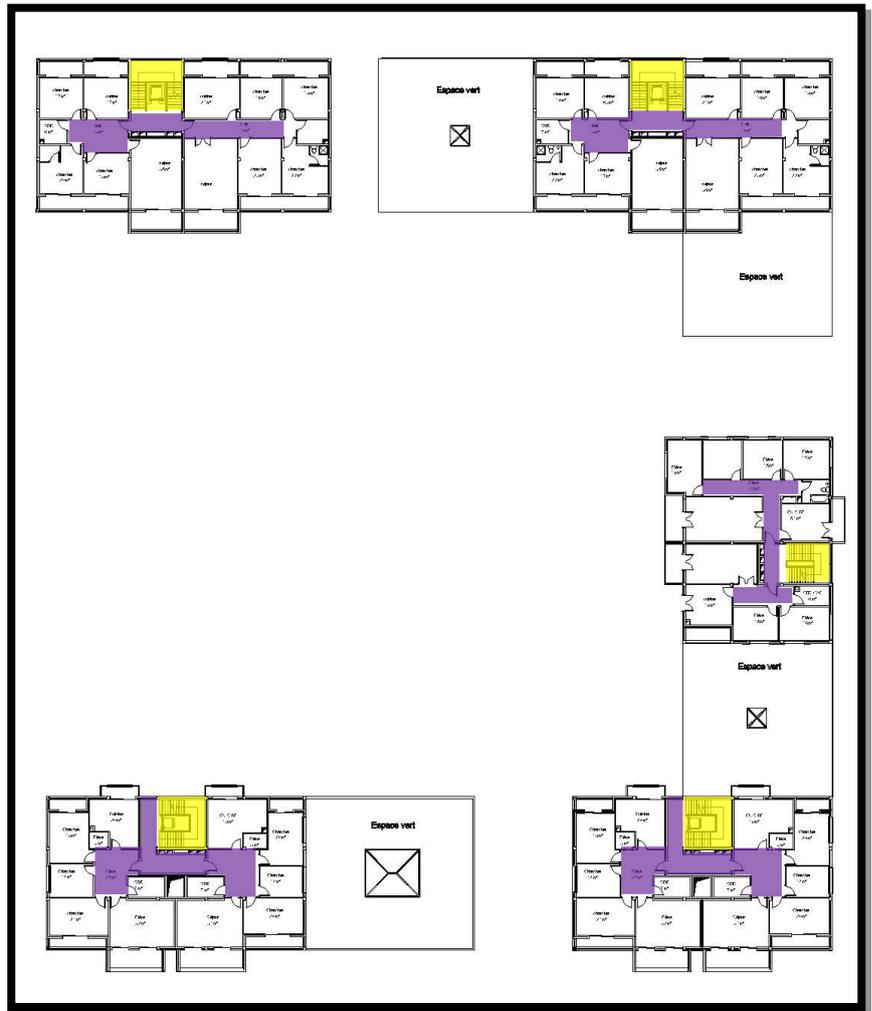
Figure 124 Carte des apports solaire source : auteur



### 3.3.4. Circulation

-  Circulation verticale
-  Circulation horizontale

Figure 125 Carte des circulations. Source: auteur

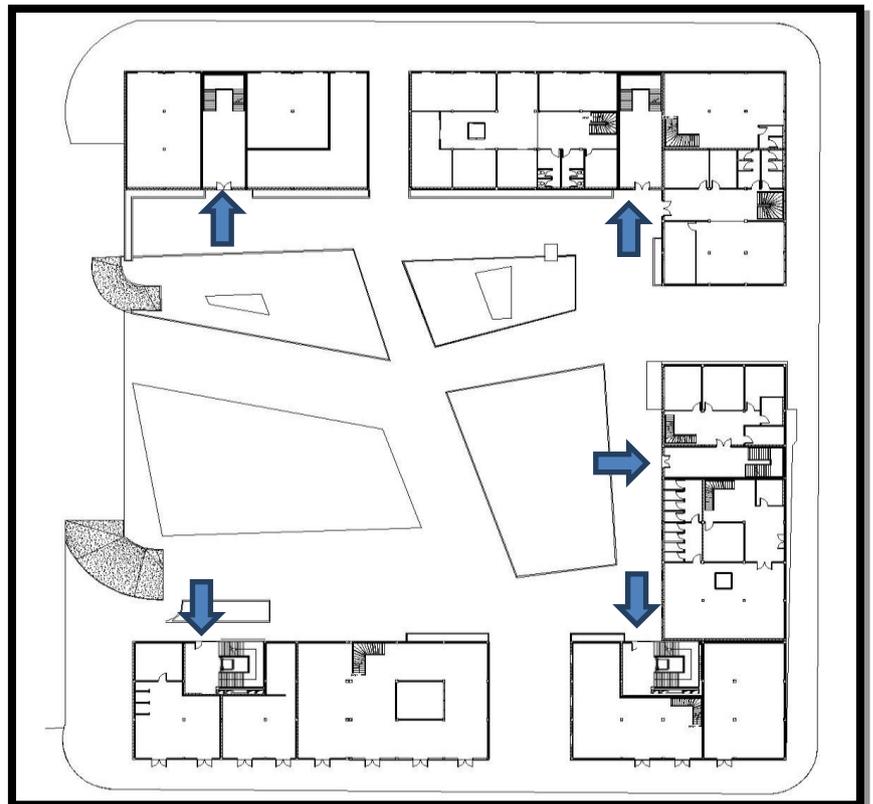


### 3.3.5. Accès aux blocs :

L'accès aux blocs se fait par l'intérieur de l'îlot pour créer une hiérarchisation des espace en allant du public au privé en passant par le semi public

-  Accès aux blocs

Figure 126 Carte des accès aux blocs source: auteur



### 3.3.6. L'expression des façades

Sur sa façade sud, le projet a des ouvertures assez larges pour permettre un meilleur apport solaire, avec un moucharabieh au niveau des commerces pour donner un aspect esthétique et moderne au bâtiment.



Figure 127 Schéma de la façade sud

Au sud un mur rideau tout au long des escaliers permet leur éclairage.

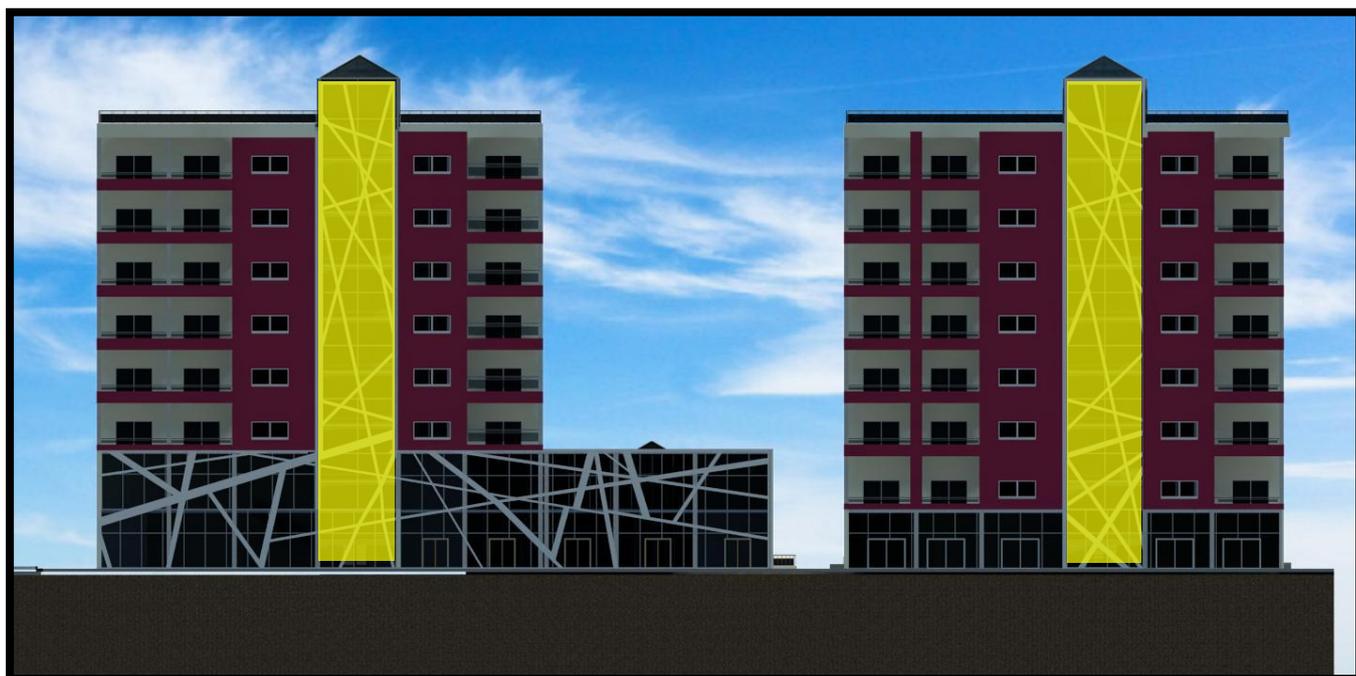


Figure 128 Schéma de la façade nord

Des éléments de décoration sont ajoutés pour avoir une façade dynamique et esthétique.



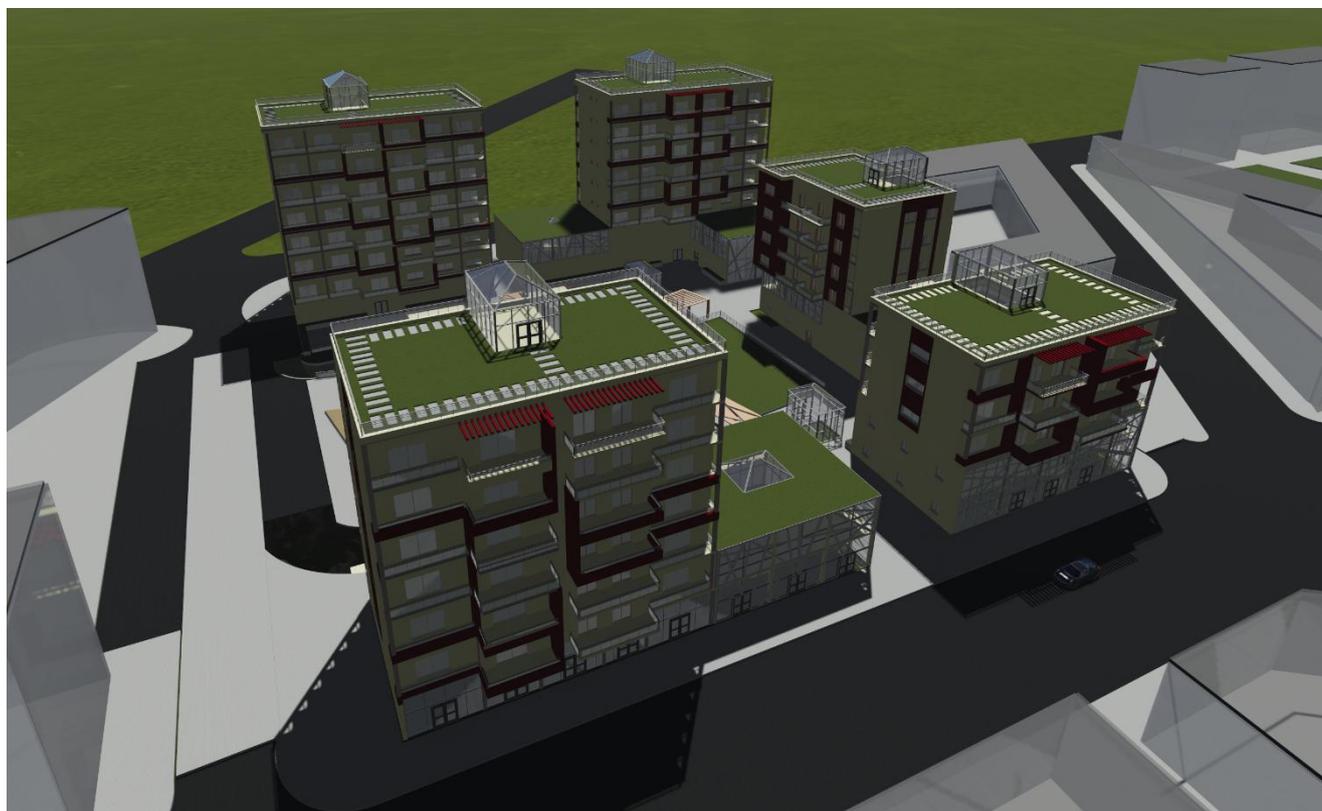
Figure 129 éléments esthétique et décoratif sur la façade. Source: auteur

Perspective et 3D du projet :

Vue 1



Vue 2



Vue 3 :



### 3.3.7. Principes bioclimatiques à l'échelle du bâtiment

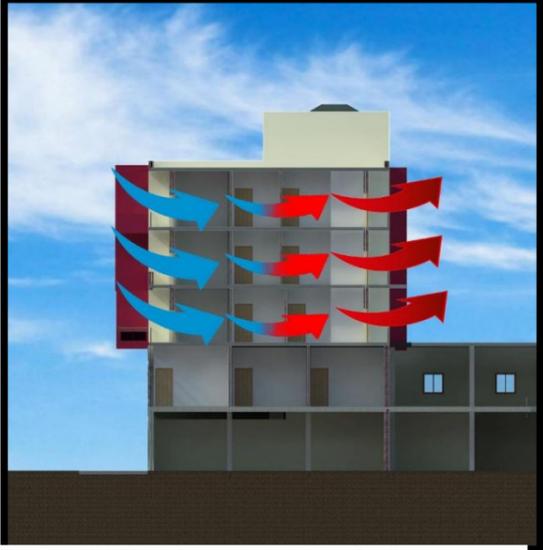
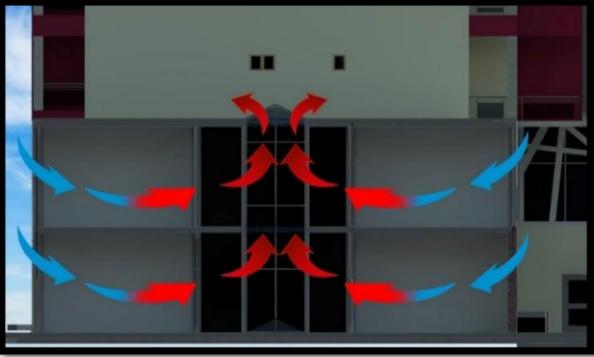
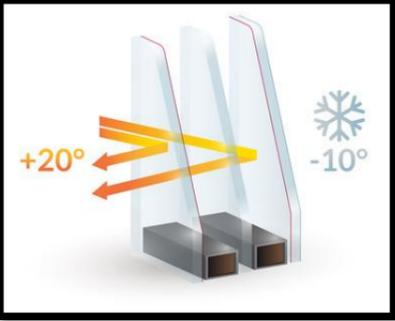
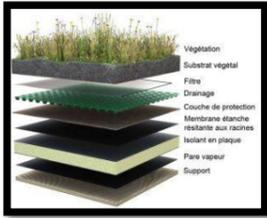
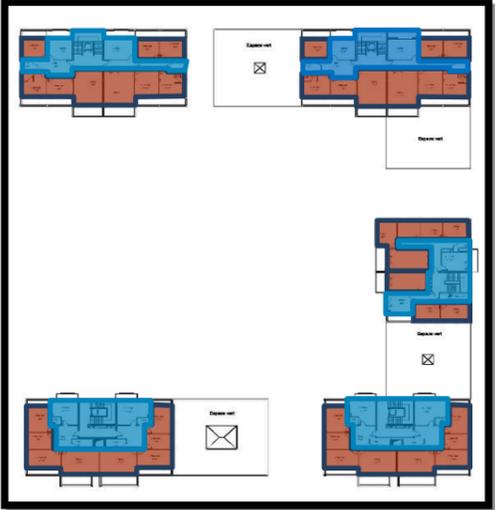
<p><b>Ensoleillement</b></p> <p>Le gabarit du projet est conçu d'une façon à permettre aux rayons solaires d'accéder à tous les blocs.</p>  <p><b>Figure 130 Ensoleillement des blocs. Source: auteur</b></p>	<p><b>Ventilation transversale</b></p> <p>La ventilation transversale est le type qui a été choisis pour aérer les espaces intérieurs de notre projet.</p>  <p><b>Figure 131 Ventilation transversale, Source : auteur</b></p>	<p><b>Ventilation par atrium</b></p> <p>pour certains services et équipements, la ventilation se fera par atrium, qui permettra de renouveler l'air mais aussi d'éclairer ces espaces</p>  <p><b>Figure 132 ventilation par atrium Source: auteur</b></p>	<p><b>L'isolation</b></p> <p>on a choisis comme isolant le polystyrène pour sa disponibilité et pour ses performances. Un système de triple vitrage a été intégré à tous les vitres du projet.</p>  
<p><b>Toits végétalisés</b></p> <p>les toits des blocs seront végétalisés, cette végétation permettra d'humidifier l'air et de réduire par conséquent l'effet d'îlot de chaleur urbain.</p>  	<p><b>Orientation des espaces</b></p> <p>les espaces de vie ont été orienté sud par contre les espace tampon sont au nord</p> 	<p><b>Matériaux de revêtement</b></p> <p>une peinture réfléchissante a un grand albédo, qui permet de réduire l'effet d'îlot de chaleur urbain.</p> 	<p><b>Compacité</b></p> <p>une bonne compacité permet de réduire les ponts thermiques, et de diminuer la consommation énergétique.</p> 

Tableau 21 Principes bioclimatiques à l'échelle du bâtiment

**Conclusion :**

Sur ce projet nous avons appliqué plusieurs principes bioclimatiques principalement sur trois échelles :

- ❖ La première étant celle du territoire, le but était de lier notre quartier avec l'ancien maillage et de définir les ilots comme outil de définition du lieu théorique du projet
- ❖ La deuxième étant celle de l'îlot qui a pour but d'augmenter le confort thermique à ce niveau et d'avoir un quartier qui répond aux exigences morphologiques.
- ❖ La troisième qui est celle du bâtiment qui vise à améliorer le confort thermique à l'échelle de la cellule et de réduire la consommation énergétique.

Le prochain chapitre nous permettra de jauger les capacités de notre projet sur ces différentes échelles.

## Chapitre III évaluation et simulation

---

La qualité environnementale d'un projet est un critère d'actualité, elle peut être jugée de différentes manières et différentes méthodes, plusieurs labels ont été créés dans ce but, dans ce chapitre on va aborder principalement deux méthodes pour juger deux aspects sur deux échelles complémentaires.

La première sera la qualité morpho-climatique du projet quant à la lutte contre l'îlot de chaleur urbain, elle permettra d'assurer les objectifs liés au confort thermique extérieur et les objectifs environnementaux.

La deuxième sera la qualité thermique du bâtiment elle permettra de répondre à nos objectifs de confort thermique intérieur et à l'efficacité énergétique des cellules et aux exigences économiques.

# 1. L'évaluation morpho-climatique

L'évaluation morpho-climatique est un concept qui vise principalement à connaître la qualité de la morphologie d'un projet pour créer un microclimat confortable, il permet de cerner les lacunes et de les corriger avec des indicateurs morphologique (voir état de l'art).

On va procéder dans ce chapitre à avoir une comparaison entre les valeurs des indicateurs d'un projet qui est reconnu pour sa grande qualité environnementale qui est Lyon Confluence (voir études des exemples dans le chapitre état de l'art)

## 1.1. Les indicateurs choisis :

Dans le but d'évaluer la qualité morphologique du projet et de le comparer à Lyon Confluence, nous avons choisis trois indicateurs qui sont :

- a- indice de compacité
- b- densité volumique
- c- densité surfacique

## 1.1. Caractéristiques de l'ilot

Espace	Surface en (m <sup>2</sup> )
Surface de l'ilot	8761
Surface de l'espace bâti	2878
Hauteur moyenne	19
Largeur des voies	21 sud 25 nord
Surface végétale	906
Surface d'eau	31

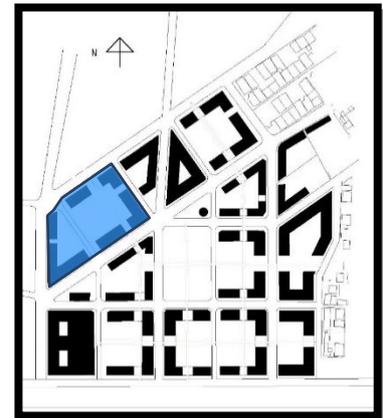
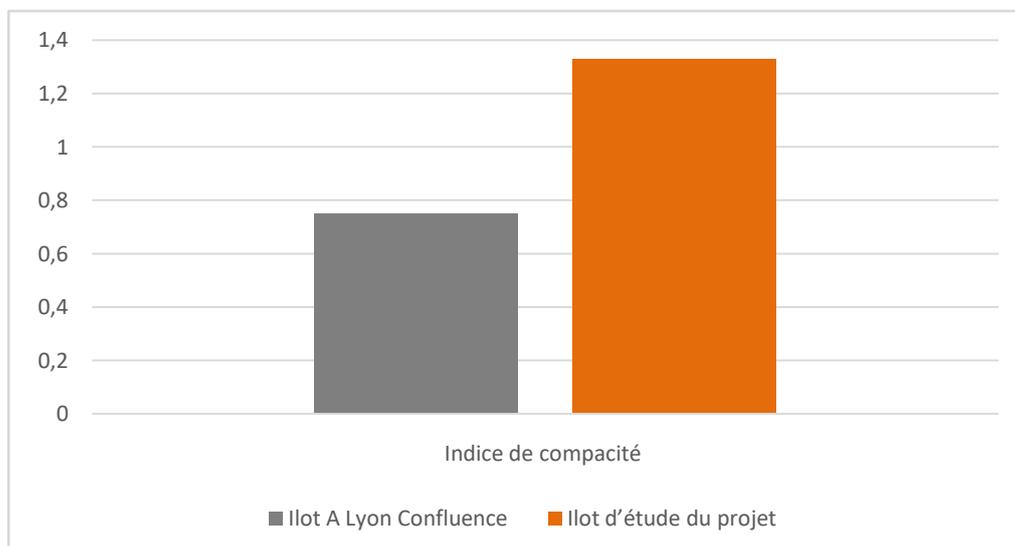


Tableau 22 Caractéristiques de l'ilot d'étude

## 1.2. comparaison

### 1.2.1. Indice de compacité

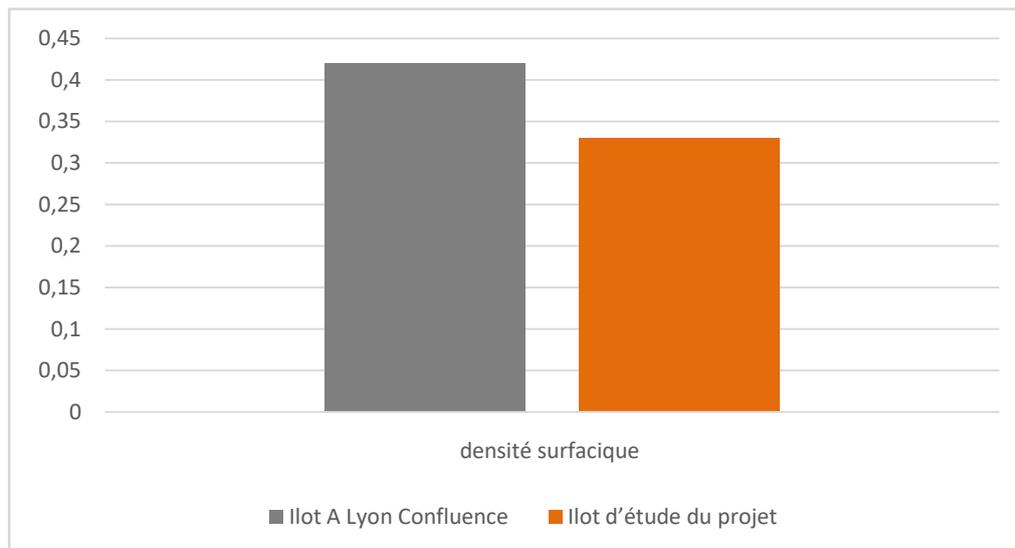


Interprétation : le projet d'études est plus compact que l'ilot A du projet Lyon Confluence, mais dans les deux cas la compacité est faible en la comparant à la compacité moyenne des quartiers de grands ensembles qui est de 4.

Une faible compacité permet un meilleur ensoleillement,

Un quartier compact provoque l'effet d'ilot de chaleur urbain car la chaleur est emprisonnée dans le canyon urbain.

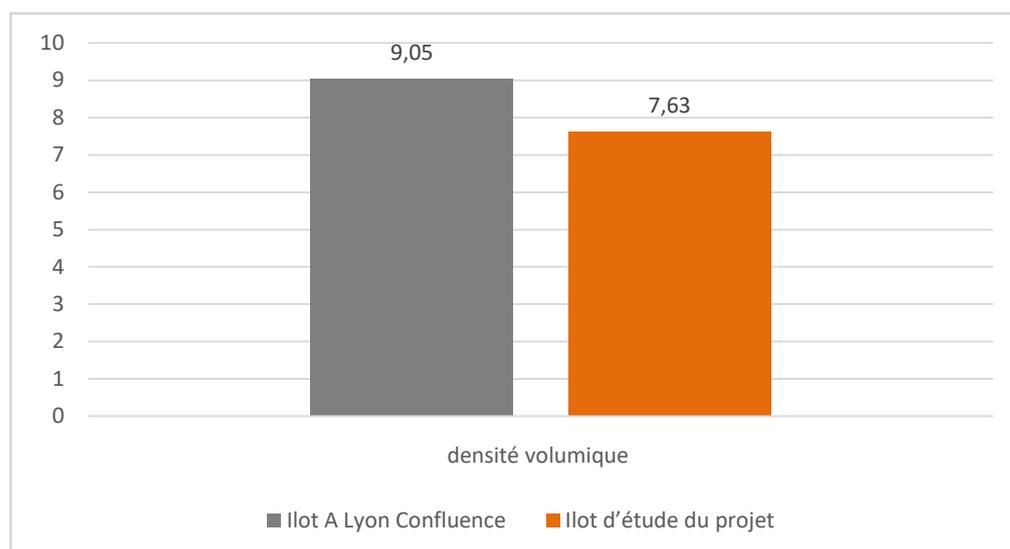
### 1.2.2. La densité surfacique



Interprétation : l'ilot A de Lyon Confluence est plus dense que notre projet d'étude et cela est dû à la rareté du foncier (dans cet exemple), Tessala el Merdja est, contrairement à Lyon Confluence, situé dans une région en périphérie d'Alger et le foncier y est disponible.

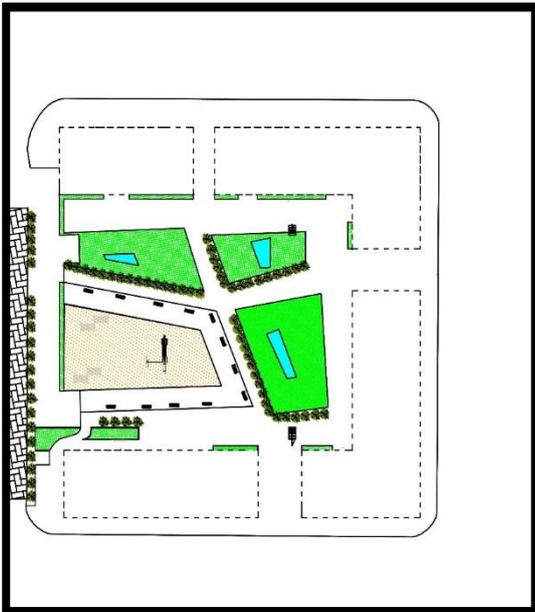
Un quartier moins dense permet de mieux gérer le phénomène d'ilot de chaleur urbain.

### 1.2.3. La densité volumique



Interprétation : les deux projets ont une densité volumique moyenne, celle de Lyon est légèrement plus grande à cause des hauteurs et des bâtiments qui sont plus massifs, mais dans l'ensemble les deux projets ont une densité volumique dans les normes

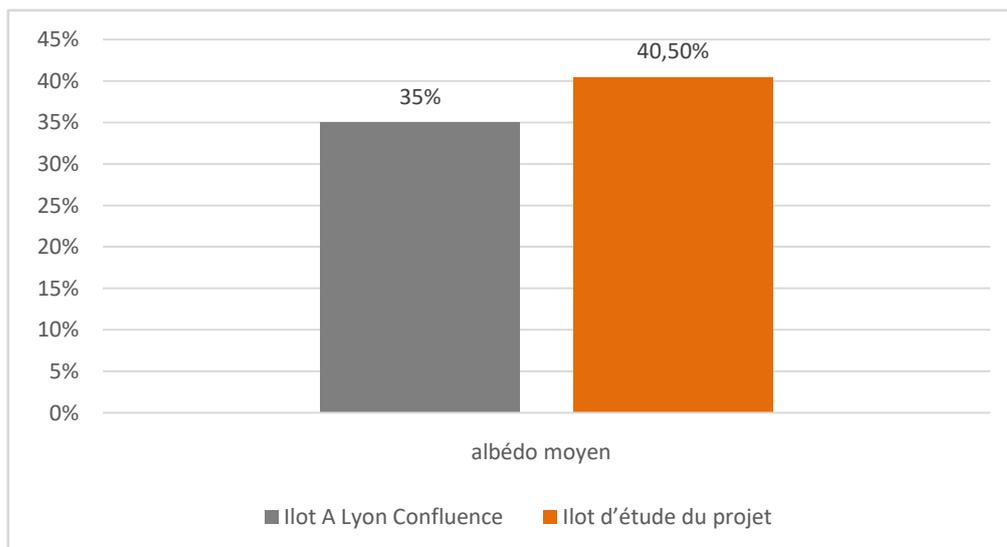
#### 1.2.4. Albédo



Matériau	Surface m <sup>2</sup>	Albédo
Sable	512	0,35
végétation	929	0,25
pavé	3812	0,45
Total	5253	Albédo moyen = 0,405 / 40,5%

Tableau 23 Calcule de l'albédo moyen.

L'albédo moyen sert à définir la capacité du projet à réfléchir la lumière, dans ce cas on va comparer notre projet à celui de l'îlot A de Lyon Confluence ce qui va nous permettre (en l'absence d'échelle conventionnelle) d'évaluer notre projet à résister à l'îlot de chaleur urbain



L'albédo de notre projet est plus élevé que celle de l'îlot A de Lyon Confluence. Notre projet a un bon Albédo et résiste bien à l'îlot de chaleur urbain.

#### 1.3. Autres indicateurs morphologiques

<b>Indicateurs</b>	<b>Valeurs</b>
<b>Densité végétale</b>	0.11
<b>Prospect</b>	0.85 AU SUD ET 1.1 AU NORD
<b>Porosité</b>	73%
<b>Minéralisation</b>	0.13

**Tableau 24** Autre indicateurs morphologiques.

**Conclusion :** le projet d'étude présente des caractéristiques morphologiques proches de ceux de Lyon Confluence, un projet qui est reconnu pour être une référence quant à sa morphologie urbaine, on peut en conclure que notre projet est dans les normes et qu'il présente des qualités morphologiques qui lui permettent de réduire l'effet d'îlot de chaleur urbain et d'améliorer les conditions de confort thermique à l'échelle de quartier.

## 2. Simulation énergétique :

Après avoir évalué la morphologie urbaine qui influe sur le confort thermique extérieur, nous passons à la simulation énergétique qui permet de jauger notre projet à une échelle plus réduite et d'évaluer le confort thermique et l'efficacité énergétique à l'échelle de la cellule, ce qui va nous permettre d'examiner les effets des matériaux sur le confort intérieur à travers une évaluation dynamique, qui aura comme seul outil le logiciel d'architecture REVIT ARCHITECTURE.

### 2.1. Présentation du logiciel :

Revit est un logiciel d'architecture développé par Autodesk qui permet de concevoir un modèle en 3D d'un bâtiment et générer divers documents nécessaires à sa construction. (wikipedia, 2017)



#### **Il permet:**

Par rapport à la conception :

- Modélisez des composants de construction.
- analysez et simulez des structures et des systèmes, et réitérez des conceptions.
- Générez la documentation à partir de modèles Revit.

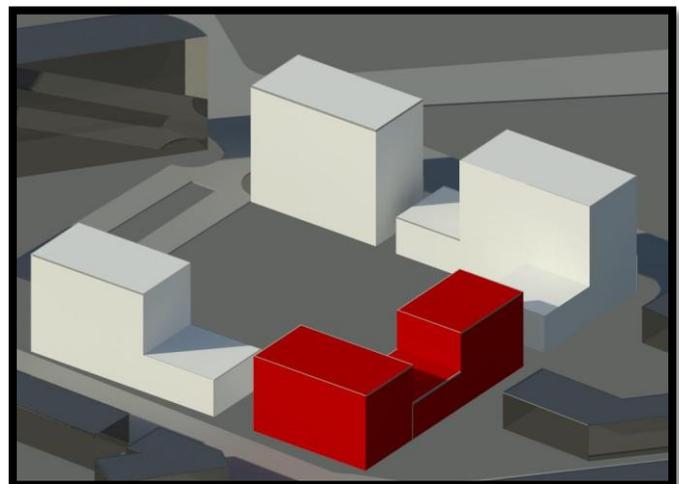
#### **Par rapport à la collaboration :**

- Plusieurs contributeurs d'un projet peuvent accéder à des modèles partagés de manière centralisée. Cela permet d'améliorer la coordination et réduire les conflits et les retouches



### 2.2. Bloc choisis pour la simulation

Le bloc sud-est a été choisi pour son orientation sud favorable.



## 2.3. La simulation

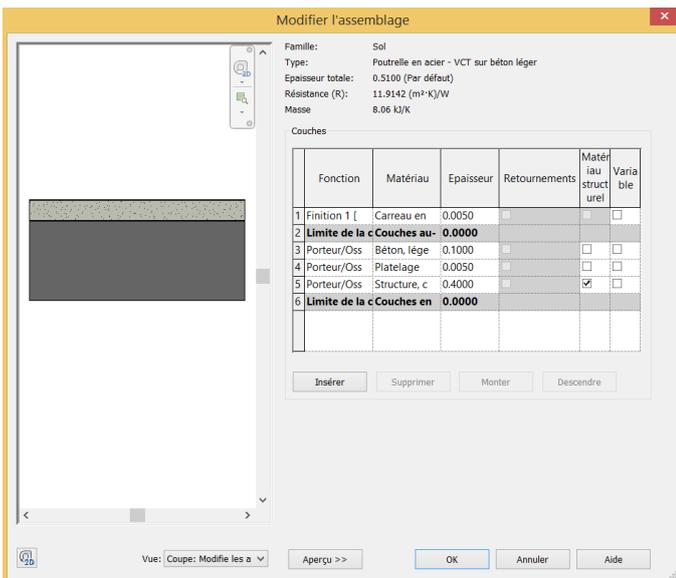
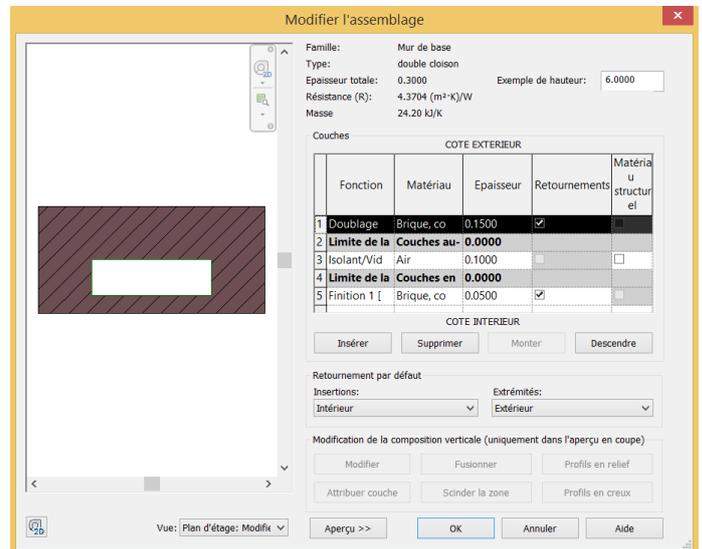
Lors de cette étape nous présenterons 4 simulations énergétiques 2 sans isolation et 2 avec isolation pour les mêmes appartements

### 2.3.1. Paramétrage

Sans isolation

- Paramétrage des murs extérieurs :

Pour cette première simulation nous avons utilisé un mur en double cloison simple de 10cm et de la brique comme élément de maçonnerie du mur

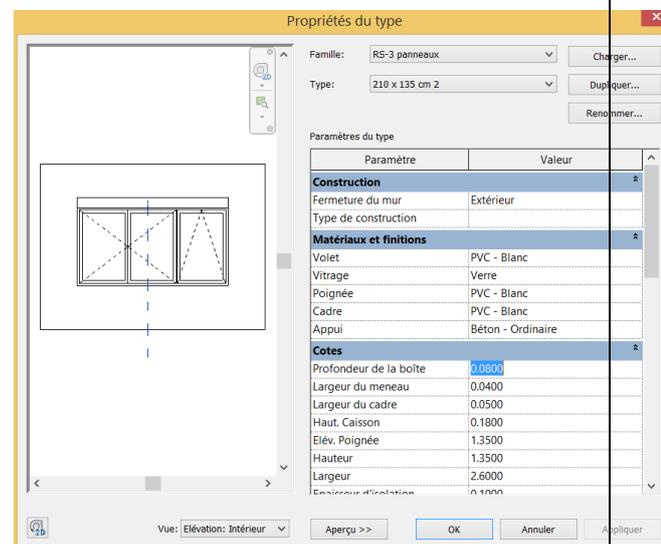


- Paramétrage des planchers :

Les planchers sans en corps creux avec une finition en dalle de sol

- Paramétrage des fenêtres

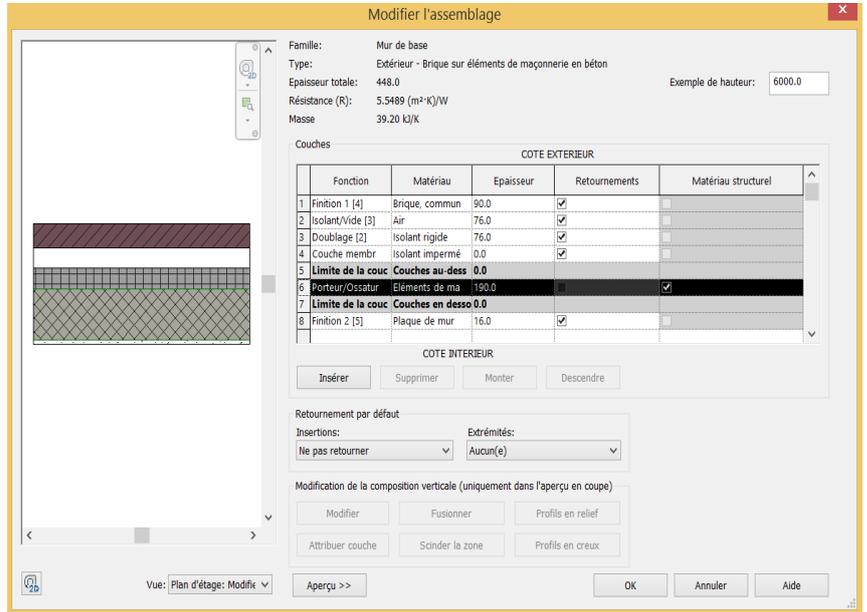
Les cadres des fenêtres sont en PVC et le vitrage en verre ordinaire



Avec isolation :

- Paramétrage des murs extérieurs :

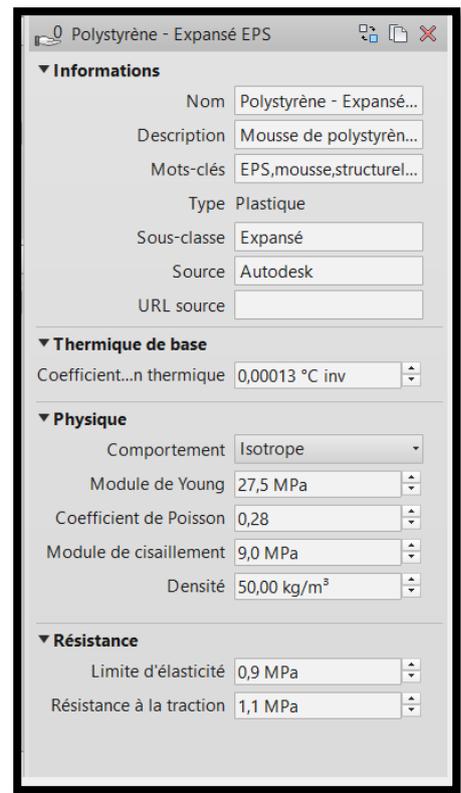
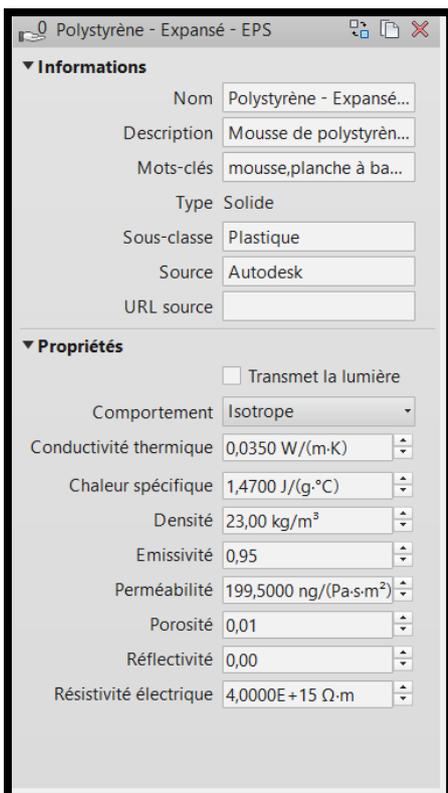
Comme isolation nous avons choisi le polystyrène comme isolant pour sa disponibilité et ses performances et son faible coût.



Propriété du polystyrène expansé :

Thermique :

Physique :



2.3.2. Résultat :

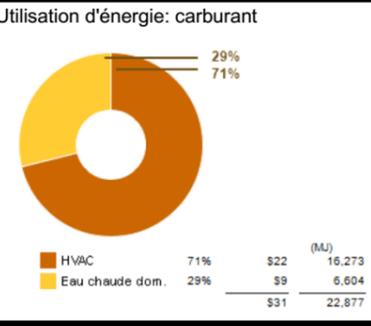
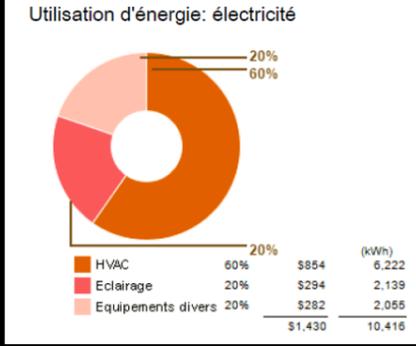
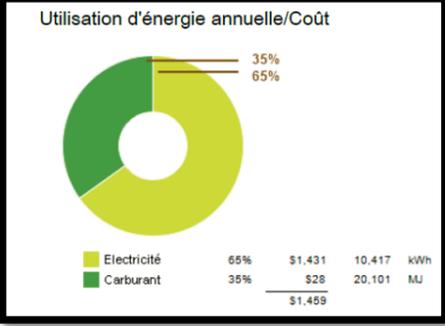
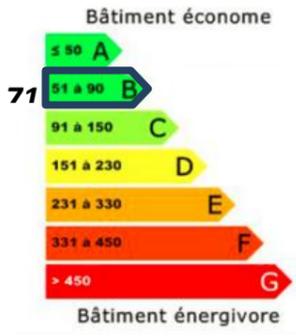
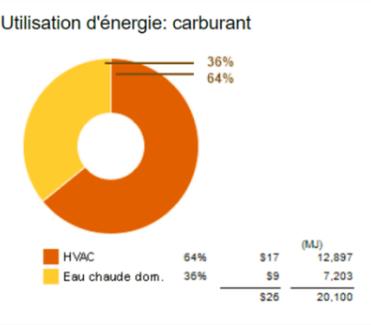
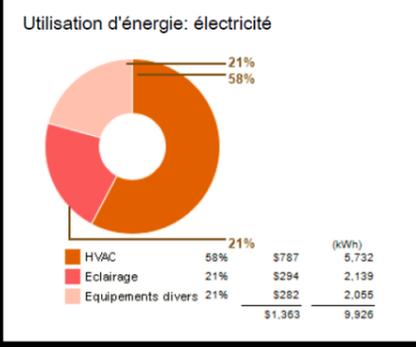
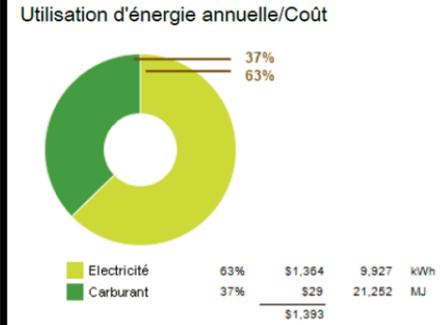
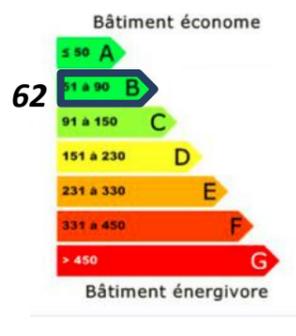
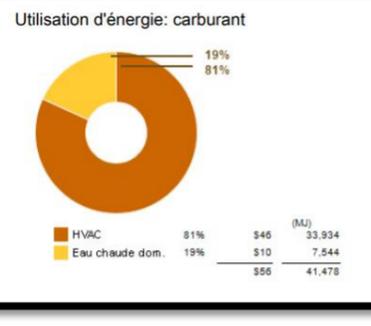
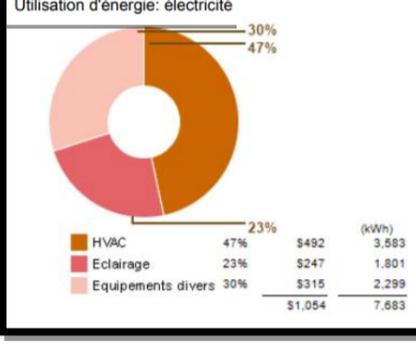
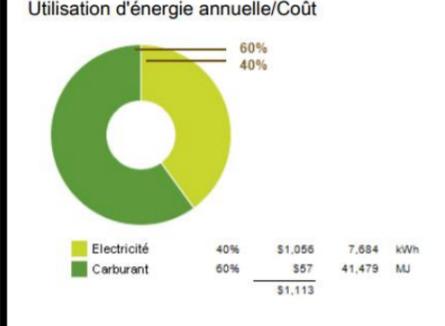
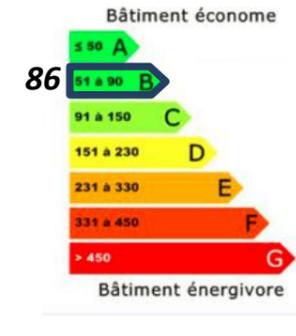
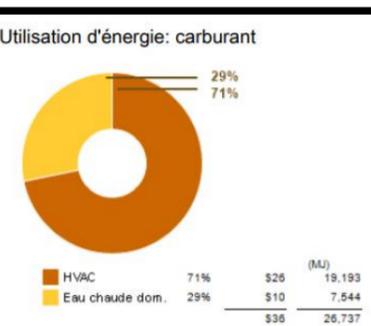
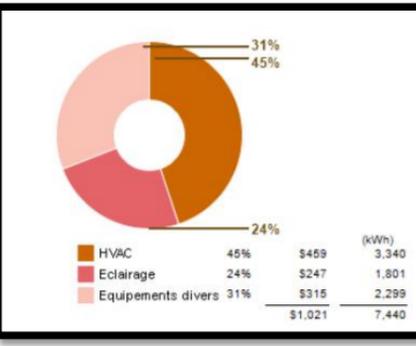
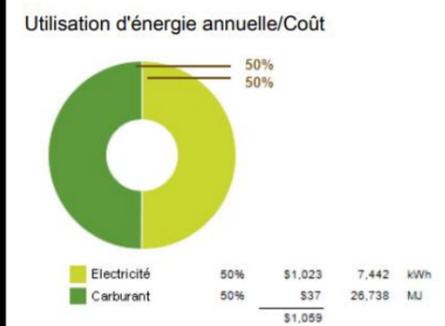
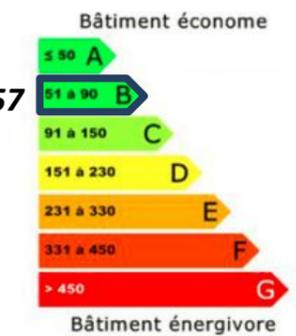
Appartement	Consommation carburant	Consommation électrique	Utilisation d'énergie/cout	Calcule	Vignette énergétique KWH/m²																																								
<p>Sans isolation</p> 	<p>Utilisation d'énergie: carburant</p>  <table border="1"> <tr> <td>HVAC</td> <td>71%</td> <td>\$22</td> <td>16,273 (MJ)</td> </tr> <tr> <td>Eau chaude dom.</td> <td>29%</td> <td>\$9</td> <td>6,604</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$31</td> <td>22,877</td> </tr> </table>	HVAC	71%	\$22	16,273 (MJ)	Eau chaude dom.	29%	\$9	6,604			\$31	22,877	<p>Utilisation d'énergie: électricité</p>  <table border="1"> <tr> <td>HVAC</td> <td>60%</td> <td>\$854</td> <td>6,222 (kWh)</td> </tr> <tr> <td>Eclairage</td> <td>20%</td> <td>\$294</td> <td>2,139</td> </tr> <tr> <td>Equipements divers</td> <td>20%</td> <td>\$282</td> <td>2,055</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$1,430</td> <td>10,416</td> </tr> </table>	HVAC	60%	\$854	6,222 (kWh)	Eclairage	20%	\$294	2,139	Equipements divers	20%	\$282	2,055			\$1,430	10,416	<p>Utilisation d'énergie annuelle/Cout</p>  <table border="1"> <tr> <td>Electricité</td> <td>65%</td> <td>\$1,431</td> <td>10,417 kWh</td> </tr> <tr> <td>Carburant</td> <td>35%</td> <td>\$28</td> <td>20,101 MJ</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$1,459</td> <td></td> </tr> </table>	Electricité	65%	\$1,431	10,417 kWh	Carburant	35%	\$28	20,101 MJ			\$1,459		$E = [(16273/3, 6) + 6222]/150$ $= 10742,27\text{kWh/an}$ $= 71, 61 \text{ kWh/m}^2\text{.an}$	
HVAC	71%	\$22	16,273 (MJ)																																										
Eau chaude dom.	29%	\$9	6,604																																										
		\$31	22,877																																										
HVAC	60%	\$854	6,222 (kWh)																																										
Eclairage	20%	\$294	2,139																																										
Equipements divers	20%	\$282	2,055																																										
		\$1,430	10,416																																										
Electricité	65%	\$1,431	10,417 kWh																																										
Carburant	35%	\$28	20,101 MJ																																										
		\$1,459																																											
<p>Avec isolation</p> 	<p>Utilisation d'énergie: carburant</p>  <table border="1"> <tr> <td>HVAC</td> <td>64%</td> <td>\$17</td> <td>12,897 (MJ)</td> </tr> <tr> <td>Eau chaude dom.</td> <td>36%</td> <td>\$9</td> <td>7,203</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$26</td> <td>20,100</td> </tr> </table>	HVAC	64%	\$17	12,897 (MJ)	Eau chaude dom.	36%	\$9	7,203			\$26	20,100	<p>Utilisation d'énergie: électricité</p>  <table border="1"> <tr> <td>HVAC</td> <td>58%</td> <td>\$787</td> <td>5,732 (kWh)</td> </tr> <tr> <td>Eclairage</td> <td>21%</td> <td>\$294</td> <td>2,139</td> </tr> <tr> <td>Equipements divers</td> <td>21%</td> <td>\$282</td> <td>2,055</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$1,363</td> <td>9,926</td> </tr> </table>	HVAC	58%	\$787	5,732 (kWh)	Eclairage	21%	\$294	2,139	Equipements divers	21%	\$282	2,055			\$1,363	9,926	<p>Utilisation d'énergie annuelle/Cout</p>  <table border="1"> <tr> <td>Electricité</td> <td>63%</td> <td>\$1,364</td> <td>9,927 kWh</td> </tr> <tr> <td>Carburant</td> <td>37%</td> <td>\$29</td> <td>21,252 MJ</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$1,393</td> <td></td> </tr> </table>	Electricité	63%	\$1,364	9,927 kWh	Carburant	37%	\$29	21,252 MJ			\$1,393		$E = [(12897/3, 6) + 5732]/150$ $= 9309,5 \text{ kWh/an}$ $= 62.06 \text{ kWh/m}^2\text{.an}$	
HVAC	64%	\$17	12,897 (MJ)																																										
Eau chaude dom.	36%	\$9	7,203																																										
		\$26	20,100																																										
HVAC	58%	\$787	5,732 (kWh)																																										
Eclairage	21%	\$294	2,139																																										
Equipements divers	21%	\$282	2,055																																										
		\$1,363	9,926																																										
Electricité	63%	\$1,364	9,927 kWh																																										
Carburant	37%	\$29	21,252 MJ																																										
		\$1,393																																											
<p>sans isolation</p> 	<p>Utilisation d'énergie: carburant</p>  <table border="1"> <tr> <td>HVAC</td> <td>81%</td> <td>\$46</td> <td>33,934 (MJ)</td> </tr> <tr> <td>Eau chaude dom.</td> <td>19%</td> <td>\$10</td> <td>7,544</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$56</td> <td>41,478</td> </tr> </table>	HVAC	81%	\$46	33,934 (MJ)	Eau chaude dom.	19%	\$10	7,544			\$56	41,478	<p>Utilisation d'énergie: électricité</p>  <table border="1"> <tr> <td>HVAC</td> <td>47%</td> <td>\$492</td> <td>3,583 (kWh)</td> </tr> <tr> <td>Eclairage</td> <td>23%</td> <td>\$247</td> <td>1,801</td> </tr> <tr> <td>Equipements divers</td> <td>30%</td> <td>\$315</td> <td>2,299</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$1,054</td> <td>7,683</td> </tr> </table>	HVAC	47%	\$492	3,583 (kWh)	Eclairage	23%	\$247	1,801	Equipements divers	30%	\$315	2,299			\$1,054	7,683	<p>Utilisation d'énergie annuelle/Cout</p>  <table border="1"> <tr> <td>Electricité</td> <td>40%</td> <td>\$1,056</td> <td>7,684 kWh</td> </tr> <tr> <td>Carburant</td> <td>60%</td> <td>\$57</td> <td>41,479 MJ</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$1,113</td> <td></td> </tr> </table>	Electricité	40%	\$1,056	7,684 kWh	Carburant	60%	\$57	41,479 MJ			\$1,113		$E = [(33934/3, 6) + 3583]/150$ $= 13009,11\text{kWh/an}$ $= 86.72 \text{ kWh/m}^2\text{.an}$	
HVAC	81%	\$46	33,934 (MJ)																																										
Eau chaude dom.	19%	\$10	7,544																																										
		\$56	41,478																																										
HVAC	47%	\$492	3,583 (kWh)																																										
Eclairage	23%	\$247	1,801																																										
Equipements divers	30%	\$315	2,299																																										
		\$1,054	7,683																																										
Electricité	40%	\$1,056	7,684 kWh																																										
Carburant	60%	\$57	41,479 MJ																																										
		\$1,113																																											
<p>Avec isolation</p> 	<p>Utilisation d'énergie: carburant</p>  <table border="1"> <tr> <td>HVAC</td> <td>71%</td> <td>\$26</td> <td>19,193 (MJ)</td> </tr> <tr> <td>Eau chaude dom.</td> <td>29%</td> <td>\$10</td> <td>7,544</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$36</td> <td>26,737</td> </tr> </table>	HVAC	71%	\$26	19,193 (MJ)	Eau chaude dom.	29%	\$10	7,544			\$36	26,737	<p>Utilisation d'énergie: électricité</p>  <table border="1"> <tr> <td>HVAC</td> <td>45%</td> <td>\$459</td> <td>3,340 (kWh)</td> </tr> <tr> <td>Eclairage</td> <td>24%</td> <td>\$247</td> <td>1,801</td> </tr> <tr> <td>Equipements divers</td> <td>31%</td> <td>\$315</td> <td>2,299</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$1,021</td> <td>7,440</td> </tr> </table>	HVAC	45%	\$459	3,340 (kWh)	Eclairage	24%	\$247	1,801	Equipements divers	31%	\$315	2,299			\$1,021	7,440	<p>Utilisation d'énergie annuelle/Cout</p>  <table border="1"> <tr> <td>Electricité</td> <td>50%</td> <td>\$1,023</td> <td>7,442 kWh</td> </tr> <tr> <td>Carburant</td> <td>50%</td> <td>\$37</td> <td>26,738 MJ</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>\$1,059</td> <td></td> </tr> </table>	Electricité	50%	\$1,023	7,442 kWh	Carburant	50%	\$37	26,738 MJ			\$1,059		$E = [(19193/3, 6) + 3340]/150$ $= 8671,38\text{kWh/an}$ $= 57.80 \text{ kWh/m}^2\text{.an}$	
HVAC	71%	\$26	19,193 (MJ)																																										
Eau chaude dom.	29%	\$10	7,544																																										
		\$36	26,737																																										
HVAC	45%	\$459	3,340 (kWh)																																										
Eclairage	24%	\$247	1,801																																										
Equipements divers	31%	\$315	2,299																																										
		\$1,021	7,440																																										
Electricité	50%	\$1,023	7,442 kWh																																										
Carburant	50%	\$37	26,738 MJ																																										
		\$1,059																																											

Tableau 25 Résultat de la simulation énergétique



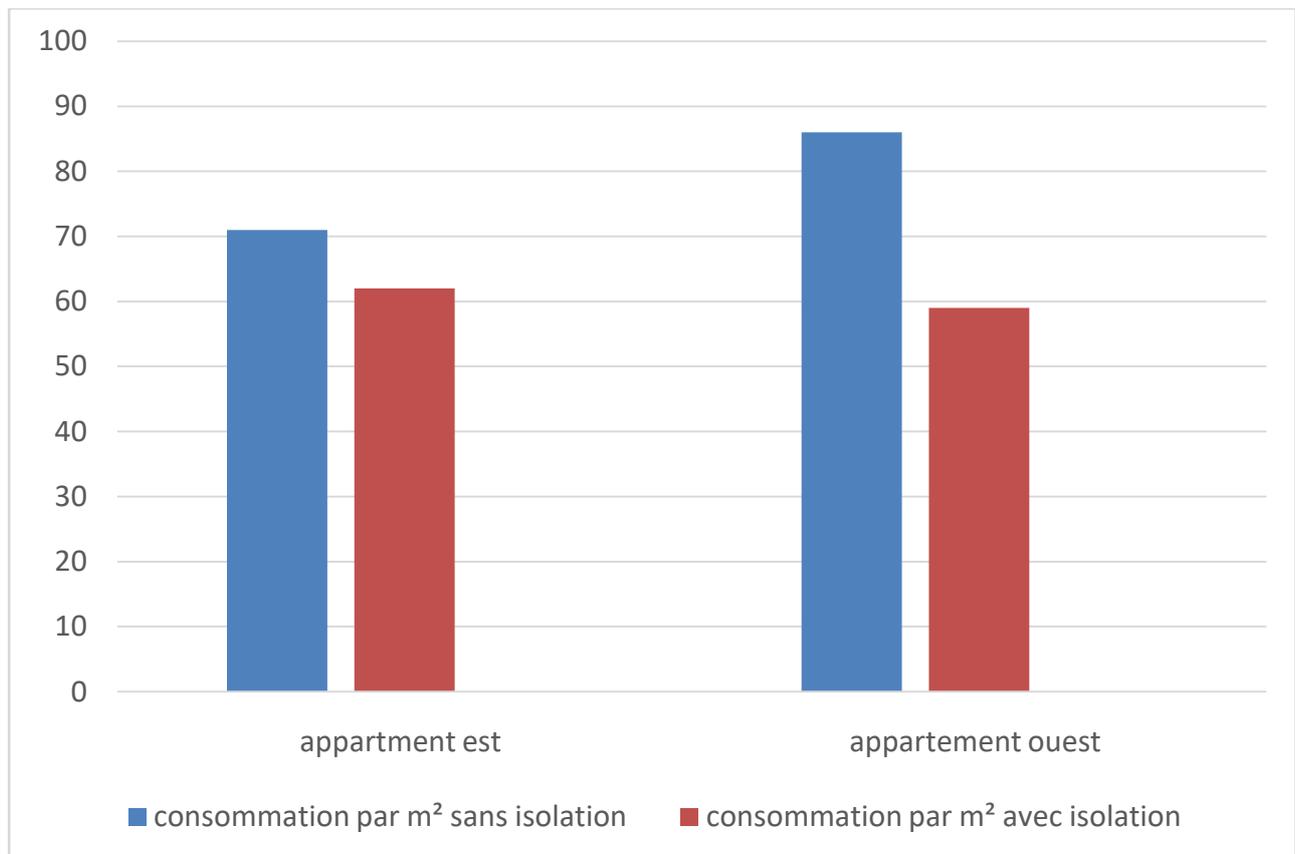


Figure 133 Graphe résumant les résultats de la simulation

Interprétation : les résultats de la simulation nous montrent l'impact de l'isolation sur la consommation énergétique, en effet pour les deux appartements, une réduction remarquable après l'application de l'isolation : pour le bâtiment est de 71 KWh/m<sup>2</sup> à 62 KWh/m<sup>2</sup> et pour le bâtiment ouest de 86 KWh/m<sup>2</sup> à 57 KWh/m<sup>2</sup>.

On peut aussi remarquer une nette baisse de la consommation du carburant par exemple de 33934MJ à 19193MJ.

Ce qui signifie que l'isolation a un effet positif sur la consommation énergétique et le confort thermique, elle réduit aussi la consommation des énergies fossiles qui sont la principale source des gaz à effet de serre qui, à leur tour, crée l'effet d'îlot de chaleur urbain.

L'isolation est un élément indissociable des principes d'architecture bioclimatique il permet à travers plusieurs aspects d'avoir le confort et d'atteindre les objectifs économiques et environnementaux.

**Conclusion :**

Après avoir fait une vérification par les indicateurs morphologique sur la forme de notre projet, et une vérification par une simulation énergétique sur le bâtiment, nous concluons que la morphologie de l'îlot semi ouvert d'Herzog et Demeron est un outil qui permet d'atténuer du phénomène climatique d'îlot de chaleur urbain autant que l'utilisation des matériaux à l'échelle urbaine (aménagement extérieur) et à l'échelle du bâtiment (l'isolation).

Ce chapitre nous a permis de vérifier que notre projet réduit de par sa morphologie et sa conception l'îlot de chaleur urbain et offre un meilleur confort thermique aux piétons comme aux résidents.

## Conclusion générale

A travers ce modeste travail nous essayons de proposer des solutions quant à la problématique du phénomène de l'îlot de chaleur urbain, car aujourd'hui la problématique environnementale est d'actualité.

Le développement de la ville d'aujourd'hui représente un souci majeur, l'étude de la morphologie urbaine nous a permis de trouver des solutions d'une part aux problèmes de fonctionnement de la ville, c'est à dire à la crise urbaine, d'une autre part à l'îlot de chaleur urbain c'est-à-dire à la crise environnementale.

Pour répondre à ces problématiques, nous avons travaillé essentiellement sur deux dimensions, la première urbaine et la deuxième bioclimatique et nous avons conclu que l'îlot comme unité d'intervention, l'îlot ouvert comme morphologie urbaine et le bon choix des matériaux ont été, durant cette recherche, les principaux enseignements qui s'est basée sur trois échelles principales.

Sur notre projet nous avons essayé d'appliquer ces principes, pour le concevoir de façon à être le plus proche possible du modèle de l'éco quartier du 21ème siècle, cohérent avec son contexte urbain, respectant le climat et en appliquant les différents principes bioclimatiques, ces différentes solution ont été soumises à une vérification et une simulation, pour prouver leurs efficacité.

Ce travail nous a permis de comprendre les problèmes de la ville du coté urbain et du coté climatique, d'apprendre à structurer une ville et d'appliquer les différents concepts bioclimatiques.

Conscients que nous n'avons pas pris en considération tous les paramètres, ceci par manque de temps ou de qualifications, ce travail reste inscrit dans une démarche pédagogique, dans le but d'ajouter une pierre, dans le cadre d'une recherche récente et d'actualité.

## Bibliographie

- adaptation au changement climatique* . (2017, juin 28). Récupéré sur BET ECIC: <http://bet-ecic.fr/ladaptation-au-changement-climatique-et-le-phenomene-dilot-de-chaueur-urbain-consequences-sur-les-batiments/>
- ADEME. (2012). *GUIDE DE RECOMMANDATION pour lutter contre l'EFFET D'ÎLOT DE CHALEUR URBAIN*. france .
- Athamena , K. (2012). *MODELISATION ET SIMULATION DES MICROCLIMATS URBAINS ÉTUDE DE L'IMPACT DE LA MORPHOLOGIE URBAINE SUR LE CONFORT DANS LES ESPACES DES ECO QUARTIER*. nantes.
- bernabé. (s.d.). *Classification automatique des tissus urbains*. nantes.
- Choay, F. (2009). *le dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*. paris.
- Colombert, m. (2008). *Contribution a l'analyse de la prise en compte du climat*. paris.
- confort et privilège de france. (2017, juillet 05). *isolation des toitures*. Récupéré sur confort et privilège de france: <http://confortetprivilegedefrance.com/panneaux.html#!prettyPhoto>
- dennis r.holloway architect. (2017, juin 28). *simple design methodology*. Récupéré sur dennis r.holloway architect: <http://www.dennishollowayarchitect.com/simpledesignmethodology.html>
- Deny, C., & Gaumont, C. (2008). *MATÉRIAUX RÉFLÉCHISSANTS ET PERMÉABLES POUR CONTRER LES ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS*. montreal.
- djamel arabie. (2017, juillet 05). *le m'zab la leçon d'humilité*. Récupéré sur djamel arabie: [http://djamelarabie.com/da/index.php?option=com\\_content&view=article&id=117:le-mzab-la-lecon-dhumilite&catid=36:reportage&Itemid=56](http://djamelarabie.com/da/index.php?option=com_content&view=article&id=117:le-mzab-la-lecon-dhumilite&catid=36:reportage&Itemid=56)
- Djedjig, R. (2013). *Impacts des enveloppes végétales à l'interface bâtiment sur le microclimat urbain*. LA ROCHELLE.
- ECDM architectes. (2006, septembre 1). *ensemble mixte A3*. Récupéré sur ECDM : <http://ecdm.eu/?p=84>
- eco construction et architecture bioclimatique*. (2017, juillet 04). Récupéré sur slideplayer: <http://slideplayer.fr/slide/1167165/>
- éco quartier vertotrx ville chambry* . (2017, juin 28). Récupéré sur chambéry: <http://www.chambéry.fr/932-eco-quartier-vetrotex.htm>
- foissard. (2016). *L'lot de chaleur urbain et le changement climatique* .
- futura maison. (2017, juillet 05). *futura maison l'architecture bioclimatique*. Récupéré sur futura science: <http://www.futura-sciences.com/maison/questions-reponses/batiment-bioclimatique-cest-exactement-821/>
- Giguère. (2009). *Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains*. Quebec.
- GIVONI, B. (1998). *Climate considerations in building an Urban Design*.
- grenoble archi. (2017, juillet 05). *guide éco-construction*. Récupéré sur grenoble archi: <http://www.grenoble.archi.fr/cour-en-ligne/doatrollet/guide-ecoconstruction.pdf>
- Guide de référence. Des façons de faire innovantes et durables pour aménager l'espace métropolitain*. (2017). québec: plania.
- iddées maison. (2017, juillet 05). *orienter ses pieces* . Récupéré sur iddées maison: <http://www.ideesmaison.com/Construction/Plans-de-maisons/Repartir-ses-pieces-et-ouvertures/Orienter-ses-pieces.html>
- l'économie, L. d. (2017, juin 28). Récupéré sur portail cder: <https://portail.cder.dz/spip.php?article544>
- Le Bras, j. (2015). *Le microclimat urbain à haute résolution : mesures et*. toulouse.
- le moniteur. (2017, juin 28). *A Lyon, Confluence 2 dessine un nouveau morceau de ville*. Récupéré sur le moniteur: <http://www.lemoniteur.fr/article/a-lyon-confluence-2-dessine-un-nouveau-morceau-de-ville-23503788>
- le tissu urbain de rhones alpes*. (2017, juin 16). Récupéré sur ac grenoble: <http://www.ac-grenoble.fr/histoire/tice/cartemois/n8/rhonealpes2.htm>
- lévy, A. (2005). *Formes Urbaines et significations : revisiter la morphologie urbaine*.
- Liébard , a., & De Herde, a. (2005). *TRAITÉ D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME BIOCLIMATIQUES*. Baume-les-Dames.
- lucan, j. (2012). *ou va la ville aujourd'hui ? formes urbaines et mixités* . paris.
- mansouri, o. (2008). *L'INFLUENCE DE LA REFLECTIVITE DES MATERIAUX (ALBEDO) SUR LA MODIFICATION DU MICROCLIMAT ET LE CONFORT THERMIQUE EXTERIEUR DANS UN CANYON URBAIN*. constantine.
- Martin, V. (2011). *définition de l'éco quartier* .
- Mazari, m. (2012). *Etude et évaluation du confort thermique des bâtiments a caractère public ; cas du département d'architecture de tamda "tizi ouzou" thèse de magister*. Tizi Ouzou .
- olgyay, v. (1963). *With climat-a bioclimatic approach to architectural regionalism* .
- Rizwan, A. M. (2008). *A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island*.
- santamouris. (2005). *Passive cooling of outdoor urban spaces. the role of materials* . paris .
- SOARES, I. (2010). *Lutte contre les îlots*. lyon.
- Tsoka, S. (2011). *Relations entre morphologie urbaine, microclimat et confort des piétons Application au cas des éco-quartiers*. nantes .
- ville durable* . (2017, juin 28). Récupéré sur Ministère de la Transition écologique et solidaire: <http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/ville-durable>
- wikipedia. (2017, juillet 07). *tassala el merdja* . Récupéré sur wikipedia.
- wikipedia. (2017, juillet 04). *wikipedia isolation thermique* . Récupéré sur wikipedia: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Isolation\\_thermique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Isolation_thermique)

