



Institut d'Architecture et d'Urbanisme

MEMOIRE DE MASTER 02

Option « Architecture et Habitat »

Un quartier régénératif dans une zone chaude et aride

**Conception d'un quartier résidentiel régénératif dans la ville
nouvelle d'El-Menea.**

Elaboré par :

- BOUDJELLALI Yassine
- MECHIAK Yasmine

Encadré par :

- Msr DAOUADJI Younes
- Msr KADRI Hocine



En premier lieu, nous remercions le bon Dieu, tout puissant, de nous avoir donné le courage, la santé et la volonte pour accomplir ce travail.

En dixième lieu, nous tenons à remercier nos enseignants Msr.Daouadji et Msr.kadri de nous avoir encadré, dirigé et orienté lors de la réalisation de ce travail.

Ensuite, nous remercions chaleureusement nos parents respectifs de nous avoir épaulés et soutenus pendant toute notre vie.

Et en fin, nous remercions tous ceux qui ont contribué, aidé de près ou de loin pour aboutir à la fin de ce travail.



Présentation de l'axe d'atelier et de ses objectifs

« Technologie et environnement dans les villes nouvelles »

Nos villes sont malades du fait de la conjugaison d'une panoplie de problèmes urbains : Inconfort, malaise social, essoufflement économique, épuisement des ressources naturelles, détérioration du milieu naturel, transformation du climat, pollution, nuisances, dégradation de la qualité de vie, perte de l'identité, émergence des cités dortoirs

Ces problèmes deviennent un lot commun d'un nombre sans cesse grandissant des établissements humains, que ce soit dans les pays développés ou en voie de développement.

Face à cette situation alarmante, l'Algérie, à l'instar des autres pays, se mobilise. Elle a adopté en 2010 un Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT), fixant une nouvelle stratégie de développement territorial, à l'horizon 2030, qui s'inscrit dans le cadre de développement durable.

Ce schéma prévoit la création de 13 villes nouvelles réparties sur trois couronnes (Littoral, Haut plateaux, Sud) afin de dynamiser le territoire et maîtriser sa croissance urbaine, corriger les inégalités des conditions de vie et alléger la pression, en terme de logement, exercée sur les grandes villes de la bande littorale.

Par ailleurs, il est important de noter que se loger ne suffit pas pour habiter la ville. En effet, les producteurs de la ville convergent vers le point de vue que la notion de l'habitat ne doit pas, et ne peut pas rester circonscrite à l'échelle du logement, bien au contraire, elle englobe l'ensemble des lieux pratiqués. Autrement dit, le logement ne peut pas prendre en considération l'ensemble des besoins socioculturels, économique et environnementaux de l'individu. Ces besoins se pratiquent en dehors de chez-lui.

Dans cette perspective, la conception des villes nouvelles algériennes est basée sur la nécessité de répondre aux différents besoins et préoccupation du cadre de vie quotidien et de promouvoir l'efficacité énergétique, afin d'avoir des villes habitables, vivables, résilientes, et attractives.

A cet égard, cet axe est axé principalement sur : l'identification de l'éventail des besoins constituant notre cadre de vie et qui permettent de parler d'habitat au sens large du terme, l'alliance de l'économie d'énergie et du confort environnemental, l'intégration des nouvelles technologies de l'énergie.

A cette fin, les thèmes de recherches et projets développés s'intéressent aux problématiques des villes nouvelles et de l'efficacité énergétique sous l'angle du développement urbain durable.

Daouadji Younes
Kadri Hocine

Résumé :

Le monde de la construction ne date pas d'hier. Châteaux de pierre en Europe, temples japonais millénaires en bois, cathédrales gothiques, maisons d'habitants, pyramides, navires, palais, huttes, murailles et autres monuments témoignent du savoir-faire des bâtisseurs d'autrefois. Leurs techniques étaient souvent séculaires, leurs outils; simples et manuels, leurs matériaux durables et naturels.

Au XXe siècle s'opéra de grands changements. Mécanisation et industrialisation, invention de matériaux, de techniques et d'outils diverses, multiplication des styles, rapidité de construction, prêts hypothécaires et autres manières de nous "simplifier la vie". Mais qu'en est-il vraiment?

Alors que la construction d'autrefois ne générait en fait aucun déchet à proprement dit (seulement des résidus de pierre, bois et autre matériaux issus de la nature), la construction moderne amena son lot de matériaux polluants et énergivores (béton, plastiques en tout genre, laine minérale, métaux, produits de finition, dérivés de pétrole, matériaux composites, etc.).

Pour cela, plusieurs mains prennent l'initiative pour minimiser la destruction du monde naturel, parmi lesquelles l'approche de l'International Living Futur Institut qui développe des bâtiments vivants et régénératifs. C'est pour cette raison, nous avons pensé à établir notre recherche sur le développement régénératif et à une échelle plus importante que le bâtiment pour avoir des améliorations envergures et plus globales, non seulement pour l'intérêt du monde naturel mais aussi pour fertiliser la vie humaine et satisfaire les besoins socioculturels, économiques et environnementaux.

La finalité de cette étude va nous mener vers des pistes d'application des principes du paradigme régénératif afin de démontrer que la réconciliation de la relation de l'homme avec son environnement est possible, sans considérer l'homme comme destructeur, mais bien au contraire, le repositionner en lien avec les autres enjeux environnementaux pour aboutir à un monde vivant et un avenir plus durable.

Abstract :

The world of construction is not new. Stone castles in Europe, millenary wooden Japanese temples, Gothic cathedrals, houses of inhabitants, pyramids, ships, palaces, huts, walls and other monuments bear witness to the know-how of the builders of the past. Their techniques were often secular, their tools; simple and manual, their materials; sustainable and natural.

In the twentieth century great changes took place. Mechanisation and industrialisation, the invention of various materials, techniques and tools, the multiplication of styles, speed of construction, mortgages and other ways of "simplifying life". But what is it really?

Whereas the construction of yesteryear did not actually generate any waste (only residues of stone, wood and other materials from nature), the modern construction brought its share of polluting and energy-consuming materials (concrete, plastics in all kind, mineral wool, metals, finishing products, petroleum derivatives, composite materials, etc.).

For this, several hands take the initiative to minimize the destruction of the natural world, including the approach of the International Living Futur Institute that develops living and regenerative buildings. For this reason, we have thought of establishing our research on regenerative development and on a larger scale than the building to have significant and more global improvements, not only for the interest of the natural world but also to fertilize the world. human life and meet socio-cultural, economic and environmental needs.

The purpose of this study will lead us towards the application of the principles of the regenerative paradigm in order to demonstrate that the reconciliation of the relationship between man and his environment is possible, without considering man as destructive, but on the contrary repositioning it in relation to other environmental issues to achieve a living world and a more sustainable future.

Tables des matières :

Chapitre I : Introduction générale

Introduction	
1	
I.2.Contexte et intérêt de la recherche	
1	
I.3.Problématique	4
I.4.Hypothèse de la recherche	
5	
I.5.Objectif de la recherche	5
I.6.Méthodologie de la recherche	
5	
I.7.Structuration du mémoire	6

Chapitre II : Etat de connaissance au sujet du Paradigme Régénératif

Introduction	7
II.1. Aperçu historique de la révolution écologique de l'architecture.....	7
II.2.Concept du design régénératif	
9	
II.2.1.Definition du design régénératif	
9	
II.2.2. Les critères du paradigme régénératif	
10	
II.3.Etude comparative	
14	
II.3.1.Methodologie	
15	
II.3.1.1 Normes du cycle de vie et limites du système	16
II.3.1.2. Unité fonctionnelle, année, outils et indicateurs	
16	
II.3.2. Etude de cas	
17	
II.3.2.1.Étude de cas 1: paradigme d'efficacité	17

II.3.2.2 .Étude de cas 2: paradigme régénératif	20
II.3.2.3.Résultats	23
II.3.2.5 Discussion et conclusion des résultats de l'analyse	26
II.4.Analyse d'exemple	26
II.5.Méthode d'évaluation des quartiers régénératifs	27
Conclusion	27

Chapitre III : Conception d'un quartier résidentiel régénératif dans la ville nouvelle d'El Menea.

Introduction	28
III. 1. Analyse et diagnostique	28
III.1.1.Analyse de la ville nouvelle d'El-Menia	28
III.1.1.1.Situation géographique de la ville nouvelle d'El-Menea	28
III.1.1.2.Contexte climatique	29
III.1.1.3.topographie de la ville nouvelle d'El menea	30
III.1.1.4.Presentation du maitre d'œuvre	31
III.1.1.5.Encrage juridique de la ville nouvelle d'El menea	31
III.1.1.6.Contexte de la création de la ville nouvelle d'EL menea	32
III.1.1.7. Objectif de la ville nouvelle d'El menea	32
III.1.1.8. Principe d'aménagement de la ville nouvelle d'El menea	32
Synthèse	38
III.2.Analyse de l'aire d'intervention	39
III.2.1.Situation de l'aire d'intervention	39
III.2.2.Accessibilité à l'air d'intervention	39
III.2.3. Environnement immédiat	40
III.2.4.Etude morphologique de l'aire d'intervention	40
III.2.4.1.forme et surface	40
III.2.4.2.Topographie et géologie	40
III.2.4.3.Etude microclimatique	41

Synthèse	41
III.3. Conception d'un quartier résidentiel régénératif a El-Menea	41
III.3.1. Principe d'aménagement	42
III.3.1.1. Recul	42
III.1.1.2 Accessibilité et Voirie	43
III.1.1.3 Implantation du bâti	43
III.3.2. Concepts architecturaux	45
III.3.2.1 Gabarit et le skyline	45
III.3.2.2. Aménagement paysagers	46
III.3.3 Conception des réseaux	54
III.3.3.1. Alimentation en Eau potable	54
III.3.3.2. Assainissement	55
III.3.3.3. Alimentation en énergie	
III.3.3.4. Chauffage et climatisation	56
III.3.3.5. Gestion des déchets	
III.3.3.6. Télécommunication	58
III.3.4. Conception des logements	58
III.3.4.1. Le logement collectif	58
III.3.4.2. Le logement semi collectif	64
III.3.4.3. Concepts structurels et techniques	68
III.3.5. Mesures pour la régénération du projet	71
III.3.6. Mesure de sécurité incendie dans le projet	74
	75

III.4.Evaluation du projet	
Conclusion	76
Conclusion générale	77
Bibliographie	79
Annexes (Dossier graphique).	

Liste des figures :

- Figure I.1 : Changement de paradigme vers une empreinte d'impact positive	3
- Figure II.1 : Modèle de conception régénérative	10
- Figure II.2 : Les sept pétales du Design Régénératif	10
- Figure II.3 : Les modèles et le défi de la Communauté Vivante	11
- Figure II.4 : Centre de soutien à la recherche	17
- Figure II.5 : Schéma explicatif du fonctionnement du RSF.....	18
- Figure II.6: Le capteur solaire transpiré	18
- Figure II.7: Fonctionnement des fenêtres orientées Sud	19
- Figure II.8 : Dalle radiante	19
- Figure II.9: Le système de refroidissement / chauffage du RSF.....	19
- Figure II.10 : Green office	20
- Figure II.11 : Comparaison du bilan énergétique primaire et du potentiel de réchauffement de la planète pour les deux études de cas	24
- Figure II.12 : Schéma récapitulatif de la procédure de la certification	25
- Figure II.13: Processus de certification par l'ILFI	25
- Figure III.1: situation de la ville d'El-Menea	28
- Figure III.2 : Carte schématique de la ville actuelle	28
- Figure III.3 : Modélisation 3D de la cartographie sur le terrain naturel	29
- Figure III.4 : Vitesse moyenne annuelle des vents en Algérie	30
- Figure III.5: Rose des vents station In Salah	30
- Figure III.6: Localisation des coupes	31
- Figure III.7 : Coupes du terrain	31
- Figure III.8 : Les axes principaux du développement de la ville	33
- Figure III.9 : La barrière verte	34
- Figure III.10 : Plan d'Infrastructure verte	34
- Figure III.11 : Les accès	34

- Figure III.12 : Les avenues intermédiaires	34
- Figure III.13 : Les équipements	35
- Figure III.14 : Offre en stationnement public	35
- Figure III.15 : Le phasage de la ville	36
- Figure III.16: Alimentation en gaz	36
- Figure III.17 : Synthèse de l'analyse de l'état des lieux pour la ville nouvelle d'El-Menea.....	38
- Figure III.18 : Plan d'aménagement de la ville nouvelle d'El-Menea	38
- Figure III.19 : Situation de l'aire d'intervention	39
- Figure III.20: Voiries	39
- Figure III.21 : Visualisation 3D du quartier intégré /environnement immédiat	40
- Figure III.22 : Plan schématique de l'environnement immédiat	40
- Figure III.23 : Extrait de composition géotechnique	40
- Figure III.24 : Forme de l'aire d'intervention	40
- Figure III.25 : Ensoleillement et vents dominants	41
- Figure III.26 : Le recul	42
- Figure III.27: Profile en travers	43
- Figure III.28 : Accessibilité	43
- Figure III.29: Prolongement d'Oued	43
- Figure III.30: Les espaces verts	44
- Figure III.31: Implantation du bâti.....	44
- Figure III.32: Esquisse/ 1 ^{ère} planification et programmation du projet	45

- Figure III.33 : Skyline (façade du boulevard secondaire)	46
- Figure III.34: Atriplex Halimus	46
- Figure III.35: Nerium Oleander	46
- Figure III.36 : chamérops Humilis	46
- Figure III.37: Lantana Camara	46
- Figure III.38: Gynérium Argenteum	46
- Figure III.39: Aloe Arborescens	46
- Figure III.40: Agave Americana	46
- Figure III.41: Washingtonia filifera	47
- Figure III.42: Bufalo mauritanicus	47
- Figure III.43: Rana esculenta	47
- Figure III.44: Grevillea robusta	47
- Figure III.45: Banc public type 01	47
- Figure III.46: Banc public type 02	48
- Figure III.47: Banc autour d'arbre	48
- Figure III.48: Banc public type 03	48
- Figure III.49 : Les bancs électriques	49
- Figure III.50 : Arbre solaire	49
- Figure III.51: Poubelle a engrais	49
- Figure III.52: Piste cyclable	50
- Figure III.53 : Etiquette (Température de couleur)	50
- Figure III.54 : Eclairage spécial (détecteur du mouvement)	50
- Figure III.55 : Biolamp	51
- Figure III.56 : Jardin potager	51
- Figure III.57 : La phyto-épuration	52
- Figure III.58 : L' Aquaponie	52
- Figure III.59 : Les éléments d'une dalle en nid d'abeille	53
- Figure III.60 : Des allées gravillonnées	53
- Figure III.61 : Asphalte en végécol transparent	53
- Figure III.62: Tranché végétalisée	54
- Figure III.63: Les noues	55
- Figure III.64: Principe de la pompe à chaleur géothermique	56

- Figure III.65: Traitement des déchets dans le quartier	57
- Figure III.66: Plan d'un appartement en attique F4	59
- Figure III.67: Plan d'un appartement F5 (duplexe)	60
- Figure III.68: Plan d'un appartement F6 (duplexe)	60
- Figure III.69: Plan du studio (simplexe)	61
- Figure III.70: Plan d'un appartement F3 (simplexe)	61
- Figure III.71: Plan d'un appartement F5 (simplexe)	61
- Figure III.72: Plan de deux appartements F4 (simplexe)	61
- Figure III.73 : Situation des logements collectifs	62
- Figure III.74 : 3D de la partie haut du terrain	62
- Figure III.75 : Genèse de la forme du Bloc 01	62
- Figure III.76 : Détermination des fonctions du Bloc 01	63
- Figure III.77 : 1 ^{ère} modélisation des blocs des logements collectifs	63
- Figure III.78 : Logique de la conception de la façade	63
- Figure III.79 : Les deux types d'appartements en duplexe	64
- Figure III.80 : Les deux types d'appartements en simplexe	65
- Figure III.81 : Développement de la forme	65
- Figure III.81 : Modélisation 3D d'un bloc du semi-collectif	65
- Figure III.82 : Une façade d'un bloc du logement semi-collectif	66
- Figure III.83 : Revêtement de façade en céramique	66
- Figure III.84 : Technique de pose des plaques de céramique	66
- Figure III.85 : Moucharabieh	66
- Figure III.86: Fondation cyclopienne	67
- Figure III.87: Assemblage poteau poutre acier-bois	67
- Figure III.88: Assemblage bois-bois par sabot	67
- Figure III.89: Structure mixte (acier-bois)	67
- Figure III.90: Détail planchers en bois	68

- Figure III.91: Remplissage en botte de paille	69
- Figure III.92: Détail d'un mur extérieur en botte de paille	69
- Figure III.93: Vitrage électrochrome	70
- Figure III.94 : Poteaux d'incendie	74
- Figure III.95 : Mesures de la lutte anti-incendie	75

Liste des tableaux :

- Tableau II.1 : Paradigmes de la durabilité influençant l'architecture aux XXe et XXIe siècles 9
- Tableau II.2 : Les 20 impératifs de Living Community Challenge 11
- Tableau II.3: Comparaison des performances contrôlées des bâtiments RSF et Green Offices 23
- Tableau II.4 : Indicateurs environnementaux à mi-parcours concernant le cycle de vie des bâtiments RSF et Green Offices 23
- Tableau III.1 : Tableau climatique de la ville d'El-Menea 29
- Tableau III.2 : Données climatiques de la ville d'El-Menea 30
- Tableau III.3 : Analyse AFOM du site d'intervention 41
- Tableau III.4: Programme qualitatif et quantitatif 42
- Tableau III.5: Programme qualitatif et quantitatif des logements collectifs 59
- Tableau III.6: Programme qualitatif et quantitatif des RDC (Centre commercial) 59
- Tableau III.7: Les solutions aux critères du quartier régénératif 74
- Tableau III.8 : Evaluation de notre quartier 75

Liste des sigles et abréviation :

- ACV : Analyse de Cycle de vie.
- AFOM : Atouts Faiblesses Opportunités Menaces.
- AIA : American Institute of Architect.
- COS : Coefficient d'Occupation de sol.
- CO2 : Dioxyde de Carbone.
- DCV : Défi de la Communauté Vivante.
- EU : Union Européenne.
- GWP : Global Warming Potentiel.
- HQE : Haute Qualité Environnementale.
- ILFI : International Living Future Institute.
- LBC : Living Building Challenge.
- LCC : Living Community Challenge.
- LEED : Leadersheap in Energy and Environmental Design.
- NRE : Non-Renewable Energy.
- NREL : National Renewables Energy Laboratory.
- ONU : Organisation des Nations Unies.
- PE : Primary Energy.
- PV : Photovoltaïque.
- RSF : Research Support facility.
- SHON : Surface Hors Œuvre Nette.
- USGBC : United States Green Building Council.



I.1. Introduction :

Au cours des vingt dernières années, la « construction durable » est devenue la tendance la plus importante et la plus progressiste de l'industrie du bâtiment. La conception, la construction et l'exploitation des bâtiments ont connu des avancées importantes. Pourtant, lorsque nous les comparons à la vitesse de transition requise pour éviter les effets les plus dommageables des changements climatiques et des autres défis environnementaux, notre progrès demeure minime et à peine mesurable.

Nous vivons les débuts du pic pétrolier, dans un monde globalement interconnecté, mais écologiquement appauvri. Un monde peuplé de sept milliards de personnes, un chiffre qui augmente. Un monde où chaque écosystème connaît un déclin qui s'accélère. Un monde où l'accroissement de la température globale provoque une répartition instable des pluies, une acidification des océans et une augmentation potentiellement catastrophique du niveau de la mer.

Cette transformation radicale s'impose dans la conception des bâtiments, des infrastructures et des collectivités. Et ce changement doit être l'œuvre de notre génération. Nous devons repenser et reconstruire nos villes, nos villages, nos quartiers, nos maisons, nos bureaux, comme tous les autres espaces et infrastructures. Ce processus est indispensable pour réinventer notre relation avec le monde naturel : ne plus s'en séparer, mais s'assurer que nous soyons « une partie intégrante de la création ».

Cette transformation s'est matérialisée par le biais de l'approche de la conception régénératrice qui transforme la façon dont nous créons l'environnement bâti pour qu'il contribue au bien-être, à l'alimentation et à la régénération du monde et de toutes ses communautés.

Dans ce mémoire nous explorons les différentes pratiques développées pour aller au-delà de la notion contemporaine de durabilité et de design vert pour créer un monde dans lequel les humains et leurs écosystèmes peuvent fleurir.

I.2. Contexte et intérêt de la recherche

La communauté de l'architecture, de l'ingénierie et de la construction a réalisé l'impact négatif de l'industrialisation de l'environnement bâti sur la planète. Les bâtiments sont responsables de 40% des émissions de carbone, de 14% de la consommation d'eau et de 60% de la production de déchets dans le monde (Petersdorff, Boermans, & Harnisch, 2006). Selon la directive de l'Union européenne (UE), la terre est la ressource la plus rare sur terre, faisant du développement foncier une composante fondamentale de la pratique efficace de la construction durable (UE, 2003; AEE, 2002).



Dans le monde entier, plus de 50% de la population humaine est urbaine. Les dommages environnementaux causés par l'étalement urbain et la construction de bâtiments sont sévères et nous développons des terres à une vitesse que la terre ne peut compenser. Les bâtiments affectent les écosystèmes¹ de diverses manières et ils dépassent de plus en plus les terres agricoles et les zones humides ou les plans d'eau et compromettent la faune existante.

Les matériaux de construction sont une autre ressource limitée dans le cycle de vie d'un bâtiment. Contrairement à l'énergie et à l'eau, les matériaux circulent dans un système proche de la boucle fermée. La période de régénération de la plupart des matériaux utilisés dans la construction actuelle de bâtiments est extrêmement longue puisqu'ils ont été des millions d'années dans la fabrication. L'eau est une ressource clé qui lubrifie autant le secteur du bâtiment que le pétrole. Les bâtiments ont besoin d'eau pendant la construction et pendant l'occupation. Les énormes impacts négatifs de l'écologie et de la détérioration des fonctions et des services éco-systémiques et l'importante empreinte écologique², due à la consommation de combustibles fossiles et à la pollution, ont entraîné une détérioration importante de l'environnement.

De la discussion ci-dessus, nous pouvons conclure que la croissance démographique croissante et la destruction écologique nécessitent l'augmentation de la capacité de charge écologique au-delà des conditions préindustrielles. Et que nous devons inverser l'impact négatif de l'environnement construit et aller au-delà du paradigme³ de l'efficacité.

Afin d'obtenir une empreinte positive du bâtiment, nous devons passer du paradigme d'efficacité qui vise à réduire, éviter, minimiser ou empêcher l'utilisation de l'énergie fossile pour un paradigme régénérateur visant à augmenter, soutenir et optimiser l'utilisation des énergies renouvelables (Lyle, 1996). Comme le montre la « figure I.1 », les stratégies d'efficacité précédentes ont fonctionné dans le cadre d'une approche carbone neutre ou neutre qui n'atteindra jamais une empreinte de bâtiment positive et bénéfique. Même l'approche du solde net actuel suppose une dépendance fondamentale aux combustibles fossiles. Par conséquent, nous définissons l'impact positif de l'environnement bâti à partir d'un paradigme d'auto-efficacité renouvelable.

¹ « Un écosystème est un ensemble dynamique d'organismes vivants (plantes, animaux et micro-organismes) qui interagissent entre eux et avec le milieu (sol, climat, eau, lumière) dans lequel ils vivent. »

(<http://www.planetesciences.org/enviro/archives/rnste6/ateliers/ecosystemes/ecosystemes.htm>) Mai 2018

² « L'Empreinte écologique est une mesure de la pression exercée par l'homme sur la nature. L'Empreinte écologique évalue la surface productive nécessaire à une population pour répondre à sa consommation de ressources et à ses besoins en absorption de déchets. »

(https://www.dictionnaire-environnement.com/empreinte_ecologique_ID1038.html).Avrile 2018

³ « Le paradigme est un modèle cohérent du monde qui repose sur un fondement défini (matrice disciplinaire, modèle théorique, courant de pensée). Un paradigme peut être infléchi ou totalement remis en cause. » (Dictionnaire la rousse).



Cette approche est favorisée par le paradigme de la régénération, une approche de Living Building Challenge (LBC), ou le Défi du bâtiment vivant est une initiative de *l'International Living Future Institut*. celle-ci vise à changer les paradigmes liées à l'environnement bâti et encourager la création de bâtiments qui sont intégrés, vivant et dont l'impact environnemental est réduit au minimum.

Les bâtiments certifiés LBC visent même à supporter et à restaurer les fonctions écologiques et sociales de leur environnement.

Un bâtiment régénératif recherche la plus grande efficacité dans la gestion des ressources combinées et la production maximale de ressources renouvelables. Il cherche un développement positif pour augmenter la capacité de charge pour inverser l'empreinte écologique. La gestion des ressources du bâtiment met l'accent sur la viabilité de l'exploitation des ressources renouvelables et permet l'échange d'énergie et la micro génération dans les limites urbaines (Attia & De Herde, 2010, 2011).

Par ailleurs, l'architecture biomimétique⁴ ou bionique⁵ et le design biophilique⁶ se penche sur le sujet de la reproduction des formes naturelles ou bien d'apporter des solutions de la nature, ce sont des actions qui seront pas vraiment au service de l'écosystème et la biodiversité. Par contre l'éco-mimétisme consiste à restaurer et à promouvoir l'ingénierie écologique. C'est à dire mimer les fonctions de l'écosystème dans son ensemble, pour donner un effet neutre sur la biodiversité, c'est parmi les principes du bâtiment régénératif (Larrère et Larrère 2015).

A cette fin, et face à cette situation environnementale alarmante et autant que adhérents aux secteurs du bâtiment, nous devons agir de notre part afin de conserver la nature



Figure I.1: Changement de paradigme vers une empreinte d'impact positive

Source : Sustainable Cities and Society 26 (2016)

⁴ « Le biomimétisme est la pratique scientifique qui consiste à imiter, ou à s'inspirer des propriétés essentielles d'un ou plusieurs systèmes biologiques. » (<http://biomimetisme.eklablog.com/>).

⁵ « L'architecture bionique est un courant du design et une expression constructive architecturale dont la composition et les lignes de force empruntent aux formes naturelles, c'est-à-dire biologiques. Cela explique que les premiers exemples d'architecture bionique privilégient la recherche formelle à la fonctionnalité. L'architecture bionique se pose elle-même comme contrepoint aux compositions « traditionnelles » à angles droits. Elle procède par utilisation de formes et de surfaces courbes rappelant des structures du vivant et des fractales. » (Korol'ova 2011).

⁶ « Une conception d'une architecture du bâtiment ou d'un paysage qui crée des liens visuels et physiques avec la nature tout en incorporant des matériaux naturels ou qui imitent la nature et les formes naturelles. Enfin, il se base sur une connaissance de l'évolution humaine pour orienter la conception, les finitions et l'ameublement et susciter ainsi certaines émotions chez les personnes qui occupent ces espaces. » (The economics of biophilia, 2012).



et ses composantes et assurer une meilleure qualité de vie dans un environnement agréable à vivre.

I.3.Problématique

La population algérienne est très inégalement répartie sur le territoire, en effet elle est très majoritairement concentrée à moins de 250 km du littoral méditerranéen, au-delà de 250 km au sud du littoral la population se fait rare hormis en quelques villes qui correspondent à des oasis. Cette distribution est la conséquence de plusieurs facteurs : le passé colonial, un exode rural accéléré par une guerre, le climatetc.

Cela a causé une forte crise de logement, ce déficit n'est toujours pas résorbée jusqu'à aujourd'hui car la population croît plus vite que le rythme de construction de nouveaux logements. Parallèlement à cela, il y a le vieillissement du bâti faute d'entretien et à cause aussi de la sur-occupation (densité).

Les indicateurs de la crise de l'habitat sont donc la vétusté et l'exiguïté du parc logement et des logements sans confort. Et cela a eu comme conséquences l'apparition des bidonvilles qui prennent de plus en plus place aux cœurs des grandes villes, une urbanisation anarchique au détriment de l'espace naturel et agricole, de multiples problèmes d'insuffisance d'infrastructure et une dégradation du milieu naturel, pollution et manque d'hygiène.

Voilà pourquoi, le Schéma d'Aménagement du Territoire (SNAT) a vu le jour afin de procurer un équilibre intégral à l'horizon de 2030 (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement de l'Algérie 2009). Ce dernier s'engage sur le principe du développement durable qui se manifeste à travers :

- Le décongestionnement des grands centres urbains.
- La préservation de la biodiversité
- La protection de l'environnement, des écosystèmes et des espaces naturels.
- L'exploitation objective et rationnelle des ressources naturelles et en particulier celles qui ne sont pas renouvelables.

Le SNAT a également pour objectifs la création de 13 villes nouvelles vertes, réparties sur trois couronnes : Littorale, les Hauts Plateaux et le Sud.

Au nombre de ces 13 villes, nous avons choisi la ville nouvelle d'El ménéa qui vise la création d'un ensemble dynamique dans un environnement aride afin de soutenir et promouvoir le développement économique, touristique et social de manière durable du Sud du pays (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement de l'Algérie 2009).



La ville nouvelle d'El Menea est dotée d'un climat désertique qui se caractérise par de haute température en été, une faible pluviométrie, des vents dominants et de vent de sable. D'un autre côté, cette ville bénéficie des gisements permettant la production des énergies renouvelables telles que : l'énergie solaire et l'énergie éolienne ainsi que d'une importante nappe phréatique assurant les besoins nécessaires en eau.

Cependant, dans le cadre des altérations de l'état général, nous voulons aller au-delà des buts prévus pour la ville nouvelle d'El Menea et cela par la conception d'un quartier résidentiel régénératif qui permettrait d'habiter en symbiose avec la nature, de là des interrogations s'imposent :

- La conception régénérative est-elle réellement la plus proche des procédés à faire inverser l'empreinte écologique ?
- Quels sont les concepts du paradigme régénératif et comment les faire adaptés aux conditions climatiques de la ville nouvelle d'El-Menea : zone chaude et aride ?

I.4. Les hypothèses

- Nous supposons que la conception régénérative est capable d'atteindre un impact positif de l'environnement bâti.
- Nous présumons que la prise en compte d'un système de critères basé principalement sur : Site, Eau, Energie, Santé, Matériaux, Equité et Beauté, adaptés aux conditions naturelles de la ville nouvelle d'El-Menea permettrait d'atteindre un quartier régénératif.

I.5. L'objectif de la recherche

Notre recherche a pour objectif de :

- Identifier les critères d'un quartier régénératif et assurer des pistes d'action pour sa concrétisation.
- Démontrer l'importance du quartier régénératif à travers son rôle de préserver la biodiversité tout en créant un équilibre entre l'homme et l'espace naturel.

I.6. Méthodologie de la recherche

Notre travail est constitué de deux étapes, la première théorique et la deuxième opérationnelle.

La partie théorique : Cette étape consiste à définir les concepts clés de notre recherche, nous aborderons en premier lieu la définition du paradigme régénératif. Puis le développement d'une approche méthodologique pour l'évaluation d'un quartier résidentiel régénératif. Notre étude sera effectuée par le biais d'une recherche bibliographique et analyse des exemples.



La partie opérationnelle : A cette phase, nous établirons un diagnostic environnemental sur la ville nouvelle d'El ménéa et l'aire d'intervention à l'aide de l'analyse AFOM (Atouts, Faiblesses, Opportunités et Menaces). Ensuite la conception d'un quartier résidentiel régénératif dans la ville nouvelle sur la base d'une approche Eco-systémique tout en intégrant les principes du système régénératif et en fin une évaluation sera établie selon une approche multicritères à l'aide de la méthode développée.

I.7. Structuration du mémoire

Notre mémoire est composée de trois chapitres :

Chapitre I : Dédié à l'introduction générale de notre mémoire, il comporte le contexte et l'intérêt de la présente recherche, la problématique les objectifs et les hypothèses de cette dernière, et finalement la démarche méthodologique qui va nous permettre de vérifier l'hypothèse et atteindre nos objectifs.

Chapitre II : Dans ce chapitre nous allons définir les concepts clés de notre recherche en donnant la définition et les critères du paradigme régénératif et nous allons comparer deux bâtiments à la fine pointe de la technologie pour aborder les étapes critiques de la transition entre l'architecture de réduction des impacts négatifs et l'architecture régénérative à impact positif .Après , nous proposons une méthode d'évaluation du quartier régénératif , et finalement citer quelques expériences étrangères d'application du design régénératif.

Chapitre III : A cette étape ,nous allons d'abord analyser la ville nouvelle d'El ménéa puis l'aire d'intervention , puis la conception d'un quartier résidentiel régénératif en se basant sur les critères tirés depuis la recherche théorique , et enfin nous allons évaluer ce quartier régénératif.

A la fin, le mémoire se terminera par une conclusion qui reflètera brièvement le travail de la recherche, indiquant ses limites et contraintes et révélant des perspectives pour des futures recherches.



Introduction

Ce chapitre est consacré à la définition des concepts de base, primordiale pour une meilleure compréhension du système régénératif et cela par l'indication des critères de ce dernier et en mettant l'accent sur les domaines d'applications de ces critères qui sont : site, eau, énergie, équité, santé, bonheur, matériaux et beauté. Ainsi qu'une étude comparative entre deux bâtiments classés comme étant des bâtiments à haute performance dont l'un est un bâtiment régréatif et l'autre un bâtiment net-zéro énergie (neutre en carbone), la toute dernière tendance de la révolution écologique de l'architecture et qui précède le paradigme régénératif. Cette phase présente aussi l'analyse de deux exemples qui vont nous aider dans l'élaboration de notre projet et la méthode d'évaluation des quartiers régénératifs.

II.1. Aperçu historique de la révolution écologique de l'architecture

Depuis le début du XXe siècle, cinq paradigmes influents ont façonné la durabilité de l'architecture et de l'environnement bâti. Une revue des 120 dernières années révèle que le discours architectural a été influencé de manière significative par la crise économique et écologique liée à l'industrialisation (voir tableau II.1). Cette classification n'est pas rigide et ne doit pas être interprétée comme une classification rigide qui crée des frontières. C'est un essai de catégorisation des pensées qui vise à mieux comprendre l'évolution et la relation entre la durabilité et la création de l'environnement bâti. Ainsi, pour penser à la durabilité, nous distinguons sept paradigmes:

Le premier paradigme appelé **architecture Bioclimatique** a été dominé par des idées de Frank Lloyd Wright sur l'architecture organique (Uechi, 2009), Corbusier et Breuer sur la protection solaire (Braham, 2000), Atkinson sur l'hygiène (Banham, 1984), Meyer sur le modèle biologique (Mertins, 2007), Neutra (1929) sur le bio-régionalisme (Porteous, 2013), Aalto sur la santé et le principe de précaution (Anderson, 2010) jusqu'à la formulation du paradigme de l'architecture bioclimatique par les Olgay Brothers (Olgyay, 1953). Les bâtiments de ces architectes ont montré une tendance au rationalisme et au fonctionnalisme tout en étant fascinés par la beauté de la nature. L'adaptation bioclimatique, l'hygiène, la sécurité et la notion de conception expérimentale et empirique n'ont pas été développées. Jusqu'à ce que les frères Olgay mettent en place le premier laboratoire d'architecture dans les années 1950 combinant la recherche académique et la pratique. Il s'agit d'un changement majeur qui a déplacé l'architecture dans le monde scientifique.

Le deuxième paradigme nommé **Architecture Environnementale** était dominé par les idées de Ian McHarg sur le design avec la nature (McHarg & Mumford, 1969),



Ehrenkrantz sur la conception des systèmes (Ehrenkrantz, 1989), Schumacher sur la technologie appropriée (Stewart, 1974) et Ron Mace sur la conception universelle (Thompson, Johnston, & Thurlow, 2002). Les bâtiments de ces architectes ont montré une tendance à l'inclusion de l'environnement et de la biologie de l'intérieur du bâtiment à l'échelle urbaine et à l'échelle de la planification.

Le troisième paradigme suivant la première crise énergétique était dominé par les idées de l'American Institute of Architecture (AIA) sur l'architecture énergétique (Villecco, 1977), de l'American Solar Energy Society (ASES) et de Balcomb sur l'architecture solaire passive et active (Balcomb, 1992), la société Passive and Low Energy Architecture (PLEA) et Thomas Herzog (Herzog, Flagge, Herzog-Loibl et Meseure, 2001). Les bâtiments de ces architectes ont montré une tendance à l'inclusion des stratégies de conception d'énergie solaire et d'économie d'énergie. Les premières idées de bâtiments neutres en énergie et de systèmes intégrés d'énergie renouvelable ont été introduites dans plusieurs prototypes et concepts de construction. L'utilisation de la simulation empirique et de la technique basée sur la mesure pour quantifier la performance des bâtiments était basée sur les codes et les normes d'énergie qui ont été créés dans cette phase.

Le quatrième paradigme appelé **Architecture Durable** a été dominé par les idées de Brundtland, allant de Baker sur les conceptions durables (Bhatia, 1991), Fathy est conforme aux conceptions de la nature pour construire l'architecture de ce qui est sous nos pieds (Fathy, 1973) à Sam Mockbee. Avec beaucoup d'autres, ils ont élargi la portée du design durable en adoptant l'esthétique et l'expérience humaine en plus de la performance environnementale.

Le cinquième paradigme nommé **Architecture Verte** a été dominé par les idées de l'US Green Building Council sur la conception écologique et intelligente, Van der Ryn sur la conception de la communauté écologique (Van der Ryn & Calthorpe, 1991), ARUP sur la conception intégrée (Uihlein, 2014) et Faust sur le concept de la maison passive (Feist et al. 1999). Avec l'émergence de ce paradigme, l'écologisation de l'architecture a proliféré au niveau mondial avec des considérations environnementales plus complexes et plus larges (Deviren & Tabb, 2014).

Le sixième paradigme nommé **Architecture Neutre en Carbone** a été dominé par les idées du Protocole de Kyoto sur la neutralité carbone (Protocole, 1997) et le rapport du GIEC des Nations Unies sur le changement climatique. Le travail de Bill Dunster sur Zero Energy Development et Ed Mazria sur le Défi 2030 a eu un fort impact sur la recherche et la pratique en architecture. Avec les objectifs énergétiques 2020 de l'Union Européenne (UE) à



près de zéro pour 28 Etats membres, l'architecture neutre en énergie est devenue une réalité englobant la résilience, le dynamisme et l'intégration.

Dans les 20 prochaines années, nous serons à la veille du septième paradigme appelé **Architecture Régénératrice**. Ce paradigme sera dominé par les idées de Lyle sur le design régénératif (Lyle, 1996), Michael Braungart et Donald McDonough (McDonough et Braungart, 2010) sur le design, cradle to cradle et Benyus sur le biomimétisme (Benyus, 2002). Nous sommes à la veille d'un changement de paradigme qui opère à partir d'une création d'impact positif à travers des bâtiments durables écologiquement efficaces.

En conclusion, cette classification nous permet d'identifier les idées et les tendances dans le domaine de la durabilité de l'architecture et de l'environnement bâti. Au cours des cent dernières années, l'architecture a été influencée par le discours sur la durabilité et de nombreuses innovations architecturales et de construction ont été liées au progrès des idées énumérées plus haut. L'influence des sept phases a été profonde sur la pratique architecturale, poussée par les nouvelles technologies de construction telles que les matériaux d'isolation, les systèmes renouvelables et les technologies efficaces de chauffage et de refroidissement. La durabilité représentait une vision pour de nouvelles pratiques et une architecture axée sur la performance et a donné lieu à une nouvelle production et les indices et méthodes de calcul des performances. Plusieurs paradigmes ont dominé la pratique architecturale et de construction. Actuellement l'architecture régénératif est une approche susceptible à se reproduire vu sa capacité à inverser l'empreinte écologique.

Paradigme	Années	Influenceur	Paradigme
Architecture bioclimatique	1908-1968	Olgay, Wright, Neutra	Découverte
Architecture environnementale	1969-1972	Lan Mohang	Harmonie
Architecture consciente de l'énergie	1973-1983	NIA, Balcomb, ASHRAE, LEED	Efficacité énergétique
Architecture durable	1984-1993	Brundage, LEA, Faust	Efficacité
Architecture verte	1993-2006	USGBC, Van der Ryn	Neutralité
Architecture neutre en carbone	2006-2011	UN IPCC, Masria	Résistance
Architecture régénérative	2016- Future	Lyle, Braungart, Benyus	Régénération

Tableau II.1 : Paradigmes de la durabilité influençant l'architecture aux XXe et XXIe siècles.
Source: Sustainable Cities and Society, 2016.

II.2. Concept du design régénératif

II.2.1. Définition du design régénératif :

Le design régénératif est une approche qui inclut des principes de conception « verte » ou « durable », qui exigent de minimiser les impacts environnementaux, mais les dépasse également en concevant des bâtiments qui font partie d'un écosystème plus vaste.

La conception régénératrice est enracinée dans les modèles et les techniques de développement historiques, mais n'est pas un appel à fuir l'électricité ou à abandonner l'eau courante. C'est une approche de conception sophistiquée reposant sur les technologies de



pointe et les techniques indigènes pour créer des designs réfléchis qui brouillent la distinction entre les environnements construits et naturels, à travers des bâtiments performants imbriqués dans des paysages fonctionnels (Regenerative Design, Regional Plan Association, June 2016).

Le design régénératif est une approche de développement à plusieurs échelles qui prend en considération les environnements construits et naturels en tandem. Il favorise :

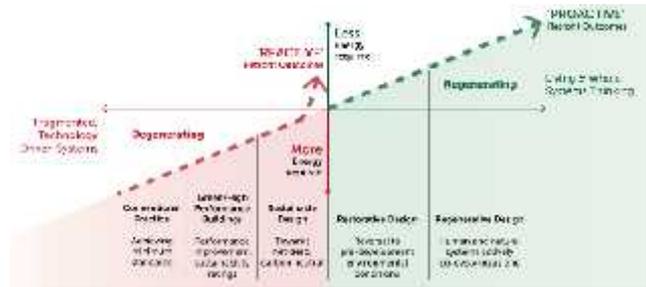


Figure II.1 : Modèle de conception régénérative.

Source: Regenerative Design, Regional Plan Association, June 2016.

- Des bâtiments performants qui combinent des systèmes passifs et actifs pour réduire les besoins en énergie et en eau.
- Systèmes d'énergie renouvelable et le traitement d'eaux grises.
- Des paysages naturels qui gèrent les eaux pluviales tout en fournissant de l'habitat.
- La circulation et les corridors entre les ressources communautaires et les habitats naturels.
- Productivité vis-à-vis des écosystèmes, de la nourriture et de l'économie.
- Fort sens de la communauté et de l'histoire.

II.2.2. Les critères du paradigme régénératif :

Le paradigme régénératif se compose de vingt impératifs, chacun se concentrant sur une sphère d'influence spécifique, qui est applicable d'une manière ou d'une autre à la plupart des projets d'environnement bâti. Ceux-ci sont organisés selon sept domaines de performance appelées « Pétales » : Site, Eau, Énergie, Santé, Matériaux, Equité et Beauté.

Les impératifs peuvent être obligatoires ou facultatifs (voir tableau II.2), et il existe des exemptions temporaires en raison des conditions du marché ou du contexte (comme dans les pays en développement). Pour déterminer quels impératifs sont obligatoires, le projet doit être classé dans l'une des quatre typologies suivantes: quartiers, bâtiment, paysage et infrastructure (amphithéâtres naturels, par exemple) et rénovations (International Living Future Institute, 2016).



Figure II.2 : Les sept pétales du Design Régénératif.

Source : www.living-future.org/



En fonction de la technologie et les moyens, l'échelle optimale de la communauté vivante peut varier en considérant l'impact sur l'environnement, les premiers coûts et les coûts d'exploitation. Pour remédier à ces réalités, le Défi de la Communauté Vivante (LCC) a une superposition de saut d'échelle pour accommoder des communautés de différentes tailles afin d'opérer dans un état coopératif, partageant l'infrastructure verte et permettant aux communautés vivantes d'être réalisées avec autant d'élégance et d'efficacité que possible.

	Quartiers	Bâtiments	Paysage et infrastructure	Rénovation	
Site		Changement d'échelle			01 Limite de la croissance
				Changement d'échelle	02 Agriculture urbaine
					03 Compensation pour la biodiversité
					04 Mode de vie sans voiture
Eau				Changement d'échelle	05 Autonomie en Eau (nette positive)
Energie				Changement d'échelle	06 Autonomie en Energie (nette positive)
Santé					07 Environnement civilisé
					08 Conception d'un quartier sain
					09 Environnement Biophilique
					10 Résilience Communautaire
Matériaux			Changement d'échelle		11 Plan des matériaux vivants
					12 Bilan carbone intrinsèque
					13 Déchet (bilan net positif)
Équité					14 Echelle humaine et lieux humanisés
					15 Droit d'accès à la nature et au site
					16 Droit d'accès aux services communautaires
					17 Investissement équitable
Beauté					18 Organisation Juste
					19 Beauté et Esprit
					20 Inspiration et Éducation

Tableau II.2: Les 20 impératifs de Living Community Challenge.
 Source: International Living Future Institute ,2016

Pour réaliser les impératifs du défi de la communauté vivante, il existe des stratégies d'action, appelée « Les modèles ». Chaque modèle à son tour atteindra souvent ou contribuera à de multiple faisceaux d'impératifs. Les modèles peuvent être combinés pour aider à atteindre plus d'impératifs. Ce diagramme illustre comment Les modèles peuvent simultanément atteindre plusieurs impératifs sous plusieurs zones de Pétales.

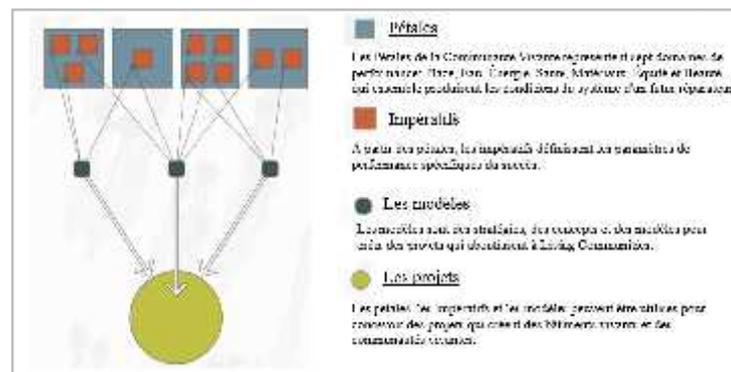


Figure II.3 : Les modèles et le défi de la Communauté Vivante.
 Source : International Living Future Institute ,2016.



Modèle 01 : Urbanisation intégrant la nature sauvage

La nature doit être intégrée dans les projets, y compris la nature sauvage, dans leurs environnements construits par une nouvelle synthèse de restauration de l'écologie, de l'architecture, de la planification et de l'aménagement urbain.

Modèle 02 : Echelle humaine

L'échelle humaine doit être un critère primaire pour les décisions de la conception à tous les niveaux de la ville, y compris les bâtiments, le réseau de transport et les espaces ouverts.

Modèle 03 : Rues pour les gens

Le réseau de la rue doit être conçu principalement à l'échelle humaine pour la mobilité et les besoins humains, que pour les voitures.

Modèle 04 : Rues Vertes et Bleues

Certaines rues peuvent être réaménagées comme de nouveaux endroits multifonctionnels ; de collecte et de stockage d'eau, de loisir, de traitement des eaux usées et d'autres services d'écosystème.

Modèle 05 : Montrer et dire

En tant que partie des processus de planification, les petits projets devraient germer autour de la communauté pour aboutir à des progrès et démontrer la vision de la communauté.

Modèle 06 : De la rue à la table

La croissance alimentaire doit être intégrée dans la vie quotidienne de la rue : voies de nourriture urbaines, comestible sauvages et pâturage de rue. La plantation de bande et de médianes devrait être utilisée pour planter des plantes comestibles et des arbres fruitiers, ou peut-être même une récolte en rangée, reliant un plus grand système agricole urbain productif, des terrains vacants et des jardins communautaires. Nos communautés doivent être des lieux de production et de création de nourriture, plutôt que de vivre seulement ou de travailler et de consommer.

Modèle 07 : Espaces cultivateurs /créateurs

Les projets vivants devraient avoir des endroits flexibles pour la création collaborative à petite échelle, comme la fabrication et le stockage des biens durables d'aliments.

Les produits et les aliments localement produits sont les principes fondamentaux d'un quartier vivant. Une économie hautement localisée doit avoir un espace communautaire flexible qui peut incuber les créateurs. Ces espaces devraient être suffisamment souples pour



changer au fil du temps, mais assez précis pour être utiles pour une grande variété d'activités du stockage et du traitement des aliments à la production de base, comme les magasins de bois, les magasins de métaux, l'art, les coutures et les espaces de production de fibres, les magasins de technologies, ou des ateliers de fabrication à petite échelle. Pour que ces espaces soient d'une utilité maximale, ils devraient être ciblés sur les besoins du projet et de la communauté.

Modèle 08 : Toit comme ressource

Les toits pourraient constituer un élément essentiel de la durabilité des villes dont ils ont le potentiel d'être des ressources pour la collecte de l'eau de pluie, des espaces ouverts, de l'agriculture, de l'habitat naturel et support des panneaux solaires.

Modèle 09 : Mobilité intermédiaire

Un nouveau type de rue et des infrastructures devraient être créés et adaptés aux microvéhicules, améliorant la mobilité et créant des espaces pour d'autres utilisations. Il y a un grand écart entre la bicyclette et la voiture, mais de nombreuses personnes ou des voyages seraient bien servis par quelque chose entre les deux. Alors que ces véhicules intermédiaires sont à l'aube de leur évolution, ils incluent des vélos à assistance électrique, des vélos de fret, des véhicules hybrides humains / électriques, des véhicules à quatre roues électriques et à siège tandem. Les rues et les quartiers conçus autour de ces petits véhicules peuvent devenir une échelle humaine, tout en améliorant la mobilité et l'accessibilité et libérant l'emprise de la route pour d'autres utilisations humaines.

Modèle 10 : Le second acte

Quand les bâtiments souhaitent des retrofits significatifs, par exemple, pour répondre aux réglementations parasismiques et les utilités journalières, ils devraient être reconstruits comme bâtiments vivants.

L'environnement bâti de San Francisco reflète un grand investissement historique de personnes, d'énergie et de matériaux. Cet investissement dans l'environnement construit nécessite une réparation et, en fin de compte, un renouvellement, une opportunité de transformation majeure de la durabilité. Le coût différentiel entre l'amélioration des bâtiments existants ou l'infrastructure aux normes de performance de Living Building pourrait être supérieur de 10% au coût de rénovation standard, alors que le remplacement total pourrait atteindre 100% du coût totale du projet. La ville devrait capitaliser sur le processus lent de sa reconstruction au fil du temps et reconstruire les normes Living Building.

Modèle 11 : Mémoire basé sur le site



La mémoire d'une communauté, la culture, l'histoire, l'art, la musique, les relations et les modes de vie, devrait être représentés par une variété de méthode dans chaque projet de développement et dans les initiatives communautaires indépendantes.

Modèle 12 : Analyse de l'empreinte

L'analyse de l'empreinte ou l'analyse de la récolte établit une base de la capacité de transport, par l'évaluation des besoins en ressources et ses potentiels pour capturer l'eau et l'énergie. Un principe clé du défi de la Communauté Vivante est de concevoir avec les finalités à l'esprit. Un autre principe essentiel est qu'un bâtiment, un développement ou un quartier devrait être autosuffisant. Ces deux idées fournissent la base de l'analyse de l'empreinte / récolte.

Pour encourager un développement adéquat dans des contextes spécifiques, un modèle pour catégoriser les zones urbaines et rurales est adopté. Ce modèle sert de base pour la planification et démontre que différents types de standards conviennent à différentes réalités de l'aménagement. Le « Transect vivant » s'applique à plusieurs impératifs. Le défi favorise soit une transformation des zones de banlieues en zones urbaines plus dense, soit leur démantèlement pour y aménager de nouvelles zones rurales pour la production alimentaire, l'habitat naturel et des services éco-systémiques.

Chaque projet doit sélectionner une catégorie du Transect parmi ces options :

L1. Habitat naturel préservé (site en zone verte) : Il s'agit de terres mises de côté en tant que réserve naturelle ou définies comme habitat écologique sensible. Il ne peut être développé que dans des circonstances limitées liées à la préservation ou à l'interprétation du paysage, comme décrit dans l'Impératif 01: Limites de la croissance. Il existe une exception temporaire qui permet de construire un projet de quartier sur un site vierge dans les pays les moins développés, les nouveaux industrialisés ou les autres pays à faible indice de développement humain, où il est clairement démontré que les pressions sociétales prédominantes exigent une possibilité d'aménagement partiel comme condition pour préserver la majorité du bien en tant que zone de conservation.

L2.Zone rurale et agricole : Cela comprend des terres dont la fonction principale est l'agriculture et le développement, et qui se rapportent spécifiquement à la production de nourriture, tel que décrit dans l'Impératif 02: Agriculture urbaine. Les petites villes et villages non inclus. (Coefficient d'occupation de sol (COS) 0,09).



L3. Village ou campus: Il s'agit d'un développement à usage mixte à densité relativement faible dans les villes et villages ruraux et peut également inclure des campus universitaires ou collégiaux. (COS de 0.1 – 0.49).

L4. Zone urbaine générale : Cette zone comprend un développement à usage mixte de densité faible à moyenne dans les grands villages, les petites villes ou à la périphérie des grandes villes. (COS de 0,5 à 1,49).

L5. Centre-ville : Il s'agit d'un développement à usage mixte de moyenne à haute densité que l'on trouve dans les villes de petite et moyenne taille ou dans le premier «anneau» d'une grande ville. (COS de 1,5 à 2,99).

L6 : Quartier des affaires: Elle comprend le développement à usage mixte de haute à très haute densité que l'on trouve dans les grandes villes et les grandes métropoles. (COS 3,0).

II.3. Etude comparative

En essayant d'atteindre un environnement bâti respectueux de l'environnement par la réduction, l'architecture durable et la pratique de construction pour un objectif d'efficacité des ressources signifiant de réduire la consommation et d'utiliser efficacement les ressources. Cependant, les changements qui ont influencé le domaine ont tous émergé d'un paradigme d'efficacité axé sur la réduction de l'utilisation des ressources épuisantes ou polluantes. Même les bâtiments à énergie zéro et les bâtiments zéro carbone qui visent une efficacité maximale découlent de la notion de neutralisation de la consommation de ressources et la définissent comme une consommation d'énergie nulle (Marszal et Heiselberg, 2009).

En fait, l'approche du «seuil de rentabilité» est très limitée. Restreindre les limites d'impact du bâtiment à «zéro» ou «net zéro» est une erreur, l'objectif «zéro» limite la réalisation de pratiques de construction durables à long terme. Si l'énergie produite sur le site s'avère être une ressource abondante, pourquoi devrions-nous limiter nos objectifs à zéro? En outre, le paradigme de l'efficacité décourage le potentiel d'atteindre des bâtiments indépendants de combustibles fossiles.

A cet égard, nous allons comparer deux bâtiments à la fine pointe de la technologie pour aborder les étapes critiques de la transition entre l'architecture de réduction des impacts négatifs et l'architecture régénérative à impact positif, en utilisant l'**analyse du cycle de vie (ACV)**. L'analyse et la comparaison des études de cas peuvent servir de révélateur inspirant et fournir une vision pour les architectes et les professionnels du bâtiment dans les domaines des bâtiments à haute performance et de l'architecture régénérative.

II.3.1. Methodologie :



Afin de répondre à la question de recherche en termes généraux sur l'efficacité du paradigme d'efficacité par rapport au paradigme régénératif, Nous avons choisi deux bâtiments qui fournissent des exemples de deux types polaires classés comme état des bâtiments à haute performance aux États-Unis et en Suisse. Le but de la sélection est de choisir les cas susceptibles de se reproduire. La comparaison s'est concentrée principalement sur l'énergie pendant la phase de construction, d'exploitation et de démolition afin d'éviter l'énorme volume de données. Les deux cas devaient être utilisés comme une base empirique plus solide pour répondre à la question de recherche. L'analyse a été réalisée en deux étapes:

- Dépister et analyser les deux bâtiments afin que nous puissions voir l'ampleur des impacts.
- Effectuer une analyse du cycle de vie détaillée, en particulier pour les émissions de carbone et l'énergie primaire.

II.3.1.1 Normes du cycle de vie et limites du système :

L'un des impacts environnementaux les plus importants des bâtiments est les matériaux et les ressources. Selon la base de données des projets de l'USGBC, les matériaux comptent pour 35% de l'énergie totale consommée durant le cycle de vie du bâtiment (Turner, Frankel, & Council, 2008). Une étude plus récente a montré que l'énergie intrinsèque peut représenter jusqu'à 60% du cycle de vie du bâtiment (Huberman et Pearlmutter, 2008). Nous avons donc opté pour une analyse du cycle de vie afin de comparer la consommation d'énergie, l'énergie intrinsèque du matériau et les émissions de CO₂ selon les normes ISO 14040 et 14044⁷ (ISO14040 ISO, 2006, ISO14044 ISO, 2006, Vogtländer, 2010).

La norme CEN / TC 350⁸ «Durabilité des travaux de construction» recommande la prise en compte de quatre étapes du cycle de vie pour la construction:

- **Etape du produit** : approvisionnement en matières premières, transport et fabrication.
- **Etape de construction** : installation de transport et de construction sur site.
- **Phase d'utilisation** : maintenance, réparation et remplacement, remise en état, utilisation énergétique: chauffage, ventilation, eau chaude et éclairage l'utilisation de l'eau.

⁷ « Norme ISO, International Organisation for Standardisation, est un document qui a établi plus de 570 normes relatives à l'environnement, y compris des normes facilitant l'ouverture de marchés mondiaux pour les énergies propres et les technologies économes en énergie et soutenant les programmes d'adaptation aux changements climatiques et d'atténuation de leurs effets .Les normes ISO sont réexaminées tous les cinq ans » « Les normes de la famille ISO 14000 relatives au management environnemental, élaborées par le comité technique ISO/TC 207, sont fermement établies comme les référentiels mondiaux pour les bonnes pratiques dans ce domaine » , • ISO 14040:2006, Management environnemental – Analyse du cycle de vie – Principes et cadre» (www.iso.org).

⁸ « Le CEN ou Comité européen de normalisation dont le siège se situe à Bruxelles, fut créé en 1961 afin d'harmoniser les normes élaborées en Europe. Tous ses membres nationaux – qu'ils soient membres de plein droit, affiliés ou organismes de normalisation partenaires – sont également membres de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) » (<https://www.cen.eu/Pages/default.aspx>).



- **La phase de fin de vie :** déconstruction, transport, recyclage / réutilisation et élimination (Blengini & Di Carlo, 2010; CEN, 2005).

II.3.1.2. Unité fonctionnelle, année, outils et indicateurs :

L'unité fonctionnelle permettant de comparer les deux bâtiments était de 1 m² / an. Pour le modèle de calcul, nous nous attendions à l'occupation pendant 100 ans. En Suisse, la valeur habituelle de la durée de vie de l'ACV est de 100 ans.

Un ensemble de données d'inventaire pour les matériaux a été développé et complété en utilisant la base de données Ecoinvent⁹. L'inventaire du cycle de vie a été réalisé à l'aide des applications logicielles SimaPro 7. Afin de calculer l'impact environnemental résultant de la circulation du CO₂ biogénique, une approche de stockage de CO₂ dans les bâtiments pendant 100 ans a été utilisée. Les indicateurs de l'ACV ont été résumés dans un groupe de trois indicateurs énergétiques et environnementaux:

- L'énergie primaire (PE), en tant qu'indicateur de la consommation d'énergie du cycle de vie
- L'énergie non renouvelable (NRE), en tant que partie non renouvelable de la PE.
- Potentiel de réchauffement planétaire (GWP), indicateur des émissions de gaz à effet de serre, y compris la contribution du dioxyde de carbone biogénique.

II.3.2. Etude de cas :

La sélection des deux études de cas était basée sur leur fonction de bureau similaire et les récompenses qu'ils ont reçues aux États-Unis et en Suisse. Les deux projets représentent l'excellence dans l'architecture durable et la construction verte dans leurs pays obtenant la plus haute certification verte LEED Platinum et Minergie-P-ECO. Plus intéressant, les deux projets représentent le paradigme réductionniste et régénératif et sont considérés comme des projets pilotes, par les communautés professionnelles dans deux continents différents.

II.3.2.1. Étude de cas 1: paradigme d'efficacité

Le centre de soutien à la recherche (RSF)

Le centre de soutien à la recherche (RSF) est un immeuble de bureaux à la fine pointe de la technologie qui accueillera des chercheurs du Laboratoire national d'énergie renouvelable



⁹ « La base de données Ecoinvent est le leader international dans le domaine des données de bilan et consommation CO₂ usagers dans plus que 40 pays. Les données Ecoinvent sont employées pour la réalisation des ACV, des déclarations environnementales de produits EPD, des bilans CO₂, de la politique intégrée et de la certification environnementale et d'autres applications. » (<http://esu-services.com/eco-invent/>). Source: www.nrel.gov/rsf/



(NREL). Le RSF à Golden, au Colorado, a été conçu et construit entre 2006 et 2010. . Le bâtiment est de 20400 m² accueillant 800 personnes. La vision du

projet sélectionné opère dans le cadre du paradigme de l'efficacité énergétique visant à construire un immeuble de bureaux neutre en énergie. L'appel avait une stratégie d'acquisition de conception-construction qui relie le bâtiment au réseau électrique pour l'équilibre énergétique grâce à un contrat d'achat d'électricité. L'équipe de conception-construction comprend Haselden Construction, RNL Architect et Stantec en tant que consultant en durabilité et ingénierie. Le processus de conception impliquait une approche intégrative visant à:

- Eviter les besoins en énergie en intégrant le chauffage et le refroidissement passifs et ventilation.
- Améliorer l'efficacité énergétique.
- Incorporer de l'énergie renouvelable et de l'énergie verte.

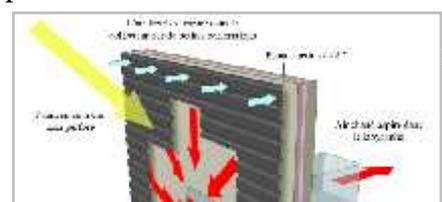


1. Améliorer les propriétés thermiques
2. Les systèmes thermiques qui ont été testés
3. Tracer l'air frais
4. Faire un bilan énergétique
5. Faire un contrat de profil horaire
6. Faire un bilan énergétique
7. La performance énergétique des produits de l'investissement est élevée
8. Delle schéma
9. Delle schéma énergétique de la grande salle
10. 2,5 MW de puissance photovoltaïque
11. Mise en œuvre simple
12. L'air frais est stocké dans les murs et les plafonds
13. Système de gestion de l'énergie
14. Système de gestion de l'énergie
15. Système de gestion de l'énergie

Figure II.5 : Schéma explicatif du fonctionnement du RSF.
Source : Energy efficiency & renewable energy, NREL, July 2012.

Caractéristiques

1. L'orientation Est-Ouest et la géométrie de la construction procurent un éclairage naturel tout en minimisant les pertes et les gains de chaleur indésirables.
2. Une structure en béton à stockage thermique en labyrinthe dans le vide sanitaire fournit un chauffage et un refroidissement passifs.
3. Le bâtiment dispose d'un système d'exploitation hybride
4. Les capteurs solaires transpirés préchauffent passivement l'air extérieur sur la face sud du bâtiment avant leur livraison au labyrinthe et à l'espace occupé.





5. L'éclairage naturel des fenêtres orientées vers le sud se reflète dans le plafond et pénètre profondément dans l'espace à l'aide de dispositifs de réflexion. Toutes les stations de travail sont éclairées par la lumière du jour.

6. Le triple vitrage, les fenêtres fonctionnelles apportent de l'air frais pour refroidir le bâtiment naturellement. Les parasols individuels offrent de l'ombre en cas de besoin.

7. Les panneaux isolés en béton préfabriqué fournissent une masse thermique importante pour modérer la température interne du bâtiment.

8. Le bâtiment est chauffé hydrauliquement et refroidi à l'aide de dalles thermiques dans le plafond au lieu d'air pulsé. Environ 113 km de tuyauterie radiante traversent tous les étages.

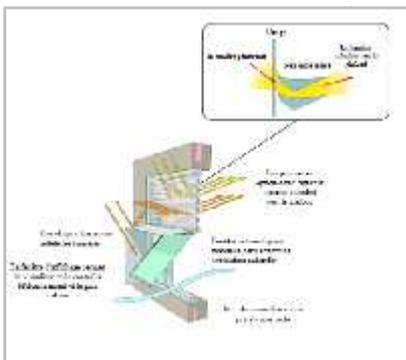


Figure II.7: Fonctionnement des fenêtres orientées Sud.
Source: Energy efficiency & renewable energy, NREL, 2012

9. La ventilation par le sol est distribuée via un système d'air extérieur dédié à la demande lorsque les fenêtres sont fermées par temps chaud et froid. Les systèmes de refroidissement par évaporation et de récupération d'énergie réduisent encore les charges de chauffage et de refroidissement de l'air extérieur.

10. Un Datacenter économe en énergie combine un refroidissement par évaporation, une ventilation d'air extérieur, un captage de chaleur résiduelle et des serveurs plus efficaces pour réduire de 50% la consommation d'énergie du Datacenter par rapport aux approches traditionnelles.

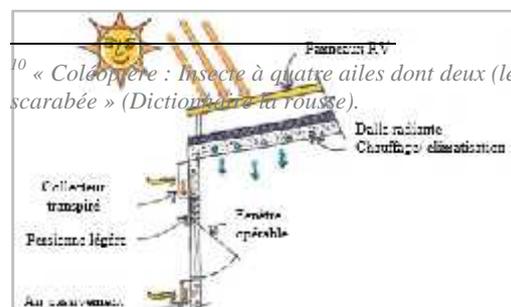
11. La ventilation mécanique est basée sur la demande et l'air est déplacé par un système de distribution d'air sous le plancher.

12 L'énergie solaire du RSF (2,5 MW) est installée sur le toit de RSF, sur le parking des visiteurs et dans le parking du personnel.

13. Le bois provient de pins tués par des coléoptères¹⁰ utilisés pour l'entrée du hall.

14. Les matériaux de piste recyclés provenant de l'aéroport fermé de Denver à Stapleton sont utilisés pour les agrégats dans les fondations et les dalles.

15. Des colonnes de gaz en acier récupérées ont été utilisées comme colonnes de construction. Environ 75% des déchets de construction ont été détournés des sites d'enfouissement



¹⁰ « Coléoptère : Insecte à quatre ailes dont deux (les élytres) sont cornées (ordre des Coléoptères ; ex. : le hanneton, le scarabée) » (Dictionnaire la rousse).

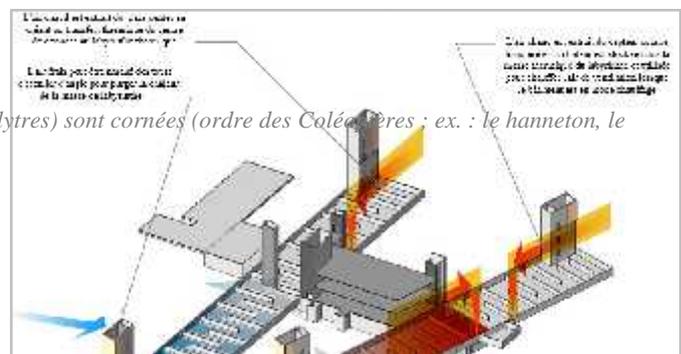




Figure II.8 : Dalle radiante.

Source : Energy efficiency & renewable

energy, NREL, 2012.

Figure II.9 : Le système de refroidissement / chauffage du RSF.

Source: Energy efficiency & renewable energy, NREL, 2012.

Pour l'ACV, les données d'une base de données propriétaire de l'Institut Athena ont été utilisées pour la construction de systèmes structurels commerciaux similaires (béton préfabriqué, béton coulé sur place et acier de charpente), ainsi que des couches de divers matériaux d'enveloppe et cloisons intérieures. La consommation annuelle d'énergie a été calculée à l'aide des résultats de la surveillance de NREL. L'étape de maintenance comprend la réparation et le remplacement des assemblages et des composants des assemblages tout au long de la durée de vie du bâtiment d'étude. La principale source d'information était le rapport Athena, maintenance, réparation et effets de remplacement pour les matériaux d'enveloppe (2002). Les recommandations standard sont basées sur des décennies d'expérience dans l'enveloppe du bâtiment, les instructions d'installation des fabricants, les garanties matérielles et les meilleures pratiques de l'industrie. Les données et les publications des associations de l'industrie générique et les pratiques de l'industrie nord-américaine ont été prises en compte pour modéliser les scénarios de fin de vie.

Une revue de la littérature ¹¹ et une recherche sur Internet ont été menées, mais peu d'informations détaillées concernant les pratiques de gestion des déchets de construction et de démolition dans le centre urbain de Denver ont été trouvées et examinées plus en détail dans cette étude. Des scénarios de fin de vie sont prévus jusqu'à 100 ans. Une description plus complète des processus de production et des tableaux pour les autres variétés peut être trouvée dans (Guggemos, Plaut, & Bergstrom, 2010). L'empreinte carbone détaillée ainsi que l'impact environnemental des différents processus de production du système de construction en béton sont fournis.

II.3.2.2. Étude de cas 2: paradigme régénératif

Green Office (Bureau vert)

¹¹ « Les notions de « revue de la littérature » (ou d'« analyse de la littérature ») désignent à la fois une méthode de travail scientifique et une « catégorie » d'études scientifiques. L'article final est parfois dit « article de revue » » (https://fr.wikipedia.org/wiki/Revue_de_la_litt%C3%A9rature)





La vision du projet retenu était de construire l'immeuble de bureaux le plus écologique et régénératif. L'architecte Conrad Lutz a été chargé de concevoir et de construire un bâtiment écologiquement optimal ayant un impact positif.

Figure II.10 : Green office.
Source : <https://www.greenoffices.ch/>

Le bâtiment du bureau vert situé à Givisiez, en Suisse a été conçu et construit entre 2005 et 2007, il fournit des espaces de bureaux commerciaux pour les entreprises travaillant dans le domaine du développement durable. Le bâtiment a trois étages avec une superficie totale de 5391 mètres carrés et est le premier MINERGIE-P-ECO¹² en Suisse. L'intensité d'utilisation de l'énergie du bâtiment devait être inférieure à 25 kWh / m² / an et 10W / m² pour le chauffage de l'air thermique ne devrait pas dépasser. Le processus de conception impliquait une approche intégrative visant à :

- Eviter les besoins en énergie en intégrant le chauffage et le refroidissement passifs et la ventilation en mettant l'accent sur la compacité.
- Améliorer l'efficacité énergétique et suivre l'impact des ressources énergétiques.
- Séquestration - la capture et le stockage du CO₂ dans le matériau de construction.

L'isolation thermique élevée des murs, des plafonds et du plancher et du triple vitrage a été la stratégie passive de l'architecte pour réduire le besoin de chauffage du bâtiment.

Le formulaire de construction est optimisé pour augmenter la compacité et réduire la surface de l'enveloppe et réduire les pertes de chaleur. Le bâtiment ressemble à un cube d'un volume de 5291 m³ et comprend des cloisons internes qui permettent à plusieurs entreprises de s'installer, de partager et de grandir. La lumière naturelle a été optimisée en utilisant la simulation de la lumière du jour pour un éclairage naturel optimal et éviter la surchauffe pendant l'été. Le système de chauffage est un poêle à granulés avec chauffage par le sol. Le refroidissement libre à l'aide d'un tube souterrain qui fonctionne comme un échangeur de chaleur passif est utilisé en été par ventilation. L'eau chaude est produite à l'aide de panneaux solaires thermiques et la puissance actuelle est achetée à partir d'un mélange renouvelable (60% d'énergie éolienne, 37% d'énergie hydraulique et 3% d'énergie solaire

¹² « Minergie est une association suisse à but lucratif dont la visée est la diminution de la consommation d'énergie dans le bâtiment en proposant d'utiliser l'énergie de manière rationnelle et d'avoir recours aux énergies renouvelables. Minergie-ECO offre un complément aux trois labels Minergie en incluant directement des aspects liés à la santé et à l'écologie de la construction ». (<https://www.minergie.ch/fr/certifier/eco/>).



(Lehmann, 2011)). Cependant, le toit est préparé pour la production d'électricité et sera équipé de 270 m² de panneaux photovoltaïques.

La production d'énergie attendue devrait dépasser 30% des besoins en énergie électrique du bâtiment et exporter les 305 supplémentaires au réseau. Les charges de la prise sont contrôlées, et tous les équipements et appareils utilisés, y compris les écrans plats, sont homologués Energy Star¹³.

L'architecte a donc utilisé le bois comme matière première largement disponible et avec le moins d'impact possible sur l'environnement. 450 mètres cubes de bois ont été transportés d'une forêt boisée de 20 km. Le bois de la forêt est géré de manière durable et chaque arbre a été sélectionné explicitement avec la plus faible teneur en humidité possible pour réduire l'énergie du four à bois. Comme le montre la « Figure II. 10 », l'utilisation de bois a entraîné une empreinte carbone négative. Par carbone négatif, nous entendons un résultat négatif de l'empreinte carbone du bois, c'est-à-dire lorsque les crédits de carbone par piégeage du carbone et production d'énergie à la fin de la vie sont supérieurs aux émissions produites par la production et le transport.

L'architecte dessine des panneaux de bois préfabriqués remplis d'isolant en fibre de bois. Les éléments structuraux étaient principalement des fermes et poutres en bois lamellé-collé. L'ensemble de la construction a été conçu pour être facilement démonté et en plus des matériaux qui pourraient être pour la plupart réutilisés ou recyclés. La compacité de l'espace de construction a non seulement permis de réduire la perte de chaleur de manière stratégique, mais aussi de réduire la quantité totale de matériaux et de réduire l'énergie intrinsèque des matériaux de construction. MINERGIE-ECO® a exigé l'utilisation d'une liste d'exclusion qui empêche les matériaux qui se retrouvent dans la décharge et qui ne sont pas compatibles avec un environnement intérieur sain. Le béton a été utilisé dans la fondation d'une cimenterie située à 100 km et d'autres matériaux ont été transportés à une distance maximale de 1 000 km.

Pour l'ACV, les données de la base de données Ecoinvent ont été utilisées pour la construction de systèmes structurels commerciaux similaires (bois et béton coulé sur place), ainsi que de couches de divers matériaux d'enveloppe et de cloisons intérieures. Le bois a été coupé à Semsales Région. Le bois brut a été transporté sur un chemin direct à Givisiez, tandis

¹³ « *Energy Star* est le nom d'un programme gouvernemental américain chargé de promouvoir les économies d'énergie aux États-Unis et utilisé au Canada, Australie et Union Européenne. Il a été initié par l'EPA (Environmental Protection Agency) en 1992 pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Il prend la forme d'un label apposé sur différents produits qui respectent les normes environnementales tels que les ordinateurs ou encore les éclairages. » (<http://www.marche-public.fr/Marches-publics/Definitions/Entrees/label-energy-star.htm>).



que le bois lamellé fait le long du chemin à Burgdorf. Les distances ont été calculées à partir des cartes de la Suisse.

La plupart des sources de matériaux ont été localisées sur la base de l'identification par l'architecte des noms de produits et de leur fabricant. La consommation annuelle d'énergie a été calculée à l'aide des résultats de la surveillance des bureaux écologiques (Lehmann, 2011). Aujourd'hui, la plupart des matériaux sont enterrés en fin de vie d'un bâtiment en Suisse. Pour les bureaux verts, la construction en bois et l'isolation en cellulose étaient supposées être brûlées dans un incinérateur municipal pour la production d'électricité et l'autre chauffage urbain. Dans 100 ans, l'efficacité de la récupération d'énergie peut être augmentée en réutilisant le bois comme copeaux ou pastilles dans les appareils de chauffage. Le béton était supposé être enfoui dans le sol ou être écrasé pour être réutilisé comme gravier sous les routes ou en construction. Les fabricants ont indiqué que les vitres ne sont pas recyclées en Suisse, mais enterrées avec d'autres déchets de construction. Les données et publications des associations génériques de l'industrie et les pratiques industrielles suisses ont été prises en compte pour modéliser les scénarios de fin de vie.

Une revue de la littérature et une recherche sur Internet ont été menées, mais peu d'informations détaillées sur les pratiques de gestion des déchets de construction et de démolition dans les centres urbains suisses ont été trouvées et examinées plus avant dans cette étude. Des scénarios de fin de vie sont prévus jusqu'à 100 ans. Une description plus complète des processus de production et des tableaux pour les autres variétés peut être trouvée dans (Lehmann, 2011). L'empreinte carbone détaillée ainsi que l'impact environnemental des différents processus de production du système de construction en bois sont fournis.

	RSF	Green Office
Estimation de la consommation d'énergie annuelle	100 kWh/m ² /an y compris le Datacenter	25 kWh/m ² /an
Consommation d'énergie annuelle surveillée	109 kWh/m ² /an y compris le Datacenter	36 kWh/m ² /an
Occupants / Surface	1325/20400 m ²	50/1299 m ²

Tableau II. 3: Comparaison des performances contrôlées des bâtiments RSF et Green Offices
Source : Sustainable Cities and Society ,2016.Traité par les auteurs.

II.3.2.3.Résultats :

Les résultats dans la vue la plus générale sont présentés sur la « Figure II .10 » et le « Tableau II.4 ».

L'impact représenté ici concerne l'unité fonctionnelle, par conséquent, la production et le transport de la quantité de matériaux nécessaire pour construire les deux bâtiments et les utiliser, y compris les réparations de remplacement, la démolition, ainsi que le transport et l'élimination du gaspillage de démolition après 100 ans.

Cas d'étude 1	Séquence de carbone	Pré-utilisation	Opération	Fin de vie	Cycle de vie
PE Mj/m ² /a	/	274 (23%)	785 (66%)	131 (11%)	1190
NRE Mj/m ² /a	/	274	785	131	880
GWP logCO ₂ equiv./m ² /a	/	58.20 (3%)	197 (71%)	25 (9%)	275
Cas d'étude 2					
PE Mj/m ² /a	/	27 (10%)	168 (80%)	-14 (4%)	181
NRE Mj/m ² /a	/	27	56	5	88
GWP logCO ₂ equiv./a ² /a	-5.9 (-13%)	6.5 (14%)	40 (90%)	3.4 (7%)	44



Tableau II.4 : Indicateurs environnementaux à mi-parcours concernant le cycle de vie des bâtiments RSF et Green Offices

Source: Sustainable Cities and Society, 2016.

Dans le « Tableau II.4 », la ventilation dérivée des valeurs d'énergie intrinsèque¹⁴, d'énergie opérationnelle et d'émission de carbone au cours des différents cycles de vie est comparée pour les deux composantes du bâtiment considérées dans l'analyse. Ces indicateurs sont énumérés en termes d'énergie par mètre carré (MJ / m²) du matériau donné, ainsi que la superficie en masse par unité de surface (kgCO₂ / m²) pour tenir compte des variations d'émissions de matériaux associées.

Le « Tableau II.4 » présente l'énergie intrinsèque (phase de pré-utilisation) dans les matériaux de l'ensemble du bâtiment en fonction des plans tels que construits. Les matériaux de construction des bureaux écologiques consomment au moins 85% moins d'énergie dans leur production que le RSF. Ces réductions sont principalement dues à la construction en bois par rapport au système de construction en béton armé et en acier. Il est intéressant de noter que même si l'énergie intrinsèque est calculée sur une durée de vie supposée de 100 ans, l'énergie intrinsèque du bâtiment reste importante dans les RSF (23%) et les Green Offices (10%). Cela est dû à la grande consommation d'énergie au cours du processus de production complexe de matériaux de construction qui se passe à l'intérieur.

De l'autre côté, le tableau a révélé des découvertes surprenantes concernant l'énergie opérationnelle. Deux analyses différentes ont été réalisées afin de valider les résultats finaux.

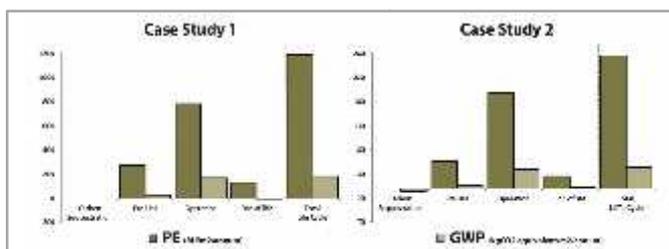


Figure II.11 : Comparaison du bilan énergétique primaire et du potentiel de réchauffement de la planète pour les deux études de cas.

Source: Sustainable Cities and Society 26 (2016).

De l'autre côté, le tableau a révélé des découvertes surprenantes concernant l'énergie opérationnelle. Deux analyses différentes ont été réalisées afin de valider les résultats finaux. Les résultats énergétiques opérationnels étaient basés sur le suivi des données surveillées et le calcul du mix énergétique dans les deux états / cantons. Comme les deux

¹⁴ « Énergie intrinsèque (grise) est l'énergie nécessaire pour la fabrication d'un produit de même que pour son recyclage ou son élimination, ou pour la mise au point d'un service » (Dictionnaire la rousse).



bâtiments étaient raccordés au réseau et avaient atteint un solde annuel net d'énergie nulle, nous devons tenir compte de l'énergie primaire de l'énergie importée.

La différence la plus importante observée entre les deux bâtiments était la consommation d'énergie opérationnelle relativement élevée de RSF, qui dépasse de plus de 7 fois celle des Green Offices si on calcule l'énergie finale elle est de plus de 40 fois celle de l'énergie primaire.

Il y a deux raisons à ces différences de performance remarquables. Tout d'abord, les Green Offices se conforment à l'une des normes de performance de construction les plus strictes de MINERGIE -ECO et pourraient être comparées à la norme de la maison passive. La seconde raison est que l'énergie importée pour le RSF au cours de l'année provient d'un mix énergétique noir, alors que l'énergie importée par Green Offices provient d'un mix énergétique vert. Bien que ces deux installations aient récemment été construites en tant que bâtiments à haute performance et à énergie nulle partageant la même fonction que les immeubles de bureaux, le niveau de performance et la différence de consommation d'énergie opérationnelle sont injustifiables.

Une autre représentation des résultats d'ACV peut être trouvée sur la figure II.10, où les résultats pondérés des indicateurs de catégorie d'impact ont été présentés sur la base du tableau II.4. Les calculs d'énergie primaire et d'émissions de carbone fournissent une nouvelle perspective pour l'évaluation globale du cycle de vie des deux bâtiments, les émissions de carbone associées à la production et à l'importation d'énergie étaient positives.

Cela signifie qu'à ce degré d'agrégation des résultats, même si un bénéfice existe, il est neutralisé par les impacts négatifs dominants. Comme mentionné précédemment, la principale raison est due aux émissions de carbone associées à l'énergie importée du réseau. Même si les Green Offices importent de l'énergie verte principalement produite à partir de sources renouvelables, l'utilisation de granulés pour le chauffage, la maintenance et le nombre de remplacements devrait générer 90% des émissions de carbone du cycle de vie des bâtiments. L'utilisation d'isolant cellulosique nécessitera deux remplacements, ce qui augmentera l'énergie opérationnelle. Même l'utilisation de matériaux de construction à base de bois comme le bois ou les fibres de bois ne suffisait pas (-13%) pour créer un résultat négatif en carbone. Cependant, si nous prenons en compte le CO₂ biogénique capturé dans le bois et les fibres de bois et que nous nous assurons d'avoir une énergie opérationnelle zéro carbone, nous pourrions atteindre un bilan négatif total du carbone. Cela montre l'importance et la dominance de l'énergie opérationnelle (phase d'utilisation) sur l'impact global des émissions



de carbone. D'un autre côté, le RSF devrait générer 71% des émissions de carbone pendant l'exploitation.

Dans le cas du cycle de vie total, l'intensité des émissions de carbone constituant environ 275 kgCO₂ équivalent / m² / an pour le bâtiment RSF et environ 44 kgCO₂ équivalent / m² / an pour le bâtiment Green Offices, il y a une différence très significative. Il convient de prêter attention au fait que l'utilisation du béton et de l'acier a un impact environnemental très important sur les émissions de carbone. Même dans le bâtiment des bureaux verts, dont la valeur d'émission est très faible, l'impact des fondations et des murs en béton (1400 kg / m² en moyenne) est le plus élevé (73%). Cependant, atteindre l'équivalent de 44 kgCO₂ / m² / an pour le bâtiment Green Offices est un très bon dossier car si les émissions associées à l'exploitation pouvaient être neutralisées par un mélange énergétique plus vert où les émissions totales de carbone pourraient atteindre un équilibre négatif en tenant compte de la séquestration du carbone ou de la génération bio du bois. Par conséquent, des améliorations de l'efficacité des bâtiments (au niveau de MINERGIE-PECO) et des énergies renouvelables doivent être introduites dans le réseau et pendant la phase de pré-utilisation et de fin de vie. Le rôle de l'atteinte d'un bilan CO₂ négatif sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment devrait devenir de plus en plus important

II.3.2.5 Discussion et conclusion des résultats de l'analyse :

Le paradigme de la régénération a été trouvé plus proche d'inverser l'empreinte écologique et de fournir un impact positif. Grâce à l'approche de calcul du CO₂ biogénique, les étapes du cycle de vie responsables de l'impact environnemental positif et négatif lié au réchauffement climatique sont présentées, bien qu'il n'existe aucun consensus en littérature ou en pratique sur la séquestration du carbone ou la bio-génération du carbone. Le paradigme de la régénération a augmenté les connaissances sur les matériaux et l'énergie intrinsèque, a généré une attitude plus consciente envers la sélection des matériaux et des ressources énergétiques et a presque éliminé le paradigme réductionniste de la conception.

En traçant l'impact environnemental de l'énergie opérationnelle et de l'énergie incorporée sur 100 ans pour deux études de cas, nous avons pu prouver que le choix des matériaux de construction vient en deuxième place d'importance et de pertinence après l'opération d'énergie. Malgré les conditions climatiques légèrement différentes entre Golden, Colorado et Givisiez, Fribourg et les différents besoins de chauffage, de refroidissement et d'eau chaude sanitaire, Il vaut la peine de considérer l'énergie opérationnelle et la durabilité de l'approvisionnement énergétique du réseau, suivi par les matériaux de construction lors de la construction de bâtiments à haute performance. Avec les exigences de performance des



bâtiments à consommation énergétique quasi nulle d'ici 2020 dans l'UE, nous ne pouvons pas rester dans le cadre du paradigme actuel d'efficacité énergétique ou de neutralité énergétique (Sartori, Napolitano, & Voss, 2012, Attia, Mlecnik et Van Loon, 2011).

II.4 .Analyses d'exemples

Pour un recueil maximal d'information au sujet du développement et du quartier régénératif, nous avons analysé des exemples ; le premier qui est un projet national, il s'agit du Qasr Tafilelt : une éco-ville du désert qui a le 1er prix de ville durable et classé patrimoine mondiale de l'UNESCO (Voir les détails de l'analyse dans l'annexe 06).le deuxième exemple est un projet international « Cité de la science », il s'agit d'un quartier régénératif en Italie exactement à Rome (voir détails de l'analyse dans l'annexe 07).

Ce que nous avons pu retenir de l'analyse des exemples, c'est la familiarisation avec l'architecture saharienne et l'adaptation au climat chaud et aride du désert (cas de Tafilelt), et l'application ou les solutions techniques et architecturales apportées pour répondre aux différents critères du développement régénératif.



II.5. Méthode d'évaluation des quartiers régénératifs

La méthode d'évaluation des quartiers vivants se fait à la base du programme de certification « The Living Community Challenge » ou le Défi de la Communauté Vivante (DVC), qui est une philosophie, un instrument de plaidoyer et un programme de certification.

Il y a vingt impératifs simple et fondamentaux à respecter pour tout type de projet, peu importe son échelle ou son emplacement dans le monde. Cette norme n'est décidément pas une de meilleurs pratiques à suivre. Les exigences du défi sont basées sur la performance et présentent le résultat idéal comme l'indicateur du succès (International Future Institute, 2016). Le défi se focalise plutôt sur des besoins moins nombreux, mais de haut niveau. En réalisant cette norme progressiste, on suppose que les meilleures pratiques courantes seront mobilisées.

Le diagramme suivant est un aperçu du processus complet de devenir une communauté vivante, du début à la fin:



Figure II.12 : Schéma récapitulatif de la procédure de la certification.
Source : Living-Community-Challenge-Handbook, May 2017(traité par les auteurs).

Il y a quatre étapes procédurales générales pour devenir une communauté vivante:

- **Enregistrement :** L'inscription est la première étape dans le processus de devenir une communauté vivante. C'est la déclaration de la Communauté de son intention d'atteindre les plus hauts niveaux de performance environnementale. Avant de s'inscrire, le candidat doit s'assurer que le projet répondra aux critères de localisation d'Impératif 01, Limites de la croissance, tels qu'énoncés dans la norme Living Community Challenge. Si une communauté ne répond pas à cette exigence, il n'est pas approprié qu'elle poursuive le DCV.
- **Planification :** création de plan et révision / approbation
Une fois que la vision et les orientations générales de la communauté ont été définies, l'équipe de projet crée un plan de communauté vivante, soit un plan de vision, soit un plan directeur, comme décrit plus en détail ci-dessous. La vision ou le plan directeur est examiné par le personnel de l'Institut et, une fois pleinement acceptable, est approuvé par la LCC. À ce moment, le plan est connu sous le nom de «Plan de vision communautaire vivant» ou «Plan directeur de communauté vivante».
- **Mise en œuvre:** Communauté de vie émergente
Après avoir créé un plan directeur de vie en communauté conforme et entrepris la phase de construction, une communauté demandera une désignation de «communauté de vie émergente». Une communauté de vie émergente s'engage dans la voie d'une communauté de vie entièrement certifiée. Ce processus variera grandement en fonction de la taille, du type et des détails de la communauté en question. Le plan directeur de la communauté de vie approuvé fournira un aperçu général et un calendrier pour le processus de devenir une communauté de vie certifiée pendant cette période, et la communauté doit suivre les grandes lignes et le calendrier pour maintenir son statut de communauté de vie émergente.
- **Certification:** Communauté vivante
Une fois qu'une communauté vivante planifiée a terminé la construction et dispose au minimum de **douze mois** de fonctionnement continu, elle peut s'appliquer à la certification (en supposant que le plan directeur de la communauté vivante conforme n'a pas été compromis par la mise en œuvre réelle de l'infrastructure). Etant donné qu'une communauté est souvent construite par étape, l'équipe du projet peut travailler avec l'Institut pour déterminer si la phase est suffisamment importante pour déclencher la certification pour cette partie du développement.

Les équipes de projet peuvent viser différentes certification. Le statut « Pétale » s'obtient en respectant les exigences de trois pétales ou plus. Le statut « Vivant » (living) s'obtient en respectant toute les exigences de tous les impératifs. Enfin, la certification pour « Communauté à énergie nette zéro » (Net Zéro Ennery Community Certification) est une troisième option appropriée lorsque les équipes de projet ont caractérisé l'énergie nette nulle en priorisant un sous-ensemble de solution qui respectent des critères précis de conception et de performance.

Conclusion

A travers cette recherche bibliographique nous avons pu confirmer **la première hypothèse** et que le paradigme régénératif est plus proche d'inverser l'empreinte écologique et qu'il faut aller au-



Figure II.13: Processus de certification par l'ILFI.
Source : Sustainable communities division, 2016.



delà du paradigme de l'efficacité qui ne suffit plus. Aujourd'hui, le paradigme de la conception régénérative fournit une nouvelle vision d'un nouvel environnement bâti. La conception régénératrice deviendra une nécessité pour soutenir un environnement construit écologique sain et positif.



Introduction

Ce chapitre vise à définir les caractéristiques du contexte dans lequel va s'inscrire notre projet est cela à travers l'analyse de la ville et le site d'intervention, pour déterminer les principes d'aménagement qui doivent être pris en compte lors de la conception, tout en appliquant les critères d'un quartier régénératif.

III. 1. Analyse et diagnostique

III.1.1. Analyse de la ville nouvelle d'El menea :

III.1.1.1. Situation géographique de la ville nouvelle d'El menea :

Située à 870 km au sud d'Alger, la ville d'El-Menea est le chef-lieu de la plus vaste daïra de la wilaya de Ghardaïa. Elle est limitée par la wilaya de Tamanrasset au sud, la wilaya d'Ouargla à l'est, les wilayas d'El Bayadh et Adrar à l'ouest, et la ville de Ghardaïa au nord. Sa population actuelle est de l'ordre de 50 000 habitants, répartis sur 49 000 km².

La ville dans sa palmeraie est constituée de la conurbation de deux noyaux (El-Menea et Hassi El Gara). Cette bipolarité spatiale tend à se diviser aujourd'hui avec l'étalement urbain.

La ville d'El-Menea s'est développée au pied de la falaise, profitant ainsi d'une proximité directe avec la nappe phréatique pour l'irrigation de la palmeraie et d'une protection naturelle contre les vents.

Le projet de Ville Nouvelle est projeté sur le plateau d'Hamada au nord-est de la ville existante. Son périmètre d'étude de 1190 hectares s'inscrit entre la route nationale au nord et la crête de la falaise à l'ouest. Cette organisation spatiale apporte aujourd'hui une certaine séparation entre la ville existante, ou ville basse, et la Ville Nouvelle ou ville haute.

Une falaise de plus de 40 mètres de haut sépare ces deux polarités, apportant alors une barrière physique forte entre la ville basse et la ville haute qu'il faudra travailler et modeler pour offrir à El-Menea une véritable unité urbaine.



Figure III.1: Situation de la ville d'El-Menea.
Source : Ministère de l'aménagement du territoire de l'environnement et de la ville, 2012.



Figure III.2 : Carte schématique de la ville actuelle.
Source : Ministère de l'aménagement du territoire de l'environnement et de la ville, 2012.

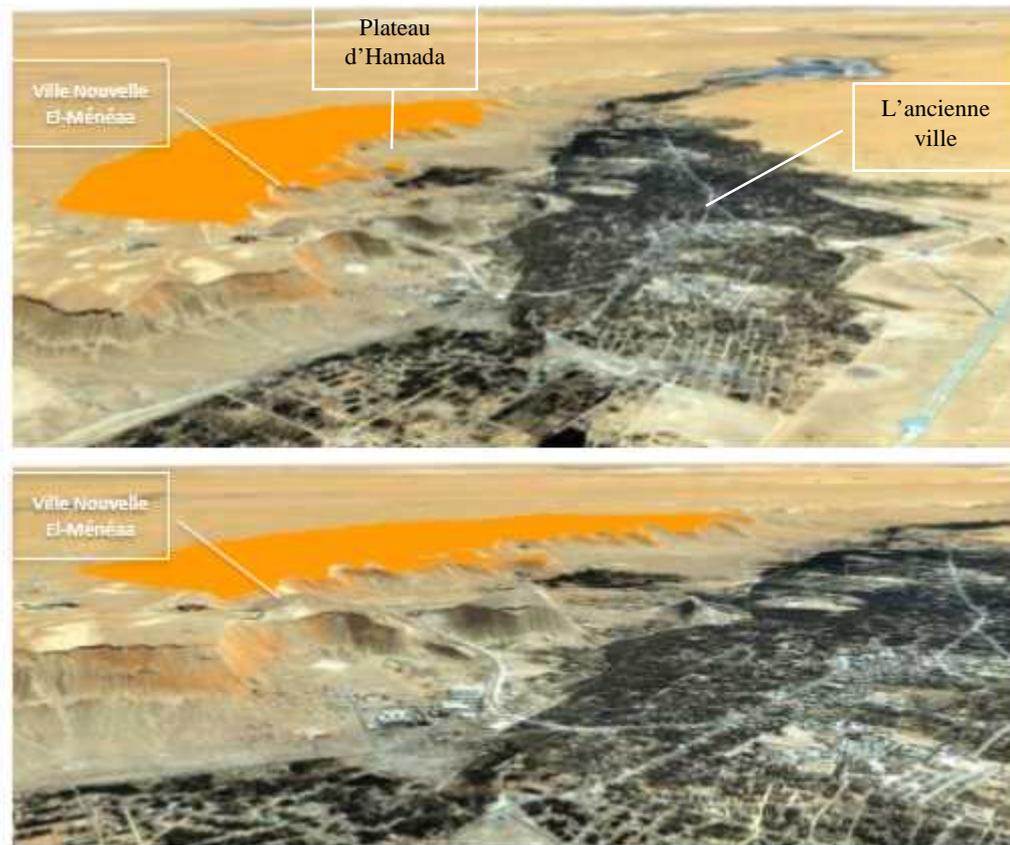


Figure III.3 : modélisation 3D de la cartographie sur le terrain naturel.

Source : Ministère de l'aménagement du territoire de l'environnement et de la ville, 2012.

Traité par les auteurs.

III.1.1.2.Contexte climatique :

El-menea ou El Golea est doté d'un climat désertique. A El Golea, la pluie est pratiquement inexistante. Cet emplacement est classé comme BWh par Koppen et Geiger¹⁵. La température moyenne annuelle à El Golea est de 21.9 °C. Il tombe en moyenne 34 mm de pluie par an.

Elle est caractérisée par des étés chauds et secs, les températures pouvant atteindre les 40°C à l'ombre, et des hivers tempérés et frais, avec des températures pouvant descendre en-dessous de 0°C. La variation de la température est plus importante en période froide, qu'en période chaude. En hiver, les gelées se

	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Déc
Température maximale (°C)	18	20	23	27	32	37	40	39	35	30	25	20
Température minimale (°C)	5	6	8	11	14	17	19	18	15	11	7	4
Température moyenne (°C)	11	13	15	19	23	27	29	28	25	20	16	12
Précipitation (mm)	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Humidité relative (%)	65	68	71	74	77	80	82	81	78	74	69	65
Ensoleillement (h)	200	205	210	215	220	225	230	230	225	215	205	195

Tableau III.1 : Tableau climatique de la ville d'el menea.

Source : (<https://fr.climate-data.org/location/26474/>).

¹⁵ « La Classification de **Koppen** est une classification des climats fondée sur les précipitations et les températures. C'est la plus courante des classifications climatiques dans sa version présentée par **Rudolf Geiger** en 1961. Dans la classification de Köppen le climat désertique est de type BW».

(<http://dictionnaire.sensagent.leparisien.fr/Classification%20de%20K%3B6ppen/fr-fr/>).



manifestent dans les endroits où la nappe est en surface.

Les Figures ci-après donnent les informations suivantes :

- El Menea ne se trouve pas dans une des zones qui seraient a priori privilégiées pour des programmes éoliens.
- La vitesse moyenne annuelle des vents à El Menea est de 3,51m/s.
- Lors de jours de vents forts, la vitesse des vents est de 30 à 40 m/s.
- Les vents dominants sont des vents de N-E.
- A Ghardaïa, on a des occurrences de tempêtes de sable 11 jours par an en moyenne.

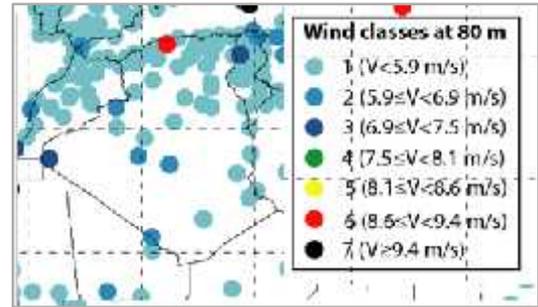


Figure III.4 : Vitesse moyenne annuelle des vents en Algérie

Source : Ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville, 2012.

T. Moyennes	Pluie Max.	Vent Moy.	Vent Max.	Humidité	Temp. Sab	Mois
13°9	13,9mm	4,4 m/s	22 m/s	40%	0,2 j/mois	Janvier
16°9	4,9mm	4,9 m/s	26 m/s	31%	0,5 j/mois	Février
21°1	7,0mm	5,3 m/s	30 m/s	25%	1,5 j/mois	Mars
25°1	19,3mm	5,0 m/s	31 m/s	21%	1,2 j/mois	Avril
30°6	9,0mm	5,0 m/s	28 m/s	20%	1,3 j/mois	Mai
36°1	2,0mm	4,8 m/s	47 m/s	16%	0,5 j/mois	Juin
37°9	0,0mm	5,7 m/s	27 m/s	14%	0,5 j/mois	Juillet
37°3	13,0mm	5,7 m/s	28 m/s	15%	0,3 j/mois	Août
34°1	3,0mm	4,5 m/s	27 m/s	20%	0,6 j/mois	Septembre
27°1	6,0mm	4,4 m/s	24 m/s	28%	0,3 j/mois	Octobre
19°8	7,9mm	3,8 m/s	26 m/s	37%	0,3 j/mois	Novembre
14°8	13,9mm	4,0 m/s	31 m/s	39%	0,2 j/mois	Décembre

Tableau III.2 : Données climatiques de la ville d'el menea.

Source : Ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville, 2012.

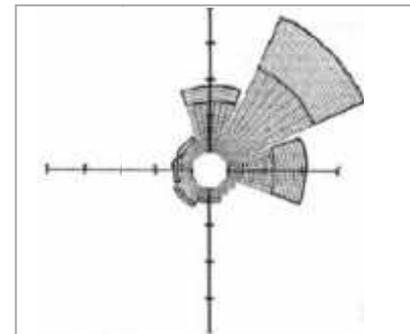


Figure III.5: Rose des vents station In Salah.

Source : Ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville, 2012.

La vitesse du vent augmente avec l'altitude, et dépend également de la rugosité locale du terrain. Les mesures disponibles pour la station d'El Menea n'indiquent pas l'altitude ni la rugosité.

III.1.1.3.topographie de la ville nouvelle d'El menea :

L'analyse des pentes à grande échelle confirme la présence de quatre sections. Les dunes de sables à l'ouest ainsi que la ligne de collines à l'Est de la ville d'El-Menea, apportent par leur relief deux zones à planimétrie favorables. La plaine où la ville existante s'est implantée ainsi que le plateau accueillant la future ville nouvelle

L'analyse des pentes du terrain sur le site de projet révèle un secteur d'étude à planimétrie favorable dans sa grande majorité. Ce relief en plateau est un fort atout pour le développement d'El-Menea ainsi que pour l'aménagement des futures infrastructures.



Les secteurs les plus favorables à l'urbanisation sont caractérisés par des pentes ne dépassant pas les 20%. Cette contrainte liée à la topographie du terrain naturel permet une intégration optimale du tissu urbain avec le sol.

Habiter dans la pente soulève les questions sur le rapport à la terre et à l'agriculture, l'architecture des habitations et leur desserte viaire qui devient impossible techniquement au-delà de 12% de pente.

Au vu de l'étendue des zones à planimétries favorables il est facilement envisageable de respecter ces contraintes en s'éloignant légèrement de la crête de la falaise.

Une zone à topographie particulière est identifiée à l'Est du site. Cette zone, couvrant une surface de 30 hectares, a une altimétrie à 6 mètre au-dessus du terrain naturel.

L'équipe de bureau « Egis » à penser à un remblai artificiel, seulement, à la lecture des courbes de niveaux, ils constatent une parfaite continuité entre le terrain naturel et le supposé remblai. Un remblai aurait sans doute été nivelé de façon plus « géométrique ».

III.1.1.4. Présentation du maître d'œuvre :

« Egis » conçoit, développe et fait réaliser des projets de construction de toute importance et dans tous les domaines du bâtiment. Aménagement du territoire, dialogue entre les espaces construits, empreinte écologique... « Egis » maîtrise toutes les thématiques de la construction durable.

Le traitement environnemental des projets et la maîtrise énergétique, à l'échelle de la ville, des quartiers et des bâtiments, se traduisent par une approche systémique et innovante des missions. Leur filiales sont certifiées ISO 9001 et ISO 14001. Leur système de management de la performance et des risques porte sur la réalisation de l'ensemble des missions.

« Egis » finalise le plan d'aménagement de la ville nouvelle d'EL menea, conformément aux orientations et aux prescriptions des instruments d'aménagement et de développement durable du territoire et sur la base d'expérience acquise grâce à leur grande réalisation internationale.



Figure III.6: Localisation des coupes.

Source : Ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville ,2012.



Figure III.7 : Coupes du terrain

Source : Ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville ,2012.



III.1.1.5. Encrage juridique de la ville nouvelle d'El menea :

Décret exécutif n° 14-67 du 9 Rabie Ethani 1435 correspondant au 9 février 2014 modifiant le décret exécutif n° 07-367 du 18 Dhou El Kaada 1428 correspondant au 28 novembre 2007 fixant les missions, l'organisation et les modalités de fonctionnement de l'organisme de la ville nouvelle d'El Menea.

III.1.1.6. Contexte de la création de la ville nouvelle d'EL menea :

Dans le contexte actuel de la mondialisation, l'Algérie traverse une période de transition dans tous les domaines. Sur le plan international, elle participe activement aux échanges commerciaux internationaux. Sur le plan national, elle a engagé la réalisation d'un vaste programme de grandes infrastructures appuyé sur une politique d'aménagement du territoire de grande envergure.

Le réchauffement climatique à l'échelle planétaire, s'accompagne d'une raréfaction des ressources en eau et en énergie dans le monde entier. En Algérie, la croissance démographique et l'étalement urbain accélérés dans les aires métropolitaines, ont engendré le déséquilibre entre les différentes régions du pays. Pour y remédier, l'Algérie a adopté une nouvelle politique d'aménagement du territoire qui se traduit dans le Schéma national d'Aménagement du Territoire SNAT 2030. Le SNAT 2030 a pour but de rétablir les équilibres nécessaires de l'armature urbaine régionale et nationale et de réaliser ainsi le développement durable de territoire.

III.1.1.7. Objectif de la ville nouvelle d'El menea :

Le projet de la ville nouvelle à El Menea s'inscrit dans le contexte du Schéma National d'Aménagement du Territoire 2030. Il répond à deux objectifs principaux, l'un national, l'autre local :

- Equilibrer le développement urbain de l'Algérie en direction du Sud.
- Permettre le desserrement de l'agglomération actuelle d'El Ménéaa.

III.1.1.8. Principe d'aménagement de la ville nouvelle d'El menea :

Le premier enjeu introduit la nécessaire mise en cohérence du projet de la ville nouvelle avec de nombreuses actions d'aménagement du territoire national, qui seront évoquées dans les pages suivantes ou nécessiteront des études complémentaires pour compléter la programmation et la proposition d'aménagement de la ville nouvelle dans son environnement socio-économique :

- Accessibilité routière passant par la requalification de la RN1, corridor central Nord Sud de l'Algérie.
- Création d'une desserte ferroviaire selon le même axe, et bouclage vers l'Ouest.





- Développement des dessertes aériennes.
- Promotion d'un tourisme saharien dont El-Menea peut devenir un hub en réseau avec les autres hauts lieux du patrimoine naturel et humain du Sud algérien.
- Développement de l'agriculture irriguée.
- Promotion des énergies renouvelables.

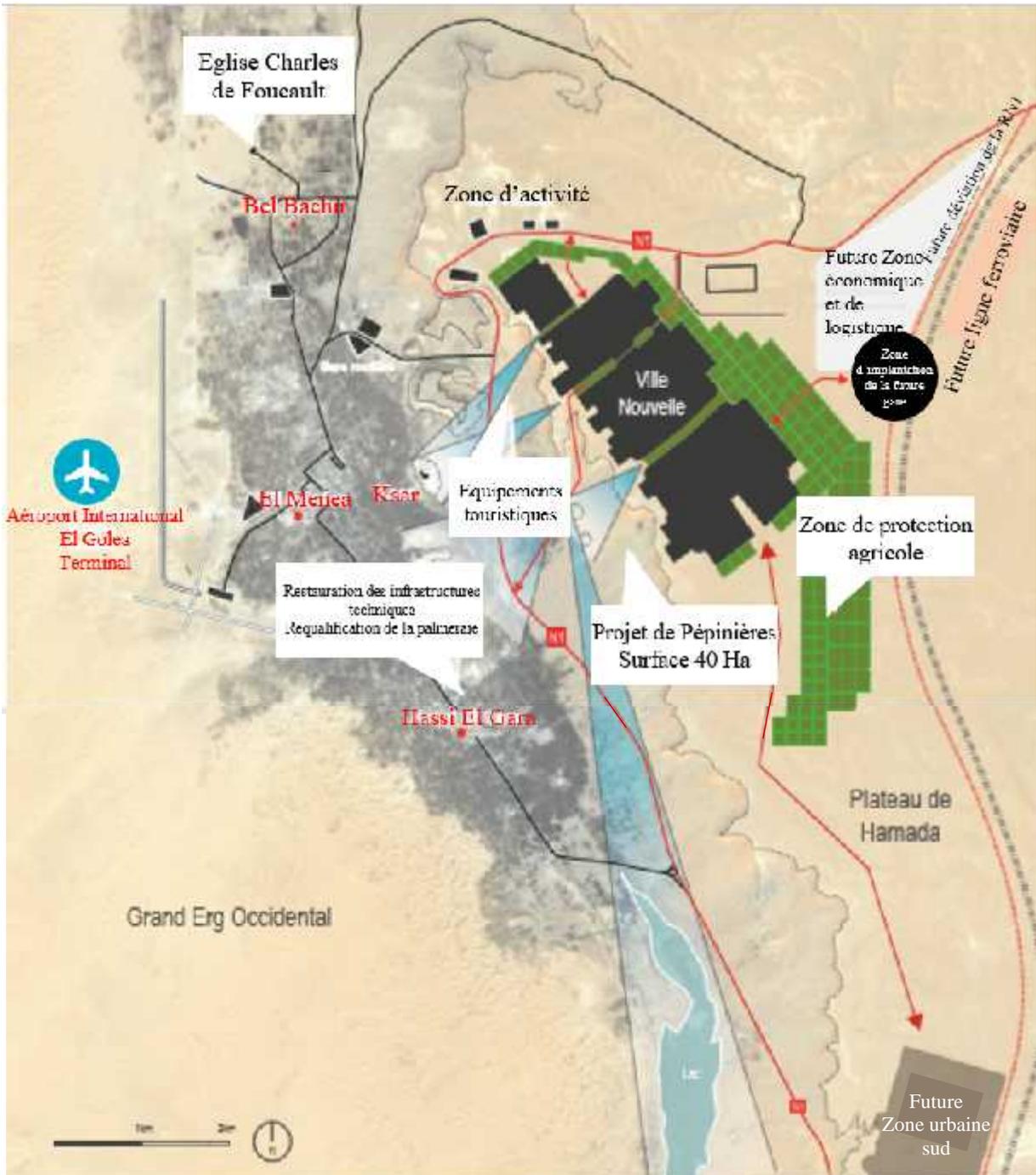


Figure III.8 : Les axes principaux du développement de la ville.
Source : Ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville, 2012.
Traité par les auteurs.

a) L'agriculture et la barrière de protection :



Ces modules carrés d'une dimension de 150 x 150 m sont disposés sur la partie Nord-Est de la ville (Figure III.8) offrant une barrière de protection contre les vents dominants. D'une superficie globale de 350 ha, elle a pour but de subvenir en partie aux besoins alimentaires de la ville, mais également au développement économique agricole d'El-Menea.

Les espaces irrigués pour la plantation des végétaux indispensables à la vie urbaine sont de tailles raisonnables pour ne pas gaspiller la ressource en eau.



Figure III.9 : La barrière verte.

Source : Ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville ,2012.



Figure III.10 : Plan d'Infrastructure verte.

Source : Ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville ,2012.

b) Accessibilité et voirie :

Afin de multiplier les relations de la ville nouvelle avec son environnement, quatre accès sont programmés :

Accès Nord depuis la RN1, accès Sud-Ouest vers l'oasis, accès sud-est en direction du nouveau pôle du plateau - hassi El Gara, accès Est vers la future déviation de la RN1, la voie ferrée et sa gare, les activités logistiques et productive.

Pour contribuer à construire une «ville passante » des avenues intermédiaires relient à intervalles réguliers les branches parallèles de la boucle de boulevards. Une voirie tertiaire permet de desservir l'ensemble des îlots carrés de 50 mètres de côté qui constituent la brique élémentaire de la ville. Ces îlot sont redivisés en parcelles de



Figure III.11 : Les accès.

Source : Ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville ,2012.

Traité par les auteurs.



Figure III.12 : Les avenues intermédiaires.

Source : Ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville ,2012.



tailles diverses en fonction des types d'habitat qu'ils reçoivent.

Un réseau de « traverses », voies piétonnes, assure la perméabilité complète du tissu urbain pour aller d'un point à un autre dans la ville.

La gare routière est naturellement localisée à la jonction entre l'accès principal (nord) et la boucle de boulevard. Elle met ainsi naturellement en relation les transports interurbains ou régionaux, avec les transports intra-urbains.

c) Implantation du bâti :

L'équipe du projet a opté pour un tissu compact fermant les espaces publics majeurs aux vents tout en offrant de l'ombre.

La systématisation de la maille de 50 x 50 mètres et la simplicité du système viaire permettent une grande souplesse d'adaptation aux variations du programme à l'avenir : une « robustesse » du concept.

Les équipements structurants d'envergure, à l'échelle de la ville ou de la région, sont localisés préférentiellement sur l'axe central de la ville nouvelle, à partir de la gare routière, en direction et au-delà de la place centrale.



Figure III.13 : Les équipements.
Source : Ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville, 2012.

Ils constituent ainsi une armature urbaine accessible dans des conditions équivalentes depuis les divers quartiers, sur un axe de circulation « apaisée » (piétons et transport en commun), mais ils ont tous un accès automobile sur leur façade arrière.

L'institut universitaire et certains équipements de loisirs (stade...) sont localisés au contact des champs vergers, tandis que l'espace de bord de falaise est naturellement à vocation touristique : résidences hôtelières, centre de congrès, d'exposition, culturel, musée, belvédère, théâtre extérieur en amphithéâtre sur l'oasis.

Une liaison par ascenseur et/ou funiculaire matérialise la relation entre ville du plateau et ville oasienne.

d) Stationnements :

La création d'une gare Multimodale en entrée de ville permettra la gestion des différents flux, véhicules





particuliers, transports collectifs. A proximité de cette gare il est programmé de créer des parcs de stationnement, parc relais, avec un système de tarification attractif afin d'inciter les automobilistes à laisser leur véhicule particulier et à préférer l'utilisation des transports collectifs plutôt que le stationnement de proximité. Pour le stationnement sur la

Voirie, on privilégiera un stationnement de courte durée dans les centres denses, en particulier aux abords des commerces.

Pour le stationnement hors voirie, on a veillé à prévoir suffisamment d'espace de stationnement:

- Pour chaque logement : le stationnement résidentiel ne doit se faire que le moins possible sur l'espace public.
- Pour chaque équipement public avec un stationnement à la parcelle.

La réussite du projet de ville nouvelle d'El Menea dépend beaucoup du mode opérationnel qui sera mis en œuvre pour la réalisation de la ville. Une ville de 50 00 habitants, ne peut se faire que par étapes et il est essentiel de les définir avec précision.

Superficies globales par phase :

- Phase 1 : 96.4 Ha.
- Phase 2 : 153.7 Ha.
- Phase 3 : 211.4 Ha.
- Phase 4 : 40.4 Ha.

Total : 502 Ha.

e) Les réseaux de la ville :

- Le réseau d'assainissement est de type séparatif. Ceci signifie que les eaux usées et les eaux pluviales auront chacun leur propre réseau. Les eaux pluviales vont être évacuées vers les exutoires naturels (l'oued ou talwegs), tandis que les eaux domestiques sont

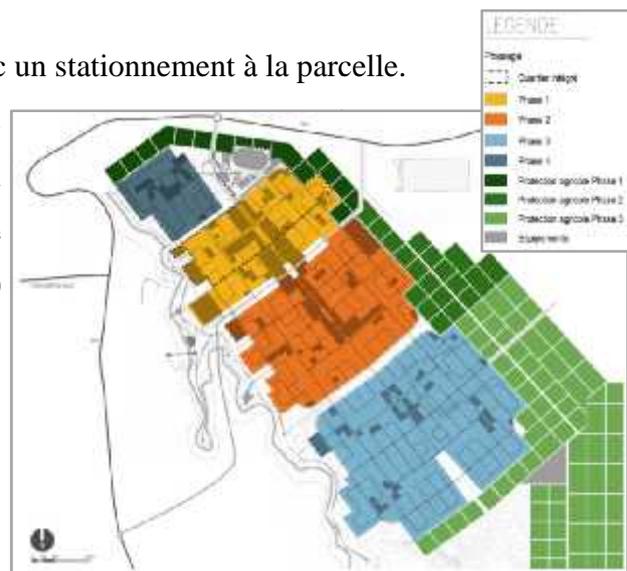


Figure III.15 : Le phasage de la ville.
Source : Ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville, 2012.



traitées par la station d'épuration pour les besoins d'entretien et d'arrosage notamment des espaces verts et agricoles.

- Les déchets de la ville nouvelle d'El-Menea sont classés en trois catégories avant d'être

traité : déchet ménagers, spéciaux et inertes. Après la collecte automatisée ou traditionnelle, le traitement final des déchets se fait en trois selon leur catégories : enfouissement, incinération ou recyclage.

- Selon le « rapport de situation » :

« La ville d'El-Menia sera branchée au réseau de gaz de ville dans quelques semaines par une conduite HP Ø300 et un poste de détente DP 20 000 m³/h. Cette conduite longe le côté nord du site de la ville nouvelle ». Une

seconde conduite de gaz BP Ø250, qui longe aussi le côté nord du site de la ville nouvelle, alimente le centre pénitentiaire.

- L'alimentation en électricité est faite sur la base des bilans énergétiques établis selon le type d'usages et par fonction définie par le plan d'aménagement et le plan d'occupation des sols. Les énergies nouvelles et renouvelables sont favorisées vu leur fiabilité au site.

- Il y a différentes composantes techniques du système d'alimentation en eau potable : Système de pompage, adduction et stockage; Réseau de distribution.

Pour chacune de ces composantes, des critères de conception et dimensionnement ont été établis ; sur la base desquels ont été développés des plans préliminaires de conception et organisation du système :

- Tracé du système de pompage et adduction.
- Implantation des différents réservoirs de distribution.
- Tracé du réseau principal de distribution.
- Délimitation des zones de service des réservoirs de distribution.

Les ressources actuellement prévues dans le cadre du projet consistent en la mise en place de 4 forages. Toutefois seuls deux forages sont à proximité immédiats de la ville nouvelle. Ces 4 forages ont initialement été prévus pour couvrir les besoins de la ville en phase 1 et de la ceinture agricole. Seuls 1 forage a été réalisé (mais non équipé).

f) Risques naturels :



Figure III.16: alimentation en gaz.

Source : Ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville, 2012.



Conception d'un Quartier Régénératif dans la ville Nouvelle d'El-Menea

Les principaux risques naturels qui se produisent dans les zones sahariennes sont :

Le vent et le transport de sables sont générateurs de fortes nuisances en milieu urbain, les vents sont souvent violents pouvant atteindre près de 4m/s. Les phénomènes de rafales et de tourbillon créent en vent chargé de sables et de poussières pouvant être relativement contraignant et créant des phénomènes d'érosion.

S'ajoute à cela, la sécheresse et le criquet pèlerin ou criquet du désert, Les essaims de criquets pèlerins sont une menace pour la production agricole, ils peuvent alors compter plusieurs milliards d'individus et contaminer 30 millions de kilomètres carrés.

Des mesures de prévention doivent être prises afin d'assurer la protection de l'environnement urbain contre les différents types de fléaux et de menaces naturels citées précédemment , en établissant un plan de prévention et en mettant en place des équipements appropriés et des systèmes efficaces et adaptés de collecte et de transmission d'informations pour la réduction des impacts sur les biens et les personnes.

Synthèse :

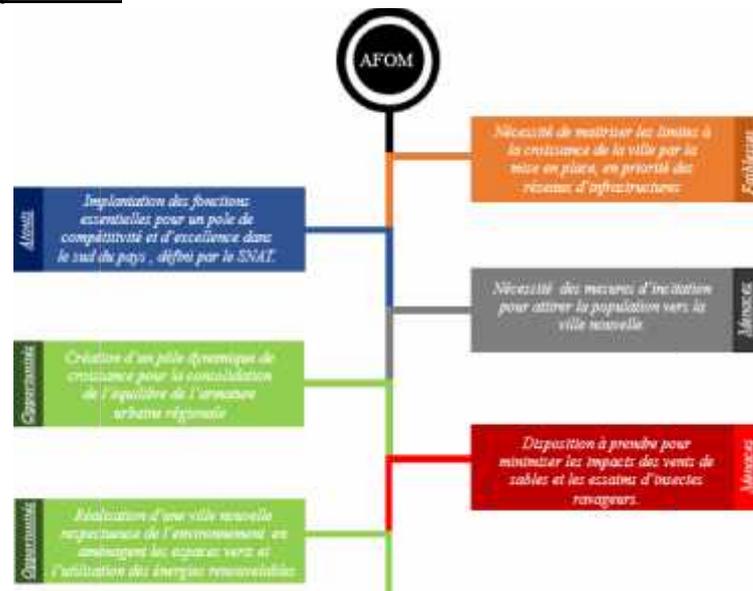


Figure III.17 : Synthèse de l'analyse de l'état des lieux pour la ville nouvelle d'El-Menea.

Source : Les auteurs

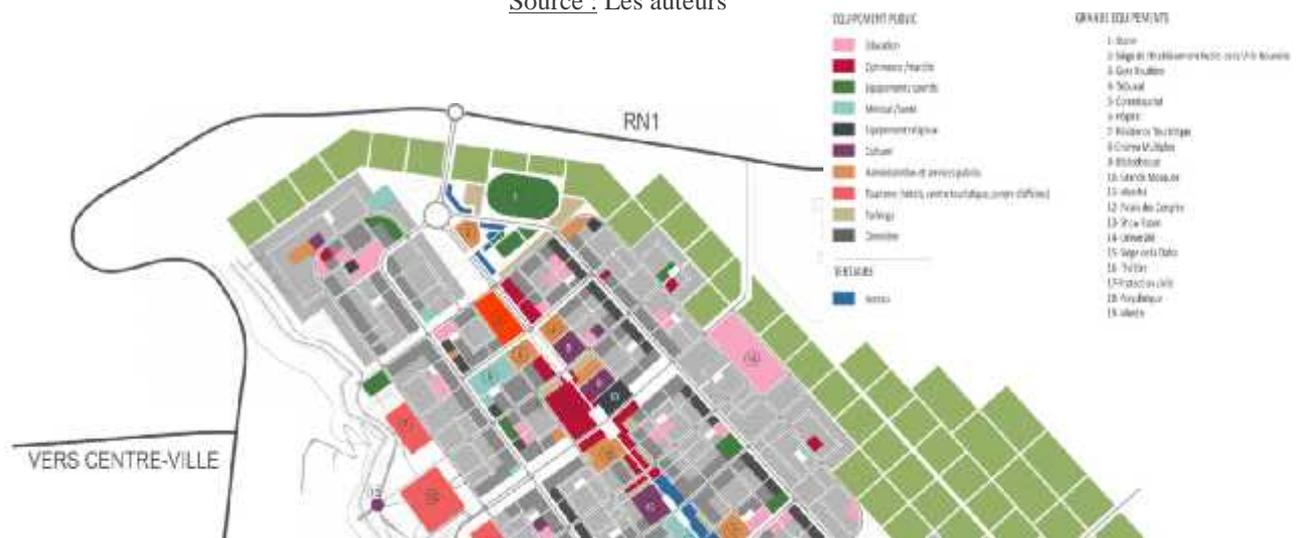




Figure III.18 : Plan d'aménagement de la ville nouvelle d'El-Menea.
Source : Ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville, 2012.

III.2. Analyse de l'aire d'intervention

III.2.1. Situation de l'aire d'intervention :

L'air d'intervention se trouve dans la phase 01 et fait partie du quartier intégré, qui, censé être illustrateur de la qualité de vie qui sera offerte à terme dans l'ensemble du quartier

Prioritaire de la ville nouvelle et de son extension.

Il doit donc faire l'objet d'une programmation attentive à offrir aux premiers habitants les principaux éléments d'une urbanité novatrice et confortable, d'où le choix du site afin de créer un quartier régénératif qui par son tour répondra aux critères évoqués ci-dessus.



Figure III.19 : Situation de l'aire d'intervention.
Source : Ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville, 2012.

Traité par les auteurs.

III.2.2. Accessibilité à l'air d'intervention

Le terrain est bordé par quatre voies mécaniques de différente largeur :



- A l'Est, un boulevard principal de 30m de large (voie 12 m double sens, deux voie pour chaque sens).
- Au Nord et à l'Ouest et au Sud, des boulevards secondaire de 17m de large. (voie 7m double sens).

Chaque voie mécanique est bordée de part est d'autre par des voies piétonnes afin d'assurer une circulation facile pour les habitants. Un arrêt de bus est à l'Est du site.

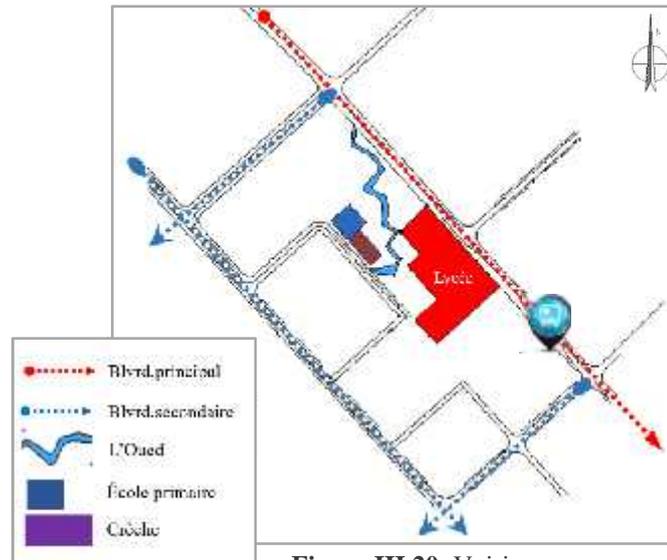


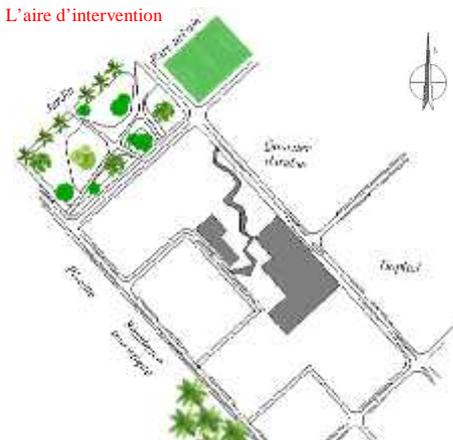
Figure III.20: Voiries.
Source : Auteurs.

III.2.3. Environnement immédiat :



Figure III.21 : Visualisation 3D du quartier intégré /environnement immédiat.

Source : Ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville, 2012.
Traité par les auteurs.





III.2.4. Etude morphologique de l'aire d'intervention :

III.2.4.1. forme et surface

- Le terrain a une forme rectangulaire
- La surface du terrain est de 99 051 m² (9,9 ha).

III.2.4.2. Topographie et géologie :

- Le terrain est pratiquement plat.
- Le terrain fait partie de la zone 01, une zone favorable pour la construction comme indiqué ci-dessous.

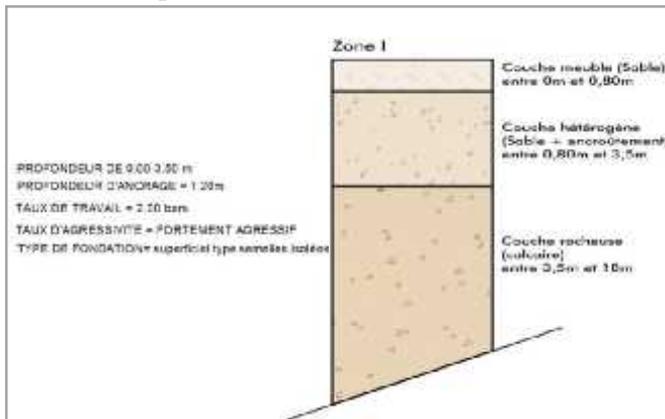


Figure III.23 : Extrait de composition géotechnique.

Source : Ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de

III.2.4.3. Etude microclimatique :

Le site d'intervention est très bien ensoleillé, ce qui est un atout pour l'installation des panneaux photovoltaïques.

Le site est sur une altitude de 440m au-dessus du niveau de la mer, ce qui peut influencer considérablement la vitesse des vents (installation des éoliennes).

Synthèse :

Notre aire d'intervention, étant insérée dans le site de la ville nouvelle d'El-Menea, est caractérisée par des

points positifs qui font ses opportunités et ses atouts. Ces avantages doivent être mis en valeur lors de la conception. D'un autre côté, ce site est confronté à des menaces et des faiblesses auxquelles il est nécessaire d'y faire face ou d'apporter des solutions.

Figure III.22 : Plan schématique de l'environnement immédiat.

Source : Les auteurs.

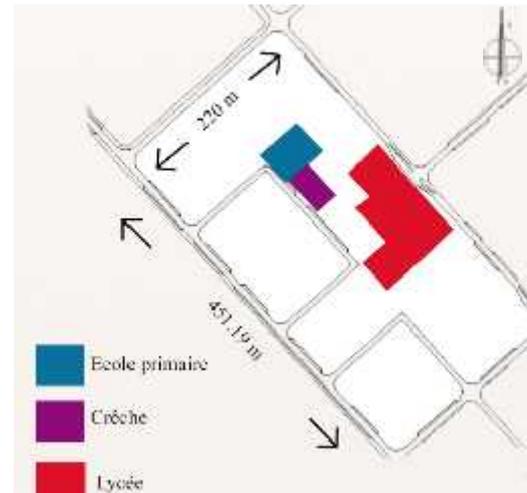


Figure III.24 : Forme de l'aire d'intervention.

Source : Les auteurs.

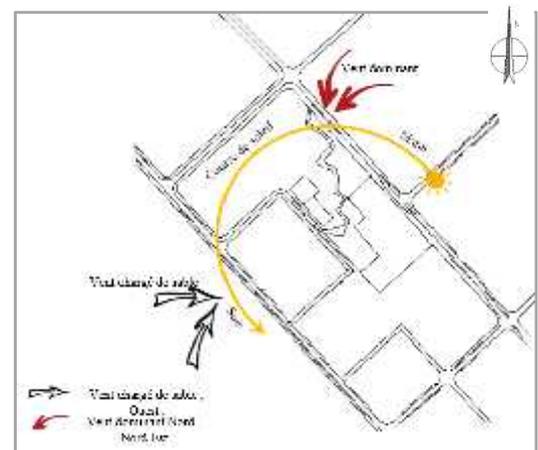


Figure III.25 : Ensoleillement et vents dominants.

Source : Les auteurs.



Le tableau suivant résume l'analyse AFOM¹⁶ de notre site d'intervention :

Opportunité	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> • Présence des cours d'eau favorisant le paysage urbain. • Nature de sol favorable à la construction. • Le passage des réseaux urbains par le site. • Site raccordé au réseau de collecte manuelle et automatique des déchets. • Absence des sources polluantes aux environs du site. • Absence de nuisances visuelles ou olfactives. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les vents de sable. • Les vents dominent (4m/s).
Atouts	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> • Terrain accessible et plat. • Un bon ensoleillement. • Présence des parcs et des espaces verts à proximité. • Présence de l'arrêt de bus à côté du terrain. • Présence des équipements de service à proximité. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nuisance des insectes • Nuisance sonores vu la présence des établissements éducatifs au niveau du site.

Tableau III.3 : Analyse AFOM du site d'intervention.

Source : Les auteurs.

III.3. Conception d'un quartier résidentiel régénératif à El-Menea

Le quartier est prédestiné à l'habitat (collectif, semi collectif et individuel) afin d'assurer la fonctionnalité, la mixité et l'amélioration des conditions d'existence dans la ville et notamment dans ce quartier, il est doté de différents équipements de proximité et des espaces de détente et de loisir, qui par leur tour assureront l'épanouissement harmonieux de quatre grandes fonctions humaines : habiter, travailler, se divertir et circuler.

Surface totale 9,9 ha		Nombre de logement totale 200 logements	
Logement individuel	45	CES: 40%	COS entre 0,48 et 0,68.
Petites villas	30	Taille de la parcelle 400m ² -600m ²	Gabarit R-1
Grandes villas	15	Taille de la parcelle 800m ² -1000m ²	Gabarit R+1
Implantation en grappe et en bande			
Logement semi collectif	94	CES: 54%	COS 0,6
Taille de la parcelle 150m ² -200m ² Gabarit R+1 et R+2			
Chaque unité bénéficie d'une terrasse protégée des Co-visibilités.			
duplexe/triplex			
Implantation en grappe et en bande			
Logement semi collectif	60	CES: 40%	COS entre 1 et 1,5.
Taille de la parcelle 2 500m ² pour 25 logements 100m ² /log (les espaces de distribution inclus)			
Gabarit R+3 et R+4 le dernier niveau est en attique, RDC pour le commerce			
Implantation en bande et doit respecter un alignement sur rue			
afin de dessiner le front bâti des grands boulevards			

Tableau III.4: Programme qualitatif et quantitatif.

Source : Etablissement publique de la ville nouvelle d'El-Menea, traité par les auteurs

III.3.1. principe d'aménagement :

¹⁶ « Un outil d'analyse stratégique. Il combine l'étude des forces et des faiblesses d'une organisation, d'un territoire, d'un secteur, etc.....avec celle des opportunités et des menaces de son environnement afin d'aider à la définition d'une stratégie de développement » (www.u-psud.fr/_resources/).



Les principes à partir desquels nous avons entamé notre conception sont les mêmes données recueillis du diagnostic établi précédemment.

C'est ainsi que les données naturelles du site, tels que le Climat, le système écologique, la topographie du terrain, l'orientation par rapport au Nord, les vents dominantetc, ont orienté notre conception.

En premier lieu, notre défi prioritaire est d'assurer la continuité de la trame verte et bleue¹⁷, aussi il nous a été exigé de conserver le bâti existant sur le site et qui sont : l'école primaire, la crèche et le lycée.

III.3.1.1. Recul :

- Le recul par rapport au boulevard principal est de 8,6m.
- Le recul par rapport aux boulevards secondaires est de 5,34m.

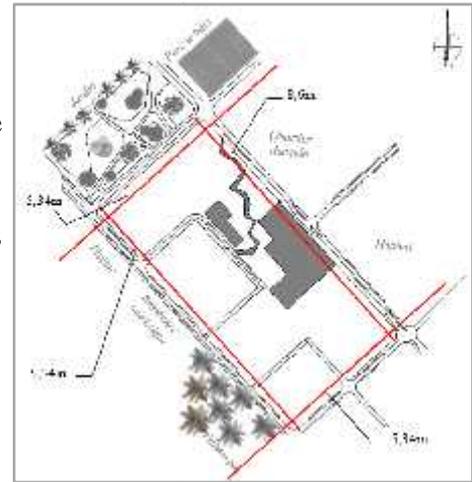


Figure III.26 : Le recul.

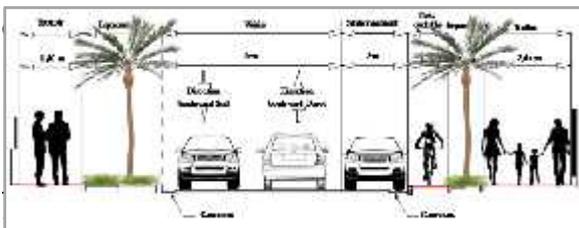
Source : Les auteurs.

III.1.1.2 Accessibilité et Voirie :

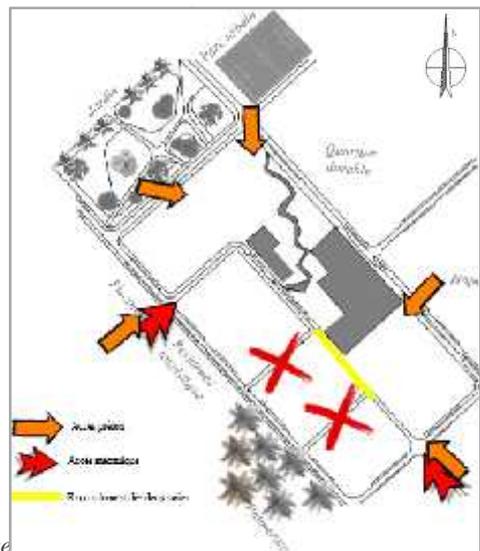
Afin d'éviter la fragmentation du terrain nous avons supprimé les deux voies tertiaires qui sont à l'Ouest du site comme indiqué dans la « Figure III.28 ». Ensuite nous avons raccordé les deux voies du haut et du bas qui sont au milieu du terrain.

Vu la présence des airs de stationnements à côté des établissements éducatifs nous avons créé des accès mécanique à partir des voies secondaires (à l'Ouest et au Sud) également pour permettre aux riverains de stationner à coté de leur logements.

D'autre part nous avons favorisé le recours aux moyens de déplacement doux (marche et vélo), donc nous avons créé des accès piétons dans les quatre coins du site, qui par leur tour mènent vers le réseau des pistes cyclables et piétonnes. Ces dernières mènent vers les espaces verts, de sport et de loisir que nous allons



le de la trame ve



Largement ignorés pendant de nombreuses années, ces derniers sont pourtant essentiels au fonctionnement des écosystème » (www.agencelichen.wordpress.com/2016/09/21/trame-brune/).



Figure III.27: Profile en travers (voie du milieu).
Source : Les auteurs.

Le prolongement d'oued a pour but de profiter de la **Phyto-épuration** (Voir page 52) afin d'irriguer la palmeraie de la ville.

Egalement faire de l'Oued un axe central du quartier et cela en créant de part et d'autre de ce dernier des jardins des aires de loisirs et aussi l'agriculture urbaine.

III.1.1.3.Implantation du bâti :

L'emplacement des espaces verts de notre quartier est en relation avec les espaces verts urbains et cela en essayant de créer une continuité avec l'existant tout en assurant une l'homogénéité de la ville.

Ces espaces que nous avons conçus procurent un microclimat non seulement pour les habitants du quartier mais également pour les habitants de la ville. Parmi ces espaces le parc centrale du quartier qui est un rappel du jardin existant à l'entrée de la ville et qui la « Pépinière d'acclimatation », et cela grâce à la fluidité de ses chemins et son emplacement le long du boulevard ; Ce parc contient des aires de jeux, de repos et de détente, piste jogging qui vont animer le parcours des utilisateurs et visiteur du quartier. Nous trouvons aussi un petit jardin « des Roses » dans ce parc comme un rappel de la tradition de la ville d'El Golea « Villes des Roses du désert ».

Aussi nous avons programmé un jardin d'enfant au Sud du quartier et qui a une relation avec la crèche et au plus près des concentrations de l'habitat.

Pour le bâti nous avons opté pour une implantation compacte afin de créer de l'ombre et se protéger du soleil.

L'implantation du bâti est faite selon le

Figure III.28 : Accessibilité.
Source : Les auteurs.

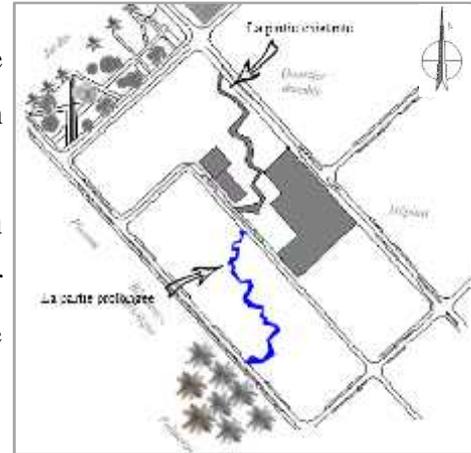


Figure III.29: Prolongement d'Oued.
Source : Les auteurs.

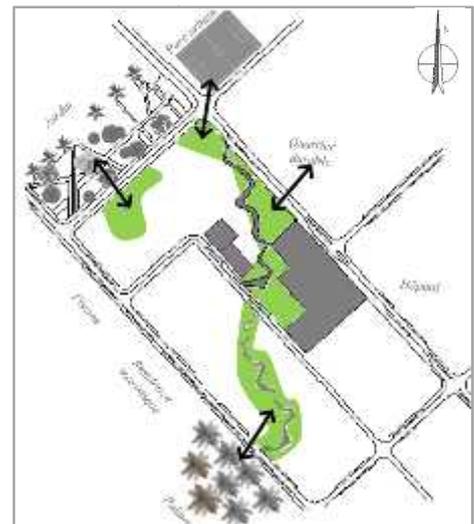


Figure III.30: Les espaces verts.
Source : Les auteurs.



principe du plus dense vers le moins dense, aussi nous avons pris en considération toutes les données évoquées précédemment (Page 41) et cela nous a conduits à avoir l'implantation ci-dessous.

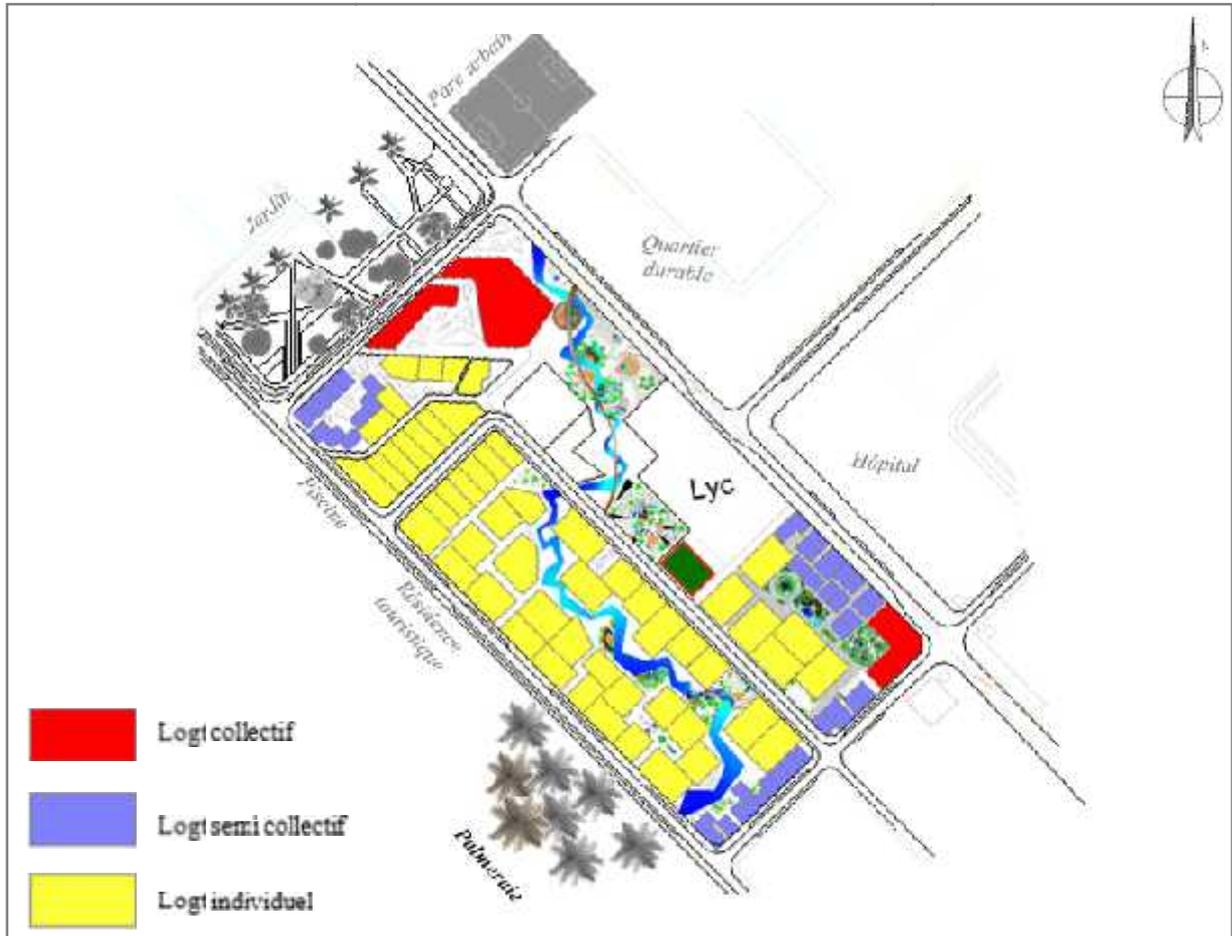


Figure III.31: Implantation du bâti.
Source : Les auteurs





Figure III.32: Esquisse/ 1^{ère} planification et programmation du projet.
Source : Les auteurs

III.3.2. Concept architecturaux

III.3.2.1 Gabarit et le skyline :

Nous avons accordé beaucoup d'importance au Skyline des façades donnant sur les deux boulevards (celui du Nord et du l'Est) que nous avons jugé important vue leur aboutissement et même le flux des voitures. Afin de dynamiser les deux boulevards et en tenant compte des orientations urbanistiques du règlement de la ville nouvelle d'El -Menea en ce qui concerne le gabarit, le skyline est définie à travers le jeu de volume de bâtiments de grande, de moyenne et de petite hauteur.

Pour cela nous avons opté pour les logements collectifs des bâtiments en gradin allant de R+2 à R+4 vue leur proximité du semi collectif qui est de R+1 à R+2 et du lycée qui est de R+2, et pour plus d'intimité chaque gradin aura un balcon dédié à l'agriculture urbaine, qui, par le biais de la végétation assurera l'intimité et empêchera le vis-à-vis.



Figure III.33 : Skyline (façade du boulevard secondaire).
Source : Les auteurs.

III.3.2.2. Aménagement paysagers :

a) Aménagement des espaces verts

Afin non seulement de brouiller la distinction entre l'environnement construit et naturels mais également de créer la biodiversité, nous avons fait des recherches sur les espèces animales et végétales qui s'adaptent au climat de la ville d'El-Menea.

Chaque milieu naturel dispose d'un cortège floristique adapté aux conditions climatiques et édaphiques¹⁸ de la région. Ainsi les plantes peuplant le Sahara sont adaptées à la sécheresse. Cette adaptation se retrouve dans la structure de toutes les plantes qui vivent en milieu aride. Pour vivre en milieu sec, la plante doit, ou bien accroître au maximum l'absorption d'eau qu'elle est susceptible de rencontrer, ou bien réduire les pertes d'eau qu'elle subit du fait de la transpiration. Elle peut aussi se constituer des réserves d'eau, lorsque la possibilité lui est fournie, qu'elle utilisera ensuite.

¹⁸ « Édaphique c'est tout ce qui est en relation avec le sol et la nature de sol » (Dictionnaire la Rousse).



Diverses plantes du désert possèdent de longues racines abondamment ramifiées grâce auxquelles elles peuvent puiser profondément dans le sol l'eau d'infiltration qui y séjourne sur les couches géologiques imperméables. En voici quelques-unes :



Figure III.34: *Atriplex Halimus.*



Figure III.36 : *chamérops Humilis*



Figure III.39: *Aloe Arborescens.*



Figure III.37: *Lantana Camara.*



Figure III.40: *Agave Americana.*



Figure III.35: *Nerium Oleander.*



Figure III.38: *Gynérium Argentéum*

Source des figures 34 – 40 :
Etablissement Public de la ville nouvelle d'El-Menea.



Figure III.41: *Washingtonia filifera.*



Figure III.42: *Bufalo mauritanicus.*



Figure III.43: *Rana esculenta.*

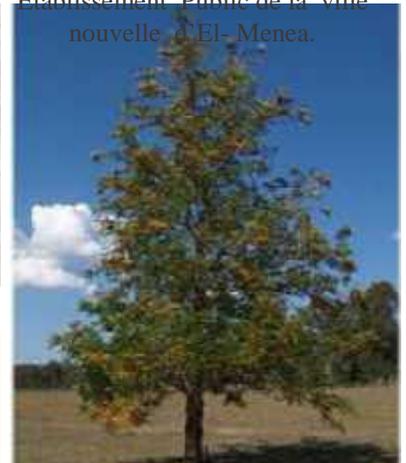


Figure III.44: *Grevillea robusta.*

Source des figures 41 – 44 :
Etablissement Public de la ville nouvelle d'El-Menea.

b)

Mobilier urbain :



Tous les mobiliers urbains sont réalisés avec des matériaux biologiques, locaux et recyclables. Leurs emplacements sont choisis attentivement pour ne pas encombrer les passages de circulation.

Nous avons renforcé la mise en place des bancs dans les aires de détente, et sur les trottoirs pour le repos de la marche. En addition, nous avons installé des râteliers auprès des espaces verts, les aires de stationnement et sur tout dans les établissements scolaires pour inciter les enfants à prendre la bicyclette. Nous avons également spécialisé des surfaces pour les aires de jeux.

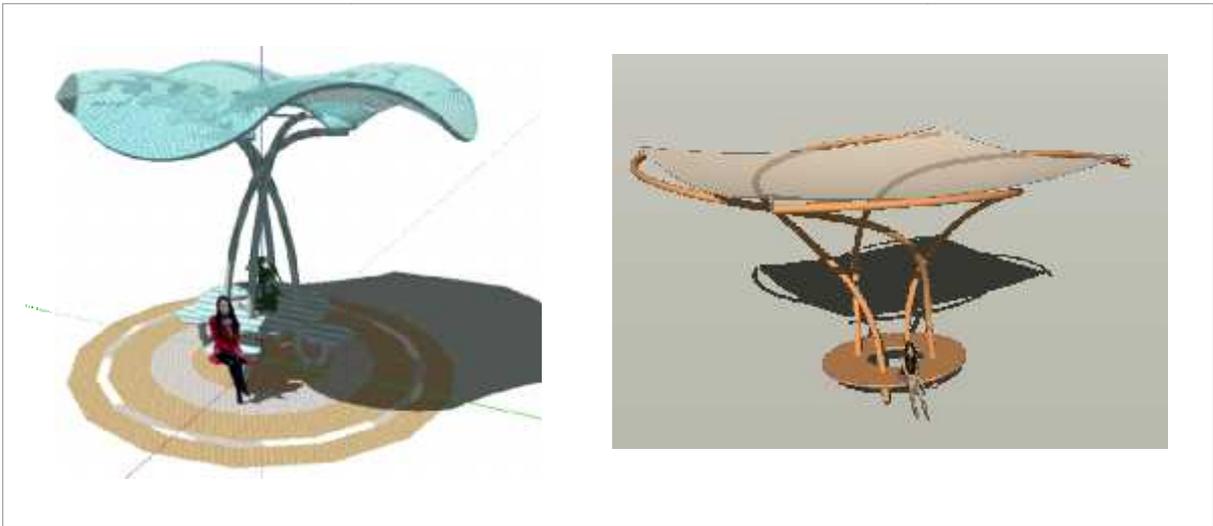


Figure III.45: Banc public type 01.
Source : Les auteurs.



Figure III.46: Banc public type 02.
Source : Les auteurs.





Figure III.47: Banc autour d'arbre.
Source : Les auteurs.

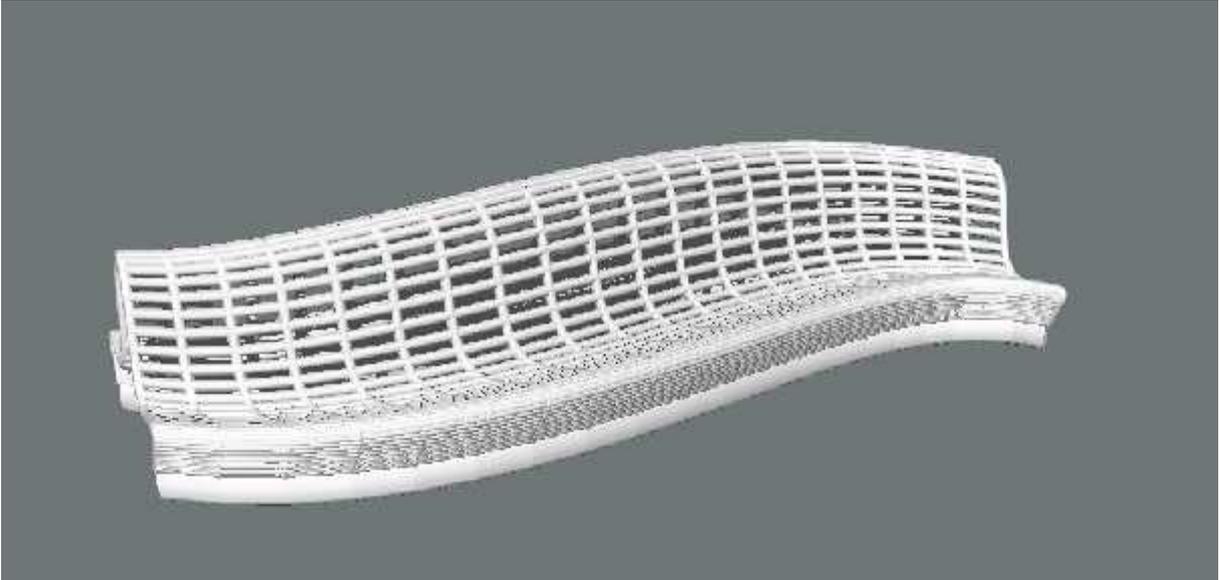


Figure III.48: Banc public type 03.
Source : Les auteurs.

Encore, nous avons beaucoup utilisé des mobiliers urbains innovants et intelligents pour l'information, la télécommunication, la production électrique, la diminution de la pollution, la gestion des déchets et pour la santé publique.



Figure III.49 : Les bancs électriques.
Source : www.pinterest.fr

Ce genre de banc est surmonté par des panneaux photovoltaïques, parce que le monde électronique a imposé la disponibilité d'une source électrique même en plein rue. L'énergie produite par les panneaux est utilisée par les habitants en cas de besoin, comme pour la recharge des téléphones, les laptops ou tous appareils électroniques.



Il s'agit d'un arbre solaire qui de recharge le jour pour éclairer le quartier





la nuit .De hauteur de 5 mètres, l'arbre lampadaire est constitué de tube d'acier .Il marque l'aspect écologique et apporte également une touche décorative au quartier. Cet arbre comprend 20 tiges surmontées par 10 panneaux solaires qui font office de feuilles. Il est également équipé d'un éclairage LED et de détecteur de lumière. Il détient une autonomie de trois jours.



Servant comme support de plantation, ces poubelles sont conçues pour faire le tri des déchets : composter les déchets biodégradable qui deviennent un engrais pour la plante qu'elle porte, les autres déchets sont compressés ... en outre ces bornes fournissent un débit de wifi selon la quantité des ordures jetées.

Figure III.51: Poubelle à engrais.
Source : www.sinoconcept.fr/



Cette piste cyclable lumineuse bleue, est faite de matériaux synthétiques qui peuvent émettre de la lumière pendant une dizaine d'heures lorsque la piste est rechargée par le soleil au cours de la journée

Figure III.52: Piste cyclable.
Source : <https://www.ipnoze.com/piste-cyclable-solaire-lumineuse/>.

- **L'éclairage**



Nous proposons une maîtrise de l'éclairage extérieur, invitant à des pratiques plus sobres en matière énergétique : « consommer beaucoup moins et éclairer autant », plutôt que « éclairer beaucoup plus et consommer autant ».

Il faut dans la mesure du possible éviter la lumière blanche et privilégier les ampoules au sodium à dominante jaune, qui permettent de limiter la réponse des organismes vivants à la lumière artificielle.

Une «étiquette» est définie. Elle propose un classement des lampes selon le niveau d'interférence de leur spectre sur le vivant. Les températures de couleur élevées correspondent à des lampes au spectre riche en bleu, dommageable pour l'environnement nocturne et sa biodiversité. Lampes à vapeur de sodium atteignent le meilleur rendement énergétique, doublées d'une température de couleur basse.

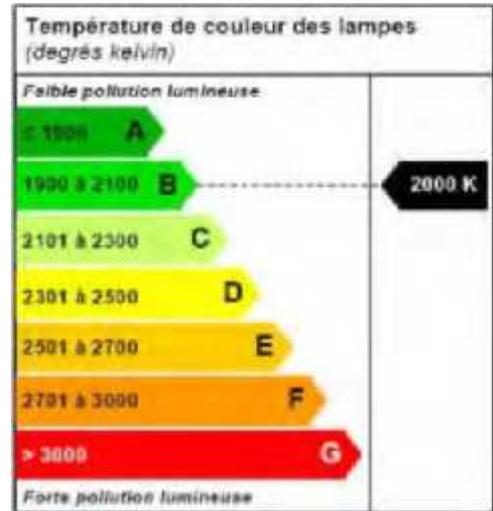


Figure III.53 : Etiquette (Température de couleur).

Source : Formation Bâtiment Durable, Rénovation à haute performance énergétique.

Et pour plus d'efficacité nous proposons les types de poteaux d'éclairage et de lampadaire suivant :

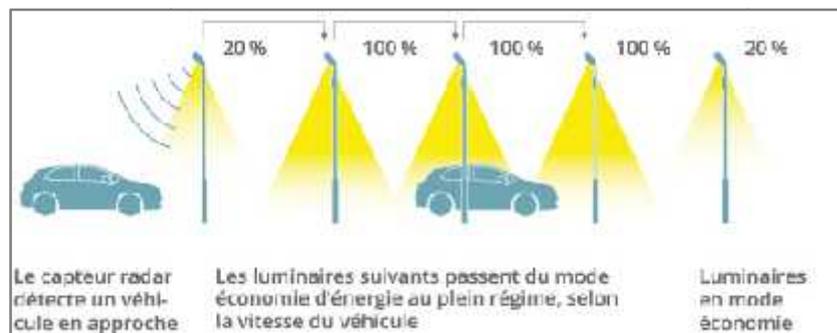


Figure III.54 : Eclairage spécial (détecteur du mouvement)



Figure III.55 : Biolamp.

Source : <http://pourinfo.blogspot.com/2013/03/biolamp-une-lampe-pleine-dalgue.html>

Formation Bâtiment Durable, Rénovation à haute performance énergétique

Biolamp, est une lampe capable de transformer le dioxyde de carbone en biocarburant. Intégré dans les lampadaires, ce dispositif permet de consommer le CO2 de nos rues et de le recycler. De quoi rendre la ville plus respirable tout en créant de l'énergie.

Le lampadaire contient un mélange d'eau et d'algues. Avec l'aide de la lumière solaire, ce liquide change le dioxyde de carbone en oxygène et en biomasse. Il est aussi composé d'une



pompe qui absorbe le smog (pollution mélangée au brouillard)

- **Agriculture urbaine** :

L'agriculture urbaine est la production de légumes, de fruits et autres aliments en ville. Elle peut être pratiquée sur des toits, dans des cours, des potagers partagés et même dans des espaces publics. « *Les jardins potagers peuvent être jusqu'à 15 fois plus productifs que les exploitations des zones rurales*, explique la FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture). *Une superficie d'un mètre carré peut fournir 20 kg de nourriture par an* ».

L'agriculture urbaine est une façon de jardiner responsable, de faire diminuer les émissions de CO₂ et aussi les coûts de production. Par ailleurs, les fermes urbaines peuvent générer des emplois, depuis la production jusqu'à la vente et la distribution. Enfin, l'agriculture au cœur des villes répond à une demande croissante des citoyens de retisser Les liens avec la nature.

Pour notre cas, nous avons implanté ces potagers non seulement dans les espaces publics du quartier mais également dans les balcons, les terrasses, les toitures dans chaque groupe d'habitation pour la production de maximum des besoins alimentaires des habitants du quartier, diminuer le CO₂ et sur tout pour mobiliser la participation collectifs pour l'entretien de ces jardins.



Figure III.56 : Jardin potager.
Source : www.cimt.teleinterives.com.

Nous avons sélectionné des espèces végétales propres à la région pour les faire pousser dans les jardins potagers dans le but de réussir leur plantation. Des plantes qui s'adaptent au climat, qui assurent une bonne rentabilité agricole, qui ne demande pas beaucoup d'entretien et qui consomment moins d'eau, nous citons à titre d'exemple : les pommes de terre, les poivrons, les tomates, les carottes ..., et des fruits comme : les pommes, les poires, les abricotsetc.

Afin d'économiser l'eau, l'irrigation de cette agriculture se fait avec des eaux usées traitées dans des bassins de **Phyto-épuraton**. Le procédé consiste à canaliser les eaux



usées dans des bassins en plein nature et exposés au soleil, ensuite, sous l'action des rayons ultraviolet (UV) et l'action des plantes et des bactéries qui dégradent la matière organique, l'eau usée devient épurée.

Figure III.57 : La phyto-épuraton.

Source : <http://www.aggraconcept.com/phytoepuration%20en%20assainissement%20individuel.php>

Pour les toits et les terrasses nous avons optés pour un système d'agriculture urbaine hors sol qui est : L'**Aquap**

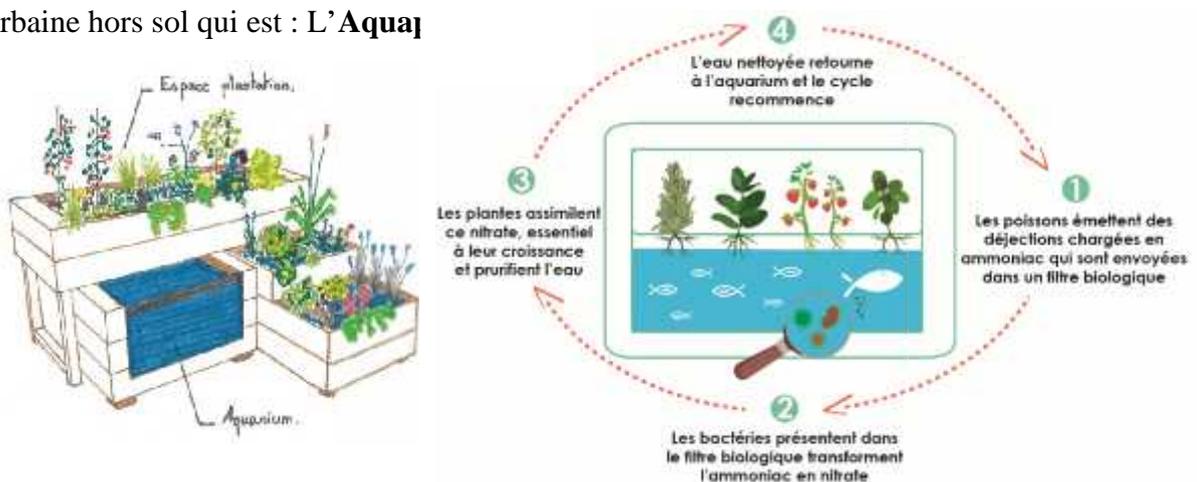


Figure III.58 : L'Aquaponie.

Source : http://www.aura-urbaine.com/des-poissons-des-plantes-et-des-humains-pour-le-futur-de-lagriculture/aura_aquaponie_5w-01/

- **Choix des matériaux :**

Pour les allées, les chemins, les cours ou les surfaces non végétalisées, nous avons utilisé des dalles alvéolées pour graviers ou gravillons. Ce sont des pavés perméable à l'eau, équipés d'un géotextile évitant la levée des mauvaises herbes.

Dalle de stabilisation en structure « Nids d'abeilles » pour un remplissage régulier des alvéoles cette structure permet le maintien en place des granulats, rendant ainsi l'allée plus stable et plus confortable. Ces dalles sont légères et très résistantes à la compression dont



elle peut également servir de voies d'accès pour les pompiers. Chimiquement inerte et non toxique, cette grille de protection est fabriquée en plastique 100% recyclé. Il résiste aux écarts de températures, ne se décolore pas et constitue un renfort de surface antidérapant.

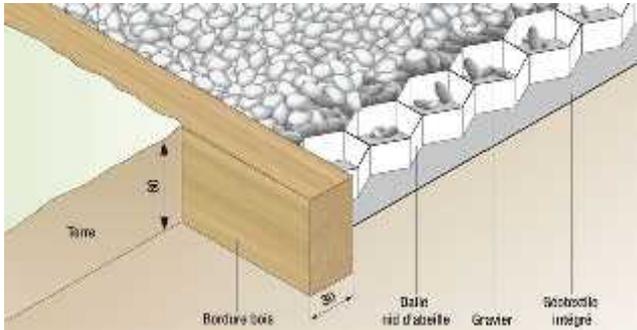


Figure III.59 : Les éléments d'une dalle en nid d'abeille.
Source : <https://www.pinterest.com/pin/413627547008091950/?lp=true>



Figure III.60 : Des allées gravillonnées.
Source : <http://www.paysagesconseil.fr/>

Pour le réseau routier nous avons utilisé l'asphalte. Si bien que, cet asphalte au lieu d'être réalisé, comme ordinairement, à partir d'un mélange de granulats naturel et de bitume obtenu du pétrole brut, il est réalisé à partir de granulats et de végécol.

Le végécol est liant de nature végétale sans dérivé pétrochimique, utilisé dans de nombreuses applications : routes, parking, piste cyclable ou pour le génie civil. Il permet de réaliser des revêtements routiers particulièrement résistants avec, en outre, une grande variété de granulats (ce qui permet de faire appel à des matériaux locaux et de limiter le transport). Sa mise en œuvre ne demande aucun traitement spécifique ; si ce n'est de l'appliquer à 100° au lieu de 150° exigé par les revêtements habituels, soit un gain énergétique non négligeable. Encore, son caractère naturel lui permet de ne pas contaminer les eaux de ruissellements d'être exempte de vapeur ou gaz toxique. A l'inverse de bitume, le Végécol est



Figure III.61 : Asphalte en végécol transparent.
Source : http://www.silnice-zeleznice.cz/PublicFiles/UserFiles/image/SZ/2012/SZ412/800x800_colas302.jpg

transparent, ce qui lui permet de laisser apparaître la teinte naturelle des granulats qui agglomère, ou de réaliser des enrobés de différentes couleurs, pour une meilleure intégration paysagère (Belvoit, 2017).

III.3.3. Conception des réseaux

III.3.3.1 Alimentation en eau potable :



Les besoin du quartier en eau domestique est de $253.75 \text{ m}^3/\text{j}$, et le volume d'eau d'entretien des espaces verts et d'irrigation est de $129.8 \text{ m}^3/\text{j}$, ainsi, le volume d'eau supplémentaire pour la lutte anti incendie est égale à $973 \text{ m}^3/\text{j}$, soit un totale de $1\ 356.5 \text{ m}^3/\text{j}$. (Voir les calcule dans l'annexe 09).

Tant que le volume des eaux de la lutte anti-incendie est stable et ne nécessite d'être assuré que pour le début et sera maintenu par la suite, Cela fait que le quartier doit être alimenté quotidiennement pour assurer seulement le volume des eaux domestique et les eaux destinées à l'irrigation, soit un volume d'environ $383.5 \text{ m}^3/\text{j}$.

Pour répondre aux critères du quartier régénératif, nous devons assurer l'autonomie de notre quartier en eau. Pour cette raison, nous devons penser à la récupération des eaux usées.

L'estimation du volume des eaux usées produites dans le quartier est de $172.56 \text{ m}^3/\text{j}$ (Voir annexe 10), c'est-à-dire que nous avons un manque de $1182 \text{ m}^3/\text{j}$ à rattraper en faisant appel aux eaux des nappes phréatiques ($64\ 000 \text{ m}^3/\text{j}$ pour toute la ville).

III.3.3.2 Assainissement :

Nous avons pensé à la conception d'un réseau d'assainissement séparatif pour le quartier. D'une part, pour la réutilisation des eaux usées pour l'entretien et l'irrigation des espaces verts, et d'autre part, pour récupérer et réutiliser les eaux pluviales dans des éventuels usages domestiques.

Les eaux usées sont canalisés vers des bassins de phyto-épuration pour une épuration naturelle (voir Figure III.52, page 51). Quant aux eaux pluviales, elles passent par un processus de traitement avant d'être stockées dans des citernes sous terraines, pour être réutilisées à la fin.

Dans le but de la préservation de la nature te de ces ressources, nous avons pensé à maintenir le cycle d'eau par les procédés suivants :

- Utilisation des pavés perméables.
- Les eaux usées ne sont pas évacuées vers les cours d'eau pour ne pas les pollués.
- Les eaux pluviales, au niveau des espaces verts et les rues, ne sont pas récupérées, plutôt, elles sont maintenues pour l'alimentation des nappes phréatique et les cours d'eau.

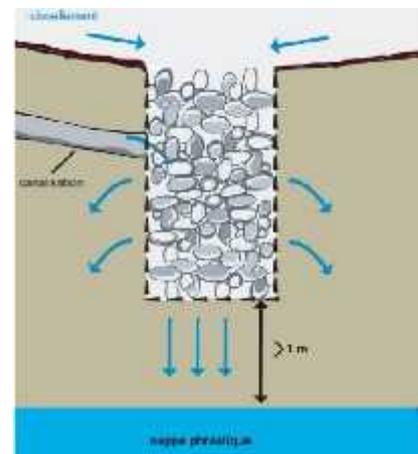
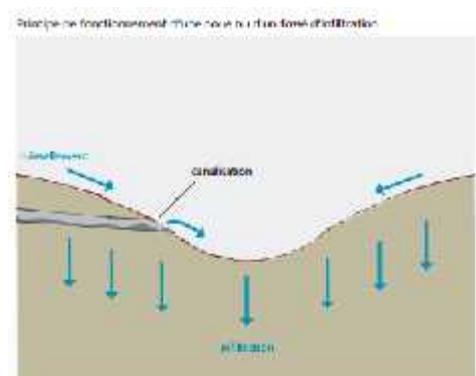


Figure III.62: Tranchée végétalisée.

Source : <http://eau.seine-et-marne.fr/gestion-eaux-pluviales>





- La création des noues ou des tranchées dans certaines rues et en zone pavillonnaire pour évacuer les eaux pluviales et alimenter l'Oued, et en même temps pour la création des espaces verts et bleues et assurer un cadre de vie agréable.
- La trame bleue est continue sans être fragmentée ou interrompue.

III.3.3.3 Alimentation en énergie :

Les besoins du quartier en énergie électrique sont évalués à 1 589 kVa (Voir annexe 12). Pour répondre à ces besoins électriques et assurer l'autonomie de quartier en énergie, nous avons pensé à des énergies renouvelables, parmi lesquelles nous avons opté pour l'énergie solaire qui

A une grande fiabilité à la ville nouvelle d'EL-menea, ou le site de la ville bénéficie de 3 500 heures d'ensoleillement et d'un volume potentiel de l'ordre de 2 650 kW/m² par an (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement de l'Algérie, 2010).

Pour ce faire, nous avons utilisé des panneaux photovoltaïques avec un rendement maximal de 26 %. Donc, pour une puissance de rayonnement solaire de 2 650 kW/m²/an, nous obtiendrons une puissance électrique disponible de 689 kW/m² (par m² de capteurs).

En moyenne, un panneau de dimension 1046 x 1559 mm, produira annuellement 806 kW, soit 2.21 kW/jour. En conséquence, nous devons mettre en place plus de 600 panneaux photovoltaïques. Nous avons choisi les terrasses des habitations et des équipements pour l'emplacement de ces panneaux.

Pour un plus de rendement électrique, nous avons utilisé des arbres solaires qui assureront l'autonomie de l'éclairage public du réseau électrique du quartier (Figure III.46, page 48), des bancs et des poteaux éclairages qui produisent de l'électricité et également un éclairage intelligent capteur de mouvement (voir page 48 et 49).

Figure III.63: Les noues.

Source :

<https://tpecoquartier.wordpress.com/les-noues-2/>

III.3.3.4. Chauffage et climatisation :



Afin d'économiser l'énergie électrique du quartier et atteindre de hautes performances énergétiques, nous avons opté pour un système active et passive pour la ventilation et le chauffage. Cela ne peut se faire qu'avec le système géothermique.

Alors que les températures extérieures fluctuent selon les saisons, les températures souterraines restent constantes et modérées. La géothermie utilise cette énergie solaire gratuite emmagasinée dans le sol : en hiver, elle puise la chaleur pour la transférer à l'habitation, alors qu'en été elle extrait la chaleur de la maison pour la retourner à la terre et cela par le biais de la **pompe à chaleur géothermique**.

Une **pompe à chaleur géothermique** récupère les calories du sol du terrain pour les transmettre aux émetteurs de chauffage (vu que nous avons des planchers en bois nous avons évité les planchers radiants). Son installation nécessite la pose de capteurs dans le sol. Cela peut se faire de manière verticale, par un forage, ou horizontale par un terrassement. Le transfert de chaleur respecte plusieurs étapes que nous détaillons ci-dessous.

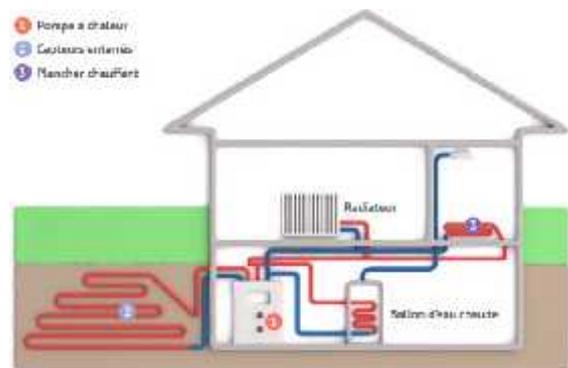


Figure III.64: Principe de la pompe à chaleur géothermique.

Source : L'énergietoutcompris.fr

Le circuit du **système de captage d'une pompe à chaleur géothermique** est parcouru par un fluide caloporteur. Ce fluide, composé généralement d'eau glycolée¹⁹ afin d'éviter le gel, récupère les calories du sol afin de les transmettre à la **pompe à chaleur**. Cette dernière utilise un fluide frigorigène pour transmettre les calories récupérées dans le sol à l'eau du système de chauffage.

À l'inverse, on peut utiliser le système pour extraire les calories (l'énergie) d'un local, afin de le rafraîchir, puis rejeter ces calories vers l'extérieur.

III.3.3.5. Gestion des déchets :

Le volume des déchets produits dans le quartier est estimé à 1015 kg par jour, y compris le volume des déchets alimentaires qui est évalué à 284kg/j (Voir les calculs dans l'annexe 11).

Le traitement des déchets commence depuis le degré de la conscience des habitants, ou ils peuvent ne pas avoir lieu, comme ils peuvent dépasser le volume habituel. Pour une sensibilisation au sujet, un système de tarification est imposé pour réduire à la

¹⁹ « L'eau glycolée est une eau normale de réseau à laquelle on a ajouté un % deglycol, par exemple 20% afin que cette eau ne puisse geler, même si elle est stagnante, lorsqu'elle circule dans un réseau de chauffage passant par l'extérieur. » (<https://www.climamaison.com/lexique/eau-glycolée.htm>)



source le volume des déchets. Le système de tarification consiste à faire payer aux habitants une taxe proportionnelle au volume ou au poids des déchets produits.

La priorité sera donnée à la réutilisation, le réemploi, la réduction, le recyclage, la récupération et la valorisation des déchets aux maximums. C'est pourquoi nous avons pensé à mettre en place un système de collecte sélective où les déchets urbains seront collectés et triés en : déchets organiques, combustibles ou non combustibles et recyclables.

- Les déchets organiques seront réutilisés ou transformés dans le quartier pour servir de nourriture animale ou comme engrais organiques et fertilisant du sol.
- Les déchets recyclables comme : le papier, le métal, le plastique et le verre, seront triés dans des bacs séparés, puis collectés automatiquement pour être réutilisés comme matière première industrielle.
- Les déchets non combustibles seront collectés automatiquement, puis récupérés par un système d'aspiration par camion pour le transporté à la fin au centre d'enfouissement de la ville.
- Les déchets combustibles seront collectés automatiquement, puis récupérés par un système d'aspiration par camion pour le transporté à la fin au centre d'incinération de la ville. L'énergie dégagée par l'incinération des déchets sera récupérée.

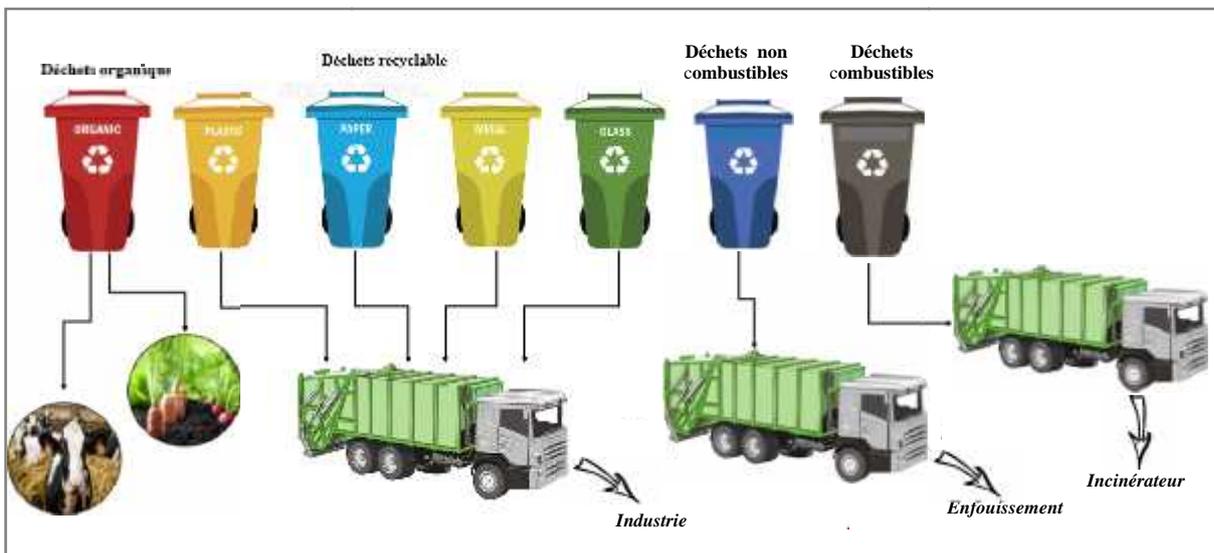


Figure III.65: Traitement des déchets dans le quartier.
Source : Les auteurs.

III.3.3.6. Télécommunication :

Dans le but de mobiliser la participation sociale dans le processus de la régénération du quartier, et pour consolider les relations humaines et assurer une mixité



sociale et fonctionnelle, et surtout pour simplifier la vie dans notre quartier, nous avons profité des avancées technologiques dans le rapprochement des distances, la remise des services et le gain de temps.

En effet, nous avons prévu la réalisation d'un réseau intranet du quartier qui assurera la connexion entre les gens et les différents bâtiments dont plusieurs informations seront délivrées à travers ce réseau, parmi lesquelles :

- Degré d'occupation des espaces en commun.
- Disponibilité des livres dans la bibliothèque du quartier.
- Des informations sur la météo et le taux de trafic.
- La disponibilité de la matière dans les commerces.
- Les services journaliers de la conciergerie du quartier.
- Des avertissements pour la sécurité des citoyens.
- La signalisation sur la nécessité d'entretien des jardins potagers collectifs.
- La signalisation de taux de remplissage d'un conteneur ou borne de déchets par le biais d'un capteur.
- La connexion du système d'alarme des maisons avec la sureté de proximité.
- La connexion du système anti-feu avec le centre de santé et les pompiers.
- Le besoin d'aide dans la crèche et pour les personnes âgées.
- La sensibilisation des citoyens à travers l'information sur la consommation journalière de l'eau et de l'énergie.
- Des informations sur les rendements annuels du quartier en termes d'énergie, d'agriculture, diffusion de CO₂, qualité environnementale et la participation et les évènements sociaux (occasion pour inciter au quartier régénératif).

III.3.4. Conception des logements

III.3.4.1. Le logement collectif :

Le logement collectif est de type « Haut Standing » avec du diverses fonctions et en prenant en considération l'aspect social de la région (séparation hommes femmes): commerces, bibliothèque, atelier pour femmes, cafétéria, des logements spécifiques pour les personnes à mobilité réduite, appartement en attiques, cafétéria pour femmes, pharmacie

Les appartements sont dotés de balcons dédiés à l'agriculture urbaines, qui par son tour, assurera l'intimité et empêchera le vis-à-vis mais également elle fournira de l'air frais et une bonne atmosphère sans oublier les fruits et les légumes .Ces appartement varient des studios jusqu'au f6, des simplexes et des duplexes comme il est démontré ci-dessous :

a) Les différents types de cellule d'habitation

	Type de logement	Nombre	Surface
Simplexe	Studio	05	56,12 m ²
	F3	22	78 m ²
	F4	18	111,2 m ²
	F5	6	152,37m ²
	F6	01	100 m ²





	Type de logement	Nombre	Surface
Duplexe	F4	2	170 m ²
	F5	2	184 m ²
	F6	4	141,2 m ²
	F5	6	152,37m ²
	F6	61	100 m ²

Tableau III.5: Programme qualitatif et quantitatif des logements collectifs.
Source : Auteur

	Nature	Surface
Fw 01	Loc. bureau	06 de 29 m ² - 156 m ²
	Bibliothèque	01 259 m ²
	Supermarché	01 300 m ²
	Cafétéria	01 155 m ²
	Réception	1 18 m ²
	Bureau d'administration	01 18 m ²
	Dépôt	1 20 m ²
	Sanitaires pour femmes	02 22 m ²
	Sanitaires pour hommes	02 22m ²
	Espaces de bureaux et espaces de regroupement	1 80 m ²
	Fw 02	Salle d'exposition
Espace de vente des outils d'atelier		68 m ²
Atelier 01 (Pour femme)		68 m ²
Local habillement		63 m ²
Atelier 02 (pour femme)		189 m ²
Pharmacie		71 m ²
Cafétéria (Pour femmes)		151 m ²
Atelier 03 (Pour femmes)	106 m ²	
L'escal pour stationnement vélo	30 m ²	
Espaces des équipements	43 m ²	

Tableau III.6: Programme qualitatif et quantitatif des RDC (Centre commercial).
Source : Auteur

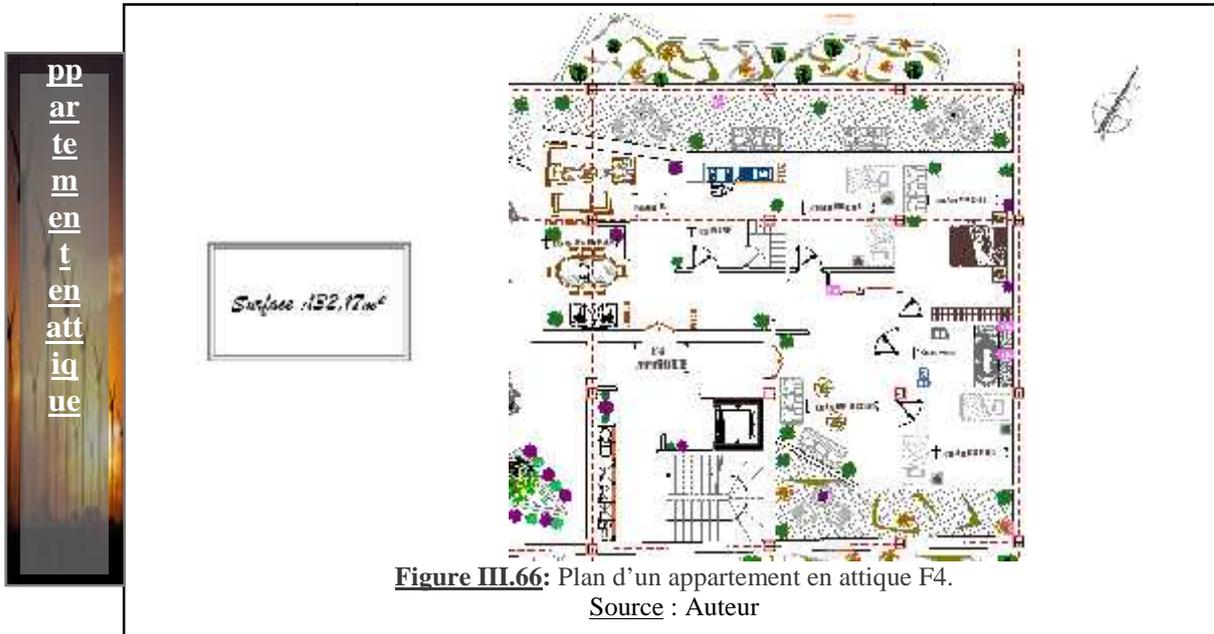




Figure III.67: Plan d'un appartement F5.
Source : Auteur

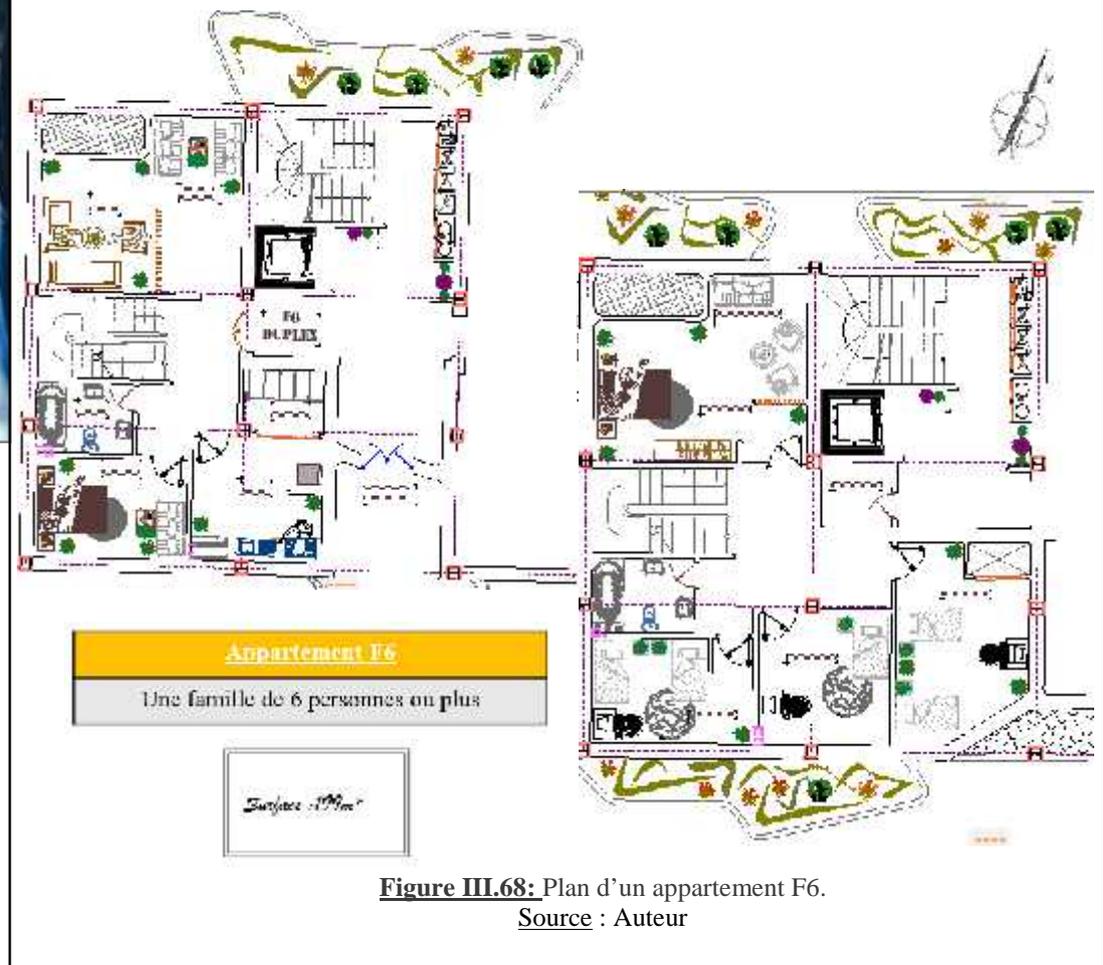
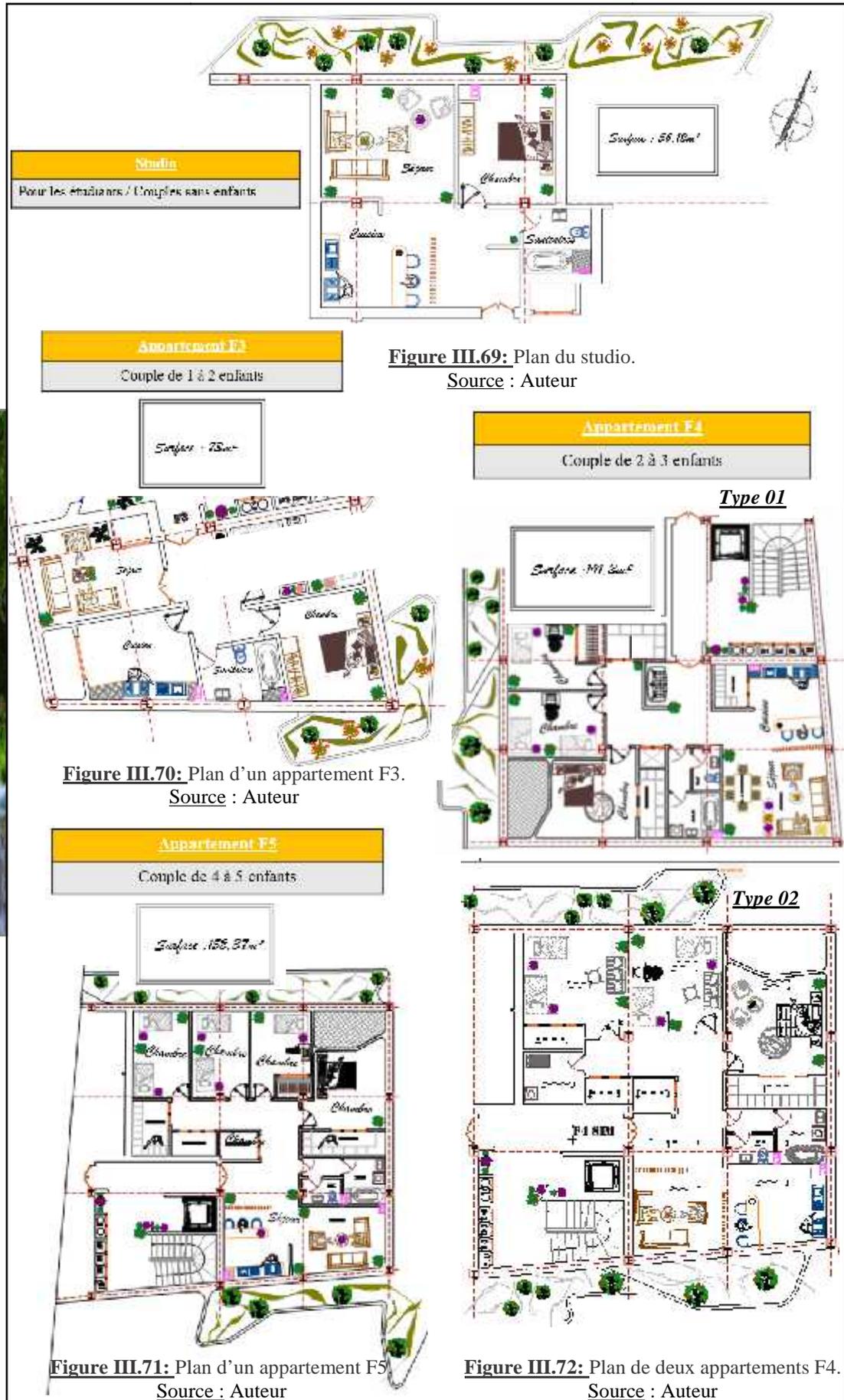


Figure III.68: Plan d'un appartement F6.
Source : Auteur

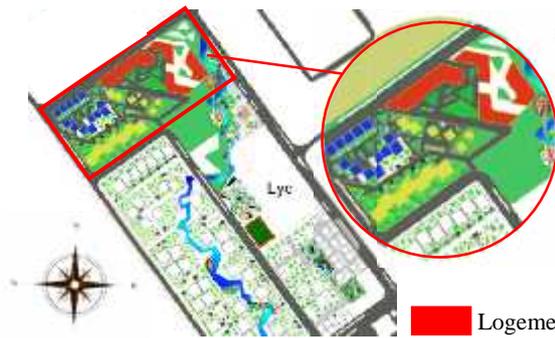
D
u
p
l
e
x
e



Simplexe



c) **Volumétrie :**



- Le collectif est à proximité du semi-collectif, sachant que le premier est de R+4 et le second est de R+2. De ce fait, nous avons opté pour un volume en gradin allant de R+2 au côté du semi-collectif jusqu'à R+4 à l'autre côté.

■ Logement Collectif. ■ Logement semi-Collectif. ■ Logement individuel.

Figure III.73 : Situation des logements collectifs.

Source : Auteurs

- Vue que le « bloc 01 » est situé à l'angle, et il fait face aux vents dominant Nord-Est, nous avons opté pour une forme fluide de manière à casser le vent mais également pour marquer l'angle du terrain, aussi pour être un élément d'appel au niveau du grand boulevard sans oublier l'importance du nœud.
- En respectant l'alignement et le recul entre les deux bâtiments 01 et 02, et afin d'harmoniser l'ensemble des logements collectif, nous avons obtenu une forme de L pour le « bloc 02 ».

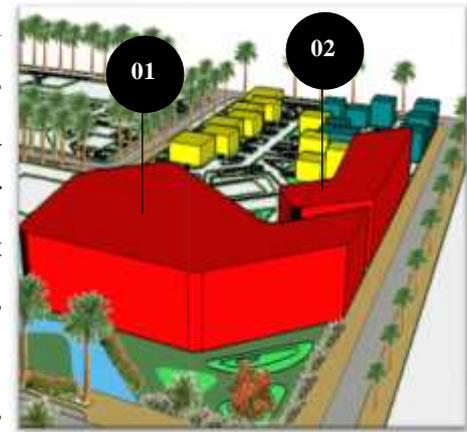


Figure III.74 : 3D de la partie haut du terrain.

Source : Auteurs

Vue l'importance de l'emplacement du « bloc 01 », nous lui avons accordé un

soin particulier.

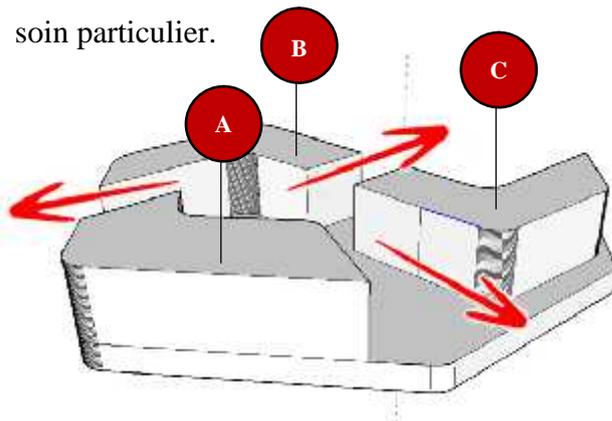


Figure III.75 : Genèse de la forme du Bloc 01.

Source : Auteurs

- Nous lui avons fait subir des soustractions afin d'alléger la masse imposante de ce bloc.
- Cette soustraction nous a permis d'avoir une esplanade (cour) qui nous aidera à profiter de l'aération et de la lumière naturelle des trois nouveaux blocs obtenus de cette opération.

La notion de confort visuelle prend sa part dans notre intervention par l'assurance de différents axes visuels au niveau des appartements

- La cour intérieure sera une esplanade (semi publique) accessible dédié à la détente et également pour l'agriculture. Elle bénéficie d'une vue sur le boulevard et également sur le parc centrale du quartier.

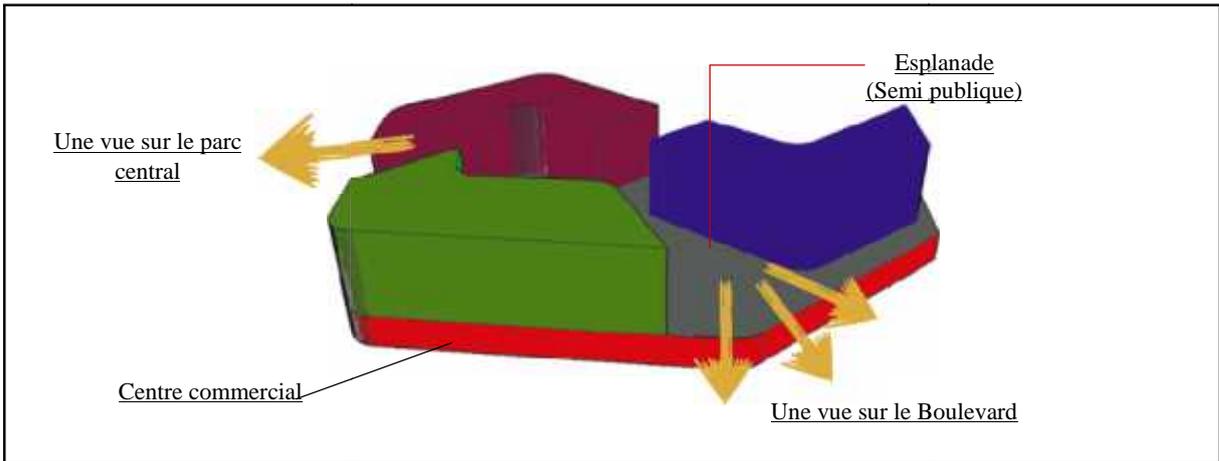


Figure III.76 : Détermination des fonctions du Bloc 01.
Source : Auteurs



Figure III.77 : 1^{ère} modélisation des blocs des logements collectifs.
Source : Auteurs

d) Les Façades :



Figure III.78 : Logique de la conception de la façade.
Source : Auteurs



Le soubassement est marqué par le mur rideau du centre commercial avec un type de vitrage spécifique dit « intelligent » voir page 67, le corps qui se démarque de l'ensemble par les gradins et chaque gradin est une terrasse dédiée à l'agriculture, aussi ce dernier est marqué par le mouvement serpentin des balcons et la variété des matériaux utilisés : du bois et de large ouverture allant du sol vers le plafond afin de profiter au max de la lumière naturelle et aussi pour bénéficier d'une vue sur le parc et la ville, quant au couronnement est marqué par les appartements en attique. Nous avons utilisé du moucharabieh pour marquer la cage d'escalier (brise soleil).

III.3.4.2. Le logement semi-collectif :

Le logement semi collectif est type HLM « Habitat à loyer modéré », avec un gabarit allant de R+1 à R+2. Afin qu'il y ait une harmonie dans le quartier nous avons opté pour un jeu de volume en commençant par un type de R+2 du côté de logement collectif allant vers un type de R+1 dans le côté ouest là où il y a des équipements en R+1 au bord de la falaise.

a) Les types de cellule d'habitation

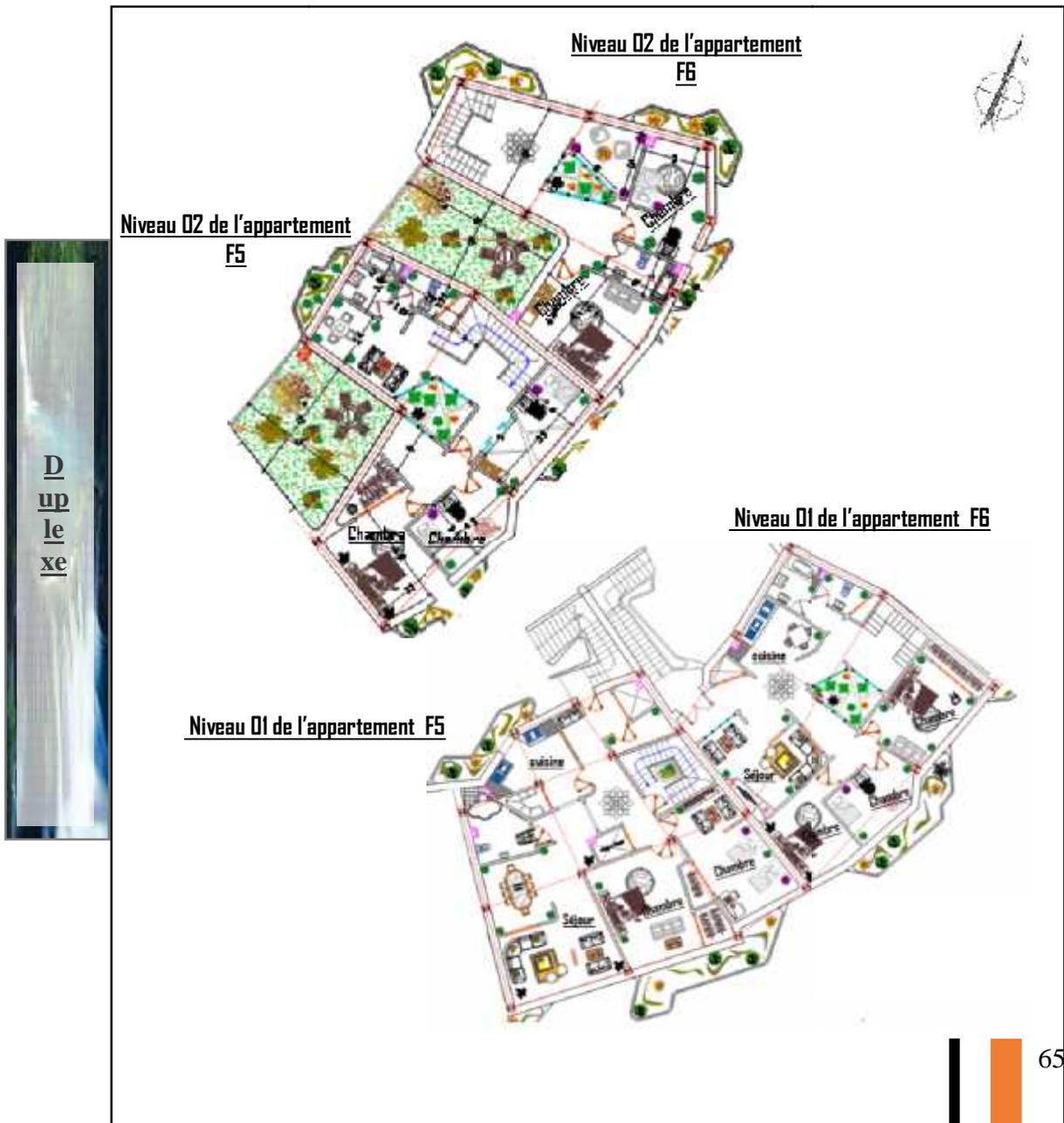
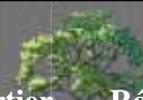




Figure III.79 : Les deux types d'appartements en duplex.
Source : Auteurs



S
i
m
p
l
e
x
e

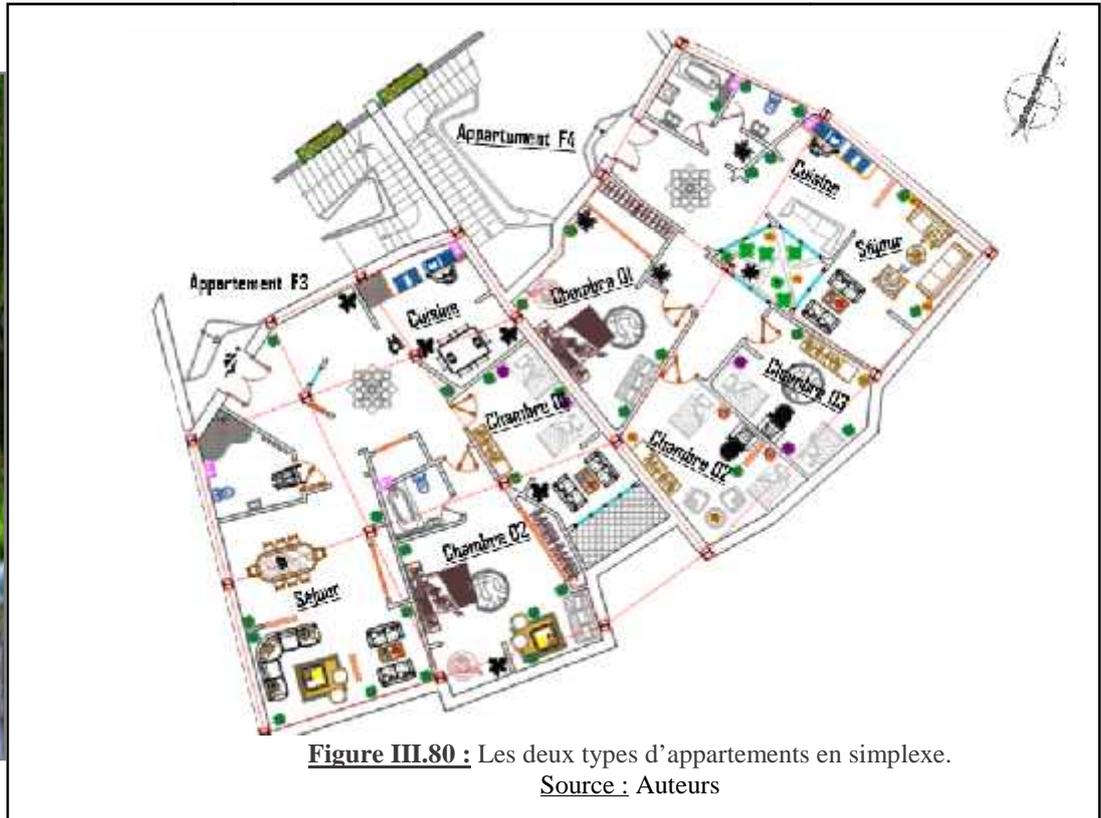


Figure III.80 : Les deux types d'appartements en simplexe.
Source : Auteurs

b) Volumétrie

Pour le semi collectif, nous avons opté pour une forme géométrique régulière qui est le rectangle puis nous avons courbé le volume de manière à ce que tous les logements bénéficieront d'une vue sur le parc central du quartier, et l'alignement est assuré par le biais des escaliers.



Figure III.81 : Développement de la forme.
Source : Auteurs

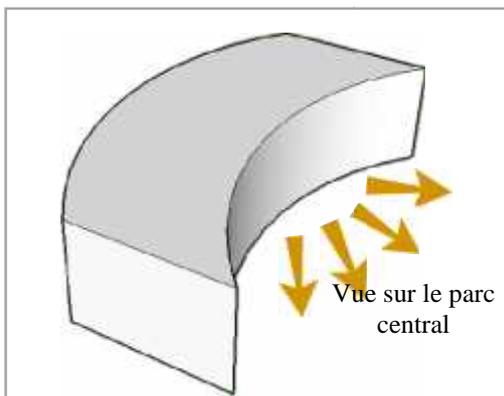


Figure III.81 : Modélisation 3D d'un bloc de semi-collectif.
Source : Auteurs

- Pour harmoniser l'ensemble du quartier nous avons suivi le même système de gradins pour le semi collectif allant de R+2 à R+1 (vers la falaise il y a des équipements en R+1).
- Pour la distribution des espaces nous sommes inspirés du plan de la maison traditionnelle de la région et nous avons introduit le patio comme source de lumière et d'aération



Chaque bloc est composé de quatre appartements, les simplexes se trouvent au rez-de-chaussée et le duplexe à partir du 1^{er} étage, chaque appartement a un accès privatif (voir dossier graphique).

c) Les façades :

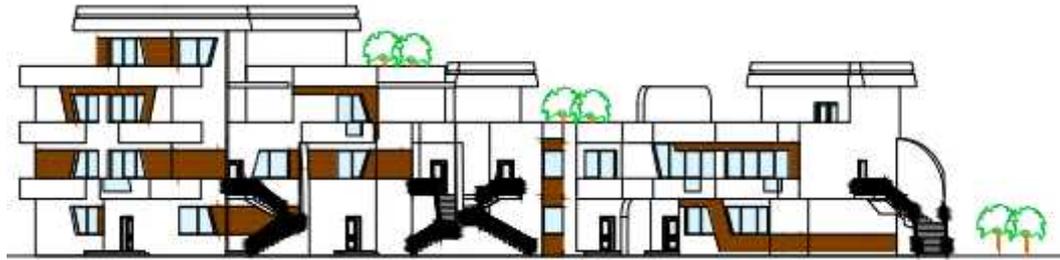


Figure III.82 : Une façade du bloc de logement semi-collectif.

Source : Auteurs

Nous avons pris le même de façade des logements collectifs pour le logement intermédiaire (semi-collectif) et cela afin d'assurer l'homogénéité de l'ensemble du bâti du quartier.

d) Les matériaux de revêtement des façades



Figure III.83 : Revêtement de façade en céramique (logement collectif haut standing à Cherraga).

Source : Prises par les auteurs.

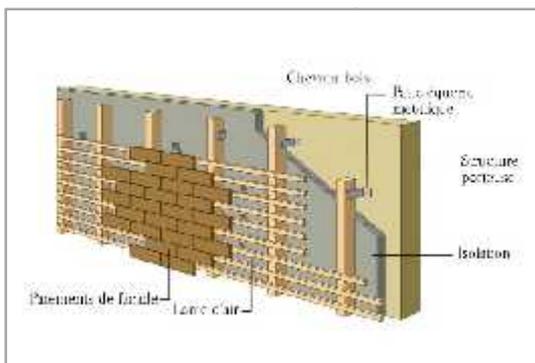


Figure III.84 : Technique de pose des plaques de céramique.

Source : <http://www.cavaillon-luberon.fr/isolation-des-murs-externes-2-10906/>



Figure III.85 : Moucharabieh.

Source : <http://fashionsneakers.club/moucharabieh-contemporain/31852>



e) **Le vitrage :**

Pour des raisons énergétiques nous avons opté pour un type de vitrage dit « intelligent », ce dernier offre un ambrât de choix, nous allons nous contenter par choisir deux type de vitrage intelligent : le vitrage électrochrome.

Le **vitrage électrochrome** permet de **contrôler à la fois la lumière et la chaleur** pénétrant dans la pièce grâce un faible courant électrique lui conférant une teinte bleutée. À la clé, une occultation tout en transparence et de vraies économies d'énergie.

Le vitrage électrochrome est en effet constitué de deux vitres, le verre extérieur du vitrage est recouvert de fines couches de métal, d'une faible épaisseur. Quand un faible courant transite au sein de ce revêtement, les ions se déplacent d'une couche à une autre. Cela a pour effet de teinter le vitrage et de réduire la lumière et la chaleur pénétrant à l'intérieur du bâtiment.

Une fois le courant coupé, le vitrage électrochrome conserve son apparence bleutée tout le temps où le soleil continue de briller. Mais si l'intensité lumineuse baisse, le vitrage reprend automatiquement sa teinte habituelle, le passage d'un état à l'autre ne prenant que quelques minutes.

Cette technologie met en application le principe d'oxydation / réduction (réaction au cours de laquelle se produit un transfert d'électrons). Elle peut être contrôlée automatiquement, manuellement ou les deux, afin de s'adapter aux besoins des différents bâtiments.

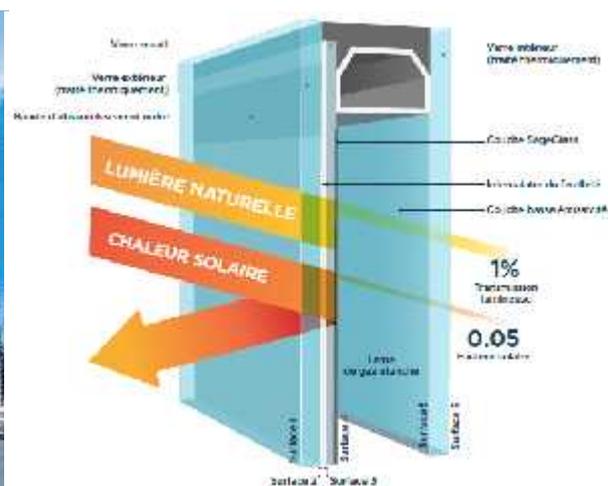


Figure III.93: Vitrage électrochrome.

Source : <https://www.fenetre24.com/verre-electrochrome.php>.

Aussi nous avons aussi opté pour des peintures de couleurs claires à l'intérieur des logements afin de profiter au maximum de l'éclairage naturel.

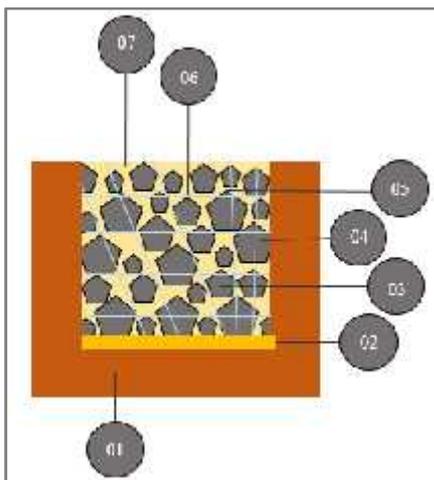


III.3.4.3. Concepts structurels et techniques

a) Logique structurelle et choix du système constructif :

Afin que le quartier soit complètement démontable en fin de vie, et pour des raisons environnementales et écologiques nous avons opté pour une structure en acier et des planchers en bois, quant aux fondations, ce sont des fondations Cyclopiennes à la chaux pour l'individuel et le semi-collectif. Ce type de fondation est simple, plus économe est moins énergivore que la fondation en béton armée. Type de fondation beaucoup plus souple qui peut suivre les déformations du sol et du bâtiment dans le temps.

Dans la grande majorité des cas, les fondations cyclopiennes à la chaux sont largement assez résistantes. Mais dans certains cas, la descente de charge est trop importante par rapport à la résistance du sol, il va falloir faire une fondation plus large. Dans ce cas, le béton de ciment à un avantage car on peut le ferrailer pour augmenter la résistance du béton à la traction et donc mieux répartir les charges, d'où le choix des fondations en béton armé pour le collectif.



1. Le sol.
2. Couche de sable.
3. Grande pierre.
4. Pierre moyenne.
5. Barre d'acier verticale.
6. Barre d'acier horizontale.
7. La chaux hydraulique

Figure III.86: Fondation cyclopienne.
Source : Les auteurs

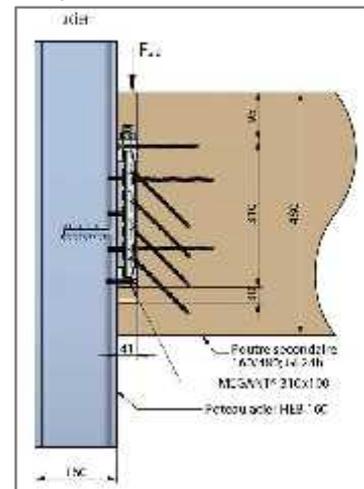


Figure III.87: Assemblage poteau poutre acier-bois.
Source : <http://www.rpevolution.com>

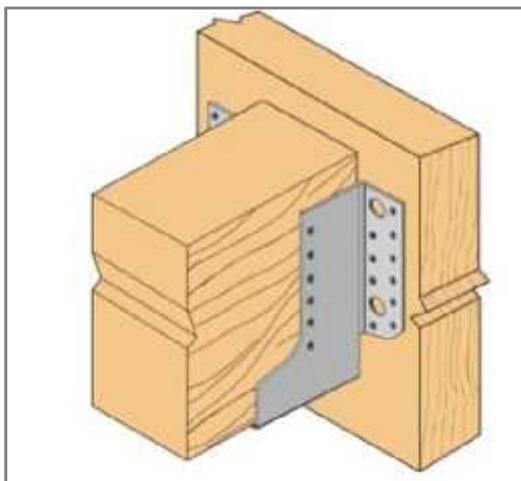


Figure III.88: Assemblage bois-bois par sabot.
Source : <https://www.simpson.fr/products/detail/etrier-en-ame-interieure/58>

Les solives ou les poutres secondaires sont fixé de part et d'autre par des sabots.



Figure III.89: Structure mixte (acier-bois).
Source : <http://www.archiexpo.es>

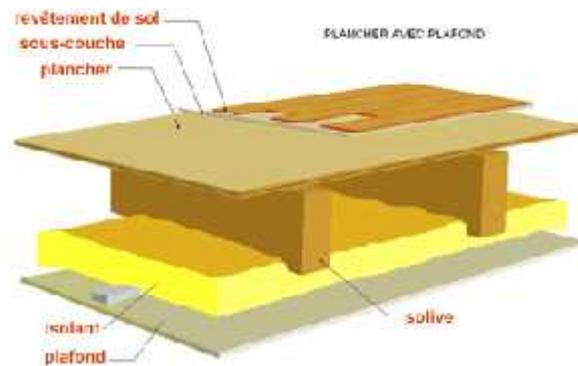


Figure III.90: Détail planchers en bois.

Source : <https://www.isolation-france.fr/isolation-phonique/isolation-phonique-plafond/>

Tous les matériaux que nous avons choisis sont des éléments préfabriqués, et cela afin qu'il ait moins de nuisance pendant la construction du quartier, également pour la rapidité de l'exécution et aussi pour créer de l'emploi.

b) Choix de matériaux de construction et les détails techniques :

Afin d'assurer une économie circulaire et participer à la croissance de l'économie régionale, nous avons tenté de trouver des solutions locales, parmi lesquelles le choix de matériaux de construction. A cet effet, nous avons opté pour les « bottes de paille » comme matériaux de remplissage, vu leur disponibilité dans la région et leur multiples avantages :

- Production et construction non polluante et saine, pour le constructeur mais aussi l'utilisateur.
- La meilleure résistance thermique (pouvoir isolant) pour le meilleur ratio qualité / prix.
- Matière première « primaire » disponible localement.
- En fin de vie, matière complètement recyclable (PR : 100 %).
- Construction durable dans le temps.
- Processus de fabrication et de mise en œuvre simple, moyennant une petite formation technique.
- Perméabilité à la vapeur d'eau très importante (murs « respirant »).
- En cas de désordres techniques éventuels, remplacement très simple et rapide du ballot défectueux.
- Tests au feu : paille compressée ne brûle pas (absence d'oxygène), Paille + enduits terre / chaux : résistance prouvée au feu > 2 heures.
- Paille et rongeurs : pas de risque particulier, absence de niches et cavités (la paille s'effondre au fur et à mesure).



- Insectes : les enduits structurels, de protection (bardage bois) et/ou de finition évitent l'intrusion d'insectes.
- Le « badigeonnage » des bottes au lait de chaux apporte une protection supplémentaire (trempage et lit de chaux entre chaque rang).
- Épaisseur de 35 à 45 cm en fonction des botteleuses.

Après avoir vérifié les dimensions des bottes de paille, leur compacité, leur degré d'humidité au fond et arrange leur forme géométriquement, on les met en place sur le film protecteur contre les remontés d'humidité, puis, on les serres verticalement entre les lisses basses et hautes à l'aide des sangles. Après on projette de la barbotine qui permet de coller les enduits, ensuite, on utilise de l'enduit terre à l'extérieur et des plaques de plâtre à l'intérieur.



Figure III.91: Remplissage en botte de paille.
Source : https://conseilsthermiques.org/contenu/documents/le_materiau_paille.pdf

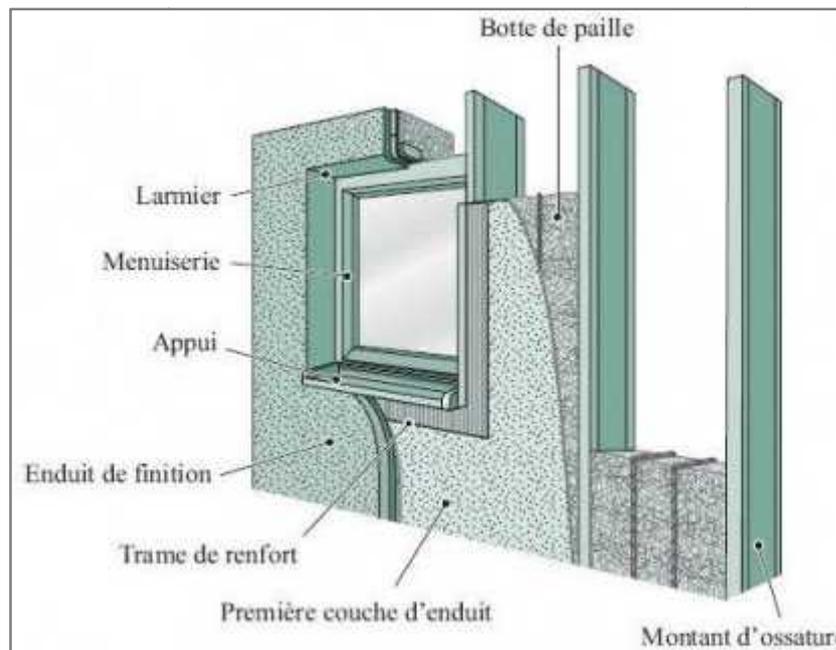


Figure III.92: Détail d'un mur extérieur en botte de paille.
Source : https://conseilsthermiques.org/contenu/documents/le_materiau_paille.pdf

Par ailleurs, les cloisons intérieures seront réalisées avec des plaques de plâtre tant qu'ils sont faciles à mettre en œuvre et c'est un matériau sain, écologique et recyclable. Toute la menuiserie est en bois pour l'absorption des émissions de CO₂ et des bruits et puisque il s'agit d'un matériau naturel.



III.3.5. Mesures pour la régénération du projet

Dans le but d'aboutir à la régénération du quartier dans la ville nouvelle d'El-Menea, il fallait répondre à tous les critères d'un quartier régénératif présentés dans le chapitre précédent, et qui sont les pétales et les impératifs. Pour cette raison, quelque critère et impératifs ont été pris en considération depuis le début de la conception, les restes des impératifs nous les avons accomplis par la suite. Les tableaux suivants résument les réponses architecturales ou les mesures prises afin de répondre aux différents critères du quartier régénératif :

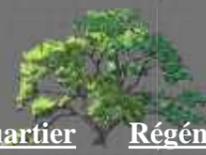
Pétale	Impératif	<u>Les mesures prises</u>
<u>Site</u>	Limite de la croissance	<p>L'aménagement de la ville nouvelle d'EL-Menea a été commencé par l'établissement d'un diagnostic environnemental et il a été fait sur la base des piliers du développement durable et la préservation du cadre naturel, en conséquence, les facteurs de l'emplacement et toutes les propriétés du site ont été prise en considération depuis le début de la conception. Alors notre site d'intervention faisant partie de cette ville nouvelle ne présente ni une zone humide, ni des dunes actives, ni une prairie indigène, ni une terre agricole, ni une zone de crue.</p>
	Agriculture urbaine	<p>Dans la conception du quartier, nous avons prévus des surfaces végétalisées, ou nous avons spécialisé les fragments localisés dans les groupements de maisons, pour l'agriculture urbaine.</p> <p>Cette agriculture urbaine est en fonction des propriétés du sol et du climat ou nous avons implanté que des espèces qui auront un rendement important et qui pourront s'intégrer au site et aux conditions climatique. (Voir page 45).</p>
	Composant pour la biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> - L'aménagement paysager de notre quartier a été fait surtout en incluant des espèces indigènes ou naturalisées qui ont été plantées de manière à reproduire la densité et la biodiversité des écosystèmes locaux et qui soutiennent les fonctions écologiques. - Des corridors écologiques ont été créés pour assurer une continuité aux trames vertes, bleues et brunes. Nous avons également pensé à moins influencer la trame noire par la création des lampadaires qui reflètent la lumière en bas plutôt qu'en haut ou vers la végétation pour ne pas perturber le déplacement et la reproduction animale. - Nous avons intégré des nichoirs un peu partout pour abriter les différents animaux volants. - Nous avons édifié des micro-habitats au niveau des jardins à l'aide du bois mort ou des petites roches pour les êtres vivants minuscules. Nous avons encore créé des prairies pour les pollinisateurs. - Le verre employé dans la construction n'est pas réfléchissant pour éviter les collisions des oiseaux avec les surfaces reflétant le ciel. - Nous avons évité au maximum les cavités dangereuses qui peuvent piéger l'animal. - Les façades végétalisées sont employées pour avoir une continuité verte entre le sol, la façade et le toit et assurer le déplacement des espèces sans contraintes pour garantir leur cycle de vie. - La mise en place des poubelles qui accueillent la végétation et produisent d'engrais pour entretenir la végétation du quartier.
	Mode de vie sans voiture	<ul style="list-style-type: none"> - Le quartier est principalement conçu pour la mobilité humaine dont il est desservi entièrement avec un réseau de piste cyclable et des chemins piétons sécurisés et continu. - Nous avons conçu le réseau routier pour assurer la continuité avec les voies urbaines. - Nous avons limité l'utilisation de la voiture à l'intérieur de notre quartier et favorisé le recours à la marche. - Les chemins piétons sont protégés contre les vents et ombragé avec des arbres. - Des râteliers sont mis partout dans le quartier pour inciter au déplacement à vélo. - Nous avons prévus des bornes d'aspiration pour la récupération des déchets sur les limites du quartier pour éviter la pénétration des camions des déchets à l'intérieur du quartier.



Pétale	Impératif	Les mesures prises
<u>Eau</u>	Auto nom ie en eau	<ul style="list-style-type: none"> - Les façades végétalisées sont réalisées avec des plantes grimpantes plutôt que des murs végétalisés verticaux qui consomment beaucoup d'eau (plus de 70%). - Utilisation de la nature pour le traitement des eaux usées, par la plantation d'une paroi verte et la mise en place des bassins de collecte pour la phyto-épuration. - Utilisation des pavés perméables pour l'alimentation des nappes phréatiques et l'exploitation de ces eaux ultérieurement. - Utilisation des appareils à composte et des appareils sanitaires à faible débit. - Utilisation des robinets automatiques dotés d'un infrarouge pour détecter les mouvements et verser l'eau que dans le besoin. - Utilisation d'agriculture hors sol « l'aquaponie », et l'adoption d'un système d'irrigation de goutte à goutte afin d'économiser l'eau.

Pétale	Impératif	Les mesures prises
<u>Ene rgie</u>	Auto nom ie en éner gie	<ul style="list-style-type: none"> - Conception par des systèmes actifs et passifs pour la préservation de l'électricité. - Utilisation des panneaux photovoltaïques pour la production de l'électricité. - Conception des bâtiments d'une manière à profiter au maximum de la lumière naturelle et minimiser l'éclairage artificiel. - Utilisation d'un vitrage intelligent pour la réduction des factures d'électricité. - Utilisation de la paille comme matériau isolant et minimiser les ponts thermiques pour éviter les pertes de chaleur. - Utilisation de la domotique pour une basse consommation électrique : système automatique afin d'éteindre toute utilisation électrique après avoir quitté la maison, détection du mouvement pour un éclairage selon le besoin. - Les luminaires extérieurs sont surmontés par des panneaux photovoltaïques pour une autoproduction d'électricité. - Utilisation de lampes à faible consommation énergétique.

Pétale	Impératif	Les mesures prises
<u>Mat éria ux</u>	Plan des matériau x vivants	<ul style="list-style-type: none"> - Tous les matériaux inclus dans la construction ou pour les infrastructures ne font guère partie de la liste rouge (annexe 01). - Pratiquement tous les matériaux proviennent d'une source dans un rayon de 150 km. - Les matériaux de construction sont majoritairement naturels et locaux : la paille, la terre, le bois, la chaux
	Bilan carbone intrinsèq ue	<ul style="list-style-type: none"> - La plantation intensive pour l'absorption de CO₂ et des luminaires filtrant l'air. - Nous avons évité l'utilisation des matériaux émetteurs de CO₂ comme l'aluminium. - Utilisation des énergies renouvelables au lieu des énergies fossiles. - Utilisation du bois dans la construction pour l'absorption du CO₂.
	Déchet (Bilan net positif)	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation des matériaux naturels pour minimiser les déchets pendant la construction. - Utilisation des matériaux qui puissent être récupérés et réutilisés à la fin de vie du bâtiment : acier et bois. - Durant l'exploitation des bâtiments nous avons favorisé la réutilisation, le réemploi, la réduction, le recyclage, la récupération et la revalorisation des déchets au maximum. - Nous avons prévu une collecte sélective automatisée des déchets pour la transformation et la réutilisation des déchets recyclables en industrie. - Sensibilisation de l'équipe de la construction pour une utilisation appropriée des matériaux.



Pétale	Impératif	Les mesures prises
<p><u>S</u> <u>a</u> <u>n</u> <u>t</u> <u>é</u> <u>e</u> <u>t</u> <u>b</u> <u>o</u> <u>n</u> <u>h</u> <u>e</u> <u>u</u> <u>r</u></p>	<p>Environnement civilisé</p>	<p>Le quartier a été conçu pour favoriser les liens sociaux et renforcer la connectivité qui crée un environnement civilisé, et cela par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La création d'un réseau intranet qui assure la connexion entre les habitants et du quartier. - Partage d'outils et de service : conciergerie et des services intergénérationnels. - Des jardins potagers partagés entre plusieurs habitations. - Bibliothèque publique.
	<p>Conception d'un quartier sain</p>	<p>Participation sociale pour l'information sur le quartier régénératif.</p> <ul style="list-style-type: none"> - La conception du quartier avec des pistes cyclables et des chemins piétons sécurisés. - Des espaces verts à moins de 200 m de n'importe quel point du quartier. - La conception du quartier avec des rues aérés et ensoleillé raisonnablement - Conception d'un réseau d'assainissement séparatif dans le quartier. - Tous les logement sont aérés, ventilés et éclairés naturellement. - La lutte contre les inconvénients de la biodiversité avec des moyens naturels, ex : les moustiques, par l'utilisation des plante comme : la verveine citronnelle, Sarriette, Neem, Armoise et basilic.
		<ul style="list-style-type: none"> - Nous avons conçu notre quartier sur la base des donnés naturels comme le climat et la trame verte afin de maintenir son emplacement et ça continuité. - Utilisation des matériaux de construction naturels et locaux : paille, terre - Nous avons fait entré la nature a l'intérieur des habitations, par la création des endroits végétalisés qui servent d'un cadre décoratif et un puits de lumière, création de la continuité entre quelques espaces avec les jardins extérieurs et la pénétration des éléments naturels tels que l'air, soleil et l'eau. - Utilisation de la nature pour la production énergétique pour un environnement vivant.
		<ul style="list-style-type: none"> - Les bâtiments du quartier sont connectés à un système d'alarme lié au siège de la sureté de proximité. - Connexion du système anti-incendie avec le centre de santé et la protection civile. - Le réseau intranet du quartier lance des avertissements en cas de catastrophe pour la sécurité des citoyens. - Entraînement des habitants sur un plan d'intervention en cas de catastrophe. - Formation d'au moins 4 personnes dans le quartier pour donner les premiers soins, intervenir en cas de catastrophes et veiller dur les procédures générales de sécurité. - Avoir un programme de veille actif qui pour but de veiller au bien-être et la sécurité des résidents.

Pétale	Impératif	Les mesures prises
<p><u>B</u> <u>e</u> <u>a</u> <u>u</u> <u>t</u> <u>é</u></p>		<ul style="list-style-type: none"> - Le cadre esthétique du quartier est créé grâce à l'environnement naturel du site qui apaise l'esprit humain. - Mobiliser la participation citoyenne pour la création de l'art public. - La beauté et le design des habitations sont créé par le biais des éléments de la nature et ses matériaux. - La fusion du cadre bâti avec la nature afin d'harmoniser l'ensemble et pour qu'il ne y ait pas de pollution visuelle, de ce fait garantir une vie en symbiose avec la nature
		<ul style="list-style-type: none"> - Le quartier est ouvert au public pour encourager l'édification des quartiers régénératifs. - Le réseau intranet du quartier rassemble les habitants pour leur fournir des informations sur le rendement et le fonctionnement collectif du quartier. - Sensibilisation des habitants sur la nécessité de la participation à l'entretien, l'exploitation appropriée et le bon déroulement des fonctions du quartier afin d'atteindre ces objectifs globaux. - Information des citoyens des objectifs environnementaux du quartier.



Pétale	Impératif	<u>Les mesures prises</u>
<p><u>Equité</u></p>		<ul style="list-style-type: none"> - Nous avons conçu le quartier pour favoriser la marche. - Le gabarit de tous les bâtiments est harmonieux tout en évitant le visa vis. - Le stationnement en surface représente moins de 1% de la surface totale du quartier. - Les rues sont confortables : ombragées et à l'abri des vents et des intempéries. - Tous les endroits publics sont aménagés avec des mobiliers urbains à l'échelle de l'homme pour garantir son confort.
		<ul style="list-style-type: none"> - L'accessibilité aux infrastructures : parcs ou squares et route ... etc., est assurée à tout le monde. - Les mobiliers urbains à la disposition de tous les citoyens et citoyennes. - Nous avons conçu les trottoirs avec une bande d'un traitement à part pour les non-voyants. - Nous avons conçu des appartements pour les PMR. - Des plaques de signalisations et des panneaux d'affichages spécifiques pour les PMR. <p>Le parc central et les squares du site sont accessibles aux habitants de la ville.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> - Toutes les commodités de la vie sont disponibles dans les quartiers. - La diversification des services et des fonctions (bibliothèque, ateliers, parc, cafétéria,...) a pour but de rapprocher les distances et faciliter la fréquentation. - Les équipements présentent des offres de travail pour les habitants. - Proximité des services de transport en communs <p>Parmi les réglementations et les conditions de la réalisation du projet, exiger aux habitants le Co-voisinage, et aux entreprises de donner 1% de cout totale de la réalisation à des organismes ou des associations de bienfaisance.</p> <p>En donnant le droit d'accès au quartier et ses services à tous les habitants de la ville et même du monde, nous avons contribué par le minimum à la création d'une société plus juste et plus équitable (lutter contre la violence urbaine).</p>

Tableau III.7: Les solutions aux critères du quartier régénératif.

Source : Auteurs.

III.3.6.Mesure de sécurité incendie dans le projet

Dans le but d'éliminer la probabilité qu'un incident ou un feu survient, nous avons pris quelques mesures pour la prévention ou encore limiter les effets du feu si ça survient. Parmi lesquelles :

- Utilisation des peintures anti-feu.
- Un recul est pris entre les bâtiments pour éviter la propagation du feu.
- Nous avons prévu un volume d'eau constant égale à 973 m³ pour la lutte anti incendie.
- Toutes les rues du quartier sont accessibles aux pompiers.
- Au moins trois façades de chaque bâtiment sont accessibles à la protection civile.
- Nous avons éloigné au maximum les bornes d'aspiration des déchets.
- Des poteaux d'incendie sont mis en place à peu près chaque 50m.
- Des armoires de matériels incendie sont mis en place dans les parcs et les espaces publics.
- Nous avons connecté le système de détection de feu avec le centre de la protection civile.



Figure III.94 : Poteaux d'incendie.
Source : www.bayard.fr/produit.



- Nous avons établis au préalable un plan de localisation qui permet de visualiser les points de rassemblement extérieurs, les trajets d'évacuation et les issues de secours.

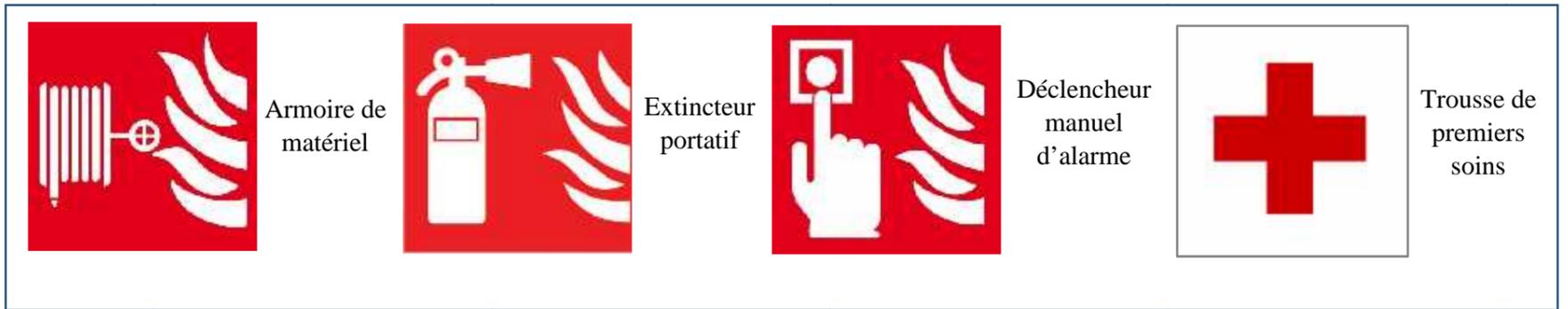


Figure III.95 : Mesures de la lutte anti-incendie.
Source : les auteurs.

III.4. Evaluation du projet

A travers l'évaluation établie précédemment, nous avons pu atteindre six pétales sur sept, c'est-à-dire qu'on peut obtenir le statut « pétale », sachant que les notes varient entre 0 à 3 et que le sens d'évaluation a été donné par le label de living Building Community challenge.

Pétale	Impératifs	Sens d'évaluation	Appréciation			Pétale atteint / non atteint
			Faible	Moyen	Fort	
Site	1. Limite de la croissance.	↘			✓	✓
	2. Agriculture urbaine.	↗			✓	
	3. Compensation pour la biodiversité.	↗		✓		
	4. Mode de vie sans voiture.	↘		✓		
Eau	5. Autonomie en eau (nette positif)	↗	✓			✗
Energie	6. Autonomie en énergie (nette positif)	↗		✓		✓
	7. Environnement civilisé.	↗			✓	
Santé et bonheur	8. Conception d'un quartier sain.	↗		✓		✓
	9. Environnement biochimique.	↗		✓		
	10. Résilience communautaire.	↗		✓		
Matériaux	11. Plan des matériaux vivant.	↗		✓		✓
	12. Bilan carbone intrinsèque.	↘		✓		
	13. Déchet (bilan net positif).	↘	✓			
Equité	14. Echelle humaine et lieux humanisés.	↗			✓	✓
	15. Droit d'accès à la nature et au site.	↗			✓	
	16. Droit d'accès aux services communautaire.	↗			✓	
	17. Investissement équitable.	↗	✓			
	18. Organisation juste.	↗	✗	✗	✗	
Beauté	19. Beauté et esprit.	↗		✓		✓
		↗		✓		

Tableau III.8 : Evaluation de notre quartier.

Source : International Living Building Institute, 2015 Traité par les auteurs.

20. inspiration et évacuation.



Conclusion :

A travers l'analyse urbaine de l'aire d'étude et du site d'intervention, nous avons voulu donné des principes et des concepts d'aménagement pour l'élaboration de notre projet et pour une meilleure application des principes du quartier régénératif qui sont, effectivement divisés en 7 catégories, en prenant en compte les différents aspects urbain afin d'assurer un bon fonctionnement urbain économique et social en intégrant des notions écologiques dans notre conception. Donc, après cette conception qui est basé sur le système de critère et les conditions naturelles de la ville nouvelle d'El-Menea, nous avons pu atteindre un quartier régénératif, alors, à travers ça nous avons pu confirmer notre deuxième hypothèse.

Retour théorique

Il suffit de suivre les actualités et jeter un coup d'œil sur ce qui se passe dans le monde pour se rendre compte de la gravité de la détérioration de la planète Terre et la crise écologique globale.

Un rapport de l'ONU a fait l'état des thématiques environnementales et leur a associé un « niveau d'inquiétude ». Cette étude montre que les impacts de l'homme sur l'environnement sont multiples et variés. Presque tous les éléments constituant l'environnement sont touchés par les activités humaines.

Alors que le domaine de la construction est l'un des plus importants producteurs des gaz à effet de serre ,dont il en émet 8,9 milliards de tonnes dans le monde, il est également un des plus importants utilisateurs de ressources naturelles, utilisant 12 % de la consommation globale d'eau douce et produisant environ 40 % de tous les déchets solides au monde (ONU 2011) .

Afin de réconcilier architecture et milieu, certains architectes ont fait entrer dans le champ de leurs recherches et de leurs réalisations des thèmes et des procédés nouveaux, ayant comme fils conducteurs l'amélioration de l'équilibre entre l'homme et son environnement urbain, la protection et la mise en valeur des espaces naturels. Ce sont ces mouvements et architectes intégrant progressivement les questions environnementales qui conduisent aujourd'hui encore, la révolution écologique de l'architecture.

Parmi ces recherches, le paradigme de la régénération, qui, basée sur les grands piliers du la durabilité et le design vert mais avec des objectifs et des démarches plus avancés que les paradigmes précédents, afin de réduire l'écart entre les limites actuelles et les solutions idéales et inverser l'empreinte écologique comme nous l'avons démontré à travers les chapitres précédents.

De notre part, nous avons essayé de concevoir un quartier régénératif dans une zone chaude et aride qui est la ville nouvelle d'El-Menea, avec des critères du quartier régénératif par la réponse de tous les impératifs, en prenant en considération les conditions climatiques, environnementales et écologiques de la région.

A travers l'évaluation qui est basé sur l'approche multicritère nous pouvons dire que nous avons obtenu le statut « pétale » et cela grâce à l'atténuation de six pétales entre sept.

Vérification des hypothèses

A travers cette recherche nous avons confirmé nos hypothèses ; pour la première,

les réponses techniques ou architecturales aux différents critères qui sont fondés sur sept catégories : Site, Eau, Energie, Santé et Bonheur, Matériaux, Equité et beauté, nous ont permis d'arriver à un quartier régénératif, avec la prise en compte des conditions naturelles de la ville nouvelle d'El-Menea. Pour la deuxième, le paradigme de la durabilité et le netto zéro positif ne suffisaient plus et qu'il faut aller au-delà de ces deux paradigmes, et que la conception régénératif est plus proche à inverser l'empreinte écologique.

Contraintes et limites de travail :

Durant la recherche, nous étions confrontés à des contraintes qui nous ont relativement limités, parmi lesquelles :

- La documentation sur le développement régénératif n'est pas disponible sauf les standards de certification de Living building challenge, Living Community Challenge ou bien les conférences faites par L'international Living Futur Institute.
- Les documents que nous avons pu les obtenir sont tous en anglais, ce qui a demandé de consacrer plus de temps à la traduction de ces documents.
- Puisqu'il s'agit d'un thème ou un sujet développé récemment et son application reste limité, nous ne savons pas encore ses inconvénients.

Perspective de la recherche :

Cette recherche nous a mis face à d'autres interrogations importantes et nous ouvre les pistes de recherche suivantes :

- Un quartier régénératif est-il la somme de bâtiments régénératifs ?
- Est-ce qu'il est possible dans le future proche de voir une ville régénérative constitué d'un ensemble de quartiers et de bâtiments régénératifs ? !!!

Bibliographie :

- **Belvoit A.**, (2007), *Un bitume écologique, végétal*, Univers nature, France.
- **Berezowska-Azzag E.**, (2013), *Intelligence urbaine, Au-delà d'une planification*, Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme, Algérie.
- **Conseil de bâtiment durable au Canada**, (2014), *la certification Living Building Challenge au Québec : défis et pistes de solutions*. Québec.
- **Conseil régional Rhône-Alpes**, (2006), *Pour la gestion des eaux pluviales Stratégies et solutions techniques*, France.
- **Catie R., Siobhan W., Travis K.**, (2012), *The Economics of Biophilia*, Bright Green LLC, Etats-Unis.
- **Escourrou G.**, (1991), *le climat et la ville*, Nathan, Paris.
- **Faculty of the Built Environment**, (2007), *Development of regenerative design principles for building retrofits*, Etats-Unis.
- **Gendron S., Blais M.P.**, (2016), *plan de sécurité incendie et de mesures d'urgence*, 2^{ème} édition, Québec.
- **Haouet N., Laabidi S.**, (2013), *Le Biomimétisme dans l'Architecture*, Algérie.
- **International Living Future Institute**, (2013), *Living Building Challenge*, la version 2.1, Etats-Unis.
- **International Living Future Institute**, (2013), *University Development from living Building to Living Community*, Etats-Unis.
- **International Living Future Institute**, (2014), *Living Building Challenge*, la version 3.0, Canada.
- **International Living Future Institute**, (2016), *Living Building Challenge*, la version 3.1, Canada.
- **International Living Future Institute**, (2016), *Living Community Challenge*, la version 1.1, Etats-Unis.
- **International Living Future Institute**, (2016), *Living Community Challenge*, Handbook, Etats-Unis.
- **Korol'va M.A.**, (2011), *La résolution des problèmes d'architecture à l'aide de la bionique*, Dnipropetrovsk National University, Ukraine.
- **Krausmann F., Gingrich S., Eisenmenger N., Erb k ., Harberl H., Fischer Kowalski M.**, (2009), *Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century*, Ecological Economics, Vol. 68, p.01-10, Autriche.

- **Larrère C., Larrère R.**, (2015), *Penser et agir avec la nature*, Edition la Découverte, France.
- **Lutz**, (2013), *Green Office*, article dans la revue « efficacité 21 » p.21-23, Suisse.
- **Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement de l'Algérie, Etablissement Public de la Ville nouvelle d'El-Menea**, (2012), *Etude de finalisation de plan d'aménagement de la ville nouvelle d'El-Menea*, Rapport de la mission A, Algérie.
- **Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Ville, Etablissement Public de la Ville Nouvelle d'El-Menea**, (2012), *Etude de finalisation de plan d'aménagement de la ville nouvelle d'El-Menea*, Rapport de la mission B, Algérie.
- **Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Ville, Etablissement Public de la Ville nouvelle d'El-Menea**, (2012), *Etude de l'impact sur l'environnement*. Rapport de la mission B, Algérie.
- **Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Ville, Etablissement Public de la Ville nouvelle d'El-Menea**, (2012), *Concept de la Ville Nouvelle*, rapport de la mission B, Algérie.
- **Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Ville, Etablissement Public de la Ville nouvelle d'El-Menea**, (2012), *Principales fonctions de la ville Nouvelle*, rapport de la mission B, Algérie.
- **Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Ville, Etablissement Public de la Ville nouvelle d'El-Menea**, (2012), *Etude de finalisation de plan d'aménagement de la ville nouvelle d'El-Menea*, Données supplémentaires de la mission B, Algérie.
- **National Renewable Energy Laboratory**, (2012), *Research Support Facility Leadership in Building Performance (RSF)*, U.S. Département of Energy, Etats-Unis.
- **National Renewable Energy Laboratory**, (2012), *Energy efficiency & renewable energy, NREL*, Etats-Unis.
- **Office National des statistiques Algérie (ONS)**, (2016), *Démographie Algérienne*, Algérie.
- **Organisation des Nations Unis (ONU), Centre d'actualité**, (2011), *Un outil de l'ONU mesurant les émissions de carbone*, Etats-Unis.
- **Organisation des Nations Unis (ONU), Département des affaires économiques et sociales, Service des populations**, (2014), *Rapport sur les perspectives de l'urbanisation*. Etats-Unis.

- **Regional Plan Association**, (2014), *Regenerative Design : Regional Plan Association*, Etats-Unis.
- **Organisation internationale de normalisation**, (2015), *Changement climatique*, Suisse.
- **Shady Attia**, (2016), *Sustainable Buildings Design Lab*, Department ArGenCo, Faculty of Applied Sciences, Université de Liège, p. 393-406. Belgique.
- **Taylor & Francis**, (2014), *Ecosystem processes for biomimetic architectural and urban design*, Architectural Science Review, 2014, Victoria University of Wellington. Nouvelle Zélande.

Webographie :

- www.living-future.org
- www.nrel.gov/rsf
- <https://www.greenoffices.ch/>
- <https://fr.climate-data.org/location/26474/>
- <http://nezumi.dumousseau.free.fr/alg/veget.htm>
- <http://fracademic.com/dic.nsf/frwiki/1409310>
- https://wikivisually.com/wiki/Berber_toad
- <https://www.arkive.org/fat-sand-rat/psammomys-obesus>
- www.pinterest.fr
- www.tomsguide.fr/actualite
- www.sinoconcept.fr
- <https://www.ipnoze.com/piste-cyclable-solaire-lumineuse>
- <http://pourinfo.blogspot.com/2013/03/biolamp-une-lampe-pleine-dalgue.html>
- www.cimt.teleinterrives.com
- <http://www.aggraconcept.com/phytoepuration%20en%20assainissement%20individuel.php>
- http://www.aura-urbaine.com/des-poissons-des-plantes-et-des-humains-pour-le-futur-de-lagriculture/aura_aquaponie_5w-01/
- <https://www.pinterest.com/pin/413627547008091950/?lp=true>
- <http://www.paysagesconseil.fr/>
- http://www.silnice-zeleznice.cz/PublicFiles/UserFiles/image/SZ/2012/SZ412/800x800_colas302.jpg
- <http://eau.seine-et-marne.fr/gestion-eaux-pluviales>
- <https://tpcoquartier.wordpress.com/les-noues-2/>
- L'energiesoutcompris.fr
- <http://www.rpevolution.com>
- <https://www.simpson.fr/products/detail/etrier-en-ame-interieure/58>
- <http://www.archiexpo.es>
- <https://www.isolation-france.fr/isolation-phonique/isolation-phonique-plafond/>
- https://conseilsthermiques.org/contenu/documents/le_materiau_paille.pdf
- https://conseilsthermiques.org/contenu/documents/le_materiau_paille
- <https://www.fenetre24.com/verre-electrochrome.php>

Bibliographie

- www.bayard.fr/produit
- <https://www.archistart.net/portfolio-item/citta-della-scienza-roma/>.
- <https://www.linfordurable.fr/environnement/algerie-ksar-tafillelt-une-ville-eco-responsable-au-coeur-du-sahara-3520>
- <http://tafilelt.com/site/>.
- <https://www.construction21.org/case-studies/dz/house-type-ksar-tafillelt.html/>.
- <http://www.coffice.biz/project/citta-della-scienza/>
- <https://www.archdaily.com/611976/vincent-callobaut-masterplan-predicts-future-of-self-sustaining-cities>
- <https://www.scoop.it/t/herrickopolis>
- <https://www.archistart.net/portfolio-item/citta-della-scienza-roma/>
- Google Earth.