

***République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique***

Université Mouloud Mammeri de TiziOuzou

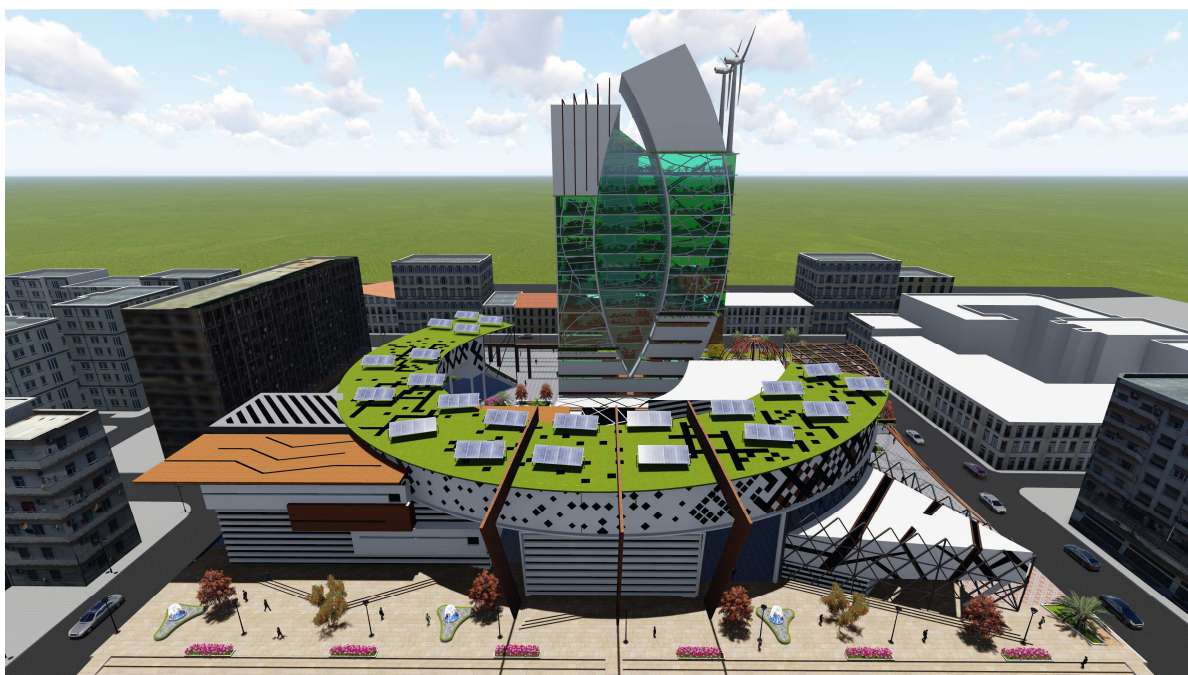
***Faculté du génie de la construction
Département d'architecture***

Option : Architecture et environnement

Atelier : architecture bioclimatique et efficacité énergétique



***PROJET : CENTRE DE DEVELOPPEMENT ET DE PROMOTION
DE L'AGRICULTURE URBAINE AU HAMMA A ALGER***



Réalisé par:

***Melle BOUYAHIAOUI Roufeyda
Melle BOUCIF Zina***

Encadré par :

Mr. DEHMOUS M'hand

Promotion : 2016-2017

Soutenu le 19.06.2017

Avant tout nous tenons à remercier le bon Dieu tout puissant qui nous a donné force, courage et patience pour élaborer, préparer, et présenter ce modeste travail.

Notre reconnaissance éternelle et notre profond amour pour nos parents pour leur soutien et leur patience, ainsi que nos frères, sœurs et familles.

Nous tenons à remercier infiniment notre encadreur Mr. DEHMOUS M'hand pour sa disponibilité, son écoute et ses conseils avisés, ses regards critiques et constructifs, ainsi sa patience et sa compréhension.

Nous n'omettrons pas d'exprimer notre gratitude à l'ensemble de nos enseignants au sein du département d'architecture, ainsi qu'à toute l'équipe de la bibliothèque et le bureau des archives pour leur disponibilité à notre égard.

Nous remercions également les membres de jury de ce mémoire, pour accepter d'y participer, d'y contribuer à améliorer cette réflexion et stimuler celle à venir.

On voudrait aussi exprimer notre vive reconnaissance envers tous les partenaires rencontrés lors de notre stage et des recherches effectuées et qui ont accepté à répondre à nos questions avec gentillesse.

Nos remerciements vont enfin à toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail notamment nos ami(e)s et nos proches.

Merci à toutes et à tous.

Roufeyda et Zina.....^_^

Je rends grâce à Dieu tout puissant de m'avoir accordé la force et le courage durant toutes ces années afin de mener ce travail à bien et d'arriver au terme de mon cursus universitaire au sein du département d'architecture.

Je dédie ce modeste travail à :

*Ma chère maman **Zahia**, qui a œuvré pour ma réussite, par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude. Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.*

*Mon père **Ali**, qui peut trouver aujourd'hui le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie.*

*A mes frères **Mohamed Amine, Aïmed** et sa femme **Rania** et leurs petite ange **Aya Djihan** que dieu les protège, je vous remercie de votre soutien et de votre présence tout le temps à mes coté je vous aime très fort.*

*A mes chères tantes **Wiza, Malika, Fatiha, Zahia, Bahga et Hamida** et à mes grands-parents maternels et paternels.*

*A tous mes oncles, **khalel Merzek, sidi, khalel Abd El Hadi**, leurs épouses **tata Zohra et tata Akila** et leurs enfants **Fadoua, Maroua, lamia, Fares, Iyad, djamel El Din et Besma**, je vous remercie pour ce que vous avez fait pour moi.*

*A mes très chère cousines **Amina, Wissam, Amel, Hannan, Mohsin, Asma, Fatma,***

*A toute la famille **Bouyahiaoui et Allaoua**.*

*Ce travail est aussi dédié à mes enseignants de département d'architecture **Mr Cherradi et Mme Bouaziz, Mme Belgacem**, sans oublier **Mr Mechtoub**.*

*A ma chère sœur et binôme **Zina** avec laquelle j'ai passé une année formidable.*

*A mes chers amis **Amina, Iman, Sorya, Meriem, Sara, Fatima, Asma, Dihia, Karima, Yazid, Melissa, Ghani, Akli, Thilili, Wafa, Amine, Abdo, Said, Samir, Djalil Rabeh, Mohamed, Hassan...**avec aux j'ai partagé des bon moments inoubliables de ma vie.*

*Et enfin merci à tous mes camarades de la **promo 2016/2017** et tous ceux qui ont contribué de prêt ou de loin à l'aboutissement de ce travail.*

..... **Bouyahaoui Roufeyda** ^_^

Merci mon DIEU de m'avoir donné le courage et la force d'aller jusqu'au bout de mon rêve.

Plusieurs années viennent de s'écouler, depuis que ma mère me tenir par la main, m'ont montré le chemin de l'école, ce magnifique lieu du savoir où je me suis construit un horizon.

Je dédie ce modeste travail à

A ma très chère maman **Ouardia**, que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sincères remerciements, pour sa patience, soutien, confiance et encouragement le long de mon parcours ; mes vifs reconnaissances d'amour et de respect pour ces sacrifices. Vous vous êtes dépensés pour moi sans compter, c'est grâce à vous que j'ai pu atteindre cette étape de ma vie.

Que dieu vous garde pour moi ma source de joie

Une pensée particulière à mon père **omar**, mes **grands-parents** et mon **frère** que dieu les accueille dans son vaste paradis

A mes frères **Rabah, Amar**, leurs femmes et fils ,et ma sœur **Tassadit** et leurs fils, **Nana ouardia** et leurs fils.

A mon oncle **Ahmed** et sa femme **Ouardia** et leurs fils,

A mes neveux, mes nièces, mes cousins et toute la famille **Boucif**.

A ma binôme, ma sœur **duccœurroufeyda**, pour les bons moments que nous avons passé ensemble. Je te souhaite toute la réussite et le succès du monde,

Ames très cher amis Meriem aÇhekm « boughossa», Meriemjennem,
Aklouch, ma chérie
chouchou « gypsy »,dihia,asma,amina « tilmithaty »imanou,
rymoucha,imane,selma,sarah,nawila, sabrin,nawal H, sorya,thilleli, wafa,et
je remercie profondément mes deux chéries mes amies du cœurfathouch
et wardouchet à toute la famille « OÜCH »merci pour les grand moments
de folies qu'on a passé ensemble.

A Samiron IMHN« maquette lwahch »je te remercie vivement pour ta
grande gentillesse et ta patience, sans oublier Rabah, Moh Belaid,
Hacene « 3dist » merci pour votre patiences avec nous jusqu'à la fin du
travail.

A mon groupe de l'atelier avec qui nous avons escarpé côte à côte et pas à
pas les sommets de la difficulté

Mes chaleureux remerciements s'adressent aussià mes enseignants du
département d'architecture en particulier Mr Ait ahmed, MmeAllioua,
MmeBouazizet Mr Adem

Et enfin merci à tous mes camarades de la promo 2016/2017 et tous ceux
qui ont contribué de prêt ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

Chok taChakoradirim

..... Zina ^_^

Remerciements.....	I
Dédicaces.....	II
Résumé	III
Sommaire.....	IV

Chapitre introductif

Introduction générale.....	02
Problématique générale.....	03
Problématiques spécifiques.....	04
Hypothèses.....	04
Objectifs.....	05
Méthodologie d’approche et structure du mémoire.....	06

Chapitre I : Lecture des contextes du projet

Introduction.....	07
I. Présentation de la ville d’Alger	07
I.1 lecture historique	08
I.1.2 Accessibilité, Topographie.....	09
4.Lecture climatique	10
I.4.1 Les données climatiques.....	10
I.4.1.1 Les températures et humidités.....	10
I.4.1.2 Les précipitations.....	11
I.4.1.3 Les vents.....	11
I.4.2 Le diagramme bioclimatique de Givoni.....	12
I.4.2.1 La lecture du diagramme psychométrique.....	13
I.4.2.2 Les recommandations.....	13
I.4.3 Les diagrammes solaires.....	14
I.4.3.1 Solstice d’été	14
I.4.3.2 Solstice d’hiver.....	14
I.4.3.3 Équinoxe de printemps, automne	15
II. Présentation du quartier El Hamma.....	15
II.1 Situation et limites	15
II.1.1 A l’échelle de la ville.....	16

II.1.2 l'échelle de quartier.....	16
II.2 Lecture historique	16
II.2.1 El Hamma avant 1830.....	17
II.2.2 El Hamma entre 1830 et 1846	17
II.2.3 El Hamma entre 1846 et 1880.....	17
II.2.4 El Hamma entre 1880 et 1930.....	17
II.2.5 El Hamma entre 1930et 1962.....	18
II.2.6 El Hamma après 1962.....	18
II.3 Accessibilité, la topographie et relief	18
II. 4 Lecture urbaine	19
II.4.1 Structure de quartier	19
II.4.1.1 Trame de tissu urbain	19
II.4.1.2 Système parcellaire.....	20
II.4.1.3 les ilots.....	20
II.4.1.4 Système viaire	21
II.4.1.5 Schéma de circulation	23
II.4.1.6 Typologie de bâtis.....	24
II.4.1.7Lecture des gabarits.....	24
II.4.1.8 Etat du bâti.....	25
II.4.2 Image du quartier.....	25
II.4.2.1 Les points de repères.....	25
II.4.2.2 Les places et nœuds.....	26
II.4.2.3 Les équipements et activités.....	28
II.5 Lecture environnementale.....	28
II.5.1 Les risques majeurs.....	28
II.5.1.1 Sismicité.....	28
II.5.1.2Risques sanitaires.....	29
II.5.1 .3 Les risques de glissement.....	29
II.5.1.4 Risques d'inondations et stagnations des eaux.....	29
II.5.2 Géotechnique du sol.....	29
II.5.3 Relief naturel.....	29
II.6 Les documents réglementaires et graphiques.....	31
II.6.1 La proposition du CNERU.....	31
II.6.2 Les recommandations du CNERU.....	32

II.6.3 POS U31 du quartier.....	32
II.6.4 La proposition du G.P.U.....	32
II.7 Le statut juridique du foncier.....	33
III. Présentation du site d'intervention	33
III.1 Accessibilité.....	34
III.2 Limites et environnement immédiat.....	35
III.3 Forme et dimensions.....	36
III.4 Exposition au vent.....	37
III.5 Ensoleillement.....	37
III.5.1 En hiver.....	37
III.5.2 En printemps et automne.....	37
III.5.3 En été.....	38
Conclusion.....	39

Chapitre II : Lecture thématique

Introduction.....	40
II.1. Le développement durable, écologie, agriculture	40
II.2. Définitions.....	40
II.3. L'agriculture en milieu urbain et aspects techniques.....	42
II.3.1 Les objectifs de l'agriculture urbaine.....	42
II.3.2 La ferme verticale.....	43
II.3.2.1 Les objectifs des fermes verticales.....	43
II.3.2.2 Les techniques utilisées dans la ferme urbaine.....	43
II.3.2.2.1L'hydroponie.....	43
II.3.2.2.2L'aéroponie.....	44
II.3.2.2.3L'aquaponie.....	44
II.3.2.2.4 Le compostage.....	45
II.3.2.2.5 La sericulture.....	46
II.3 mise en œuvre des techniques et exemples pilotes.....	46
II.3.1 Exemple 1: la Home Farm à Singapore.....	46
II.3.1.1 Fiche technique du projet.....	46
II.3.1.2 Présentation de projet.....	46
II.3.1.3 Plan de masse du projet.....	47
II.3.1.4 La démarche conceptuelle de projet.....	47

II.3.1.5 Analyse fonctionnelle.....	48
II.3.1.5.1 Plan de rez-de-chaussée.....	48
II.3.1.5.2 Les façades.....	48
II.3.1.6 La gestion d'eau.....	48
II.3.1.7 L'aquaponie.....	49
II.3.1.8 La gestion d'énergie.....	49
II.3.2 Exemple: la tour vivante.....	49
II.3.2.1 Fiche technique de projet.....	49
II.3.2.2 Présentation du projet.....	50
II.3.2.3 plan de masse de projet.....	50
II.3.2.4 Programme de la tour.....	51
II.3.2.5 Système constructif.....	51
II.3.2.6 Le fonctionnement de la Tour.....	52
II.3.2.7 Le côté écologique	53
II.3.2.8 Les techniques utilisées.....	54
II.3.3 Exemple: urban farm, urban epicenter.....	55
II.3.3.1 Fiche technique de projet.....	55
II.3.3.2 Présentation du projet.....	55
II.3.3.3 Plan de masse de projet.....	56
II.3.3.4 Le programme de la tour.....	56
II.3.3.5 Les techniques utilisées dans la tour.....	57
II.3.3.6 Le système de purification des eaux usées et pluviales.....	58
II.4. aspect énergétique et bioclimatique	59
II.4.1 Les concepts du confort d'hiver et du confort d'été.....	59
II.4.1.1 Le confort d'été	59
II.4.1.2 confort d'hiver.....	59
II.4.2 les principes de l'architecture bioclimatique.....	60
II.4.2.1 Implantation et intégration au site.....	60
II.4.2.2 Orientation et ensoleillement.....	60
II.4.2.3 forme et configuration.....	60
II.4.2.4 Ventilation naturelle.....	60
II.4.2.5 Éclairage naturelle.....	61
II.4.3 les dispositifs bioclimatiques.....	61
II.4.3.1 Les murs capteurs.....	61

II.4.3.2 Les capteurs à air (mur ou fenêtre).....	61
II.4.3.3 Les protections solaires.....	61
II.4.3.4 Le plancher solaire direct.....	62
II.4.3.5 Les capteurs photovoltaïques.....	62
Conclusion.....	62

Chapitre III. Lecture architecturale et constructive

Introduction.....	63
III. synthétisation des données et création du projet.....	63
III.1 récapitulation pré-projet.....	63
III.1.1 répercussions formelles émanant du site, de la vocation du projet et étude bioclimatique.....	63
III.1.1.1 Synthèse lié au contexte.....	63
III.1.1.2 Synthèse liée au thème.....	64
III.1.1.3 Synthèse liée à l'étude bioclimatique.....	64
III.1.2 programme prévisionnel.....	64
III.2 un projet, une idée fédératrice.....	67
III.3 de l'abstraction au pragmatisme, les bases conceptuelles du projet.....	68
III.4 l'évolution du projet (les tentatives).....	70
III.4.1 La 1 ère tentative.....	70
III.4.2 La 2eme tentative	71
III.4.3 La 3eme tentative	72
III.4.4 La 4eme tentative.....	72
III.5 genèse du projet.....	73
III.5.1 Étape 1 : l'axialité.....	73
III.5.2 Étape 2: La géométrie.....	73
III.5.3 Etape3 : l'implantation.....	74
III.5.4 Etape4 : L'articulation.....	75
III. 5.5 Etape5 : la croissance et la verticalité (la tour).....	76
III.2 Formalisation et concrétisation du projet.....	77
III.2.1 Dossier graphique	
III.2.2 Programme quantitatif définitif.....	77
III.2.3 Description du projet.....	82
III.2.3.1 Accessibilité et circulation.....	83

III.2.3.2. Descriptions des différentes entités.....	84
III.2.4 Le système structurel.....	86
III.2.4.1 la structure métallique	86
III.2.4.2 l'infrastructure	86
III.2.4.2.1 Fondations.....	86
III.2.4.3 la superstructure.....	87
III.2.4.3.1 Les poteaux	87
III.2.4.3.2 es poutres.....	87
III.2.4.3.3 le plancher collaborant.....	88
III.2.4.3 la structure en béton armé.....	89

Chapitre IV. Aspects bioclimatiques du projet

Introduction.....	90
IV.Aspect bioclimatiques du projet.....	90
IV.1. solutions passives.....	90
IV.1.1 l'orientation.....	90
IV.1.2 la ventilation naturelle, le rafraichissement passif.....	91
IV.1.2.1 le patio.....	91
IV.1.2.2 L'effet trous sous immeuble.....	93
IV.1.2.3 ventilations traversante.....	94
IV.1.2.4 Ventilation par effet thermique.....	97
IV.1.3 le chauffage passif	98
IV.2. solutions actives, le chauffage et le rafraichissement actif.....	104
IV.2.1 Le puits à eau glycolée.....	105
IV.2.2 Les planchers chauffants réversibles.....	106
IV.2.2.1. Lesavantages.....	106
IV.2.2.2 Principe de fonctionnement.....	106
IV.2.3La ventilation mécanique double flux.....	108
IV.2.3.1Le principe de fonctionnement	108
IV.3 Gestion de l'eau.....	108
IV.4 gestion d'énergie.....	111
VI.4.1 panneaux solaire hybride à eau (PV/T eau).....	111
IV.4.2 les éoliennes.....	112
VI.5. le choix de matériaux.....	113

IV.5.1 Le bois	113
IV.5.2 La ouate de cellulose.....	114
Conclusion.....	114
Conclusion générale.....	115
Liste des figures.....	116
Liste des tableaux.....	122
Bibliographie	

Résumé

L'architecture est un processus évolutif, les projets engendrent toujours des idées nouvelles à partir desquelles nous devons retisser les fils de nouveaux projets. Pour cela, il faut repousser constamment les limites de l'architecture et de l'urbanisme, expérimenter sans cesse de nouveaux concepts spatiaux et renforcer les paysages urbains existants. L'architecture est donc un moyen pour communiquer et exprimer des idées fortes de sens.

Afin de contribuer qualitativement à la préservation et à la mise en valeur de l'environnement et de l'architecture de la capitale Alger, et ceux du quartier du Hamma, et dans le but de garantir aux citoyens algérois, sur place, des produits alimentaires « bio » dont le processus de production respectent la nature, nous avons imaginé un projet qui consiste en un centre de développement et de promotion de l'agriculture urbaine qui est le fruit de l'interaction de plusieurs éléments et facteurs liés aux données du contexte, aux exigences du thème et aux principes de développement durable. Ce projet sera un élément déclencheur d'une nouvelle dynamique et tendance dans la capitale. Le quartier du Hamma, site de notre intervention, en plus de sa haute densité démographique, est doté d'une grande valeur architecturale, historique, une richesse urbanistique et paysagère. Notre projet de ferme urbaine s'intègre justement dans les objectifs et perspectives portés par les différents instruments d'urbanisme et projets structurants de la ville d'Alger qui aspirent à la transformer en une capitale à grande dynamique urbaine, d'échange, de convivialité et d'une puissance économique qui contribuera à la métropolisation d'Alger.

Notre projet sera donc une architecture performante dans son esthétique, sa fonction mais aussi son rapport à l'environnement et sa consommation énergétique. L'un des objectifs phares étant de garantir la meilleure sensation de confort et de réduire la facture énergétique.

Mots clés : Architecture bioclimatique, agriculture urbaine, confort thermique, performance énergétique, environnement, Alger, le Hamma.

Introduction générale

Se référant à l'histoire de l'architecture vernaculaire et aux civilisations primitives, l'homme depuis son existence, n'a pas cessé de développer ses relations avec son environnement. En regardant de plus près l'architecture de cette ère, il en ressort que l'homme a su intelligemment exploiter les éléments de la nature pour se protéger de ses effets néfastes en s'intégrant au site d'une manière intuitive à l'utilisation des solutions architecturales bien adaptées à son confort. Jusque-là, l'homme n'a pas cessé d'améliorer sa situation jusqu'à l'avènement de la révolution industrielle au XIX S. à partir de ce moment, avec l'arrivée des combustibles fossiles (pétrole, gaz,... etc.) On commence à rentrer progressivement dans l'ère du chauffage et de la climatisation artificielle. Puis arrive l'architecture moderne qui n'arrange guère les choses puisqu'en rupture avec les traditions architecturales de l'époque. Elle se caractérise par le recours à de nouveaux systèmes constructifs provoquant plusieurs phénomènes : pollution de l'environnement naturel, épuisement des ressources fossiles et hydrique, réchauffement climatique par le rejet excessif des gaz à effet de serre. Tout cela a mené l'homme d'aujourd'hui à prendre conscience de cette situation. En effet, depuis les années 1970 plusieurs architectes ont manifesté un intérêt particulier pour le développement durable et l'architecture bioclimatique qui fait partie prenante du développement durable, pour optimiser le confort des occupants, économiser l'énergie en essayant de tirer parti du climat et minimiser le degré de pollution de l'environnement.¹

Au cours des cinquante dernières années les villes et l'agriculture urbaine sont développés indépendamment à cause notamment de l'avènement de la voiture et de l'exode des fermiers vers les milieux urbains. Les marchés et commerces de proximité sont remplacés par des supermarchés et de grandes surfaces souvent situés en périphérie des villes et seulement accessibles par voiture. Les industries de transformation et d'entreposage alimentaire ont été déplacées à l'extérieur de la ville et le dézonage des terres agricoles se produit avec le développement des villes en banlieue. Tout cela engendre une augmentation de la distance à parcourir pour se procurer des biens alimentaires et de la distance entre le lieu de production et le lieu de consommation des denrées alimentaires. Ajouté aux problèmes de transport et de pollution engendrés, une méconnaissance de ce que notre nourriture contient et des techniques de cultures. En réaction à ce phénomène le concept novateur de « l'agriculture urbaine » qui remplace l'activité de production agricole en

¹<http://www.eco-sud.com/wp-content/uploads/2011/04/architecture-bioclimatique.pdf>

ville, a connu un important essor et gagne une grande popularité année après année dans plusieurs villes Nord-Américaines et Européennes.²

En Algérie, l'agriculture est facteur important de l'économie, elle génère en incluant les industries agroalimentaires près de 10% du produit intérieur brut. Depuis les années 2000, l'agriculture est devenue l'une des priorités du gouvernement afin de diversifier son économie, mais le secteur agricole algérien souffre d'une faible productivité en raison de plusieurs facteurs défavorables comme les aléas climatiques, la sous mécanisation, la faiblesse des investissements, les infrastructures déficientes, le manque de formation des ressources humaines...etc. Cette faible productivité est encore accentuée par le niveau élevée des terres en repos. Un plan national de développement agricole a été mise en place par les autorités algériennes afin d'améliorer la sécurité alimentaire du pays, de développer l'emploi et d'augmenter les revenus. Il est donc une priorité d'intégrer l'agriculture dans la politique d'aménagement urbain et dans la vision de la ville en matière de développement et il faudra assurer un arrimage entre les programmes actuels de la ville et l'agriculture.³

Problématique générale

Alger en tant que capitale connaîtra très vite une pression conséquente sur l'environnement et les ressources naturelles et alimentaires entre autre en raison de la rapidité de la croissance démographique. Le quartier du HAMMA qui est situé sur l'axe de l'extension du centre de la ville d'Alger vers l'Est, pâtira inévitablement de plusieurs problèmes dont le surpeuplement, l'urbanisation à outrance, pollution mais surtout du manque de la cherté et de la baisse de qualité des denrées alimentaires. Aujourd'hui, force est de constater que la majeure partie des activités qui s'y déroulent sont en inadéquates avec la position de choix de quartier en plus des constats sur la rupture entre ville-mer, du blocage inexplicable de processus de renouveau urbain, de l'état d'insalubrité...etc. et cela malgré la nuée d'avantages que présente le quartier comme son excellente situation, sa bonne accessibilité, sa proximité avec le port et la présence d'équipements de grande envergure. Tout cela nous amené à poser cette problématique :

- ✓ Comment peut-on intervenir dans un milieu urbain dense afin d'intégrer une architecture bioclimatique à bas profil énergétique et assurer un aménagement durable et harmonieux sans détérioration du milieu naturel ?

²Janine de la Salle ET Mark Holland (2010); Agricultural Urbanism: HandbookforBuildingSustainableFoodSystemsin21stCenturyCities, Green Frigate Books, p. 22-25.

³<http://www.algeria.cropscience.bayer.com/Qui-Sommes-nous/L-agriculture-en-Algerie.aspx>

Problématiques spécifiques

L'agriculture urbaine est considérée comme une composante clé de toute planification urbaine, c'est une forme émergente de pratiques agricoles effectuées en ville, elle permet de faciliter l'accès des citoyens à des aliments frais, sains, locaux et à prix abordables et donc améliore l'offre alimentaire locale, la sécurité alimentaire et l'adoption de saines habitudes de vie. Elle a un impact positif sur l'environnement puisqu'elle enrichit la biodiversité et augmente le verdissement aussi elle renforce la cohésion sociale dans les quartiers en créant des opportunités de rencontre, de socialisation et d'apprentissage.⁴ Elle vient en opposition à l'agriculture classique qui est basée sur des techniques classiques à productivité très faible en termes de qualité.

Notre travail s'inscrit dans une optique globale de l'amélioration des techniques de l'agriculture urbaine selon une démarche bioclimatique. A travers cette recherche, nous allons essayer de répondre aux préoccupations suivantes :

- ✓ Comment peut-on à travers un projet architectural valoriser l'agriculture urbaine en utilisant des nouvelles techniques développées basées sur le développement durable ?
- ✓ Quelles sont les stratégies de conception à adopter, les dispositifs architecturaux à utiliser pour assurer le confort thermique pour les usagers et les conditions thermiques et d'ambiance favorable à culture inférieure ?
- ✓ Quelles techniques passives de l'architecture bioclimatique utilisées pour l'optimisation des performances énergétiques ?

Hypothèses

Comme réponses possibles aux problèmes initialement posées, nous avons construit les hypothèses suivantes :

- ✓ la conception d'un édifice abritant les locaux d'un centre de développement et de promotion de l'agriculture urbaine assurera à la fois une alimentation de qualité en produits agricoles pour les algérois, et constituera également une initiative et un prototype à dupliquer et à étendre à l'ensemble des territoires urbanisés. Ce sera aussi un projet faisant entièrement allégeance à la démarche du développement durable puisque sa forme et la composition de son enveloppe seront imaginées et fondées sur

⁴https://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/page/chantier_democratie_fr/media/documents/agricultureurbainemontreal_2012.pdf

les principes de l'architecture bioclimatique avec des objectifs précis de qualité thermique et d'efficacité énergétique ;

- ✓ un projet de ferme urbaine ayant comme fonction principale la culture de plantes alimentaire, demandera fortement l'utilisation de grandes qualités d'eau, de produits minéraux mais aussi et surtout d'énergie électrique pour l'éclairage et pour faire fonctionner les pompes hydrauliques et autres machines. Cependant, une conception architecturale bioclimatique tenant compte du climat local et maîtrisant les déperditions et les gains thermiques par le choix intelligent de matériaux, mènera forcément à garantir des conditions de confort thermique pour les usagers et des ambiances propices au développement des plantations tout en relativisant la consommation énergétique nécessaire pour y parvenir.

Objectifs

Notre travail a pour objectifs principaux :

- ✓ réussir un projet d'architecture bioclimatique et performant dans sa fonction en prenant en considération le volet thermique dans un double objectif de garantir la meilleure sensation de confort thermique et de réduire la facture énergétique ;
- ✓ participer activement à la dynamique de développement économique par l'autoproduction alimentaire, la réduction des dépenses liés à l'alimentation des populations urbaines, la protection du pouvoir d'achat des ménages en proposant des produits alimentaires à bas prix grâce aux gains réalisés sur des facteurs comme la main d'œuvre, le transport, les pesticides...etc.
- ✓ renforcer la mixité sociale et urbaine qui représente un moyen privilégié pour développer un sentiment d'appartenance et de propriété collective qui facilitent les échanges et renforcer la cohésion sociale dans les quartiers en créant des opportunités de rencontre, de socialisation et d'apprentissage.

Méthodologie d'approche et structure du mémoire

Notre travail est structuré selon deux parties complémentaires : la première consiste, dans le premier chapitre, à découvrir et analyser le contexte global et immédiat du projet ; lire et comprendre l'espace urbain, son histoire, ses caractéristiques environnementales et surtout ses spécificités climatiques comme la pluviométrie, l'ensoleillement, les vents dominants et leur directions, les températures et l'humidité relative et en y appliquant des outils

spécifiques comme le diagramme bioclimatique de Givoni. Une étude bioclimatique du site réduit est prévue pour étayer les connaissances de climat local. Le second chapitre se consacre à l'état des connaissances de la thématique traitée dans notre projet. Il s'agit précisément de maîtriser la fonction qu'abritera notre projet par le passage en revue de ses grandes notions et définitions, de l'analyse d'exemples référentiels et d'y retenir des concepts formels et des idées sur le programme surfacique et qualitatif. La deuxième partie du mémoire mettra en relief, à l'occasion du seul grand chapitre qu'elle comporte, à la fois de l'architecture du projet et son volet bioclimatique avec dès les notions phares du confort thermique et de l'efficacité énergétique.

En définitive, la structure globale du mémoire se résume ainsi :

1. chapitre 1 : étude de contexte global et immédiat du projet : présente une phase importante dans notre conception qui permet de connaître les caractéristiques et les exigences de site.
2. Chapitre 2 : état des connaissances du thème de l'agriculture urbaine et de l'architecture bioclimatique : permettra la compréhension du thème pour une prise en charge d'un maximum d'éléments dans la création du projet d'architecture.
3. Chapitre 3 : le projet architectural et son caractère bioclimatique et énergétique efficace : le passage de l'idée à la concrétisation du projet tenant compte de la maîtrise des paramètres liés au contexte, à la thématique et aux exigences de confort et de consommation énergétique.
4. Chapitre 4 : aspects bioclimatiques et efficacité énergétique du projet : permet de mieux maîtriser l'énergie du projet.

Introduction

Ce premier chapitre a pour but de bien connaître le contexte d'intervention, il représente une source de compréhension d'évolution et de développement de la ville. Il permet aussi d'élaborer une synthèse qui cerne les potentialités et les carences du site, dans le but de proposer un projet architectural bien intégré aux multiples divésions de ce contexte. Pour ainsi faire partie intégrante du paysage ou il est situé et dont il devrait refléter l'harmonie.

Notre choix s'est porté sur Alger car elle est la capitale du pays, elle occupe une place particulièrement privilégiée dans la moitié Ouest du bassin méditerranéen. Aussi ses nouvelles perspectives de métropole internationale, sa richesse identitaire, environnementale et écologique pour faire d'elle un lieu susceptible d'accueillir des batiments urbains à caractère agricoles.

I. Présentation de la ville d'Alger

La wilaya d'Alger occupe une superficie de 1190 km², située au bord de méditerranée, elle s'étend sur plus de 809 Km². limitée au nord par la mer méditerranée, à l'est par la wilaya de Boumerdes, au sud par la wilaya de Blida et a l'ouest par la wilaya de Tipaza. L'estimation de la population résidente est 2988145 en 2008.

Alger est le chef lieu des communes, daïra et willaya du même nom. Elle s'élève à 186m par rapport au niveau de la mer délimitée au Nord par la Casbah, au Sud par Sidi M'Hamed et Belouizdad, à l'Est par la mer méditerranéenne à l'Ouest par Oued Koriche et El Biar.¹²

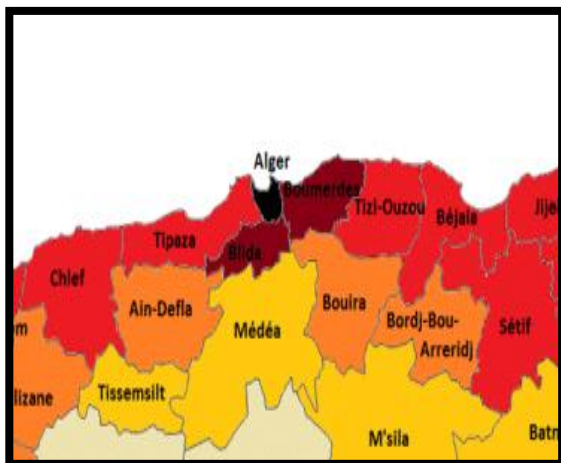


Figure 1 : les limites d'Alger

Source : <http://www.forum-algerie.com>

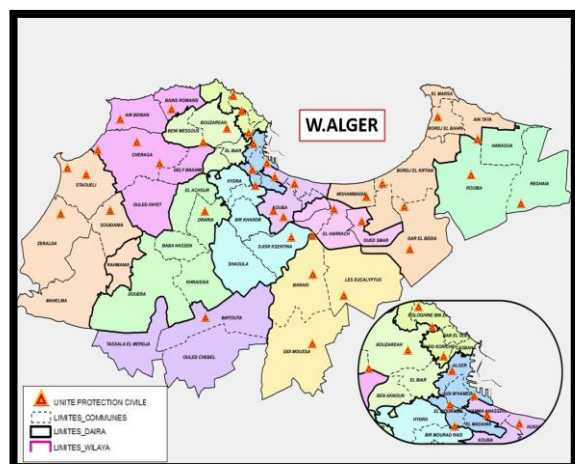


Figure 2 : carte des communes d'Alger

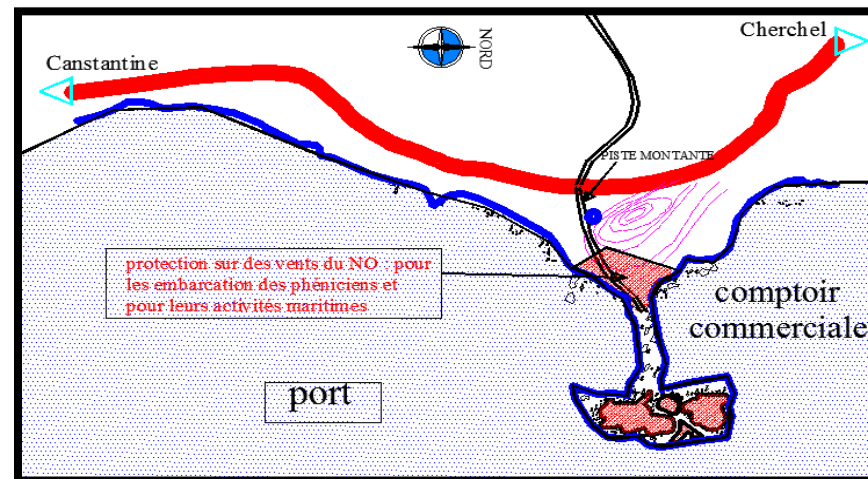
Source : <http://www.forum-algerie.com>

¹<http://www.odej-alger.dz/fr/alger2.html>

²<http://www.alger-city.com/>

I.1 lecture historique

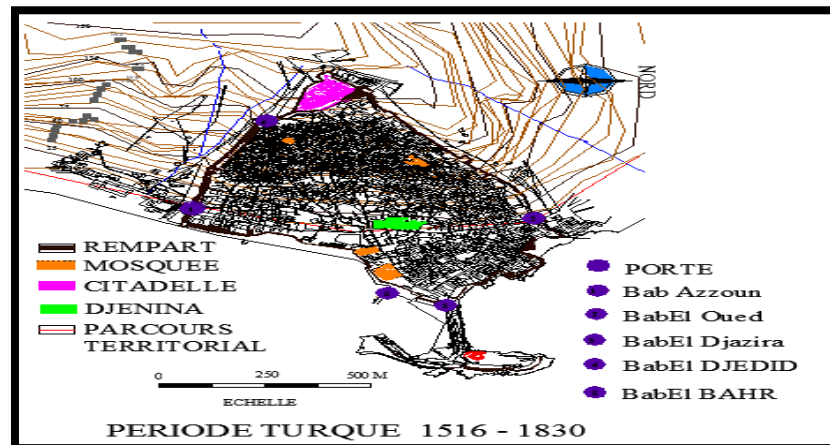
Période phénicienne : Icosim IV s av jc –X apjc



Installation d'un comptoir commercial

Mise en œuvre de deux voies naturelles (cours d'eau) par les quelles les autochtones commerçaient avec les phéniciens

Période ottomane : El Djazair 1516-1830



-Fortification du port en constituant la grande porte de la ville vers l'extérieur

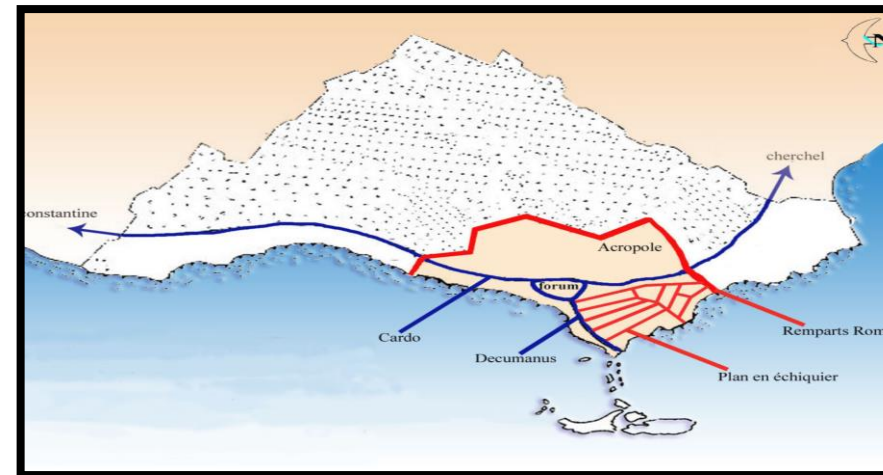
-Densification du tissu existant

-La ville s'organisait en deux parties:

La partie haute: l'habitat et aux activités artisanales

La partie basse: siège du pouvoir

Période Romaine : Icosium 40 an av jc- X s apjc



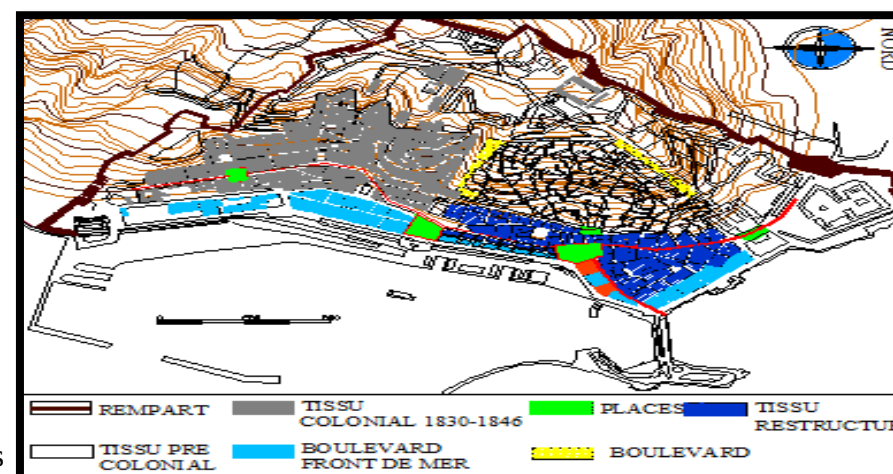
Établissement du premier tracé de la ville:

-Cardo maximums

-Decumanus maximums

L'intersection des deux axes donne le forum

Période coloniale: Alger 1830-1962



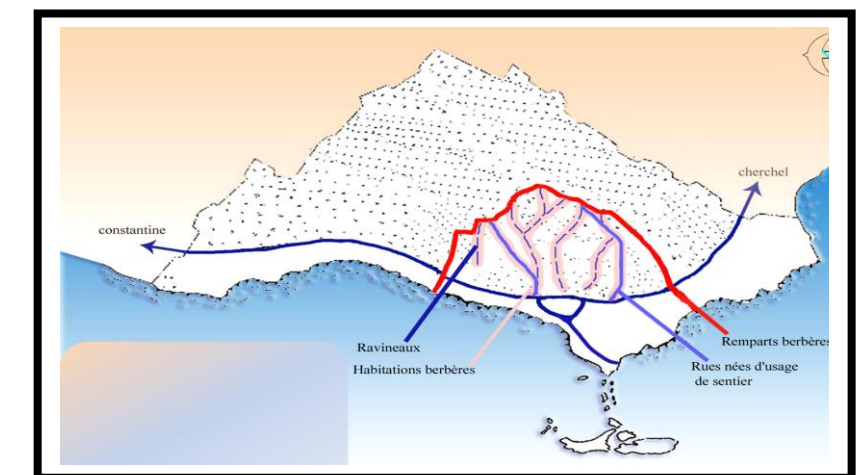
-Alger entre 1830 et 1845: la réappropriation de l'espace

-Alger entre 1846 et 1880: l'urbanisme militaire

-Alger entre 1880 et 1930: le début de l'urbanisme civil

-Alger entre 1930 et 1962: de l'ilot à la barre

Période arabo berbères : djazairbanimezghanna 950-1516



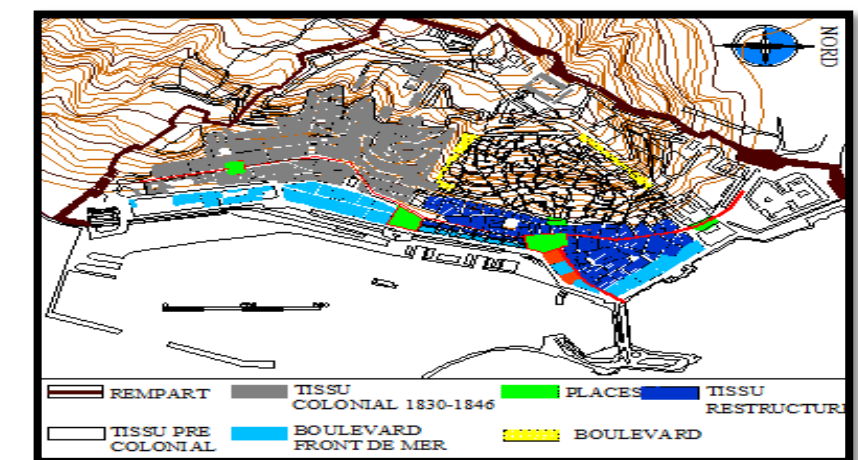
L'établissement d'un noyau à l'intérieur d'un mur d'enceinte

-Superposition de ce noyau sur la structure existante

-La ville s'organisait en deux parties:

- La partie haute: résidentielle
- La partie basse: espace public

Indépendance : El Djazair 1962 à nos jours



Elaboration d'instruments urbanistiques pour étudier les problèmes de la ville d'Alger et planifier sa croissance

³PDAU d'Alger 2011

I.2 Accessibilité,

La ville d'Alger est accessible par :

- ✓ Voies maritimes : le port
- ✓ Voies aériennes : l'aéroport H- Boumediene
- ✓ Voies ferrées
- ✓ Réseaux routiers :

RN n°8 et la RN n°24 en provenance du sud et du sud-est

RN n°8, RN n°38, RN n°36 en provenance du sud-ouest et de l'ouest

RN n°51, RN n°41 en provenance du nord et du nord-ouest

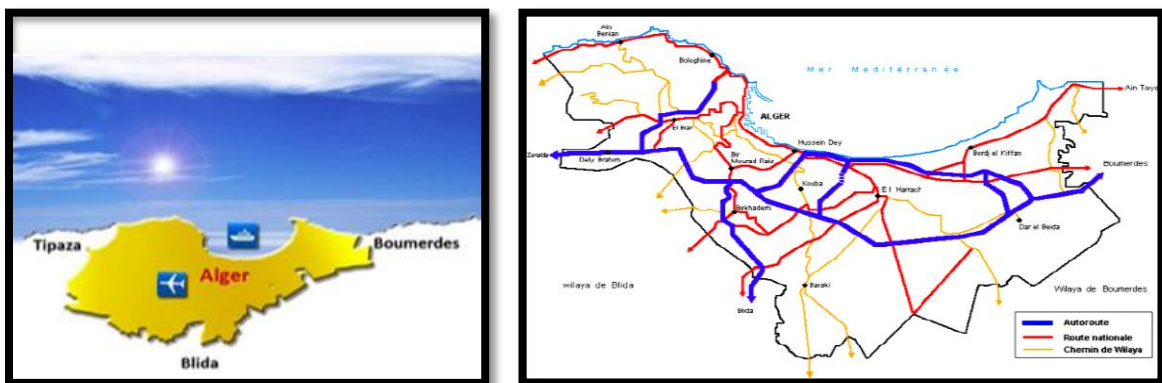


Figure 3 : cartes de réseau routier de la wilaya d'Alger

Source : <http://www.mtp.gov.dz/fr/permalink/4472.html>

I.3 Topographie

La topographie de la côte algéroise est caractérisée par la succession à partir du rivage actuel et jusqu'à une altitude de plus de 300 mètres, d'une série de gradins, disposés les uns au-dessus des autres comme les marches d'un escalier. Ces marches interrompent brusquement la continuité des pentes, en général très rapides, qui bordent le littoral algérois.



Figure 4: la topographie de la wilaya d'Alger

Source : auteur

I.4 Lecture climatique

I.4.1 Les données climatiques

I.4.1.1 Les températures et humidités

Les valeurs des températures moyennes mensuelles observées dans la région indiquent des températures douces avec des valeurs moyennes variantes, on peut distinguer deux saisons :

- ✓ **Une saison chaude** : S'étale du mois de juin au mois d'Octobre, avec des températures maximales au mois d'Aout (32.7 c°) par contre l'humidité diminue jusqu'au maximum 41%.
- ✓ **Une saison froide** : S'étale du mois de Novembre au mois de Mai, avec des températures minimales au mois de février (5.3c°) mais l'humidité augmente jusqu'à sa valeur maximale 96%.

année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	annuel
Moyenne max	17.3	17.2	20.0	21.9	24.7	29.4	31.6	32.7	29.8	26.6	20.6	17.9	24.2
Moyenne min	5.7	5.0	7.1	8.9	12.6	16.4	19.0	20.2	17.6	14.2	14.2	6.9	12.0
moyenne	11.5	11.1	13.6	15.4	18.7	22.9	25.3	26.5	23.7	20.4	20.4	12.4	18.1

Tableau 1 :Les moyennes mensuelles des températures moyennes maximales et minimales d'Alger

Source : office nationale de météorologie, ALGER DAR-EL-BEIDA



Figure 5 :Diagramme des moyennes mensuelles des températures moyennes maximales et minimales d'Alger

Source : office nationale de météorologie, ALGER DAR-EL-BEIDA

année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	annuel
Moyenne max	94	96	95	95	96	93	92	91	92	94	95	95	94
Moyenne min	52	53	48	46	50	42	42	41	44	45	52	53	47
moyenne	79	81	77	75	77	71	70	69	72	74	79	79	75

Tableau 2 :les humidités relatives moyennes maximales et minimales d'Alger

Source : office nationale de météorologie, ALGER DAR-EL-BEIDA

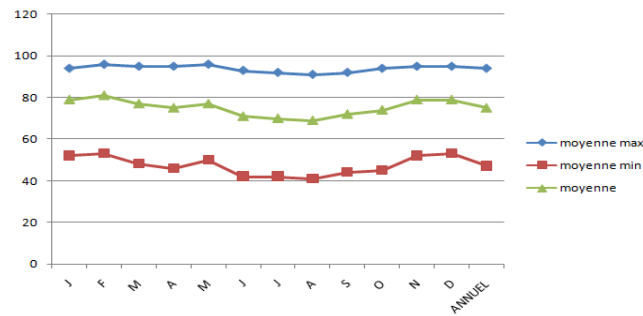


Figure 6 : diagramme des humidités relatives moyennes maximales et minimales d'Alger

Source : office nationale de météorologie, ALGER DAR-EL-BEIDA

I.4.1.2 Les précipitations

On distingue deux périodes de l'année :

- ✓ Une période froide et pluvieuse de Octobre jusqu'à Avril.
- ✓ Une période chaude et sèche le reste de l'année.

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuel
Moyenne	83.5	82.0	39.6	63.8	46.4	4.9	2.1	11.6	24.4	47.3	98.0	91.5	595.1

Tableau3 : les cumuls mensuels des précipitations d'Alger.

Source : office nationale de météorologie, ALGER DAR-EL-BEIDA

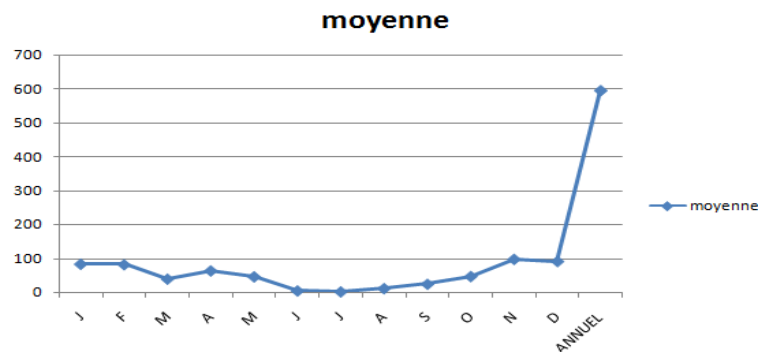


Figure 7 : le diagramme des cumuls mensuels des précipitations d'Alger.

Source : office nationale de météorologie, ALGER DAR-EL-BEIDA

I.4.1.3 Les vents

Le vent est un déplacement d'air essentiellement horizontal d'une zone de haute pression vers une zone de basse pression. La répartition fréquentielle du vent sur 8 directions en 4 classes de vitesse : rose du vent

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
Moyen	2.4	2.2	2.2	2.8	2.7	2.8	2.5	2.5	2.5	2.0	2.4	2.5	2.5

Tableau 4 : les cumuls mensuels des vents.

Source : office nationale de météorologie, ALGER DAR-EL-BEIDA

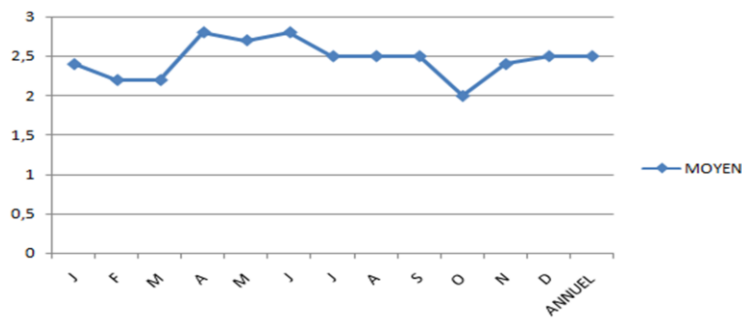


Figure 8 : les cumuls mensuels des vents.

Source : office nationale de météorologie, ALGER DAR-EL-BEIDA

Les directions des vents sont :

- ✓ Les vents dominants frais sont de direction Nord-est.
- ✓ Les vents dominants chauds sont de direction Sud-ouest.⁴

I.4.2 Le diagramme bioclimatique de Givoni

Le diagramme de Givoni est un outil d'aide à la conception élaboré par GIVONI (architecte israélien et spécialiste en architecture bioclimatique) et présenté dans l'ouvrage « l'homme, architecture et le climat » en 1969 qui permet aux architectes de déterminer et choisir les meilleures solutions architecturales afin d'atteindre le confort dans leurs projets à base des données climatiques du site d'implantation.

Ce diagramme représente les zones thermo-hygrométriques et permet de déterminer les recommandations pour chaque mois.

Chaque mois est représenté par un segment déterminé par deux points exprimant les moyennes mensuelles des valeurs extrêmes du couple « température-humidité » de l'air, plus clairement :

- Le 1er point correspond au couple : température maximale et humidité minimale du mois étudié.
- Le 2eme point correspond au couple : température minimale et humidité maximale du même mois.

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Tm Max	17.3	17.2	20.0	21.9	24.7	29.4	31.6	26.6	29.8	26.6	20.6	17.9
Hm min	52	53	48	46	50	42	42	41	44	45	52	53
Tm Min	5.7	5.0	7.1	8.9	12.6	16.4	19.0	20.2	17.6	14.2	9.7	6.9
Hm Max	94	96	95	95	96	93	92	91	92	94	95	95

⁴L'office national des météorologie de dar –el-beida -Alger

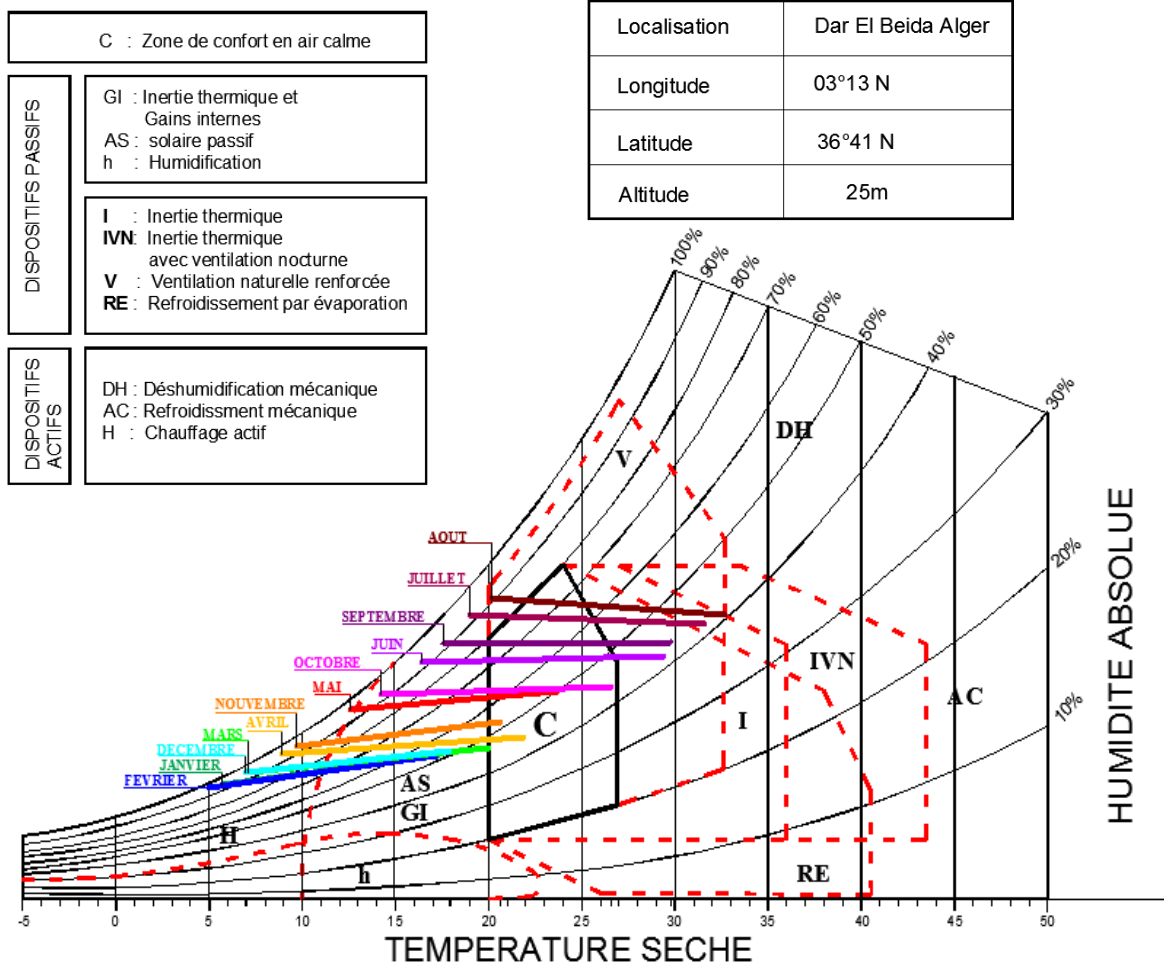


Figure 9 : le diagramme bioclimatique de Givoni

Source : auteur

I.4.2.1 La lecture du diagramme psychométrique

D'après l'analyse du diagramme climatique d'Alger on déduit :

Les mois : Janvier, Février et Décembre se caractérise par un climat froid la nuit ce qui nécessite le recours au chauffage actif.

Les mois : Janvier, Février et Décembre durant le jour le confort peut être assuré par les gains internes et le solaire passif (captage et stockage du rayonnement solaire dans la masse thermique)

Les mois : Mars, Avril, Mai, Juin, Novembre, et Octobre durant la nuit le confort est assuré par les gains internes et le solaire passif.

Les mois : Octobre et Mai le jour et la nuit des mois : Septembre et Juillet, se situe dans la zone de confort.

Les mois : Juin, Juillet, Août et Septembre durant le jour se caractérise par un climat chaud et humide, on va faire recours à la ventilation renforcée.

I.4.2.2 Les recommandations

1-Dans la zone de sous chauffe le confort sera garanti par :

- ✓ **Un système actif** : un dispositif d'appoint pour les est nécessaire seulement la nuit pour les mois de décembre, janvier, février et mars en faisant en sorte que l'énergie solaire du jour puisse être captée et transformée en chaleur.
- ✓ **Un système passif** : exploitation de l'énergie solaire sans utilisation des dispositifs spécifiques. La chaleur est captée, stockée et restituée par l'équipement même via ses ouvertures, ses matériaux, son isolation et son orientation, dans notre cas il est nécessaire pour les mois d'octobre, novembre, avril et mai.

2-Dans la zone de surchauffe le confort sera garantie par :

Une bonne ventilation naturelle par l'utilisation des patios, tout en profitant les vents frais qui viennent de la mer méditerranéenne, l'utilisation des matériaux isolants et l'introduction des protections solaires surtout pour les surfaces horizontales et verticales.

3)-La zone de confort

Le confort est assuré, aucun système n'est à projeter.

I.4.3 Les diagrammes solaires

I.4.3.1 Solstice d'été

Le soleil est plus haut dans le ciel en été.

Ses rayons tombent plus verticalement,

Chauffent et éclairent d'avantage. Il met

Plus de temps pour parcourir le ciel,

Depuis son élevé (vers le nord-est avant 5h)

a son couché (vers le nord-ouest a 19h).

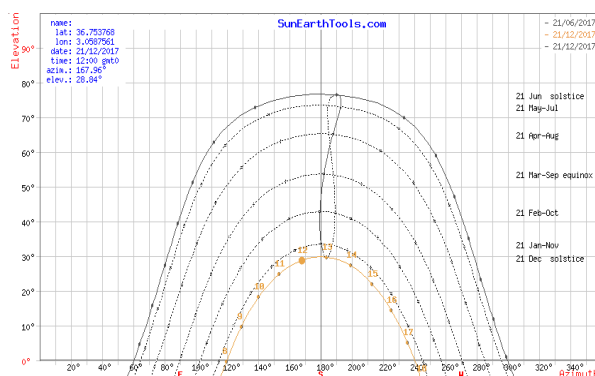


Figure 11 : le diagramme solaire d'hiver

Source : sunEarthtools.com

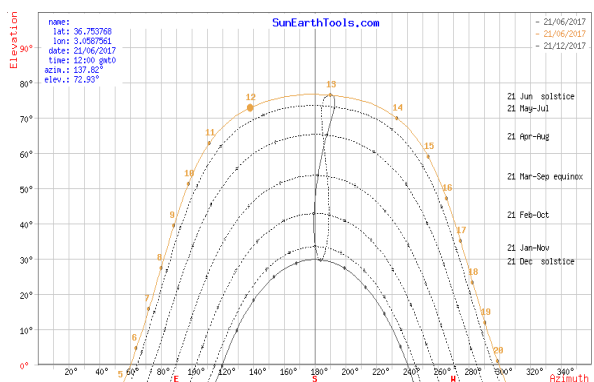


Figure 10 : le diagramme solaire d'été

Source : sunEarthtools.com

I.4.3.2 Solstice d'hiver

Le soleil est plus bas dans le ciel en hiver.

Ses rayons tombent plus horizontalement,

chauffent et éclairent timidement. Il met

moins de temps pour parcourir le ciel,

depuis son levé (vers le sud-est après 7h) a

son couché (vers le sud-ouest avant 17h).

I.4.3.3 Équinoxe de printemps, automne

Le soleil est ami hauteur dans le ciel au printemps et en automne, ses rayons chauffent et éclairent moins qu'en été et plus qu'en hiver. La durée du jour et de la nuit sont presque identiques

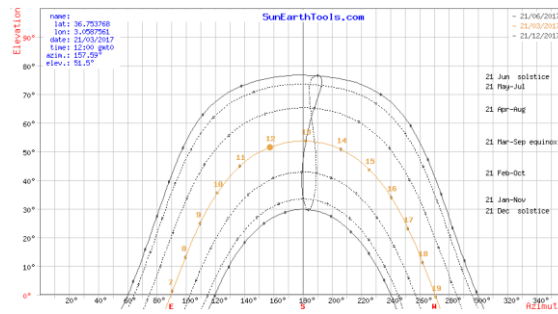


Figure 12 : le diagramme solaire

Source : sunEarthtools.com

Synthèse

A partir de l'azimut et la hauteur de soleil, les surfaces ensoleillées du bâtiment peuvent être calculées en tenant compte des effets d'ombrage due au cadre bâtis, à la végétations, ou au bâtiment lui-même.

Conclusion

Potentialités de la ville d'Alger

- Une situation géographique stratégique.
- Un point de transition entre l'Europe de sud et l'Afrique du nord.
- Sa richesse historique
- Des ressources naturelles importantes

Carence de la ville d'Alger

- les extensions de la ville sont anarchiques et mal matérialisées.
 - un déséquilibre entre les espaces urbain et les espaces verts.
 - la prolifération d'activités obsolètes
- Et nuisibles.

II. Présentation du quartier El Hamma

Avec l'extension de la ville d'Alger vers l'Est, El Hamma occupe une place importante dans la carte urbaine de la ville d'Alger, situé au cœur de l'agglomération algéroise, elle est inséré entre le jardin d'Essai à l'Est et la place du 1er Mai à l'Ouest. Il couvre une superficie de 216 ha, présentant une imbrication très forte entre les petites activités très nombreuses et en plus constituant des éléments de repère intéressants.

II.1 Situation et limites

II.1.1 A l'échelle de la ville

Le quartier se situe au nord-est de la capitale Alger, il est à 5km de la casbah et à 15k de l'aéroport, délimité par :

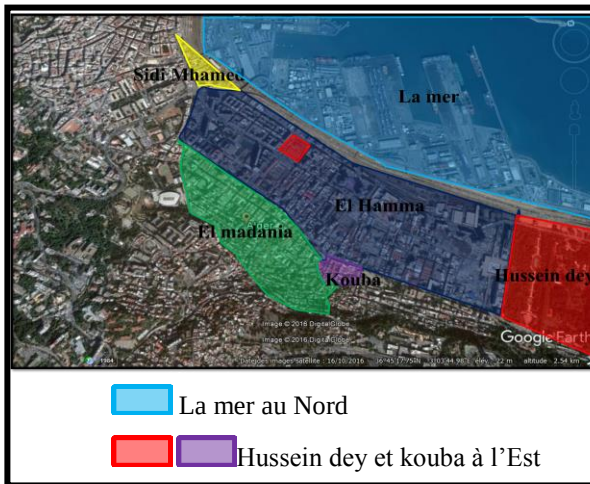


Figure 13 : carte de situation

Source : Google Earth traitée par auteur

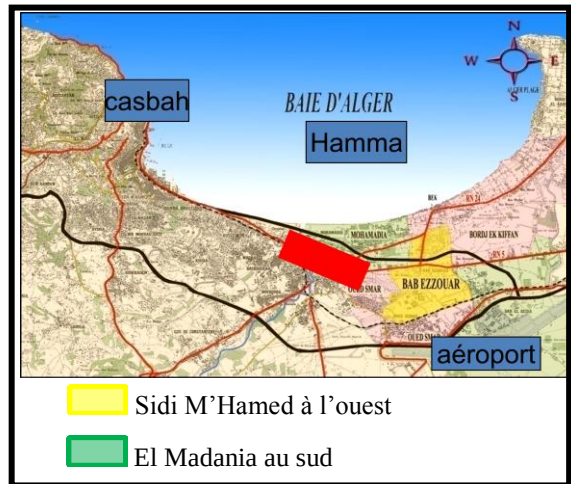


Figure 14 : carte de situation à l'échelle de la ville

Source : <http://www.forum-algerie.com>

II.1.2 l'échelle de quartier

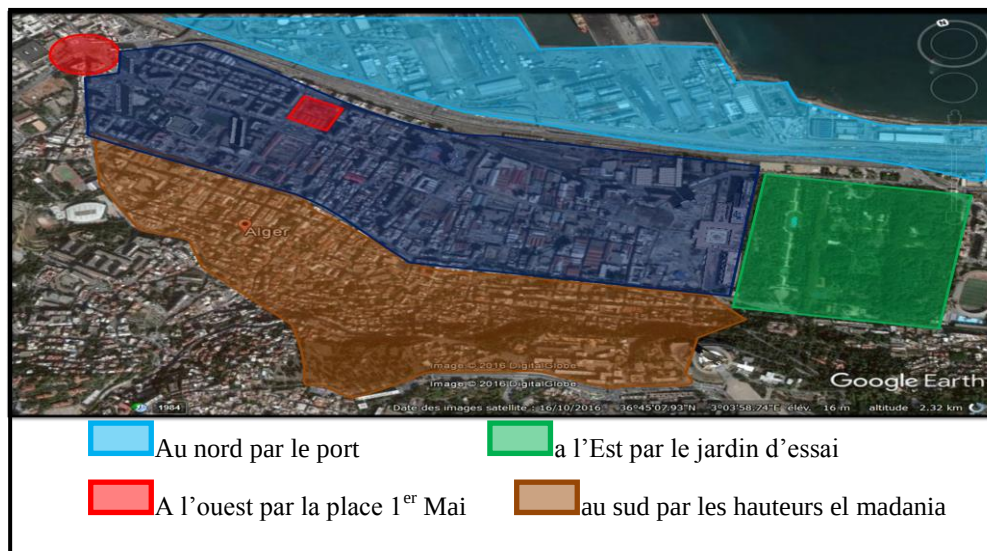


Figure 15 : carte de situation à l'échelle de quartier

Source : Google earth traitée par auteur

II.2 aperçu historique

II.2.1 El hamma avant 1830

Le quartier d'ELHamma était une pleine agricole partagée en parcelles régulières perpendiculaires à l'aqueduc Structuré par les deux routes :

- ✓ La route de Constantine (actuelleh. BenBouali)
- ✓ La route de Laghouat (actuelleM.Belouizdad).

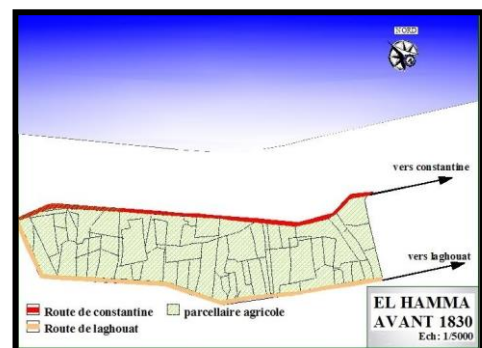


Figure 16 : el- Hamma avant 1830

Source : auteur

II.2.2 El hamma entre 1830 et 1846

- ✓ Implantation d'un camp militaire et le site de Mustapha.
- ✓ Intervention sur l'arsenal en 1846
- ✓ Travaux d'aménagement du jardin d'essais en 1832.



Figure 17: El Hamma durant la période 1830,1846

Source : Auteur

II.2.3 El hamma entre 1846 et 1880

- le quartier du Hamma destiné à être le réceptacle des activités industrielles.
- Ce début d'urbanisation s'est effectué aux abords du jardin d'essais et de l'arsenal.
- Début d'aménagement du port.

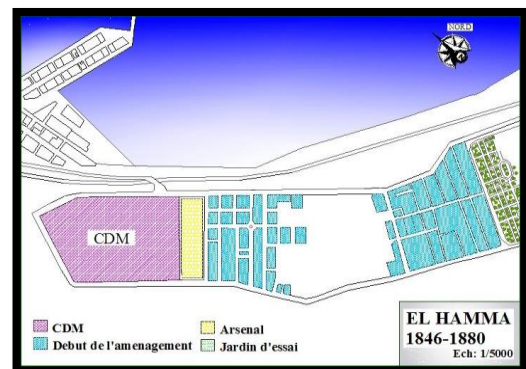


Figure 18 : El Hamma durant la période 1846,1880

Source : Auteur

II.2.4 El hamma entre 1880 et 1930

- ✓ Densification totale du Hamma, à l'exception du champ de manœuvres qui appartenait aux militaires.
- ✓ La formation d'un axe central en 1884, et la création du chemin de fer

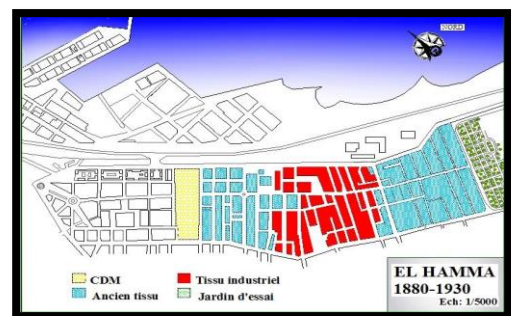


Figure 19: el- Hamma 1880-1930

Source : Auteur

II.2.5 El hamma entre 1930 et 1962

Afin de répondre aux préoccupations Hygiénistes, l'apparition de:

- ✓ plans en damier, les espaces intérieurs libres, les espaces verts.
- ✓ barres HLM.

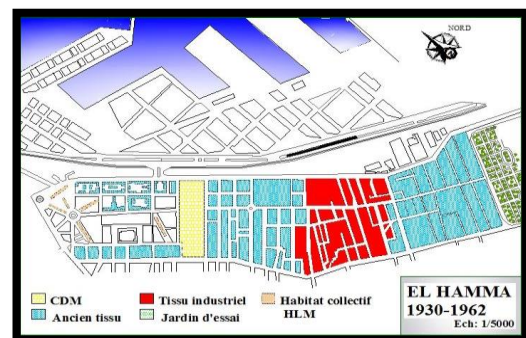


Figure 20 : El Hamma durant la période 1930,1962

Source : Auteur

II.2.6 El hamma après 1962

Aujourd'hui, le Hamma s'insère dans le Grand Projet Urbain qui tend à lui confier la vocation de centre de gestion d'affaires et d'échanges.⁵

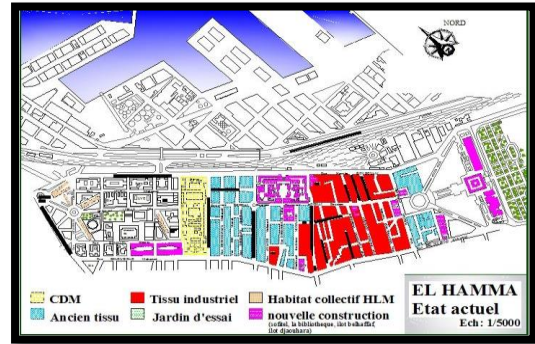


Figure 21 : Carte représentative du Hamma après 1962

Source : Auteur

Synthèse

Le processus de formation d'El Hamma est le résultat de la stratification de plusieurs faits historiques et urbains à travers le temps, passant de l'aspect agricole à l'aspect industrielle arrivant à l'aspect urbain.

II.3 Accessibilité

La zone du Hamma est l'une des zones les mieux desservies de la capitale, elle s'effectue par le biaie de liaison mécaniques et piétonnes. Elle est accessible par :

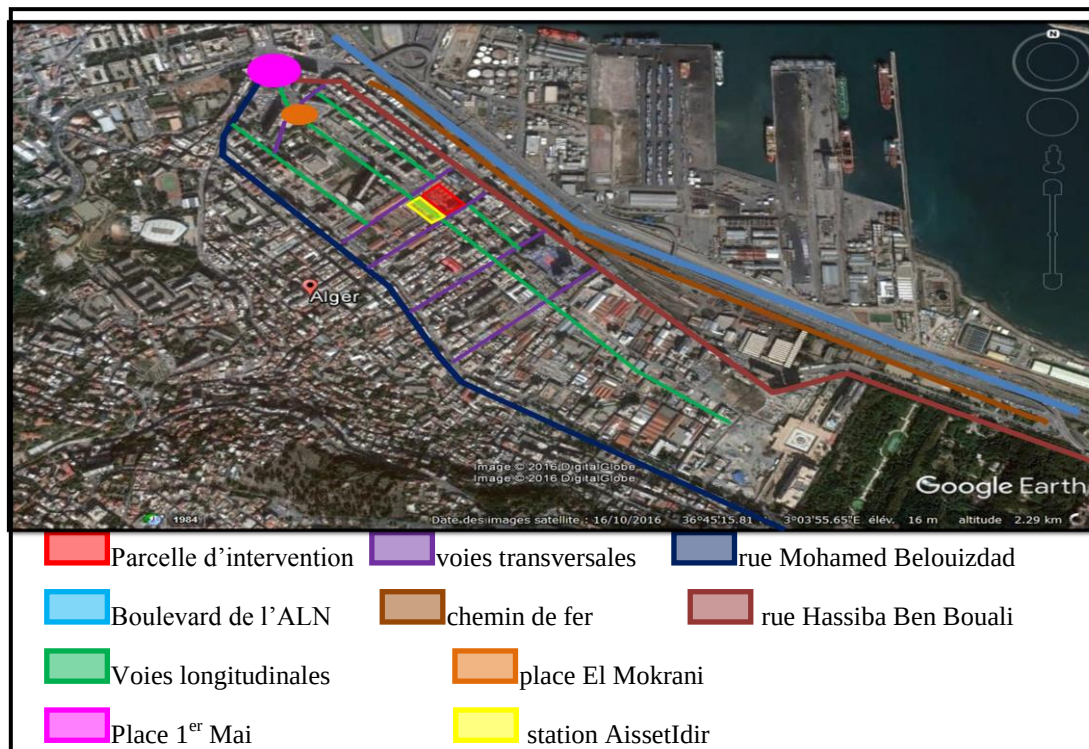


Figure 22 : L'accessibilité au périmètre d'étude

Source : Google earth traitée auteur

⁵Pdeaud'alger 2011

La topographie et relief

Le terrain est approximativement plat, situé au contrebas de l'Aquiba plongeant dans la mer. Le plateau est entre la courbe (2.5 et 20) ne présentant qu'une faible pente d'environ 3%, il est surplombé d'un espace végétal qui s'introduit par le biais du jardin d'essai.

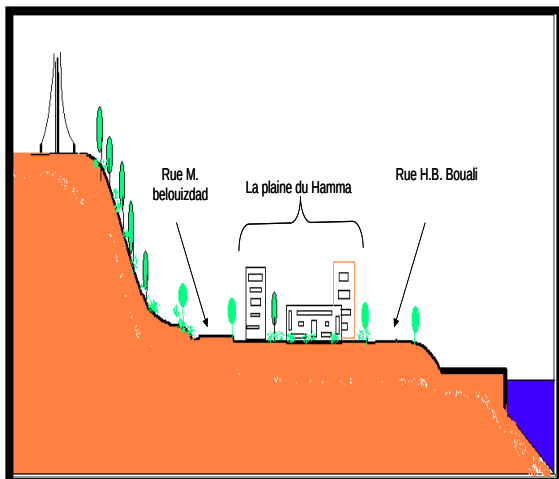


Figure 23 : coupe sur quartier el- Hamma
Source : mémoire fin d'étude ,architecture et culture constructive 2015 /2016

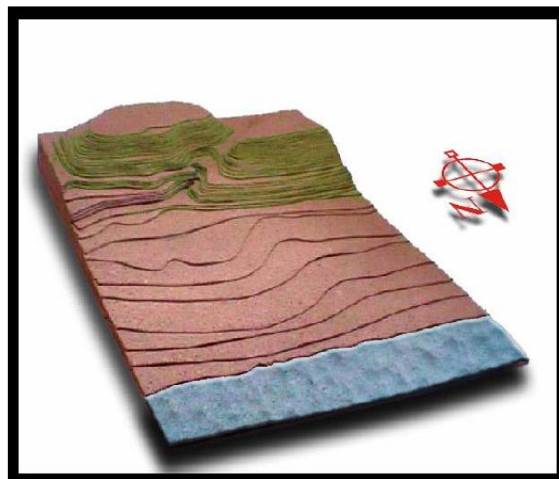


Figure 24: maquette de quartier el-Hamma
Source : mémoire fin d'étude ,architecture et culture constructive 2015/2016

II. 4 Lecture urbaine

II.4.1 Structure de quartier

II.4.1.1 Trame de tissu urbain

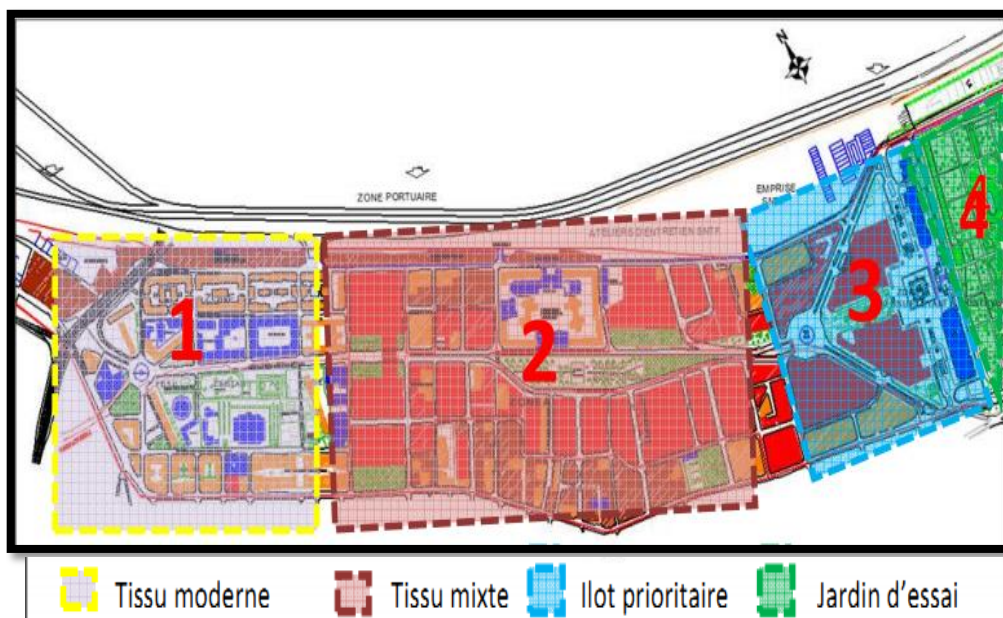


Figure 25 : les différents tissus du quartier EL- HAMMA
Source : POS U31 HAMMA

II.4.1.2 Système parcellaire

le quartier de hamma est structuré selon deux systèmes de parcellaire :

✓ 1^{er} fragment

Les îlots ne sont pas subdivisés en parcelles, donc la trame parcellaire n'existe pas, tel est le cas des grands ensembles, des barres et des HBM. Dans le cas des îlots parcellaires, la forme géométrique est régulière, ou proche du rectangle tel que : les HBM, îlot Belhaffaf et les barres.

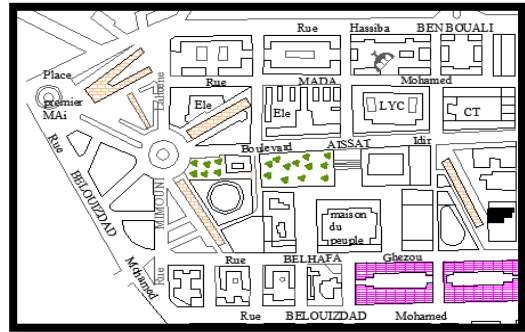


Figure 26 : carte de premier fragment

Source : auteur

✓ 2^{ème} fragment

Les îlots sont subdivisés en parcelles, cette division est dictée par le tracé agricole, et suit une direction préférentielle perpendiculaire aux axes territoriaux Hassiba Ben Bouali et Mohamed Belouizdad.



Figure 27 : carte de deuxième fragment

Source : auteur

II.4.1.3 les îlots

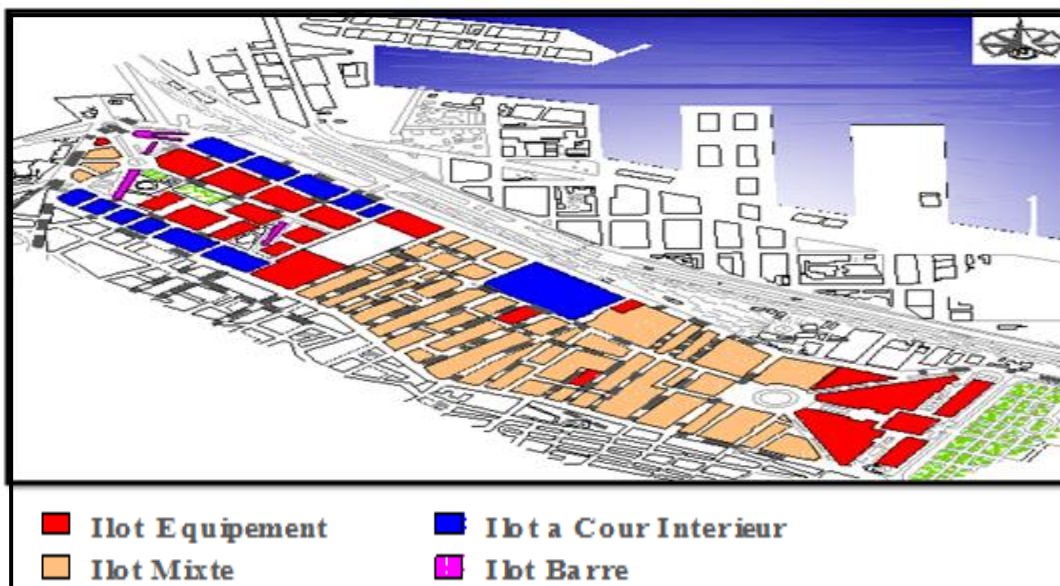


Figure 28: carte des îlots

Source : mémoire fin d'étude ,architecture et culture constructive ,2015/2016

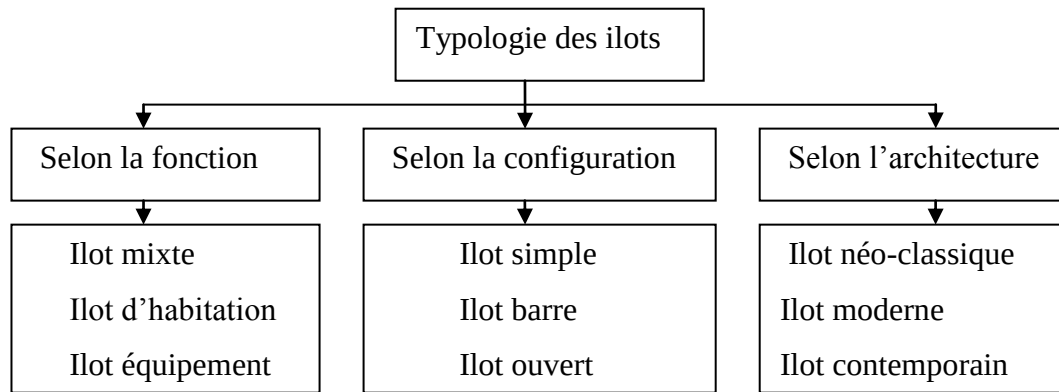


schéma représentant la typologie des ilots

Source : auteur

II.4.1.4 Système viaire

✓ Axe de l'ALN

Elle constitue un axe routier important et offre un très appréciable panorama sur la mer mais constitue elle aussi, un barrage entre notre zone et la mer.



Figure 29: carte d'axe L'ALN

Source : Google earth traitée par l'auteur



Figure 30: photo d'axe L'ALN

Source : auteur

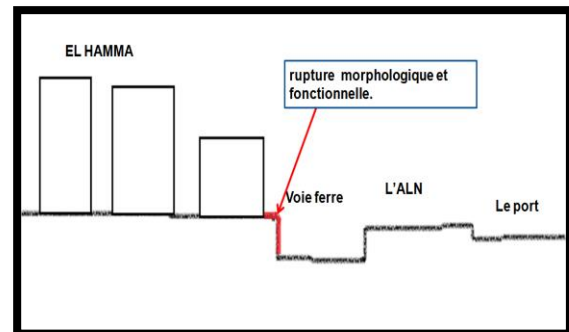


Figure 31: coupe sur l'axe L'ALN

Source : mémoire fin d'étude ,architecture et culture constructive 2015/2016

✓ Boulevard Hassiba Ben Bouali

- Elle est définie en tant qu'axe de transit dynamique entre le territoire et la ville d'Alger
- Voie à flux piéton faible, dépourvue d'une véritable Animation urbaine
- Elle abrite des équipements d'envergures



Figure 32 : carte de boulevard Hassiba Ben Bouali

Source : Google earth traitée par l'auteur



Figure 33 : photo de boulevard Hassiba Ben Bouali
Source : auteur

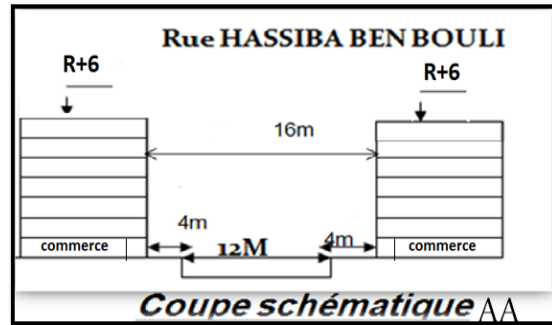


Figure 34: coupe sur le boulevard Hassiba Ben Bouali
Source : mémoire fin d'étude ,architecture et culture constructive 2015/2016

✓ Boulevard Mohamed Belouizdad

C'est l'un des axes principaux du périmètre, le long duquel les premières édifications se sont installées. Il est positionné sur un changement topographique entre la plaine et l'escarpement. Il relie la place du 1er Mai au jardin d'essai. C'est une rue à caractère multifonctionnel.



Figure 35: carte de boulevard M. Belouizdad
Source : Google earth traitée par l'auteur



Figure 36 : carte de boulevard M. Belouizdad
Source : auteur

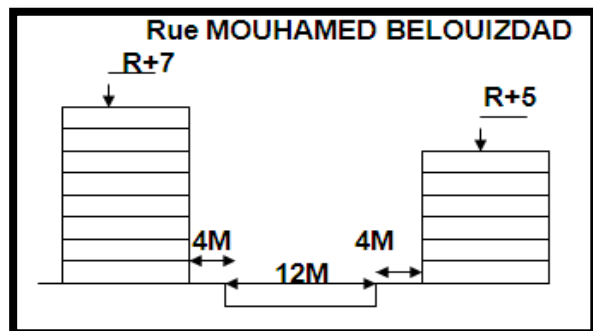


Figure 37 : carte de boulevard M. Belouizdad
Source : mémoire fin d'étude ,architecture et culture constructive 2015/2016

✓ L'axe rochai Boualem

Reliant la place carrée et la place du 1^{er} MAI C'est une rue secondaire mal structurée, et étroite. Voie ponctuée par des activités tertiaires, secondaires nuisantes, et des activités industrielle et quelques habitations.



Figure 38: carte de boulevard M. Belouizdad
Source : Google traitée par l'auteur



Figure 39 : photo de boulevard M.Belouizdad
Source : auteur

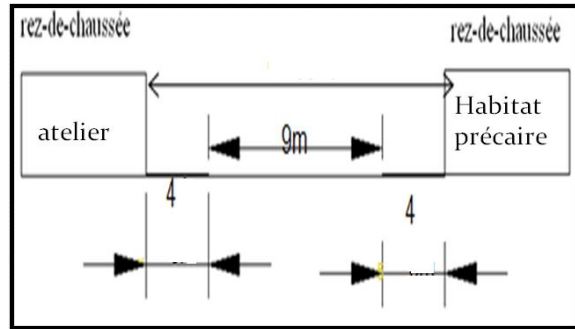


Figure 40 : coupe sur le boulevard M.Belouizdad
Source : mémoire fin d'étude ,architecture et culture constructive 2015/2016

Synthèse

Le réseau de voirie dans la zone est très riche et pourrait assurer une fluidité en terme de circulation mais l'étroitesse des rues ne répond plus à la densité automobile.

II.4.1.5 Schéma de circulation

Le quartier bénéficie d'une circulation mécanique et piétonne plus importante grâce à la présence de la station Aissat Idir et la station de métro.



■ Fréquentation mécanique et piétonne forte.	■ Fréquentation mécanique faible et piétonne forte.
■ Fréquentation mécanique et piétonne faible.	■ Fréquentation piétonne seulement
■ Fréquentation mécanique forte et piétonne faible.	■ Place peu fréquentée.

Figure 41 : schémas de circulation
Source : auteur

Synthèse

- La zone a une bonne accessibilité grâce aux réseaux d'infrastructure.
- Elle souffre d'une mauvaise perméabilité au niveau du quartier lui-même.
- Manque d'accessibilité direct à partir de l'ALN et aussi de la voie ferrée qui rend la zone hermétique.

II.4.1.6 Typologie de bâtis

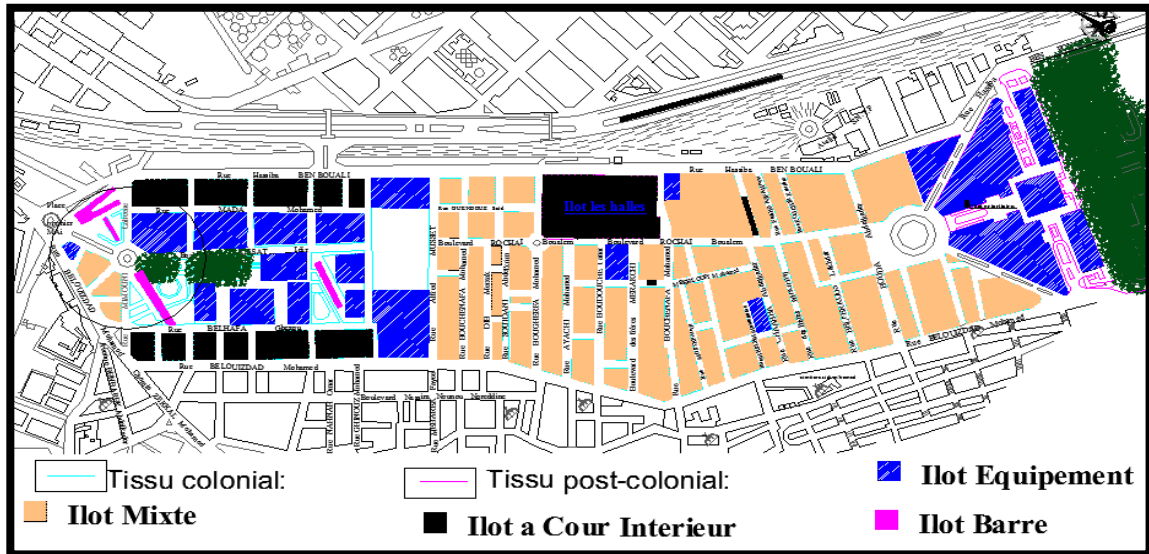


Figure 42 : typologie du bâti du quartier el- Hamma

Source : mémoire fin d'étude ,architecture et culture constructive 2015/2016

II.4.1.7 Lecture des gabarits

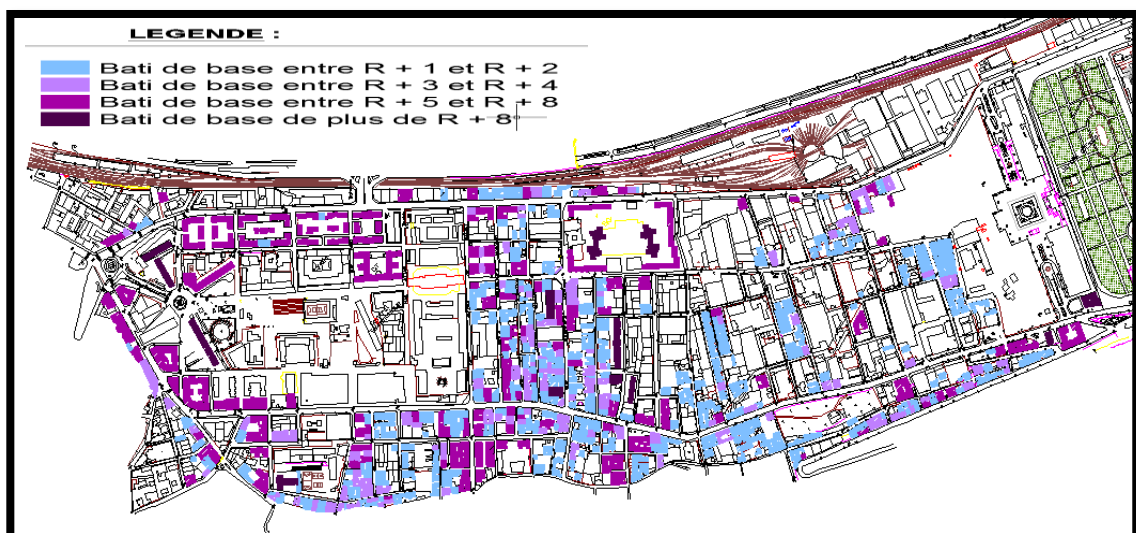


Figure 43 : les différents gabarits du quartier el-Hamma

Source : mémoire fin d'étude ,architecture et culture constructive 2015/2016

II.4.1.8 Etat du bâti



Figure 44 : état du bâti du quartier el-Hamma

Source : Google earth traité par auteur

Synthèse

Cette zone doit subir quelques réhabilitations d'immeubles mais dans la majorité de l'intervention le quartier va subir une restructuration totale.

II.4.2 Image du quartier

II.4.2.1 Les points de repères

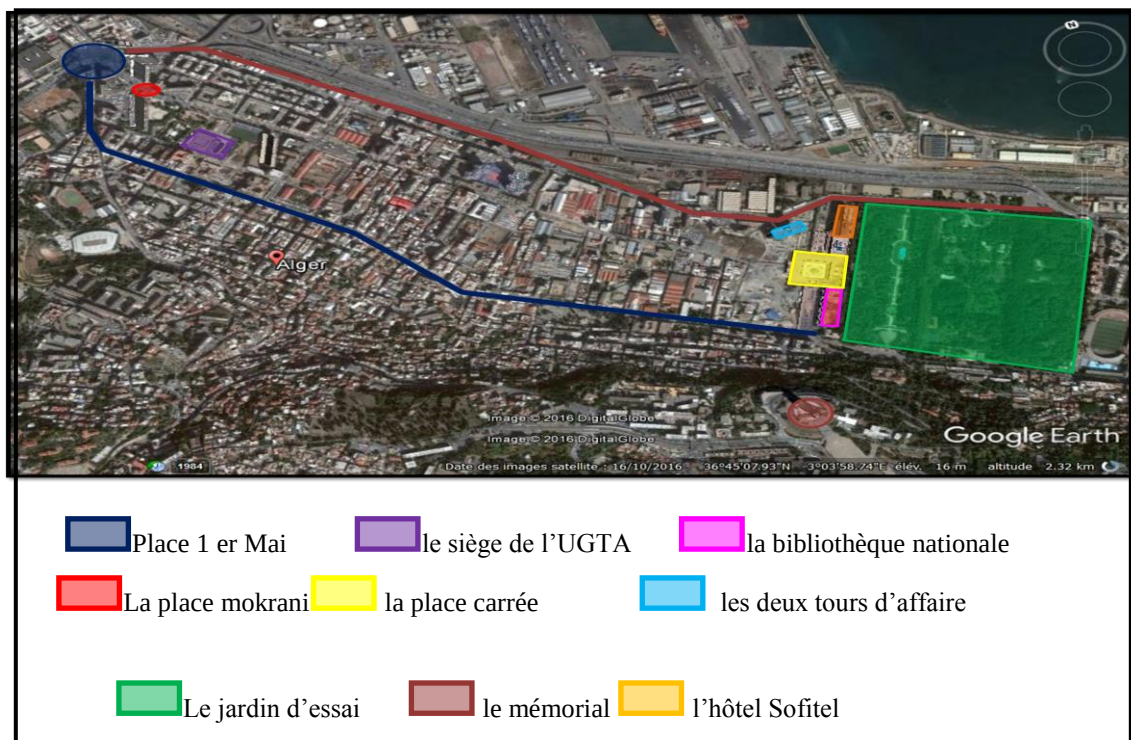


Figure 45 : carte de points de repères

Source : Google Earth traité par auteur



Figure 46: l'hôtel Sofitel

Source : auteur



Figure 47 : la bibliothèque nationale

Source : auteur



Figure 48 : la place carrée

Source : Google earth



Figure 49 : le jardin d'essais

Source : Google image



Figure 50 : le mémorial

Source : auteur



Figure 51: les 2 tours d'affaire

Source : Google image

Synthèse

La zone comporte un nombre d'éléments singuliers qui aident à s'orienter.

II.4.2.2 Les places et nœuds

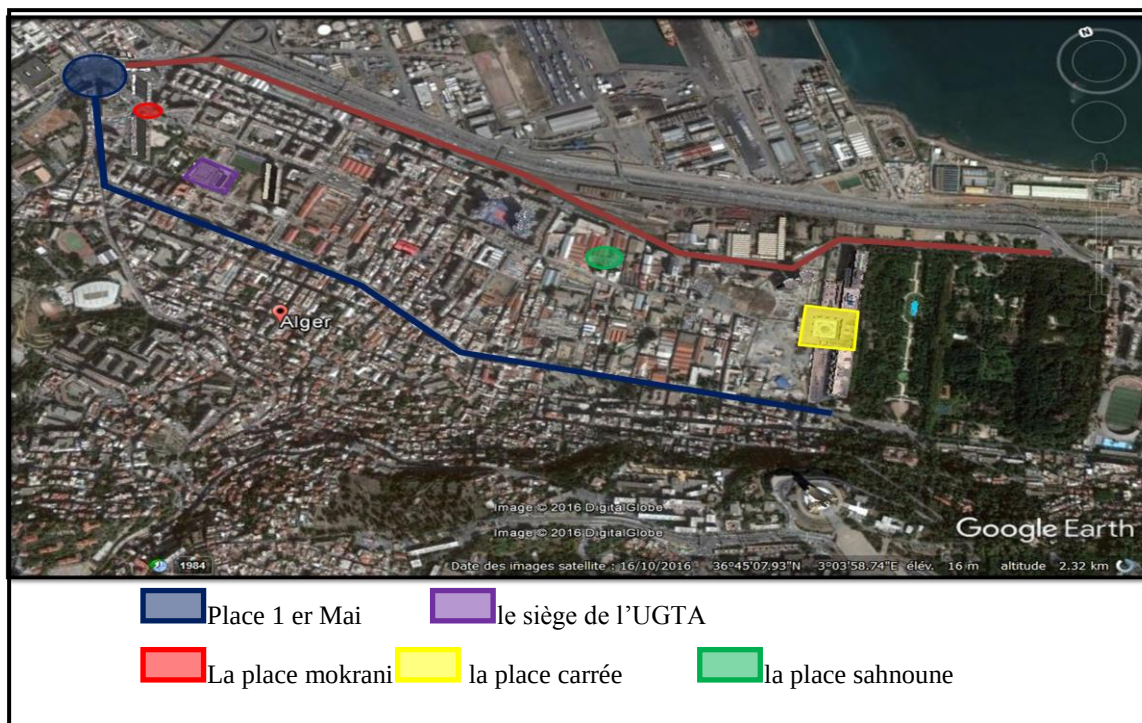


Figure52 : carte de points de repères

Source : Google Earth traité par auteur



Place 1 er Mai



Place sahnoun



Place Mokrani



Place carrée

Place	Forme	Dimension	Mobilier	Activité	Gabarit
1 ^{er} Mai	Ronde	D=34m	Jardin placette	Commerce	R+4 à R+15
El Mokrani	Ronde	D=60m	placette	Habitat Commerce	R+7 à R+15
UGTA	Rectangulaire	40*60m ²	Bancs encastrant	Administration Education	R+5 à R+7
Sahnoune	Hexagonale	30*30m ²	Aucun	Habitat Commerce	R+5 à R+7
Carrée	Carrée	96*96m ²	Jet d'eau	Hôtel Bibliothèque	R+4 à R+10

Tableau 5 : des places leurs situations et caractéristiques

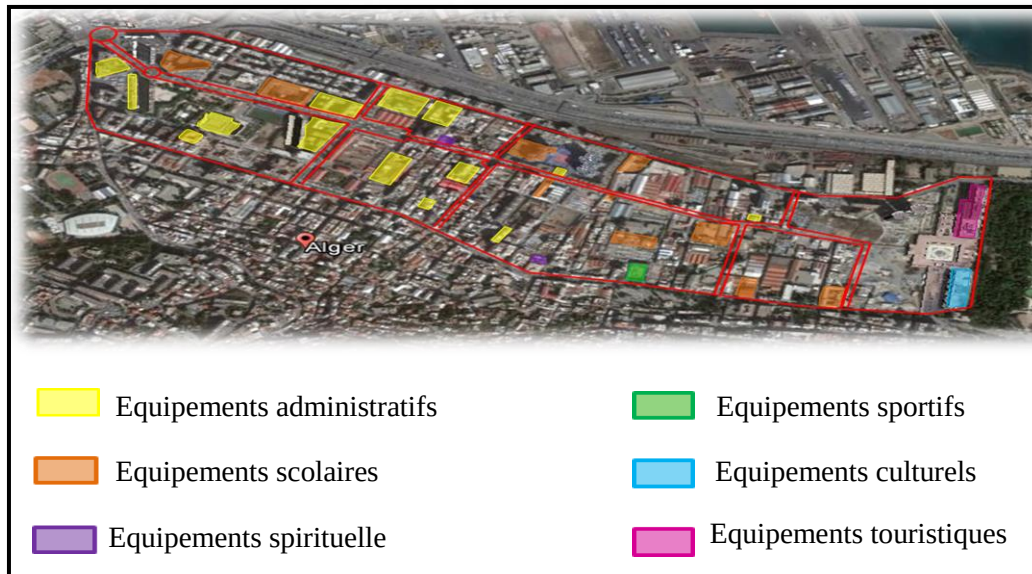
Source : auteur

Synthèse

D'après l'analyse des différents nœuds, nous trouvons un manque de dynamisme et d'animation à part la place 1er mai qui démontre un peu ce traitement et cet aménagement.

Pour tous les autres nœuds ils sont réduit en simple carrefour: aucun aménagement ni animation n'est prévu.

II.4.2.3 Les équipements et activités

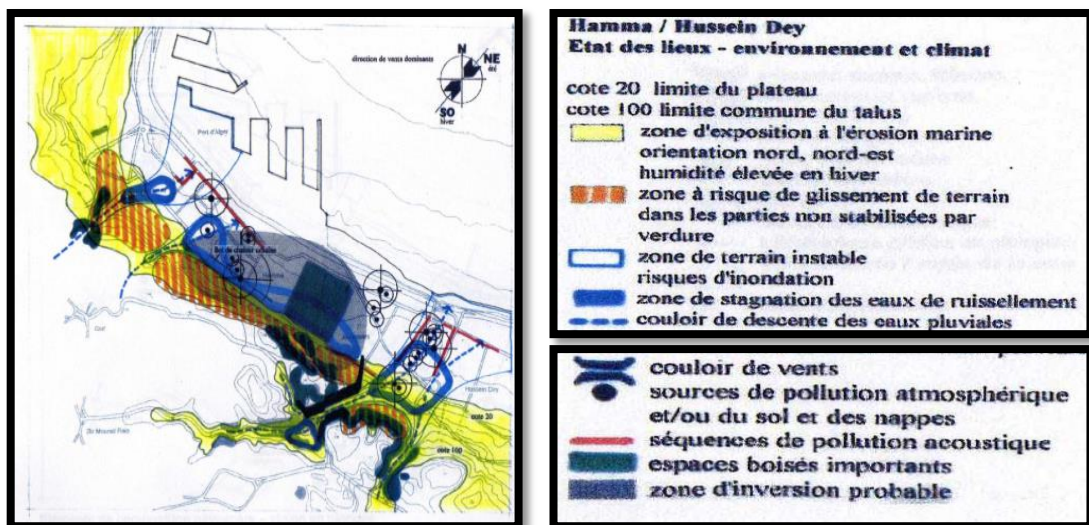
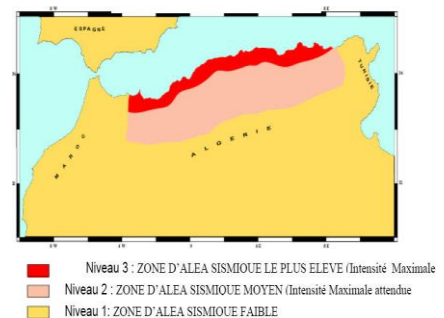


II.5 Lecture environnementale

II.5.1 Les risques majeurs

II.5.1.1 Sismicité

Le zonage effectué indique que la région d'Alger est l'une des régions les plus menacées vu qu'elle a subi des séismes importants.



II.5.1.2 Risques sanitaires

Propagation microbiologique accidentelle, matière toxiques.

II.5.1 .3 Les risques de glissement

Une partie des sols marneux et argileux du talus, favorables a l'érosion hydrique et éolienne, présente une sensibilité accrue aux variations d'humidité. Cette sensibilité entraine une diminution de la résistance mécanique et favorise la pénétration des eaux pluviales avec résurgence au pied du talus, ce qui accentue l'instabilité et accroît les risques de glissement.

II.5.1.4 Risques d'inondations et stagnations des eaux

Trois couloirs de descente des eaux pluviales se terminent sur le plateau par des zones d'inondations probables, et en bas des talus par des zones à risque de stagnation d'eaux de ruissellement.⁶

Synthèse

La nécessité d'orientations sur le système de drainage et renforcement des pentes (CES, COS, gabarits autorisées en relations avec les technique de fondation conseillées) et la typologie du bâti en relation avec les risques sismique existant dans la zone.

Des dispositions doivent être prises pour les zones à risque de glissement, d'éboulement sur les talus, les zones d'inondations probables et celles a sol instable.

II.5.2 Géotechnique du sol

La zone d'étude possède un sol assez hétérogène, il est constitué de marnes argileuses avec concrétions calcaires dans la partie supérieur du relief, et des alluvions dans la partie de la plaine, ces 2 zones sont démarquées par la courbe de niveau 20m. La nappe phréatique est omniprésente sur la partie basse du terrain.

II.5.3 Relief naturel

La ligne des crêtes qui domine le site offre 5 points culminants correspondant à l'implantation des grands équipements structurants :

Le monument des martyrs, village des artistes, promontoire des Annassers, palais de la culture, complexe des ministères.

⁶Pdau 2011



Figure 56 : vue sur jardin d'essai
Source : <http://www.alger-city.com>



Figure 57 : vue sur le mémorial
Source : <http://www.alger-city.com>



Figure 58: vue sur le relief
Source : <http://www.alger-city.com>

✓ Le jardin d'essai

Avec une surface de 30 ha il constitue une coupure verte agréable entre le quartier d'el Hamma et des Annassers, il constitue un élément de la façade urbaine d'Alger ; il est la plus importante percée vertes vers la baie d'Alger.



Figure 59 : jardin d'essai

Source : <http://www.alger-city.com/tourisme/que-visiter/jardin-d-essai>

✓ Les points de vue

Nous distinguons les points de vue suivants:

A partir du mémorial En empruntant le téléphérique

On a une vue sur toute la ville d'Alger y compris notre air d'étude.

Nous avons une vue d'ensemble sur le quartier d'El hamma en empruntant le téléphérique



Figure 60 : les points de vue depuis le mémorial sur la ville
Source : <http://www.alger-city.com>

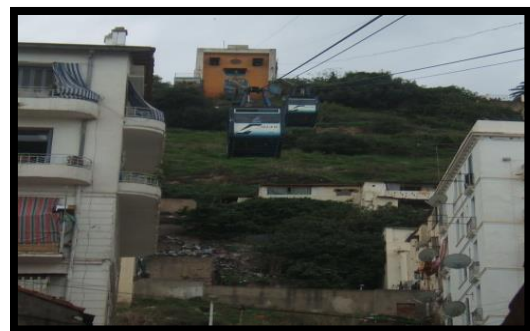


Figure 61: les points de vue depuis le mémorial sur la ville
Source : auteur

✓ En empruntant le téléphérique



Figure 62: la mer

Source : auteur



Figure 63: la falaise

Source : auteur

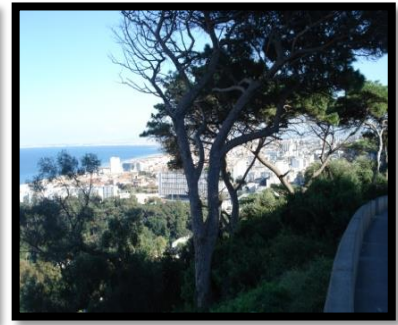


Figure 64 : la falaise

Source : auteur

Synthèse

Le site d'el-hamma est riche en potentialités paysagère qu'il faut exploiter et mettre en valeur.

Le jardin d'essai étant un élément très fort de composition du périmètre du fait de sa nature et de son étendue spatiale, il n'est pas à exclure qu'il deviendra l'un des points important de la composition spatiale.

II.6 Les documents réglementaires et graphiques

II.6.1 La proposition du CNERU :

En 1984, le CNERU organise un concours pour l'aménagement du Hamma, dans l'îlot prioritaire près du Jardin d'Essai.

Le schéma d'aménagement général de la zone prévoit trois variantes :

- ✓ Un grand boulevard central bordé d'équipements reliant la Place du 1^{er} Mai au Jardin d'Essai, avec le percement de l'îlot de l'Arsenal ; l'îlot prioritaire, qui suit un tracé triangulaire en réponse au tracé de la Place du 1er Mai, constitue l'aboutissement de cet axe du côté du Jardin d'Essai.
- ✓ Un axe polyfonctionnel (équipements, commerces, logements, bureaux) le long de la rue Belouizdad
- ✓ Un axe de transit le long de la rue Hassiba Ben Bouali, support d'activités annexes aux grands équipements

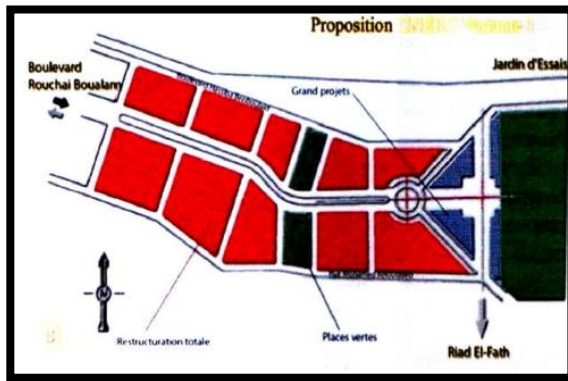


Figure 65: Variante 1

Source : CNERU 2001

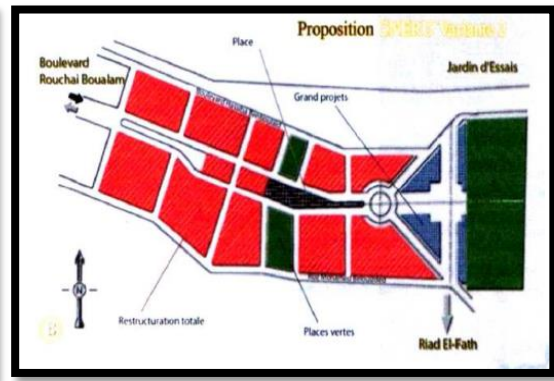


Figure 66: Variante 2

Source : CNERU 2001

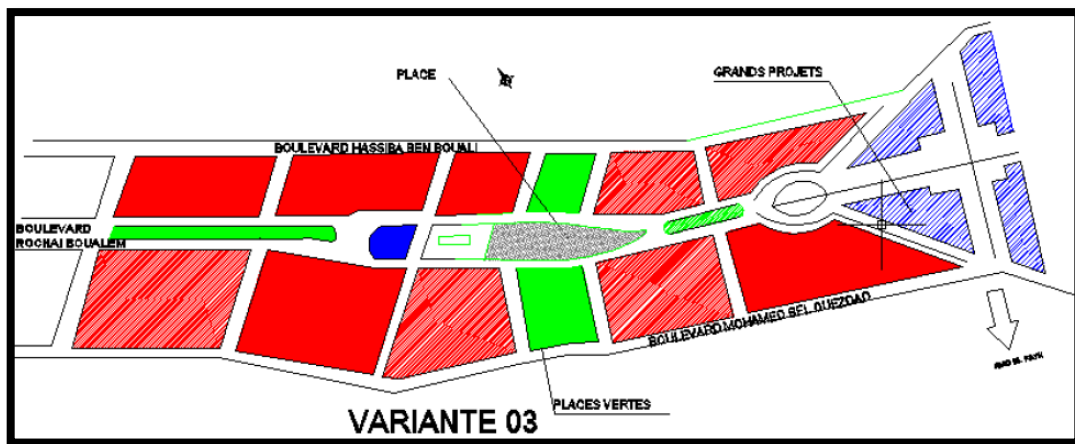


Figure 67 : Variante 3

Source : CNERU 2001

II.6.2 Les recommandations du CNERU:

- ✓ Respecter l'alignement au niveau des axes principaux et secondaires.
- ✓ Favoriser les axes piétons au niveau de leur intersection avec les axes mécaniques par un traitement spécifique au sol.
- ✓ Traitement d'angle au niveau des nœuds afin de créer des séquences visuelles.
- ✓ C.E.S=0.8, COS=3.5 à 6.5.
- ✓ Intégration des locaux techniques aux bâtiments.
- ✓ Création des parkings sous terrain dans les édifices publics et les aires des stationnements.
- ✓ Le respect des aménagements extérieurs (places...).
- ✓ Le respect des différents gabarits proposés

II.6.3 POS U31 du quartier :

Le plan d'occupation des sols U 31 hamma hussein dey fixe les objectifs suivants :

- ✓ La concrétisation des orientations du PDAU d'Alger visant à rehausser l'image de la Capitale par le développement d'une centralité à l'Est d'Alger.

- ✓ La réappropriation de l'espace constituant le futur hyper centre après la délocalisation des activités nuisances et non compatibles, occupant une emprise importante du tissu.
- ✓ Le renforcement et la mise en valeur de la façade maritime qui s'étend du 1er Mai à la côte rouge.
- ✓ L'amélioration du cadre de vie des différents quartiers par la création d'espaces libres et de loisirs (places, jardins...)

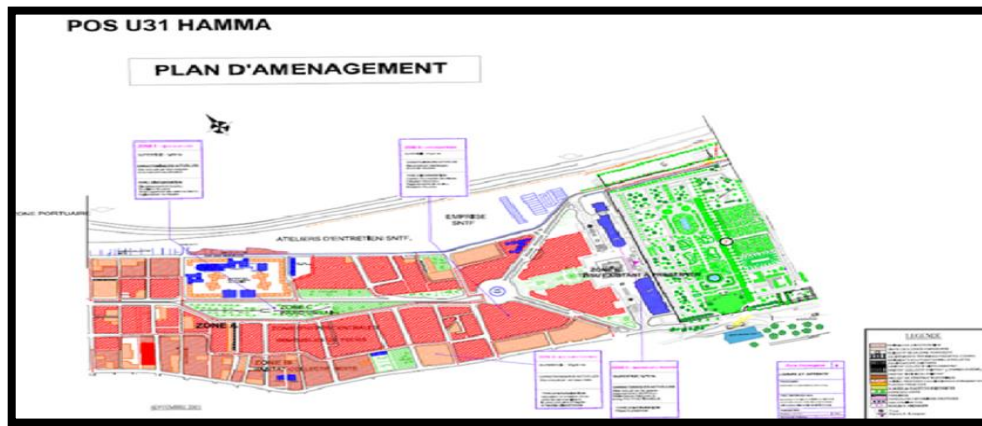


Figure 68: Plan d'aménagement du POS U31 HAMMA.

Source : CNERU

II.6.4 La proposition du G.P.U :

- ✓ La restructuration du quartier hamma-hussein dey et la récupération des friches industrielles.
- ✓ La résorption de l'habitat précaire et la requalification des grands ensembles coloniaux.
- ✓ Le réaménagement du front de mer.
- ✓ Aménagement des espaces centraux et réhabilitation, rénovation et restructuration des périphéries.
- ✓ Engager des opérations de relogement avec l'implication des propriétaires⁷

II.7 Le statut juridique du foncier

Nom du quartier	Statu juridique de foncier			
Hamma	45	33	90	67

Tableau 6 :le statut juridique du foncier

Source : auteur

⁷Pos U 31

Communes	Quartiers	Terrains libres	Terrains à libérer	Surface foncière
Belouizdad	El hamma	77220m ²	41 hangars 67 activités	24780m ² 62558m ²

Tableau7 : les surfaces libres et le nombre du terrain à libérer

Source : auteur

Figure 69 : carte du foncier
Source : auteurFoncier public : 67%
Foncier privé : 33%

Synthèse

D'après notre analyse on déduit :

Potentialités

- ✓ la position centrale par rapport à la ville et la baie d'Alger
- ✓ avantages topographique (terrain relativement plat)
- ✓ présence d'équipements tel que ; le métro d'Alger, le siège de l'UGTA
- ✓ richesse de l'héritage historique (diversité des styles architecturaux)

Carences

- ✓ Rupture entre le port et la ville
- ✓ Accessibilité insuffisante à partir de du boulevard ALN
- ✓ Manque de mobiliers urbain, problème de pollution, bruit urbain et dégradation du bâti
- ✓ Le réseau des voiries est très riche et pourrait faciliter le déplacement, mais l'étroitesse des rues ne répond pas à la densité du parc automobile
- ✓ Manque d'animation et d'espaces de loisir et d'espaces verts à l'échelle du quartier

III. Présentation de l'assiette d'intervention

Notre site d'intervention c'est la parcelle de hangars située en bordure de la station de bus à la bouche de métro Aisset Idir et à l'ex cdm au quartier du Hamma

III.1 Accessibilité



Figure 70: carte du Hamma
Source : Google earth traitée par auteur



Figure 71 : accès au site d'intervention
Source : Google earth traité par auteur

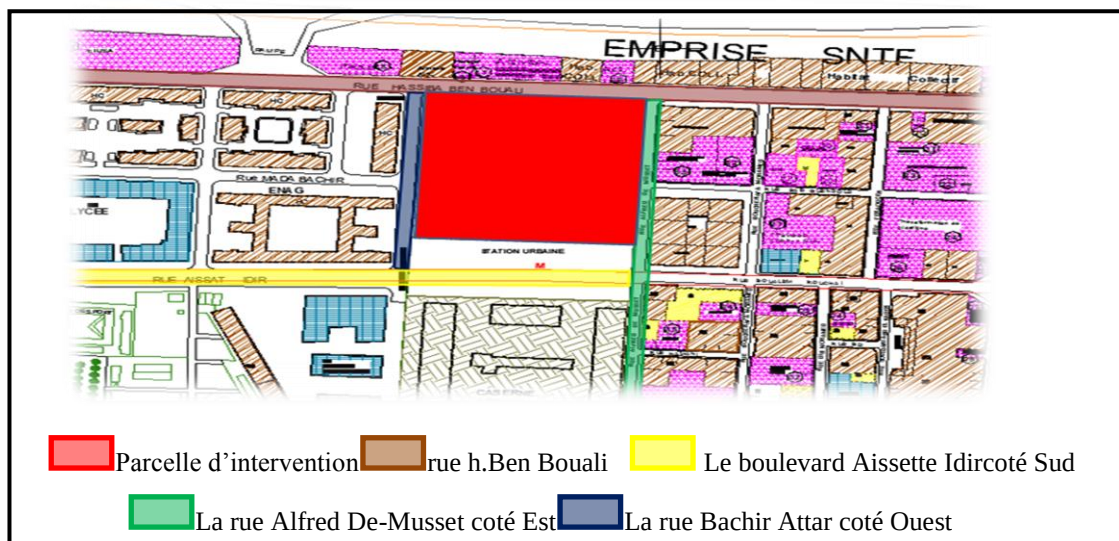


Figure 72: accès au site d'intervention
Source : auteur

✓ L'axe AissatIdir

La rue Aissat Idir est délimitée par la place EL Mokrani et ponctuée par la place de l'UGTA. Bien qu'elle soit large elle reste néanmoins pauvre en animation.



Figure 73 : l'axe AissatIdir
Source : auteur

✓ La rue Alfred Musset

relie la rue Belouizdad à la rue HB Elle est plutôt résidentielle mais longe la maison de la presse et l'Arsenal.



Figure 74: l'axe Alfred De Musset
Source : auteur

Topographie

Notre site est approximativement plat

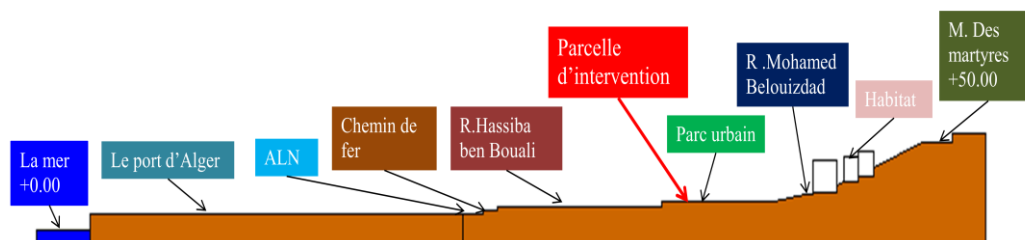
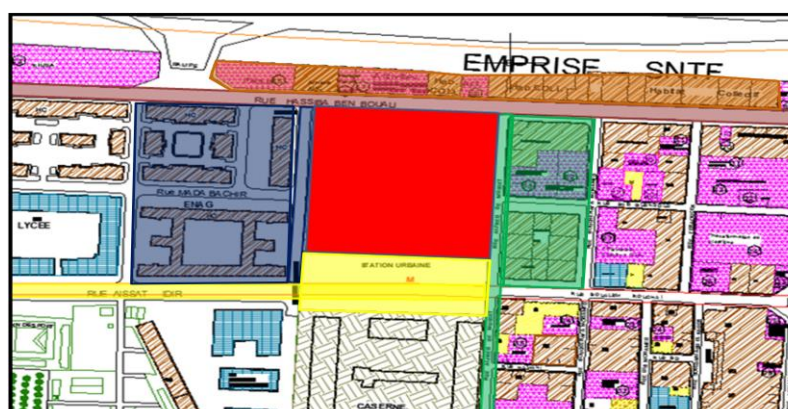


Figure 75 : coupe schématique sur le site d'intervention

Source : auteur

II.2 Limites et environnement immédiat



- habitat collectif
- La cité d'habitation à l'Est
- La cité HLM à l'Ouest
- La gare AISSAT IDIR et la station de bus au sud

Figure 76 : carte des limites

Source : auteur



Figure 77 : cité HLM
Source : photos prise par l'auteur



Figure 78 : parcelle d'intervention
Source : photos prise par l'auteur



Figure 79 : cité d'habitation
Source : photos prise par l'auteur

III.3 Forme et dimensions

Forme de terrain : forme rectangulaire.

Surface 1.5 ha

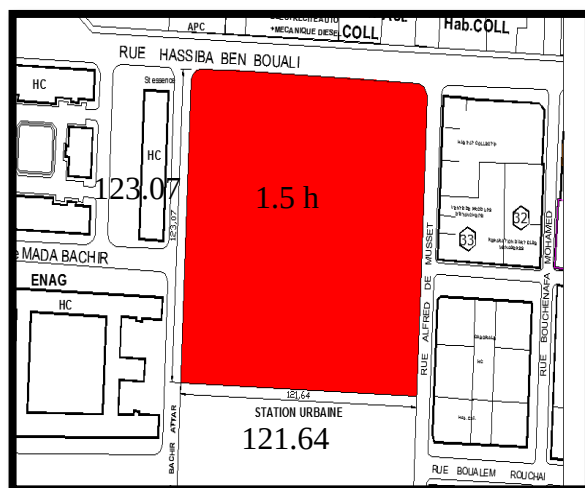


Figure80 : forme et dimension

Source : auteur

III.4 Exposition au vent

→ Les vents dominants frais d'été

→ Les vents dominants chauds d'hiver

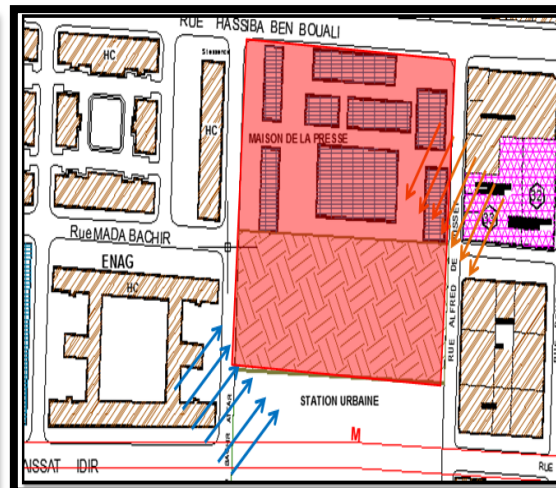


Figure 81: exposition aux vents

Source : auteur

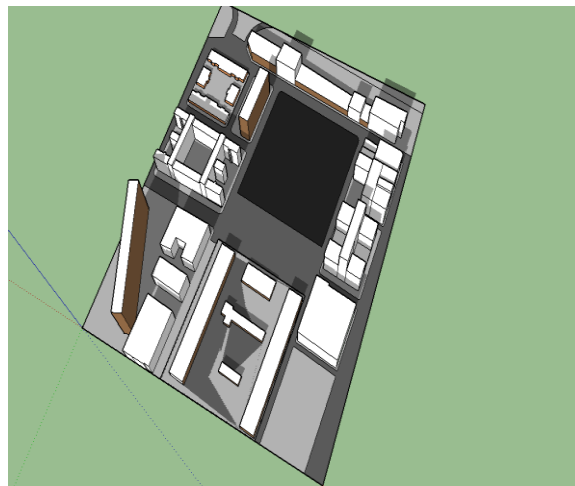
III.5 Ensoleillement

III.5.1 En hiver



Figures 82: le 21 decembre(08.00h)

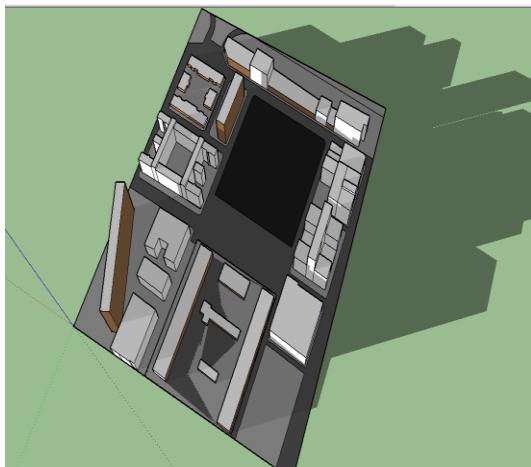
Source : auteur



Figures 83: le 21 decembre(12.00h)

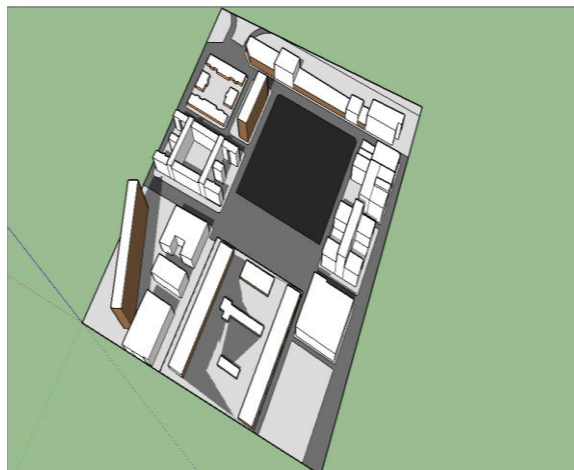
Source : auteur

III.5.2 En printemps et automne



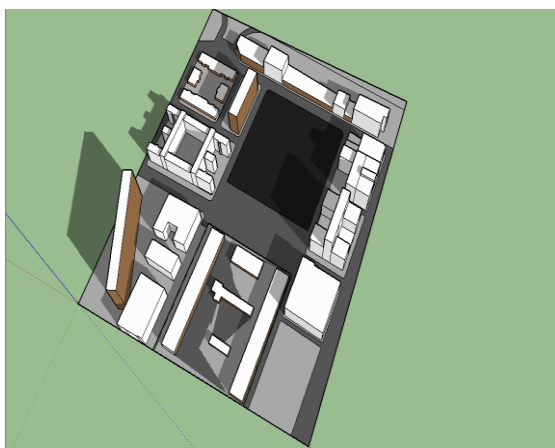
Figures 84: le 21 decembre (16.00h)

Source : auteur



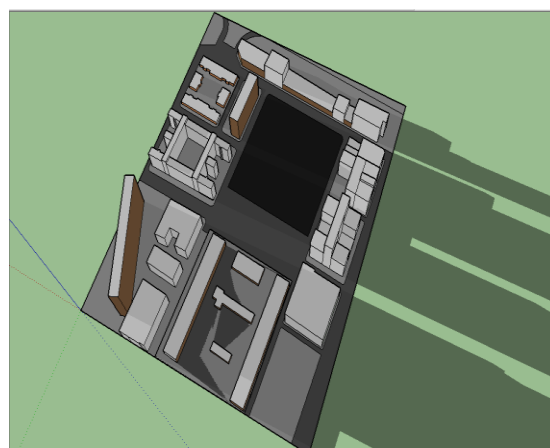
Figures 86 :le21 mars(12.00h)

Source : auteur



Figures 85 : le 21 mars(08.00h)

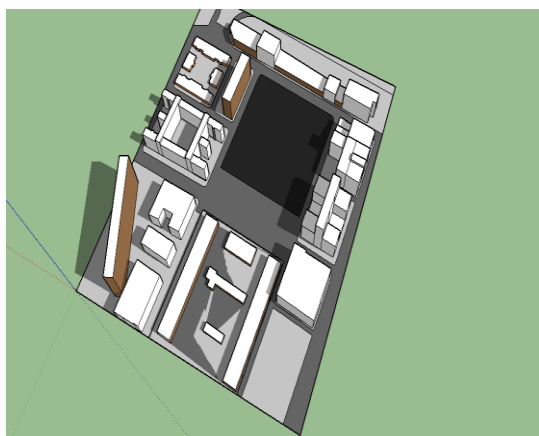
Source : auteur



Figures87 : le 21 mars17.30h)

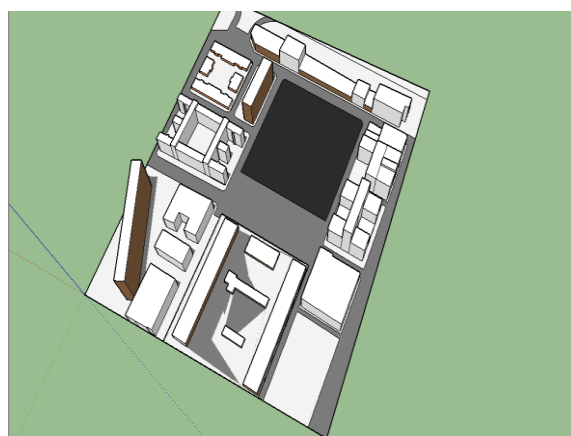
Source : auteur

III.5.3 En été



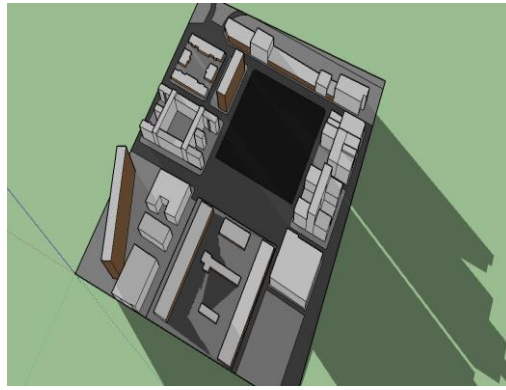
Figures 88: le 21juin (08.00)

Source : auteur



Figures 89 : le 21juin (12.00)

Source : auteur



Figures 90: le 21juin (18.30h)

Source : auteur

Synthese

Notre site est mal ensoleillé durant la période du matin et le soir du à la présences de gabarits importants mais il est bien ensoleillé durant la période du midi donc il est nécessaire de réfléchir a des solutions architecturales bioclimatiques adéquates.

L'orientation sud est la plus intéressante du point de vu bioclimatique, elle est plus facile a maitriser : en hiver l'ensoleillement est maximale et en été est minimal donc il est facile de s'en protéger par un simple masque horizontal.

Conclusion

Potentialités

- ✓ Sa situation dans un quartier polyfonctionnel
- ✓ Sa bonne accessibilité
- ✓ Sa morphologie (plat)
- ✓ Sa position à proximité de la station de métro et de bus

Carences

- ✓ Sa proximité de la station de bus ce qui provoque des nuisances sonore
- ✓ La présence de bâtiments (gabarit plus de R+7) comme des masques physiques (création des zones d'ombre).
- ✓ Absence de végétation

Conclusion

Ce chapitre nous a permet de bien connaitre notre contexte d'étude après avoir comprendre l'évolution et le developpemnt de la ville, aussi permet de retirer les potentialités et les carences qu'on doit prendre en considération dans notre projet.

Introduction

L'importance de l'approche thématique réside dans le fait qu'elle représente une source de compréhension de l'évolution et de développement du thème d'inspiration. Elle permet de véhiculer à travers un édifice tout un langage symbolique lié au lieu et au contexte. Aussi elle consiste à définir le thème pour mieux le cerner ; étudier son émergence et sa genèse afin de connaître son impact et son évolution à travers l'histoire ; aussi de donner les composantes essentielles (fonctionnelles, sociales et économiques) de l'équipement afin d'élaborer un système de concepts pour concevoir le projet architectural. Il s'agit du passage de considérations théoriques vers des concepts opératoires.

II.1 Le développement durable, écologie, agriculture

- ✓ Selon Ignacy Sachs : le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs.
- ✓ Selon le rapport Brundtland : Le développement durable est un développement endogène et dépendant de ses propres forces, soumises à la logique des besoins de la population entière, conscient de sa dimension écologiques et recherchant une harmonie entre l'homme et la nature.

L'écologie : dans le champ scientifique le terme écologie désigne la science qui se donne pour objet les relations des êtres vivants (animaux, végétaux, micro- organisme...etc.) avec leur habitat et l'environnement, ainsi qu'avec les autres êtres vivants.¹

L'agriculture : est un processus par lequel les êtres humains aménagent leurs écosystèmes pour satisfaire les besoins alimentaires en premier et autres de leurs sociétés.²

II.2 Définitions

Avant d'entamer le thème on va donner quelques définitions des thèmes qui sont en relation avec ce dernier :

✓ **Le confort**

Le confort désigne de manière générale les situations où les gestes et les positions du corps humain sont ressentis comme agréable (état de bien être) ou excluant le non agréable ; où et quand le corps humain n'a pas d'efforts à faire pour se sentir bien.

Le confort est un sentiment de bien-être qui a une triple origine physique, fonctionnelle et psychique.³

¹ Dictionnaire Larousse

² Marc Dufumier, ingénieur agronome, Institut national agronomique Paris-Grignon radiofrance.fr

Introduction

L'importance de l'approche thématique réside dans le fait qu'elle représente une source de compréhension de l'évolution et de développement du thème d'inspiration. Elle permet de véhiculer à travers un édifice tout un langage symbolique lié au lieu et au contexte. Aussi elle consiste à définir le thème pour mieux le cerner ; étudier son émergence et sa genèse afin de connaître son impact et son évolution à travers l'histoire ; aussi de donner les composantes essentielles (fonctionnelles, sociales et économiques) de l'équipement afin d'élaborer un système de concepts pour concevoir le projet architectural. Il s'agit du passage de considérations théoriques vers des concepts opératoires.

II.1 Le développement durable, écologie, agriculture

- ✓ Selon Ignacy Sachs : le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs.
- ✓ Selon le rapport Brundtland : Le développement durable est un développement endogène et dépendant de ses propres forces, soumises à la logique des besoins de la population entière, conscient de sa dimension écologiques et recherchant une harmonie entre l'homme et la nature.

L'écologie : dans le champ scientifique le terme écologie désigne la science qui se donne pour objet les relations des êtres vivants (animaux, végétaux, micro- organisme...etc.) avec leur habitat et l'environnement, ainsi qu'avec les autres êtres vivants.¹

L'agriculture : est un processus par lequel les êtres humains aménagent leurs écosystèmes pour satisfaire les besoins alimentaires en premier et autres de leurs sociétés.²

II.2 Définitions

Avant d'entamer le thème on va donner quelques définitions des thèmes qui sont en relation avec ce dernier :

✓ Le confort

Le confort désigne de manière générale les situations où les gestes et les positions du corps humain sont ressentis comme agréable (état de bien être) ou excluant le non agréable ; où et quand le corps humain n'a pas d'efforts à faire pour se sentir bien.

Le confort est un sentiment de bien-être qui a une triple origine physique, fonctionnelle et psychique.³

¹ Dictionnaire Larousse

² Marc Dufumier, ingénieur agronome, Institut national agronomique Paris-Grignon radiofrance.fr

Tranquillité psychologique, intellectuelle, morale obtenu par le rejet de toute préoccupation.⁴

✓ **L'environnement**

L'environnement, est un ensemble des éléments biotiques ou abiotiques qui entourent un individu ou une espèce et dont certains contribuent directement à subvenir à ses besoins. Ensemble des conditions naturelles et culturelles susceptibles d'agir sur les organisations vivants et les activités humaines.

Le sujet « centre de développement et de promotion de l'agriculture urbaine » fait référence à un certain nombre de concept à savoir : l'économie, l'échange, consommation, production, commerce.

✓ **L'économie**

Est une activité humaine qui consiste en la production, la distribution, l'échange et la consommation de biens et de services. C'est le concept étudié par les sciences économiques celles-ci prenant appui sur des théories économiques, et sur la gestion pour sa mise en pratique.⁵

✓ **L'échange**

Est un acte entre deux parties et des échanges désigne des relations entre des personnes physiques, des organisations, et des états.⁶

Commerce, opération commerciale entre plusieurs pays.⁷

✓ **Consommation**

Caractérise l'acte d'un agent économique (le consommateur) qui utilise (consommation finale) ou transforme (consommation intermédiaire) des biens et services. Cette utilisation ou transformation provoque la destruction immédiate (biens non durable) des éléments consommés. D'un point de vue général, la consommation (destructrice de valeur) s'oppose à la production (créatrice de valeur)

De nombreux paramètres conditionnent les actes de consommation :

1. Pouvoir d'achat, niveau des prix, usage des groupes sociaux, contraintes de la vie collective, accès en marché, réglementation
2. Offre des fournisseurs, effets de la concurrence.

³Gustave Nicolas Fischer, Jacqueline C. Vischer (1997) *L'évaluation des environnements de travail : la méthode diagnostique* ; De Boeck Supérieur, Presse de l'Université de Montréal, 260 p (Extraits avec Google Book

⁴ Dictionnaire la rousse

⁵Marshall 1879, p. 2Jevons 1879, p. xiv

⁶François Athané, Pour une histoire naturelle du don, PUF, 2011

⁷ Dictionnaire Larousse

✓ Production

La production est l'activité socialement organisée exercée par une unité institutionnelle qui combine les facteurs de production afin de transformer les consommations intermédiaires en biens ou en services échangés sur le marché ou obtenu à partir de facteurs de production s'échangeant sur le marché.

Ensembles de moyens qui aboutissent à la création d'un bien nouveaux ou d'un service.⁸

✓ Commerce

C'est l'activité économique d'achat et de revente de biens et de service⁹, en particulier l'achat dans le but de revendre avec un profit ou un bénéfice.¹⁰

II.3L'agriculture en milieu urbain et aspects techniques

L'agriculture urbaine désigne à la fois un ensemble d'activités agricoles pratiquées en milieu urbain, un mouvement citoyen de réappropriation de l'espace urbain à des fins alimentaires et un outil de développement durable pour les collectivités. Dans les pays en développement, elle constitue souvent une stratégie de subsistance alimentaire des ménages en situation de pauvreté alors qu'elle constitue davantage, dans les pays développés, une revendication citoyenne en faveur d'un meilleur accès à une saine alimentation et à des milieux de vie de qualité.

C'est l'une des solutions proposés et recommandé par l'ONU et la FAO pour faire face aux besoins de sécurité alimentaire aux défis de l'urbanisation et de la périurbanisation, notamment dans les villes pauvres.

II.3.1 Les objectifs de l'agriculture urbaine

Économiques et alimentaires directs, éventuellement de survie dans les pays les plus pauvres ; cette agriculture constitue par ailleurs parfois un des moyens de résolution de problèmes posés par la gestion de certains déchets urbains.

Outre, une vente directe intéressante pour l'agriculteur et le citoyen, les fonctions sociales ou pédagogiques sont valorisées dans les pays dits développés. Il existe ainsi des fermes pédagogiques ou faisant travailler des handicapés ; l'objectif de production y existe, mais est secondaire.¹¹

⁸ Dictionnaire la rousse

⁹ Cahier de l'OCDE sur le commerce des marchandises et des services

¹⁰ Code de commerce (France) Art. L. 110-1. Définition

¹¹ Mémoire fin d'étude, architecture ville et patrimoine, requalification et projet urbain El Marsa d'Alger, du littoral à la ferme agricole, 2015/2016

II.3.2 La ferme verticale

La notion de ferme verticale regroupe divers concepts fondées sur l'idée de cultiver des quantités significatives de produits alimentaires dans des tours, parfois ou structure verticales, de manière à produire plus sur une faible emprise au sol, éventuellement en ville pour répondre à des besoins de proximité.

II.3.2.1 Les objectifs des fermes verticales

- ✓ une solution possible aux problèmes de faim dans le monde tout en créant des emplois locaux et en fournissant des produits frais à la population locale.
- ✓ une solution pour répondre au manque de terres cultivables.
- ✓ un moyen de recycler certains déchets organiques, solides ou liquides
- ✓ un moyen de diminuer l'empreinte écologique d'un quartier
- ✓ une contribution à l'amélioration de la qualité de l'air urbain.
- ✓ une diminution des contributions de l'agriculture aux changements climatiques
- ✓ un moyen de diminuer les consommations d'eau par l'agriculture.
- ✓ un moyen de diminuer le risque sanitaire.
- ✓ un moyen de contribuer à protéger la biodiversité.¹²

II.3.2.2 Les techniques utilisées dans la ferme urbaine

Une des similarités dans tous les projets de fermes verticale est la culture en étage. L'obligation d'atteindre une densité des cultures compatible avec une implantation urbaine permet de créer une architecture sur plusieurs étages et d'imaginer une agriculture innovante.

II.3.2.2.1 L'hydroponie

Pour remédier aux contraintes structurelles que font peser les étages d'agriculture, l'évolution récente de l'hydroponie apporte de très intéressantes alternatives de cultures hors sol. La culture hydroponique est l'art de cultiver des plantes dans l'eau. L'idée est de remplacer la terre par un substrat neutre et d'apporter les nutriments nécessaires à la plante directement par l'eau. Contrairement à l'hydro-culture, la culture hydroponique est active et la répartition des nutriments et de l'oxygène est bien meilleure car l'eau circule dans un substrat chimiquement inerte. Ce substrat peut être constitué de billes d'argiles, de laine de roche ou encore de fibre de coco, plus écologique. Il existe trois grands types de cultures hydroponiques. Ce sont les radeaux hydroponiques, le film nutritif hydroponique (système

¹²<http://agriurbain.ning.com/>

léger adapté aux plantes à feuilles, adaptable sur les toits) et les pots hydroponiques hollandais (pour les tomates, poivrons etc.).

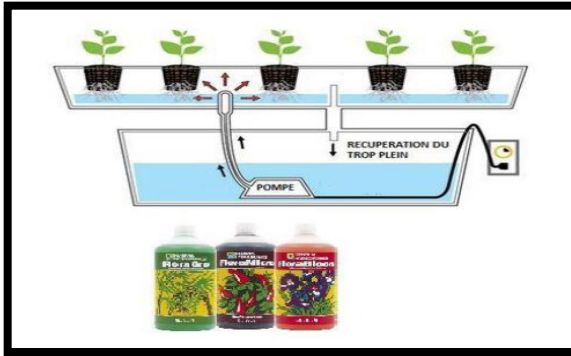


Figure 01: Schéma basique de l'hydroponie

Source : http://www.casabee.eu/agriculture_urbaine_.com



Figure 02: Cultures de fraises en gouttières

Source : http://www.casabee.eu/agriculture_urbaine_.com

II.3.2.2L'aéroponie

Est une évolution de l'hydroponie, les racines ne trempent plus directement dans la solution nutritive à travers un substrat mais c'est la solution qui est vaporisée sur les racines. Cette technique permet de créer l'équilibre idéal entre la circulation de la solution nutritive et l'oxygénation, les racines se développent plus densément et la croissance de la plante est optimisée. Cette technique s'effectue en circuit fermé ce qui permet de faire des d'importantes économies d'eau (environ 90%), de n'avoir ni déchets ni rejet et elle ne nécessite plus de traitement contre les parasites. Enfin les rendements sont bien meilleurs et tout type de culture peut être fait, cette technique est actuellement utilisé dans certaines cultures industrielles sous serre.

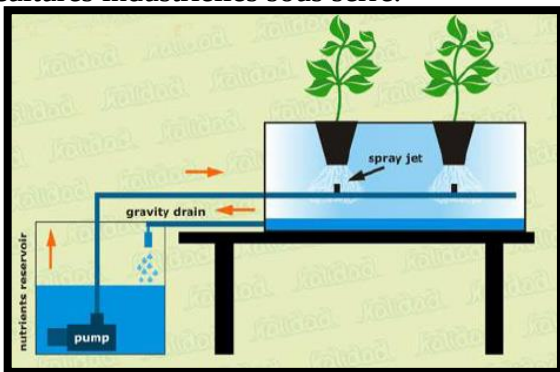


Figure03: Schéma basique de l'aéroponie

Source : http://www.casabee.eu/agriculture_urbaine_.com



Figure04: l'aéroponie

Source : http://www.casabee.eu/agriculture_urbaine_.com

II.3.2.2.3L'aquaponie

Le mot «aquaponie» est une contraction de « aquaculture» (élevage de poissons) et « hydroponie» (culture de végétaux hors sol).L'aquaponie, est donc une symbiose entre végétaux, poissons et bactéries, c'est tout un mini écosystème naturel recréé, où les déchets d'un élément deviennent la nourriture d'un autre élément dans le système.

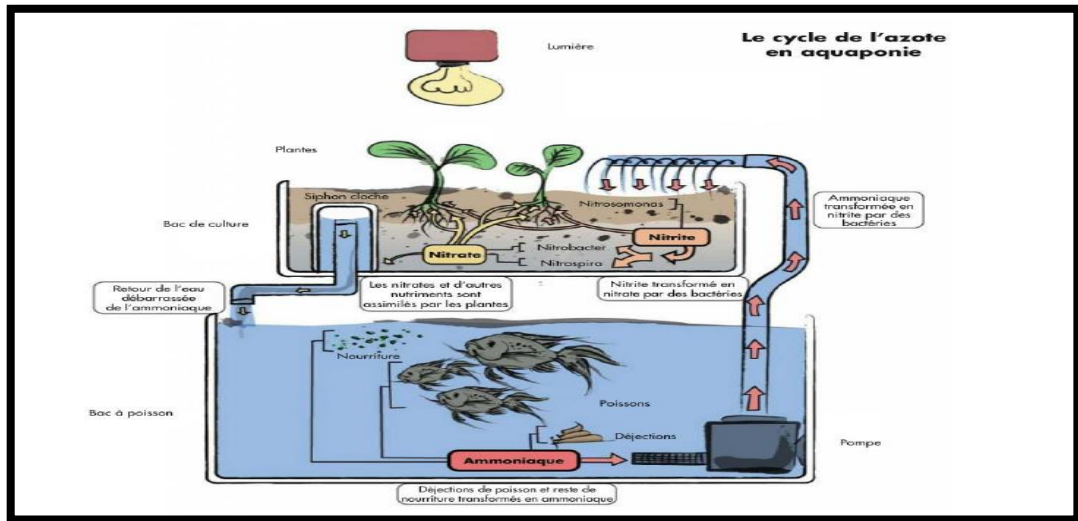


Figure05: Schéma basique de l'aquaponie

Source : http://www.casabee.eu/agriculture_urbaine_.com

II.3.2.2.4 Le compostage

Est un processus biologique de conversion et de valorisation des matières organiques (sous-produits de la biomasse, déchets organiques d'origine biologique) en un produit stabilisé, hygiénique, semblable à un terreau, riche en composés humiques, le compost. Le compostage peut être réalisé à l'échelle d'un foyer ou de quelques foyers, dans de composteurs, ou bien à plus grande échelle sur des plates-formes de compostage, qui traitent des quantités de déchets plus importantes.



Figure 06: le cycle de vie des déchets verts

Source : http://www.casabee.eu/agriculture_urbaine_.com

Figure07: une aire de compostage

Source : http://www.casabee.eu/agriculture_urbaine_.com

II.3.2.2.5 La sericulture

La serre est d'habitude une structure close qui permet de cultiver différentes plantes en créant un microclimat que l'on peut maîtriser. Le principe en est simple : le rayonnement

du soleil pénètre par le haut de la structure et les parois transparentes ou translucides. La serre capte la chaleur du soleil afin de l'utiliser la nuit et pendant les périodes froides. C'est pour cela qu'il est essentiel que la serre soit placée en un endroit bien ensoleillé pour apporter un maximum de lumière.

Le principal atout des serres est la protection des cultures. Comme le froid ou la grêle. Les cultures sont à l'abri de toute nuisance météorologique et de l'amplitude thermique entre la nuit et le jour.¹³

II.3 mise en œuvre des techniques et exemples pilotes

Notre choix d'exemples s'est porté sur les raisons suivantes :

- L'adaptation à notre thème.
- L'intégration des concepts bioclimatiques dans la conception.
- L'exploitation des richesses existantes du site.

II.3.1 Exemple 1: la Home Farm à Singapore

II.3.1.1 Fiche technique de projet

Nom de projet : Home farm

Lieu : Singapour

Architectes: Spark architects

Directeur de projet : Stephen Pimbley

II.3.1.2 Présentation de projet

Home Farm est imaginé comme une entité privée plutôt que publique, mais organisée et elle sorte qu'elle soit à la portée des personnes âgées qui rencontrent des difficultés financières. L'architecture a été conçue pour une construction économique, utilisant des matériaux simples et des éléments modulaires. Le concept offre des avantages sous de nombreux aspects relatifs à: l'économie, à la sécurité, à la qualité alimentaire, à l'engagement social, à la santé, à la durabilité et à la libération d'espace et à la fourniture de soins de santé.¹⁴

¹³ <http://agriurbain.ning.com/>

¹⁴ [http://www.ecolopop.info/2012/11/les-fermes-verticales-un-premier-essai-commercial à Singapour/](http://www.ecolopop.info/2012/11/les-fermes-verticales-un-premier-essai-commercial-a-singapour/)



Figure 08: Le home farm a Singapour

Source : <http://www.designboom.com/architecture/spark-architectes-home-farm-singapore-12-01-2014/>

II.3.1.3 Plan de masse de projet

Le projet occupe presque la totalité de la surface du terrain, tout l'espace restant est aménagé pour créer une place publique centrale, des capteurs d'eau à la périphérie et des parkings.

Il est composé d'une base formée de cinq pentagones reliés entre eux, dont leurs fonctions sont :

- | | | |
|--------------------------|----------------------|---------------------|
| 2-centre d'agriculture | 3-marché de produits | 4-centre de santé. |
| 5-espace de restauration | 6-jardin d'enfants | 7-centre commercial |
| 8-place centrale | 9- parking | 10-capteur d'eau |

Cette base est surélevée par un volume résidentiel organique (1)



Figure 09: Plan de masse de La Home farm à Singapour

Source : <http://www.designboom.com/architecture/spark-architectes-home-farm-singapore-12-01-2014>

II.3.1.4 La démarche conceptuelle de projet

Le projet Home Farm est une adaptation d'un système aquaponique simple, inspiré de celui utilisé à Singapour par l'initiative comcrop d'agriculture de toit, utilisant des composants commerciaux. Chez Home Farm, les aquaponiques ont été adaptés à une utilisation sur

façade du bâtiment. La culture sur sol est réservée aux plates-bandes linéaires des plus hauts niveaux, ainsi que pour les toits de bâtiments de service

II.3.1.5 Analyse fonctionnelle

II.3.1.5.1 Plan de rez-de-chaussée

Le rez- de- chaussée est composé de :

- 1-volume résidentiel 2-supermarché BIO 3-marché de produits
- 4-centre de santé 5-aire de restauration.
- 6-jardin d'enfants
- 7-centre commercial
- 8-place centrale
- 9-entrée de parking.
- 10-captateur d'eau
- 11-ateliers d'emballage

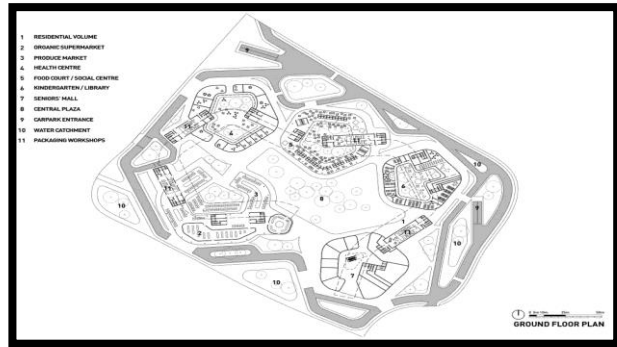


Figure10 : plan de Rez De Chaussée de La Home farm à Singapour

Source : <http://www.designboom.com/architecture/spark-architects-home-farm-singapore-12-01-2014>

II.3.1.5.2 Les façades

- 1-appartements. 2-ferme aquaponique verticale 3-ferme linéaire
- 4-ferme traditionnelle 5-marché de produits 6-supermarché BIO
- 7-centre d'agriculture. 8-terrasse 9-toit jardin. 10-parking

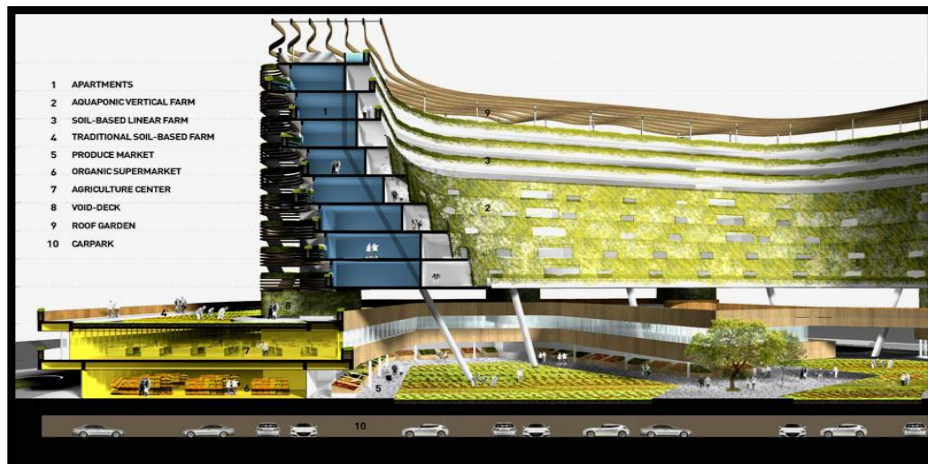


Figure 11 : la façade de La Home farm à Singapour

Source : <http://www.designboom.com/architecture/spark-architects-home-farm-singapore>

II.3.1.6 La gestion d'eau

- 1-réservoir de poisson pour les éléments nutritifs 4-traitement des eaux usées
- 2-tuyau avec eau enrichie de nutritifs 5-eau propre pour le réservoir de poissons
- 3-eaux usées 6-tuyaux d'aquaponique 7-captage des eaux pluviales

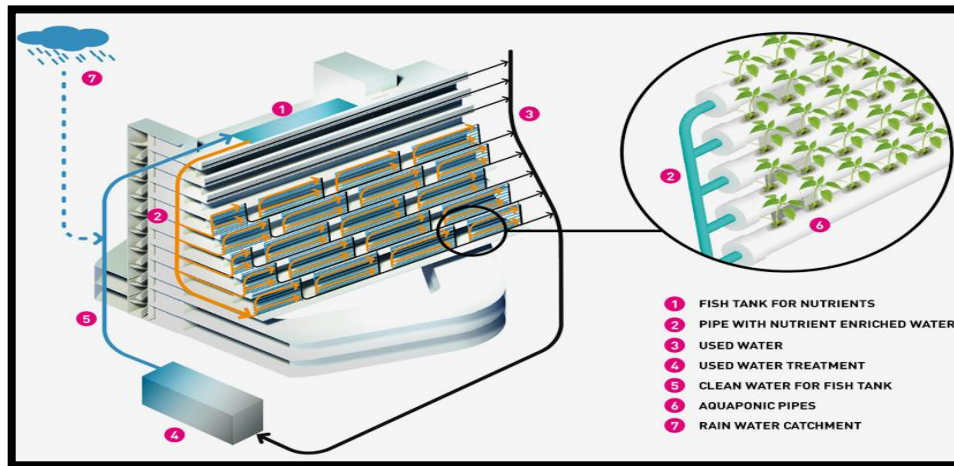


Figure12: la gestion d'eau à La Home farm à Singapour

Source : <http://www.designboom.com/architecture/spark-architects-home-farm-singapore>

II.3.1.7 L'aquaponie

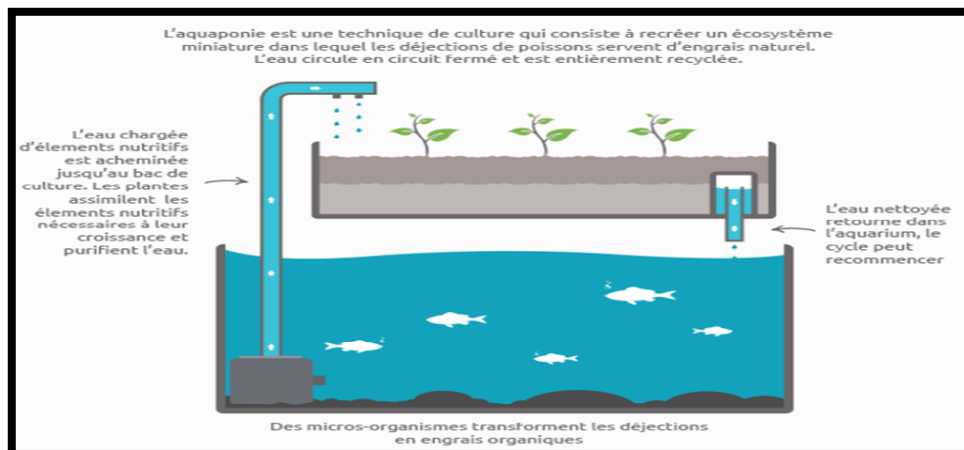


Figure 13: la technique d'aquaponie à La Home farm à Singapour

Source : <http://www.designboom.com/architecture/spark-architects-home-farm-singapore>

II.3.1.8 La gestion d'énergie

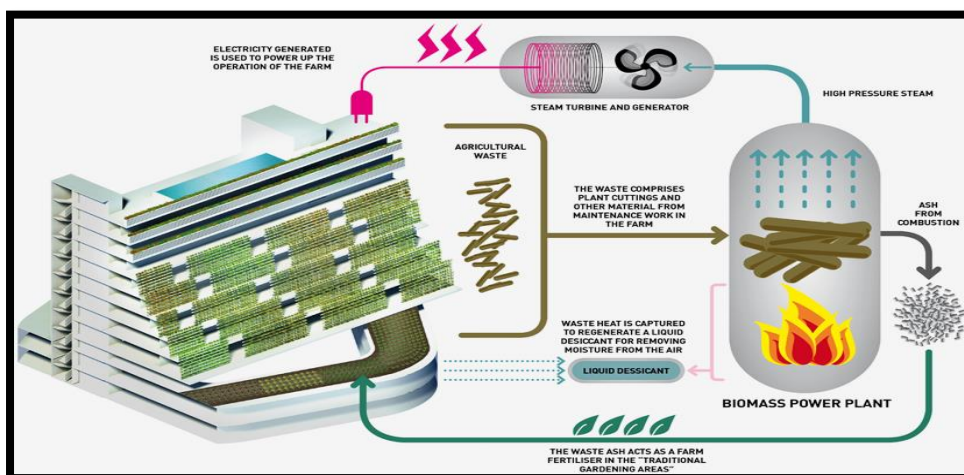


Figure14 : gestion d'énergie à La Home farm à Singapour

Source : <http://www.designboom.com/architecture/spark-architects-home-farm-singapore>

III.3.2 Exemple: la tour vivante

III.3.2.1 Fiche technique de projet

Architecte : SOA Architectes, Augustin Rosenstiehl et Pierre Sartoux

Équipe projet : Martin Frei et Carlos Alvarez (Chefs de projet), Elsa Junod

BET Conseil : SETEC & Dr Dickson Des pommiers.

Nombre d'étages : 30

Surface totale : 50.470 m²

II.3.2.2 Présentation du projet

La Tour Vivante vise à associer production Agricole habitat et activités dans un système unique et vertical pour un aménagement durable du territoire. Ce système permettrait de densifier la ville tout en lui apportant une plus grande autonomie vis-à-vis des plaines agricoles, réduisant du même coup les transports entre territoires urbains et extra-urbains. La superposition encore inhabituelle de ces programmes permet enfin d'envisager de nouvelles relations fonctionnelles et énergétiques entre culture agricole, espaces tertiaires, logement et commerce induisant de très fortes économies d'énergies.



Figure 16 : la tour vivante
Source : www.soa-architectes.fr

II.3.2.3 plan de masse de projet

La tour occupe le centre du terrain, dont son emprise au sol et ses plateaux font 25 x 48m. Tout l'espace restant est aménagé pour créer des espaces verts et des parcours qui seront aménagés. Le bâtiment a une base rectangulaire avec un linéaire de 3500 m qui se réduit à 875m au fil des étages jusqu'aux niveaux 30.

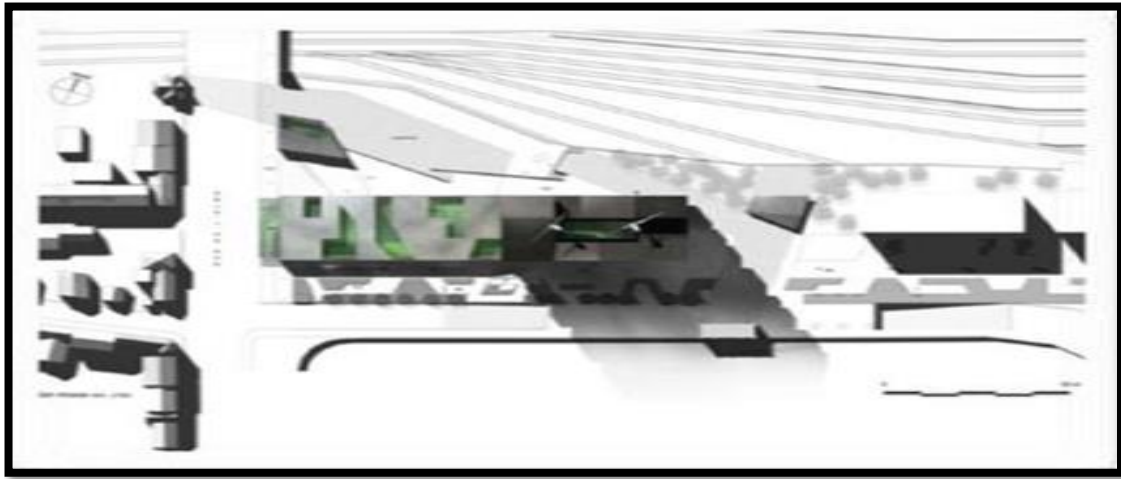


Figure17 : plan de masse de la tour vivante

Source : www.soa-architectes.fr

II.3.2.4 Programme de la tour

Logements : 130 appartements sur les 15 premiers étages

Bureaux : Plateaux de bureaux sur les 15 derniers étages

Production hors-sol Serres : horticoles hors-sol de la rue au sommet de la tour.

Commerces : Centre commercial et hypermarché.

Équipements : Médiathèque et crèche.

Parking 475 places de parking en sous-sol.

II.3.2.5 Système constructif

La Tour Vivante comprend 30 étages, sur une hauteur de 112 m (hors éoliennes). Son emprise au sol et ses plateaux font 25 x 48m. Son système structurel repose entièrement sur la technologie béton. La conception de la structure est fortement associée au parti architectural de la tour. L'idée d'une opposition entre espaces pleins (bureaux et logements) et espaces vides (serres) exige de construire une tour sans porteurs périphériques. Pour atteindre cet objectif, le noyau central de la tour est structuré pour reprendre les efforts de contreventement et la totalité des descentes de charge. Il se décompose en trois parties.

✓ Un noyau fonctionnel

Le noyau de 8m x 30m qui comprend les circulations verticales et la distribution des étages. Le dimensionnement de ce noyau à double peau correspond au gabarit de la tour d'un point de vue fonctionnel.

✓ **Un système des voiles préfabriqués**

En BHP, ils ceinturent ce noyau et permet à la fois d'assurer le contreventement de la tour et la reprise les descentes de charges par l'intermédiaire des consoles. La raideur du noyau est assurée par cet empattement supplémentaire d'une moyenne de 2m qui ramène la largeur totale à 12m. L'épaisseur de ces voiles accroît en fonction de la descente des charges. Si l'on considère que ce noyau composé doit être dans un rapport minimum de 1/10e de la hauteur totale de la tour, 12m permettent d'assurer aisément le contreventement de l'ensemble tour + éolienne.

✓ **Système de purification des eaux usées et pluviales**

Une utilisation efficace de l'eau de pluie récupérée sur l'ensemble du site est transformée en eau potable par l'évapo-respiration de la végétation.

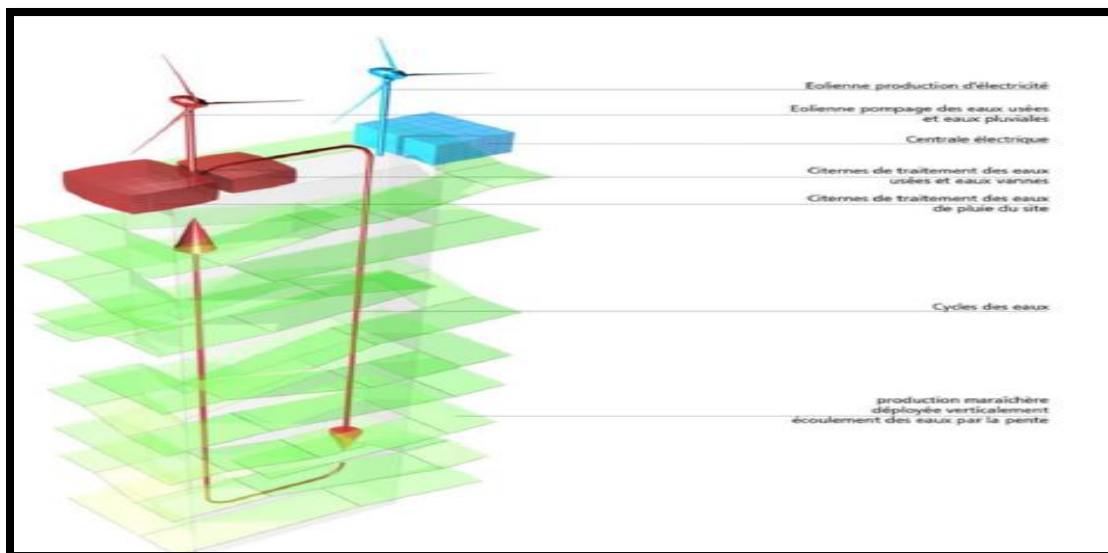


Figure 18 : le système d'alimentation en eau

Source : www.soa-architectes.fr

II.3.2.6 Le fonctionnement de la Tour

L'expérience de la Tour Vivante consiste à insérer des lieux de production hors-sol au sein de ces deux programmes de manière transversale afin d'enrichir leur association et la liaison verticale avec la ville. Le système constructif permet des plateaux libres et une grande souplesse d'utilisation. Par un jeu topographique opposant "pleins" et "vides", La Tour Vivante est conçue comme une machine écologique autonome qui associe lieux de productions, lieux de consommation et espaces de vie.

Les "pleins" répondent systématiquement aux exigences du logement et des bureaux en termes de confort, d'isolation thermique et acoustique et d'ensoleillement, tandis que les "vides" accueillent des serres agricoles.

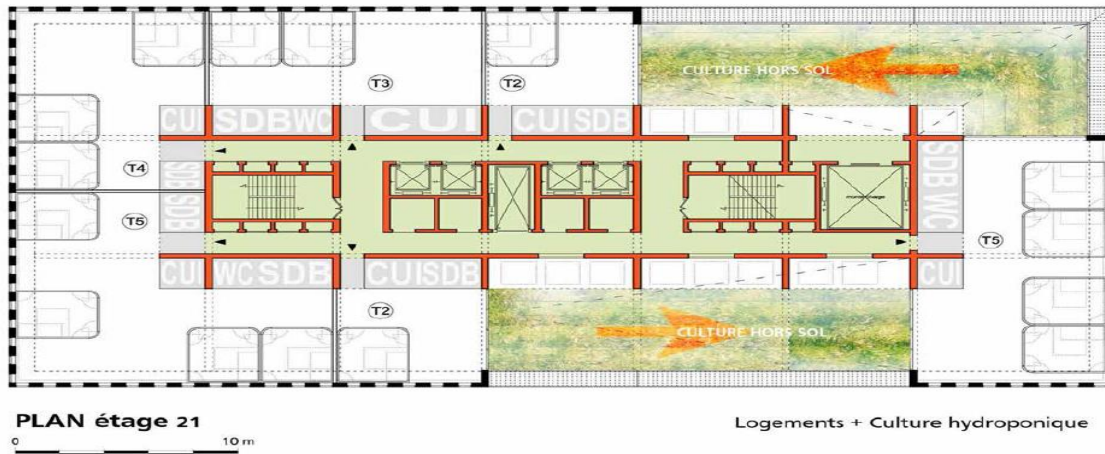


Figure 19: plan de 21 étages

Source : www.soa-architectes.fr

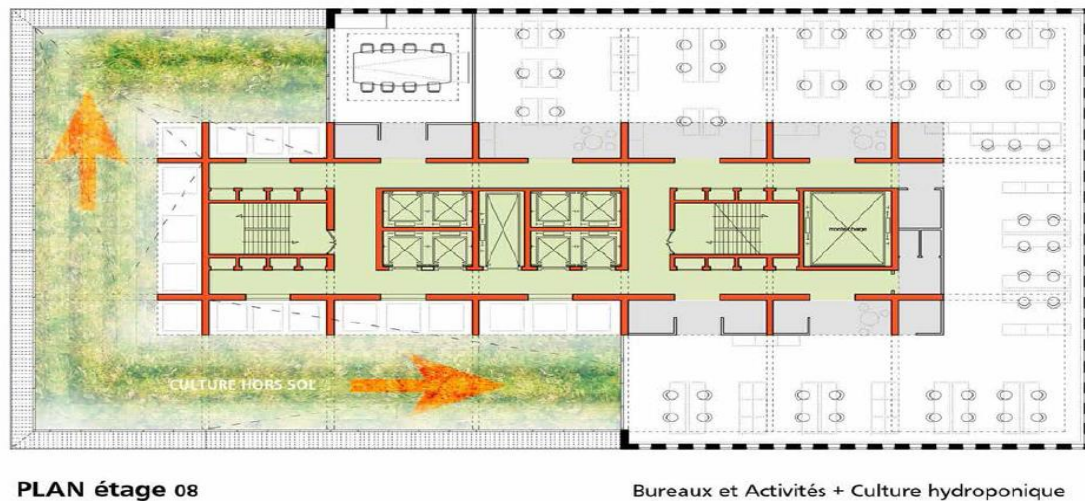


Figure20 : plan de 08emme étage

Source : www.soa-architectes.fr

II.3.2.7 Le côté écologique

✓ Éoliennes

Situées au sommet de la tour, deux grandes éoliennes orientées vers les vents dominants produisent de l'électricité facilitée par la hauteur de la tour. L'énergie électrique produite est de l'ordre de 200 à 600 kWh/an. Ces éoliennes servent également de station de pompage afin d'assurer la circulation et le recyclage des eaux de pluie récupérées en toiture et sur l'aménagement urbain du complexe.

- ✓ **Panneaux photovoltaïques**

4.500m² de cellules photovoltaïques intégrées aux façades orientées vers le soleil et en toiture produisent de l'électricité à partir de l'énergie solaire à raison de 700 000 à 1

million de kWh/ an. Complétées par la production électrique des éoliennes, la Tour Vivante est énergétiquement autonome.

✓ **Puits canadiens**

Le noyau de la tour accueille un réseau de gaines d'aération dans lesquelles circule de l'air puisé dans le sol à environ 15°C. Ce système permet de rafraîchir l'air neuf en été et de le réchauffer en hiver. L'effet cheminé généré par le linéaire de serres agit en complément de ce système de ventilation.

✓ **Eau de pluie**

Après filtration, les eaux de pluie sont réutilisées pour les équipements sanitaires des bureaux et logements et l'arrosage des cultures hydroponiques. Les eaux de pluie de l'aménagement urbain, des façades et toitures de la tour sont collectées, pompées par les éoliennes puis stockées dans des citernes au sommet de la tour.

✓ **Eaux grises**

Les eaux grises produites par la tour sont recyclés et épurées afin d'alimenter et de fertiliser la production agricole des serres.

✓ **Matériaux écologiques ou recyclés**

L'un des objectifs du projet est d'utiliser un minimum de matière. Les matériaux de la tour privilégient l'usage de produits écologiques, recyclés ou facilement recyclables. Les façades habitées en paroi double peau ont une isolation thermique renforcée.¹⁵¹⁶

II.3.2.8 Les techniques utilisées

✓ **L'hydroponie :**



Figure 21: Les différents types de culture hydroponique

Source : www.soa-architectes.fr

¹⁵ www.soa-architectes.fr

¹⁶ <http://soa-architectes.com/pdf>

✓ le compost

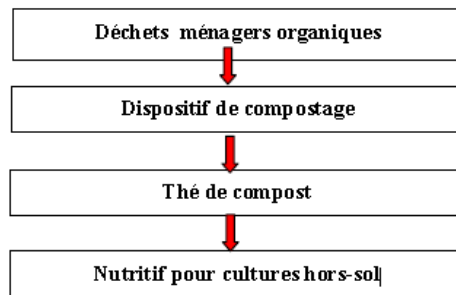


Figure 22: Le résultat du compostage

Source : www.soa-architectes.fr**II.3.3 Exemple: urbanfarm, urbanepicenter****II.3.3.1 Fiche technique de projet****Nom de projet :** Epicenter urbain /NYC**Lieu:** New York City**Architect:** Jungmin Nam**Date d'achèvement :** Mai 2009**Surface :** 78000 m²**II.3.3.2 Présentation du projet**

Epicenter Urban est une vision urbaine et sociale du royaume architectural en réponse à la préoccupation croissante pour les problèmes climatiques mondiaux et de manière durable de la vie dans la ville. Il suggère la production d'aliments à la verticale comme une approche holistique de la vie urbaine, en créant un nouvel espace civique que l'infrastructure sociale et culturelle liée à la production alimentaire et le système de recyclage de l'eau.

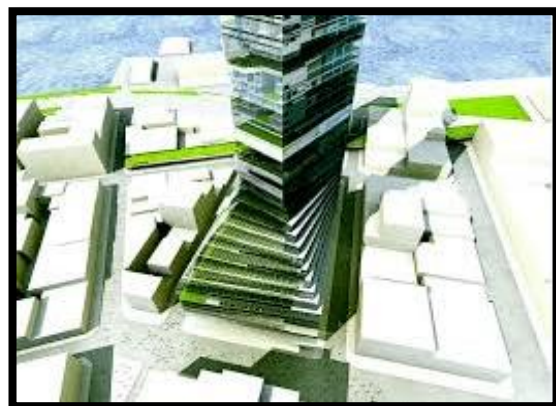


Figure23: Epicenter Urbain

Source : jnamstudio.com

II.3.3.3 Plan de masse de projet

La tour occupe le centre de terrain dont l'emprise au sol est de 4360 m², elle a une base carrée qui s'étroite au fil des étages jusqu'au dernier niveau pour libérer le maximum d'espace.



Figure 24: plan de masse

Source : jnamstudio.com

II.3.3.4 Le programme de la tour

✓ Les premiers niveaux

Fermes urbaines, Atrium, Commerces, stockages ...

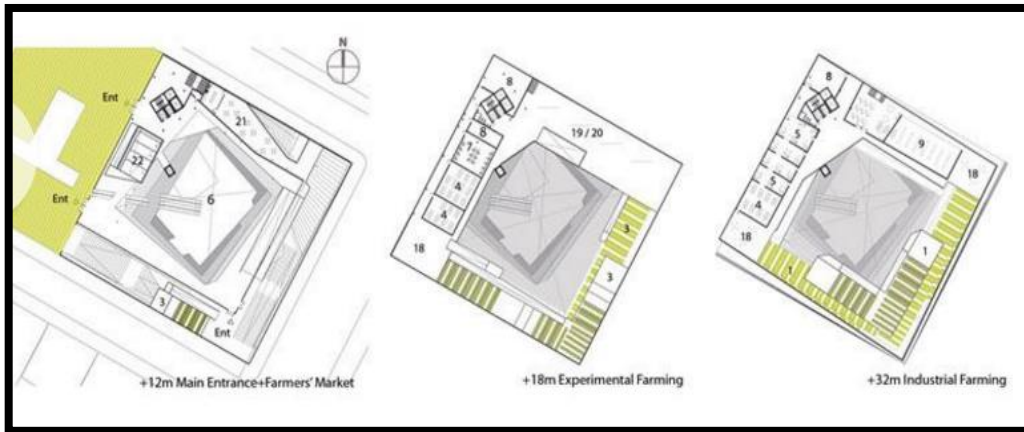


Figure 25: plan des premiers niveaux

Source : Urban Epicenter/ NYCworldarchitecture.org

✓ Les niveaux intermédiaires

Système de purification des eaux usées et pluviales, Observatoire, Réacteur aérobie, Clarificateur, Zones intérieures humides

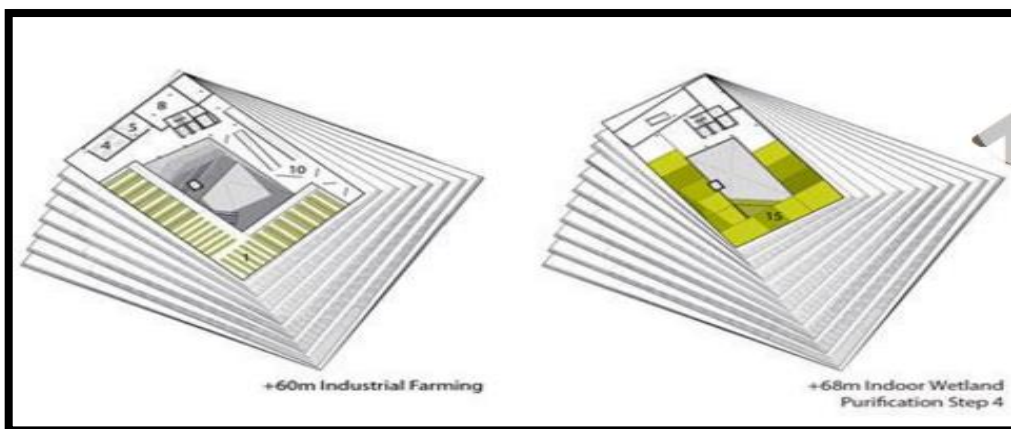


Figure 26 : plan des niveaux intermédiaires

Source : Urban Epicenter/ NYCworldarchitecture.org

✓ **Derniers niveaux**

Habitations, Bureaux, Collecte des eaux pluviales, Fermes semi-publiques

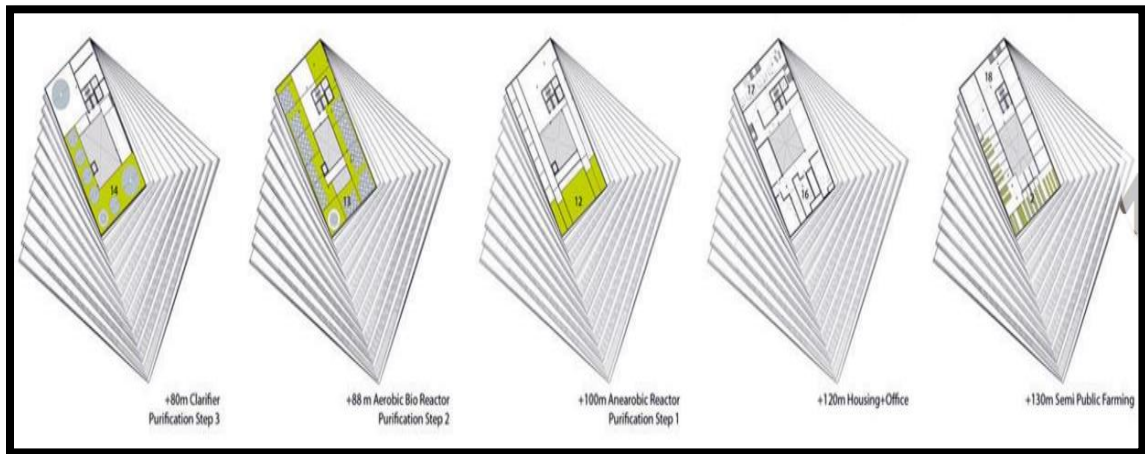


Figure 27: plan des derniers niveaux

Source : UrbanEpicenter/ NYCworldarchitecture.org

II.3.3.5 Les techniques utilisées dans la tour

- ✓ la réalisation des planchers a pente douce pour créer un accès piétonnier à partir du sol.
- ✓ Le toit a des dispositifs qui permettent de recueillir l'eau de pluie.
- ✓ Les eaux usées sont nettoyées et retrié dans les niveaux inférieurs étage par étage.
- ✓ Les eaux utilisées dans les appartements et espaces commerciaux sont recyclées et réutilisées par le système hydroponique.
- ✓ L'utilisation de l'atrium comme un élément de conception durable pour tirer le meilleur parti de la ventilation naturelle et de l'éclairage.

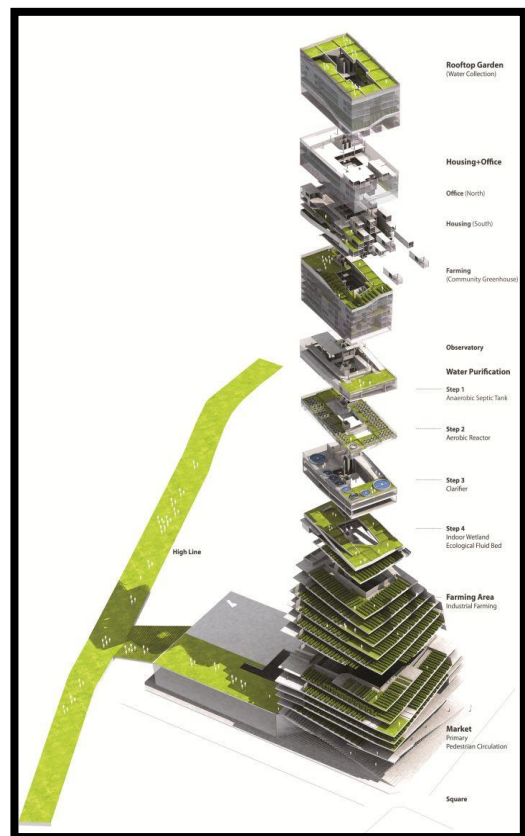


Figure 28: les techniques utilisées dans la tour

Source: Urban Epicenter/ NYCworldarchitecture.org

II.3.3.6 Le système de purification des eaux usées et pluviales

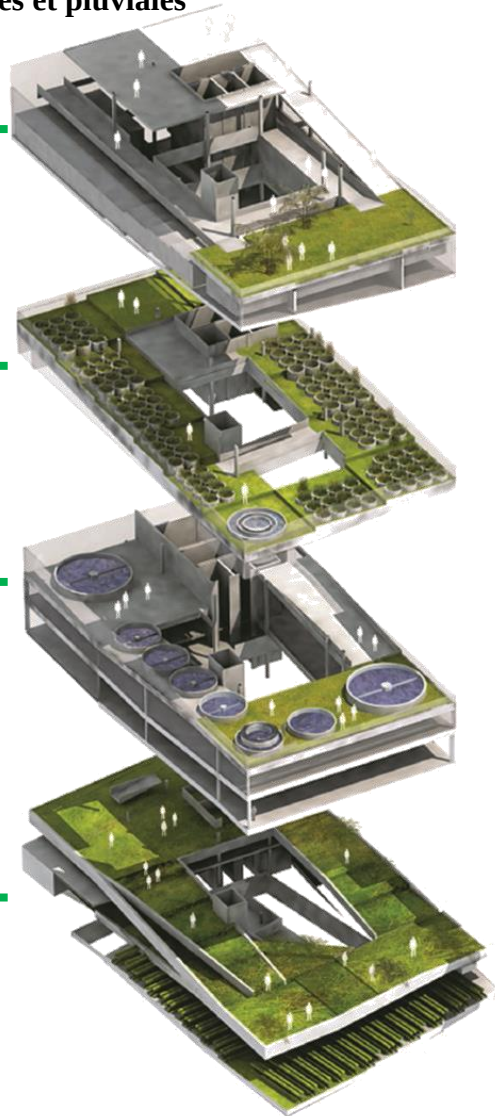
Étape 1 : observatoire

Étape 2 : réacteur aérobie

Étape 3 : purificateur

Étape 4 : zones intérieures humides

HYDROPONIE



En système hydroponique, les végétaux sont cultivés dans un milieu aqueux riche en nutriments. Le liquide nutritif est en perpétuel mouvement afin d'éviter les moisissures et le renouvellement de l'apport nutritif. Il existe trois grands types de cultures hydroponiques, ce sont les radeaux hydroponiques, le film nutritif hydroponique (système léger adapté aux plantes à feuilles, adaptable sur les toits) et les pots hydroponiques hollandais (pour les tomates, poivrons ...). L'inconvénient majeur des cultures hydroponiques est leur coût.¹⁷

¹⁷ http://agriculturemontreal.com/pdf/gpc_ate.pdf

II. 4 aspects énergétiques et bioclimatiques

L'architecture bioclimatique permet d'offrir aux occupants des ambiances de qualité tout en réduisant les consommations énergétiques et donc les émissions de gaz de à effet de serre. Toutes les énergies disponibles sur terre proviennent directement ou indirectement du soleil, y compris les énergies fossiles.

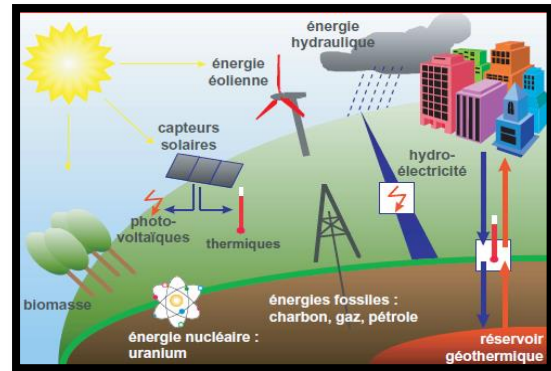


Figure29: les sources d'énergie renouvelables

Source : <https://www.lrt-habitat.com/conception- bioclimatique>

II.4.1 Les concepts du confort d'hiver et du confort d'été

II.4.1.1Le confort d'été

✓ Stratégie du froid

Au confort d'été répond la stratégie du froid se protéger du rayonnement solaire et les apports de chaleur, minimiser les apports internes, dissiper la chaleur en excès et refroidir naturellement.

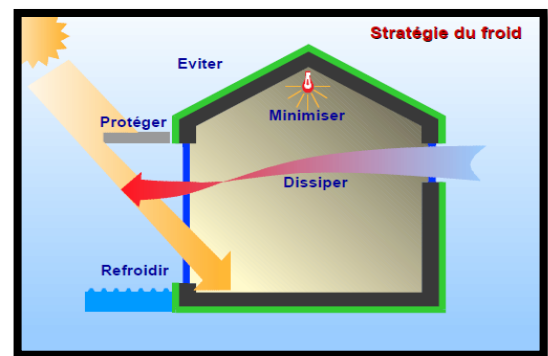


Figure 30: le concept du confort d'été

Source : <https://www.lrt-habitat.com/conception- bioclimatique>

II.4.1.2 confort d'hiver

✓ Stratégie du chaud

Au confort d'hiver répond la stratégie du chaud : capter la chaleur du rayonnement solaire, la stocker dans la masse, la conserver par l'isolation et la distribuer dans le bâtiment tout en la régulant.¹⁸

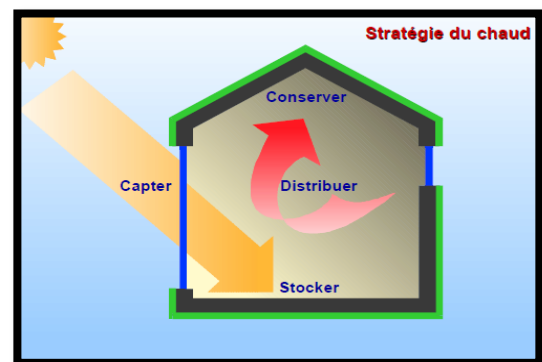


Figure 31 :le concept du confort d'hiver

Source : <https://www.lrt-habitat.com/conception- bioclimatique>

¹⁸Liébard. A, De Herde. A, Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, Paris, France, 2005.

II.4.2 les principes de l'architecture bioclimatique

II.4.2.1 Implantation et intégration au site

L'implantation judicieuse d'un édifice est la tâche la plus importante de l'architecte. Elle détermine l'éclairement, les apports solaires, les déperditions, les possibilités d'aérations,



Figure 32: l'implantation tient compte du relief, des vents locaux, de l'ensoleillement

Source : <https://www.lrt-habitat.com/conception-bioclimatique>

II.4.2.2 Orientation et ensoleillement

L'orientation de chaque pièce répond à son utilisation.

Le sud permet de tirer le meilleur parti de l'ensoleillement quand celui-ci est nécessaire à l'équilibre thermique du bâtiment.

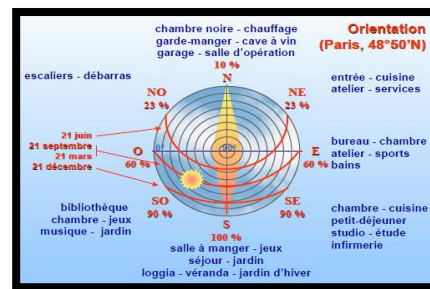


Figure33 : l'orientation de l'édifice par rapport au vent et au soleil

Source : <https://www.lrt-habitat.com/conception-bioclimatique>

II.4.2.3 forme et configuration

Le coefficient de forme mesure le rapport de la surface déprédative au volume habitable.

Il indique le degré d'exposition de bâtiment aux conditions climatiques ambiantes.

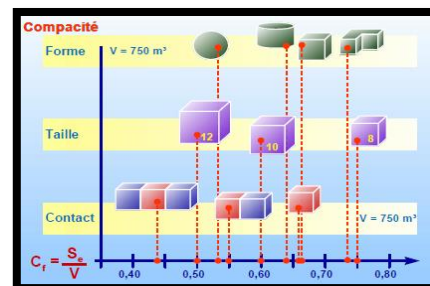


Figure34 : la compacité varie selon la forme, la taille

Source : <https://www.lrt-habitat.com/conception-bioclimatique>

II.4.2.4 Ventilation naturelle

La ventilation naturelle est provoquée par une différence de température ou de pression entre les façades d'un bâtiment

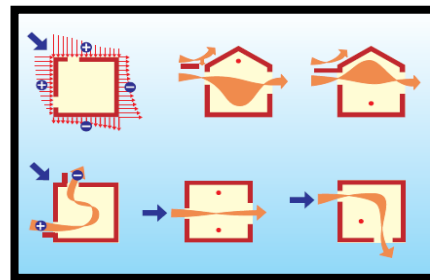


Figure 35: la ventilation naturelle

Source : <http://www.lrt-habitat.com/conception-bioclimatique>

II.4.2.5 Éclairage naturelle

La lumière naturelle perçue à l'intérieur d'un Bâtiment est la résultante de 3 composantes : la lumière directe due au ciel et au soleil, la partie de la lumière réfléchie sur les surfaces extérieures.

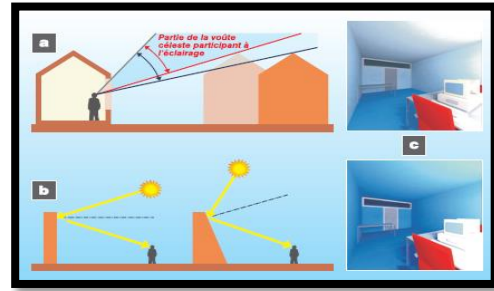


Figure 36: schéma de principe de la lumière naturelle

Source : <https://www.lrt-habitat.com/conception- bioclimatique>

II.4.3 les dispositifs bioclimatiques

II.4.3.1 Les murs capteurs

Les murs capteurs captent l'énergie solaire, l'accumulent dans leur masse, l'amortissent et la restituent sous forme de chaleur à l'ambiance intérieure après un déphasage de plusieurs heures

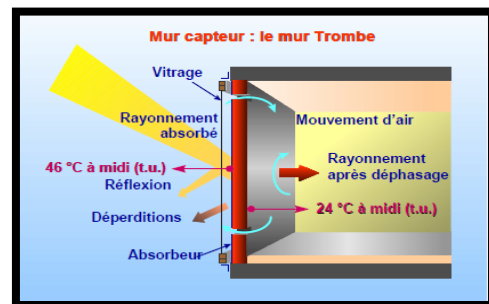


Figure 37: schéma de principe du mur capteur

Source : <https://www.lrt-habitat.com/conception- bioclimatique>

II.4.3.2 Les capteurs à air (mur ou fenêtre)

Sont des systèmes hybrides fonctionnant tantôt en mode passif (gains solaires directes), tantôt en mode actif (stockage et pulsion d'air)

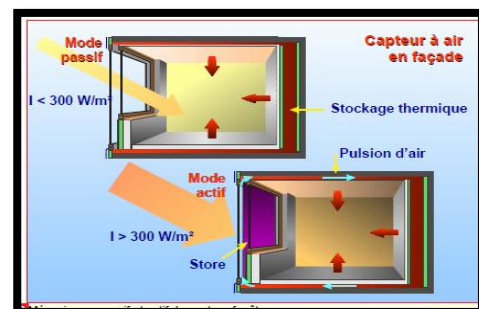


Figure 38 : mécanisme passif et actif du capteur fenêtre

Source : <https://www.lrt-habitat.com/conception- bioclimatique>

II.4.3.3 Les protections solaires

Les protections solaires sont les compléments indispensables des fenêtres dès qu'il faut limiter les surchauffes et l'éblouissement en période d'ensoleillement



Figure 39 : Exemple de quatre types de protections solaires

Source : <https://www.lrt-habitat.com/conception- bioclimatique>

II.4.3.4 Le plancher solaire direct

Le PDS associe des capteurs solaires thermiques à un chauffage par le sol sans nécessité d'un réservoir de stockage spécifique. Il est généralement associé à un chauffage d'appoint intégré ou séparé,

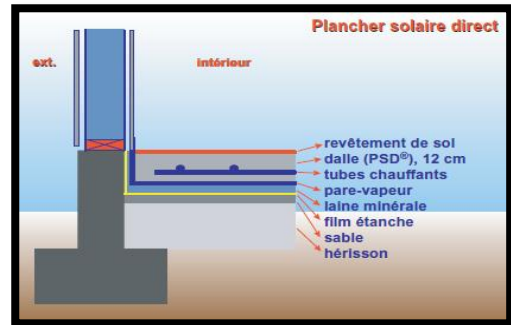


Figure 40: coupe technique de la dalle chauffante du plancher solaire direct

Source : <https://www.lrt-habitat.com/conception->

II.4.3.5 Les capteurs photovoltaïques

La technologie photovoltaïque permet aujourd'hui de convertir 10 à 20 % du rayonnement solaires incident en énergie électrique. Elle peut être intégrée au bâtiment en couverture ou en protection solaire,

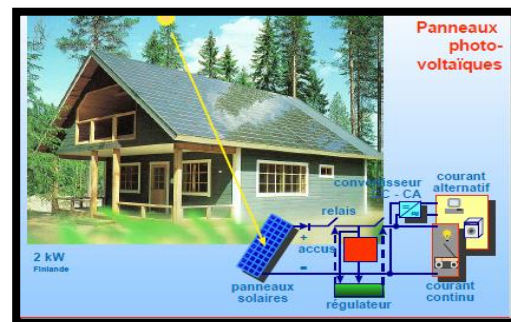


Figure 41: schéma de principe de la technologie photovoltaïque

Source : <https://www.lrt-habitat.com/conception-> bioclimatique

Conclusion

L'analyse des exemples nous a mené à définir les principales entités d'une ferme agricole qui sont :

L'entité de production, l'entité de transformation de produits fermiers et de vente.

l'entité de recherche et d'expérimentation et l'administration.

Ainsi que les différentes techniques utilisées dans une ferme agricole à savoir :

L'hydroponie, la gestion d'eau, le compostage et la gestion d'énergie.

Introduction

Le projet architectural tient compte des connaissances acquises à travers les phases précédentes. Tous ces éléments doivent assurer une bonne intégration du projet par rapport à son environnement urbain d'une part, et la relation entre, la forme, la fonction, l'espace et la structure d'autre part.

« Une théorie ne crée pas une architecture, mais toute architecture se situe dans une structure tant mentale que concrète, qu'elle importe grandement de rendre explicite. »

L'approche architecturale constitue la dernière phase de l'élaboration de notre projet, et nous allons présenter :

- ✓ En premier lieu, les principes et les concepts sur lesquels va se baser notre composition, prenant en compte à la fois les éléments du programme de base et les principes directeurs liés aux aspects fonctionnels et bioclimatiques et le rapport du projet avec son environnement.
- ✓ En second lieu, les différentes étapes de la formalisation du projet, avec une description générale de celui-ci, qui apparaît en tant que synthèse dans la conception des différentes parties.

III. synthétisation des données et création du projet

III.1 récapitulation pré-projet

III.1.1 répercussions formelles émanant du site, de la vocation du projet et étude bioclimatique

III.1.1.1 Synthèse liée au contexte

Le projet ne doit avoir de signification que dans son lieu, ceci implique que le projet puise ses conditions d'insertion dans son environnement assurant une symbiose entre le projet et l'extérieur.

On peut conclure que la ville de Hamma est un milieu dense dont les bâtiments sont en alignement avec les rues. Elle est largement occupée par des activités secondaires et d'entrepôts, son réseau viaire est riche ce qui assure une fluidité en terme de circulation. Elle dispose un potentiel naturel favorable au développement d'une fréquence agricole. Mais elle présente un manque de mobiliers urbains, des espaces verts et de loisirs.

III.1.1.2 Synthèse liée au thème

L'agriculture urbaine est l'une des solutions proposées pour faire face aux besoins de sécurité alimentaire, l'idée est de cultiver des quantités significatives de produits alimentaires dans des tours (fermes verticales) composées de plusieurs entités (entité de production, de recherche et d'expérimentation, de vente....)

III.1.1.3 Synthèse liée à l'étude bioclimatique

- ✓ L'orientation sud est la plus intéressante de point de vue bioclimatique, ensoleillement d'hiver maximale et d'été minimal dont la protection se fait par des simples masques horizontaux dont la longueur est de 1.40m.
- ✓ La protection des façades est et ouest est garantie par la présence des masques physiques (gabarit entre R+6 et R+13).
- ✓ Exploitation de l'énergie solaire par le choix de matériaux, les ouvertures et le type de vitrage.
- ✓ l'utilisation des dispositifs qui permet de profiter des vents frais qui viennent de la mer de côté nord-est pour assurer une ventilation naturelle en été, et une protection en hiver.

III.1.2 programme prévisionnel

Entité	Espace	Surface	Fonction
ENSEIGNEMENT ET FORMATION	Salle de cours	45m ²	Étudier,
	Salle TD	30à35m ²	travailler, écrire, lire...
	Laboratoire	40à45m ²	Travailler, faire des expérimentatio ns..
	Ateliers	30à50m ²	Pratiquer
	Amphithéâtre	150m ²	Étudier
	Salle de lecture	60à65m ²	Chercher, consulter.....
	Salle machine	100m ²	Chercher, connecter....
	Sanitaire	15m ²	

Tableau01: programme pour l'entité enseignement et formation

Source : auteur

Entité	Espace	Surface	Fonction
RECHERCHE ET EXPERIMENTATION AGRICOLE	Laboratoire	40à45m ²	Expérimenter
	Bibliothèque	60à65m ²	Lire, consulter
	bureaux	25à30m ²	Travailler
	Archive	30à40m ²	Stocker
	Salle internet	25à30m ²	Faire des recherches...
	Salle de projection	50m ²	exposition des recherches...
	Espace de détente	25m ²	Reposer ...
	Sanitaire	15m ²	

Tableau02: programme pour l'entité recherche et expérimentation agricole

Source : auteur

Entité	Espace	Surface	Fonction
VENTE ET TRANSFORMATION	Supermarché bio	300m ²	La vente des produits
	Restaurant bio	80m ²	Manger, cuisiner, boire,
	Cafeteria	60m ²	servir
	Atelier d'emballage	30à35m ²	Emballe, trier,
	Atelier de transformation	30à35m ²	Transformer, mixer,
	Chambre froide	30m ²	Conserver
	Stockage	30m ²	Stocker
	Sanitaire	15m ²	
	Vestiaire	15à20m ²	

Tableau03: programme pour l'entité vente et transformation

Source : auteur

Entité	Espace	Surface	Fonction
ADMINISTRATION	Bureau de directeur	20à25m ²	Travailler
	Bureau des associations	20à25m ²	Travailler
	Bureau de chercheurs	20à25m ²	Travailler
	Secrétariat	15à20m ²	Travailler
	Salle de réunion	50à80m ²	Réunir
	Archive	30à40m ²	Stockage provisoire des œuvres et fournitures
	Bureau d'économe	20à25m ²	
	Bureau de gestionnaire	20à25m ²	
	Bureau de planning	20à25m ²	
	Salon d'honneur	15à20m ²	
	Infirmierie	20à25m ²	
	Sanitaire	30m ²	

Tableau04: programme pour l'entité administration

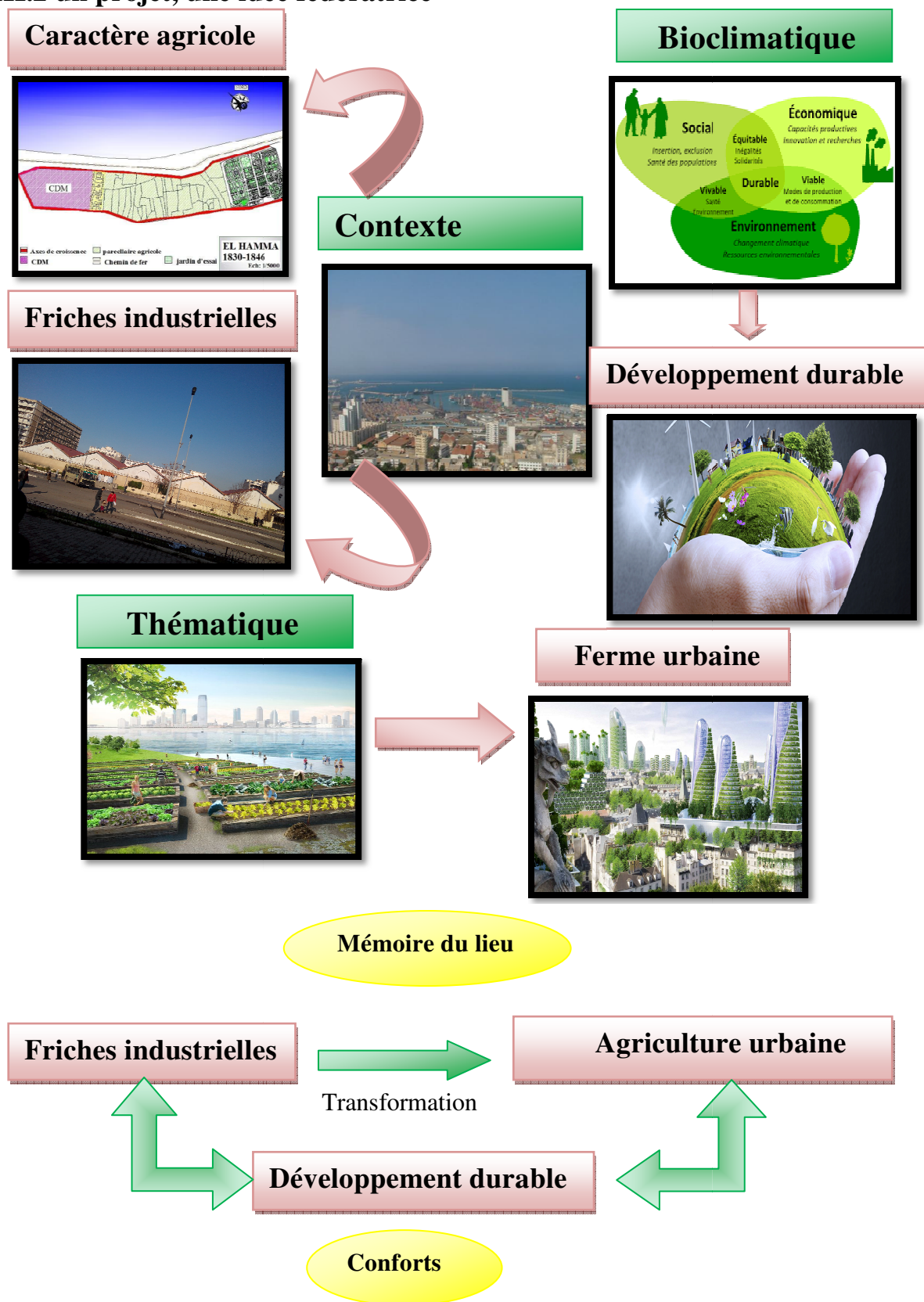
Source : auteur

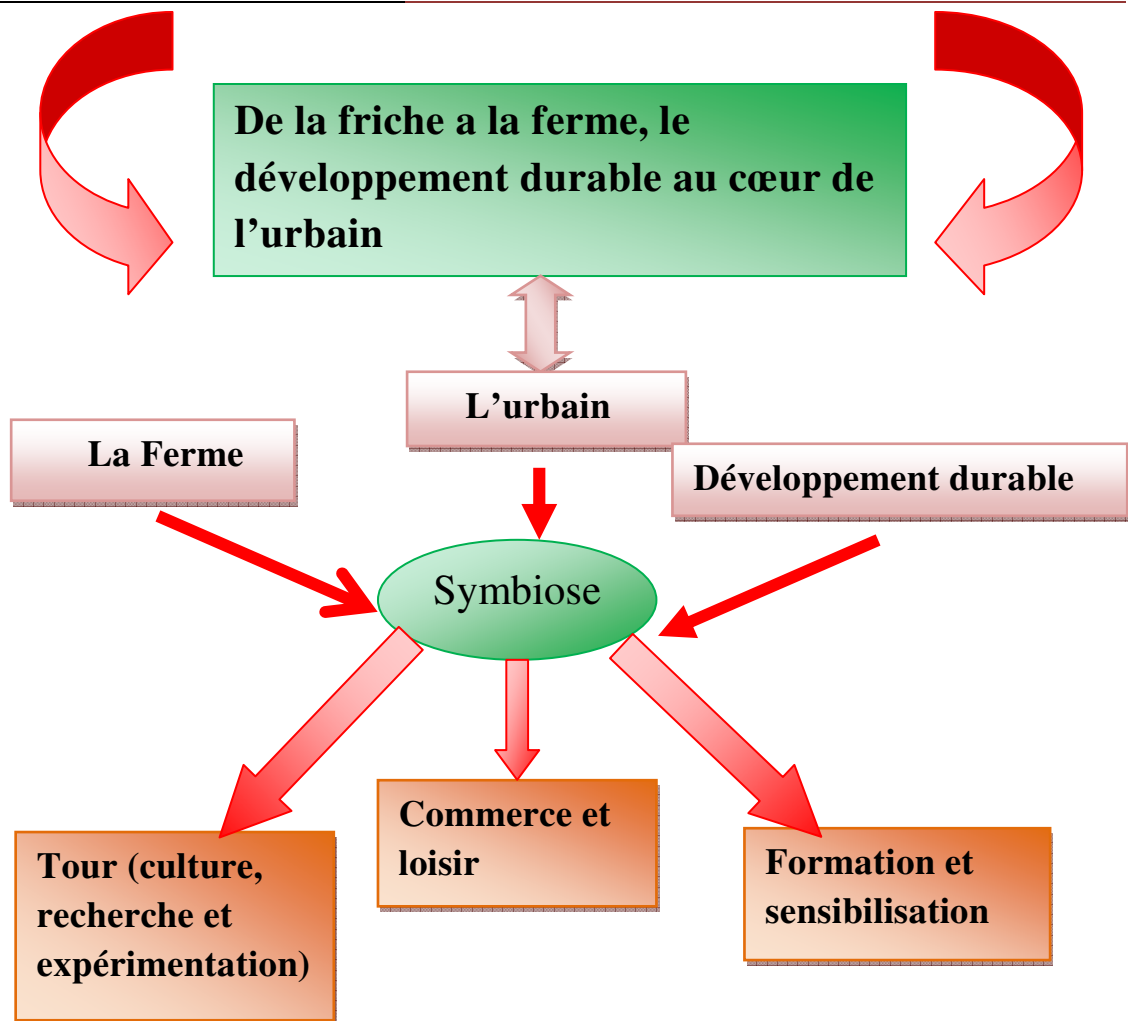
Entité	Espace	Surface	Fonction
LOGISTIQUE	Local de climatisation	30m ²	
	Chauferie	30m ²	
	Local d'électricité	30m ²	
	Groupe électrogène	30m ²	
	Dépôt	30à40m ²	Déposer le matériel
	Sanitaire	30m ²	
	Vestiaire	15à20m ²	

Tableau05: programme pour l'entité logistique

Source : auteur

III.2 un projet, une idée fédératrice





Notre contexte est passé d'un caractère agricole à un caractère urbain dominé par des friches industrielles pour cela notre processus de réflexion est fondé sur la mémoire de lieu à travers le passage de l'industrie à l'agriculture par la transformation des friches existantes à une ferme verticale au cœur de développement durable. Cette symbiose entre la ferme, notre milieu urbain et les comforts nous a mené à choisir nos entités : une tour vivante qui va abriter la fonction de production, transformation des produits, recherche et expérimentation... un espace commerciale et de loisir qui répondra aux besoins des citoyens et aux exigences du milieu, et une entité de formation pour la sensibilisation et la protection de l'environnement.

III.3 de l'abstraction au pragmatisme, les baes conceptuelles du projet

A travers notre analyse contextuelle et thématique et en s'appuyant sur les résultats de la lecture climatique (le diagramme bioclimatique de GIVONI) nous avons tracé des concepts de base qui nous serviront pour la réalisation de notre projet.

Concepts	Contexte	Thématique	Bioclimatique
Métamorphose	La transformation des friches industrielles a la ferme urbaine	Le changement de phase des plantes	
Mouvement	En rapport avec le mouvement du	en rapport avec la dynamique économique	Les formes courbes utilisées dans notre projet par rapport au captage du soleil
Géométrie	Elle est matérialisée par l'utilisation de la trame et des trois formes géométriques (le triangle, le cercle, le carré).		
Émergence	Notre projet doit être un élément d'appel, qui sera marqué par un élément vertical	La thématique (ferme verticale) nécessite d'aller en hauteur	
Évolution		Le cycle de vie des plantes	
Diversité	Diversité des formes	Diversité des fonctions	Diversité des stratégies bioclimatiques
Propagation de la végétation	Introduire l'élément végétal dans le paysage urbain en l'intégrant comme une	La végétation est une composante essentielle dans notre thème	Implantation de la végétation au niveau des façades, des toits et espaces extérieurs pour garantir le

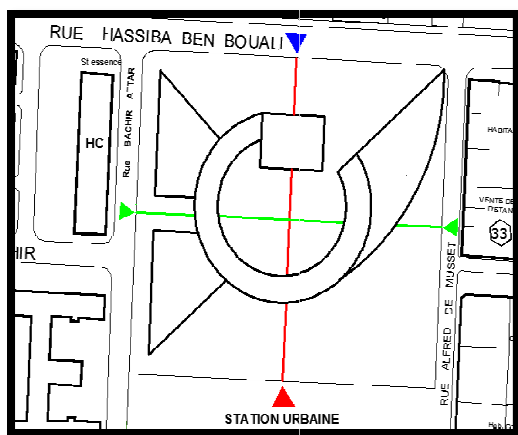
	composante architecturale		rafraichissement
L'ensoleillement et la protection solaire			Nous optons pour une orientation Nord-Sud le long de l'axe Est-Ouest selon les recommandations de l'analyse climatique afin de maximiser le captage des rayons solaires en hiver (chauffage passif) ainsi des outils de protection solaire ont été prévus pour atteindre le confort d'été

Tableau06: les bases conceptuelles du projet

Source : auteur

III.4 l'évolution du projet (les tentatives)

III.4.1 La 1^{ère} tentative



Critiques

- ✓ Volume trop massif
- ✓ Forme triangulaire dominante
- ✓ Manque de diversité de forme
- ✓ Manque de mouvement

Figure 01: schéma de la 1^{ère} tentative

Source : auteur

III.4.2 La 2eme tentative

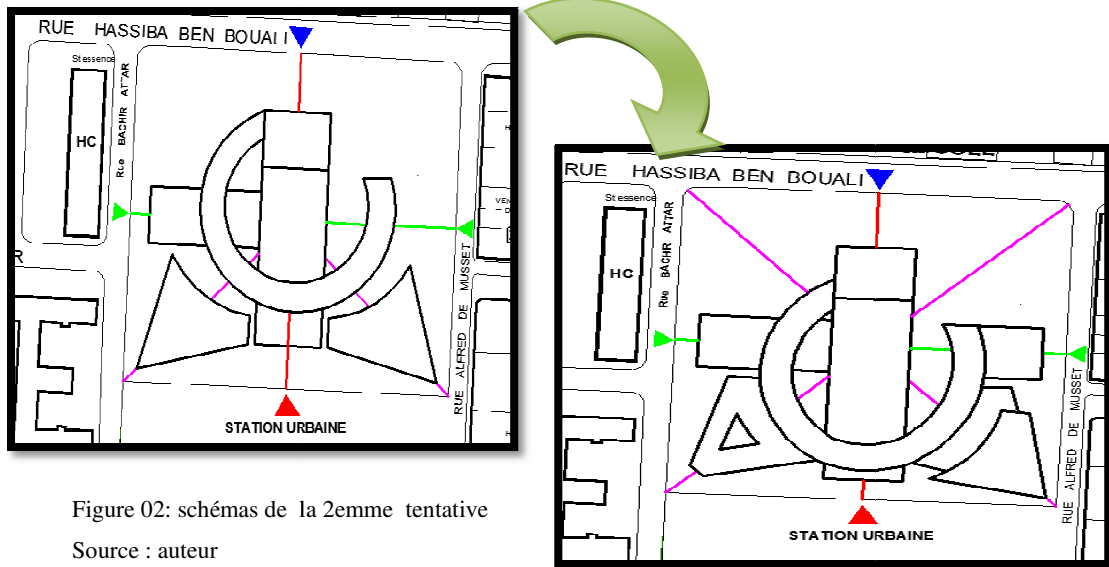


Figure 02: schémas de la 2eme tentative
Source : auteur

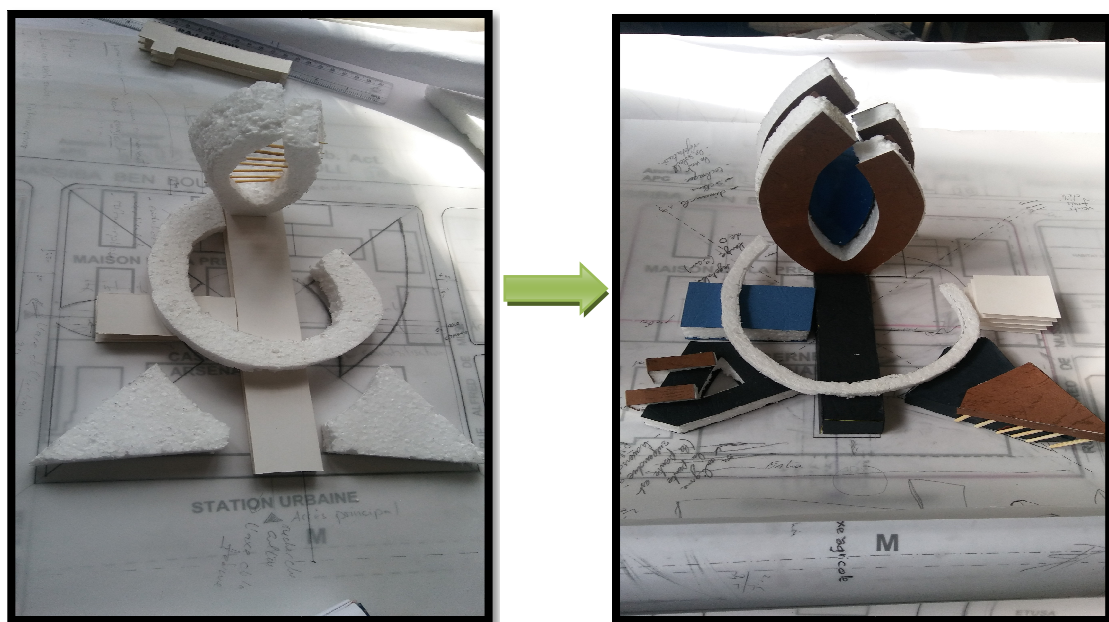


Figure 03: photos de la 2eme tentative
Source : auteur

Critiques

- ✓ Manque de transparence
- ✓ Ressemblance entre les deux volumes (gauche et droite)
- ✓ la forme de la tour est identique à celle d'une feuille
- ✓ Articulation classique avec une simple rampe

III.4.3 La 3eme tentative

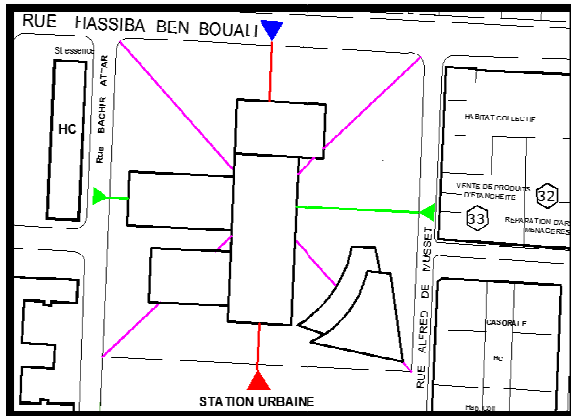


Figure 04: schéma de la 3eme tentative

Source : auteur

Critiques

- ✓ Manque d'homogénéité
- ✓ Manque d'articulation



Figure 04: photo de la 3eme tentative

Source : auteur

III.4.4 La 4eme tentative

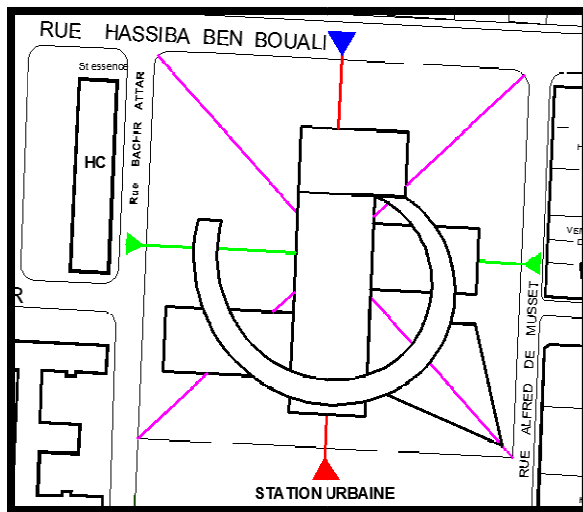


Figure 05: schéma de la 4eme tentative

Source : auteur

Critiques

- ✓ Dominance de la tour par rapport aux autres volumes
- ✓ Manque de transparence
- ✓ Volume d'articulation fin

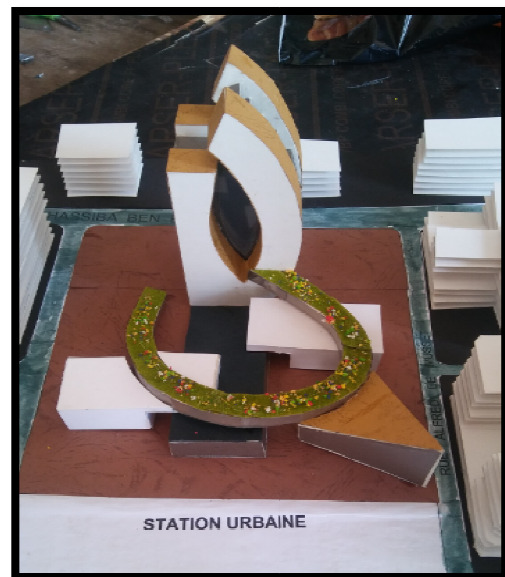


Figure 06: photo de la 4eme tentative

Source : auteur

III.5 genèse du projet

III.5.1 Étape 1 : l'axialité

La création de 2 axes :

- ✓ Nord-sud (axe de la ferme) : qui est parallèle à la rue Bachir Attar et la rue Alfred De Musset au même temps il a divisé notre parcelle en 2 parties, une orientation sud est la plus adéquate pour capter le maximum des rayons solaires.
- ✓ Est-ouest (axe de l'urbain) : qui est parallèle à la rue Alfred De Musset et la rue Bachir Attar et perpendiculaire au premier axe.
- ✓ L'intersection des deux axes nous définit un moment fort (un patio qui assure la ventilation naturelle)

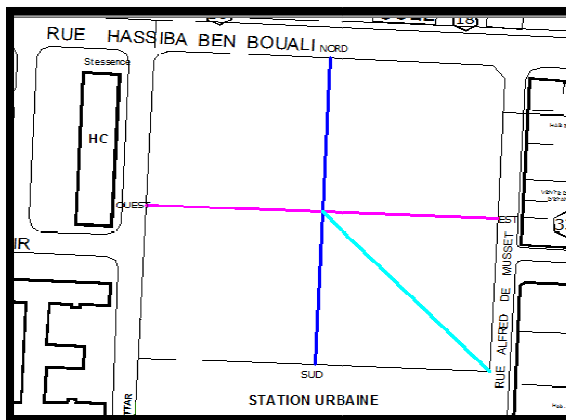


Figure 07: schéma de la 1^{ère} étape

Source : auteur

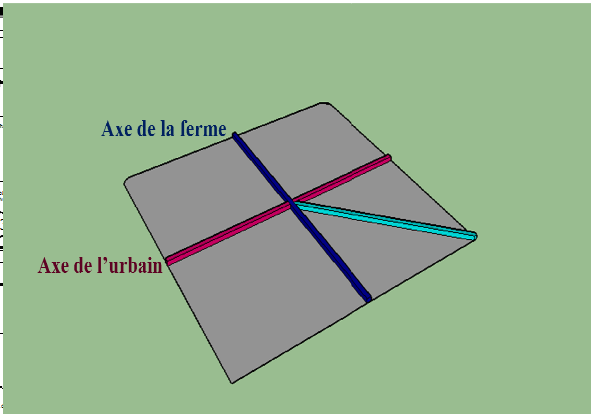


Figure 08: volumétrie de la 1^{ère} étape

Source : auteur

III.5.2 Étape 2: La géométrie

Projection de la trame à base carré suivant le tracé du jardin d'essai (le tracé haussmannien)

On a tracé le diagonale dans le 3^{ème} carré.

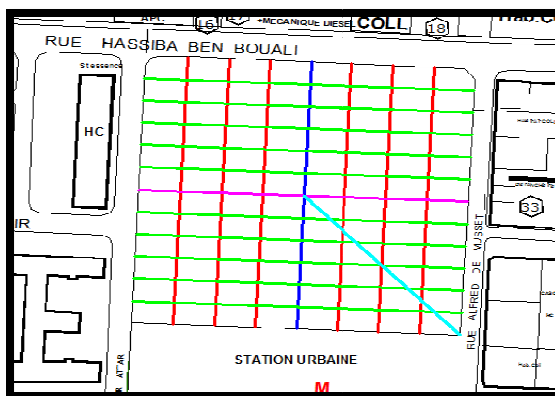


Figure 09: schéma de la 2^{ème} étape

Source : auteur

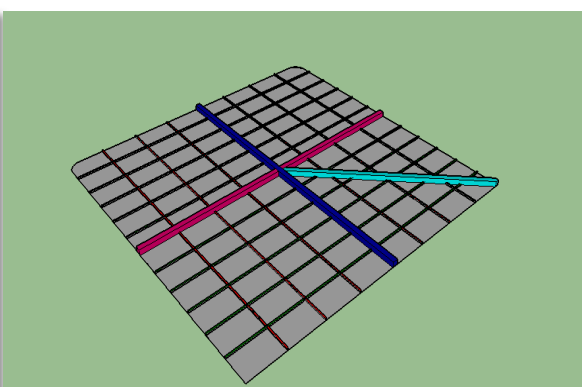


Figure 10: volumétrie de la 2^{ème} étape

Source : auteur

III.5.3 Etape3 : l'implantation

Nous avons implanté deux volumes sur L'axe de la ferme (nord -sud):

La tour : elle va abriter la fonction de culture ou les cultures ont besoin de maximum de rayons solaires, La barre : qui se dégrade en hauteur jusqu'à la tour cela pour créer une continuité visuelle et aussi sa fonction qui a besoin d'énergie solaire (recherche et expérimentation) on a choisi la barre qui est une forme simple pour faire l'intégration avec le contexte ou les bâtiments ont des formes simples et rectilignes.

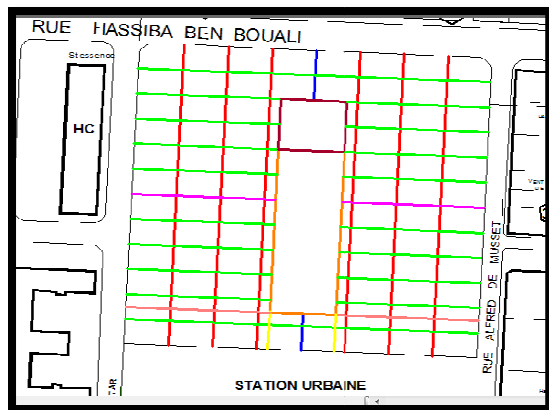


Figure 11: schéma de la 3ème étape

Source : auteur

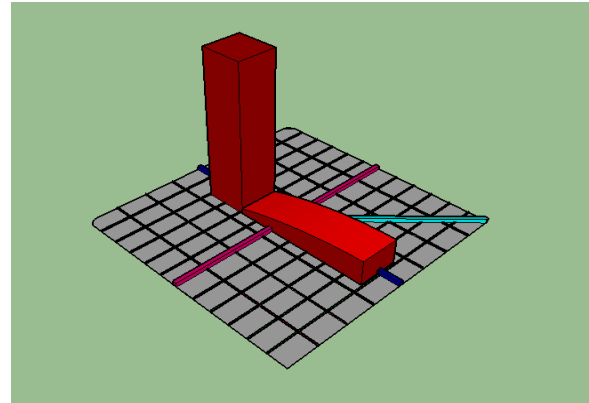


Figure 12: volumétrie de la 3ème étape

Source : auteur

Nous avons implanté un volume sur l'axe de l'urbain (est- ouest):

La barre : qui va abriter la fonction de commerce (vente et achat) avec une intégration au contexte (volumes rectilignes)

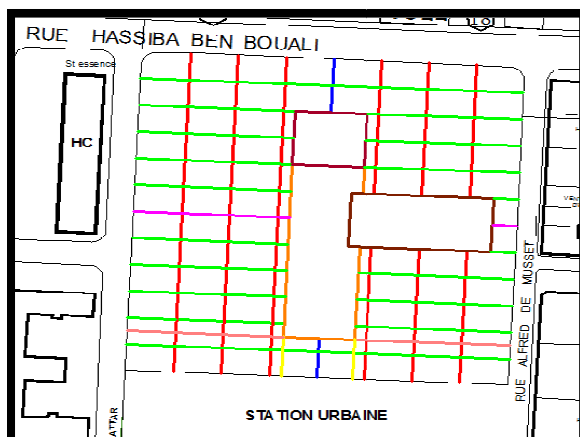


Figure 13: volumétrie de la 3ème étape

Source : auteur

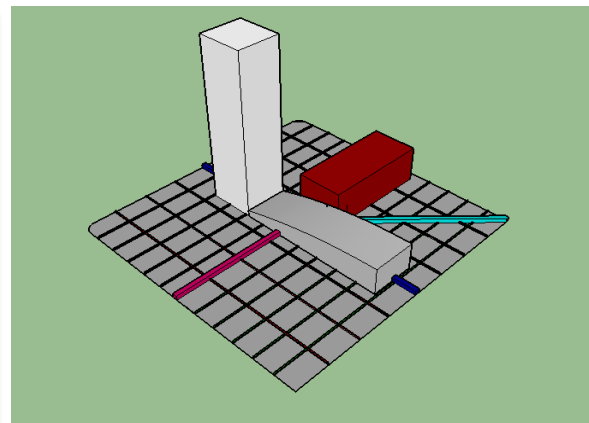


Figure 14: schéma d'évolution de la 3ème étape

Source : auteur

Nous avons implanté un volume suivant la diagonale :

Le triangle : forme simple en intégration avec le contexte (formes simples) avec un angle aigu dirigé vers l'extrémité de l'assiette d'intervention (angle 90°) qui a un caractère fort

qui nécessite une matérialisation spéciale qui va abriter la fonction de formation et sensibilisation.

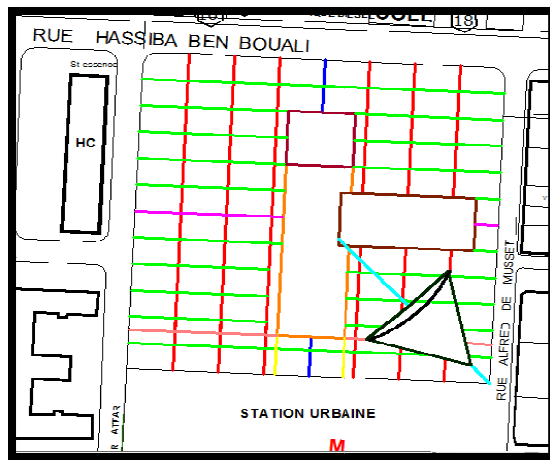


Figure 15: schéma d'évolution de la 3ème étape

Source : auteur

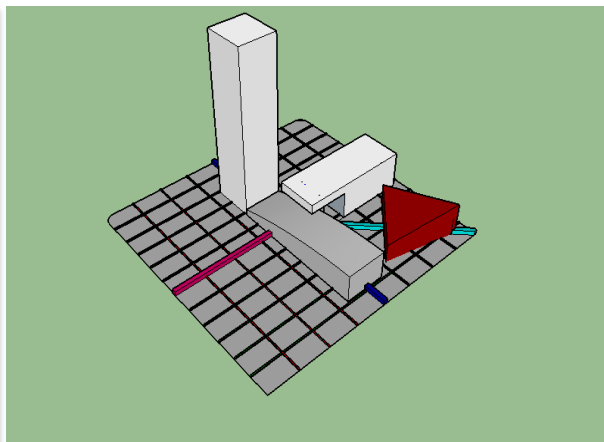


Figure 16: volumétrie de la 3ème étape

Source : auteur

Nous avons implanté un volume sur le 4^{ème} carrée :

La barre : forme simple par rapport au contexte sa fonction est le commerce. Concept d'alignement.

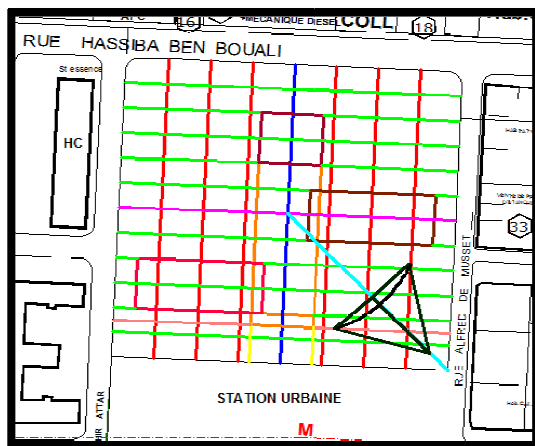


Figure 17: schéma d'évolution de la 3ème étape

Source : auteur

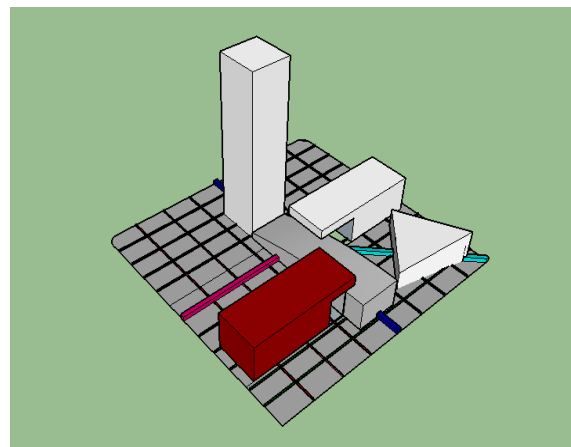


Figure 18: volumétrie de la 3ème étape

Source : auteur

III.5.4 Etape4 : L'articulation

On a ajouté un volume articulateur circulaire (intégration au contexte) suspendu qui abrite la fonction d'exposition. Tout en matérialisant le concept d'évolution.

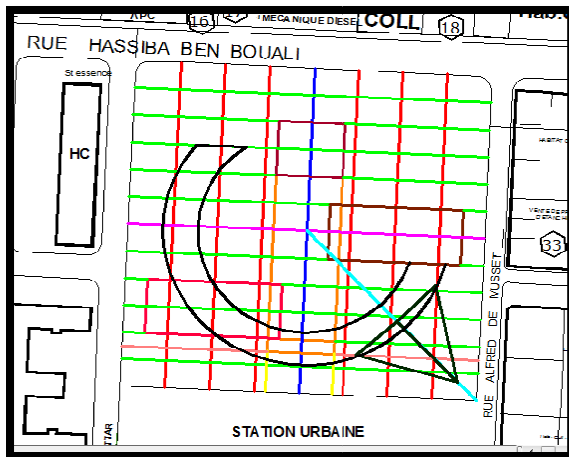


Figure 19: schéma de la 4ème étape

Source : auteur

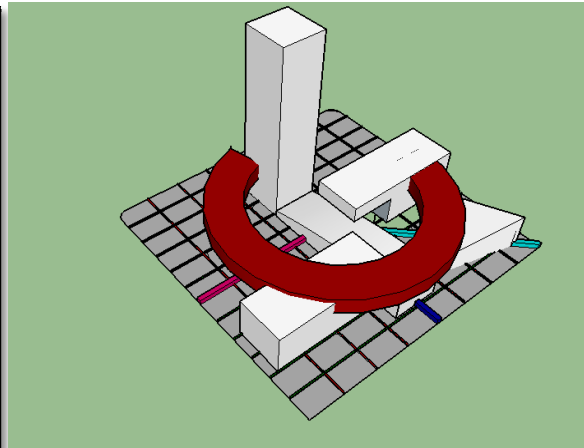


Figure 20: volumétrie de la 3ème étape

Source : auteur

III.5.5 Etape5 : la croissance et la verticalité (la tour)

Qui est un élément d'appel qui domine l'ensemble de l'assiette (R+16), sa forme est inspirée de la feuille (culture) en relation avec notre thème qui est l'agriculture urbaine avec un concept de mouvement.

✓ Formalisation de la tour

Étape 01 : La reproduction de la forme d'une feuille avec une soustraction centrale.

Étape 02 : la transformation d'une face de la tour à un angle droit

Étape 03 : élimination de la fragmentation pour des raisons fonctionnelles.

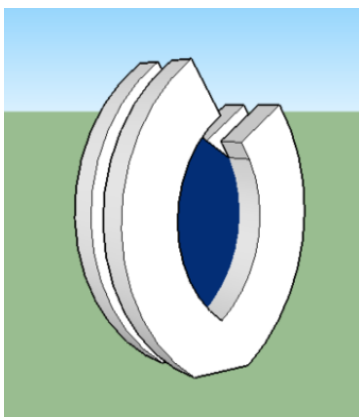


Figure 21: volumétrie de la 1ère tentative

Source : auteur

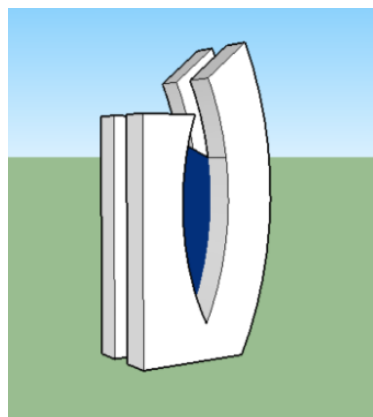


Figure 22: volumétrie de la 2ème tentative

Source : auteur

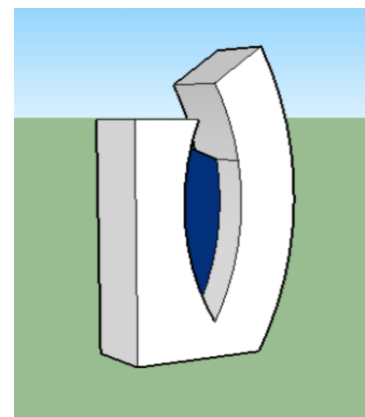


Figure 23: volumétrie de la 2ème tentative

Source : auteur

III.2. formalisation et concrétisation du projet du projet

III.2.2 Programme quantitatif définitif

Entité	Espace	Nombre	Surface
Production agricole	Espace d'hydroponie	10	3300 m ²
	Local gestion d'eau	01	80m ²
	Local gestion d'énergie	01	80m ²
	Local technique 1	01	35m ²
	Local technique 2	01	42.5m ²
	Stockage	01	34.6m ²
	Vestiaires	01	33m ²
	sanitaires	01	3.6m ²

Tableau07: le programme de l'entité de production agricole

Source : auteur

Entité	Espace	Nombre	Surface
Exposition	Espace d'exposition1	01	59.7 m ²
	Espace d'exposition 2	01	172m ²
	Espace d'exposition 3	01	71.2m ²
	Espace d'exposition 4	01	66.7m ²
	Espace d'exposition5	01	108m ²
	Espace d'exposition 6	01	99.5m ²
	Espace d'exposition 7	01	105m ²
	Espace d'exposition 8	01	85.8m ²
	sanitaires	02	19 m ²

Tableau08: le programme de l'entité exposition

Source : auteur

Entité	Espace	Nombre	Surface
Vente transformation 1^{er} étage	Boutique 1	01	60.9 m ²
	Boutique 2	01	37.4m ²
	Boutique 3	01	21.3m ²
	Boutique 4	01	28.9m ²
	Boutique 5	01	29.5m ²
	Boutique 6	01	30.2m ²
	Boutique 7	01	28.7m ²
	Boutique 8	01	32m ²
	Boutique 9	01	44m ²
	Boutique 10	01	60.8 m ²
	Boutique 11	01	32.8m ²
	Boutique 12	01	23.8m ²
	Espace de vente 1	01	53m ²
	Espace de vente 2	01	62m ²
	Sanitaires	02	45.6m ²

Tableau09: le programme de l'entité vente et transformation 1^{er} étage

Source : auteur

Entité	Espace	Nombre	Surface
Vente transformation 2^{ème} étage	Atelier de transformation	01	81.6 m ²
	Atelier d'emballage	01	98m ²
	Espace de jeux	01	156m ²
	Boutique 1	01	52m ²
	Boutique 2	01	62.1m ²
	Boutique 3	01	36m ²
	Boutique 4	01	50m ²
	sanitaires	04	48.6m ²
	vestiaires	01	30m ²

Tableau10: le programme de l'entité vente et transformation de 2^{er} étage

Source : auteur

Entité	Espace	Nombre	Surface
Vente et transformation 3^{ème} étage	Espace de vente 1	01	52 m ²
	Espace de vente 2	01	31.4m ²
	Espace de vente 3	01	38m ²
	Espace de vente 4	01	52m ²
	Espace de vente 5	01	69m ²
	Espace de vente 6	01	79.3m ²
	Espace de vente 7	01	86.4m ²
	Espace de vente 8	01	43.9m ²
	Cafétéria	01	82.5 m ²
	sanitaires	04	48.6 m ²

Tableau11: le programme de l'entité vente et transformation 3eme étage

Source : auteur

Entité	Espace	Nombre	Surface
Vente et transformation Rez de chaussée	Boutique 1	01	32.6 m ²
	Boutique 2	01	37.4 m ²
	Boutique 3	01	31.8m ²
	Boutique 4	01	38.9m ²
	Boutique 5	01	20.7m ²
	Boutique 6	01	29.3m ²
	Boutique 7	08	34.6 m ²
	Espace de vente 1	01	44.7m ²
	Espace de vente2	01	41.9 m ²
	Espace de vente 3	01	46.2 m ²
	Espace de vente	01	47.4 m ²
	Marché bio	01	185m ²
	Restaurant bio	01	121.8m ²
	Sanitaires	02	48.6m ²

Tableau12: le programme de l'entité vente et transformation RDC

Source : auteur

Entité	Espace	Nombre	Surface
Logistique	Local technique 1	01	49.3 m ²
	Local technique 2	01	31.3 m ²
	Réservoir d'eau	01	83.4 m ²
	Stockage 1	01	45.9 m ²
	Stockage 2	01	48.7 m ²
	Dépôt 1	01	84.7 m ²
	Dépôt 2	01	62.1 m ²
	Dépôt 3	01	96.2 m ²
	Sanitaires	02	22.8 m ²
	Chambre froide	01	38.5 m ²
	Local de climatisation	01	58.6 m ²
	Groupe électrogène	01	45 m ²
	chaufferie	01	48.5 m ²
	Local électricité	01	44 m ²
	Stockage 3	01	62 m ²

Tableau13: le programme de l'entité logistique

Source : auteur

Entité	Espace	Nombre	Surface
Administration	Bureau de planning	01	48.7 m ²
	Bureau de gestionnaire	01	20.4m ²
	Bureau d'économe	01	42.9 m ²
	Bureau de directeur	01	59.2m ²
	bureau	01	29m ²

Tableau14: le programme de l'entité administration

Source : auteur

Entité	Espace	nombre	Surface
FORMATION	Salle de cours 1	01	45.3m ²
	Salle de cours 2	01	31.9 m ²
	Salle de cours 3	01	45.3 m ²
	Salle de cours 4	01	31.9 m ²
	sanitaires	04	51.4 m ²

Tableau15: le programme de l'entité formation

Source : auteur

Entité	Espace	Nombre	Surface
Recherche expérimentation RDC	Stockage 1	01	55.1m ²
	Stockage 2	01	49.3m ²
	Cafétéria	01	82.9m ²
	Espace d'exposition	01	160 m ²
	sanitaires	04	51.6m ²

Tableau16: le programme de l'entité recherche et expérimentation

Source : auteur

Entité	Espace	Nombre	Surface
Recherche expérimentation 1^{er} étage	Salle de projection	01	80m ²
	loge	01	13.2m ²
	Laboratoire 1	01	49m ²
	Laboratoire 2	01	62.6m ²
	Laboratoire 3	01	73.3m ²
	Laboratoire 4	01	93m ²
	Atelier 1	01	50.3m ²
	Atelier 2	01	50m ²
	Atelier 3	01	48m ²
	Atelier 4	01	43.3 m ²
	sanitaires	04	51.6m ²
	vestiaires	01	20m ²

Tableau17: le programme de l'entité recherche et expérimentation 1^{er} étage

Source : auteur

Entité	Espace	Nombre	Surface
Recherche expérimentation 2^{ème} étage	Bureau des associations	01	67 m ²
	Bureau des chercheurs	01	70m ²
	Bureau de gestionnaire	01	67m ²
	Bureau de directeur	01	35m ²
	Secrétariat	01	20m ²
	Salle de réunion	01	86m ²
	Infirmierie	01	15m ²
	Archive	01	16m ²
	sanitaires	02	23 m ²

Tableau18 le programme de l'entité recherche et expérimentation 2ème étage

Source : auteur

Surface totale = 13357 m²

III.2.3 Description du projet

Notre projet centre de développement et de promotion de l'agriculture urbaine prend naissance sur un site de 1.5ha. Il occupe le centre de la parcelle, entouré de quatre voies (Hassiba Ben Bouali, Alfred de Musset, Bachir Attar et boulevard AissetIdir) ce qui permet une continuité urbaine et une excellente accessibilité.

Notre projet est basé sur des éléments tirés du site (formes simples), des métaphores inspirées de la nature (la feuille de la plante) et des gestes qui protègent l'environnement (la forme circulaire et rigide qui indique la protection). Il est constitué d'une tour émergente qui abrite la fonction de production agricole (serres agricoles) et un socle qui se présente en trois entités : entité de recherche et d'expérimentation, entité de vente et transformation (commerce) et entité d'enseignement et de formation. L'ensemble est articulé avec une rampe circulaire qui abrite la fonction d'exposition.



Figure 24: vue sur le projet

Source : auteur

II.2.3.1 Accessibilité et circulation

Nous avons prévu plusieurs accès pour un meilleur accueil et une bonne gestion de flux.

Ils sont hiérarchisés selon l'importance et la nature de flux :

- ✓ Accès principal se trouve sur la façade sud à partir de la station Aisset idir d'où l'importance de flux. Il mène vers l'entité de recherche et expérimentation puis vers le reste du projet.
- ✓ Accès secondaire sur la façade nord à partir de la rue Hassiba Ben Bouali qui mène vers la tour.
- ✓ Deux autres accès de côté est et ouest menant vers les entités de commerce à partir de la rue Alfred de Musset et Bachir Attar.
- ✓ Deux accès mécaniques par des rampes à partir des deux rue Alfred De Musset et Bachir Attar qui mènent vers un parking publics au niveau de sous-sol.
- ✓ Les circulations horizontales sont organisées en parcours hiérarchisés.



Accès principale



Accès secondaires



Accès mécanique



Figure 25: plan de masse

Source : auteur

III.2.3.2 Descriptions des différentes entités

✓ Entité recherche et expérimentation

C'est une barre de R+2 qui se dégrade en hauteur destinée à l'entrée principale du projet, elle abrite un hall d'accueil, un espace d'exposition, un espace de détente, les laboratoires et les ateliers de recherche plus une partie réservée à l'administration. C'est un espace d'articulation entre les deux volumes de commerces par des boutiques organisées autour d'un patio.



Figure 26: vue sur l'entité de recherche

Source : auteur

✓ **Entité de vente est transformation**

Ce sont des volumes d'une forme simple avec une hauteur de R+3. Le premier volume du côté Est abrite des boutiques, des espaces de ventes, un restaurant bio et un espace de jeux. Le deuxième volume de côté ouest compte un marché bio, des boutiques, atelier de transformation et d'emballage, et un jardin suspendu.

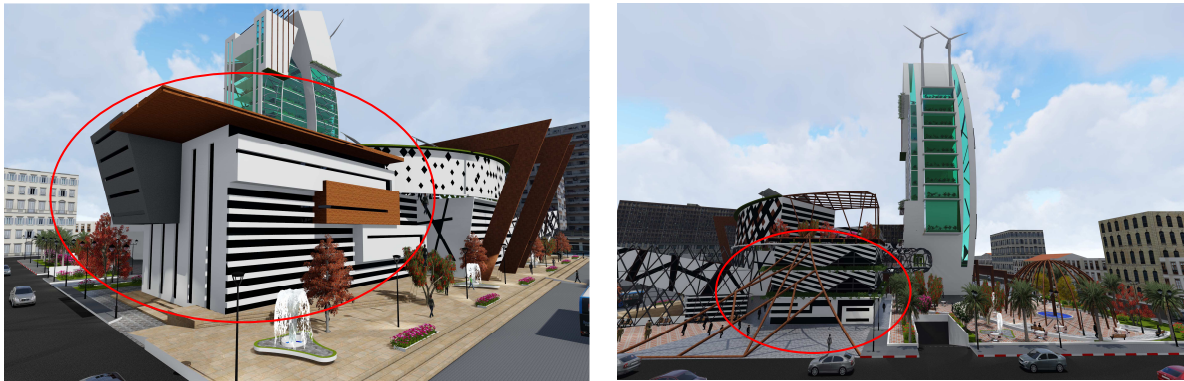


Figure 27: vue sur l'entité vente et transformation

Source : auteur

✓ **Entité de production agricole**

C'est une tour de R+16 avec une forme basée sur la métaphore d'une feuille d'une plante. Elle abrite un hall d'accueil, réception, des espaces de stockages, les serres agricoles, les locaux techniques (gestion d'eau, gestion d'énergie...) et une partie réservée à l'administration.



Figure 28: vue sur l'entité de production agricole

Source : auteur

✓ **Entité de formation et d'enseignement**

Elle a une forme triangulaire d'une hauteur de R+2 abrite des salles de cours et des salles TD



Figure 29: vue sur l'entité de formation et d'enseignement

Source : auteur

✓ Entité d'exposition

C'est une rampe circulaire qui se dégrade en hauteur, c'est un volume suspendu accessible de côté nord par des escaliers urbains. Il est encastré dans le volume de commerce du côté Est et se termine au même niveau que le jardin suspendu de côté Ouest.

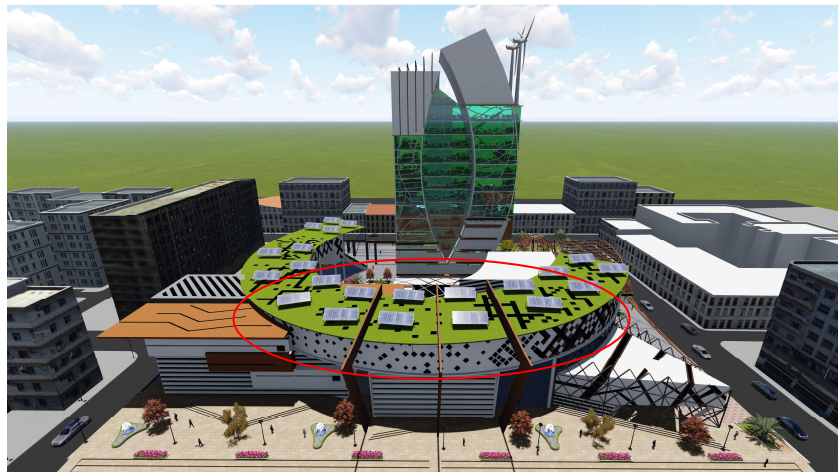


Figure 30: vue sur l'entité d'exposition

Source : auteur

III.2.4 Le système structurel

Notre choix pour la structure porte sur deux types de structure :

III.2.4.1 La structure métallique

Elle Permet une plus grande liberté dans la gestion des espaces grâce à des portées plus grandes, allant jusqu'à 20m.

Avantages

- ✓ Un bon comportement au séisme dû à la légèreté et la souplesse de l'ossature.
- ✓ Flexibilité des espaces.
- ✓ Bonne caractéristiques mécaniques à la traction et à la compression.

- ✓ Considération d'ordre esthétique.

III.2.4.2 L'infrastructure

III.2.4.2.1 Fondations

Les fondations optées pour la réalisation de notre projet sont des fondations

Sur pieux pour la partie tour en raison de situation dans une zone de sismicité II, elles seront réalisées après la recherche du bon sol (jusqu'à ce que la résistance soit suffisante).

Donc l'infrastructure du projet est constituée d'un radier général reposant sur un système de pieux ancrés dans la roche profonde (bon sol) et ce pour chaque type de structure

Sous-sol : pour sous-sol on a opté pour un voile de 30cm afin de retenir les poussées des terres, et de l'eau.

III.2.4.3 La superstructure

III.2.4.3.1 Les poteaux

Utilisés dans l'ensemble de la structure du projet les poteaux seront en acier de profiler H enrober dans le béton, ou tubulaire. Ils seront traités contre la corrosion par une peinture anti-rouille à l'usine et ils seront protégés contre le feu avec des panneaux coupe-feu en plâtre.

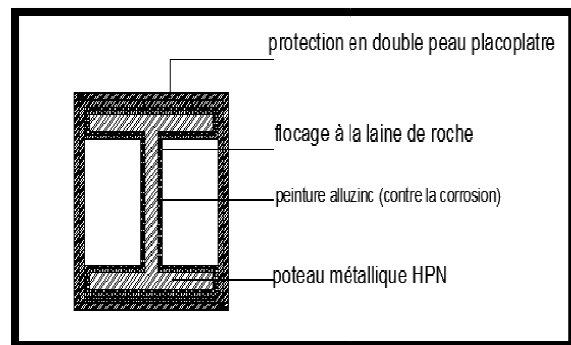


Figure31 : poteau métallique HPN

Source : <http://www.bacacier.com>

III.2.4.3.2 Les poutres

L'utilisation des poutres comme éléments porteur nous permet de franchir des grandes portées importantes, avoisinant 40 mètres. Ces poutres permettent le passage à travers les alvéoles des conduites divers (le passage des gaines de climatisation et les câbles, Chauffage, ventilation, conditionnement d'air, etc.)



Figure 32: poutre alvéolaire

Source : <http://www.bacacier.com>

Le noyau central

On a opté pour trois noyaux centraux qui sont en béton armé régnant sur toute la hauteur de la tour. Il est utilisé pour contreventement et la stabilisation. Il est formé des voiles formant les cages d'escaliers, les cages d'ascenseurs.

III.2.3.3 le plancher collaborant

Les avantages d'un plancher collaborant:

- ✓ Moins de risque de basculement ou de flambage.
- ✓ Meilleure résistance au feu de l'ensemble.
- ✓ Le béton protège l'acier contre la corrosion.
- ✓ Éléments préfabriqués légers.
- ✓ Volume de béton nécessaire moins élevé.
- ✓ Rapidité d'exécution accrue.
- ✓ Hauteur de plancher réduite, gain d'espace
- ✓ Pas de coffrage
- ✓ Conception flexible

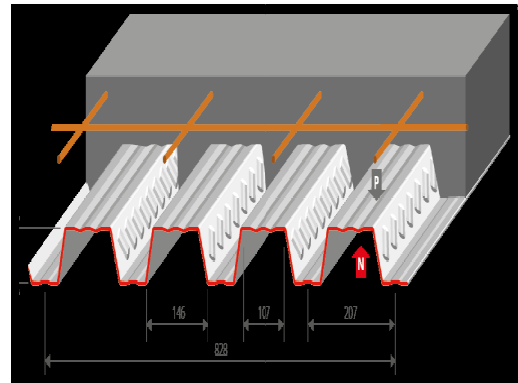


Figure 33: plancher collaborant

Source : <http://www.bacacier.com>

III.2.4.2 La structure en béton armé

Dans notre projet on a utilisé le béton cellulaire

Qui est un matériau de construction fabriqué exclusivement à partir de matières premières naturelles, il résulte d'un savant dosage d'eau, de sable, de ciment, de poudre d'aluminium ou de pâte d'aluminium, et d'air.

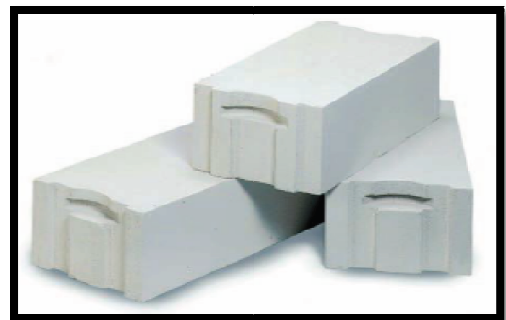


Figure 34: le béton cellulaire

Source :

✓ Résistance à la compression

Le béton cellulaire se caractérise par une résistance à la compression extrêmement élevée.

Les essais réalisés en laboratoire font d'ailleurs s'apparaître des résistances mécaniques nettement supérieures à celles imposées par les normes.

✓ Résistance au feu : Le béton cellulaire est une garantie de sécurité contre le feu.

Grâce à son matériau minéral naturel, il est incombustible et coupe-feu de 1 heure à 6 heures selon l'épaisseur. Il assure une protection exceptionnelle et remarquable contre le feu tant pour les bâtiments industriels que pour l'habitation individuelle sans dégagement des fumées ou gaz toxiques.

✓ Écologique :

Le béton cellulaire respecte l'environnement. Il ne contient ni matière toxique, ni élément radioactif. Il est l'ami de la nature durant son cycle de vie depuis sa production jusqu'à son utilisation dans les travaux du bâtiment.

✓ Économique :

La facture énergétique est en hausse continue pesant lourdement sur le consommateur. Le béton cellulaire, grâce à son avantage d'isolation thermique, permet de réaliser des économies aussi bien sur la taille des équipements de chauffage et de climatisation que sur l'énergie consommée.

Introduction

Le terme bioclimatique fait référence à une partie de l'écologie qui étudie plus particulièrement les relations entre les êtres vivants et le climat. En architecture, cette expression vise particulièrement du confort qu'un espace bâti peut induire de manière naturelle, c'est-à dire en minimisant le recours aux énergies non renouvelables.

L'architecture bioclimatique repose sur deux stratégies une de chaud répond au confort d'hiver par le captage la chaleur du rayonnement solaire, la stocker dans la masse, la conserver par l'isolation et la distribuer dans le bâtiment tout en la régulant. Et une autre de froid qui répond au confort d'été par la protection du rayonnement solaire et les apports de chaleur, minimisation des apports internes, dissiper la chaleur en excès et refroidir naturellement.

Dans cette partie on essayera de cerner le côté bioclimatique, les systèmes, les matériaux qui nous permettent de concevoir un projet en respect avec l'environnement. Dans ce cas comment penser notre projet de telle manière à être en adéquation entre la construction, le comportement des occupants et le climat, pour réduire au maximum les besoins énergétique non renouvelable ?

IV. Aspect bioclimatiques du projet

IV.1. solutions passives

IV.1.1 l'orientation

L'implantation et l'orientation du bâtiment influent sur son comportement thermique, en été ou en hiver par : l'exposition au soleil et la protection ou l'exposition au vent.

Elle comprend l'orientation Nord-sud des bâtiments, la répartition, la situation et la taille des ouvertures. L'orientation Sud est la plus adéquate, celle-ci découle de la trajectoire de soleil et la possibilité de captage. Cette orientation permet un meilleur ensoleillement en hiver et une réduction des apports solaires en été, en effet le soleil en hiver est bas alors il pénètre profondément dans les locaux, alors qu'en été la pénétration du soleil est moins profonde vu que la hauteur solaire est plus élevée.

Notre projet est développé selon l'axe est ouest dans le but de se profiter en maximum des rayons solaires tout en maximisant les façades vitrées dans le côté sud et les minimisant dans le côté nord.

IV.1.2 la ventilation naturelle, le rafraîchissement passif

Ventiler permet d'apporter un air neuf, d'évacuer l'air vicié et ainsi pourvoir à nos besoins en oxygène. La ventilation permet également d'évacuer les odeurs et les polluants qui s'y accumulent, d'éliminer l'excès d'humidité et de fournir aux appareils à combustion l'oxygène dont ils ont besoin pour fonctionner sans danger pour notre santé.

La ventilation naturelle est le moyen de ventiler le plus élémentaire. Celle-ci est basée sur le simple fait que l'air chaud monte pour être évacué automatiquement par des ouvertures disposées à des endroits stratégiques. Ce principe nécessite alors aucune source d'énergie et s'effectue sans aucune nuisance sonores. Le fonctionnement de la ventilation naturelle existe depuis les temps les plus reculés. La ventilation naturelle convient parfaitement dans l'industrie, les centres commerciaux, les centrales thermiques, les bâtiments d'exposition, les entrepôts, les hôpitaux, les maisons de repos, et bien sûr aussi pour les maisons individuelles.

La ventilation naturelle dans notre projet est assurée par :

IV.1.2.1 le patio

Le patio est en général bordé d'une galerie qui fournit une circulation dans l'édifice, et le terme patio désigne également celle-ci. Plus largement, un patio est un espace extérieur d'agrément, réservé aux repas ou à la détente. Il a fréquemment un bassin dans son centre dont l'évaporation participe à la climatisation naturelle de la cour.



Figure 01: schéma pour le patio

Source : <https://christiandeconinck.wordpress.com//maisons-a-patio-pour-la-banlieue/>

✓ Application et mise en œuvre dans le projet

On a opté pour le patio dans la partie recherche et expérimentation dans le but de faire parvenir la lumière naturelle au cœur du projet (dans les ateliers et les laboratoires de recherche), participer à la régulation thermique, ventiler l'intérieur du bâtiment en été grâce à la possibilité d'ouverture de la verrière tout en restant en contact avec la nature ainsi chauffer passivement les espaces par effet de serre en hiver.

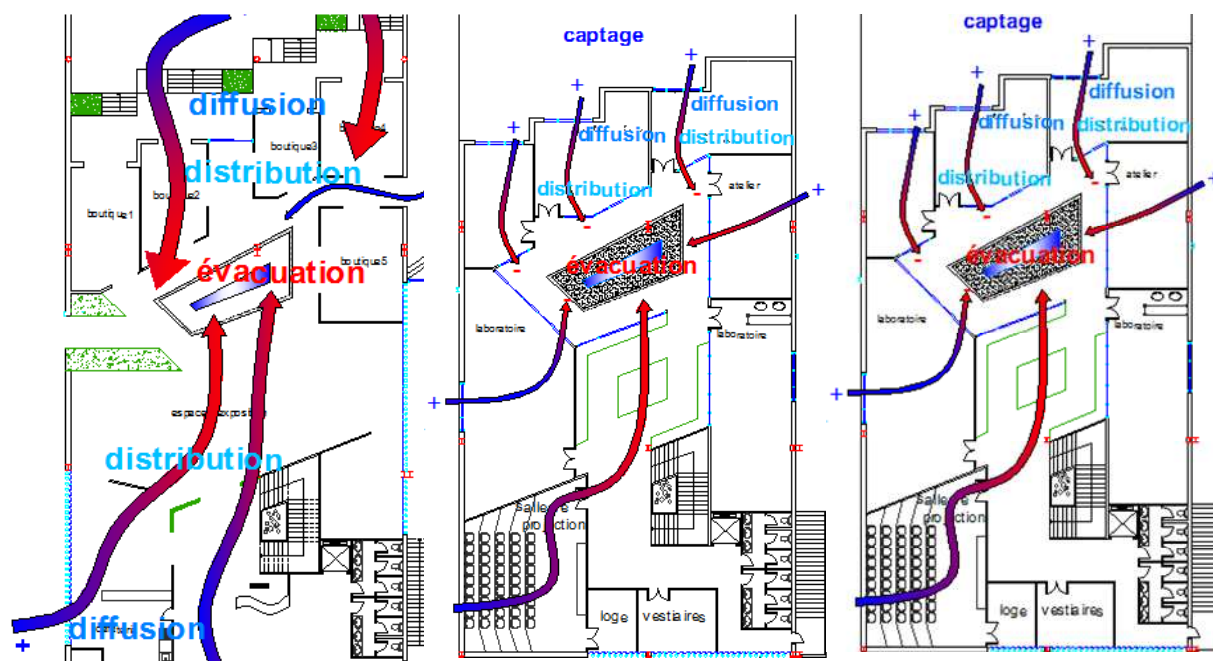


Figure 02: le fonctionnement de patio pendant la journée

Source : auteur

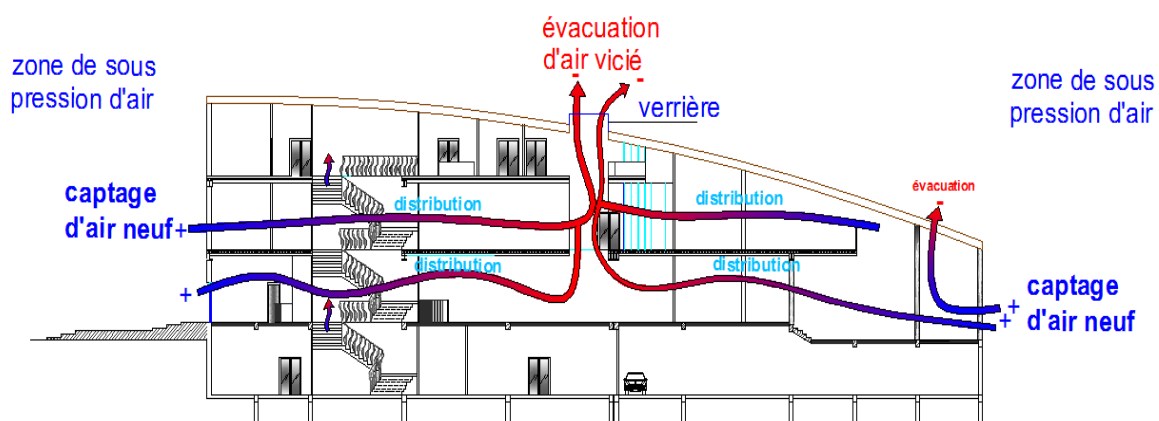


Figure03 : schéma bioclimatique sur le fonctionnement de patio pendant la journée

Source : auteur

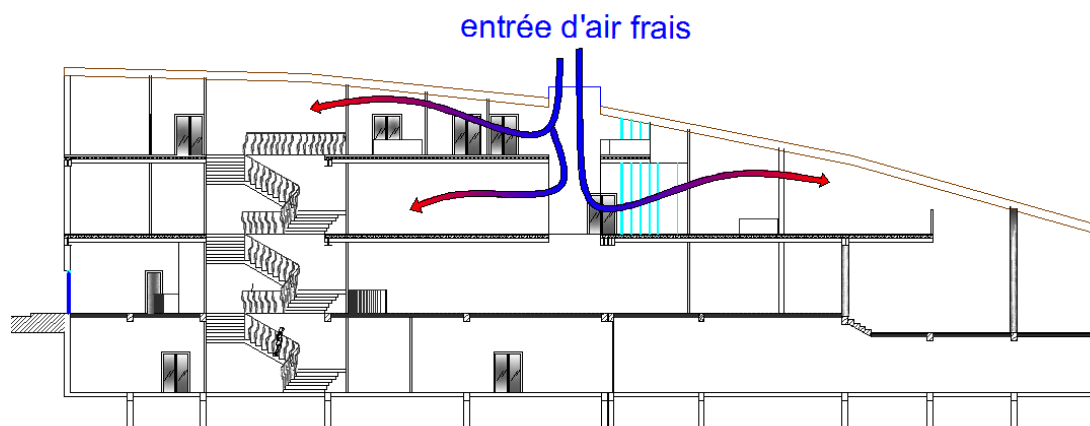


Figure 04: schéma bioclimatique sur le fonctionnement de patio pendant la nuit

Source : auteur

IV.1.2.2 L'effet trous sous immeuble

Phénomène d'écoulement dans les trous ou passage sous immeuble qui relie l'avant du bâtiment en surpression et son arrière en dépression.

Conseils pratiques :

- ✓ Orienter les immeubles avec "trous" sous une incidence parallèle au vent.
- ✓ Fournir le pied des immeubles de végétation et des constructions.
- ✓ Diviser les flux au pied des immeubles en augmentant la porosité du bâtiment.

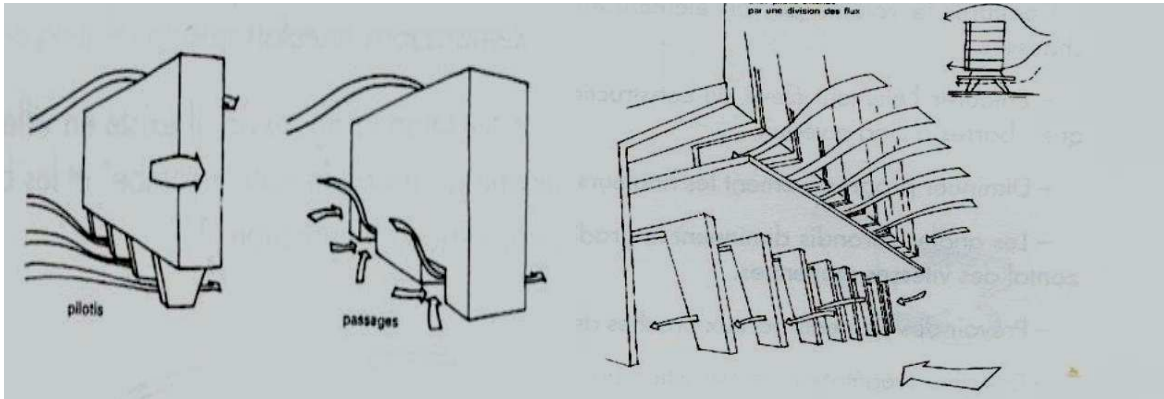


Figure05 : coupe schématique sur l'effet trous sous immeuble

Source : <https://fr.slideshare.net/merymeryas/le-vent-et-la-ventilation-cours-lmd>

➤ Application et mise en œuvre dans le projet

La création d'une faille au RDC de 8.16m orientée nord, qui permet de capter l'air frais et d'assurer ainsi une ventilation du projet en période estivale. Cette faille est dotée d'ouvertures orientables et flexibles (par exemple des parois amovibles) afin de gérer le flux de ventilation voulue selon les conditions climatiques et qui peuvent être fermée en périodes hivernales.

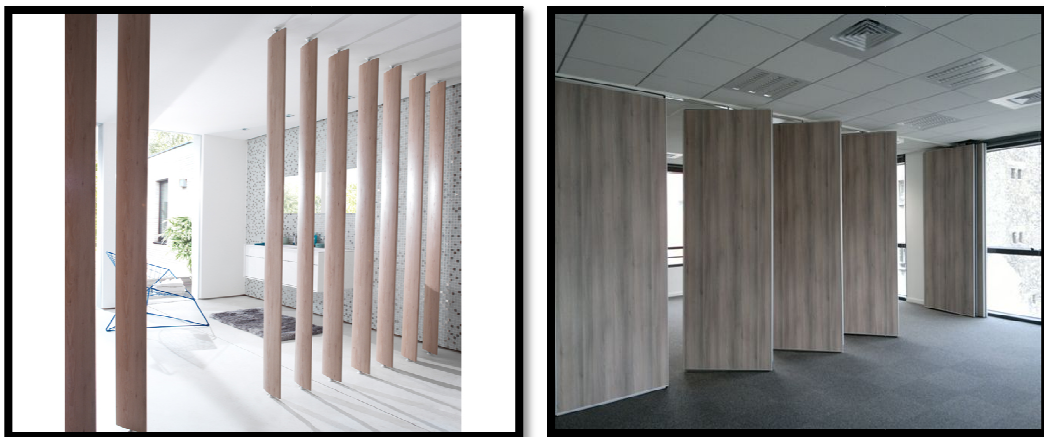


Figure 06: les parois amovibles

Source : <https://www.batisalon.fr/hall-c-et-d-amenagement/231-fouasse.html>

Aussi l'application de cet effet par la création d'une rampe surélevé par des pilotées qui permet de gérer la circulation de l'air.

IV.1.2.3 ventilation traversante

Elle s'effectue de la façade en surpression vers la façade en dépression. Cette différence de pression est due au vent ou à un écart de température entre la façade ombragée et la façade ensoleillée.

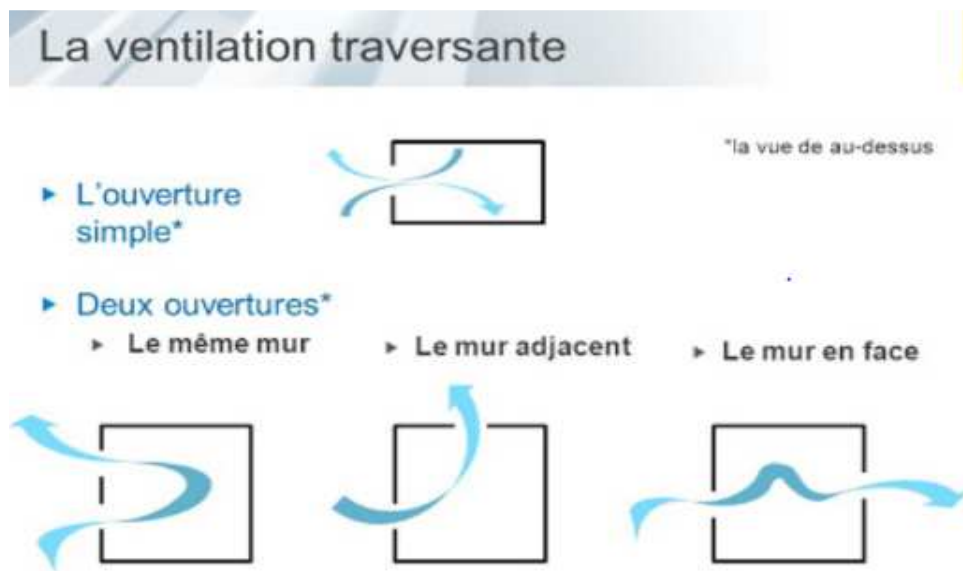


Figure07 : schémas explicatifs de la ventilation traversante

Source : <http://slideplayer.fr/slide/11306758/>

✓ Application et mise en œuvre dans le projet

L'application de principe de la ventilation traversante dans les deux volumes de commerce

Le premier volume est exposé aux vents dominants frais du côté nord-est, le deuxième est exposé aux vents chauds traités du côté sud-ouest pour cela on a créé des ouvertures opposées ce qui permet la création de deux masses d'air : une froide (zone de sous pression d'air) et une autre chaude (zone de surpression d'air).

L'air chaud monte et s'échappe par les sorties d'air du haut tandis que l'air froid est aspiré par les entrées d'air du bas. Le système fonctionne dans un parfait silence et sans la moindre consommation d'énergie. Plus précisément, l'air chaud en entrant, se dilate, devient moins dense et sa masse volumique est plus faible. Il devient léger et va donc s'échapper par le haut. En contrepartie, l'air frais se contracte, devient plus dense et sa masse volumique est plus grande. Il restera donc vers le bas pour renouveler l'air et rafraîchir l'espace.

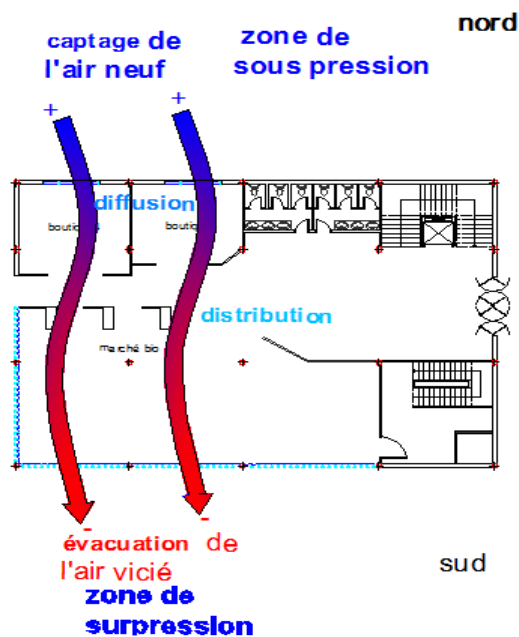


Figure08 : vue en plan sur la ventilation traversante
(Le 1^{er} volume)
Source : auteur

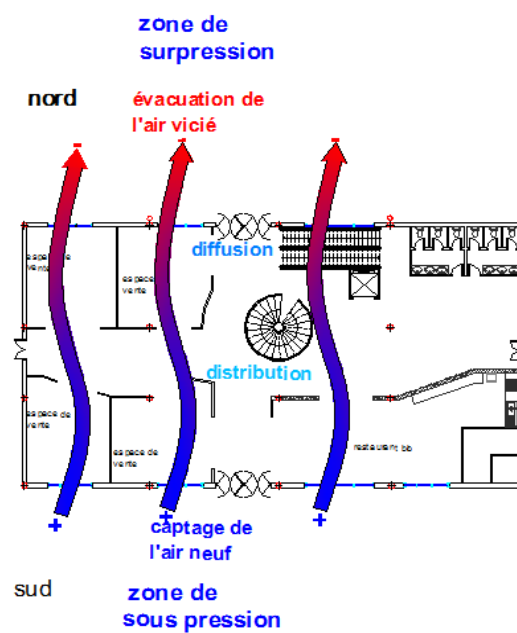


Figure09 : vue en plan sur la ventilation traversante
(Le 2eme volume)
Source : auteur

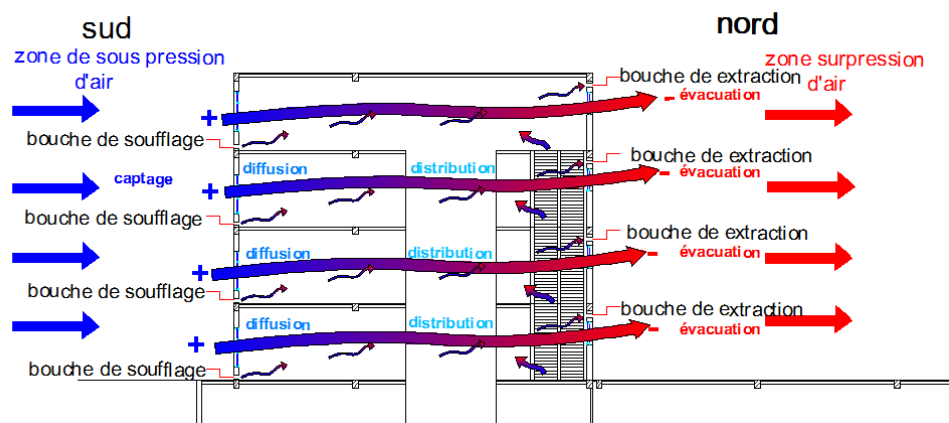


Figure 10: vue en coupe sur la ventilation traversante (le 1^{er} volume)
Source : auteur

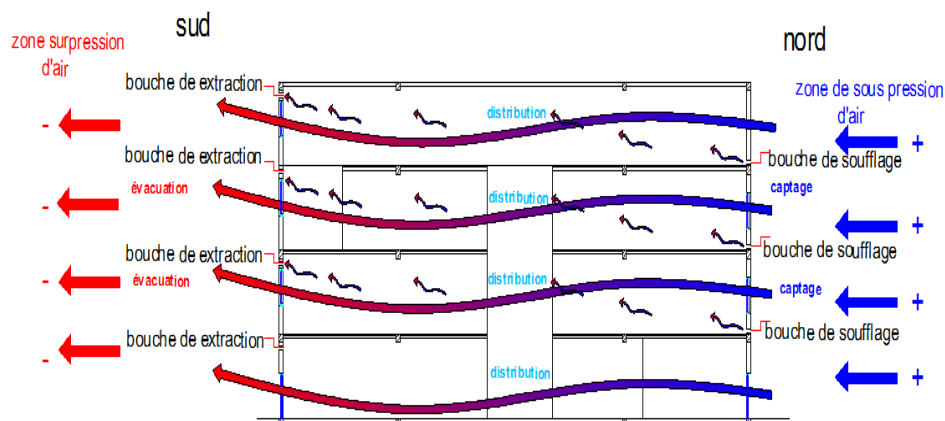
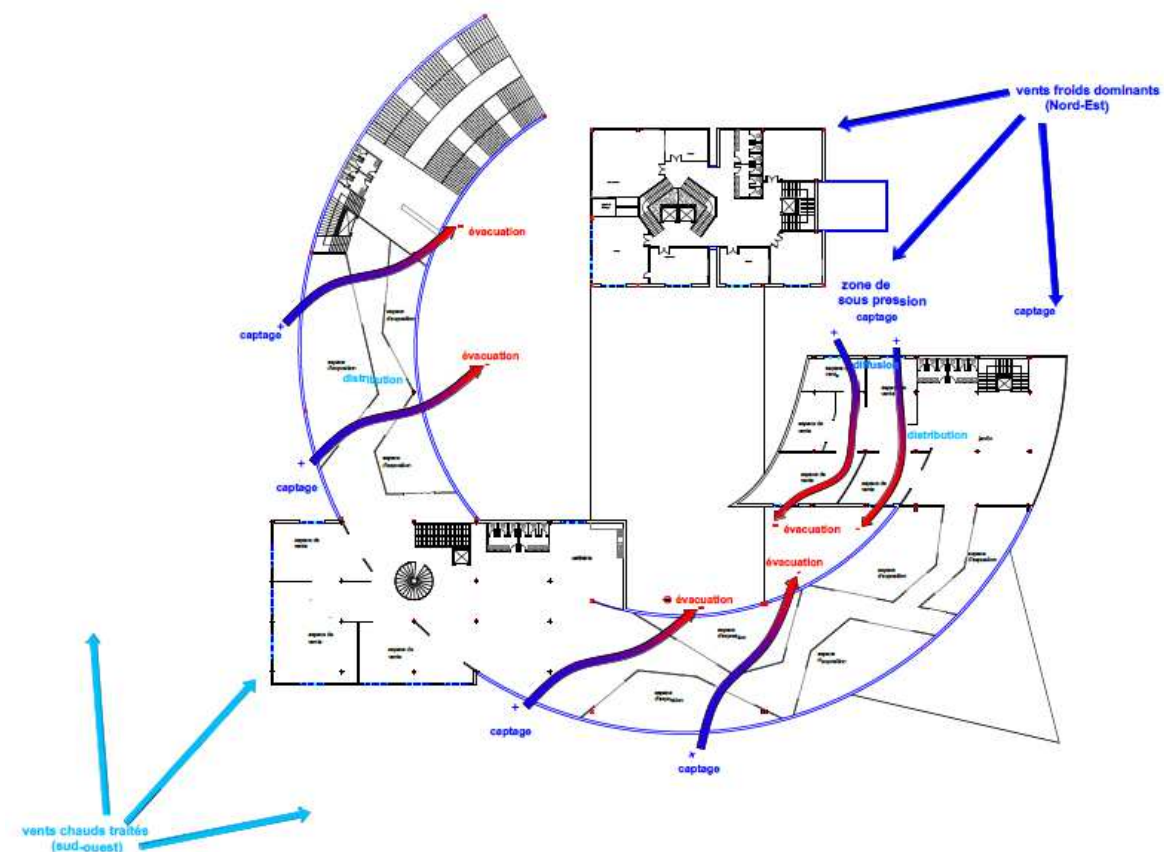
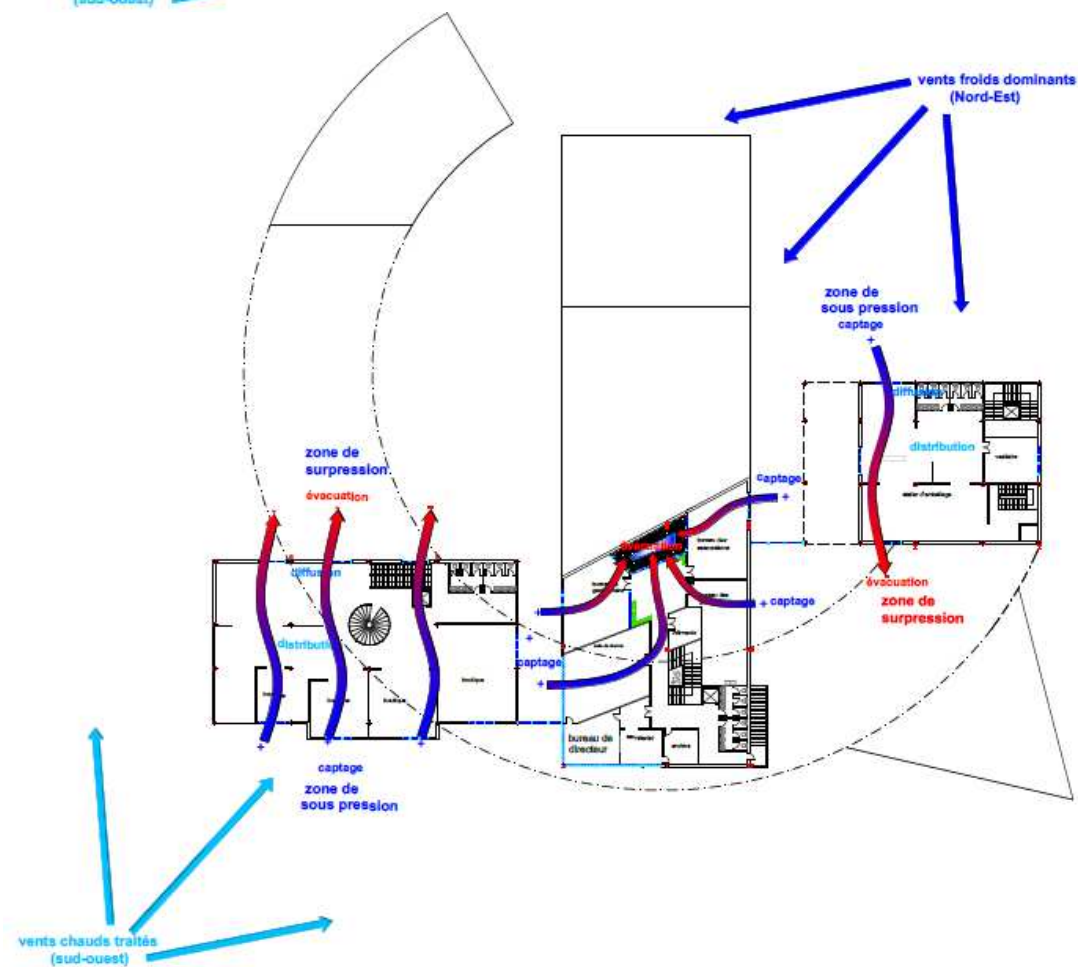
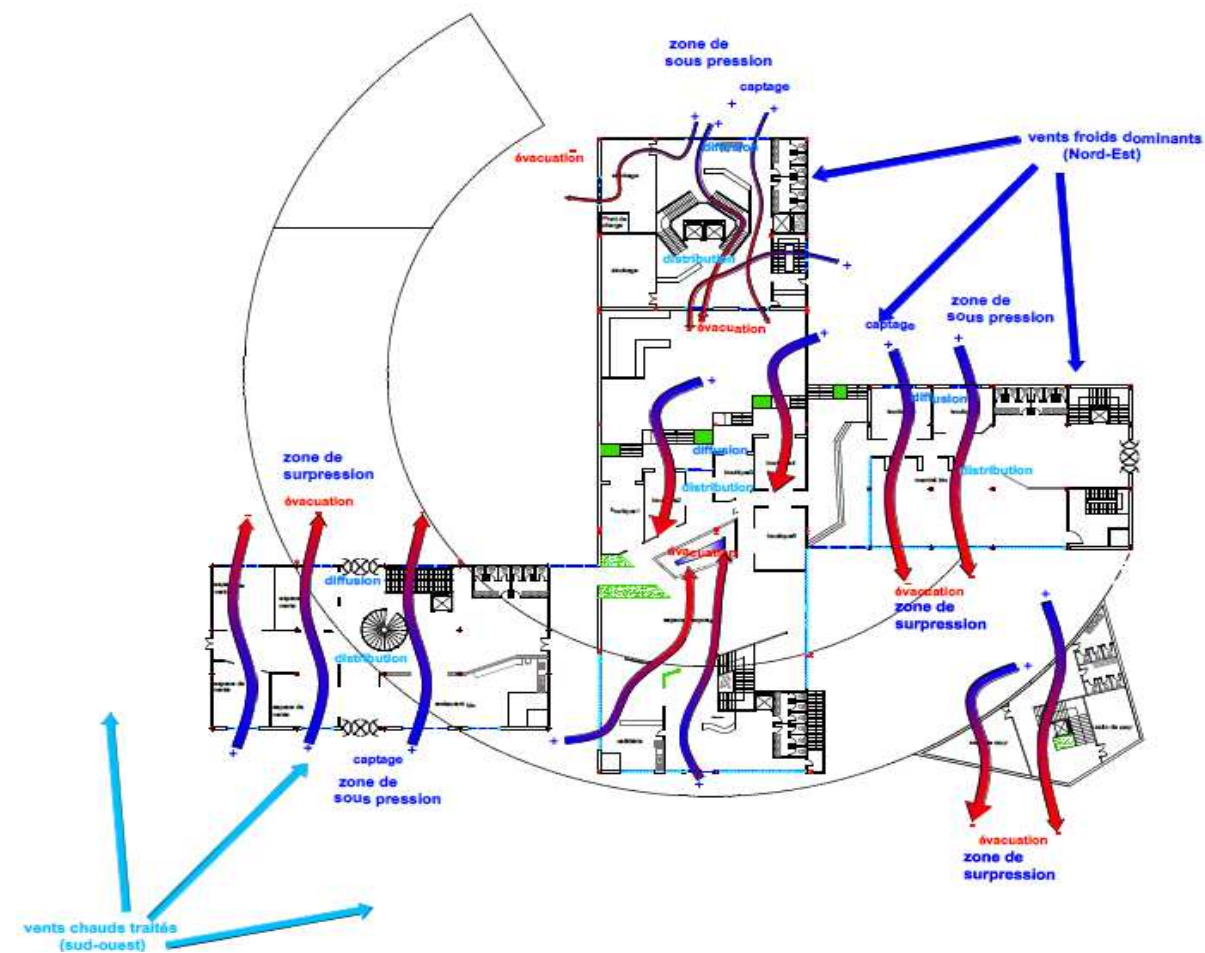
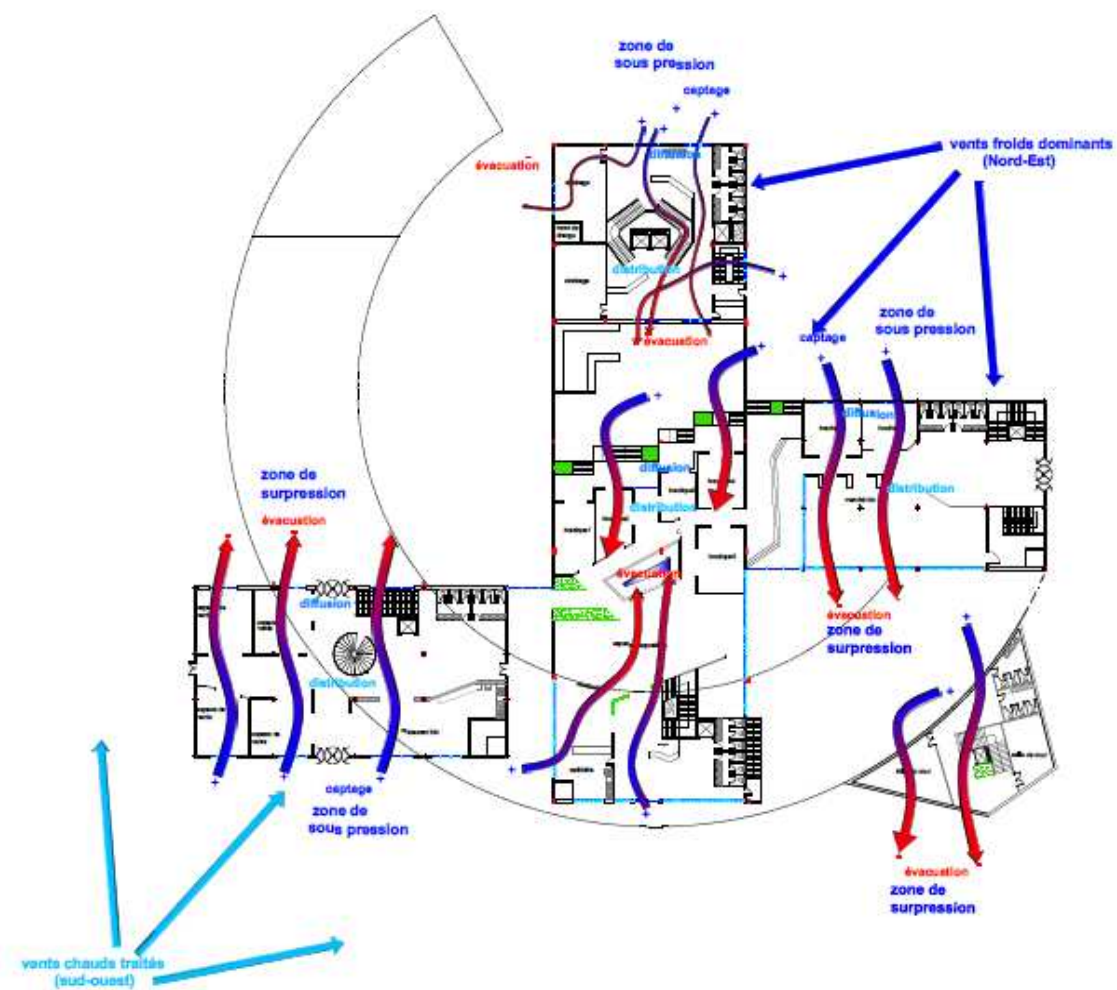


Figure 11: vue en coupe sur la ventilation traversante (le 2eme volume)
Source : auteur



IV.1.2.4 Ventilation par effet thermique

On a essayé de reproduire l'effet thermosiphon dans la partie des serres dans le but d'avoir un renouvellement d'air particulier.

On a opté à une cage d'escaliers en verre, dotée des ouvertures sur la façades (Nord, est) ce qui permet la rentrée d'air frais de façon que le tirage thermique soit assuré par la différence de température entre l'air chaud intérieur et l'air plus frais de l'extérieur.

✓ En hiver

La ventilation se fait par un système avec une haute pression pour pousser et comprimer l'air chaud et permet son mouvement vers une sortie.

✓ En été

Le tirage thermique vu la hauteur est importante air plus froid est retiré à un niveau haut et une chaleur est fournie à un niveau plus bas (différence de température)

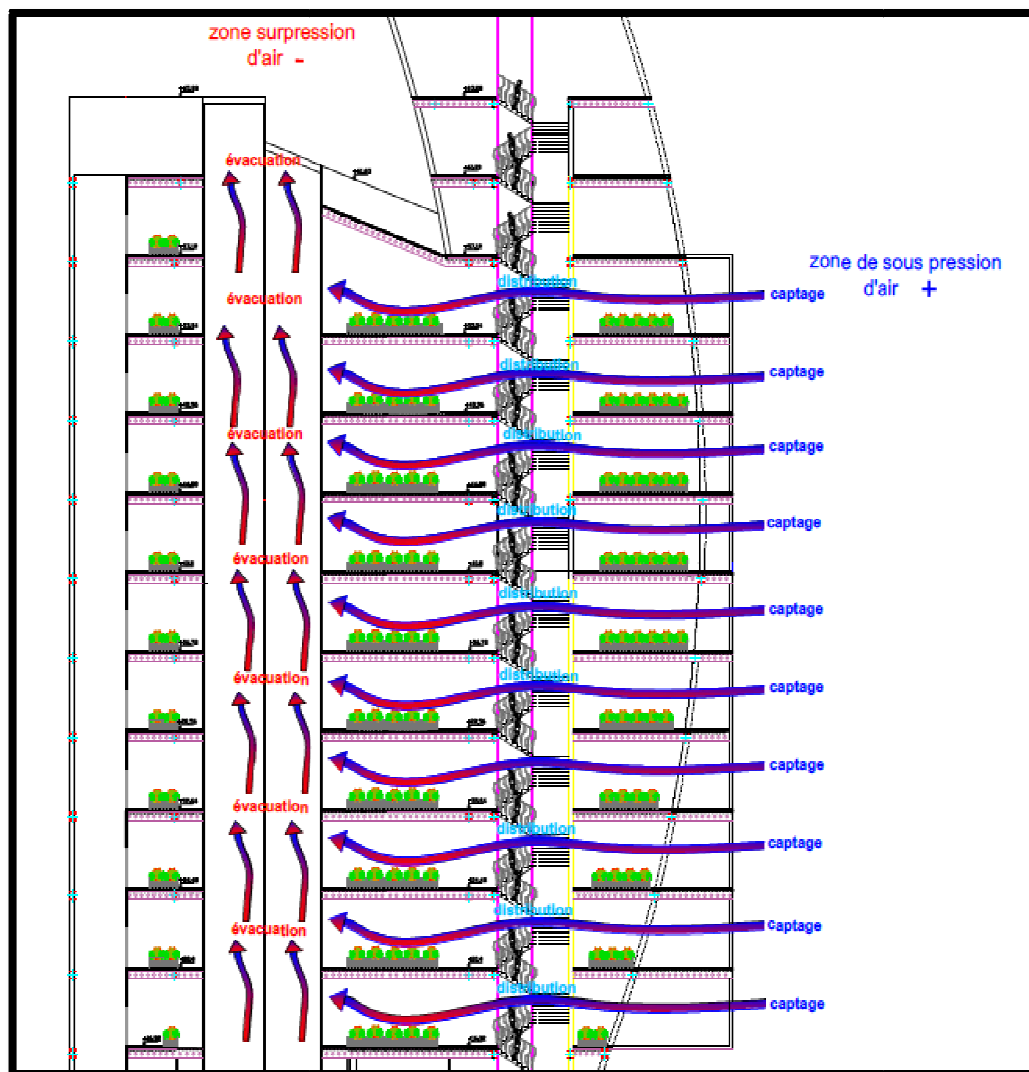


Figure12 : vue en coupe sur l'effet cheminée dans les serres agricoles

Source : auteur

IV.1.3 le chauffage passif

Pour assurer un confort d'hiver et d'été, tout en réduisant les besoins de chauffage et de climatisation, selon les caractéristiques du site et du climat, l'implantation et l'orientation de notre bâtiment recherchera l'endroit privilégié pour bénéficier au maximum de l'énergie solaire. L'enveloppe du bâtiment a un rôle de conservateur mais aussi de capteur, alors nous avons opté pour de grandes surfaces vitrées du côté sud pour augmenter les apports solaires en hiver ; griffé par des brises soleil pour se protéger en été.

✓ Le chauffage pour les serres

L'orientation sud est la plus privilégiée pour les serres agricoles afin de capter le maximum des rayons solaires nécessaires. pendant la journée d'été ou d'hiver la chaleur est transmise à l'intérieur des serres à travers le vitrage à faible émissivité qui laisse passer les rayons solaires et évite les déperditions thermiques, pendant la nuit la chaleur stockée par les planchers émise par rayonnement à l'intérieur par le déphasage de restitution d'énergie.

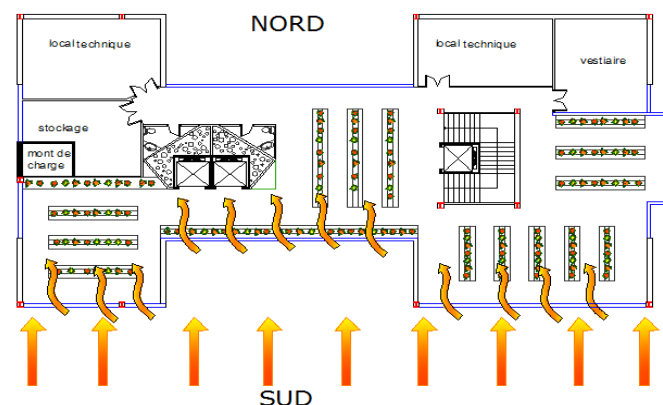


Figure13 : vue en plan sur le chauffage en été et en hiver pour les serres agricoles

Source : auteur

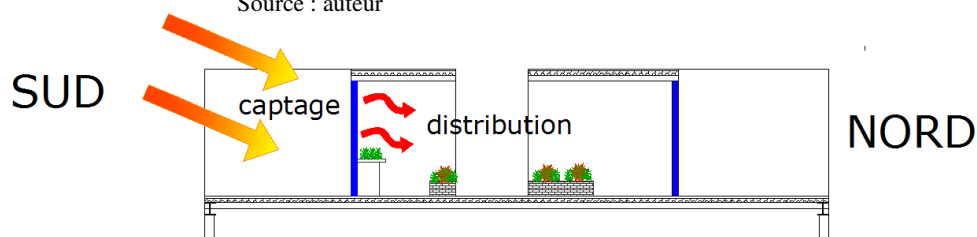


Figure14: chauffage en été et en hiver

Source : auteur

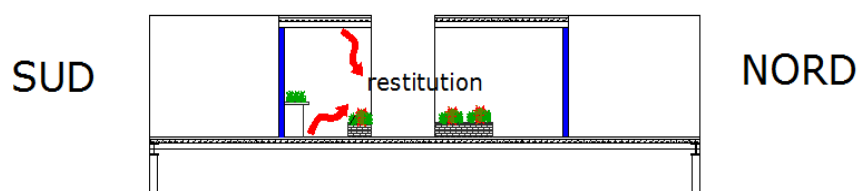


Figure 15: déphasage par restitution d'énergie la nuit d'été et d'hiver

Source : auteur

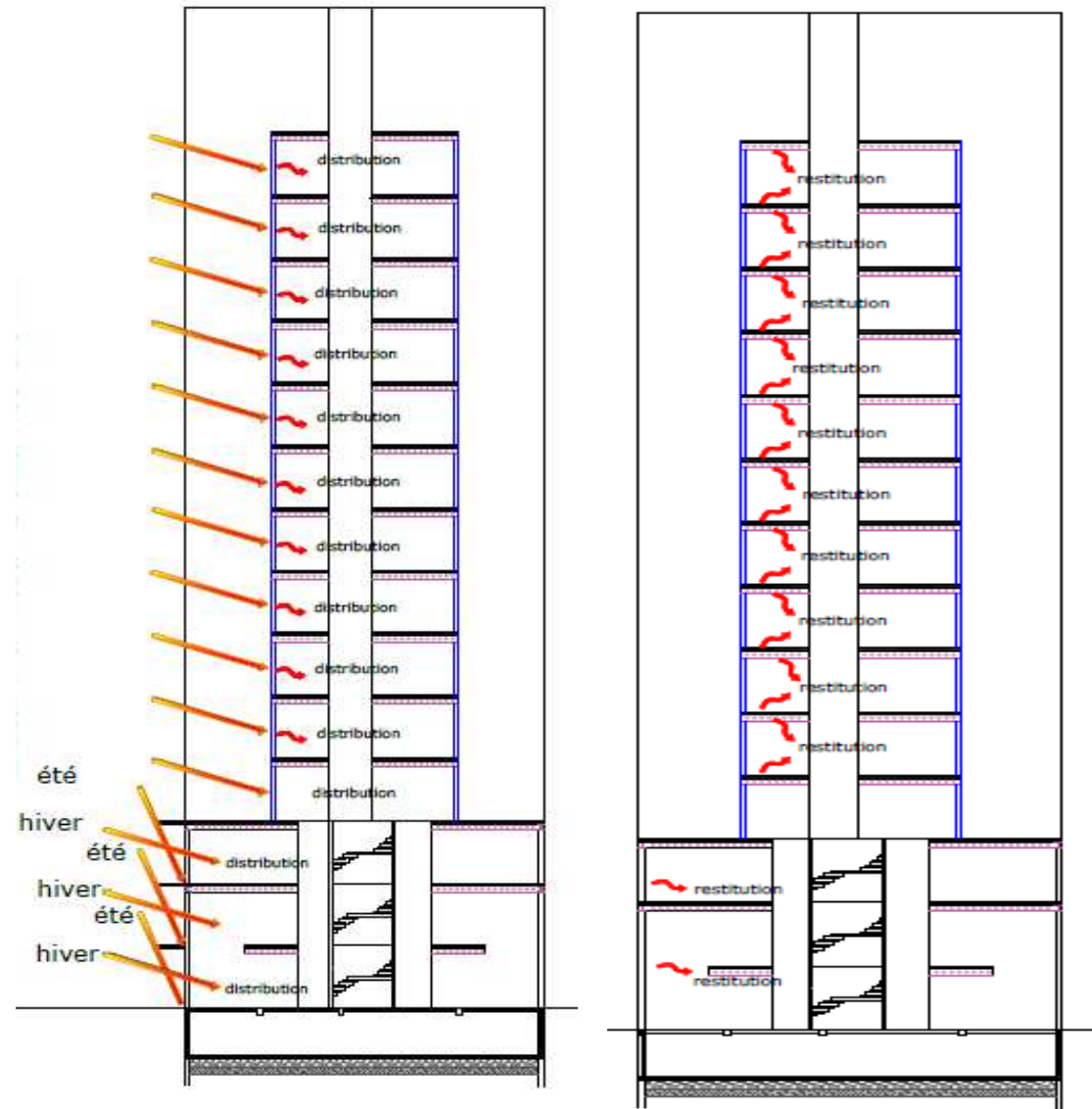


Figure 16: le chauffage passif en été et en hiver (le jour)

Source : auteur

Figure 17: le chauffage passif en été et en hiver (la nuit)

Source : auteur

✓ Le type de verre utilisé :

Facteur solaire et bio climatisme

Un facteur solaire important répond à la stratégie d'accumulation des calories du soleil d'hiver, les vitrages de ce type seront dès lors privilégiés en face sud .On optera pour les vitrages à facteur solaire faible en face ouest ou en toiture afin de limiter les surchauffes caractéristiques de ces orientations

Donc on optera un triple vitrage pour la façade sud 4/16/4/16/4 avec un facteur solaire FS de 0,55 à 0,63 avec un coefficient de transmission thermique UW 0,8 à 1,2 et une transmission lumineuse TL 70 à 74% avec un épaisseur du châssis (bois) 78 mm avec isolation renforcée avec un double joint d'étanchéité , il est très bon en terme de

performance thermique et recyclage. Il faut prévoir une couche à faible émissivité une fine couche d'oxydes métallique est disposée sur la face externe de la vitre intérieure afin de diminuer la migration non souhaitée des calories qui sont dues au transfert de chaleur de l'intérieur vers l'extérieur par rayonnement d'infrarouge.

Tout fois ce dispositif entraine une diminution du facteur solaire et de la transmission lumineuse

- 1-couche faible émissivité
- 2- vitrage
- 3-gaz argon (12,14 ou 16 mm)
- 4- intercalaire (warm edge)

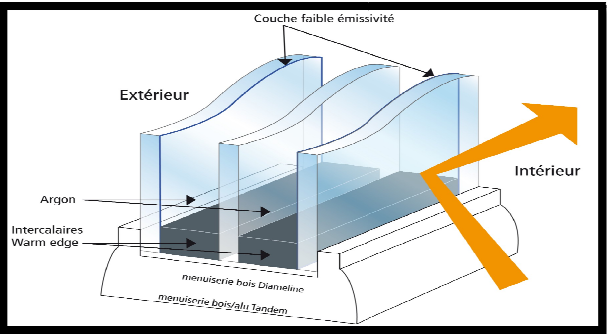


Figure 18: les composants de triple vitrage
Source :<http://www.atima.be/les-produits/menuiserie-exterieure/les-chassis/les-vitrages/triple.html>

✓ Le chauffage des autres entités

Pour la partie administration et le reste des entités de projet notamment l'entité de recherche et de commerce on a opté pour des brises soleils à lames orientables bioclimatique, qui permettent de réduire les besoins énergétiques, de régler et maintenir le niveau de température agréable, de contrôler le taux d'humidité et de favoriser l'éclairage naturel.

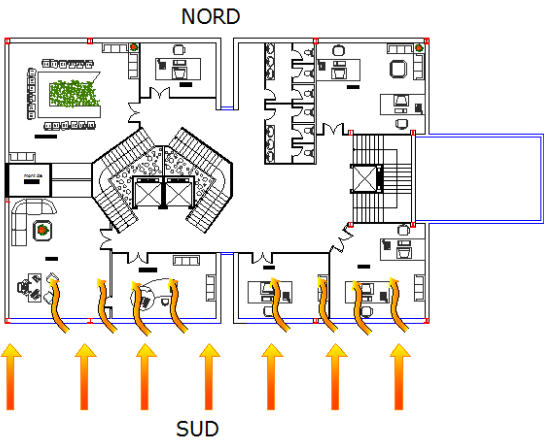


Figure19 : captage solaire la journée d'hiver
Source : auteur

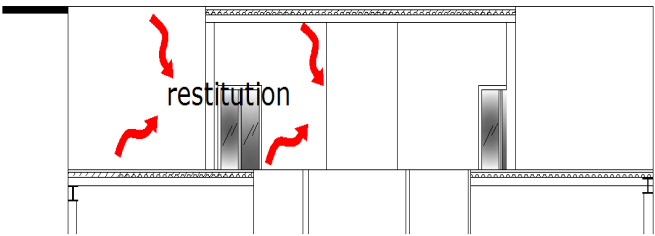


Figure20 : déphasage par restitution d'énergie la nuit d'été et d'hiver
Source : auteur

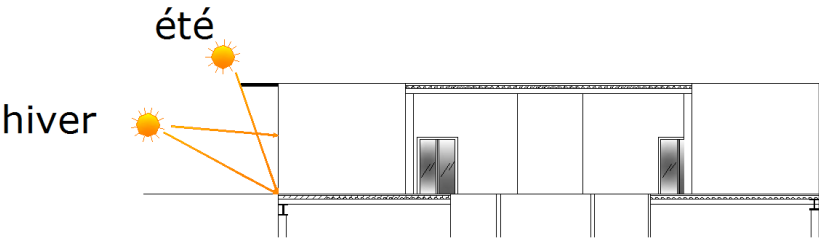


Figure21 : la protection solaire en été
Source : auteur

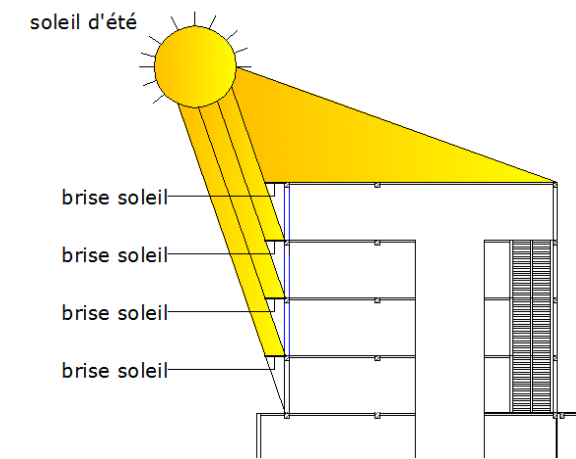


Figure 22 : la protection solaire en été

Source : auteur

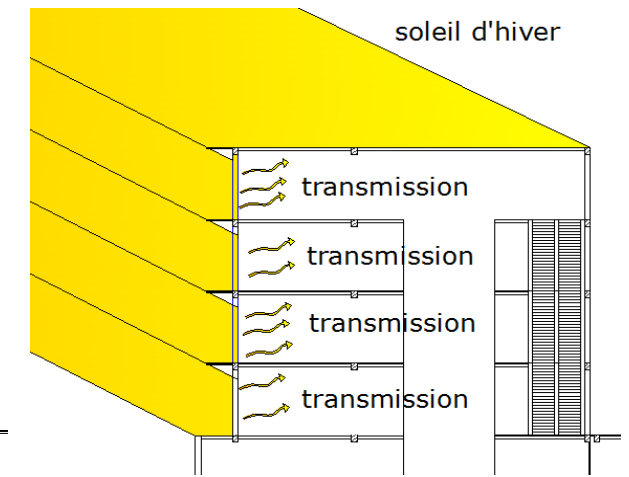


Figure 23 : absorption de la chaleur en hiver

Source : auteur

Calcul des brises soleil

$$\text{Tang} \phi = h/l \quad l = h / \text{Tang} \phi$$

$$4.08 / \text{tang} 71^\circ = 1.36\text{m}$$

$$L = 1.36\text{m}$$

✓ Le type de verre utilisé :

Il s'agit d'une fenêtre à double ou triple vitrages, et dont l'une des lames d'air est remplacée par un matériau à changement de phase (MCP). Son principe de fonctionnement est simple mais il varie suivant les saisons. Nous diviserons donc notre description en deux parties : été et hiver.

Le matériau à changement de phase utilisé dans ce type de vitrage est en général un **sel hydraté**. Sa température de fusion est approximativement de 27°C. Il possède une capacité calorifique de fusion de 125 kJ/kg (la capacité calorifique correspond à une quantité de chaleur stockée dans un matériau). Lorsqu'il se refroidit, sa température de solidification approxime les 21°C et sa capacité calorifique à cette température est de 325 kJ/kg.K. La capacité du vitrage à absorber ou réémettre de la chaleur dépend donc de sa taille.

- ✓ **Fonctionnement été :** Le vitrage à changement de phase possède une technologie qui laisse entrer les rayons du soleil seulement si leur angle d'incidence est inférieur à 40° environ : il s'agit d'un verre prismatique. En été, le soleil étant haut dans le ciel, ses rayons seront donc réfléchis lorsqu'ils atteindront le vitrage et n'agiront pas sur le matériau à changement de phase.

Étape 1 : Pendant la journée la chaleur contenue dans la maison est absorbée dans le vitrage.

Étape 2 : La température du matériau contenu dans le vitrage augmente au fur et à mesure. De ce fait, il absorbe de la chaleur sensible jusqu'à atteindre sa température de changement de phase (fusion). Il change alors d'état, emmagasinant ainsi une quantité de chaleur supplémentaire équivalente à la chaleur latente de changement d'état qui lui correspond.

Étape 3 : Lorsque le soleil disparaît, la température du matériau à changement de phase diminue jusqu'à ce qu'il reprenne son état initial. Il réémet alors la chaleur qu'il a absorbée.

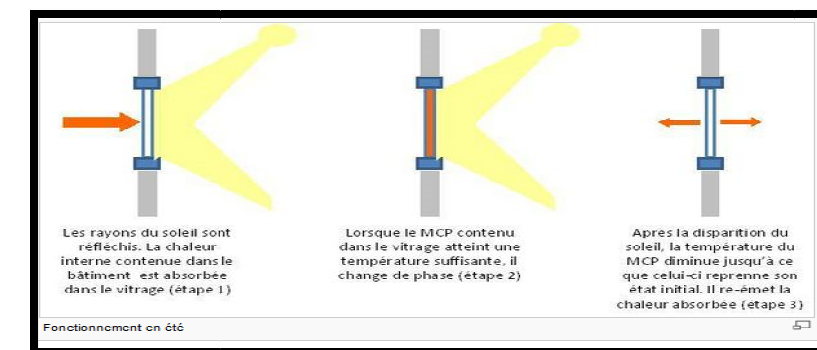


Figure24 : le fonctionnement de vitrage en été

Source : <http://ekopedia.osremix.com>

✓ **Fonctionnement hiver :**

Étape 1 : En hiver, le soleil est plus bas sur l'horizon. Ainsi, les rayons horizontaux peuvent traverser le vitrage et, en particulier, le matériau à changement de phase contenu à l'intérieur.

Étape 2 : De la même manière que le fonctionnement été, le matériau emmagasine l'énergie thermique fournie par le soleil. Il stocke cette énergie sous forme de chaleur sensible et latente.

Étape 3 : Lorsque le soleil disparaît, la température du matériau à changement de phase diminue jusqu'à ce qu'il reprenne son état initial. La chaleur absorbée est alors restituée des deux côtés du vitrage. Une partie sera récupérée dans le bâtiment.

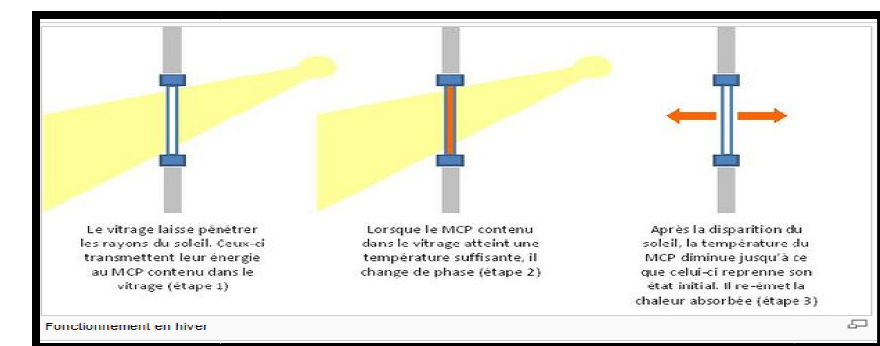
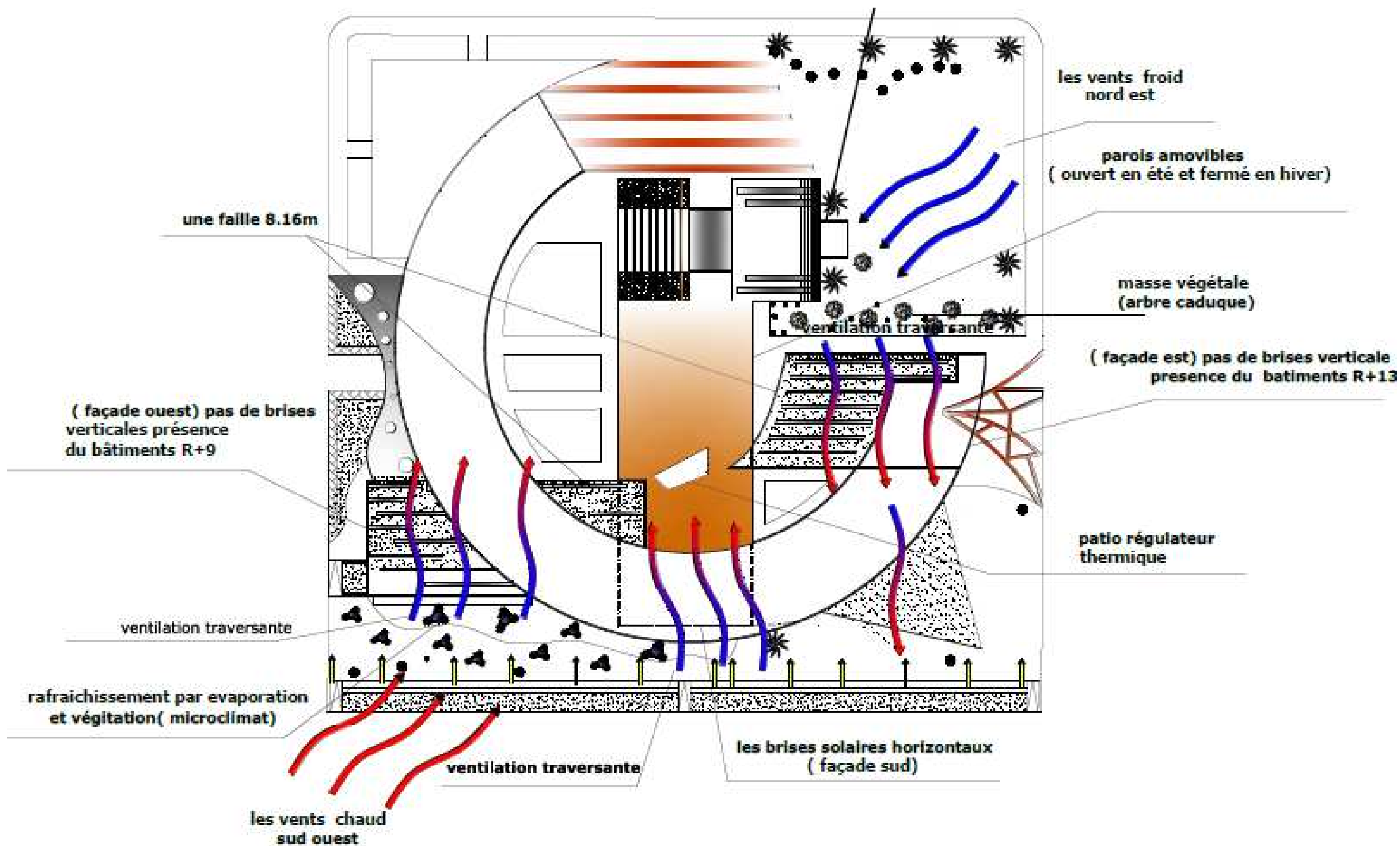


Figure 25: le fonctionnement de vitrage en hiver

Source : <http://ekopedia.osremix.com>

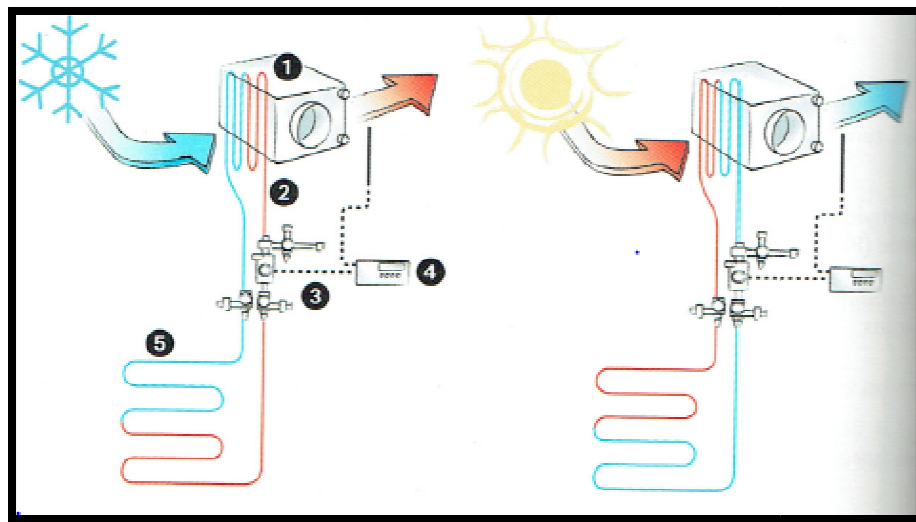


IV.2. solutions actives, le chauffage et le rafraîchissement actif

IV.2.1 Le puits à eau glycolée

A partir d'une certaine profondeur, la terre conserve une température constante tout au long de l'année. La température du sol varie en moyenne entre 5.5 °C (hiver) et 12.5°C (été) à 2 m de profondeur, quelle que soit la température extérieure. L'idée d'un échangeur géothermique à air (puits canadien) ou à eau glycolée (puits hydraulique) et parfois appelé puits à saumure.

Un tuyau en polyéthylène haute densité assez fin (30 à 40 mm de diamètre extérieur) est enterré dans le jardin ou autour des fondations à environ de 1,50m de profondeur, sa longueur équivaut approximativement à la moitié du volume d'air à extraire par heure, par exemple, si le débit d'air a été fixé à 100m³ /heure, on placera 50 m de tuyau enterré. Il contient un mélange d'eau et de glycol qui circule en circuit fermé jusqu'à un échangeur de chaleur en contact avec l'air de ventilation entrant, capté en façade ou à proximité du projet. Le système requiert une pompe, un régulateur qui ajuste le débit de celle-ci en fonction de la température de l'air entrant, un échangeur de chaleur eau glycolée/air ainsi qu'un groupe de sécurité.



- 1.échangeur 2.Circuit eau-glycol 3.vase d'expansion et groupe de sécurité
4. Régulation en fonction de la température extérieure 5.Circuit de tuyaux enterrés

Figure 26: principe de fonctionnement de puis glycolé en été et en hiver

Source : <http://ventilation-cimro.net/home/puits-canadien-a-eau-glycollee/>

➤ Application et mise en œuvre dans le projet

On a opté pour le puis glycolé dans la tour afin de garantir le renouvellement de l'air en été notamment pour la partie des serres d'où l'absence de la ventilation naturelle (absence des

ouvertures). Pendant la journée le sol est naturellement plus frais que l'air extérieur; celui-ci, lors de son passage dans le puits va se refroidir, cet air est pulsé à l'intérieur des espaces ce qui permet leur rafraichissement tout en évacuant l'air vicié par l'effet thermique.

En hiver le sol est plus chaud que la température extérieure, l'air froid est alors préchauffé lors de son passage dans ce circuit sous terrain et pulsé à l'intérieur des espaces ce qui garantit leur chauffage.

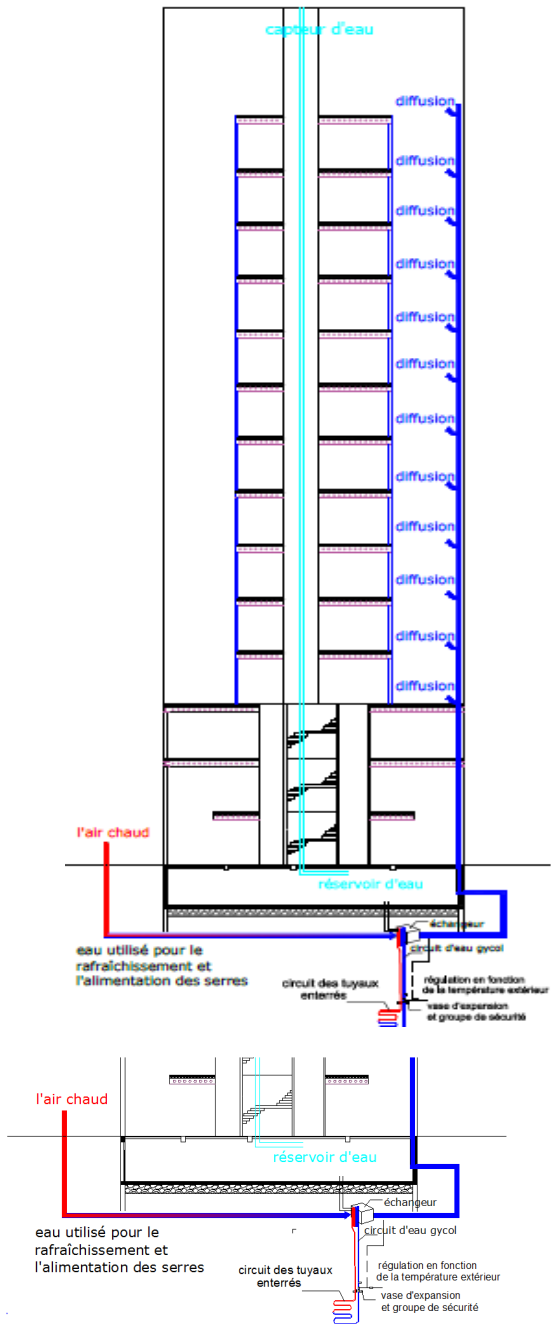


Figure 27: le fonctionnement de puis glycolé en été
Source : auteur

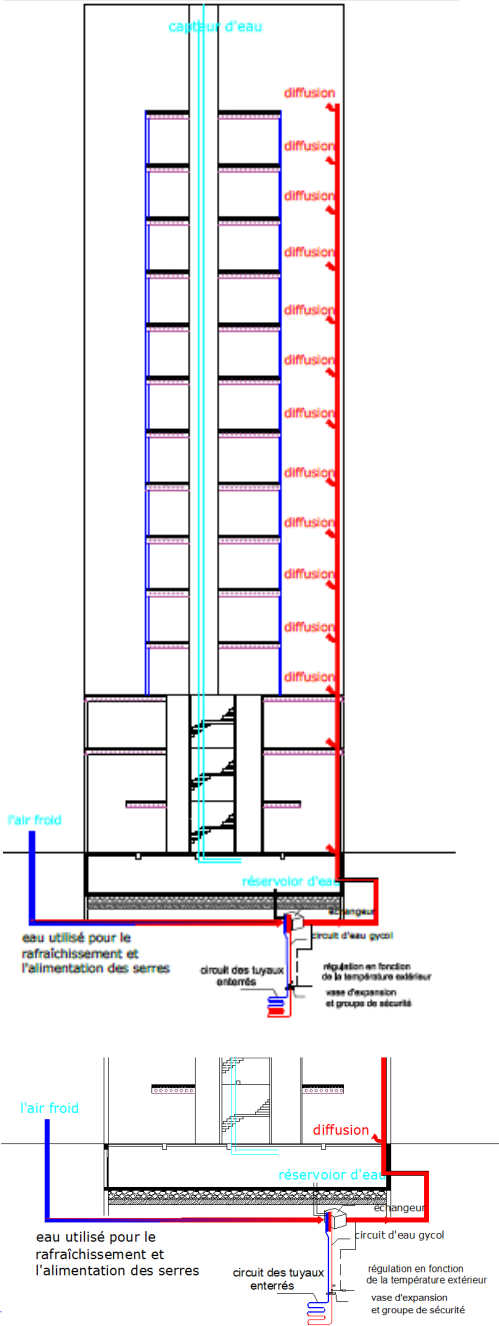


Figure28 : le fonctionnement de puis glycolé en hiver
Source : auteur

IV.2.2 Les planchers chauffants réversibles

IV.2.2.1 Les avantages

Confortable : Le plancher chauffant permet une diffusion homogène de la chaleur sur toute la surface des pièces. Ce principe uniformise la répartition des calories en diminuant les zones chaudes inutiles en partie haute.

Économique : Le plancher chauffant fonctionne avec une température d'eau entre 30° et 50° ce qui permet de réduire la consommation d'énergie et les frais d'exploitation, et ainsi d'agir pour l'environnement.

Esthétique : Le principe du plancher chauffant a pour avantage d'être invisible. Il libère l'espace à vivre du fait de l'absence de tout corps de chauffe apparent.

Réversible : Le système réversible permet de chauffer de manière économique en hiver, et de rafraîchir de quelques degrés l'été pour un confort optimal.

IV.2.2.2 Principe de fonctionnement

- ✓ **En hiver :** Chauffée l'eau circulant dans les tubes (en moyenne 30 à 50°C), transforme le sol en une vaste surface d'émission de chaleur agréablement tempérée, garantie une parfaite répartition de la température ambiante et de l'élimination des inconvénients habituels du chauffage traditionnel (matelas d'air chaud au Plafond, sol trop froid, air trop sec).
- ✓ **En été :** Rafraîchie l'eau circulant dans les tubes (en moyenne 18 à 20°C), transforme le sol en une vaste surface d'absorption de chaleur agréablement fraîche, garantie - là aussi - une parfaite répartition de la température et de l'élimination des inconvénients habituels de la climatisation traditionnelle : température d'air trop basse, mouvements d'air désagréables, bruit.

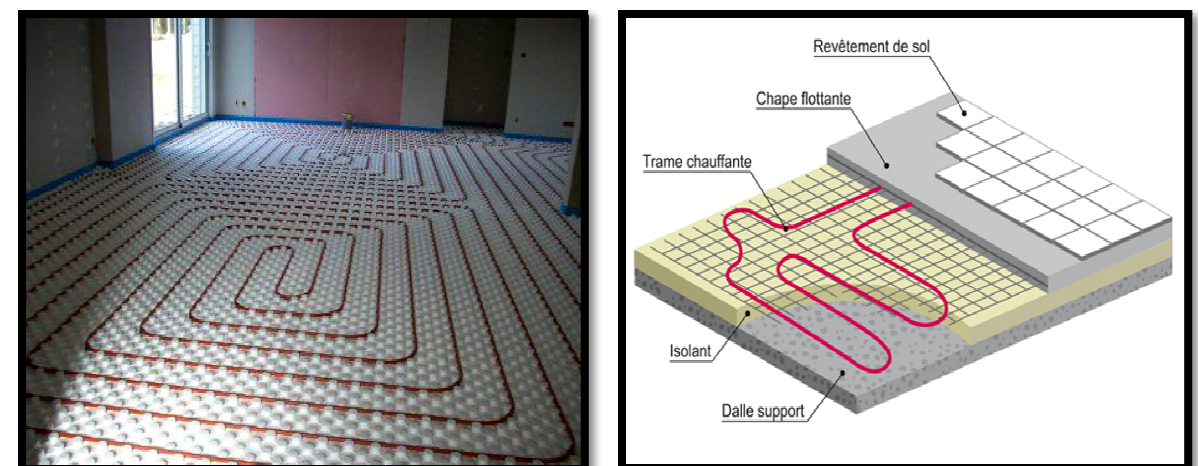


Figure29 : le plancher réversible

Source : <http://www.jardaqua.com/plancher-rayonnant-electrique-chauffage-parfait-lors-dune-renovation>

✓ Application et mise en œuvre dans le projet

Cette technique est utilisée sur les planchers des entités de commerce de coté nord

- ✓ **En Hiver** : Cette technique correspond à la période de sous chauffe qui est la plus longue et la plus importante de l'année elle correspond aux mois de décembre, janvier, février, mars et en partie aux mois d'octobre, novembre, avril, mai.
- ✓ **En été** : C'est la meilleur solution pour la zone de sur chauffe elle couvre les mois de juillet, aout et en partie : juin et septembre.

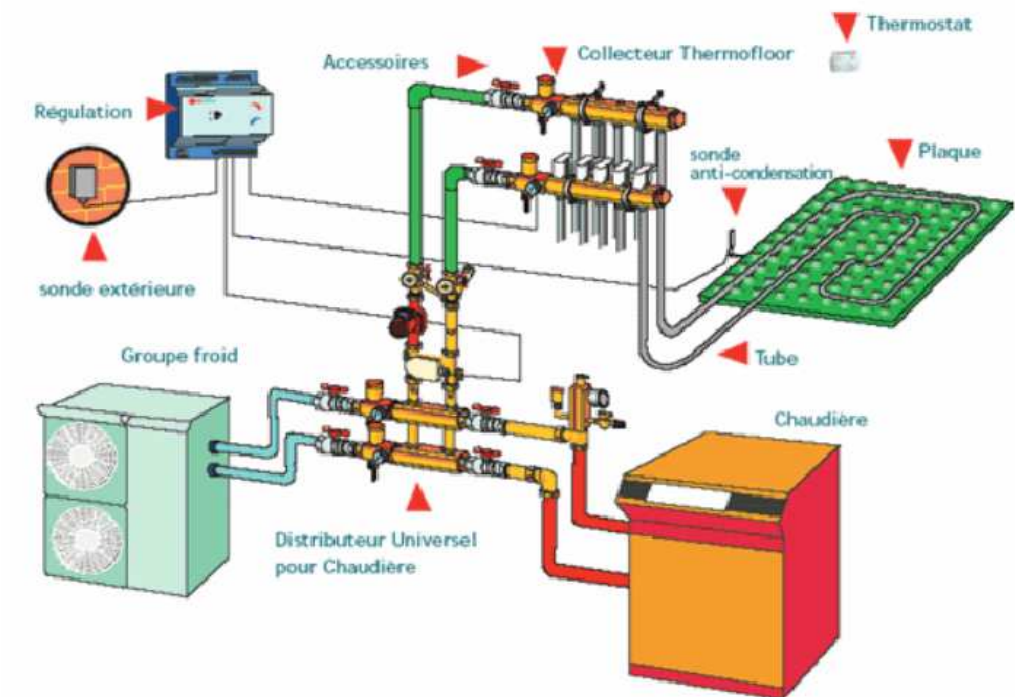


Figure 30: le principe de plancher réversible

Source : <http://www.climamaison.com>

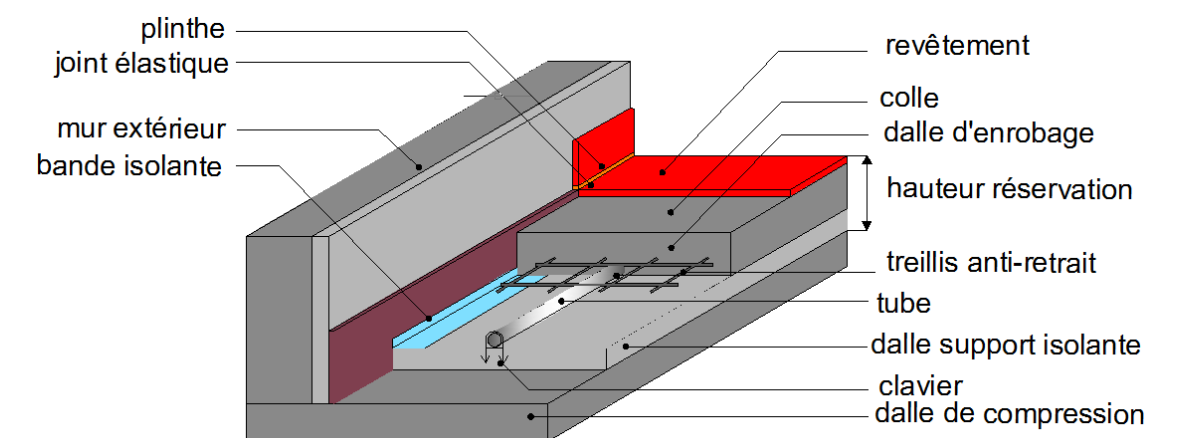


Figure31 : coupe sur le plancher réversible

Source : auteur

IV.2.3 La ventilation mécanique double flux

Une VMC double flux fonctionne sur le même principe qu'une VMC simple flux (extraction forcée d'air vicié, créant une dépression dans l'habitat, aspirant de l'air neuf), mais adjoint un échangeur thermique (ou récupérateur sur air vicié). Les flux d'airs entrant et sortant échangent des calories au niveau de cet échangeur.

IV.2.3.1 Le principe de fonctionnement

✓ En hiver

la VMC double flux associée à un échangeur thermique dénommée VMC double flux thermodynamique, permet de récupérer une partie de l'énergie qui serait perdue par le renouvellement de l'air avec une VMC simple flux, cela représente pour une récupération de 60 à 90 % environ de l'énergie de l'air chaud, pour environ 400 W de dépense. ce qui rafraîchit beaucoup moins l'atmosphère des pièces.

Cependant, l'hiver, lorsque les températures sont fortement négatives, l'échangeur thermique peut alors être "pris en glace", l'air sortant chargé en humidité gèle au contact de l'air entrant, et la VMC doit être munie d'un système adapté sous peine de la rendre temporairement inutilisable. L'admission de l'air via un tube souterrain du type puits provençal, puits canadien ou au travers d'une batterie hydraulique permet d'avoir une arrivée d'air à température positive toute l'année et ainsi d'optimiser son fonctionnement pendant les périodes les plus froides.

✓ En 'été

En été, la VMC double flux thermodynamique va permettre de rafraîchir l'air entrant, si la température de la maison est plus basse que celle extérieure, et éventuellement permettre d'économiser de l'énergie sur la climatisation.

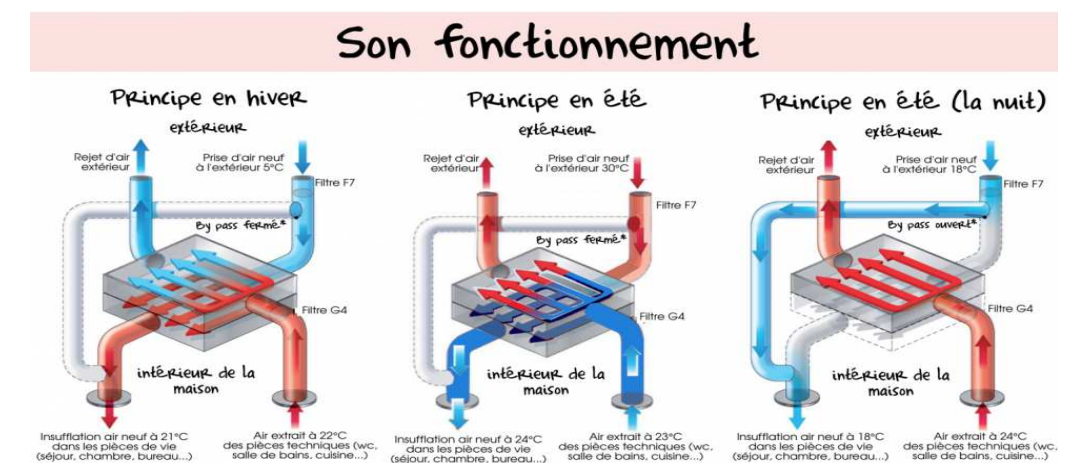


Figure32 : le principe de la vmc

Source : <http://maisons-prestige.com/la-ventilation-de-nos-maisons-passives>

✓ Application et mise en œuvre dans le projet

On a utilisé la VMC dans notre projet parce qu'elle a une économie importante sur le coût du chauffage, meilleure récupération des calories qu'avec une VMC à simple flux hygroréglable, pas de sensations de courant d'air : les avantages d'une VMC à double flux sont nombreux. Non seulement elle répartit davantage la chaleur dans les pièces, mais elle améliore la qualité de l'air ambiant en le filtrant.

Elle assure aussi l'isolation acoustique en supprimant les entrées d'air vers l'extérieur.

Enfin, suivant la saison, vous pouvez programmer le préchauffage ou le rafraîchissement de l'air entrant.

Une VMC à double flux statique équipée aussi d'un « by-pass » échangeur pour l'été afin d'obtenir la fonction de rafraîchissement et on a appliqué cette technique dans la tour pour les serres agricoles

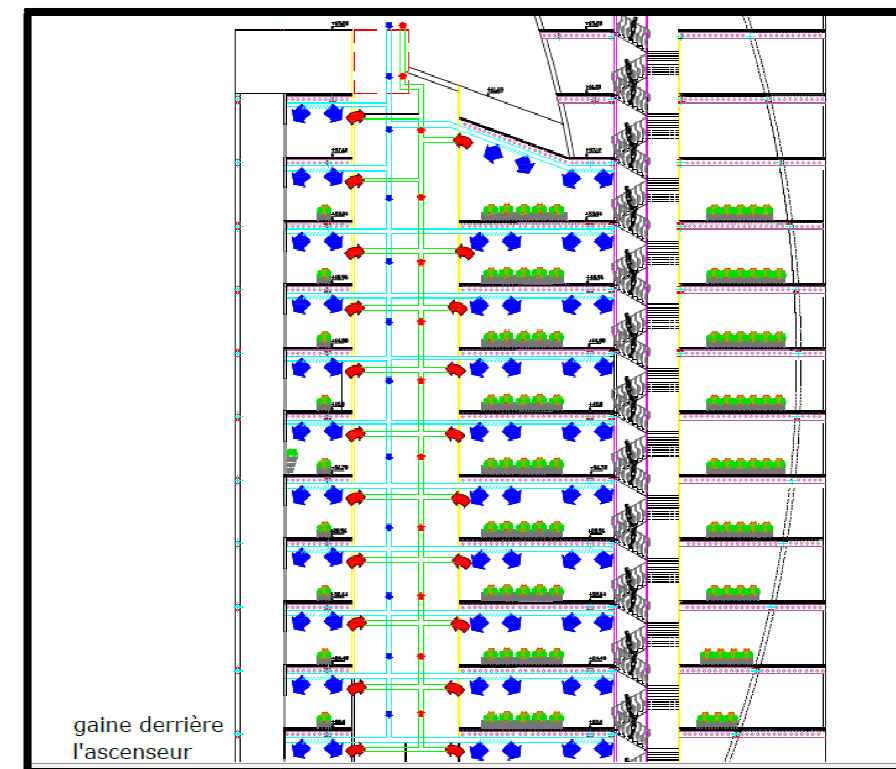


Figure33 : la ventilation mécanique double flux dans les serres agricoles

Source : auteur

IV.3 Gestion de l'eau

✓ La récupération des eaux pluviales

Intégrée dans une démarche de développement durable, la récupération d'eau de pluie est une ressource en eau complémentaire possible, permettant de réaliser des économies d'eau,

L'eau récupérée est purifiée et réutilisée dans les sanitaires et ainsi que dans l'arrosage des
 Tout système de récupération de l'eau de pluie est composé de ces trois éléments de base :

- Une surface de captage dans notre cas c'est la toiture;
- Un système d'acheminement de l'eau qui la transporte jusqu'au réservoir de stockage
- Un réservoir de stockage pour stocker l'eau jusqu'à son utilisation.

D'autres éléments peuvent ensuite être ajoutés à ce dispositif, notamment :

- un système de distribution par robinet ;
- Un système de déviation des premières pluies peut également être ajouté afin d'éviter que les premières eaux de lessivage des toitures, souvent chargées de débris organiques, atteignent le réservoir ;
- Un système d'évacuation du trop-plein vers le milieu naturel ou les réseaux d'évacuation, évite aussi que l'eau stagne en surface du réservoir ;
- Des filtres peuvent aussi compléter le dispositif. Fabriqués avec du tissu de moustiquaire et placés au niveau des gouttières et/ou du réservoir, ils permettent de retenir certaines particules en suspension dans l'eau.

Les eaux de pluie seront conduites et utilisées pour :

- L'arrosage des espaces verts ; • Dans les sanitaires.

✓ **Composantes du système de récupération d'eau de pluie:**

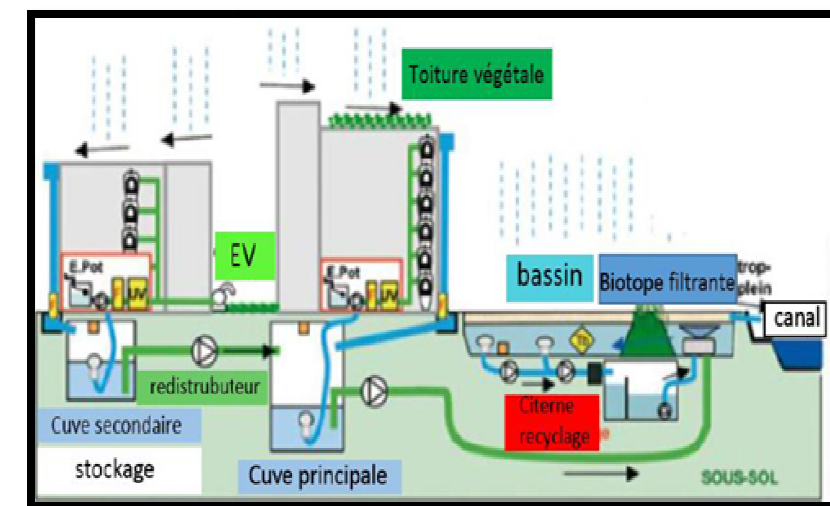


Figure34 : la récupération des eaux pluviales

Source : <http://brico-plomberie.com/recuperation-eau-de-pluie/>

✓ **Application et mise en œuvre dans le projet**

On a prévu au niveau de la toiture de la tour des capteurs d'eaux pluviales qui descendent par des canalisations jusqu'au réservoir d'eau au niveau du sous-sol. On a installé une pompe avec des tuyaux pour alimenter les cultures

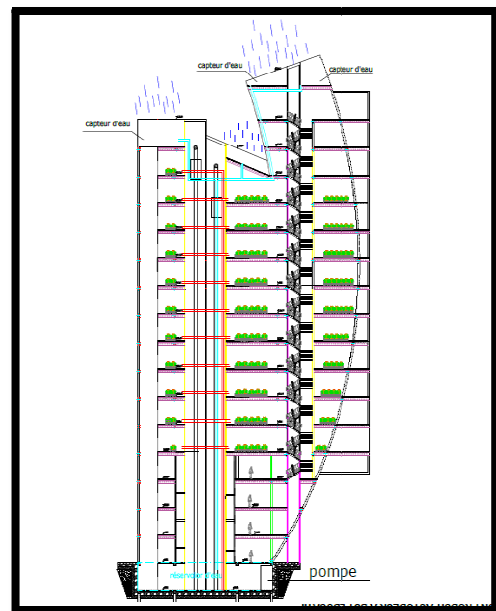


Figure 35: la récupération des eaux pluviales
Source : auteur

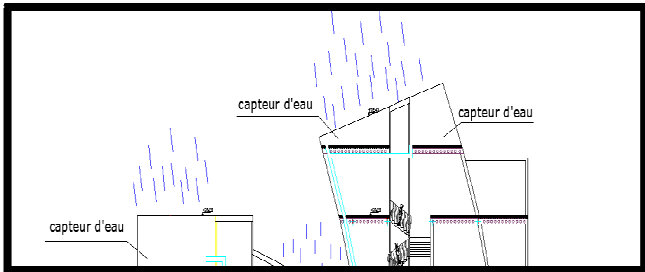


Figure36 : zoom sur les capteurs
Source : auteur

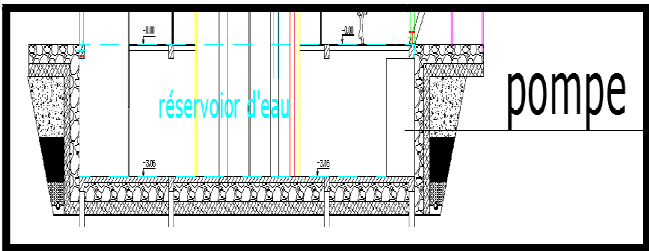


Figure 37: zoom sur le réservoir
Source : auteur

IV.4 gestion d’énergie

IV.4.1 panneaux solaire hybride à eau (PV/T eau)

Les capteurs dits hybrides à eau sont des capteurs photovoltaïques pourvus d’un échangeur de chaleur à eau permettant à la fois de refroidir le panneau et de produire de l’eau chaude. Cette eau chaude peut être destinée à la production d’eau chaude sanitaire. Cette solution a l’avantage de combiner production d’électricité et de chaleur sur un seul et même panneau. Le refroidissement des panneaux grâce au circuit d’eau permet une légère augmentation de leur rendement par rapport à une installation intégrée classique.

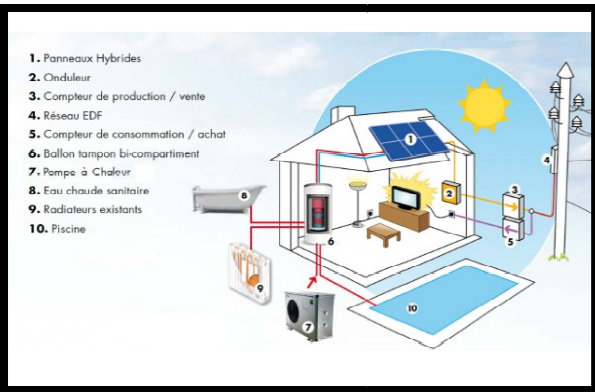


Figure 38: les panneaux hybrides
Source : <http://www.eedeurope.com>

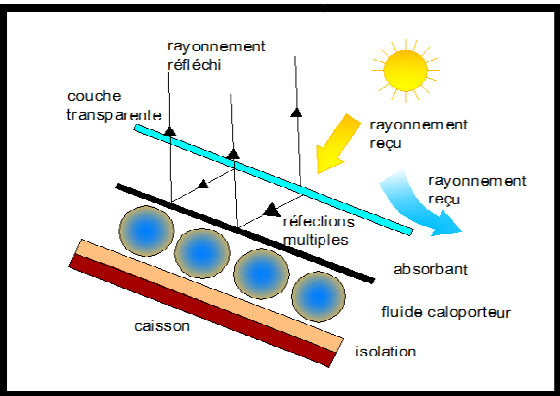


Figure 39: coupe sur les panneaux hybrides
Source : auteur

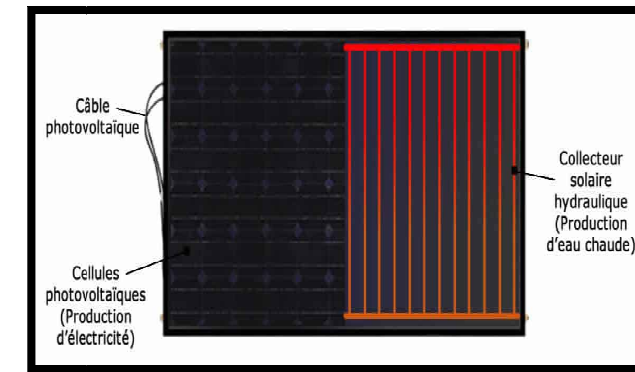


Figure40 : les composants de panneaux Hybrides

Source : <http://www.eedeurope.com>✓ **Application et mise en œuvre dans le projet****L'orientation**

Les panneaux solaires sont orientés complètement vers le Sud pour capter le maximum des rayons, seront placés au niveau de la toiture.

L'angle d'inclinaison : l'angle d'inclinaison est l'angle formé par le plan du sol et le plan du panneau. Dans notre cas on a choisi un angle d'inclinaison $A=45^\circ$ pour capter le maximum des rayons solaires.

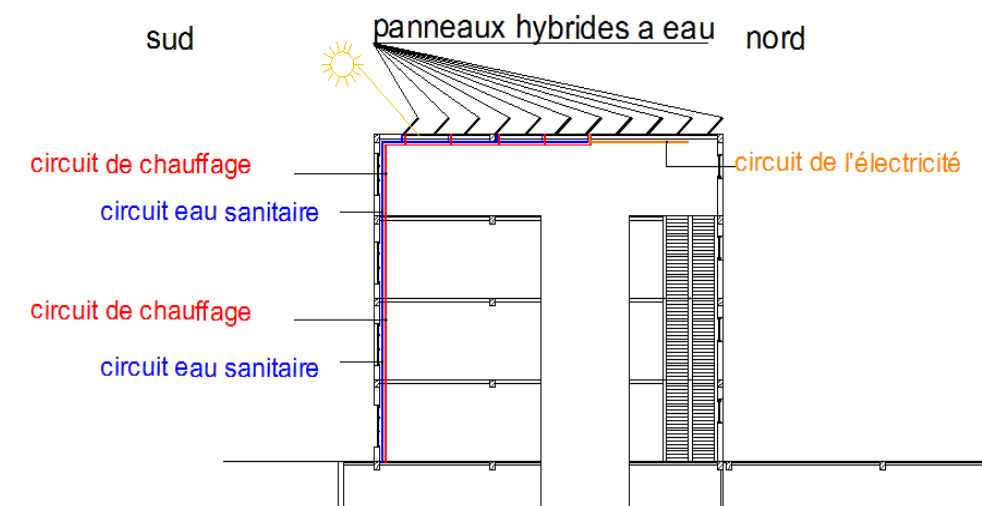


Figure41 : coupe sur les panneaux hybrides

Source : auteur

IV.4.2 les éoliennes

Il s'agit d'un ensemble de dispositifs qui transforment l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique, laquelle est ensuite le plus souvent transformée en énergie électrique. Les éoliennes produisant de l'électricité sont appelées aérogénérateurs, tandis que les éoliennes qui pompent directement de l'eau sont parfois dénommées éoliennes de pompage, dont un type particulier est l'éolienne Bollée.

Dans notre projet nous avons opté pour l'utilisation des éoliens pour profiter de l'énergie du vent pour la production de l'électricité, les éoliens sont placés sur la toiture de la tour vu que en allant en hauteur le gradient de vent augmente, donc le produit augmente.



Figure 42: les éoliens

Source : <http://reinforcement.tv/le-senat-veut-faire-reculer-les-eoliennes/>

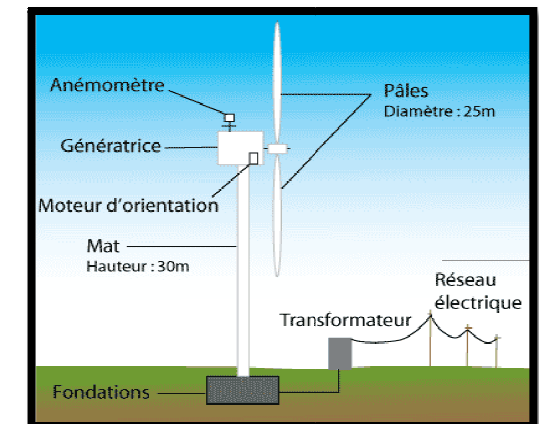


Figure 43: les composants de l'éolien

Source : <http://reinforcement.tv/le-senat-veut-faire-reculer-les-eoliennes/>

IV.5. le choix de matériaux

IV.5.1 Le bois

Matériau écologique par excellence, le seul à éliminer le CO₂ là où les autres en produisent, le bois suscite de plus en plus d'intérêt en Europe occidentale sur le marché de la construction.

Il s'adapte parfaitement aux milieux marin et humide. Le bois est à la fois d'une résistance mécanique élevée et économique.

Le bois donne un aspect esthétique au bâtiment et ne dégage aucune substance indésirable.

✓ Application dans notre projet

Le bois est utilisé dans notre projet pour la réalisation de la pergola et dans la toiture de l'entité recherche et expérimentation.

IV.5.2 La ouate de cellulose

La ouate de cellulose est fabriquée à partir du recyclage de papier journaux neufs invendus. Les performances de la ouate de cellulose la classent parmi les meilleurs isolants sur le marché : elle protège du froid, de l'excès de chaleur et du bruit. C'est également un excellent régulateur d'humidité. Le prix de la ouate de cellulose est un des plus bas de tous les isolants écologiques. La ouate se présente en vrac ou en panneaux, c'est l'isolation idéale pour isoler les murs

La ouate est utilisée en vrac. Pour les murs neufs ou anciens avec lame d'air supérieure à 5 cm d'épaisseur elle est injectée entre les parois, sous pression, pour remplir entièrement le

vide et ne laisser aucun interstice par lequel l'air chaud pourrait s'échapper. La **ouate de cellulose** possède des **qualités largement supérieures** à celles des isolants conventionnels :

- ✓ **Hautes performances thermiques** : la ouate de cellulose est efficace en hiver comme en été.
Elle a une capacité thermique 6 fois supérieure en été aux isolants classiques, raison pour laquelle elle procure un confort extraordinaire en toutes saisons
- ✓ **Excellentes performances acoustiques** : la ouate est une solution efficace contre le bruit et les nuisances sonores. Les ondes « du son » sont amorties par la texture de la ouate.
- ✓ **Régulation hygrométrique** : la ouate de cellulose peut capter jusqu'à 30% d'humidité par rapport à son poids sans se dégrader ni pourrir. Ses qualités thermiques et acoustiques restent très performantes.
- ✓ **Étanchéité à l'air** : un bâtiment étanche à l'air est un bâtiment qui consomme moins d'énergie. La ouate de cellulose s'infiltre dans les interstices de la structure et limite ainsi les infiltrations d'air.
- ✓ **Excellent déphasage thermique** : c'est le temps que met la chaleur pour pénétrer l'isolant. Le coefficient de déphasage de la ouate de cellulose est 4 fois supérieur à celui des laines minérales (laine de roche ou laine de verre).

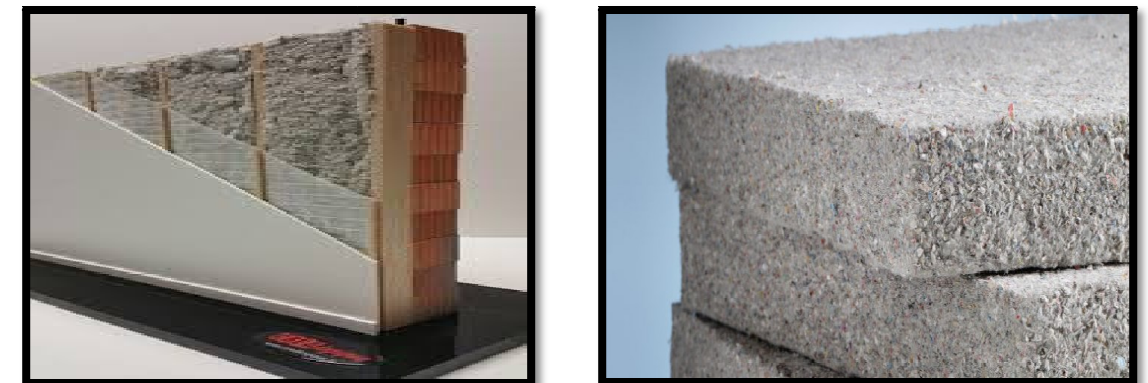


Figure 44: la ouate de cellulose

Source : <https://www.kenzai.fr>

Conclusion

Dans ce chapitre on a cerné le côté bioclimatique de notre projet dans laquelle sont proposées différentes solutions ; purement passives et actives à base de dispositifs à énergies renouvelables dopées par l'apport de nouvelles technologies afin de répondre aux problèmes liés à la conception et réduire l'efficacité énergétique.

Conclusion générale

Ce travail de fin d'études a été pour nous une occasion d'appliquer les connaissances acquises durant le cursus universitaire et d'exprimer ainsi notre vision d'un projet architectural bien précis dans un contexte déterminé. Sa conception et son élaboration nous a permis d'essayer de concilier entre un paysage naturel, les contraintes naturelles climatiques et architecturales.

La ville d'Alger dans le cadre de son plan stratégique a été choisie pour être présentée parmi les 25 grandes villes du monde qui recèlent le potentiel de développement le plus fort et le plus durable vue les potentialités, économiques, naturelles et culturelles qu'elle dissimule. C'est dans cet esprit et perspective que nous avons pensé à la conception d'un centre de développement et de promotion de l'agriculture urbaine dans le quartier d'El Hamma à Alger dans l'optique d'y encourager et d'y vulgariser les techniques de l'agriculture en ville et de faire face aux problèmes dont elle souffre et face auxquels elle sera prochainement confrontée. Notre projet se veut comme un équipement environnemental de haute qualité architecturale qui affirmera son image dans le bassin méditerranéen.

Nous avons suivi dans notre projet, depuis sa création jusqu'à sa concrétisation, une démarche environnementale et bioclimatique dans laquelle sont proposées différentes solutions ; purement passives et actives à base de dispositifs à énergies renouvelables dopées par l'apport de nouvelles technologies afin répondre aux problèmes techniques, architecturaux et climatiques liés à la conception et leur intégration au site et pour réduire la consommation énergétique.

Chapitre I. Lecture des contextes d'étude

Figure 1 : les limites d'Alger.....	07
Figure 2 : carte des communes d'Alger.....	07
Figure 3 : cartes de réseau routier de la willaya d'Alger.....	09
Figure 4: la topographie de la willaya d'Alger.....	09
Figure 5: Diagramme des moyennes mensuelles des températures moyennes maximales et minimales d'Alger.....	10
Figure 6 : diagramme des humidités relatives moyennes maximales et minimales d'Alger.....	11
Figure 7 : le diagramme des cumuls mensuels des précipitations d'Alger.....	11
Figure 8 : les cumuls mensuels des vents.....	12
Figure 9 : le diagramme bioclimatique de Givoni.....	13
Figure 10 : le diagramme solaire de l'été.....	14
Figure 11 : le diagramme solaire de l'hiver	14
Figure 12 : le diagramme solaire de printemps et l'automne	15
Figure 13 : carte de situation.....	16
Figure 14 : carte de situation à l'échelle de la ville.....	16
Figure 15 : carte de situation à l'échelle de quartier.....	16
Figure 16 : el- Hamma avant 1830.....	16
Figure 17: El Hamma durant la période 1830,1846.....	17
Figure 18 : El Hamma durant la période 1846,1930.....	17
Figure 19: el- Hamma 1880-1930.....	17
Figure 20 : El Hamma durant la période1830, 1962.....	17
Figure 21 : Carte représentative du Hamma après 1962.....	18
Figure 22 : l'accessibilité au périmètre d'étude	18
Figure 23 : coupe sur quartier el- Hamma.....	19
Figure 24: maquette de quartier el-Hamma.....	19
Figure 25 : les différents tissus du quartier EL- HAMMA.....	20
Figure 26 : carte de premier fragment.....	20
Figure 27 : carte de deuxième fragment.....	20
Figure 28: carte des ilots.....	21
Figure 29: carte d'axe L'ALN.....	21
Figure 30: photo d'axe L'ALN.....	21
Figure 31: coupe sur l'axe L'ALN.....	21
Figure 32 : carte de boulevard Hassiba Ben Bouali.....	21
Figure 33 : photo de boulevard Hassiba Ben Bouali.....	22
Figure 34: coupe sur le boulevard Hassiba Ben Bouali.....	22

Figure 35: carte de boulevard M.Belouizdad.....	22
Figure 36 : carte de boulevard M.Belouizdad.....	22
Figure 37 : carte de boulevard M.Belouizdad.....	22
Figure 38: carte de boulevard M.Belouizdad.....	22
Figure39 : photo de boulevard M.Belouizdad.....	23
Figure 40 : coupe sur le boulevard M.Belouizdad.....	23
Figure 41 : schémas de circulation	23
Figure 42 : typologie du bâti du quartier el- Hamma.....	24
Figure 43 : les différents gabarits du quartier el-Hamma.....	24
Figure 44 : état du bâti du quartier el-Hamma.....	25
Figure 45 : carte de points de repères	25
Figure 46: l'hôtel Sofitel.....	26
Figure 47 : la bibliothèque nationale.....	26
Figure 48 : la place carrée.....	26
Figure 49 : le jardin d'essais	26
Figure 50 : le mémorial.....	26
Figure 51: les 2 tours d'affaire	26
Figure 52 : carte de points de repères	26
Figure54 : carte des zones sismiques.....	28
Figure 55 : état des lieux-environnement et climat Hamma/Hussein Dey.....	28
Figure 56 : vue sur jardin d'essaie.....	30
Figure 57 : vue sur le mémorial.....	30
Figure 58: vue sur le relief.....	30
Figure 59 : jardin d'essaie.....	30
Figure 60 : les points de vue depuis le mémorial sur la ville.....	30
Figure 61: les points de vue depuis le mémorial sur la ville	30
Figure 62: la mer.....	31
Figure 63: la falaise.....	31
Figure 64 : la falaise.....	31
Figure 65: Variante 1	32
Figure 66: Variante 2.....	32
Figure67 : Variante 3.....	32
Figure 68: Plan d'aménagement du POS U31 HAMMA.....	33
Figure 69 : carte du foncier.....	34
Figure 70: carte du Hamma.....	35
Figure 71 : accès au site d'intervention.....	35

Figure 72: accès au site d'intervention.....	35
Figure73 : l'axe Aissat Idir	35
Figure 74: l'axe Alfred De Musset.....	35
Figure75 : coupe schématique sur le site d'intervention	36
Figure 76 : carte des limites	36
Figure 77 : cité HLM.....	36
Figure 78 : parcelle d'intervention.....	36
Figure 79 : cité d'habitation.....	36
Figure80 : forme et dimension.....	37
Figure 81: exposition aux vents.....	37
Figures 82: le 21 décembre (08.00h).....	37
Figures 83: le 21 décembre (12.00h).....	37
Figures 84: le 21 décembre (16.00h).....	37
Figures 85 : le 21 mars (08.00h).....	37
Figures 86 :le21 mars (12.00h).....	37
Figures87 : le 21 mars (17.30h).....	37
Figures 88: le 21juin (08.00).....	38
Figures 89 : le 21juin (12.00).....	38
Figures 90: le 21juin (18.30h)	38

Chapitre II. Lecture thématique

Figure 01: Schéma basique de l'hydroponie.....	44
Figure 02: Cultures de fraises en gouttières.....	44
Figure03: Schéma basique de l'aéroponie.....	44
Figure04: l'aéroponie	44
Figure05:Schéma basique de l'aquaponie.....	45
Figure 06: le cycle de vie des déchets verts.....	45
Figure07: une aire de compostage.....	45
Figure 08: Le home farm a Singapour.....	47
Figure 09: Plan de masse de La Home farm à Singapoor.....	47
Figure10 : plan de Rez De Chaussée de La Home farm à Singapour.....	48
Figure 11 : la façade de La Home farm à Singapour.....	48
Figure12: la gestion d'eau à La Home farm à Singapour	49
Figure 13: la technique d'aquaponie à La Home farm à Singapour.....	49
Figure14 : gestion d'énergie à La Home farm à Singapour.....	49
Figure 16 : la tour vivante	50
Figure17 : plan de masse de la tour vivante.....	51

Figure 18 : le system d'alimentation en eau.....	52
Figure 19: plan de 21 étages	53
Figure20 : plan de 08emme étage.....	53
Figure 21: Les différents types de culture hydroponique.....	54
Figure 22: Le résultat du compostage.....	55
Figure23: Epicenter Urbain	55
Figure 24: plan de masse	56
Figure 25: plan des premiers niveaux	56
Figure26 : plan des niveaux intermédiaires.....	56
Figure 27: plan des derniers niveaux.....	57
Figure 28: les techniques utilisées dans la tour.....	57
Figure29: les sources d' 'énergie renouvelables.....	59
Figure 30: le concept du confort d'été	59
Figure 31 : le concept du confort d'hiver	59
Figure 32: l'implantation tient compte du relief; des vents locaux, de l'ensoleillement.....	60
Figure33 : l'orientation du l'édifice par rapport au vent et au soleil.....	60
Figure34 : la compacité varie selon la forme, la taille	60
Figure 35: la ventilation naturelle	60
Figure 36: schéma de principe de la lumière naturelle.....	61
Figure 37: schéma de principe du mur capteur.....	61
Figure 38 : mécanisme passif et actif du capteur fenêtre	61
Figure 39 : Exemple de quatre types de protections solaires.....	61
Figure 40: coupe technique de la dalle chauffante du plancher solaire.....	62
Figure 41: schéma de principe de la technologie photovoltaïque	62

Chapitre III. Lecture architecturale et constructive

Figure 01: schéma de la 1 ^{ère} tentative	70
Figure 02: schémas de la 2emme tentative	71
Figure 03: photos de la 2emme tentative	71
Figure 04: schéma de la 3emme tentative	72
Figure 05: schéma de la 4emme tentative	72
Figure 06: photo de la 4emme tentative.....	72
Figure 07: schéma de la 1 ^{ère} étape	73
Figure 08: volumétrie de la 1ère étape	73
Figure 09: schéma de la 2emme étape.....	73
Figure 10: volumétrie de la 2emme étape.....	73
Figure 11: schéma de la 3emme étape	74

Figure 12: volumétrie de la 3ème étape	74
Figure 13: volumétrie de la 3ème étape	74
Figure 14: schéma d'évolution de la 3ème étape	74
Figure 15: schéma d'évolution de la 3ème étape.....	75
Figure 16: volumétrie de la 3ème étape.....	75
Figure 17: schéma d'évolution de la 3ème étape.....	75
Figure 18: volumétrie de la 3ème étape.....	75
Figure 19: schéma de la 4ème étape.....	76
Figure 20: volumétrie de la 3ème étape.....	76
Figure 21: volumétrie de la 1 ^{ère} tentative	76
Figure 22: volumétrie de la 2ème tentative.....	76
Figure 23: volumétrie de la 3ème tentative.....	76
Figure 24: vue sur le projet	83
Figure 25: plan de masse.....	84
Figure 26: vue sur l'entité de recherche	84
Figure 27: vue sur l'entité de recherche	85
Figure 28: vue sur l'entité de production agricole	85
Figure 29: vue sur l'entité de formation et d'enseignement	85
Figure 30: vue sur l'entité d'exposition	86
Figure31 : poteau métallique HPN	87
Figure 32: poutre alvéolaire	87
Figure 33: plancher collaborant	87
Figure 34: le béton cellulaire.....	88

Chapitre IV. Aspects bioclimatiques

Figure 01: schéma pour le patio	91
Figure 02: le fonctionnement de patio pendant la journée.....	92
Figure03 : coupe schématique sur le fonctionnement de patio pendant la journée.....	92
Figure 04: coupe schématique sur le fonctionnement de patio pendant la nuit.....	92
Figure05 : coupe schématique sur l'effet trous sous immeuble.....	93
Figure 06: les parois amovibles	93
Figure07 : schémas explicatifs de la ventilation traversante.....	94
Figure08 : vue en plan sur la ventilation traversante (Le 1 ^{er} volume).....	95
Figure09 : vue en plan sur la ventilation traversante (Le 2ème volume).....	95
Figure 10: vue en coupe sur la ventilation traversante (le 1 ^{er} volume).....	95
Figure 11: vue en coupe sur la ventilation traversante (le 2ème volume).....	95
Figure12 : vue en coupe sur l'effet cheminé dans les serres agricoles.....	95

Figure13 : vue en plan sur le chauffage en été et en hiver pour les serres agricoles.....	98
Figure14: chauffage en été et en hiver.....	98
Figure 15: déphasage par restitution d'énergie la nuit d'été et d'hiver.....	98
Figure 16: le chauffage passif en été et en hiver (le jour).....	100
Figure 17: le chauffage passif en été et en hiver (la nuit).....	100
Figure 18: les composants de triple vitrage	100
Figure19 : captage solaire la journée d'hiver.....	100
Figure20 : déphasage par restitution d'énergie la nuit d'été et d'hiver.....	100
Figure21 : la protection solaire en été	100
Figure22 : la protection solaire en été.....	101
Figure23 : absorption de la chaleur en hiver	102
Figure24 : le fonctionnement de vitrage en été	102
Figure 25: le fonctionnement de vitrage en hiver	102
Figure 26: principe de fonctionnement de puis glycolé en été et en hiver	105
Figure 27: le fonctionnement de puis glycolé en été	105
Figure28 : le fonctionnement de puis glycolé en hiver.....	105
Figure29 : le plancher réversible	106
Figure 30: le principe de plancher réversible.....	107
Figure31 : coupe sur le plancher réversible.....	107
Figure32 : le principe de la vmc.....	108
Figure33 : la ventilation mécanique double flux dans les serres agricoles.....	109
Figure34 : la récupération des eaux pluviales.....	110
Figure 35: la récupération des eaux pluviales.....	111
Figure36 : zoom sur les capteurs.....	111
Figure 37: zoom sur le réservoir.....	111
Figure 38: les panneaux hybrides.....	111
Figure 39: coupe sur les panneaux hybrides.....	111
Figure40 : les composants de panneaux Hybrides.....	112
Figure41 : coupe sur les panneaux hybrides	112
Figure 42: les éoliens	113
Figure 43: les composants de l'éolien.....	113
Figure 44: la ouate de cellulose.....	114

Chapitre I. Lecture des contextes du projet

Tableau 01 : Les moyennes mensuelles des températures moyennes maximales et minimales d'Alger.....	10
Tableau0 2 : les humidités relatives moyennes maximales et minimales d'Alger.....	10
Tableau03 : les cumuls mensuels des précipitations d'Alger.....	11
Tableau 04 : les cumuls mensuels des vents.....	11
Tableau 05 : des places leurs situations et caractéristiques.....	27
Tableau 06 : le statut juridique du foncier.....	33
Tableau07 : les surfaces libres et le nombre du terrain à libérer.....	34

Chapitre III. Lecture architecturale et constructive

Tableau01: programme pour l'entité enseignement et formation	64
Tableau02: programme pour l'entité recherche et expérimentation agricole.....	65
Tableau03: programme pour l'entité vente et transformation	65
Tableau04: programme pour l'entité administration	66
Tableau05: programme pour l'entité logistique	66
Tableau06: les bases conceptuelles du projet	69,70
Tableau07: le programme de l'entité de production agricole	77
Tableau08: le programme de l'entité exposition	77
Tableau09: le programme de l'entité vente et transformation 1 ^{er} étage	78
Tableau10: le programme de l'entité vente et transformation de 2 ^{er} étage.....	78
Tableau11: le programme de l'entité vente et transformation 3eme étage.....	79
Tableau12: le programme de l'entité vente et transformation RDC	79
Tableau13: le programme de l'entité logistique	80
Tableau14: le programme de l'entité administration.....	80
Tableau15: le programme de l'entité formation.....	81
Tableau16: le programme de l'entité recherche et expérimentation.....	81
Tableau17: le programme de l'entité recherche et expérimentation 1 ^{er} étage	81
Tableau18 le programme de l'entité recherche et expérimentation 2emme étage.....	82

Les ouvrages

1. Givoni, B. (1978) « L'homme, l'architecture et le climat ». Ed. Du Moniteur, Paris.
2. Alexandroff, G. (1982) « Architecture et climat, soleil et énergies naturelles dans l'habitat ». Berger levrault, Paris.
3. Capderou, M. (1988) « Atlas Solaire de l'Énergie » ; (Tome I, II et III). Office des Publications universitaires, Alger.
4. De herde, H. et Leibard, A. (2002) « Guide de l'architecture bioclimatique » ; (Tome 04).France.
5. Liébard. A, De Herde. A, Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, concevoir, édifier et aménager avec le développement durable, Ed. Observ'ER, Paris, France, 2005.

Les sites internet

1. www.googleearth.com
2. www.citedelenvironnement.com/solutions-environnementales-architecture-bioclimatique.cfm
3. <http://www.alger-city.com>
4. <http://www.forum-algerie.com>
5. <http://agriurbain.ning.com>
6. www.soa-architectes.fr
7. Urban Epicenter/ NYCworldarchitecture.org
8. http://agriculturemontreal.com/pdf/gpc_ate.pdf
9. <https://www.lrt-habitat.com/conception-bioclimatique>