

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI TIZI-OUZOU  
FACULTE DE GENIE DE LA CONSTRUCTION  
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

**MEMOIRE DE MASTER EN ARCHITECTURE**

Option : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT

Atelier : BIOCLIMATIQUE

**FERME URBAINE A BAB EZZOUAR**

« Le végétal entre la recherche et le loisir »



**Réalisé par :**

M<sup>elle</sup> : ABDELKAFI Zouweyna

M<sup>elle</sup> : DAMIR Sarah

**Encadré par :**

M: AIT KACI. Z

Promotion :2016/2017



## **Remerciements :**

A la finalité de ce travail, nous remercions le Dieu de nous avoir donné la force d'accomplir notre mission en architecture.

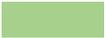
Nous remercions notre encadreur, Mr AIT KACI pour son suivi, l'aide apporté à notre travail ainsi que les efforts fournis tout au long de l'année.

Un merci aux enseignants formateurs au long de notre cursus, qui grâce à eux nous sommes arrivées là. De ce fait, on remercie les membres de jury d'avoir accepté de corriger notre travail.

Un merci chaleureux à nos parents qui nous ont soutenu tout au long de nos études, leur encouragement, patience dans nos moments difficiles.

Nos frères et sœurs ainsi que l'ensemble de nos amis et camarades, avec qui on a surmonté des moments durs et vécu des moments inoubliables durant notre parcours.

Sarah & Zouina



## Résumé :

Les problèmes climatiques de nos jours, la crise économique, la non satisfaction alimentaire... et bien d'autres facteurs ont mené la réalisation de ce projet, qui a pour finalité : l'amortissement de l'empreinte écologique et la réponse aux besoins de la population sans atteindre à la planète terre.

Dans le cadre du développement durable, une ville doit réduire son émission en carbone de ce fait un espace végétal est la meilleure solution écologique pour être le poumon d'une ville. C'est autour de cette thématique que notre projet montre l'élan que peut atteindre l'architecture, sa capacité de résoudre les différents problèmes, son impact sur la population et son pouvoir de sensibilisation par l'offre des espaces expérientiels qui donnent âme aux espaces conçus.

Notre choix s'est porté sur la ville de Bâb Ezzouar, le terrain est choisi pour son emplacement et sa valeur prestigieuse, point de convergence des entités urbaines de Bâb Ezzouar, afin d'accueillir notre projet de « Ferme Urbaine » qui réintroduit la vocation d'origine de la ville " *l'agriculture* ".

Notre proposition touche à deux échelles spatiales : l'échelle urbaine par l'aménagement de l'assiette : des jardins de loisirs, des jardins potager, serre d'exposition et roserie tout au long du Boulevard KADA Rezik. Et sur l'échelle architecturale la projection de la ferme verticale, une des meilleures solutions pour une ville durable : elle assurera une production agricole urbaine locale et de proximité.

Du végétal émane notre projet, on s'est basé sur ce dernier pour concevoir nos espaces ainsi que pour les couvrir et les rendre saints.

**Mots clés :** ferme urbaine, hydroponie, agriculture urbaine, végétal, architecture bioclimatique, biodiversité, développement durable, écologie, énergie renouvelable, ventilation naturelle.



## **Sommaire:**

Remerciement.....	II
Résumé.....	III
Sommaire.....	IV
Liste des figures.....	VII
<b>Partie introductive:</b>	
I-Introduction .....	1
II- Problématique générale .....	2
III- Problématique spécifique.....	3
IV- Hypothèses .....	3
V- Objectifs .....	3
<b>CHAPITRE I: Approche contextuelle</b>	
I. Présentation de la ville de Bab Ezzouar.....	5
I-1 Localisation.....	5
I-2 Accessibilité.....	5
I-3-Transport et desserte .....	6
I-4 - Topographie et données géotechniques.....	6
I-5 La sismicité .....	7
I-6 Processus de développement de la ville de Bab Ezzouar.....	7
II-lecture des données climatiques .....	9
II-1-1 les températures.....	9
II-1-2 l'humidité.....	9
II-1-3 les précipitations.....	10
II-1-4 Les vents.....	10
II-2 Diagramme de GIVONI.....	11
II-3 lecture du diagramme de GIVONI .....	13
III. Présentation de la zone d'intervention.....	14
III.1-La morphologie urbaine.....	14
III-2 Système viaire de la zone (voiries et nœuds) .....	15
III-3 Equipements et repères de la zone d'intervention.....	16
III-4 Quartiers et cadre bâti de la zone d'intervention.....	18
III-5 les places publiques et espaces verts .....	19
IV- Analyse de l'assiette d'intervention.....	20
IV-1 Présentation du site d'intervention.....	20
IV-2 Situation du site d'intervention.....	20
IV-3 Limites du site d'intervention.....	21

IV-4	Accessibilité du site d'intervention.....	22
IV-5	Caractéristiques de l'assiette d'intervention.....	22
IV-6	Les éléments du micro climat de l'assiette d'intervention.....	23
V-	Synthese.....	24
V-1	Potentialités.....	24
V-2	Carences .....	24
<b>CHAPITRE II: Approche thématique:</b>		
I-	Naissance du projet.....	25
I.1-	Justification de ce choix.....	25
I.2-	Démarche suivit.....	25
II-	Quelques définitions .....	27
III.	Naissance et évolution du concept des fermes urbaines.....	29
IV-	Résultats scientifiques des bienfaits du végétal dans la ville .....	30
V-	Analyse des exemples .....	31
V.1-	Bosco verticale .....	31
V-2	La tour vivante .....	38
V.3-	Institut de recherche botanique de Texas.....	44
VI-	Synthèse.....	52
 <b>CHAPITRE III: Approche architecturale:</b>		
I.	Concepts du projet.....	59
I.1-	Le vert dans l'urbain.....	59
I.2-	Horizontalité / verticalité.....	59
I.3-	Transparence du projet.....	59
II.	Genèse du projet.....	60
III.	Description du projet.....	62
III.1-	Plan De masse.....	62
III.2-	Fonction et organisation du projet .....	65
III.3-	Façades du projet.....	68
IV-	Les solutions bioclimatiques .....	70
IV.1 -	Implantation .....	70
IV.2 -	Serriculture .....	71



IV.3- Le végétal.....	72
IV.4 Ventilation naturelle .....	78
IV.5 Atrium .....	79
IV.6- Protection solaire .....	81
IV.7- -Energie renouvelable .....	82
IV.8- La récupération des eaux pluviales.....	83
V. Aspect constructif du projet.....	84
V.1- Structure du projet.....	84
V.1.1- Infrastructure.....	84
V.1.2- Superstructure.....	84
V.2- Toit et murs végétaux.....	86
V.2.1 Toit végétal .....	86
V.2.2 Façades et murs végétaux.....	87
V.3Matériaux.....	88
V.3.1 Le verre horticole .....	88
V.3.2Parois en contact avec les serres .....	88
V.3.3Le vitrage .....	88
Conclusion.....	89
Bibliographie .....	90
Annexe.....	92



## Liste des figures:

### **CHAPITRE I: Approche contextuelle**

Figure 1 : Situation de la ville de BEZ dans la carte d'Alger.....	5
Figure 2 : Limites communales de la ville de BEZ.....	5
Figure 3 : Carte d'accessibilité à la ville de BEZ.....	5
Figure 4 : Ligne de tramway desservant la wilaya d'Alger.....	6
Figure 5 : Ligne de tramway desservant BEZ.....	6
Figure 6 : Carte de la nature du sol de BEZ.....	6
Figure 7 : apparition du premier noyau .....	7
Figure8 : carte d'évolution urbaine de la ville de BEZ entre 1870-1962 .....	7
Figure 9 : Carte de l'évolution urbaine de la ville de BEZ entre 1862-1984.....	7
Figure 10 : Carte de l'évolution urbaine de la ville de BEZ entre 1984-1995.....	8
Figure 11 : Schéma récapitulatif de l'évolution de la ville de BEZ.....	8
Figure 12 : Carte de l'état urbain actuel de la ville de BEZ.....	8
Figure 13 : carte d'étage bioclimatique .....	9
Figure 14 : Diagramme des précipitations de la ville d'Alger.....	10
Figure 15 : Rose des vents de la wilaya d'Alger.....	10
Figure 16 : Diagramme de Givoni de la wilaya d'Alger.....	12
Figure 17 : carte des différentes entités.....	14
Figure 18 : carte du système viaire.....	15
Figure 19 : Boulevard KADA Rzik.....	15
Figure 20 : Voie secondaire.....	15
Figure 21 : Voie tertiaire .....	15
Figure 22 : Rond-point principale.....	15
Figure 23 : Carte des équipements et repères.....	16
Figure 24 : liste des équipements de la zone intervention.....	17
Figure 25 : Hôtel Mercure.....	17
Figure 26: centre commercial.....	17
Figure27: USTHB.....	17
Figure28 : Carte d'équipement et du cadre bâti.....	18
Figure29 : habitat collectif de type tour (R+14).....	18
Figure 30 : habitat collectif de type barre(R+9 /R+5).....	18
Figure31: équipement R+2.....	18
Figure 32 : carte du plan vert.....	19
Figure 33 : photo de la place SEAAL.....	19
Figure 34 : photo des plantations au bord des voies.....	19
Figure 35 photo d'une placette dans la cité smail yfsah.....	19
Figure 36 : décharge publique.....	19
Figure 37: espace vert non aménagé.....	19
Figure 38 : Carte de BEZ désignant les différentes entités.....	20
Figure 39: situation de la parcelle.....	20
Figure40: Limites du site d'intervention .....	21



Figure 41: À l'ouest USTHB.....	21
Figure 42: Au Nord par la cité Smail Yefsah et l'AADL.....	21
Figure 43 : Au sud par le quartier d'affaires (nouveau projet de TRUST).....	21
Figure44: À l'est par la cité 1200 logements.....	21
Figure 45 : Boulevard de l'université .....	22
Figure 46 :Accessibilité du site d'intervention .....	22
Figure 47: Boulevard du Mercure.....	22
Figure 48: Voie de la cité.....	22
Figure 49: Assiette d'intervention.....	22
Figure50: Course solaire en hiver.....	23
Figure 51: Course solaire en printemps.....	23
Figure 52: Course solaire en été.....	23
Figure 53 : Axe est-ouest sur la parcelle.....	23
Figure 54: les vents dans milieu urbain.....	23

## **CHAPITRE II: Approche thématique**

Figure 55 : Vue satellitaire de la ville de BEZ actuelle.....	25
Figure 56 : Vue satellitaire de BEZ en 2012.....	25
Figure 57: Vue aérienne du terrain clôturé.....	26
Figure 58 : Localisation du terrain d'intervention.....	26
Figure 59 : jardin potager en plein milieu urbain.....	28
Figure 60 : Ferme verticale urbaine à la Roumanie.....	28
Figure 61 : Image des jardins suspendues.....	29
Figure 62 :L'intérieur du Crystal Palace.....	29
Figure 63 :Intérieur d'une serre agricole.....	29
Figure 64 :Culture hydroponique dans les serres.....	30
Figure 65 :Intérieure d'une ferme urbaine.....	30
Figure 66 : Situation de la Bosco verticale.....	31
Figure 67: Bosco Verticale à Milan.....	31
Figure 68 : Plan type des deux tours de la Bosco verticale.....	32
Figure 69 : Différentes hauteurs des arbres utilisés.....	32
Figure 70 : Façades végétales des tours .....	32
Figure 71 : Equipe qui taille les arbres .....	33
Figure 72 : coupe et typologie de végétations des tours .....	33
Figure 73 : Apparence des façade Ouest et Sud selon les saisons.....	33
Figure 74 : schéma sur l'objectif environnemental qui consiste en la création d'un écosystème urbain vertical .....	34
Figure 75 : mode de fixation des plantes.....	35
Figure 76 : le système d'irrigation de Bosco verticale.....	35
Figure 77 : coupe schématique .....	36
Figure 78 : le rôle du végétal et son impact sur les tours de bosco.....	36
Figure 79 : Systèmes de solutions passives dans les tours.....	37
Figure 80 : La tour vivante.....	38



Figure 81 : Composition volumétrique de la tour vivante.....	38
Figure 82 : Plan d'étage 21 (logements et culture hydroponique).....	39
Figure 83 : Plan d'étage 08 (bureaux; activités et culture hydroponique).....	39
Figure 84 : coupe est ouest sur la tour vivante.....	39
Figure 85 : Système porteur de la tour.....	40
Figure 86 : Vue sur la tour vivante la nuit.....	40
Figure 87 : les produits cultivés dans la tour.....	41
Figure 88 : Rampe de la culture hydroponique.....	41
Figure 89 : Serres sur façade.....	41
Figure 90 : le système éolien de la tour vivante .....	42
Figure 91 : Dispositifs bioclimatiques.....	43
Figure 92 : Entrée de l'institut.....	44
Figure 93 : Vu d'ensemble de l'institut.....	44
Figure 94 : Situation de l'institut.....	44
Figure 95 : Plan masse.....	45
Figure 96 : plan du rez de chaussée.....	45
Figure 97: Entrée de l'institut.....	46
Figure 98 : Hall d'entrée.....	46
Figure 99 : Salle de cours.....	46
Figure 100 : Bureau administratif.....	46
Figure 101: l'intérieur de l'Herberie.....	46
Figure 102: Plan du premier étage .....	47
Figure 103: Salle de lecture.....	47
Figure 104: Espace pour enfant.....	47
Figure 105: Salle de réunion.....	47
Figure 106 : Mezzanine sur le hall.....	47
Figure 107: Façade Nord du bloc.....	48
Figure 108: Façade Nord du bloc.....	48
Figure 109: Façade Sud de l'institut.....	48
Figure 110 : 3D de la façade couverte sur le béton de vignes.....	48
Figure 111 : Schéma mentionnant les différentes solutions bioclimatiques du BRIT.....	49
Figure 112 : Emplacement des jardins de pluie.....	49
Figure 113 : Système de récupération et de drainage des eaux.....	49
Figure 114 : réseaux des eaux collectées.....	50
Figure 115 : Vue sur la toiture du bloc abritant les panneaux photovoltaïques.....	50
Figure 116 : Système géothermique.....	50
Figure 117 : toiture végétale du bloc.....	51
Figure 118 : moquette du parterre .....	51
Figure 119 : Vue sur le hall d'entrée.....	51
Figure 120 : Liaison entre les deux blocs par un toit vitré.....	52
Figure 121 : Éclairage naturel à l'intérieur du couloir.....	52
Figure 122 : Éclairage fluorescents .....	52
Figure 123 : Éclairage du hall .....	52

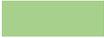
### CHAPITRE III: Approche architecturale:

Figure 124: Repères et axes majeurs du projet.....	60
Figure 125: Emplacement des entités du projet.....	60
Figure 126: Allure des entités du projet.....	60
Figure 127: Orientation du projet vers le rond point .....	61
Figure 128: Dédoulement du Bvd par une rampe.....	61
Figure 129: Forme finale du projet en plan .....	61
Figure 130: Forme finale du projet en 3D.....	61
Figure 131: Accessibilité du projet.....	62
Figure 132 : Les entités composantes les espaces extérieurs.....	63
Figure 133: Entités majeures du projet.....	64
Figure 134: Schéma de la hiérarchie des espaces et des accès au projet Niveau RDC.....	65
Figure 135: Schéma du circuit de la marchandise dans le projet.....	65
Figure 136: Plan RDC.....	66
Figure 137: Atelier de découverte.....	66
Figure 138: Atelier de jardinage.....	66
Figure 139 : Intérieur d'un visitor center.....	67
Figure 140: Stands d'exposition.....	67
Figure 141: Intérieur d'une boutique.....	67
Figure 142: Plan ferme.....	67
Figure 143: Plan étage 09.....	68
Figure 144: Plan labos.....	68
Figure 145: Plan étage 10.....	68
Figure 146: Façade principale de la tour.....	68
Figure 147: Le végétal aperçu en avant et arrière plan.....	68
Figure 148: Transparence des façades.....	69
Figure 149: Transparence de la façade.....	69
Figure 150 : orientation du projet.....	70
Figure 151 : schéma sur horticulture dans une serre.....	71
Figure 152 : Orientation des serres.....	71
Figure 153 : Vue sur les serres agricoles du projet .....	71
Figure 154 : schéma sur la protection solaire de la tour.....	73
Figure 155 : Evolution de la température selon la couverture végétale présente pour une température ambiante de 25 C.....	73
Figure 156 : Profil de température d'îlots de chaleur dans une ville.....	73
Figure 157 : le poumon vert dans son contexte.....	73
Figure 158 : biodiversité (faune et flore).....	74
Figure 159 : apport du végétal de la photosynthèse.....	74
Figure 160 : Schéma de principe illustrant en quoi les plantes participent à la qualité de l'air ambiant.....	75
Figure 161 : les espaces verts dans le socle urbain.....	75



Figure 162 : La végétation à l'intérieur du projet.....	72
Figure 163 : La végétation à l'extérieur du projet.....	76
Figure 164 : le schéma de principe d'isolation thermique en été d'un mur végétalisé.....	76
Figure 165 : le schéma de principe d'isolation thermique en hiver d'un mur végétalisé.....	77
Figure 166 : le schéma de principe d'isolation acoustique.....	77
Figure 167 : coupe schématique sur l'emplacement du végétal dans le projet .....	77
Figure 168 : la ventilation naturelle dans le projet.....	78
Figure 169 : la ventilation naturelle dans le socle urbain .....	78
Figure 170 : typologie des atriums.....	79
Figure 171 : vue sur atrium.....	79
Figure 172 : fonction d'atrium en hiver et été Université de Marie Curie paris 5 .....	79
Figure 173 : positionnement des atriums dans le projet.....	80
Figure 174 : coupe schématique sur l'atrium de l'entité des ateliers verts en hiver.....	80
Figure 175 : coupe schématique sur l'atrium de l'entité des ateliers verts en hiver .....	81
Figure 176: diagramme frontal de la latitude 36.....	82
Figure 177 : coupe sur les brises.....	82
Figure 178 : vue sur les brises solaires des façades sud.....	82
Figure 179 : Panneaux solaires sur toiture de la tour.....	82
Figure 180 : coupe schématique sur système d'irrigation.....	83
Figure 181 : système de récupération des eaux pluviales.....	83
Figure 182 : vue sur Garden by the bay Singapore.....	83
Figure 183 : schéma de Système de récupération et de drainage des eaux.....	83
Figure 184 : Détails de jonction poutre métallique- poteau en béton armé.....	84
Figure 185 : 3D de la structure de la tour.....	85
Figure 186 : Détails d'un plancher collaborant.....	85
Figure 187 : Détails de toiture végétalisée.....	86
Figure 188 : Vu sur toiture végétale du socle.....	86
Figure 189 : Façade végétale.....	87
Figure 190 : Détails d'un mur horticole .....	88
Figure 191 : Détails double vitrage.....	88
Figure 192 : Simple vitrage.....	88





## **I- Introduction :**

L'Homme a contribué au développement de divers domaines tels que : la science, l'économie, l'industrie et la santé, mais il a négligé la terre sur laquelle il vit, et sur laquelle vivront les générations futures.

Depuis sa création, la terre a subi plusieurs changements, ses richesses naturelles, qui ont toujours donné vie à l'être humain, subissent de nos jours de graves dangers, liés essentiellement à un manque de conscience vis-à-vis la croissance démographique et du développement des activités humaines aux dépens des ressources naturelles et de l'équilibre de l'écosystème.

L'étalement urbain<sup>1</sup> est l'une des conséquences de la croissance démographique, la stratégie urbaine établie pour aménager les flux urbains était réactive et non préventive. Elle s'est basée principalement sur l'aménagement des "terres agricoles" entourant les périphéries des principales villes. Ce phénomène d'étalement à l'horizontal a induit la transformation des zones «naturelles » en zones «construites».

Cette action s'est révélée nocive pour l'environnement et posait des problèmes à long terme, menaçant les terres agricoles fertiles. Cela a également touché la qualité de vie du milieu urbain.

Ce qui est le cas de la capital Alger, qui souffre d'une saturation d'espace et un étouffement de surpeuplement ce qui a conduit à un prolongement du centre à la périphérie dans sa direction orientale qui s'avère l'axe prioritaire de cette extension urbaine notamment : Bâb Ezzouar, Bordj Elkifan , Dar El-Beida .... Etc.

Bâb Ezzouar par son origine agricole, aujourd'hui connaît une densification de son tissu urbain au profit des terres fertiles, de plus en plus ravagées par le béton, ce qui influence négativement sur le secteur agricole et la qualité du mode de vie des habitants par l'élimination des espaces verts et l'augmentation de la pollution.

Pour répondre à une urbanisation croissante, à l'augmentation de la population ,il est aujourd'hui nécessaire de repenser la ville dans son ensemble ,de transformer nos espaces urbains pour les rendre plus durables ,et de trouver une réponse pertinente aux nouveaux impératifs mondiaux que sont la crise énergétique, environnementale et économique.

L'agriculture urbaine vient comme une solution partielle à ces problèmes, ce nouveau concept qui a émergé partout dans le monde, dont celui de « la ville durable » : une

---

<sup>1</sup> L'**étalement urbain** est une expression désignant le phénomène de développement des surfaces urbanisées en périphérie des grandes villes. Cet étalement, qui est lié au développement démographique des agglomérations, se fait avec une densité du bâti d'autant plus faible que l'on s'éloigne du cœur des villes. <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=7061>.



"utopie" urbaine prenant en considération l'aménagement urbain ainsi que l'intégration de l'élément végétal dans la vie sociale quotidienne des citoyens. Egalement, tenant compte du défi alimentaire du 21ème siècle, « *En 2050, la Terre comptera trois milliards de bouches supplémentaires à nourrir. Avec l'agriculture traditionnelle, il faudrait un milliard d'hectares de nouvelles cultures, or 80% de la terre arable est déjà cultivée, ce qui oblige à détruire les forêts pour gagner des parcelles, avec des conséquences dramatiques pour l'environnement* »<sup>2</sup>, nous trouvons que l'intégration de la « production de proximité » semble être une des meilleures solutions, car elle est, à la fois, économique, sociale et environnementale. Elle peut se présenter sous différents aspects, tel que : jardin potager, toit agricole, ferme urbaine ...

Nous proposons, donc, de mener une étude qui s'achève par la conception d'une nouvelle architecture urbaine qui se veut « responsable » : une ferme urbaine au centre de la ville de Bâb Ezzouar, nous est apparue alors comme une opportunité pour introduire des nouvelles visions de la ville durable, qui se présente à la fois comme lieu de production agricole, de formation, d'éducation, d'innovation et de sensibilisation aux techniques écologiques pour les agriculteurs et les citoyens.

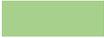
## **II- Problématique générale :**

L'état se tourne vers un enjeu global de métropolisation qui a pour objectif principal, l'embellissement et la préservation de l'image de la capitale ainsi que le développement et la rationalisation de son activité économique, la zone de Bâb Ezzouar, atteste de cette transformation économique tangible de la capitale, elle subit une série d'actions de transformation qui se formalisent par la création du pôle d'affaire à proximité des deux pôles : résidentiel et universitaire ,créant un déséquilibre dans le fonctionnement d'autant plus que c'est une ville qui connaît un zoning dans ses parties composantes, ces données nous mènent à se poser la question suivante:

**Comment peut-on assurer la mixité sociale et fonctionnelle de la ville de Bâb Ezzouar tout en articulant ses composantes et en intégrant la vocation origine agricole du site?**

---

<sup>2</sup> : Dickson Despomier, professor in the Department of Environmental Health Sciences, [www.lemonde.fr](http://www.lemonde.fr) 23/05/09



### **III-Problématique spécifique :**

L'urbanisation de la ville de Bâb Ezzouar a connu une propagation exponentielle qui a engendré une densité urbaine très importante induisant l'oubli et la négligence des espaces publics et espaces verts au sein de la ville, ainsi que la mono-fonctionnalité des entités où la vie communautaire est marginalisée. Tel est le cas de notre site d'intervention qui se situe au cœur de ces trois entités : résidentielle, universitaire et affaire, dévalorisé par sa fonction attribuée comme zone de traitement des eaux usées.

Préserver les terres agricoles, jardins et parcs tout en prévoyant l'aménagement de poumons verts, et nouveaux parcs urbains sera l'enjeu de la ville de demain « la ville durable » qui respecte l'environnement en y réintroduisant la nature.

**Comment exploiter les potentialités du site d'intervention et l'inscrire dans une démarche de développement durable ?**

**Comment concilier entre les entités constituantes de BEZ par un projet particulier en son genre où le végétal sera le générateur de la conception ?**

### **IV- Hypothèses :**

- On propose une ferme urbaine avec des concepts bioclimatiques au sein de l'urbain comme un signal alarmant qui sensibilise la population sur le développement durable.
- Un projet architectural qui réunit et assure l'harmonie entre les trois entités dans un lieu qui favorise l'échange et la mixité.

### **V- Objectifs :**

Notre projet la ferme urbaine a pour objectif principal introduire la fonction agricole et de sensibiliser les usagers sur la mémoire du lieu, de la préserver et la transmettre aux générations futures pour assurer sa pérennité dans le temps. Ainsi de :

- Renouer les liens entre les entités de la ville.
- Assurer la mixité et proximité sociales et fonctionnelles.
- Réanimer l'aire urbaine.
- Valoriser l'assiette.

Cet équipement sera un vaste champ de production, de vente, de recherche et d'expérimentation.



## **Méthodologie du travail :**

Pour mener à bien ce travail et afin d'apporter des éléments de réponses aux problématiques posées et d'atteindre les objectifs fixés, nous devons donc aborder ce travail selon une méthode logique et cohérente, pour se faire, notre travail sera sectionner en trois parties majeures :

On commence par une introduction générale du travail dans laquelle est spécifié le thème, les problématiques générales et spécifiques, les hypothèses, les objectifs ainsi que la démarche adoptée.

La 1<sup>ère</sup> partie : l'Approche Contextuelle où nous allons examiner le milieu urbain de la ville de Bâb Ezzouar en partant de la commune jusqu'au site d'intervention, faire un diagnostic d'état des lieux de la ville qui consiste à définir les contraintes qui mettent en danger son image et auxquels on doit apporter des solutions, et les opportunités qu'on doit mettre en valeur.

La 2<sup>ème</sup> partie : l'Approche Thématique c'est une approche référentielle où nous analyserons des exemples qui nous aiderons de la compréhension et programmation de notre projet.

La 3<sup>ème</sup> partie : l'Approche Architecturale, dans un dernier temps, nous présenterons le fruit de notre réflexion, nous exposerons notre proposition pour le projet de la ferme urbaine. Qui consiste à créer un environnement approprié et varié sous une approche bioclimatique.

# APPROCHE CONTEXTUELLE

## I. Présentation de la ville de Bâb Ezzouar :

### I-1 Localisation :

La commune de Bâb Ezzouar occupe une position stratégique dans la wilaya d'Alger, elle est la porte est, située à 15km du noyau historique d'Alger et à 5 km de l'aéroport international Houari Boumediene. La commune de Bâb Ezzouar est issue du découpage administratif de 1984.

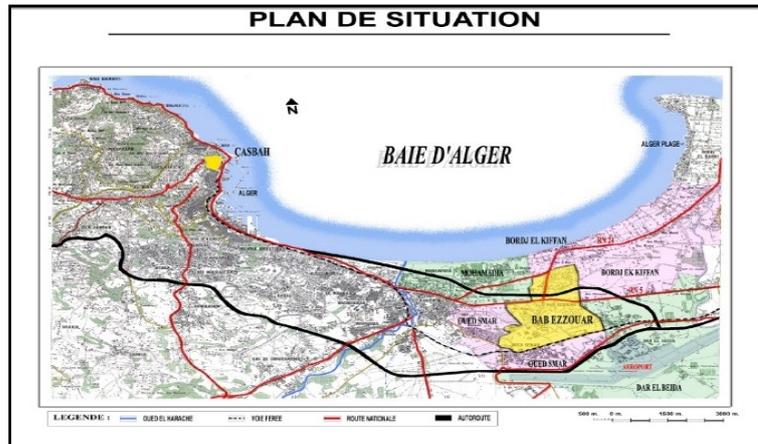


Figure 1 : Situation de la ville de BEZ dans la carte d'Alger  
Source : APC Bab Ezzouar

Elle est délimitée par :

- La commune de Bordj El Kifan au nord.
- La commune d'Oued Samar Au sud.
- La commune El Mohammadia à l'ouest.
- La commune de Dar El Beida à l'est

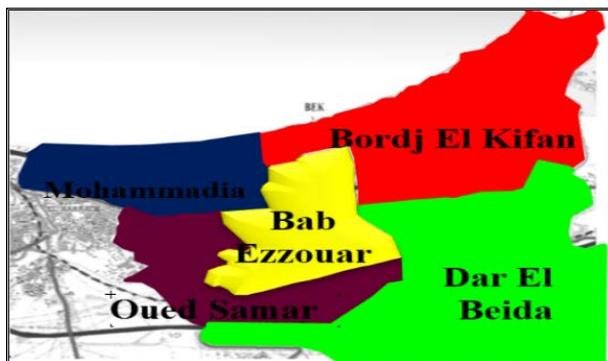


Figure 2 : Limites communales de la ville de BEZ  
Source : PDAU d'Alger 2011 + traitement auteurs

Bâb Ezzouar est à proximité de trois pôles attractifs à vocation : Economique:(Dar El Baida). Touristiques:(Bordj El Kifan). Universitaire:(EL HARRACH).

### I-2 Accessibilité :

Bâb Ezzouar est desservie par plusieurs points d'accès, elle est accessible :

- Au Nord, par la route nationale RN24.
- Au Sud, par le chemin de fer.
- A l'ouest par la route nationale RN 5.
- L'autoroute à l'Est : elle permet de rallier le centre d'Alger vers l'ouest.

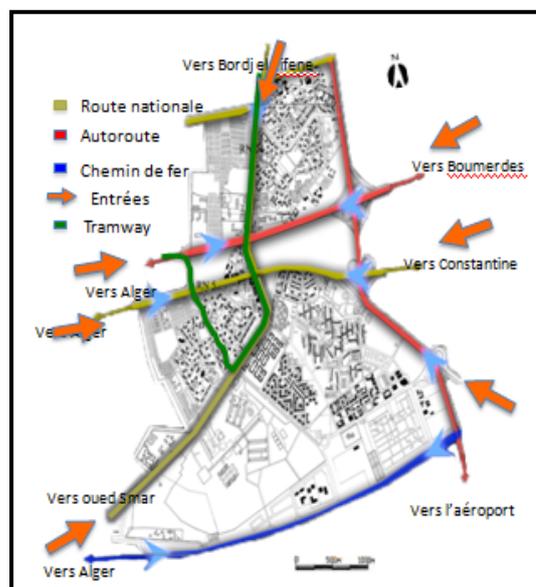
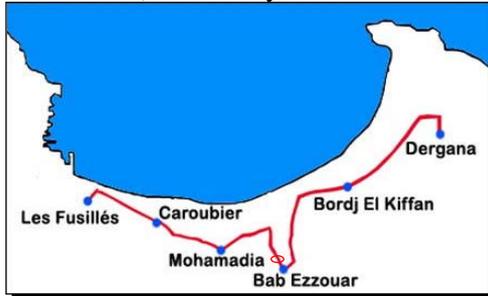


Figure 3 : Carte d'accessibilité à la ville de BEZ  
Source : APC carte BEZ

### **I-3 Transport et desserte :**

La commune de Bâb Ezzouar est dotée d'un réseau de transport adéquat avec une variété de typologie du TCSP : métro (en cour de réalisation), tramway, train et bus.



**Légende :**  
— Bus  
— Tramway  
— Métro  
— Train

Figure 4 : Ligne de tramway desservant la willaya d'Alger  
Source : <http://www.skyscrapercity/alger-modernisation-du-transport.com>

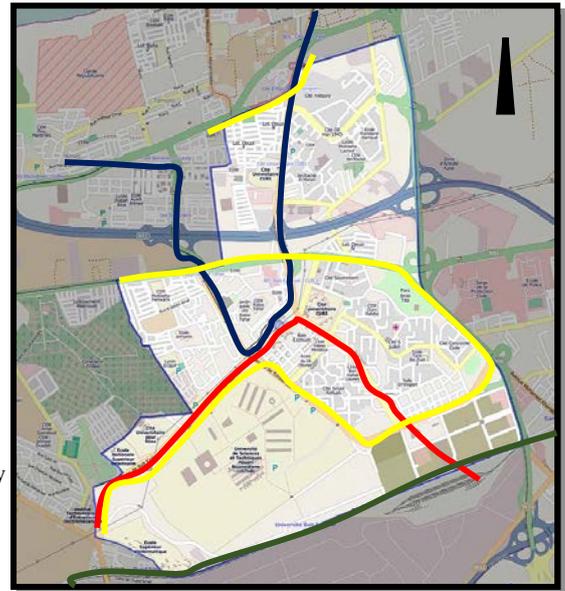


Figure 5 : Ligne de tramway desservant BEZ  
Source. Google Maps + traitement auteur

- La commune est bien desservie par le transport et répond aux besoins des habitants.
- La ville de Bâb Ezzouar occupe une situation stratégique par rapport à Alger et aux infrastructures routières (rocade Est, RN5), la proximité d'infrastructure d'envergure nationale (USTHB) et internationale (l'aéroport).
- On remarque que Bâb Ezzouar est accessible depuis plusieurs axes routiers importants ce qui facilite l'accessibilité à la commune et la fluidité des flux.

### **I-4 - Topographie et données géotechniques :**

- La topographie du site est relativement plate, caractérisée par des pentes très douces ne dépassant pas 8 %.
- La zone de Bâb Ezzouar présente trois types de terrains :
  - Terrain favorable : terrain qui comporte des sables argileux, des dunes consolidées et des dépôts ce qui donnera une bonne assiette de fondations.
  - Terrains marécageux : défavorables à la construction couvrant une grande surface à la partie sud de Bâb Ezzouar (l'USTHB cité Rabia Tahar, 5 juillet, Soummam).
  - Terrain a propriété variable : Composé de marne et de cailloux, nécessitant une étude géologique

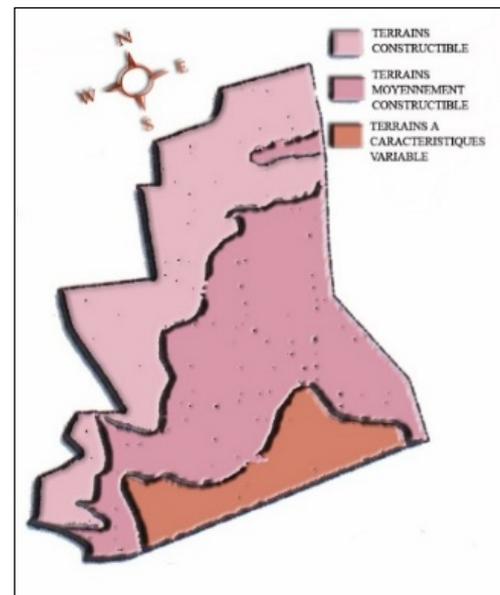


Figure 6 : Carte de la nature du sol de BEZ  
Source :PDAU d'Alger 2011



➤ Le projet d'organisation générale en 1975 :

Implantation des équipements métropolitains. Création de l'université des sciences et de la technologie dans les années 70 et les deux cités universitaires a changé la vocation agricole de BEZ.

**I-6-4-La période entre 1984-1995 :**

Bâb Ezzouar a connu un développement urbain important, et cela avec le lancement de l'autoroute est, la création de nouvelles cités telles que : la Cité SOUMMAM : 1025 logements, la Cité 498 logements, la cité 1200 logements.

**I-6-5- Période actuelle :**

La présence du foncier et d'autres facteurs favorisent la naissance d'un nouveau pôle qui est : le pôle d'affaire. Le processus d'urbanisation a engendré le passage du type cité (tours et barres) vers le type lotissement comme : lotissement social EST 602 lots

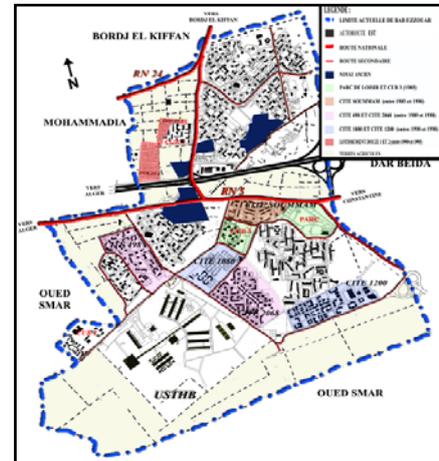


Figure 10 : Carte de l'évolution urbaine de la ville de BEZ entre 1984-1995

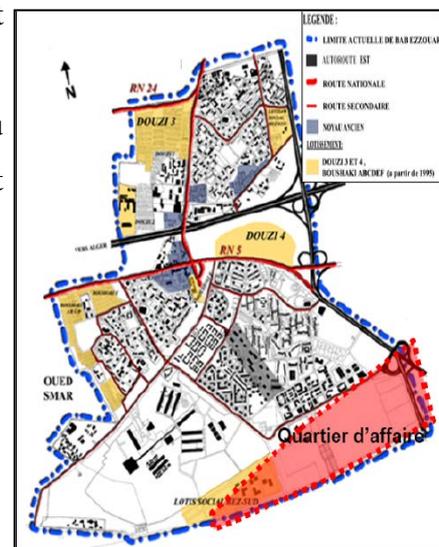


Figure 12: Carte de l'état urbain actuel de la ville de BEZ  
Source : APC BEZ

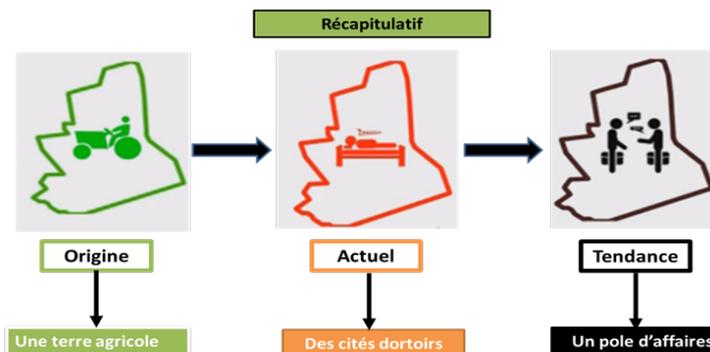


Figure 11: Schéma récapitulatif de l'évolution de la ville de BEZ  
Source : auteurs

La ville de Bâb Ezzouar est une zone d'urbanisation récente qui rentre dans le cadre de l'extension vers l'est. Cette commune qui s'est vu revêtir une image de « cité dortoirs » En raison de la dominance de l'habitat pas rapport aux équipements, après avoir été a vocation agricole, tente ces dernières années de créer un équilibre entre ces deux typologies en projetant des zones a vocation administrative et de services (quartier d'affaire).

## II- Lecture climatiques :

### II-1 lecture des données climatiques :

Dans ces données on introduit :

- les Températures -les humidités
- les précipitations -les vents

Le climat de Bâb Ezzouar est de type méditerranéen caractérisé par des hivers froids et humides et des étés chauds relativement humides

La ville est située dans l'étage bioclimatique subhumide.

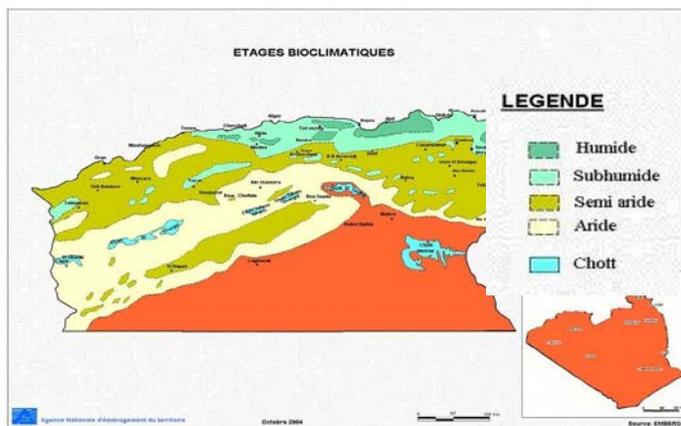


Figure 13 : carte d'étage bioclimatique Source:vertigo.revues.org

#### II-1-1 les températures:

Les moyennes mensuelles des températures moyennes en (C°)

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 : mémoire PFE centre d'affaire Bâb Ezzouar 2016

Température moyenne max => 32.7 C° en mois d'Aout

Température moyenne min => 5 C° en mois de Février

#### II-1-2 l'humidité: Les humidités relatives sont données en (%) :

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 : mémoire PFE centre d'affaire Bâb Ezzouar 2016

- Humidité moyenne max => 96% en mois de Février
- Humidité moyenne min => 41% en mois d'Aout

### II-1-3 les précipitations:

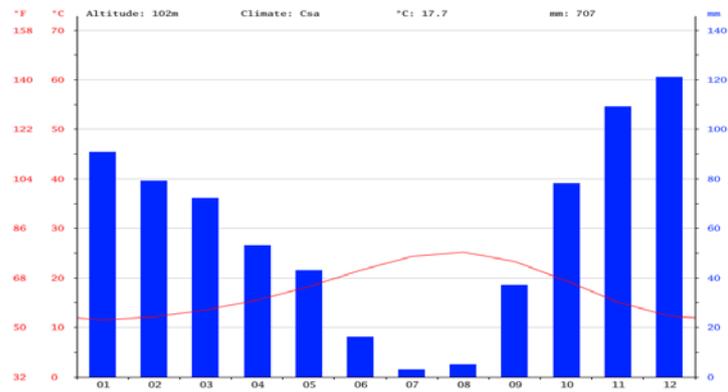


Figure 14 : Diagramme des précipitations de la ville d'Alger  
Source: <https://fr.climate-data.org/location/>

2 mm font du mois de Juillet le plus sec de l'année. En Novembre, les précipitations sont les plus importantes de l'année avec une moyenne de 114 mm.

La variation des précipitations 112 mm entre le mois le plus sec et le mois le plus humide.

### II-1-4 Les vents :

La figure ci-dessous présente la rose des vents mensuelles. Elles sont regroupées par saison météorologique. La courbe verte montre la prévalence des vents d'au moins 1m/s, celle en orange concernent les vents de plus de 5m/s (soit environ 10 nœuds ou 18km/h). Chaque rond concentrique représente 4 points sur l'échelle de pourcentage, qui va ici de 0% à 12%.

Les directions des vents sont :

- Les vents dominants frais d'été sont de direction Nord-est.
- Les vents dominants froids d'hiver sont de direction Sud-ouest

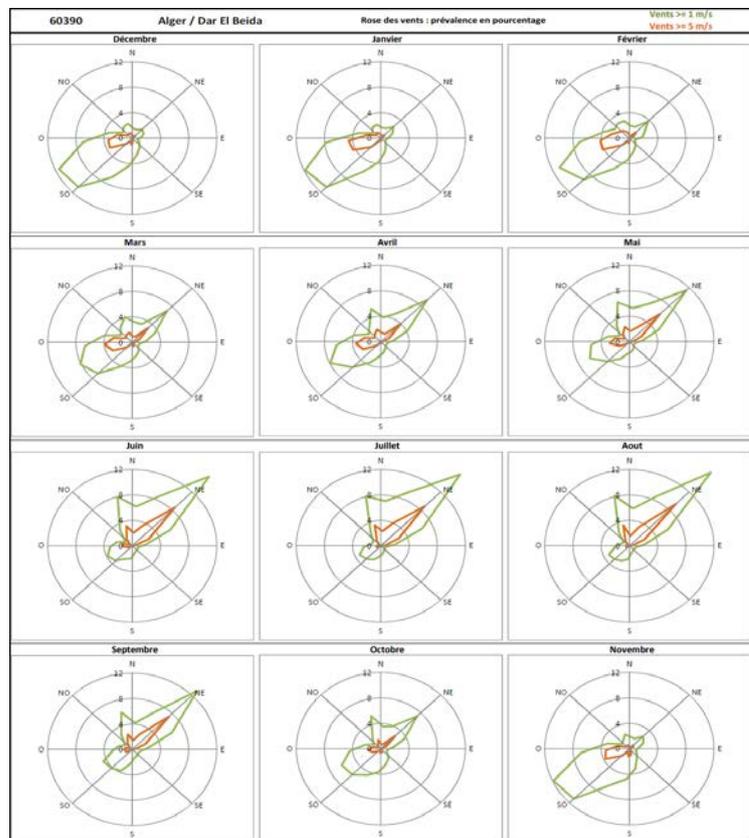


Figure 15 : Rose des vents de la wilaya d'Alger. Source : [forums.infoclimat.fr](https://forums.infoclimat.fr)

## II-2 Diagramme de GIVONI :

Le diagramme de GIVONI est un outil d'aide à la conception élaboré par GIVONI. Ce dernier nous permet de situer le climat de notre zone d'intervention, ce qui nous facilitera le choix de l'intervention et solutions climatiques afin d'assurer le confort des usagers.

Le tableau suivant comporte les données climatiques nécessaires pour l'obtention du diagramme :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>T.M.Max</b>	<b>17.3</b>	<b>17.2</b>	<b>20.0</b>	<b>21.9</b>	<b>24.7</b>	<b>29.4</b>	<b>31.6</b>	<b>32.7</b>	<b>29.8</b>	<b>26.6</b>	<b>20.6</b>	<b>17.9</b>
<b>H.M Min</b>	<b>52</b>	<b>53</b>	<b>48</b>	<b>46</b>	<b>50</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>41</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	<b>52</b>	<b>53</b>
<b>T.M.Min</b>	<b>5.7</b>	<b>5.0</b>	<b>7.1</b>	<b>8.9</b>	<b>12.6</b>	<b>16.4</b>	<b>19.0</b>	<b>20.2</b>	<b>17.6</b>	<b>14.2</b>	<b>14.2</b>	<b>6.9</b>
<b>H.M.Max</b>	<b>94</b>	<b>96</b>	<b>95</b>	<b>95</b>	<b>96</b>	<b>93</b>	<b>92</b>	<b>91</b>	<b>92</b>	<b>94</b>	<b>95</b>	<b>95</b>

*Tableau 2:Tableau des données climatiques pour le diagramme de Givoni  
Source : mémoire de PFE, Siège du ministère des affaires étrangères au promontoire des annassers Alger*

Localisation	Bab ezzaour
Longitude	3.18
Latitude	36.71
Altitude	20 m

*Tableau 3: Données géographique de la ville de Bâb Ezzouar  
Source : <https://fr.climate-data.org/region/1130/>*

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 1<sup>er</sup> point correspond au couple : température maximale et humidité minimale du mois étudié.
- Le 2<sup>em</sup> point correspond au couple : température minimale et humidité maximale du même mois.

Localisation	Bâb Ezzouar
Longitude	3.18
Latitude	36.71
Altitude	20 m

aximale du même mois

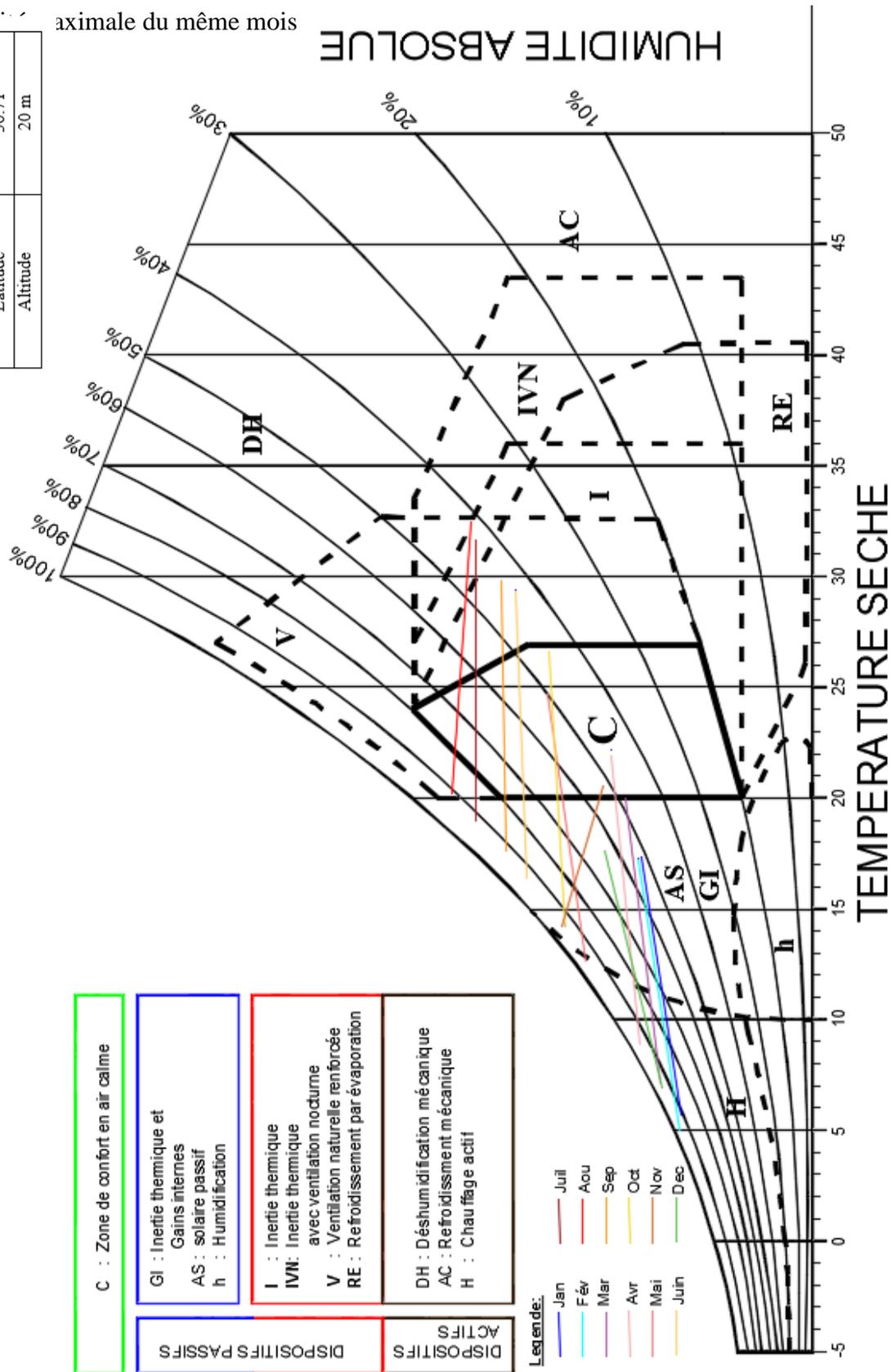


Figure 16 : Diagramme de Givoni de la wilaya d'Alger  
Source: auteurs

**II-3 lecture du diagramme de GIVONI :**

<b>Période</b>	<b>Lecture</b>	<b>Interprétation</b>
Janvier Février Mars Décembre	Solaire passif Inertie thermique et gain interne Chauffage actif	- Optimiser les apports solaires (par matériaux ; orientation et dimensions des ouvertures) -Favoriser les gains internes (assuré par l'éclairage artificiel ; les occupants et les équipements)
Avril	Zone de confort Solaire passif Inertie thermique et gain interne Chauffage actif	-Favoriser le choix des matériaux à forte inertie thermique qui ont un long déphasage -Minimiser les ponts thermiques - Un dispositif d'appoint est nécessaire seulement la nuit, en faisant en sorte que l'énergie solaire du jour puisse être captée et transformée en chaleur
Novembre	Solaire passif Inertie thermique et gain interne	
Mai Octobre	Zone de confort Solaire passif Inertie thermique et gain interne	-Optimiser les apports solaires (par matériaux ; orientation et dimensions des ouvertures) -Favoriser les gains internes (assuré par l'éclairage artificiel ; les occupants et les équipements)
Juin Septembre	Zone de confort Ventilation Solaire passif Inertie thermique et gain interne	-Optimiser les apports solaires (par matériaux ; orientation et dimensions des ouvertures) -Favoriser les gains internes (assuré par l'éclairage artificiel ; les occupants et les équipements) -Prévoir des dispositifs passifs de ventilation naturelle
Juillet Aout	Zone de confort Ventilation	-Prévoir des dispositifs passifs de ventilation naturelle

Tableau 5 : Interprétation du diagramme de Givoni

L'analyse climatique de la ville de BEZ nous met l'accent sur son taux d'humidité élevé, ce qui nécessite une prise en charge dans la conception du projet en s'adossant sur des solutions qui privilégient la ventilation naturelle.

### III. Présentation de la zone d'intervention :

#### III.1-La morphologie urbaine :

Le périmètre se constitue de trois entités différentes :

- **L'entité résidentielle (Echelle locale)** : elle se compose des cités (1200, 1080, des bâtiments de type tours et barres), elle souffre d'absence d'équipements d'accompagnement, ses espaces interstitiels sont négligés et non aménagés.
- **L'entité universitaire (Echelle nationale)** : l'USTHB (université Houari Boumediene) qui abrite un nombre important d'étudiants (plus de 30000 étudiants) et qui était un élément générateur de la croissance du quartier de Bâb Ezzouar, elle est de nos jours clôturée de part et d'autre, elle ne participe pas au dynamisme de la ville.
- **L'entité affaires (Echelle internationale)** : le quartier d'affaires est en cours de réalisation (à vocation affaire et commerce); malgré sa position et son importance, le quartier reste standard et sans relations avec les autres entités

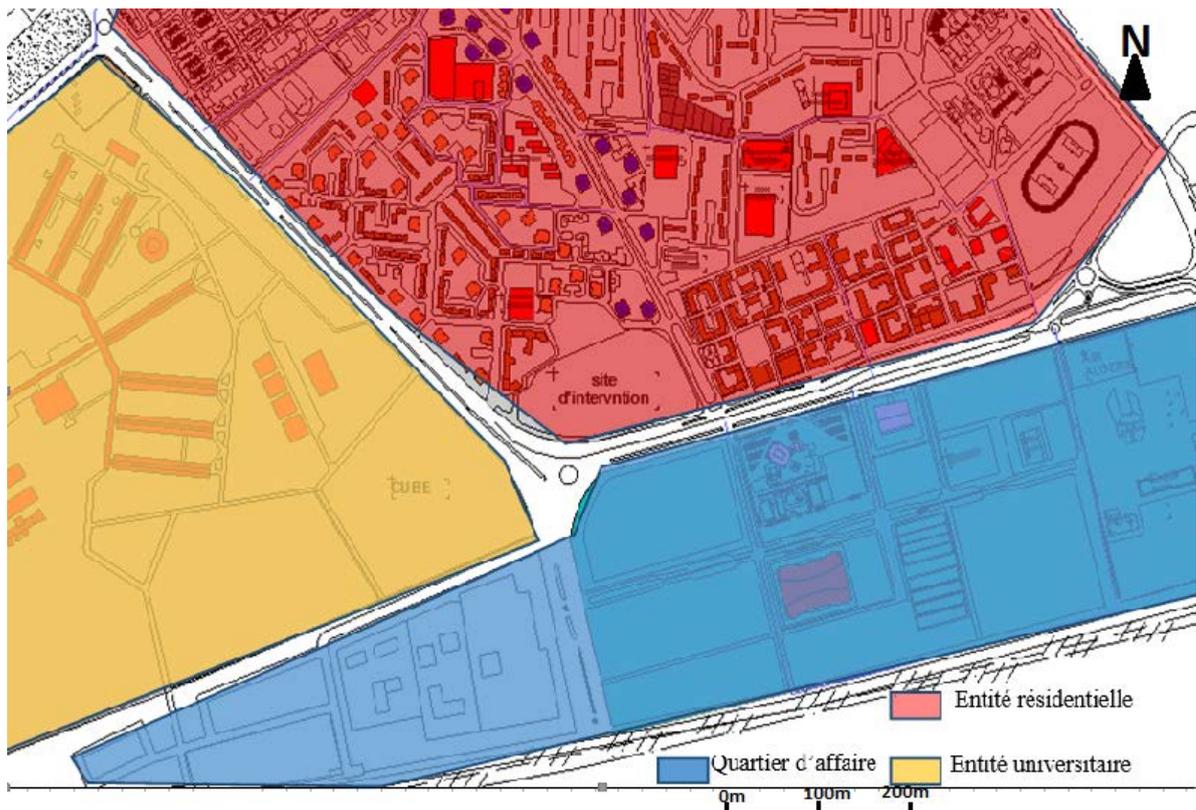


Figure 17 : carte des différentes entités  
Source : APC Bez +traitement auteur

- Les entités sont monofonctionnelles, autonomes, et standards.
- L'absence de la mixité sociale et fonctionnelle.

### III-2 Système viaire de la zone (voiries et nœuds) :

La trame viaire permet une meilleure lecture de la structure urbaine reposant sur une hiérarchisation des espaces (voies, nœuds ...)

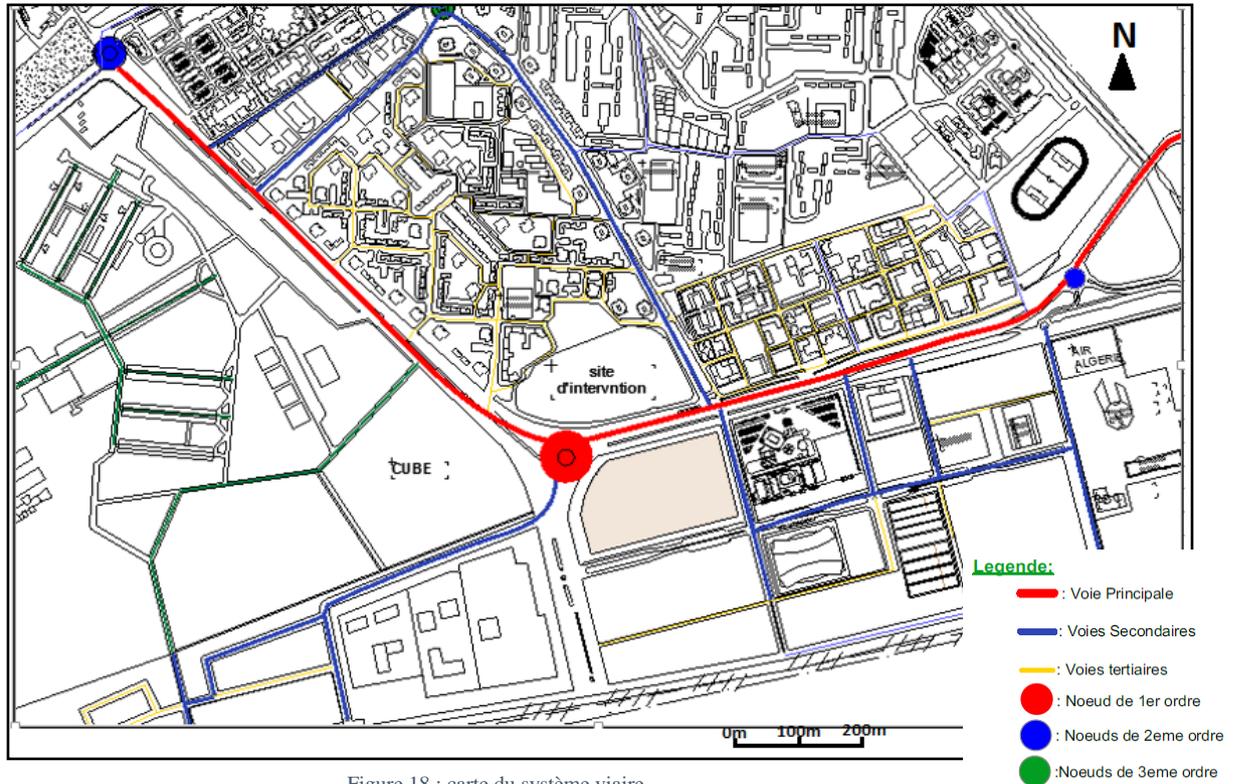


Figure 18 : carte du système viaire  
Source : carte d'état des lieux + traitement auteur



Figure 19 : Boulevard KADA Rzik  
Source : auteur



Figure 20 : Voie secondaire  
Source : l'auteur



Figure 21 : Voie tertiaire  
Source : auteur

La carte représente les trois types de trame viaire existante dans la zone d'étude :

- Trame régulière en damier dans l'entité affaire.
- Trame irrégulière multidirectionnelle dans l'entité résidentielle.
- Trame unitaire USTHB pour l'entité universitaire



Figure 22 : Rond-point principale  
Source : auteur

- Boulevard KADA REZIK cette voie à double sens qui mène du quartier d'affaire vers la cité Rabia, est décomposée en deux séquences par rapport au changement de direction, comme voie principale caractérisée par un flux mécanique et piéton important, elle constitue l'élément physique qui marque la rupture des trois zones.

-Les nœuds:

Le rond-point principal c'est le point de convergence des 3 entités et il marque le changement de direction du boulevard KADA Rezik.

➤ La matérialisation des carrefours n'est pas mise en valeur qu'ils soient principaux ou Secondaires.

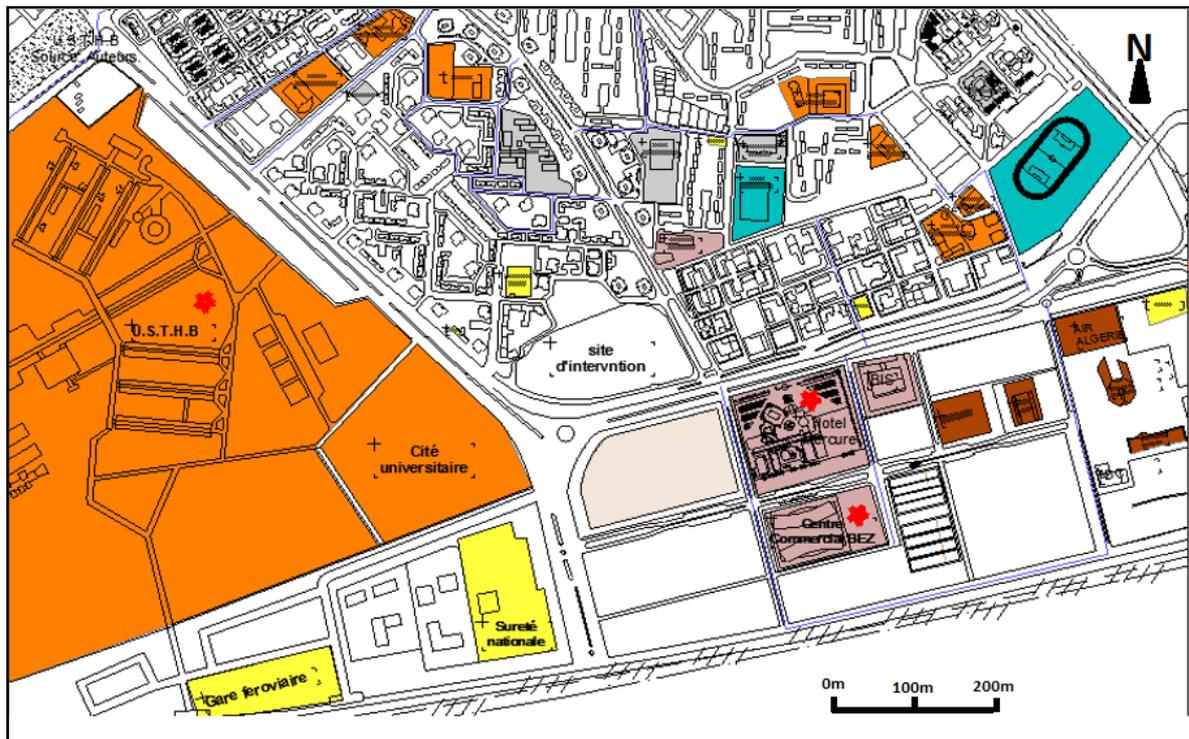
➤ Ils sont mal aménagés et non hiérarchisés.

➤ Ils ne reflètent pas l'importance des voies et des équipements avoisinants.

La structure viaire permet une bonne accessibilité à la zone d'intervention et assure la fluidité des flux.

### III-3 Equipements et repères de la zone d'intervention :

La carte si dessous localise les différents équipements de la zone et leurs typologies.



#### Legende:

■ : Equipements de service .

■ : Equipements Administratifs

■ : Equipements Commerciaux

■ : Equipements Educatifs .

■ : Equipements Culturels .

■ : Equipements Sportifs

★ : Repères du site

Figure 23 : Carte des équipements et repères  
Source : carte d'état des lieux traitement auteur

Notre périmètre d'étude présente quelques équipements et points de repère qui varient selon :

- Leurs fonctions : commerciales, éducatives, administratives.
- Leurs styles architecturaux: gabarits imposants, degré d'attractivité, la forme...
- Leur échelle d'influence (l'hôtel Mercure, le centre commercial, siège Mobilis)

### **III.3.1- Liste d'équipements de la zone d'intervention :**

Equipement Commerciaux	Equipement de service	Equipement d'administration
Hôtel mercure, hôtel ibis, centre commercial, marché couvert		Siège de la poste, siège de Mobilis, CMA, Cosider, Air Algérie
Equipement éducatif	Equipement Culturel	Equipement sportif
Ecole primaire, CEM, Lycée, université, cité universitaire, CFPA	Salle polyvalente, maison de jeune	Stade, salle de sport

Tableau 24 : liste des équipements de la zone intervention

Source : auteur

### **III.3.2- Les repères :**

- Hôtel mercure par rapport à son gabarit imposant, premier équipement dans la zone d'affaire.
- Centre commercial par rapport à sa fonction premier centre commercial et de loisir en Algérie. (Grande attraction)
- Université la plus grande en terme de superficie ayant une valeur architecturale, conçue par le grand architecte Oscar Niemeyer.



Figure 25 : Hôtel Mercure  
Source : auteur



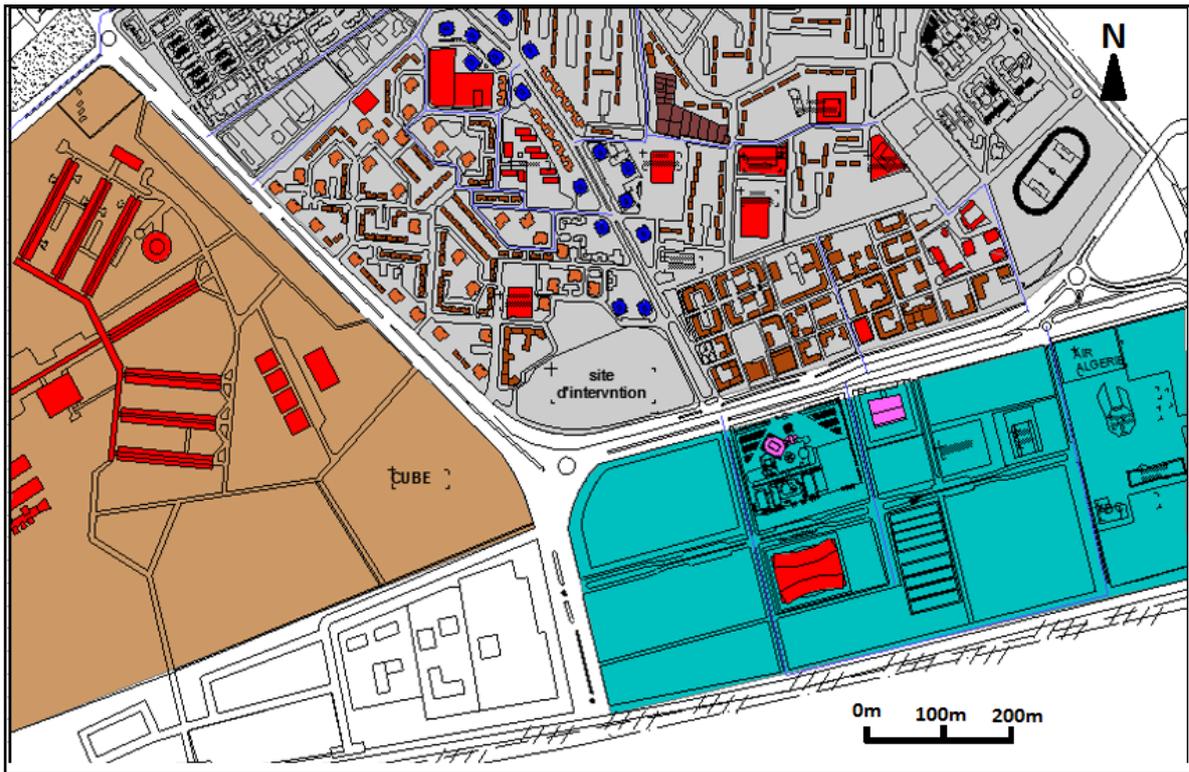
Figure 26: centre commercial  
Source: auteur



Figure27: USTHB  
Source <http://www.usthb.dz>

- Un déséquilibre dans la répartition des équipements.
- Les équipements administratifs et de service occupent la partie sud (le pôle d'affaire).
- Le manque d'équipements de loisir.

**III.4 Quartiers et cadre bâti de la zone d'intervention :**



**Legende:**

**-Les quartiers:**

- : Quartier universitaire .
- : Quartier d'affaires.
- : Quartier 5 juillet.

**-Le bâti:**

- : Equipements (RDC; R+2).
- : Equipements hoteliers (R+14) .
- : H. Individuel (RDC; R+2)
- : H. Collectifs type barre (R+4; R+5)
- : H. Collectifs type plot (R+7; R+9)
- : H. Collectifs type tours (R+14) .

Figure28 : Carte d'équipement et du cadre bâti  
Source : APC BEZ avec traitement auteurs

- Façades hétérogènes.
- Gabarit dominant et le R+4 et R+5 et de plus en plus on opte pour les tours plus de R+11
- Le type d'habitat qui prend l'ampleur est bien le collectif.



Figure29 : habitat collectif de type tour (R+14)  
Source : auteurs



Figure 30 : habitat collectif de type barre(R+9 /R+5)  
Source : auteurs



Figure31: équipement R+2  
Source : auteurs

### III.5 les places publiques et espaces verts :

Les places publiques et les espaces verts à Bâb-Ezzouar sont insuffisants vu le nombre d'habitants, de même pour le mobilier urbain.

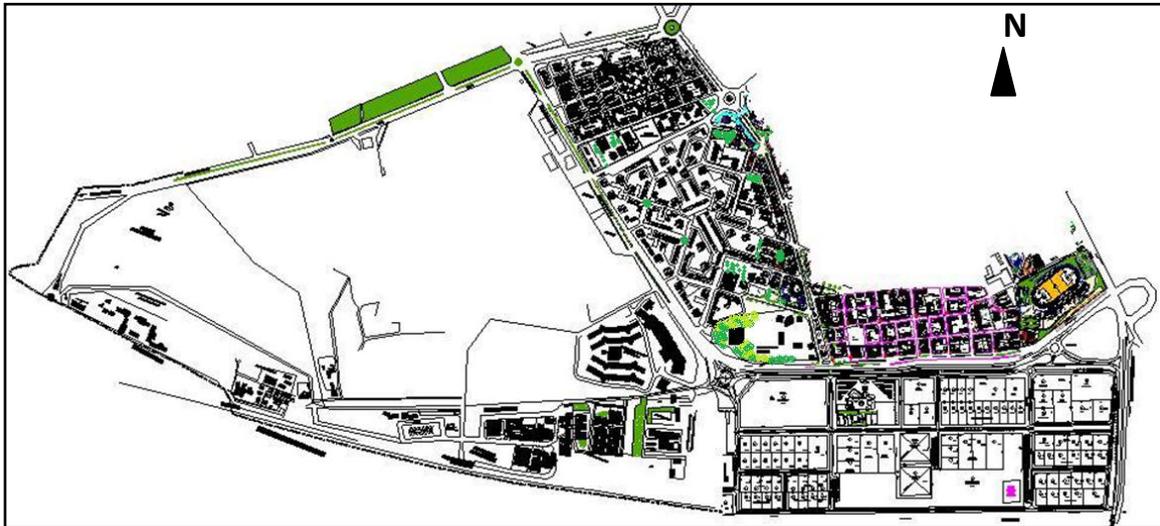


Figure 32 : carte du plan vert

Source : APC de Bâb Ezzouar traitée par les auteurs



Figure 33 : photo de la place SEAAL  
Source : auteurs



Figure 34 : photo des plantations  
au bord des voies /Source : auteurs



Figure 35 : photo d'une placette dans  
la cité smail yfsah /Source : les auteurs.

- Aspect environnemental : insalubrité des espaces et la mauvaise gestion des déchets



Figure 36 : décharge publique  
Source : auteurs



Figure 37 : espace vert non aménagé  
Source : auteurs



## IV- Analyse de l'assiette d'intervention :

### IV-1 Présentation du site d'intervention :

Après la lecture analytique de la ville de BEZ, nous avons distingué trois parties composantes de la ville (résidentielle ; universitaire et affaire).

Le site est choisi de part sa localisation qui permet d'assurer une mixité et continuité fonctionnelle entre ces trois entités.

Légende:

-  : Zone résidentielle
-  : Zone universitaire
-  : Zone d'affaire
-  : site d'intervention

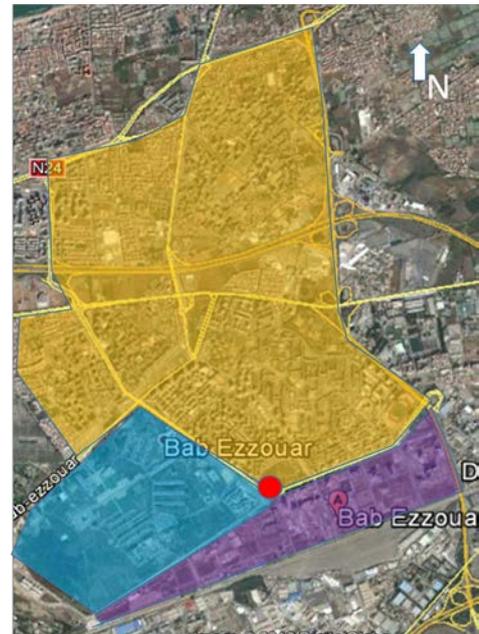
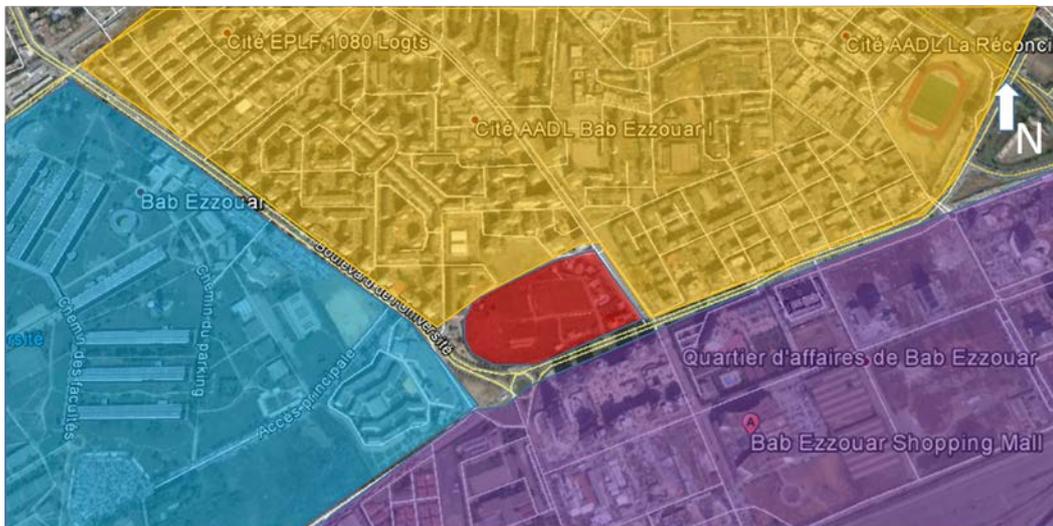


Figure 38 : Carte de BEZ désignant les différentes entités  
Source : Google earth et traitement auteurs

### IV-2 Situation du site d'intervention :

Le site d'intervention est situé dans la partie sud de la ville de BEZ.



- Légende:
-  Zone résidentielle
  -  : Zone universitaire
  -  : Zone d'affaire
  -  : Site Intervention

Figure 39 : situation de la parcelle

Source : Google earth avec traitement de l'auteur

Le site possède une très bonne localisation qui est au cœur des trois entités composantes la ville de BEZ.

### IV-3 Limites du site d'intervention :



Figure 40: Limites du site d'intervention  
Source: Google Earth avec traitement de l'auteur



1 Figure 41: À l'ouest USTHB Source: Auteurs



2 Figure 42: Au Nord par la cité Smail Yefsah et l'AADL Source : Auteurs



3 Figure 43 : Au sud par le quartier d'affaires (nouveau projet de TRUST)  
Source: Auteurs



4 Figure 44: À l'est par la cité 1200 logements  
Source : Auteurs

Le site est riche par la diversité de ses limites, on compte :

1. La partie résidentielle : abritant l'habitat collectif qui s'élève sur des gabarits qui varient de R+4 jusqu'au R+14.
2. La partie universitaire : répartie en blocs d'un gabarit allant du RDC au R+3.
3. La partie affaires : ayant des gabarits qui varient de R+2 jusqu'au R+14.

#### IV-4 Accessibilité du site d'intervention :



Figure 45: Boulevard de l'université  
Source: Auteurs

##### Légende :

→ : Accès majeur    → : Accès secondaire

Le site d'intervention présente une bonne accessibilité, il est accessible par BOULEVARD KADA RZIK qui délimite la parcelle du côté ouest et sud et par une large voie secondaire du côté est.



Figure 46 :Accessibilité du site d'intervention  
Source :Google earth plus traitement auteurs



Figure 47: Boulevard du Mercure  
Source: Auteurs



Figure 48: Voie de la cité  
Source: Auteurs

#### IV-5 Caractéristiques de l'assiette d'intervention :

- Notre assiette est d'une forme irrégulière
- S'étale sur superficie de : 40779.34 m<sup>2</sup>
- Avec un périmètre de : 816.98 m
- Ayant une morphologie plate
- Le site appartient à l'hydraulique d'Alger, occupé par le SEAAL.
- Il sert aux bassins de décantation des eaux usées de la ville de BEZ.



Figure 49: Assiette d'intervention  
Source: Google Earth avec traitement de l'auteur

- L'activité pratiquée au sein du terrain ne s'adapte pas à sa localisation.
- La nécessité de la délocalisation des bassins collecteurs qui dégagent une odeur désagréable à la population occupante.
- La qualité de l'air au niveau microbien, dans les bassins de décantation des eaux usées, est très nocif pour la santé.

**IV-6- Les éléments du micro climat de l'assiette d'intervention :**

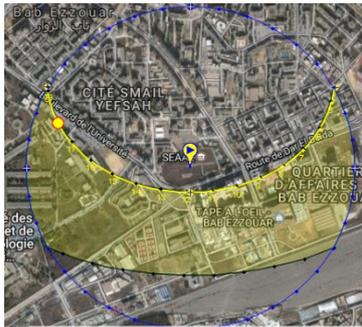


Figure 50: Course solaire en hiver  
Source: <http://www.sunearthtools.com>



Figure 51: Course solaire en printemps  
Source: <http://www.sunearthtools.com>



Figure 52: Course solaire en été  
Source: <http://www.sunearthtools.com>

- L'orientation du site et par sa prolongation sur l'axe est-ouest, permet une exposition optimale au soleil.



Figure 53 : Axe est-ouest sur la parcelle  
Source auteur

- Bâb Ezzouar qui se trouve sur la bande du littorale se caractérise par le têt d'humidité élevé.
- Le site est protégé des vents forts grâce à l'entourage urbain.

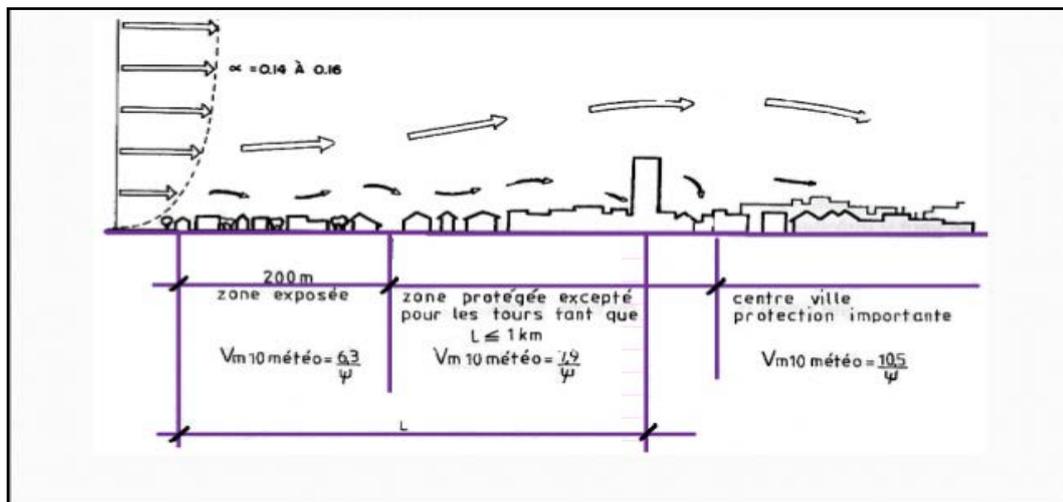


Figure 54: les vents dans milieu urbain

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

**V- Synthèse:**

**V-1 Potentialités :**

- Situation à la porte Est de la capital d'Alger.
- Proximité de l'aéroport international Houari Boumediene.
- Présence d'un réseau routier divers qui permet une bonne accessibilité à la ville ainsi que la fluidité du déplacement.
- Diversité des moyens de déplacement (train ; tramway ; bus et futur métro).
- Présence des infrastructures de grands envergure (USTHB ; Centre commercial de BEZ; Hôtel Mercure).

**V-2 Carences:**

- Rupture fonctionnelle entre les entités de la ville.
- Absence d'un pôle central qui regroupe toutes les fonctions et les activités.
- Monotonie dans les immeubles d'habitat (module répétitif de type : barres et tours).
- Manque des équipements culturels et de loisirs.
- Manque des espaces publics ; espaces verts et espaces de jeux.
- Structure viaire non hiérarchisée
- Manque de traitement des Nœuds.
- Situation défavorable du SEAAL (la zone de collecte des eaux usées) dans la ville.

# APPROCHE THEMATIQUE

## **I-Naissance du projet :**

Après la lecture analytique de la ville de BEZ et l'analyse du site d'intervention, on propose un projet qui s'inscrit dans la famille du LOISIR ET DE LA RECHERCHE. Ces derniers sont pratiqués à base de L'AGRICULTURE URBAINE, dans la mesure du respect et la protection de l'environnement.

### **I.1- Justification de ce choix :**

- Ce sont des équipements qui peuvent regrouper toutes catégories de population et toutes tranches d'âge, ce qui favorise et facilite la mixité sociale (qui est notre objectif majeur).
- D'autre part, ce sont les équipements qui répondent mieux aux besoins et manques de notre site d'intervention (manque des espaces de loisir et de détente).
- De plus, ce sont des équipements qui valorisent la biodiversité, et assurent la santé (par la présence du végétal) ainsi que la durabilité des lieux.
- Enfin c'est des équipements qui peuvent s'inscrire facilement dans le développement durable : en intégrant la population dans l'expérience ce qui assure mieux la sensibilisation.

### **I.2- Démarche suivit :**

1- Les différentes données du site nous ont mené à proposer un équipement reprenant l'origine agricole des terres de BEZ.



Figure 55 : Vue satellitaire de la ville de BEZ actuelle  
Source: Google Earth



Figure 56 : Vue satellitaire de BEZ en 2012  
Source :<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=98734646>

2- En intégrant cette agriculture dans un milieu urbain, qui a tendance à se densifier et s'asphyxier (l'état actuel de la ville de BEZ).

3- L'activité pratiquée actuellement au sein du terrain l'a dévalorisé. Le SEAAL<sup>3</sup> a clôturé l'ensemble du terrain (donc il n'est pas partagé avec le public). De plus le réseau



Figure 57: Vue aérienne du terrain clôturé  
Source: Google maps blog Mohamed Zitouni

d'assainissement qui y est, dégage des mauvaises odeurs (pollution atmosphérique créant un inconfort et représentant un danger de santé aux habitants).



Figure 58 : Localisation du terrain d'intervention  
Source: Google Earth avec traitement de l'auteurs

**Légende:**

— : Clôture  
— : Bassins collecteurs.

4- Afin de réanimer la ville, et assurer l'attractivité du terrain, on propose alors :

**Une Ferme urbaine : le végétal entre le loisir et la recherche**

- À fin de sensibiliser les usagers sur la mémoire du lieu, de la préserver et la transmettre aux générations futures pour assurer sa pérennité dans le temps.
- Cet équipement sera un vaste champ de : Recherche ; Expérimentation ; Production ; Vente ; Loisirs.

<sup>3</sup>Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger.



## **II- Quelques définitions :**

### **II.1- Le loisir :**

- Selon **Dumazedier Joffre**:<sup>4</sup>

*«Le loisir est un ensemble d'occupations auxquelles l'individu peut s'adonner de plein gré, soit pour se reposer, soit pour se divertir, soit pour développer son information ou sa formation désintéressée, sa participation sociale volontaire ou sa libre capacité créatrice après s'être dégagé de ses obligations professionnelles, familiales et sociales».*<sup>5</sup>

Selon Dumazedier, le loisir doit assurer : Divertissement, Délassement, Développement.

### **II.2- La recherche :**

Elle est définie par le dictionnaire LAROUSSE comme :

- Ensemble des activités, des travaux scientifiques auxquels se livrent les chercheurs.
- Ensemble d'études et de travaux menés méthodiquement par un spécialiste et ayant pour objet de faire progresser la connaissance.

#### **II.2-1/ Centre de recherche :**

« Un centre de recherche est une structure sociale constituée, donnant un cadre de travail aux chercheurs. Il peut être affilié à une université ou à un organisme de recherche scientifique. Ce terme est employé sans impliquer nécessairement que des travaux de laboratoire y soient menés ».

### **II.3- L'expérience :**

Elle est définie par le dictionnaire LAROUSSE comme :

- Action d'essayer quelque chose, de mettre à l'essai un système, une doctrine  
(On parle ici de la TENTATIVE)
- Mise à l'épreuve de quelque chose, essai tenté sur quelque chose pour en vérifier les propriétés. (on parle ici de l'EXPERIMENTATION).

---

<sup>4</sup>Dumazedier Joffre (1915-2002) : sociologue français qui a fait ses recherches anthropologiques autour du loisir.

<sup>5</sup>Dumazedier Joffre ; vers une civilisation du loisir? ; 1962 ; Paris ; P 29.

Le rôle de l'expérience dans l'architecture :

« Une architecture mémorable et qui perdure doit permettre de vivre une expérience impliquant tous les sens tels que le toucher de nos doigts, la sensation de froid et de chaleur sur notre peau, la position de nos yeux et également le système perceptif hépatique de la position du corps et du mouvement ». McCarter, 2012.

**II.4- La biodiversité :**

« La biodiversité, néologisme composée à partir des mots bio (du grec βίος / bios, «vi») et diversité, est la diversité naturelle des organismes vivants. Elle s'apprécie en considérant la diversité des écosystèmes, des espèces, et des gènes dans l'espace et dans le temps, ainsi que les interactions au sein de ces niveaux d'organisation et entre eux.» (Ladissertation.com, 2014).

**II.5- L'agriculture urbaine :**

« Une agriculture urbaine est une forme émergente de pratiques agricoles en ville, généralement en parcelles partagées, ou en jardins individuels et/ou collectifs.

L'agriculture urbaine recouvre différents types de production d'intérêt économique locale, de plantes, de champignons (comme les champignons de Paris) ou d'animaux sur le territoire urbain ou sur les espaces le jouxtant (périurbains).» (GRANOZIO, 2013)



Figure 59 : jardin potager en plein milieu urbain  
Source : <http://taopranalee.blogspot.com/2015/04/un-jardin-au-milieu-de-la-ville-la.html>

**II.6- La ferme urbaine verticale :**

Une ferme verticale est une tour où l'on cultive des quantités considérables de produits alimentaires. Ce type de tour doit être réalisé dans des agglomérations et villes et non dans le milieu rural comme une ferme traditionnelle.



Figure 60 : Ferme verticale urbaine à la Romanie  
Source : <http://referentiel.nouvelobs.com/file/14842544.jpg>

### **III. Naissance et évolution du concept des fermes urbaines :**

#### **III.1- Les Jardins Suspendus de Babylone:**

- Premier bâtiment antique intégrant le végétal dans ses étages faisant de lui l'une des merveilles du monde.
- Nous remarquons la présence d'une diversité végétale (arbres, plantes florales, etc.)
- Avec l'intégration de l'eau dans le projet pour qu'il soit autonome (durant cette époque).



Figure 61 :Image des jardins suspendus  
Source: <http://cestquandmemebiendavoironjardin.over-blog.com/2016/04/>

#### **III.2- Le Crystal Palace de Joseph Paxton : un début pour le système des serres agricoles**

L'édifice architectural, créé par le paysagiste Joseph Paxton pour l'exposition universelle de 1851, fait office d'une nouvelle technologie de construction où on a l'apparition de la structure en acier couverte en verre. Le système structurel et la transparence de l'édifice ouvrent l'œil sur l'agriculture sous serres.



Figure 62 :L'intérieur du Crystal Palace  
Source: <http://static.skynetblogs.be/media/2130/>

#### **III.3.1- Les serres agricoles : une révolution agricole**

En s'inspirant de l'édifice de Paxton les ingénieurs ont inventé l'agriculture sous serres, qui permet de produire n'importe quel type de production agricole à n'importe quelle saison.



Figure 63 :Intérieur d'une serre agricole  
Source: [http://www.david-merlin.com/phototheque/albums/22/IMG\\_3811.jpg](http://www.david-merlin.com/phototheque/albums/22/IMG_3811.jpg)

### III.3.2- Les serres hydroponiques :

L'évolution du domaine de l'agriculture, nous a mené à la **culture hydroponique**<sup>6</sup> qui consiste à la culture des végétaux dans l'eau (hors sol). Cette

nouvelle technique permet d'augmenter la production (puisque les

surfaces de culture sont superposées) et diminue l'utilisation des pesticides, ou bien les éliminer complètement cas d'une serre fermée (espace stérile).



Figure 64 : Culture hydroponique dans les serres

Source: <http://www.canelle-project.org/images/hydroponie-26-04>

### III.3.3- ferme urbaine :

- Cette nouvelle manière de culture des végétaux (l'hydroponie) ;
- Crise alimentaire ;
- la cherté du foncier ;
- l'urbanisation propagée et d'autres

facteurs ont poussé les ingénieurs à trouver une solution pour une

satisfaction alimentaire, d'où l'apparition des **fermes urbaines** qui est une solution recommandée par l'ONU<sup>7</sup> et le FAO<sup>8</sup>.



Figure 65 : Intérieur d'une ferme urbaine

Source: <http://www.transition-verte.com>

## IV- Résultats scientifiques des bienfaits du végétal dans la ville :

- ☞ Social: ↗ Dynamiques sociales ; ↗ Sentiment d'appartenance socioculturelle ; ↗ Sentiment de sécurité.
- ☞ Santé mentale: ↗ État de bien être ; ↘ niveau de stress et d'anxiété ; ↘ Dépression et suicides ; ↗ Sécurité et convivialité.
- ☞ Santé physique: ↗ État de santé global ; ↗ Activité physique (marche ou vélo) pour des déplacements quotidiens ; ↘ Maladies circulatoires.
- ☞ Écologie: ↗ Lutte contre le réchauffement climatique ; ↘ Pollution atmosphérique ; ↘ Températures locales ; ↗ Éducation à la biodiversité.
- ☞ Économie: ↗ Valeur marchande des biens fonciers ; ↗ Qualité du cadre de vie.

<sup>6</sup> Culture hydroponique: mot d'origine Grec, composé de "hydro" qui est l'eau et "ponos" qui est le travail ou effort, une signification globale de: "le travail dans l'eau". Apparue au XIX<sup>e</sup> siècle en Allemagne, fût découverte dans le cadre de recherches réalisées afin de découvrir de quoi se nourrissaient les plantes.

<sup>7</sup> Organisation des Nations Unies : qui a comme but majeur la paix internationale.

<sup>8</sup> Food and Agriculture Organization : Son objectif suprême est « Aider à construire un monde libéré de la faim »

## **V-Analyse des exemples :**

Les exemples à analyser sont choisis par deux critères :

- Le végétal intégré dans le bâtiment (Bosco verticale et la tour vivante).
- Le fonctionnement d'un centre de recherche (centre de recherche botanique).

### **V.1- Bosco verticale :**

#### **V.1.1- Fiche technique:**

- Nom du projet: **Bosco Verticale**
- Architecte réalisateur: Boeri Studio (Stefano Boeri, Gianandrea Barreca, Giovanni La Varra).
- Localisation du projet: Milan; Italie ;
- Type de projet: coopérative de résidence pour travailleurs.
- Statut du projet: réalisé.
- Date d'inauguration: 2014.
- Surface totale: 40.000 m<sup>2</sup>

#### **V.1.2-Situation :**

Le complexe est situé à Milan en Italie au cœur historique de la ville, entre la Via Gaetano de Castilia et Via Federico Confalonieri près de gare Milano Porta Garibaldi.



Figure 66 : Situation de la Bosco verticale  
Source: Google Earth+ traitement de l'auteur



Figure 67: Bosco Verticale à Milan  
Source:<http://www.stefano-boeri-architecti.net/en/portfolios/bosco-verticale>

Il s'agit de deux immeubles d'habitations, utilisant les techniques modernes pour faire rentrer d'avantage de végétation en ville. C'est deux tours gigantesques de 27 étages (110m) et l'autre de 18 étages (78m) intégrées dans un projet de renouvellement urbain du quartier milanais de Porta Nuova .

#### **V.1.4- Plan :**

Chaque étage des deux tours dessert quatre appartements dont deux appartements en F3 et deux autres en F4 chacun possède une terrasse avec implantation du végétal.

Ces deux tours sont une expérimentation de nouvelles formes d'intégration écopaysagère du bâti, et d'intégration de la biodiversité dans le bâti, souvent décrite par les architectes et les médias comme « forêt verticale » et citées comme exemple d'écodesign urbain .



Figure 68 : Plan type des deux tours de la Bosco verticale  
Source : <http://www.stefanoberarchiteti.net/en/portfolios/bosco-verticale/> avec traitement de l'auteur

### **V.1.5- Enveloppe des tours:**

L'Installation des plantes, s'est faite progressivement à partir du 13 juin 2012. La 1<sup>ère</sup> forêt verticale est enveloppée par différentes espèces de végétaux (900 arbres de 3m à 9m de hauteur + 5 000 arbustes + 11 000 plantes), ce qui a nécessité d'associer à l'équipe des architectes des botanistes et horticulteurs.

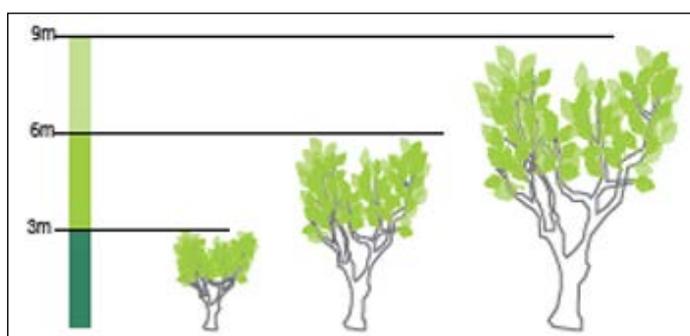


Figure 69 : Différentes hauteurs des arbres utilisés  
Source: <https://www.urbanews.fr/wp-content/uploads/2013/01/BL-Bosco-Verticale-03.jpg>



Figure 70 : Façades végétales des tours  
Source: <http://www.18h39.fr/articles/l-architecte-qui-fait-pousser-des-forets-sur-les-gratte-ciel.html>

Les plantes ont été choisies pour leur capacité à s'adapter au plein air et plein soleil . Elles devront être régulièrement taillées pour ne pas dépasser la hauteur maximale afin de résister au vent et de ne pas occulter la lumière, pour cela une entreprise spécialisée est mise en place enfin de s'occuper des plantes.



Figure 71 : Equipe qui taille les arbres  
Source : <https://www.petzl.com/INT/en/Professional/News/2015-4-15/>

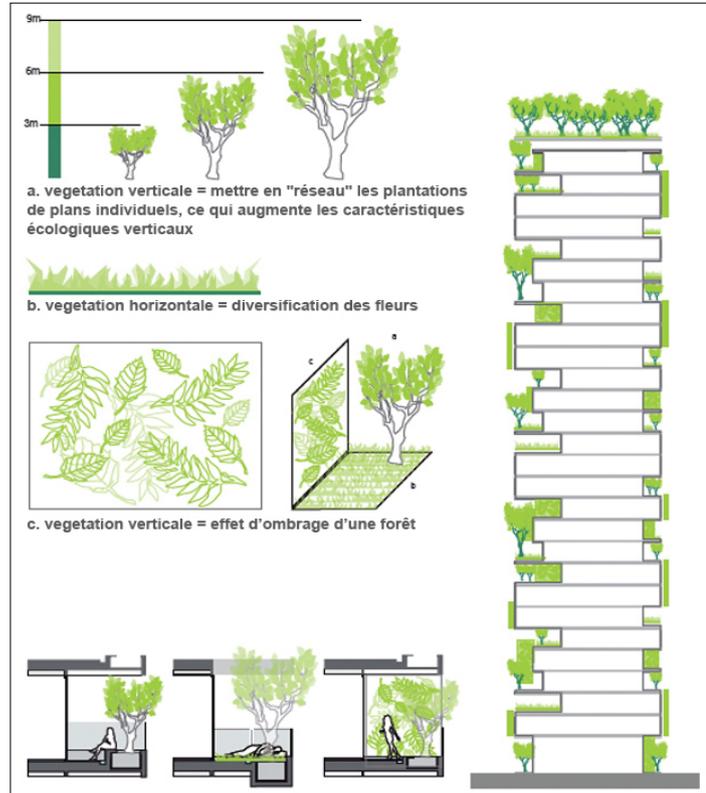


Figure 72 : coupe et typologie de végétations des tours  
Source : « Stratégies d'intégration du végétal dans le projet architectural »  
Enoncé théorique de master Jessica Ruffieux EPFL Architecture 2015-2016

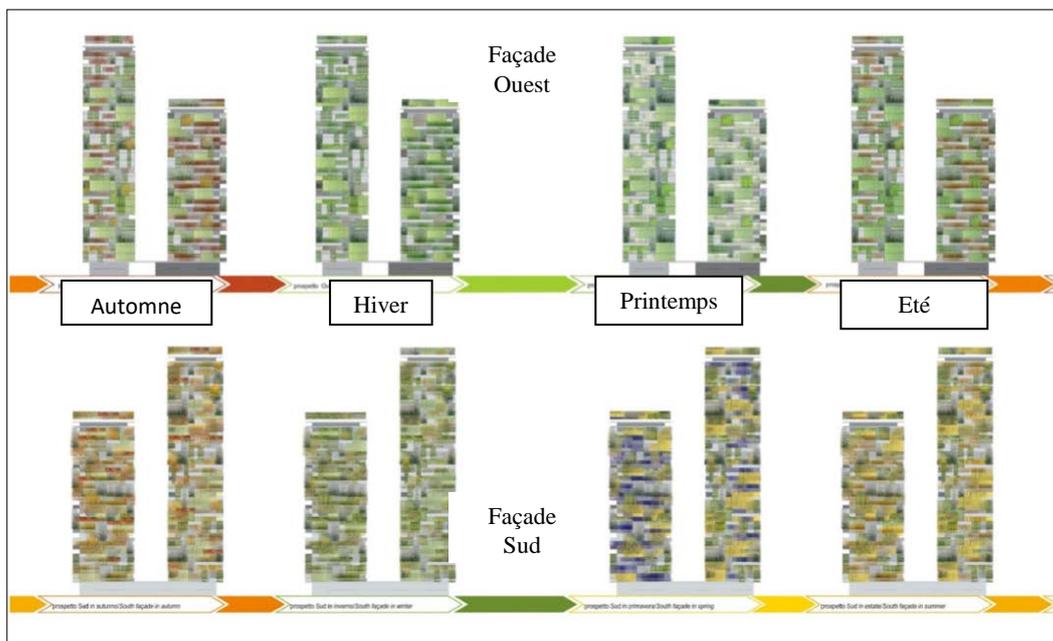


Figure 73 : Apparence des façade Ouest et Sud selon les saisons  
Source : <http://www.archdaily.com/777498/bosco-verticale-stefano-boeri-architetti/>

Les deux tours hébergent plus de 480 arbres de moyenne et de grande hauteur, 300 arbustes, entre 5 000 et 11 000 plantes vivaces et des buissons, plantés sur 8 900 mètres carrés de terrasse. Toutes ces espèces ont été sélectionnées avec soin par les agronomes Laura Gatti et Emanuela Borio. Outre les espèces à feuillage persistant, elles ont planté des plantes caduques afin que la « peau » des tours change de couleur au fil des saisons. Les quatre façades des tours accueillent bouleaux, acacias, chênes, érables, frênes, fougères et vigne, plantés dans de gigantesques bacs avec système d'irrigation automatique. S'ils étaient plantés au sol ou lieu d'être étagés à la verticale, les végétaux couvriraient une surface de 20 000 mètres carrés.

### **V.1.6- La biodiversité urbaine:**

Bosco verticale est un modèle de densification verticale de la nature dans la ville. Il répond aux exigences des grandes métropoles du monde: l'étalement urbain et la pollution atmosphérique. *« c'est un projet de reforestation urbaine qui contribue à la régénération de l'environnement et de la biodiversité en milieu urbain sans l'implication de l'expansion de la ville sur le territoire. »* Stefano Boeri.

Les deux tours, vouées à l'habitat, ont pour objectif de recoloniser la ville par la végétation, permettant le développement de la faune locale. Une certaine biodiversité devrait aussi s'installer dans cette forêt verticale, oiseaux, chauve-souris, insectes et autres invertébrés, ainsi que des lichens, mousses, champignons et épiphytes devraient se nourrir, s'abriter ou se reproduire dans ces arbres, plantes et leurs substrats. Pour pallier aux parasites et autres pucerons, un lâchage de 1200 coccinelles et autres papillons a été réalisé.

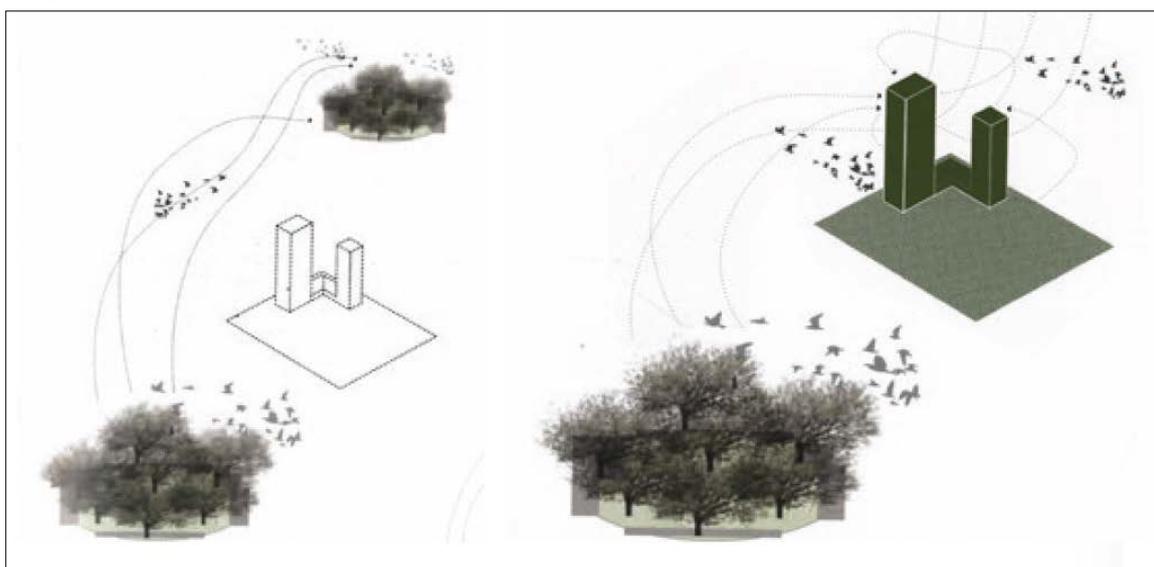


Figure 74 : schéma sur l'objectif environnemental qui consiste en la création d'un écosystème urbain vertical  
Source : « Stratégies d'intégration du végétal dans le projet architectural » Enoncé théorique de  
master Jessica Ruffieux EPFL Architecture 2015-2016

### **V.1.7- Fixation des éléments végétaux :**

Les architectes bénéficient des retours d'expérience des murs et terrasses végétalisées, mais il existe peu de bâtiments sur lesquels des arbres ont été durablement implantés en façade. Des calculs et des tests ont été en soufflerie ont permis de s'assurer que les arbres résisteraient aux rafales de vent et le bâti a été renforcé pour supporter la charge imposée par les plantes et leur substrat de plantation. L'acier des structure en béton des terrasses et balcons a été renforcé (fers de 28 cm d'épaisseur), avec parapets de 1,30 mètres.

- 1-Mise en place d'une structure en acier ,pour les arbres, placée dans des bacs .
- 2-L'arbre est placé dans la structure.
- 3-Il est enfin fixé à l'aide d'un fil métallique à la terrasse supérieure (pour qu'il tienne).



Figure 75 : mode de fixation des plantes  
Source: PDF engineering a forest in the sky

### **V.1.8- Le système d'irrigation :**

Cette végétation buissonnante et arborée nécessitera une quantité importante d'eau pour compenser une évapotranspiration pouvant être intense en été, un système hydraulique automatisé est incluse dans les tours en récupérant les eaux de pluie afin d'alimenter et irriguer la végétation de la forêt des bâtiments.



Figure 76 : le système d'irrigation de Bosco verticale

Source : <http://urbanattitude.fr/wp-content/uploads/2015/02/bosco-verticale-milano-stefano-boeri-2.jpg>



**V.1.9- Solutions bioclimatiques utilisées dans les tours:**

**Façades végétales :**

- Absorption du CO2
- Production de l'O2
- Rafraîchissement avec la production d'H2O

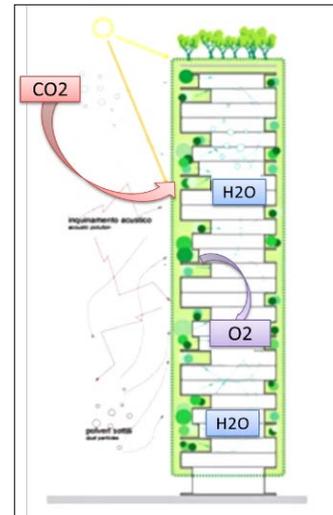
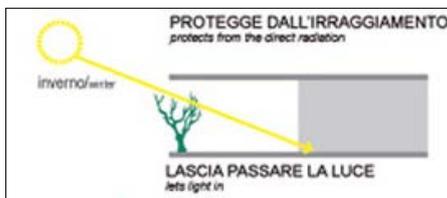
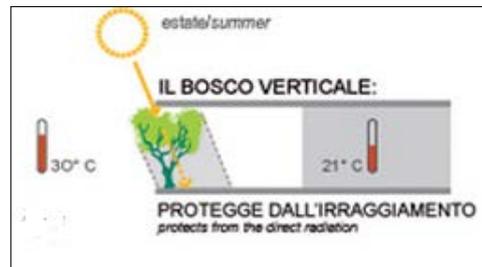


Figure 77 : coupe schématique  
Source: <http://www.designboom.com/>  
avec traitement de l'auteur



- Laisser pénétrer les rayons solaires dans les espaces intérieurs en périodes hivernales.

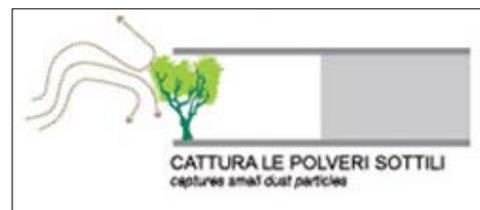
- Créer un microclimat assurant un confort thermique aux usagers en périodes estivales.



- Protéger des vents forts



- Protège de la pollution (Filtre l'air)



- Protéger des nuisances sonores



Figure 78 : le rôle du végétal et son impact sur les tours de bosco  
Source : <http://www.bitrebels.com/design/the-worlds-first-vertical-forest-an-architectural-beauty/>



La « Forêt Verticale » donne une nouvelle dimension à l'écologie et aux projets architecturaux d'espaces restreints. L'écologie est, en effet, au cœur du projet. La verdure de la façade améliore non seulement la qualité de l'air, mais sert également de protection contre le froid et la chaleur, selon les températures extérieures. Le bâtiment filtre la poussière de l'air grâce aux denses particules des plantations. La présence des arbres et des buissons crée un taux idéal d'humidité qui absorbe le CO2 tout en protégeant les appartements contre le rayonnement solaire intense et les nuisances sonores. « Bosco Verticale » améliore la qualité de vie et l'espace de vie, réduisant ainsi l'empreinte environnementale de ses résidents.

#### **V.1.10- Energie renouvelable :**

Ces tours sont le symbole de la recolonisation de la ville par une végétalisation et une faune spontanée, mais aussi celui de l'autosuffisance énergétique avec l'installation de panneaux photovoltaïques qui assureront les besoins des habitants et le fonctionnement quotidien des bâtiments.

**Puis canadien** afin de profiter de l'énergie géothermique

**Récupération des eaux usées** et les eaux de pluies les traitées utilisées pour l'arrosage des végétaux.

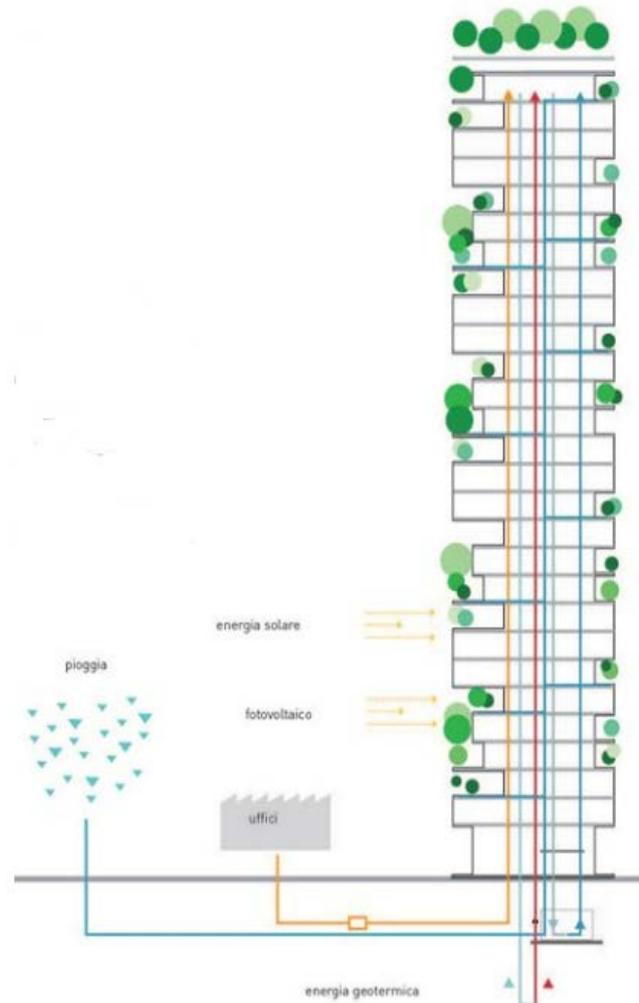


Figure 79 : *Systèmes de solutions passives dans les tours*  
Source: <http://www.vestaarchitecture.co.uk/mountainous-buildings/>

## V-2 La tour vivante :

### V.2.1- Fiche technique:

- Nom du projet: **Tour Vivante**
- Architecte réalisateur: Agence SOA Architectes (Augustin Rosenstiehl et Pierre Sartoux)
- Localisation du projet: Rennes, France.
- Type de projet: équipement polyfonctionnel (bureaux; logements; commerces; parking)
- Statut du projet: en vue de réalisation
- Date de l'obtention du concours: 2005
- Surface totale: 50 000 m<sup>2</sup>

### V.2.2- Présentation du projet :

La Tour Vivante mené par l'agence SOA<sup>9</sup> Architectes, est un concept de ferme urbaine verticale associée à un programme mixte d'activités et de logements.

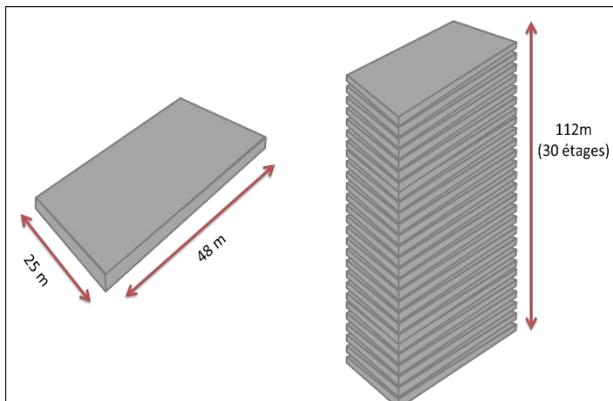


Figure 81 : Composition volumétrique de la tour vivante  
Source : auteurs



Figure 80 : La tour vivante  
Source: [www.soa-architectes.fr](http://www.soa-architectes.fr)

La Tour Vivante est d'une forme parallélépipédique comprend 30 étages, sur une hauteur de 112 m (hors éoliennes). Son emprise au sol et ses plateaux font 25x48m.

<sup>9</sup> Service Oriented Architecture: agence d'architecture créée en 2001 à paris dans le but de réaliser des bâtiments dans différents secteurs.

**V.2.3- Plans de la tour :**

Les 15 premiers étages abritent les bureaux et les 15 derniers étages abritent 130 appartements.



Figure 82 : Plan d'étage 21 (logements et culture hydroponique)

Source : [www.soa-architectes.fr](http://www.soa-architectes.fr)+traitement auteur

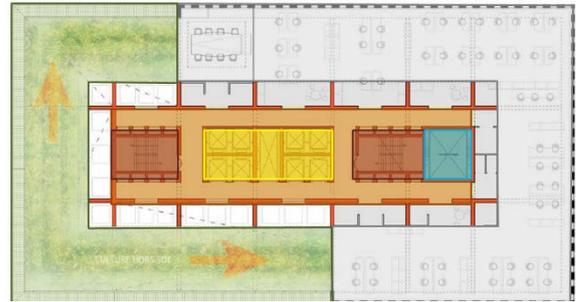


Figure 83 : Plan d'étage 08 (bureaux; activités et culture hydroponique)

Source : [www.soa-architectes.fr](http://www.soa-architectes.fr)+traitement auteur

**Légende:**

- : Logements / bureaux
- : culture hydroponique
- : circulation (horizontale et verticale)
- : cages d'escalier
- : ascenseurs
- : mont charge (pour les végétaux)

**V.2.4- Coupe schématique de la tour vivante :**

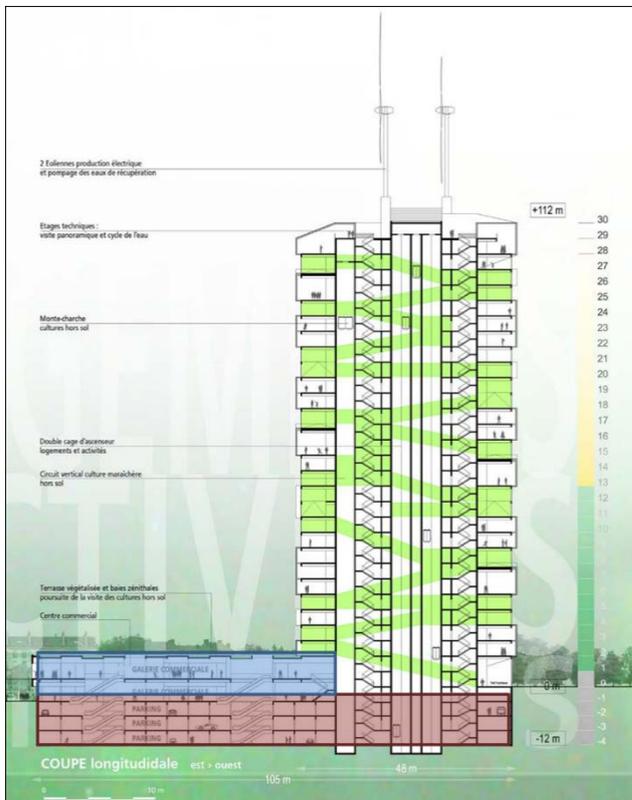


Figure 84 : coupe est ouest sur la tour vivante  
Source : [www.soa-architectes.fr](http://www.soa-architectes.fr)+traitement auteur

Tout au long de la hauteur de la tour grimpe une rompe de 875m linéaire revitalisant la tour avec des serres hydroponiques créant ainsi la diversité fonctionnelle de chaque étage.

La tour s'encre de 12m dans le sol (avec 3 niveaux destinés aux parkings de véhicules). La partie horizontale apparue est destinée aux galeries commerciales.

**Légende:**

- : culture hydroponique
- : parking au sous-sol
- : espace commercial

### **V.2.5- Système constructif (structure) :**

Le système structurel de la tour vivante repose entièrement sur la technologie béton. L'alternance 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 8m x 30m comprend les circulations verticales et la distribution des étages de la tour, il est structuré pour reprendre les efforts de contreventement et la totalité des descentes de charges par l'intermédiaire des consoles.

En BHP, l'épaisseur de ces voiles accroît en fonction de la descente. Ce système de voiles permet d'associer de manière cohérente structure, espace architectural et fonction. En effet, ce dernier permet d'accueillir la totalité des locaux humides et techniques de la tour, simplifiant ainsi les descentes de gaines.

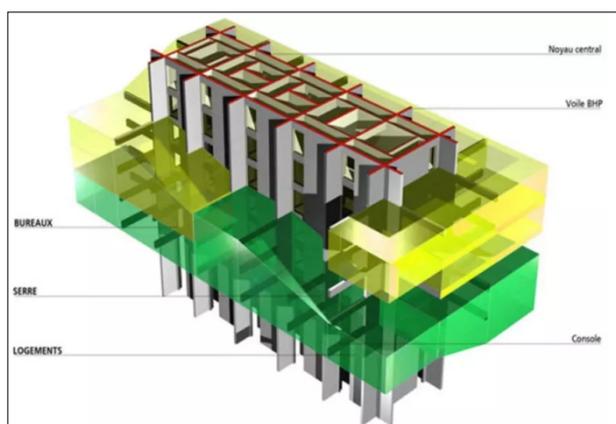


Figure 85 : Système porteur de la tour  
Source : [www.soa-architectes.fr](http://www.soa-architectes.fr)

### **V.2.6- Façades :**

Par un jeu 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.

Les logements et bureaux, s'entrelacent avec les vides (cultures hors-sol, hypermarchés) permettant de dégager des vues supplémentaires sur un territoire agricole en milieu urbain.

### **V.2.7- Le végétal dans la tour vivante :**



Figure 86 : Vue sur la tour vivante la nuit  
Source [www.soa-architectes.fr](http://www.soa-architectes.fr)

À fin de subvenir aux besoins des consommateurs de la population de Rennes (répondre à la crise alimentaire mondiale); et répondre à des conditions d'environnement, la tour vivante cultive dans les serres hydroponiques dont la superficie de 7 000 m<sup>2</sup> avec un linéaire continu de 875m: la tomate, la salade et la fraise. Cela correspond au climat de la ville. La Tour Vivante alors, permet de profiter sur place des produits frais, mûrs et sans conservateurs.



Figure 87 : les produits cultivés dans la tour  
Source : Google image

### **V.2.j- Système de culture hydroponique dans la tour vivante :**

Les composantes du système de culture hydroponique :

1. Eléments de réglage de température.
2. Eclairage LED avec la longueur d'onde idéale à la photosynthèse de chaque espèce.
3. Substrat neutre et inerte (contenant la circulation de l'eau traitée avec les nutriments nécessaires).
4. Système pour tenir les bacs de culture.

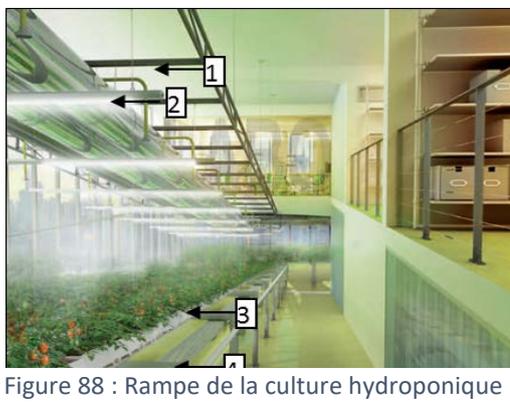


Figure 88 : Rampe de la culture hydroponique  
Source: PDF SOA architectes

### **V.2.8- Les solutions bioclimatiques utilisées :**

#### **La végétation :**

La végétation fait partie du processus de gestion énergétique du bâtiment. Les serres agricoles agissent comme un poumon vert au cœur de la tour, elles purifient l'air du quartier par l'apport d'oxygène des plantes, elles favorisent le contrôle des apports solaires, la régulation thermique et hygrométrique du bâtiment. En hiver, la chaleur est stockée dans les éléments massifs en béton ; en été, les espaces intérieurs sont rafraîchis par l'évaporation de l'eau contenue dans les végétaux. La continuité de cet espace déployé sur les 30 étages en serpentin génère un effet cheminé qui entraîne naturellement le système de ventilation de la tour.

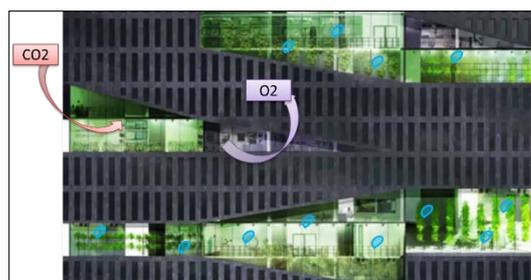


Figure 89 : Serres sur façade  
Source: PDF SOA architectes

**Les énergies actives :**

**- Éolienne :**

Assurée par des éoliennes (deux grandes éoliennes placées au sommet de la tour pour la production électrique facilitée par la hauteur de la tour; elles sont aussi utilisées pour assurer la circulation et le pompage des eaux de pluie).

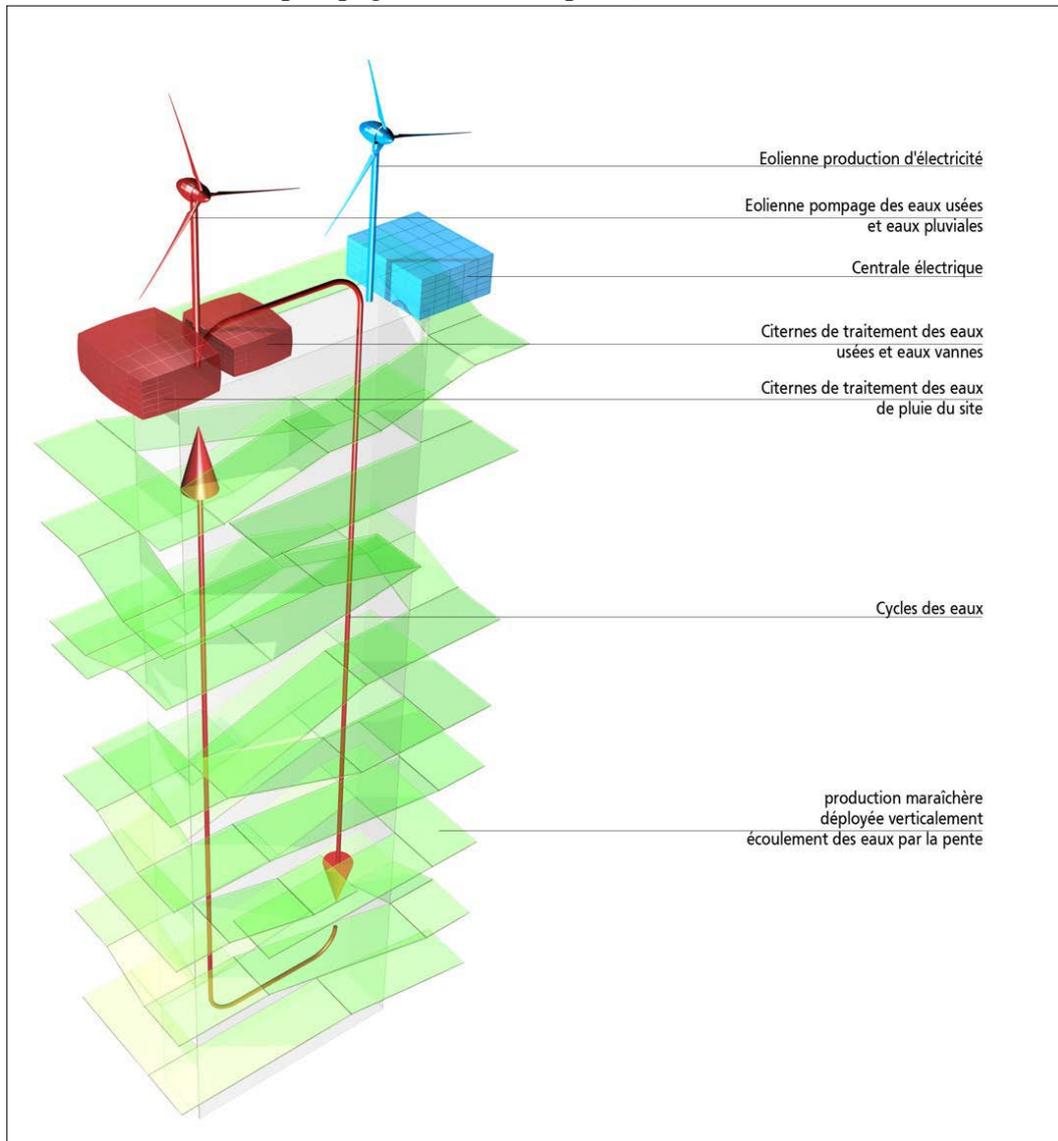


Figure 90 : le système éolien de la tour vivante  
Source: [www.soa-architectes.fr](http://www.soa-architectes.fr)

**Panneaux photovoltaïques :**

4.500m<sup>2</sup> 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.



Figure 91 : Dispositifs bioclimatiques  
Source: PDF SOA architectes

### **Collecte des eaux de pluies :**

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.

### **Traitement des eaux grises**

Les eaux grises produites par la tour sont recyclées 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. La récupération des déchets alimentaires des habitants ou restaurants collectifs de quartier permet d'obtenir après compostage sur place un engrais liquide puissant et écologique servant d'apport nutritif aux fruits et légumes.

### **Conclusion :** Ces exemples nous informent sur:

- ☞ Une nouvelle forme de tour émergente dans l'urbain de nos jours (l'écodesign urbain), abritant le végétal sur ses façades.
- ☞ Une intégration de l'écopaysagère et de la biodiversité dans le bâti.
- ☞ La multifonctionnalité d'un même immeuble.
- ☞ Rôle du végétal dans le confort de l'espace conçu.

### V.3- Institut de recherche botanique de Texas :

#### V.3.1- Fiche technique du projet:

- Nom du projet: Botanical Research Institute of Texas (BRIT)
- Architecte réalisateur: H3 Hardy Collaboration Architecture
- Localisation du projet: Texas, USA.
- Type de projet: équipement éducatif
- Statut du projet: réalisé.
- Date d'inauguration: 2011
- Surface totale: 70 000 m<sup>2</sup>



Figure 92 :Entrée de l'institut

Source: <https://i.ytimg.com/vi/IMJHHL3HVRs/maxresdefault.jpg>



Figure 93 : Vu d'ensemble de l'institut

Source : Google Earth

#### V.3.2- Présentation du projet:

L'institut est situé au plein centre de la ville de Texas au bord de Trinity Parc (un parc dense de végétal) ce dernier est au bord d'une rivière (ce qui enrichie la biodiversité de l'espace).La construction de L'institut reflète les principes fondamentaux de ses fonctions qui sont: la conservation; la durabilité et une connexion à la terre et son histoire.

#### Légende:

- : BRIT
- : Parc
- : Rivière

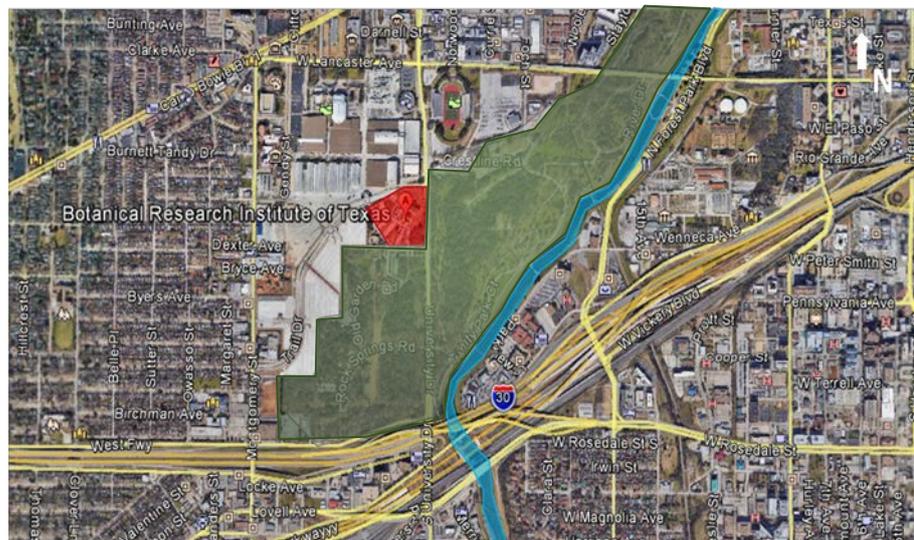


Figure 94 :Situation de l'institut

Source: Google Earth avec traitement de l'auteurs

**V.3.3- Plan masse de l'institut:**

Le projet est composé essentiellement d'un seul bâtiment réparti en 2 blocs. Le reste s'agit d'un espace vert constitué de jardins et parkings.



Figure 95 : Plan masse

Source: <http://www.balmori.com/portfolio/botanical-research-institute-of-texas>

Le bâtiment est constitué de deux niveaux étendu sur deux blocs: le Think Blok (partie horizontale) et l'Herbarium (en partie verticale).

**V.3.4- Plan 1<sup>er</sup> niveau**

Le RDC est constitué d'une partie publique (l'accueil ; exposition ; boutiques), partie privée (salles de cours ; bureaux d'administration ; herberie).

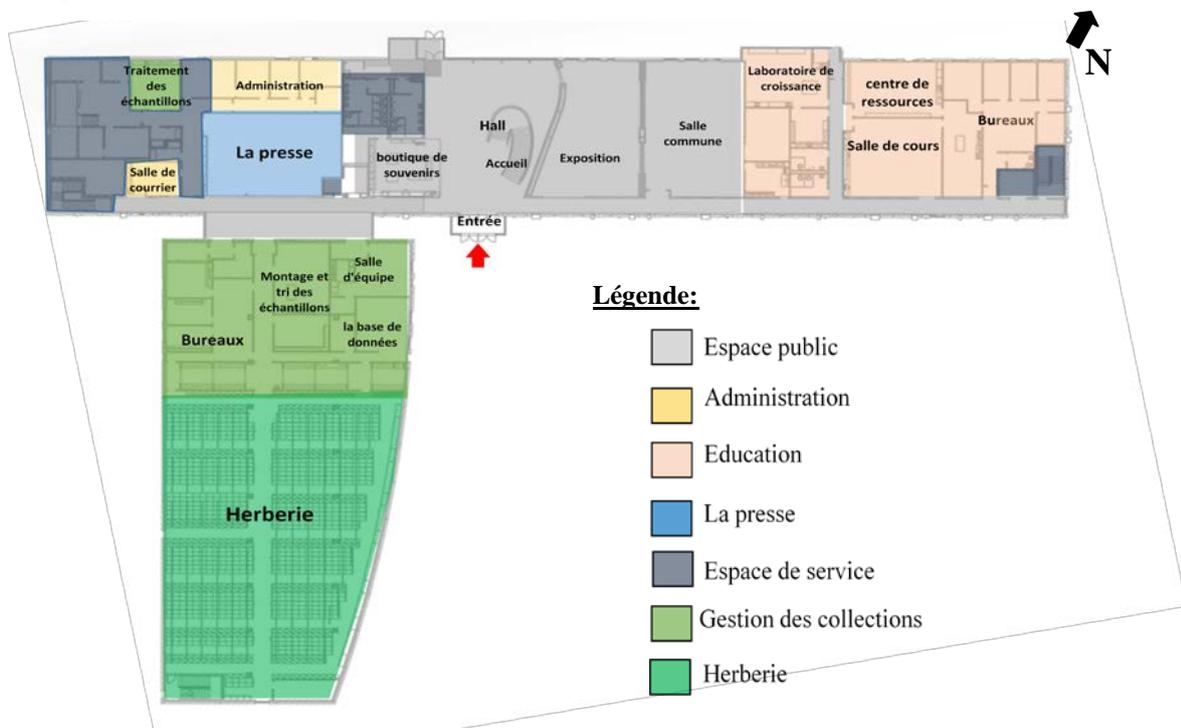


Figure 96 : plan du rez de chaussée

Source: <http://www.brit.org/sites/all/themes/brit2/images/building.png> avec traitement de l'auteurs.



**V.3.5- Plan 2<sup>ème</sup> niveau (1<sup>er</sup> étage):**

L'herberie est rapprochée des sources d'informations théoriques (bibliothèque et salles de lecture) et pratiques (laboratoires de recherche).

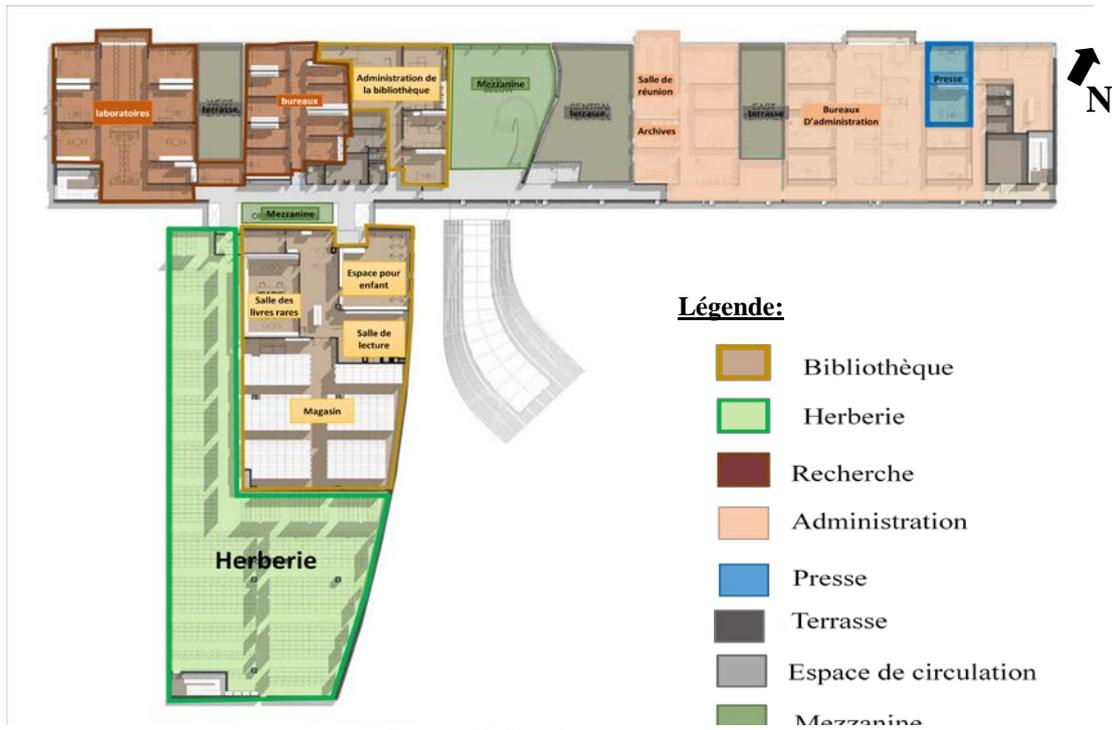


Figure 102: Plan du premier étage

Source: <http://images.adsttc.com/media/images/55e8/971d/46fe/9f47> avec traitement de l'auteur.



Figure 103: Salle de lecture

Source: <http://www.archdaily.com/217435/botanical-research-institute-of-texas>



Figure 104: Espace pour enfant

Source: <http://www.archdaily.com/217435/botanical-research-institute-of-texas>

Une deuxième partie plutôt administrative composée de bureaux ; salles de réunion et de presse. Tout le niveau est agrémenté par des terrasses, qui communiquent avec l'extérieur, et des mezzanines, qui communiquent avec l'étage inférieur (RDC).



Figure 105: Salle de réunion

Source: [https://www.yelp.com/biz\\_photos/botanical-research-institute-of-texas](https://www.yelp.com/biz_photos/botanical-research-institute-of-texas)

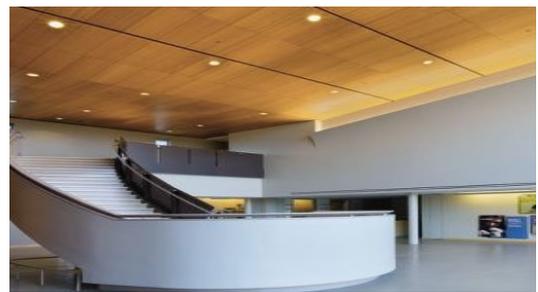


Figure 106 : Mezzanine sur le hall

Source: <https://www.armstrongceilings.com/commercial/en-us/photo>

**V.3**

## .6-Enveloppe de l'institut :

- Côté Nord:

Le Think Block est une structure de panneaux de béton préfabriqués ponctués de vastes étendues de verre sur le côté nord pour apporter une lumière abondante.



Figure 107: Façade Nord du bloc  
Source: <http://www.corgan.com/projects/brit/>



Figure 108: Façade Nord du bloc  
Source: <http://www.corgan.com/projects/brit/>

- Côté Sud:

Des ouvertures plus petites sur le sud. La structure est presque sans fenêtre, une solide boîte de panneaux de béton.



Figure 109: Façade Sud de l'institut  
Source: <http://www.corgan.com/projects/brit/>



Sur les façades de béton, les vignes se chevauchent de différents modèles de feuillage, de texture et de couleur répondent à l'évolution des angles du soleil et des saisons.

Figure 110 : 3D de la façade couverte sur le béton de vignes  
Source: <http://www.sherwoodengineers.com/wp-content/uploads/project-brit-slide-3.jpg>

### **V.3.7- Solutions bioclimatiques utilisées dans l'institut botanique de TEXAS :**

L'esprit de responsabilité environnementale est manifesté dans toutes les composantes du nouveau bâtiment de BRIT. Les caractéristiques durables telles que la gestion des eaux pluviales, les puits géothermiques, les panneaux solaires, les matériaux récupérés et recyclés et le toit vert.



Figure 111 : Schéma mentionnant les différentes solutions bioclimatiques du BRIT  
Source : <http://www.brit.org/sites/default/files/BRIT%20Campus.jpg>

#### **V.3.7.1-Jardins de pluie : (rain gardens )**

Les jardins de pluie sont des dépressions peu profondes près des sources de ruissellement. Planté de plantes et d'herbes.



Figure 112 : Emplacement des jardins de pluie  
Source : [http://brit.org/webfm\\_send/1578](http://brit.org/webfm_send/1578) avec traitement de l'auteurs.

#### **Rôle des jardins pluies :**

- il protège les égouts des inondations.
- Irriguer les plantes (arrosage naturel)
- Éviter le gaspillage d'eaux pluviales
- Réduire la consommation d'eau de 60%
- Réduire la pollution et l'érosion



Figure 113 : Système de récupération et de drainage des eaux  
Source : <https://www.pinterest.com/ezraremy/rain-gardens/>



### **V.3.7.2-Système de récupération des eaux:**

BRIT dispose de deux citernes, l'une au-dessus du sol (collecte le ruissellement de l'eau de pluie du toit) et l'autre enterrée (collecte l'eau souterraine qui est ensuite pompée dans l'étang de rétention). Les citernes permettent de s'assurer que notre site utilise le ruissellement plutôt que l'eau potable.

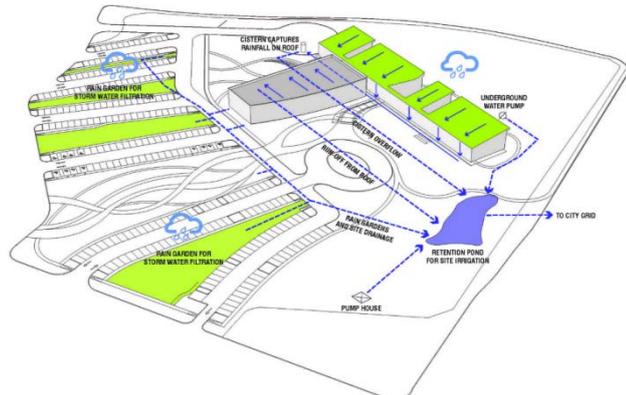


Figure 114 : réseaux des eaux collectées

Source: <http://www.balmori.com/portfolio/botanical-research-institute-of-texas>

Lorsque les citernes sont remplies les eaux collectées de l'ensemble du projet sont orientées vers un lac existant qui est utilisé pour assurer quelques fonctions de la ville.

### **V.3.7.3-Énergie renouvelable (panneaux photovoltaïques) :**



Figure 115 : Vue sur la toiture du bloc abritant les panneaux photovoltaïques

Source: <http://www.meridiansolar.com/wp-content/uploads/2014/03/BRIT.jpg>

- 258 panneaux, couvrent une superficie de 552 m<sup>2</sup> et sont installés sur le toit de l'Herberie.
- Le système photovoltaïque fournira environ 14% des besoins annuels d'électricité du bâtiment.
- Ils devraient produire plus de 65 000 kilowattheures (kWh).

### **V.3.7.4-Puits géothermiques :**

- 166 puits géothermiques forés sous le stationnement et l'aménagement paysager.
- Un système de chauffage et de refroidissement le plus remarquable et efficace. Qui permet de profiter de la température de la Terre.

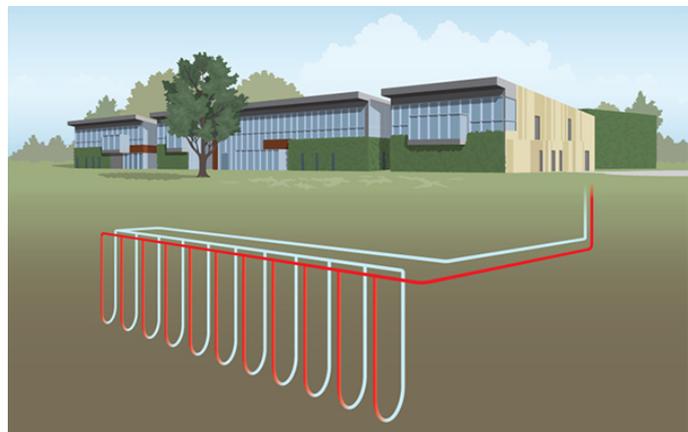


Figure 116 :Système géothermique

Source : <https://www.behance.net/gallery/2129768/Botanical-Research-Institute-of-Texas-Geothermal-System>

### **V.3.7.5-Toiture végétale:**



Figure 117 : toiture végétale du bloc

Source : [http://architypereview.com/project/botanical-research-institute-of-texasissue\\_id994/](http://architypereview.com/project/botanical-research-institute-of-texasissue_id994/)

Le Think Bloc est couvert par une terrasse végétale (abritant différents types de plantes) qui permet de régulariser les températures des espaces intérieurs ; drainage et stockage des eaux de pluie.

### **V.3.7.6-Recyclage :**

- ✓ Au lieu d'utiliser des matériaux isolants standards, l'isolation des murs de BRIT est faite de sable et de bouteilles de verre recyclées post-consommation, cuites au four et soufflées pour produire de la laine de verre.
- ✓ Les tapis sont 100% laine, un produit naturel sans fumées des solvants durs qui sont utilisés dans la fabrication de tapis traditionnel.



Figure 118 : moquette du parterre

Source : <http://www.bloomsburgcarpet.com/images/articles/carpet-botanical-research-institute-of-texas.jpg>

- ✓ Les principaux matériaux recyclés sont l'acier de construction, les tuyaux en acier et d'autres produits métalliques.
- ✓ Les plaques de plâtre et les panneaux de plafond acoustique sont fabriqués à partir de plaques de tôle recyclées

### **V.3.7.7-Lumière du jour et vues :**

- ✓ Les fenêtres et les vitrages permettent la lumière naturelle dans plus de 75% du bâtiment.
- ✓ Offre des vues rafraîchissantes à partir de plus de 90% des espaces intérieurs.



Figure 119 : Vue sur le hall d'entrée Source :

<http://inhabitat.com/new-botanical-research-institute-of-texas>

✓ «Daylighting» coupe l'utilisation de l'énergie, fournit une lumière de meilleure qualité.



Figure 120 : Liaison entre les deux blocs par un toit vitré  
Source : <http://www.robaid.com/wp-content/gallery/architecture5/botanical-research->



Figure 121 : Éclairage naturel à l'intérieur du couloir  
Source : [http://www.beckgroup.com/wp-content/uploads/2014/09/BRIT\\_04.jpg](http://www.beckgroup.com/wp-content/uploads/2014/09/BRIT_04.jpg)

### **V.3.7.8-Éclairage :**

L'éclairage est conçu pour réduire la quantité d'énergie utilisée par les ampoules à incandescence standard.

L'éclairage intérieur est fourni par des lumières fluorescentes et LED.

L'éclairage intelligent avec détecteurs de mouvement et les capteurs de lumière diminue l'éclairage artificiel que la lumière naturelle dans la salle augmente.



Figure 122 : Éclairage fluorescents  
Source : <http://assets.inhabitat.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2012/03/jpg>



Figure 123 : Éclairage du hall  
Source : [http://www.usgbcnorthtexas.org/gallery\\_photos\\_images/91517a%20Interior%20Atrium%20copy.jpg](http://www.usgbcnorthtexas.org/gallery_photos_images/91517a%20Interior%20Atrium%20copy.jpg)

### **Conclusion :**

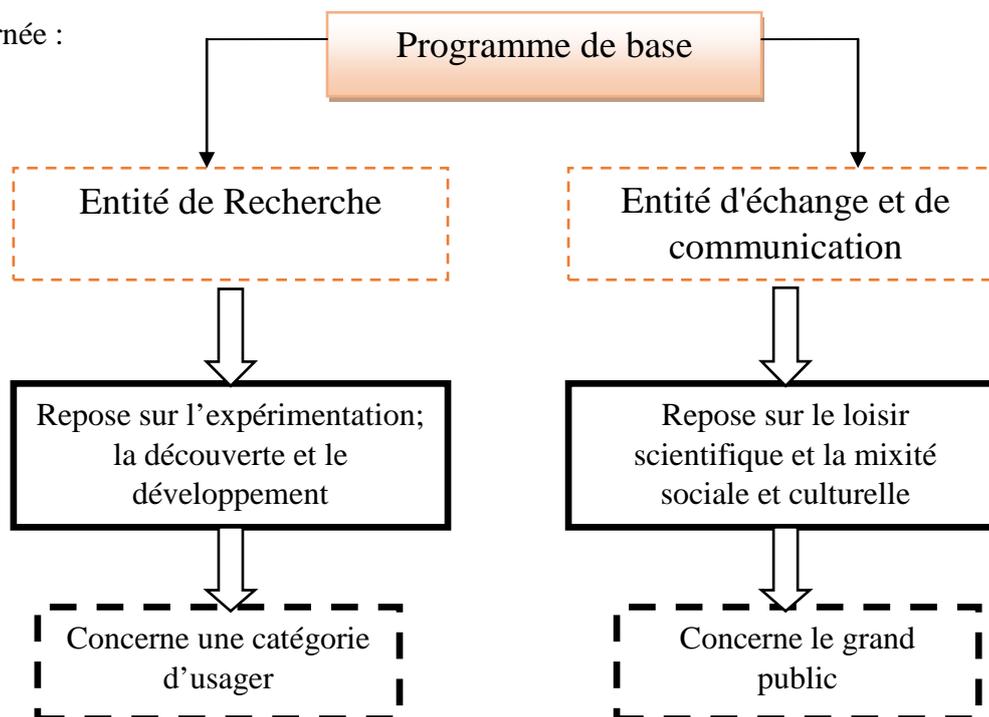
- ☞ Intégration du projet dans son contexte (respect de l'environnement)
- ☞ Implantation et orientation des façades du projet selon les données climatiques.
- ☞ les différents dispositifs (actifs ou passifs) qui assurent l'énergétique du bâtiment.

### **VI- Synthèse :**

Les exemples précédents, nous ouvrent l'œil sur la capacité de l'architecture d'accueillir différents types de projet, dont la réponse aux besoins fondamentaux de l'être humain (satisfaction alimentaire) et de l'environnement (biodiversité et diminution de l'empreinte écologique).



De là on a élaboré l'organigramme suivant, qui nous informe sur les entités de bases composant la ferme urbaine de BEZ ainsi que l'activité majeure et la catégorie de personne concernée :



Le tableau suivant, nous informe sur les espaces contenus dans la ferme urbaine de BEZ

Espace	Usagers	Exigences de l'espace
<b>RECHERCHE</b>		
Laboratoires de recherche	Chercheurs et étudiants	Hauteur libre $\geq 3m$ Revêtement des parois intérieures lisses Eclairage Hygiène
Herberie		Espace fermé Spacieux Eclairage Humidité et température conditionnées
Tri et traitement des échantillons	Personnel	Espace fermé
Bibliothèque	Chercheurs et étudiants	Eclairage Espace dégagé Isolation acoustique
Salle d'informatique		Isolation acoustique Aération
Salle de conférence		
Salle audiovisuelle		

PRODUCTION		
Ferme urbaine	Personnel	Espace stérile Eclairage LED, ventilation, humidité conditionnée (spécifique à la plante)
EXPOSITION		
Serre botanique	Public	Facilité d'accès Fluidité de la circulation
Jardin aquatique		
Jardin vertical		
EXPERIMENTELLE		
Ateliers verts	Semi privé (adhérant)	Aération Eclairage
Salle de cours		
DIFFUSION		
Salle de conférence	Public	Isolation acoustique Bonne aération
COMMERCIALE		
Marché	Public	Spacieux Plan libre Facilité d'accès Transparence
Show-room		
Boutique		
Fleuriste		
Restaurant/ cafétéria		
GESTION ET ADMINISTRATION		
Accueil	Personnel	La transparence La fluidité Espace libre $\geq$ 4m
Bureaux		Eclairage Isolation acoustique
Archives		Eclairage Sécurisé
Siège d'association		Eclairage
Stockage		Spacieux Sécurisé
Salle d'emballage		Eclairage Spacieux
Locaux techniques		Sécurisé
Vestiaires		Aéré
Sanitaires	Privé/ public	
ESPACES PUBLICS		
Jardin aménagé	Public	Sécurisé
Aire de jeux		
Parking		

**-Programme surfacique de la ferme urbaine :**

NIVEAU	Entité	ESPACES	NOMBRE	SURFACE	
Sous-sol	Parking	Parking public	72	3300 m <sup>2</sup>	
		Parking privé	20	723 m <sup>2</sup>	
		Quais de chargement	03	252 m <sup>2</sup>	
	Locaux technique	Groupe électrogène	01	60.9 m <sup>2</sup>	
		Climatisation	01	67.8 m <sup>2</sup>	
		Bâche à eaux	01	300 m <sup>3</sup>	
		Salle d'entretien	01	41.22	
		Loges	02	28.86 m <sup>2</sup>	
		Espace de stockage	01	341.25 m <sup>2</sup>	
		Chambre froide	01	45 m <sup>2</sup>	
	Zone de stockage	Monte-charge	02	4.4*2 = 8.80 m <sup>2</sup>	
		Vestiaire	02	26.22 m <sup>2</sup>	
					4995.05 m <sup>2</sup>
	Socle urbain	Ateliers vert	Hall	01	460.80 m <sup>2</sup>
Accueil			02	34+32.20m <sup>2</sup>	
Bureau directeur			01	25.20 m <sup>2</sup>	
Secrétariat			01	17.15m <sup>2</sup>	
Archives			01	26.30 m <sup>2</sup>	
WC femmes			12	75.60m <sup>2</sup>	
WC hommes			12	74.30 m <sup>2</sup>	
Ateliers			15	818.70	
Salle de cours			03	102.6 m <sup>2</sup>	
Espace d'exposition			02	209.7 m <sup>2</sup>	
Patio			01	28.40 m <sup>2</sup>	
				1904.94 m <sup>2</sup>	
	Salle de conférence	Sas	02	16.9 m <sup>2</sup>	
		Sonorisation	01	13.8 m <sup>2</sup>	

Socle urbain		La salle	01	379.1 m <sup>2</sup>	
		La scène	01	35.2 m <sup>2</sup>	
	445 m <sup>2</sup>				
	Marché couvert		Espace chariots	02	46.7 m <sup>2</sup>
			Rayonnage des produits	04	180.82 m <sup>2</sup>
			Stockage temporaire	03	200 m <sup>2</sup>
			Sas	01	31.35 m <sup>2</sup>
			WC femmes	03	8.80 m <sup>2</sup>
			WC hommes	03	8.95 m <sup>2</sup>
			Vestiaires femmes	1	11 m <sup>2</sup>
			Vestiaires hommes	1	11m <sup>2</sup>
			Patio	01	30 m <sup>2</sup>
			Salle d'emballage	01	256.3 m <sup>2</sup>
			Monte-charge	02	8.80 m <sup>2</sup>
			Zone dépôt de chariot	01	152m <sup>2</sup>
		Zone de manouvre	01	24 m <sup>2</sup>	
1502.40 m <sup>2</sup>					
Consommation		Restaurant	02	155 m <sup>2</sup>	
		Cafétéria	01	71.60 m <sup>2</sup>	
226.6 m <sup>2</sup>					
Commerce		Boutiques	29	1344.7 m <sup>2</sup>	
Socle urbain	Administration	Accueil	01	23.8 m <sup>2</sup>	
		Salon d'attente	01	51.50 m <sup>2</sup>	
		Showroom	01	116.2 m <sup>2</sup>	
		Service commercialisation	01	52 m <sup>2</sup>	
		Administration	01	32.3 m <sup>2</sup>	
		Coin archivage	01	7.2 m <sup>2</sup>	
		Loge d'entretien	01	21.3 m <sup>2</sup>	
		WC Femmes	03	10.5 m <sup>2</sup>	
		WC Hommes	03	10.5 m <sup>2</sup>	

	325.3 m <sup>2</sup>					
	Sanitaire public	WC Femmes	06	25.8 m <sup>2</sup>		
		WC Hommes	06	27.7 m <sup>2</sup>		
	53.5 m <sup>2</sup>					
	Visitor center	Fleuriste	/	887.5 m <sup>2</sup>		
La tour	Laboratoires (01)	Laboratoire	06	289.11		
		Espace de repos	02	44.7 m <sup>2</sup>		
		Local d'entretien	01	4.05 m <sup>2</sup>		
		Circulation vertical	01	68.35		
		Hall	01	90 m <sup>2</sup>		
		Balcon	02	27.5 m <sup>2</sup>		
		WC Femmes	03	10.5 m <sup>2</sup>		
		WC Hommes	03	10.5 m <sup>2</sup>		
	544.70 m <sup>2</sup>					
La tour	Ferme (01)	Zone de culture hydroponique	01	430.10 m <sup>2</sup>		
		Salle de control de la serre	01	28.45 m <sup>2</sup>		
		Espace matériel	01	6.5 m <sup>2</sup>		
		Espace chariot	01	21.80 m <sup>2</sup>		
		Salle stérile	02	14.5 m <sup>2</sup>		
		Zone de manouvre	01	20.7 m <sup>2</sup>		
	Ferme (01)	Vestiaires femmes	04	13.60 m <sup>2</sup>		
		Vestiaires hommes	04	12.80 m <sup>2</sup>		
		WC Femmes	1	6.9 m <sup>2</sup>		
		WC Hommes	1	7.2 m <sup>2</sup>		
		Circulation verticale	1	68.35m <sup>2</sup>		
		Hall	1	45.3 m <sup>2</sup>		
			676.2 m <sup>2</sup>			
		Information	Salle de conférence	01	77.5 m <sup>2</sup>	
Salle audio visuelle	01		77.5 m <sup>2</sup>			
Sas	02		20.40 m <sup>2</sup>			

La tour		Sonorisation	02	4.25 m <sup>2</sup>	
		Salle de lecture	01	160 m <sup>2</sup>	
		Rayonnage	01	42.3 m <sup>2</sup>	
		Salle informatique	01	41.4 m <sup>2</sup>	
		WC femmes	03	10.5 m <sup>2</sup>	
		WC Hommes	03	10.5 m <sup>2</sup>	
		Circulation verticale	01	68.35 m <sup>2</sup>	
		Hall	01	90 m <sup>2</sup>	
					602.7 m <sup>2</sup>
		Herberie	01	107.5 m <sup>2</sup>	
		Sas	01	2 m <sup>2</sup>	
		Salle d'information	01	15.4 m <sup>2</sup>	
	Herberie	Montage et trie des échantillons	01	55.50 m <sup>2</sup>	
		Traitement des échantillons	01	39.90 m <sup>2</sup>	
		Base de données	01	21.8 m <sup>2</sup>	
		Salle de réunion	01	47.80 m <sup>2</sup>	
		Hall	01	51.50 m <sup>2</sup>	
	Herberie	Circulation verticale	01	68.35	
		WC femmes	03	10.5	
		WC hommes	03	10.5	
				430.75 m <sup>2</sup>	



**APPROCHE  
ARCHITECTURALE**

Dans ce chapitre, nous allons présenter les idées de base de notre projet et leur évolution à travers la conception. Pour cela on commence par une partie théorique où on développe les concepts utilisés puis une partie pratique qui est la matérialisation de ces derniers, passant par une genèse, assurant une compréhension meilleure en introduisant une description du projet ainsi que les détails jugés importants.

## **I. Concepts du projet :**

Notre projet se base sur les concepts suivant :

### **I.1- Le vert dans l'urbain :**

Comme réponse aux problèmes environnementaux de la zone d'intervention (état asphyxie dont elle souffre de part sa densité et la présence de la zone industrielle de Oued Smar). On se base sur un concept d'intégration à l'urbain par contraste, en assurant une dominance du végétal par rapport au bâti dans la parcelle d'intervention.

### **I.2- Horizontalité / verticalité :**

Se rapprocher des formes naturelles, en optant pour l'horizontalité du volume, ce dernier émerge de la surface de la terre permettant ainsi une intégration de la forme dans la nature. "Aucune maison ne devrait jamais être sur une colline ou sur quoi que ce soit. Elle devrait être la colline. Lui appartenant." (Frank Lloyd Wright)

Marquer le projet par une verticalité issue d'une volonté de valoriser le projet par un élément d'appel évitant ainsi son écrasement. Assurer, d'autre part, une continuité typologique du bâti de la zone d'intervention.

### **I.3- Transparence du projet :**

Grandes surfaces vitrées sur les façades du projet assurent la fonctionnalité des espaces fermes (la photosynthèse des végétaux cultivés), permettent de profiter des apports solaires (en hiver surtout) et de l'éclairage naturel, accentuent la continuité visuelle et l'allègement du projet.



## II. Genèse du projet :

### Etape 1:

Définir le centre géométrique de la parcelle, et l'appropriier à une fonction fondamentale (ferme), représentant ainsi le cœur du projet. Puis relier ce dernier aux repères du site d'intervention ;

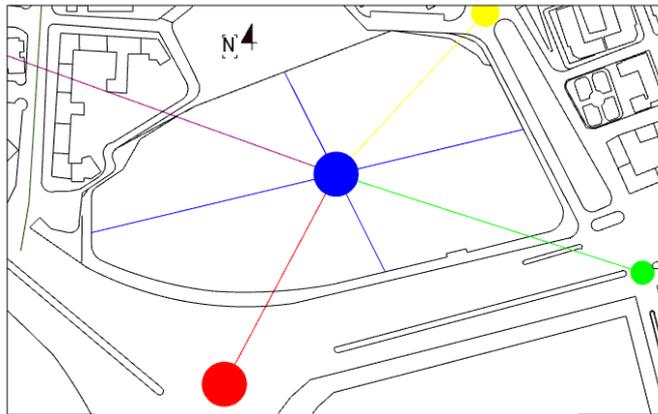


Figure 124: Repères et axes majeurs du projet  
Source: Auteurs

### Légende:

- : Nœud du Bvd KADA REZIK
- : Nœud de la partie affaire
- : Nœud de la partie résidentielle
- : Centre du terrain
- : Axe universitaire
- : Axe résidentiel
- : Axe quartier d'affaire
- : Axes géométriques

### Etape 2:

Au long des axes obtenus, se développent les "racines" (les différentes entités) du projet,

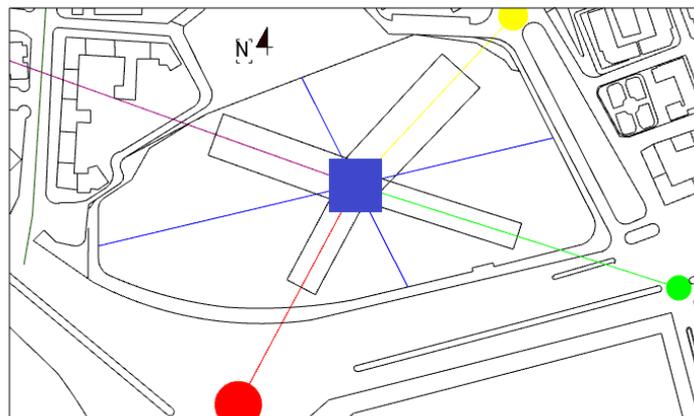


Figure 125: Emplacement des entités du projet  
Source: Auteurs

en épousant des formes géométriques simples horizontales, qui permettent de renouer les liaisons entre le projet et son contexte, dans le but d'assurer une mixité sociale dans la ville. Cette étape est une matérialisation du concept horizontalité/ verticalité.

### Légende :

- : élément vertical
- : Entité sur axe résidentiel
- : Entité sur axe d'affaires
- : Entité sur axe universitaire
- : Entité sur axe du rondpoint

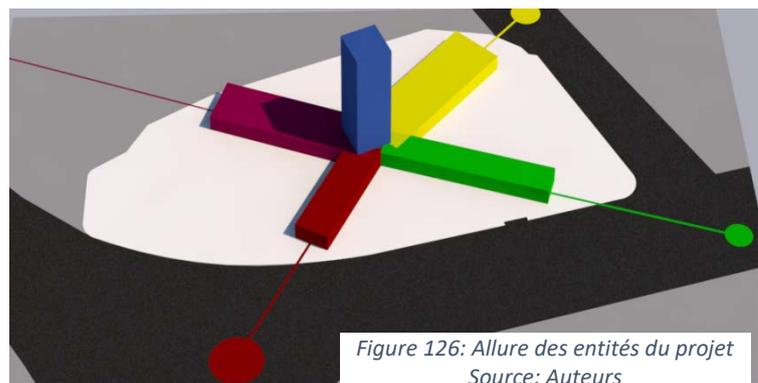


Figure 126: Allure des entités du projet  
Source: Auteurs

**Etape 3:**

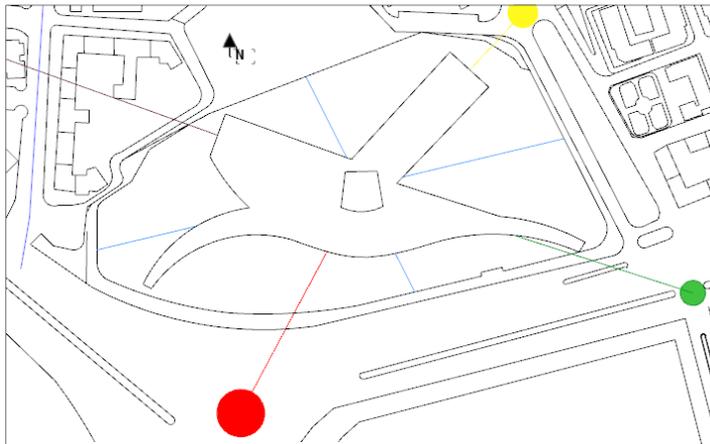


Figure 127: Orientation du projet vers le rond point  
Source: Auteurs

Orienter le projet et l'ouvrir sur le rondpoint du Bvd KADA REZIK (qui est l'axe N-E et S-O) favorisé aux serres de la ferme.

Création d'un dédoublement du Bvd KADA REZIK par une rampe traversant le projet, afin d'assurer son attractivité.

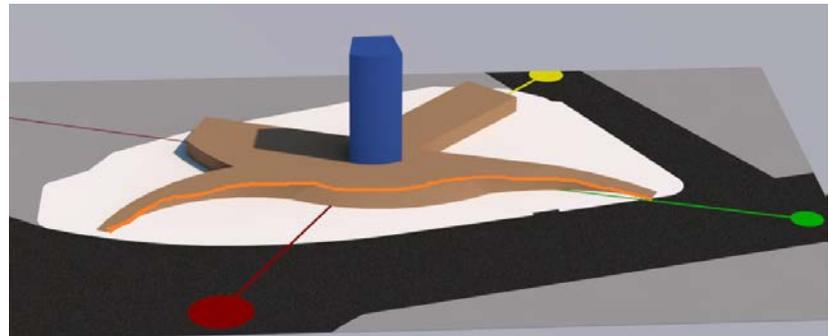


Figure 128: Dédoublement du Bvd par une rampe  
Source: Auteurs

**Etape 4:**

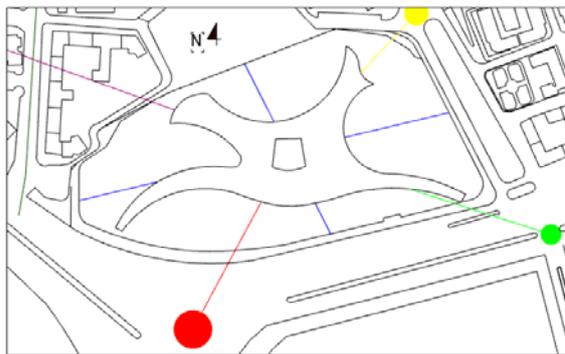


Figure 129: Forme finale du projet en plan  
Source: Auteurs

Formalisation et fluidité des formes, en sculptant les entités d'une façon à exprimer les racines.

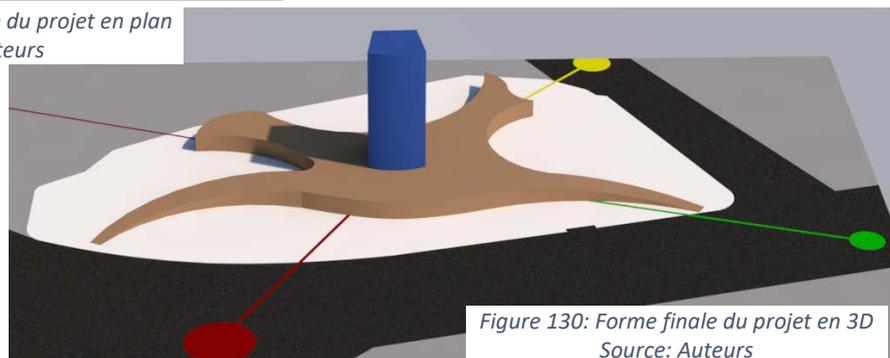


Figure 130: Forme finale du projet en 3D  
Source: Auteurs



### **III. Description du projet :**

La ferme urbaine verticale de Bab ezzouar est un grand champs de diversité fonctionnelle : production agricole ;vente ; exposition; recherche et loisir. Implantée au cœur des trois entités composant la ville de BEZ, dans le but de renouer les liens et favoriser l'unité de la population par une mixité sociale assurée par les différentes activités pratiquées.

#### **III.1- Plan de masse :**

##### **III.1.1- Accessibilité :**

L'accessibilité à notre projet se fait par : deux accès mécaniques majeurs placés à la périphérie du terrain afin de minimiser le flux mécanique à l'intérieur du projet , l'un est destiné au privé l'autre au grand public, un secondaire pour la zone de compostage, Et plusieurs d'autres accès piétons assurant la fluidité dans le projet.

##### **Légende :**

-  : Accès mécanique privé
-  : Accès mécanique public
-  : Accès piéton



Figure 131: Accessibilité du projet  
Source : Auteurs

##### **III.1.2- Espaces extérieurs :**

Une diversité fonctionnelle attribuée aux espaces extérieurs du projet aspirant différente catégorie de la population assurant ainsi la mixité sociale.

##### **Légende :**

- |  |  |
|--|--|
|  Aire de jeux et de détente |  :Parc urbain.    |
|  :Serre d'exposition        |  : Jardin potager |

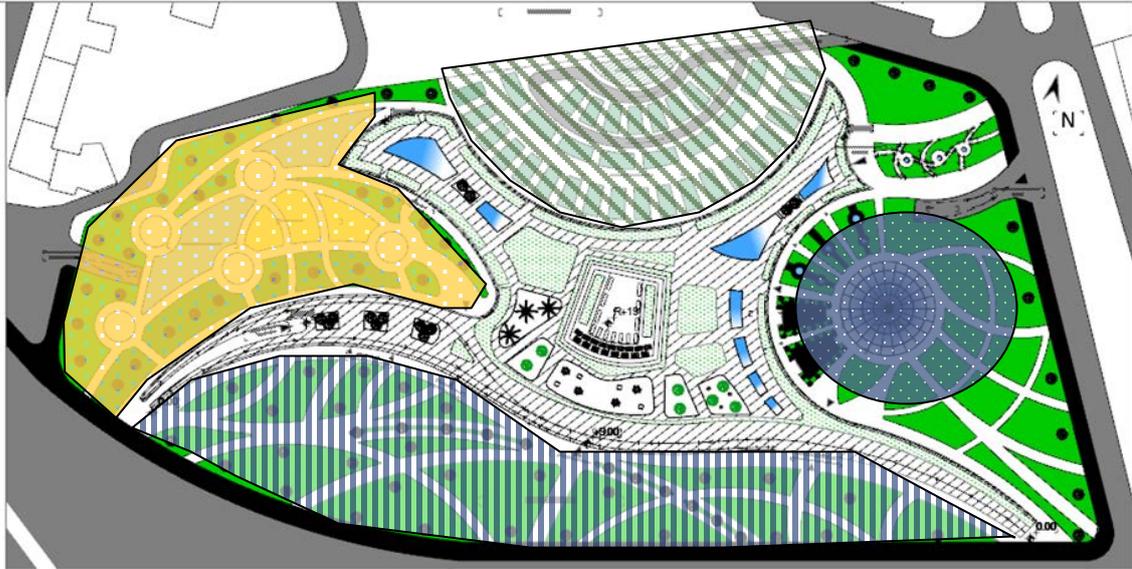


Figure 132 : Les entités composantes les espaces extérieurs  
Source : Auteurs

#### III.1.2.1- Jardins potager :

Placés en arrière-plan du projet ,pour répondre à une hiérarchie fonctionnelle, intermédiaire entre le marché (où une partie se vend) et les ateliers verts (où l'autre partie sert comme champ expérimentiel).

#### III.1.2.2- Aire de jeux et placette de détente :

Rapprochées au résidentiel, éloignées de la voie mécanique à grande circulation, par la rampe urbaine, pour des raisons de sécurité.

#### III.1.2.3- Serre d'exposition :

Un espace abritant une fonction qui peut regrouper la population fréquentant la zone résidentielle et celle du quartier d'affaire.

#### III.1.2.4- le Parc urbain :

Placé en avant plan du projet, sur le dédoublement du Bvd, fusionnant ainsi le parc urbain , inscrit dans le projet, et le trottoir urbain, ce qui permis d'attirer les passagers et les intégrer dans le projet sans se rendre compte.

### III.1.3- Rampe urbaine :

Joue le rôle d'un tapis urbain, la rampe aspire le passager et le met en plein pied dans le projet, ce qui lui fait vivre l'expérience des différentes activités pratiquées au sein de la parcelle.

Notre projet, donc, considère la participation de l'homme et lui crée un environnement adéquat, en s'adossant sur une diversité d'activités, chacune l'intègre à sa façon.

*L'appareil sensoriel de l'homme comporte deux catégories de récepteurs :*

Les *«discepteurs»* *«objets attachés»* qui sont les yeux, les oreilles et le nez.

Les *«récepteurs immédiats»* qui explorent le monde par les sensations que nous livrent la peau, les muqueuses et les muscles.<sup>10</sup>

### III.1.4- Entités du projet :

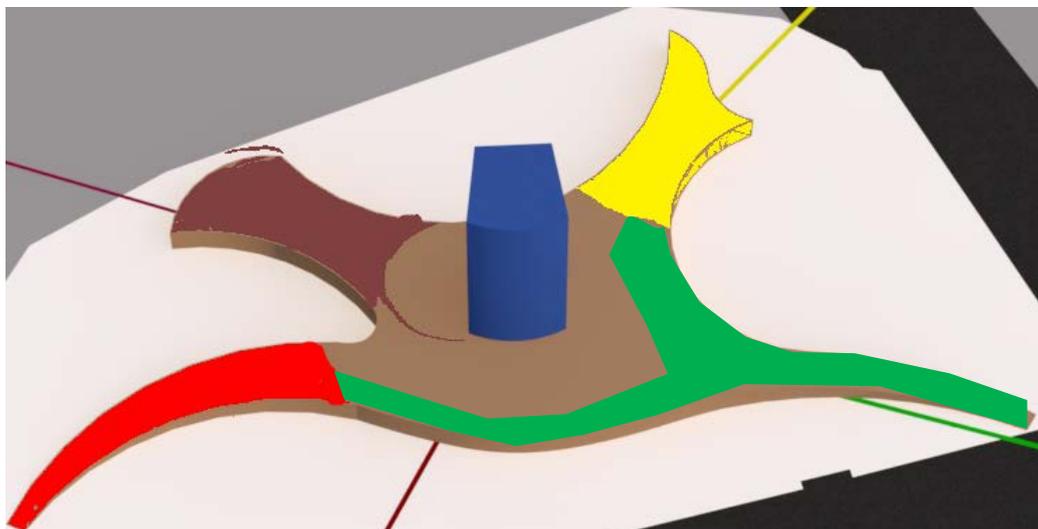
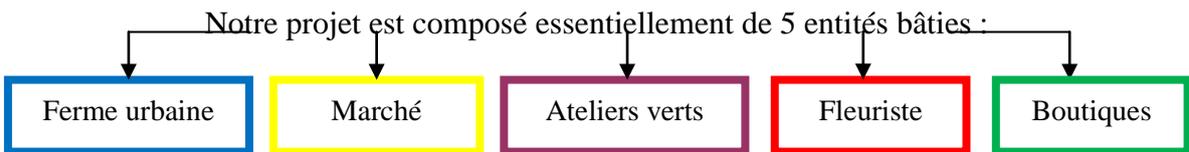


Figure 133: Entités majeures du projet  
Source: Auteurs

L'attribution des fonctions aux entités est faite selon l'axe ou elles se développent. En asseyant d'assurer une continuité avec l'urbain qui permet d'aspirer les visiteurs.

<sup>10</sup> Résumé "La dimension cachée" d'Edward T.Hall réalisé par ROUSSEL Catherine, P5.

### **III.2- Fonction et organisation du projet :**

#### **III.2.1- Hiérarchie des espaces :**

**Légende:**

- : Public
- : Semi public
- : Privé

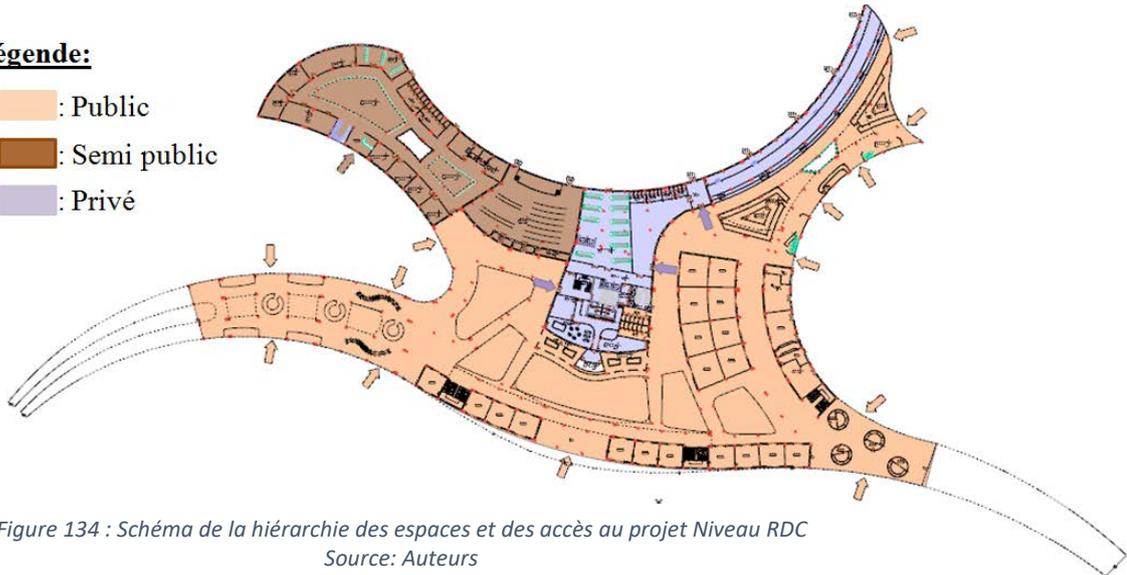


Figure 134 : Schéma de la hiérarchie des espaces et des accès au projet Niveau RDC  
Source: Auteurs

#### **III.2.2- Circuit de la marchandise (production hydroponique):**

La production se fait dans les serres hydroponiques, descendue par des montes charge au RDC mise dans une salle d'emballage. Une fois la production emballée, aura le choix entre 2 circuits: le marché (RDC) ou bien la salle de stockage (sous-sol).

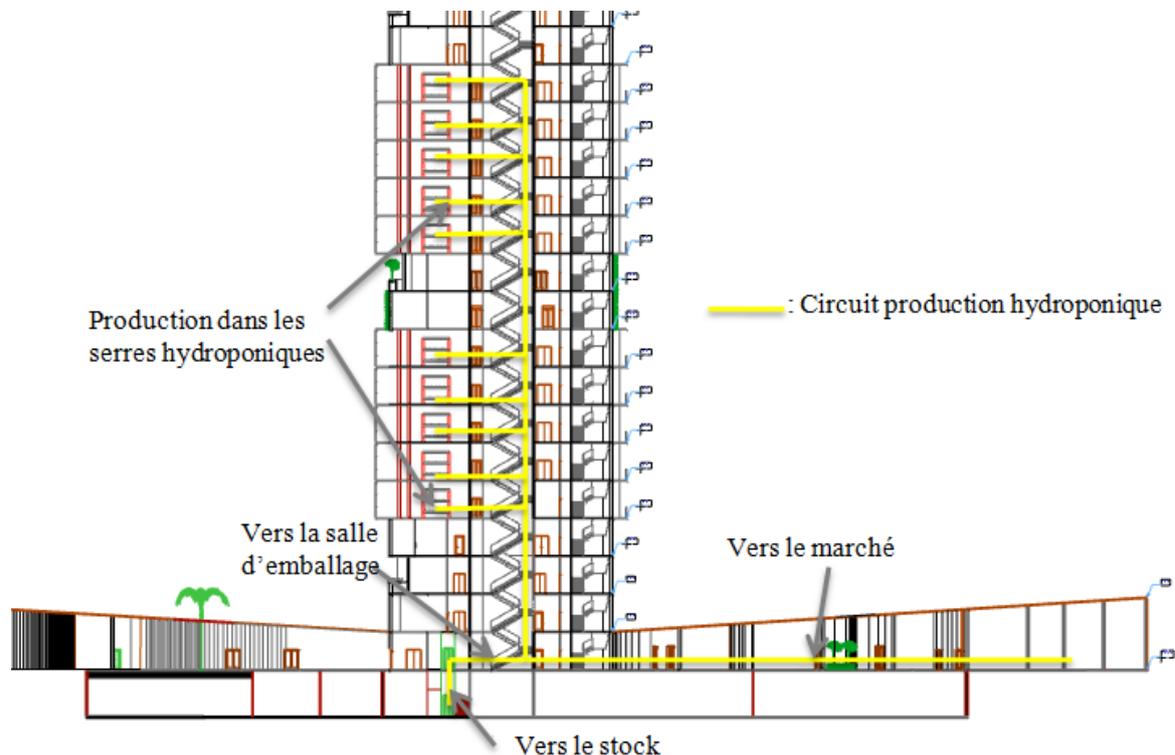


Figure 135 : Schéma du circuit de la marchandise dans le projet  
Source: Auteurs

### III.2.3- Plans d'intérieurs :

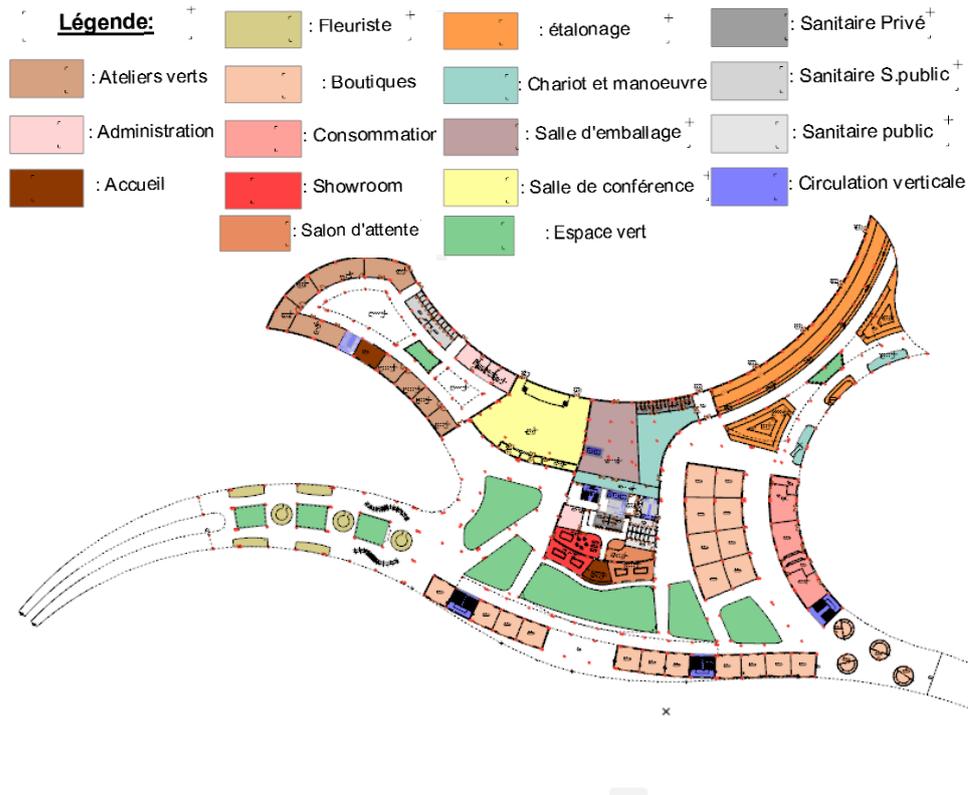


Figure 136 : Plan RDC  
Source : Auteurs

#### III.2.3.1- Entité marché :

Étalée sur l'axe résidentiel, pour promouvoir la production alimentaire "bio" auprès de la population, de la cité 5 juillet et d'autres, qui est intégrée de cette façon-là dans le projet.

#### III.2.3.2- Entité ateliers verts :

C'est un loisir scientifique, en continuité avec l'axe universitaire, abritant des ateliers valorisant la biodiversité et vulgarisant la science afin de sensibiliser les générations et réduire l'empreinte écologique.



Figure 137: Atelier de découverte Source:  
<http://www.lamontagne.fr/aurillac/environnement>



Figure 138 : Atelier de jardinage Source:  
[http://www.villerslesnancy.fr/globalflexit/imagages/img\\_base/agendas/1024\\_768\\_1\\_jardinage1.jpg](http://www.villerslesnancy.fr/globalflexit/imagages/img_base/agendas/1024_768_1_jardinage1.jpg)



Figure 139 :Intérieur d'un visitor center  
Source: <https://fr.pinterest.com/>

### III.2.3.3- Entité fleuriste :

Comme un accueil du projet, la partie fleuriste abrite des stands de fleuristes exposant les différentes typologies végétales.



Figure 140 : Stands d'exposition  
Source: <https://fr.pinterest.com/>

### III.2.3.4- Entité boutiques :



Figure 141: Intérieur d'une boutique  
Source : [http://gatsbyboutiques.com/wp-content/uploads/2015/07/Seabourn-cruises-Boutique-OSQ\\_022111.jpg](http://gatsbyboutiques.com/wp-content/uploads/2015/07/Seabourn-cruises-Boutique-OSQ_022111.jpg)

Un centre commercial intégré dans le socle urbain, qui vient articuler l'axe résidentiel avec l'axe d'affaire en continuité avec le marché dans le projet. C'est une entité qui regroupe des boutiques de consommation ainsi que des vitrines de vente.

### III.2.3.5- Entité ferme urbaine :

C'est l'entité qui se développe en hauteur par une tour centrale de 80m, réparties sur 18 étages dont des fermes de culture et d'autres destinés à agrémenter et améliorer la production agricole de ces fermes, on y trouve : des labos de recherches; un herbarium accompagné de des salles qui le complètent; salle de conférence et audiovisuelle; une bibliothèque et une salle de conférence.

#### Légende:

- : Culture hydroponique
- : Salle de contrôle
- : Zone de manoeuvre
- : Salle de stérilisation



Figure 142: Plan ferme  
Source: Auteurs

**Légende:**

- : Montage des échantillons
- : Herbarium
- : Salle de travail
- : Base de données
- : Traitement des échantillons



Figure 143: Plan étage 09  
Source: Auteurs

**Légende:**

- : Laboratoire
- : Salle de repos
- : Sanitaire
- : Circulation verticale

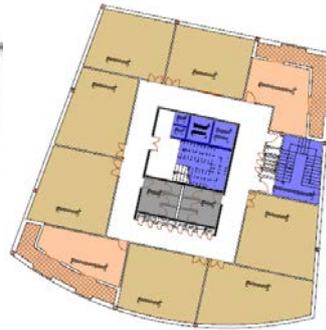


Figure 144: Plan labos  
Source: Auteurs

**Légende:**

- : Salle audiovisuelle
- : Salle de conférence
- : Salle d'informatique
- : Bibliothèque



Figure 145: Plan étage 10  
Source : Auteurs

**III.3- Façades du projet :**

Une lecture des différentes parties composant la tour se fait par son allure et sa façade.

Un jeu devant/arrière du végétal utilisé sur la tour. Tel que : les étages des labos expriment un végétal en avant plan, contenu dans des bacs et sur des façades végétales. Un végétal aperçu en arrière-plan est celui des serres de culture hydroponique. Clôturant la tour par un espace vert, ouvert

qui accentue l'importance du végétal dans notre projet.



Figure 146: Façade principale de la tour  
Source: Auteurs



Figure 147: Le végétal aperçu en avant et arrière plan  
Source: Auteurs



Figure 148: Transparence des façades  
Source: Auteurs

Une transparence matérialisée par l'utilisation du vitrage sur de grandes surfaces dans le projet expriment une fluidité, légèreté et confusion entre intérieur/extérieur. Cette transparence permet de profiter des apports solaires en hiver, en revanche une résine placée sur quelques parties transparentes orientées sud qui joue le rôle de brise solaire embellissant aussi la façade.



Figure 149: Transparence de la façade  
Source: Auteurs



## **IV- Les solutions bioclimatiques :**

« La relation de l'architecture avec l'environnement est à l'ordre du jour ; elle concerne l'impact écologique et visuel, mais aussi les échanges entre le climat et les ambiances intérieures, cet aspect a été particulièrement négligé ces dernières années, mais il est devenu ,en raison de crise de l'énergie, un des principaux thèmes de recherche en matière d'architecture. »<sup>11</sup>

Le but d'un projet bioclimatique est de tirer le meilleur parti des conditions d'un site et de son environnement, pour une architecture naturellement la plus confortable pour ses utilisateurs. Pour cela nous avons opté pour un ensemble de stratégies passives :

### **IV.1.- Implantation et orientation :**

- Projet prolongé sur l'axe Est-Ouest.
- Une maximisation des surfaces vitrées orientées au Sud, protégées du soleil estival par des casquettes horizontales.
- Des surfaces vitrées raisonnées et réfléchies pour les orientations Est et Ouest afin de se protéger des surchauffes estivales.

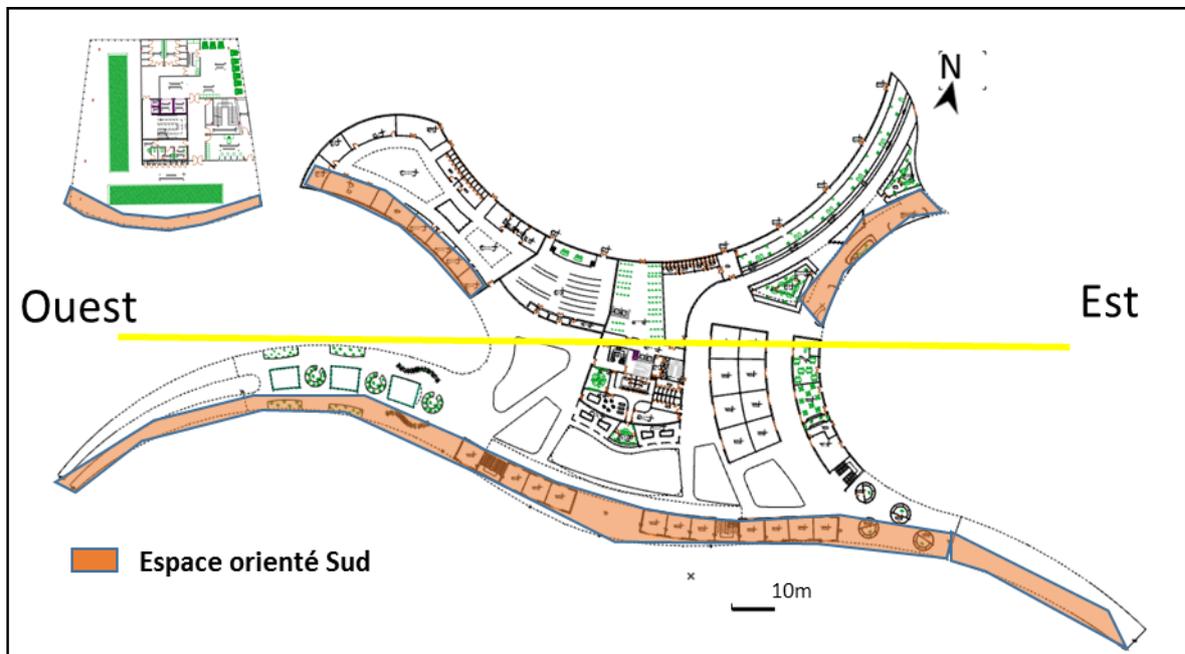


Figure 150 : orientation du projet  
Source : auteurs

<sup>11</sup>B.GIVONI« L'homme l'architecture et le climat »

### IV-2- Serriculture :

La serre est une structure close qui permet de cultiver différentes plantes en créant un microclimat que l'on peut maîtriser. C'est un abri exploitant le rayonnement solaire, destiné à la culture et à la protection des plantes.<sup>12</sup>

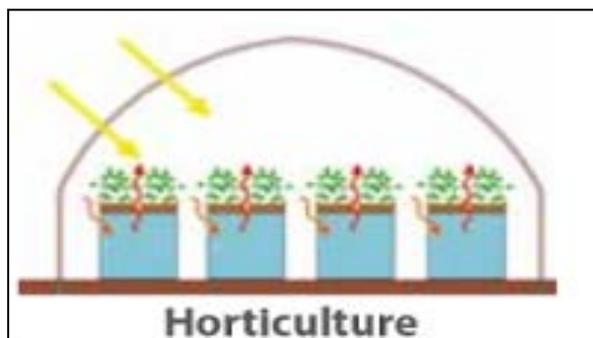


Figure 151 : schéma sur horticulture dans une serre  
Source : <http://www.apte-asso.org/a-voir-ou-telecharger/eco-construction/la-serre-bioclimate>

L'objectif principal de la serre agricole est de pouvoir planter et récolter plus précocement sans avoir recours à aucune source d'énergie extérieure et de protéger le produit des changements climatiques. Et de créer un environnement propice à leur développement en tirant parti de l'influence du climat. En créant un micro climat, la serre permet d'influencer le cycle végétatif des plantes.

Le principe est simple : le rayonnement du soleil pénètre par 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.

Dans notre projet les serres hydroponiques se développent en cinq étages en deux parties alternativement.

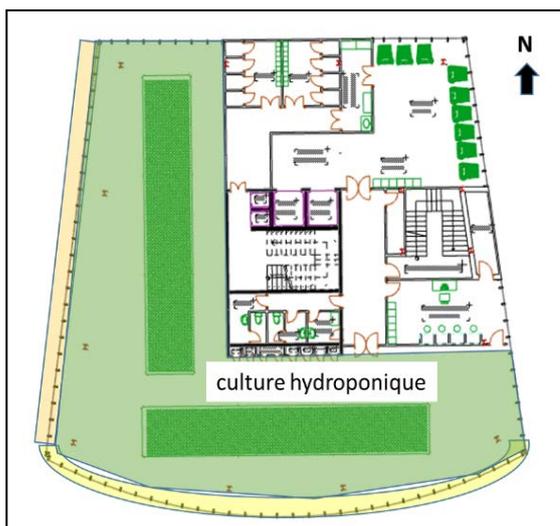


Figure 152 : Orientation des serres  
Source : auteurs

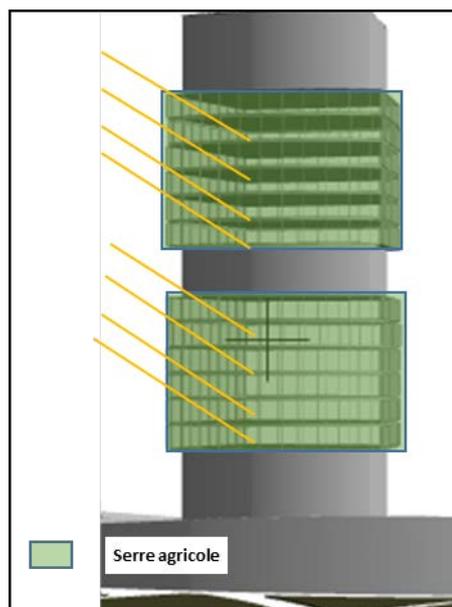


Figure 153 : Vue sur les serres agricoles du projet  
Source : auteur

<sup>12</sup> Une serre pourquoi faire ? <http://www.gerbeaud.com/jardin/amenagement/serre-utilisations-jardin.php>

Elles sont orientées de manière à capter un maximum de rayons solaires, en favorisant le sud, souligné avec un geste convexe, et l'ouest, car elles sont les façades les plus exposées au soleil dont les serres ont besoins.

Le jeu de volume entre plein et vide avec un débordement des serres de 1.5m, cela permet de protéger les façades des rayons solaires estivaux en créant une ombre sur les façades.

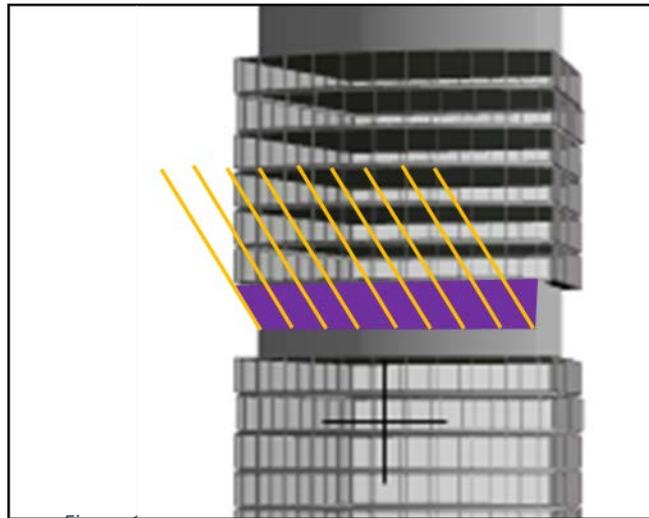


Figure 154 : schéma sur la protection solaire de la tour  
Source : auteur

### **IV-3 Le végétal :**

L'architecture bioclimatique prend en compte le climat dans la conception architecturale, afin de rendre le bâtiment plus performant au niveau énergétique et d'assurer un confort physique aux occupants. Sous l'aspect environnemental, la masse végétale peut modifier le climat urbain en régulant la température, en stockant le carbone et l'oxygène, en améliorant la qualité physico-chimique de l'air des villes en participant au régime des eaux.

#### **IV.3-1 Le rôle bioclimatique du végétal :**

- A l'échelle urbaine :

##### Les îlots de chaleur urbains :

Les arbres diminuent l'effet des îlots de chaleur urbains<sup>13</sup> en produisant de l'ombre au sol et en dissipant la chaleur par l'évapotranspiration. Pour réguler la température de ses feuilles, l'arbre transpire, rafraichissant l'air environnant. Il peut aussi réduire localement la vitesse du vent diminuant les transferts convectifs des surfaces chaudes.

<sup>13</sup>Élévation de température localisée en milieu urbain par rapport aux zones rurales voisines. Les îlots thermiques sont des microclimats artificiels provoqués par les activités humaines (centrales énergétiques, échangeurs de chaleur...) et l'urbanisme (surfaces sombres qui absorbent la chaleur, comme le goudron). Ce phénomène peut aggraver les épisodes de canicule et affecter la biodiversité, en repoussant certaines espèces et en attirant d'autres espèces plus thermophiles. FUTURA PLANETE <http://www.futura-sciences.com/planete/definitions/developpement-durable-ilot-chaleur-urbain-5473/>

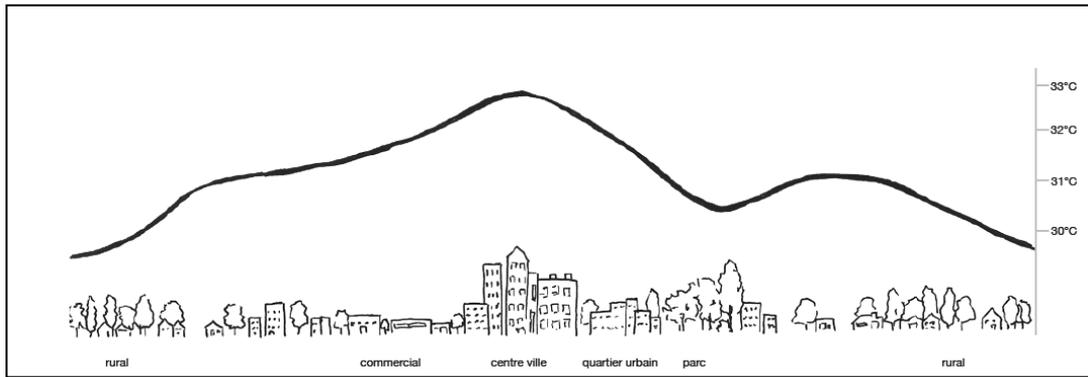


Figure 155 : Evolution de la température selon la couverture végétale présente pour une température ambiante de 25 C  
Source : Stratégies d'intégration du végétal dans le projet architectural Enoncé théorique de master  
Jessica Ruffieux EPFL Architecture 2015-2016 page : 21

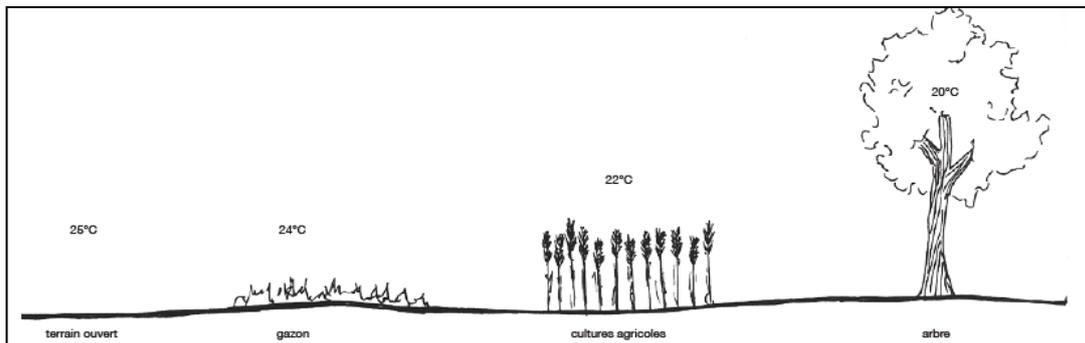


Figure 156 : Profil de température d'îlots de chaleur dans une ville  
Source : Stratégies d'intégration du végétal dans le projet architectural Enoncé théorique de master  
Jessica Ruffieux EPFL Architecture 2015-2016 page : 21

Notre projet se situe en plein ville de Bâb Ezzouar, par sa surface importante d'environ 5 hectares et son concept d'intégration du végétal, diminue l'effet des îlots de chaleur urbains. Il jouera le rôle d'un poumon vert de la ville de Bâb Ezzouar.



Figure 157 : le poumon vert dans son contexte  
Source : auteurs

### Biodiversité urbaine :

Ecologiquement, les espaces verts en ville préservent un certain équilibre biologique. Offrent parfois de nouveaux milieux et habitat à divers insectes favorisant ainsi la biodiversité. Cette dernière est nécessaire pour notre santé et notre qualité de vie. Sans elle, les déchets organiques ne seraient pas transformés et l'air se chargerait d'un taux invivable de CO<sub>2</sub>.

La biodiversité garantira à l'architecture végétale dense pas être qu'une œuvre d'art comme les mosaïcultures et les jardins verticaux. Murs, toits ou terrasses végétalisés participent aux réseaux de corridors écologiques qui permettent les flux génétiques des espèces à travers des tissus urbains. La biodiversité entraîne un risque de

non-fiabilité et de fragilité dans le temps.<sup>14</sup>

### - A l'échelle du bâtiment :

De façon générale, la végétalisation des bâtiments permet de composer avec la nature en ville. Elle permet de diminuer la consommation énergétique des bâtiments en participant à la régulation thermique et hygrométrique.

- Effet d'oxygénation (production de l'O<sub>2</sub>)
- Effet d'évapotranspiration  
Rafratchissement avec la production d'H<sub>2</sub>O
- Effet de réduction des polluants (Absorbe le CO<sub>2</sub> et filtre l'air).
- Effet d'isolation acoustique (amortisseurs de bruit et des différentes nuisances sonores)
- Effet de brise vent (Protège des vents forts, réduisant ainsi la perte de chaleur des bâtiments.)



Figure 158 : biodiversité (faune et flore)  
Source : charte pour la biodiversité urbaine le territoire de Marseille

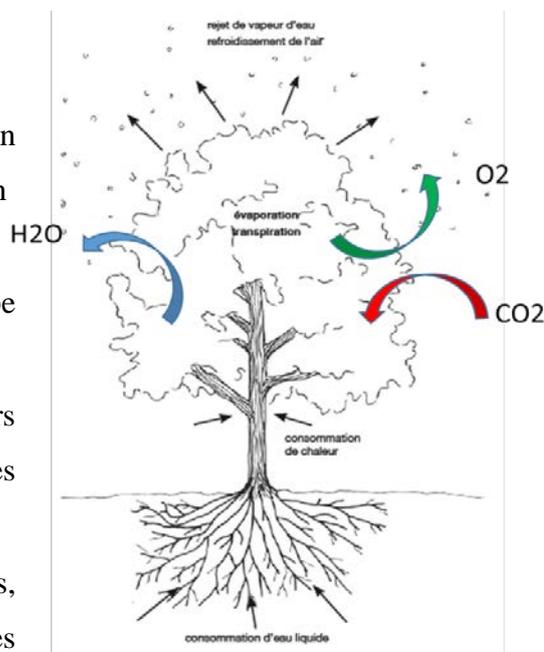


Figure 159 : apport du végétal de la photosynthèse  
Source : Stratégies d'intégration du végétal dans le projet architectural

<sup>14</sup>28. Musy M., «Une ville verte, les rôles du végétal en ville». Editions Quae, 2014. p.163-164



- Effet d'isolation thermique
- Effet esthétique et valeur économique et psychologique

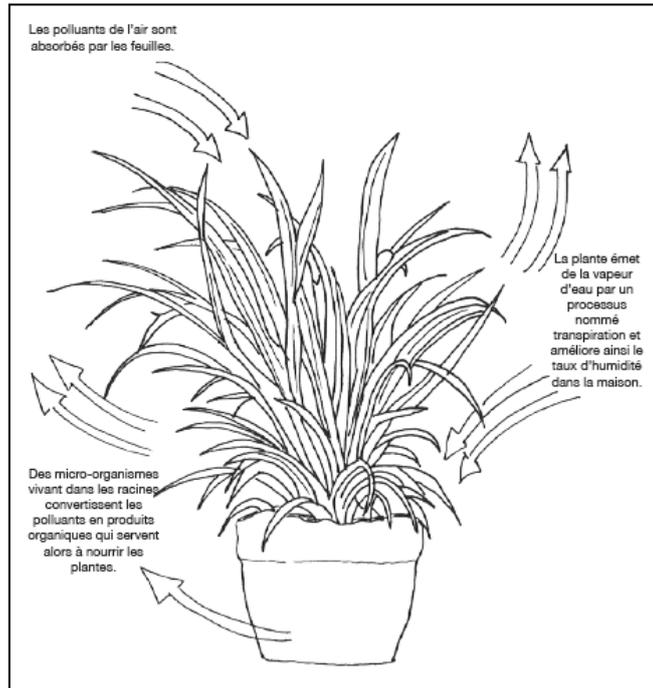


Figure 160 : Schéma de principe illustrant en quoi les plantes participent à la qualité de l'air ambiant  
Source : Stratégies d'intégration du végétal dans le projet architectural Jessica Ruffieux EPFL Architecture 2015-2016 page : 34

Dans notre projet le végétal est présent sous plusieurs formes ainsi qu'à l'intérieur et qu'à l'extérieur

Sur plan horizontal : les toits végétalisés, patios végétalisés.

Sur le plan vertical : les façades végétalisées et les murs végétaux

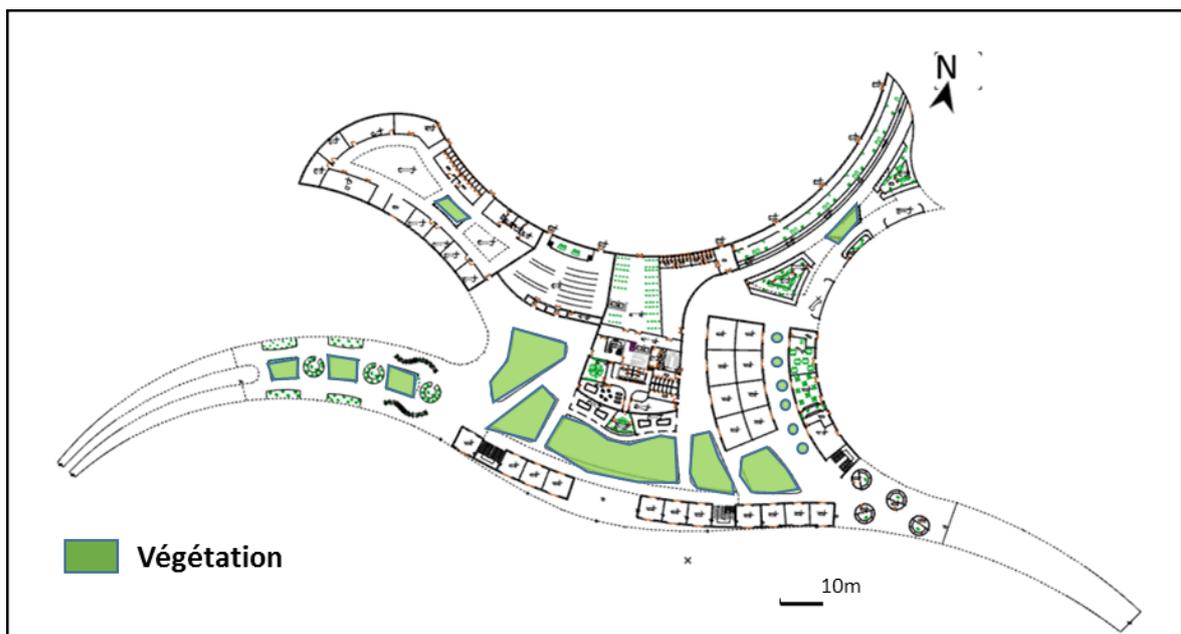


Figure 161 : les espaces verts dans le socle urbain  
Source auteurs

Utilisation de la végétation à l'intérieur comme régulateur hygrothermique afin de réduire et de rafraîchir les températures ambiantes. Elle permet en effet de fixer les poussières et le pollen, de réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, favorise la production d'oxygène, et augmente le taux d'humidité de l'air estival.

La végétation crée des espaces agréables sur le plan confort visuel et psychique.



Figure 162 : La végétation à l'intérieur du projet  
Source : Auteurs



Figure 163 : La végétation à l'extérieur du projet  
Source : Auteurs

### Les murs végétalisés :

Les murs végétalisés sont des façades que l'on a adaptées à l'implantation de végétaux à la fois dans un souci esthétique mais aussi écologique. Les murs végétalisés permettent d'apporter de la verdure dans les milieux urbains. De tels murs ont de multiples avantages dont l'isolation thermique et phonique.

- Isolation thermique :

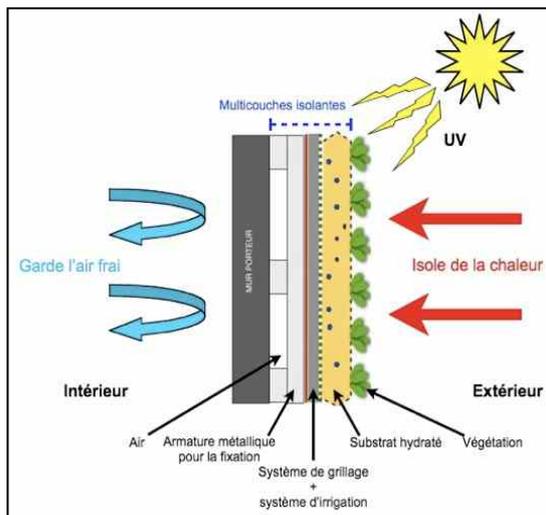


Figure 164 : le schéma de principe d'isolation thermique en été d'un mur végétalisé  
Source <http://web04.univ-lorraine.fr/ENSAIA/marie/web/ntic/pages/2010/>

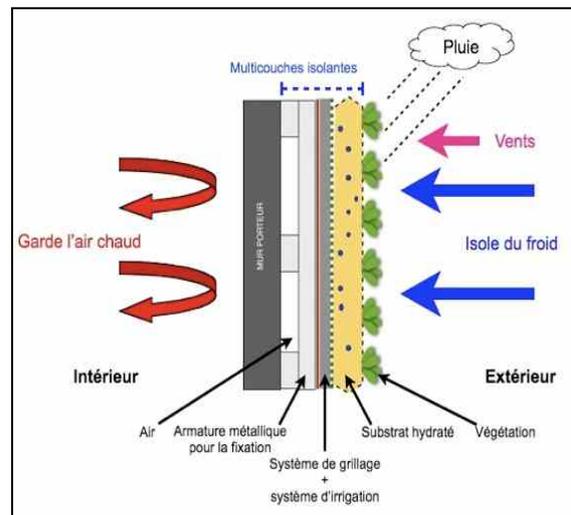


Figure 165 : le schéma de principe d'isolation thermique en hiver d'un mur végétalisé  
Source <http://web04.univ-lorraine.fr/ENSAIA/marie/web/ntic/pages/2010/>

Dans les deux cas (été et hiver), le couvert végétal permet d'éviter au mur de subir des variations de températures trop importantes entre le jour et la nuit mais aussi entre les différentes saisons. Ceci permet donc de protéger le mur et d'augmenter sa viabilité.

-Isolation acoustique :

Du fait de leur densité, les murs végétalisés non seulement absorbent les sons, mais améliorent aussi l'isolation acoustique du mur sur lequel ils sont fixés.

Cette densité peut être due à différents facteurs (plus ou moins importants). Les ondes sonores sont absorbées par :

- Le relief du mur
- La souplesse des végétaux
- L'ensemble multicouche du substrat

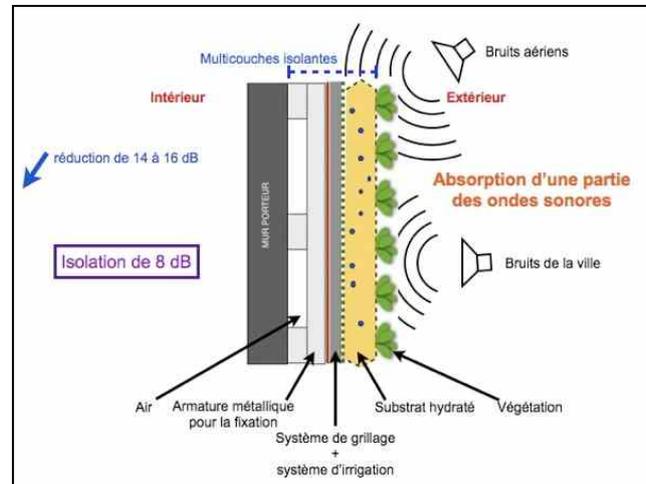


Figure 166 : le schéma de principe d'isolation acoustique  
Source <http://web04.univ-lorraine.fr/ENSAIA/marie/web>

Le schéma ci-dessous localise le végétal dans notre projet sous ses différents aspects.

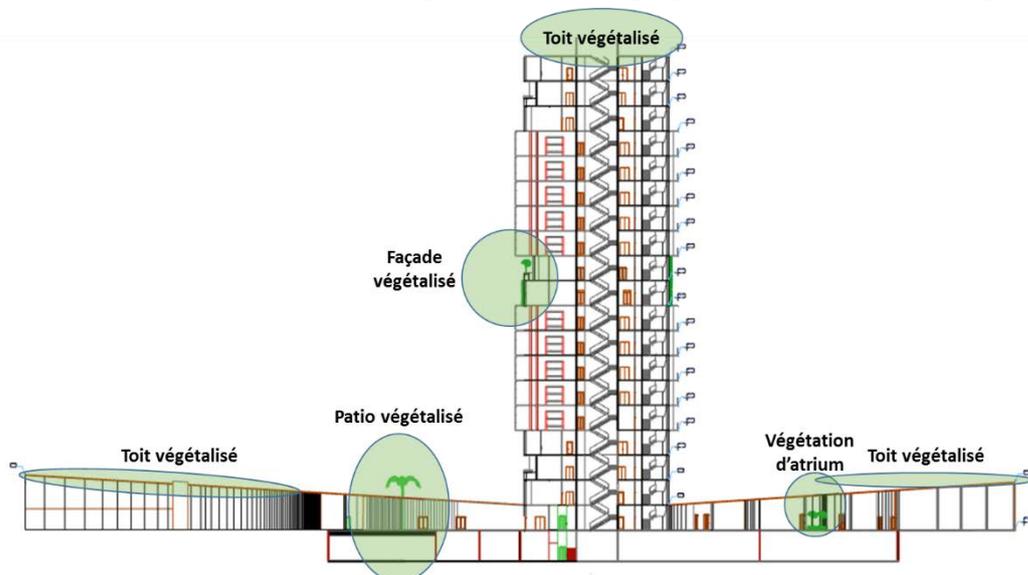


Figure 167 : coupe schématique sur l'emplacement du végétal dans le projet  
Source : auteurs

**IV.4 -Ventilation naturelle :**

Le haut taux d'humidité déduit lors de l'analyse climatique nous a indiqué un besoin en ventilation.

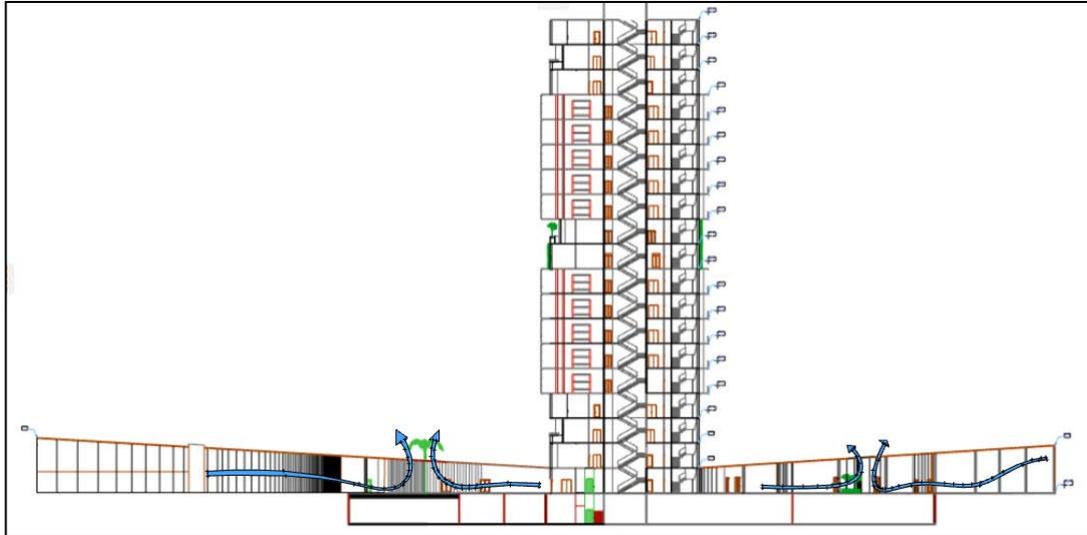


Figure 168 : la ventilation naturelle dans le projet  
Source : auteurs

Les différents percements du toit : patios ouverts et les atriums permettent une bonne ventilation naturelle dans la période estivale en laissant circuler l'air qui se rafraichi à son contact avec la végétation intérieur grâce à l'effet cheminé qui assurera le renouvellement d'air et la ventilation des différents espaces. Les deux rampes du projet sont sur pilotis ce qui permet au vent de circuler avec toute liberté.

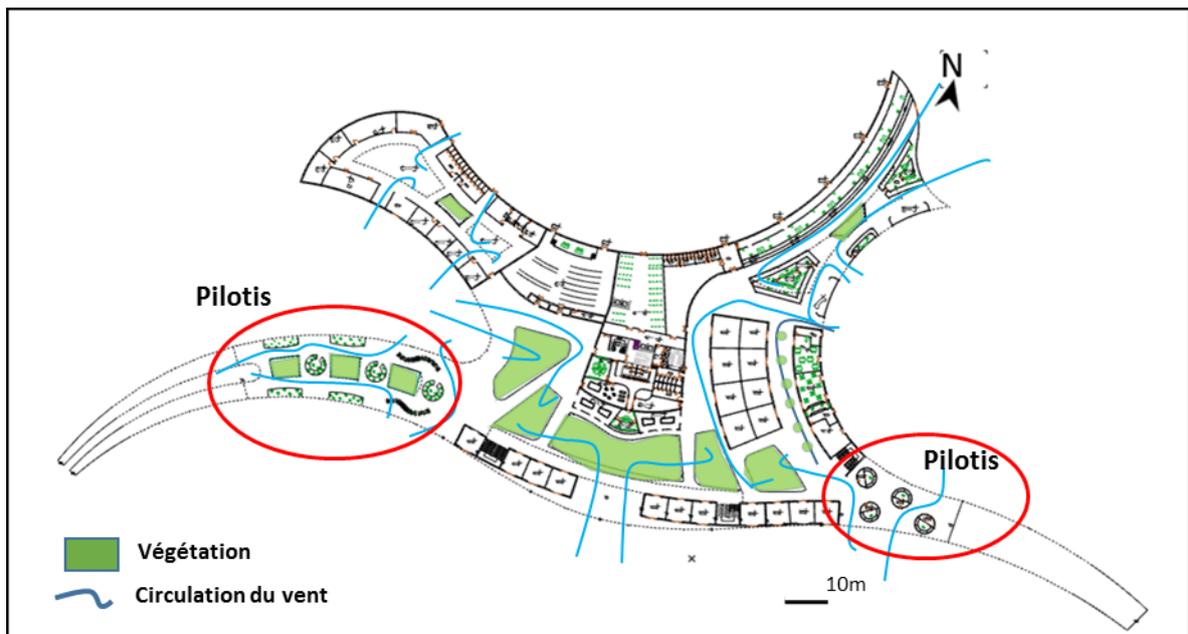


Figure 169 : la ventilation naturelle dans le socle urbain  
Source : auteurs

### IV.5 L'Atrium :

Un atrium est créé, en recouvrant d'une verrière l'espace séparant deux bâtiments. C'est donc un espace protégé, tampon thermique par rapport à l'extérieur et en ouvrant le cœur d'un large bâtiment". Sous ce regard, c'est un puits de lumière qui est recherché.<sup>15</sup>

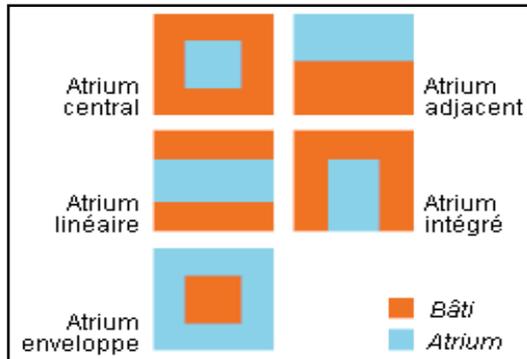


Figure 170 : typologie des atriums source : <http://sites.uclouvain.be/energieplus/fileadmin/resources>

Figure 171 : vue sur atrium Source : <https://www.quora.com/What-is-the-difference-between-a-courtyard-and-an-atrium>

- Un atrium central ou linéaire est à recommander.
- Par contre, les atriums "adjacent" ou "enveloppe" sont à éviter, leur comportement étant celui d'une serre, cas d'un espace en déséquilibre thermique suite à l'excès de surfaces vitrées par rapport aux masses thermiques de stockage. Il y fait trop froid en hiver et trop chaud en été.

#### \*Fonctions des atriums :

- Il permet de bénéficier de l'effet de serre en hiver et d'une ventilation naturelle en été.
- L'éclairage zénithal naturel
- C'est un espace confortable et agréable dont les caractéristiques procurent un bien être psychologique.

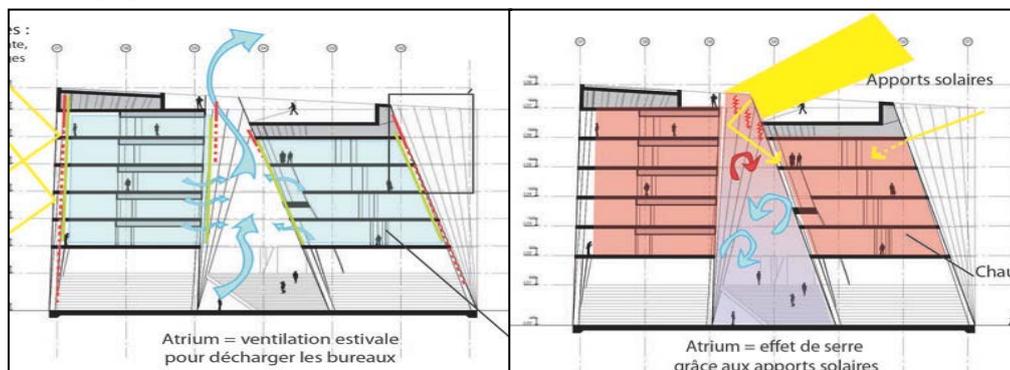


Figure 172 : fonction d'atrium en hiver et été Université de Marie Curie paris 5 Source : <https://fr.pinterest.com/pin/430938258070339077/>

<sup>15</sup> Efficacité énergétique des bâtiments tertiaires « Conception d'un atrium » <http://sites.uclouvain.be/energie-plus/index.php?id=10382>

### VI-5-1 Atrium dans notre projet:

Les atriums du projet sont positionnés dans le socle afin de créer des percements pour alléger le toit étalé et de laisser les espaces respirer.

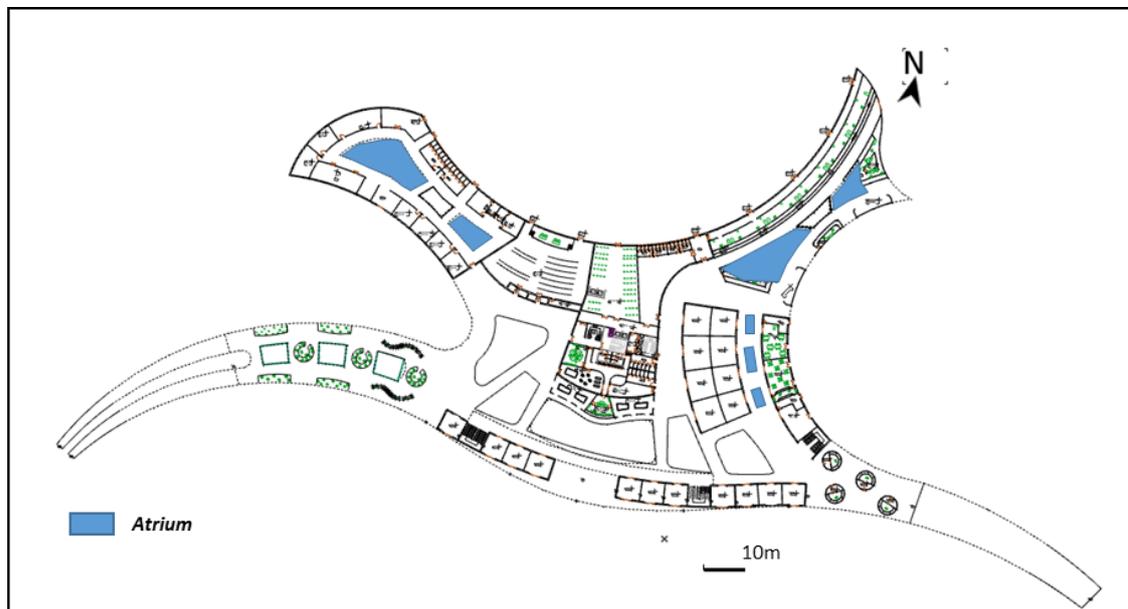


Figure 173 : positionnement des atriums dans le projet  
Source : auteurs

#### Les atriums sont desservis selon le besoin :

Entité : « atelier vert » c’est un espace clos dédié à la formation, la nécessité, de chauffer en hiver et d’aérer en été, est primordiale. Ainsi de doté d’un éclairage naturel ce qui est très favorisant pour les espaces d’apprentissage.

Entité : « marché couvert » et l’espace des boutiques commerciales, c’est des espaces ouverts vers l’extérieur, l’atrium vient pour éclairer tout en appréciant l’espace architectural et souligné les parcours qui guideront les usagers dans la promenade.

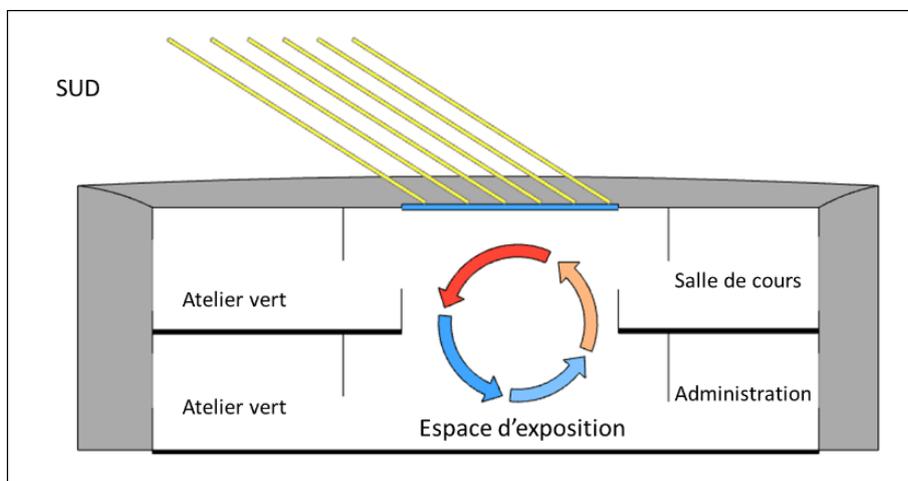


Figure 174 : coupe schématique sur l’atrium de l’entité des ateliers verts en hiver  
source : auteurs

**En hiver**, l'air de l'atrium est sensiblement plus chaud que l'air extérieur. L'atrium sert alors de capteur solaire. Une économie d'énergie importante a lieu sur le préchauffage de l'air neuf.

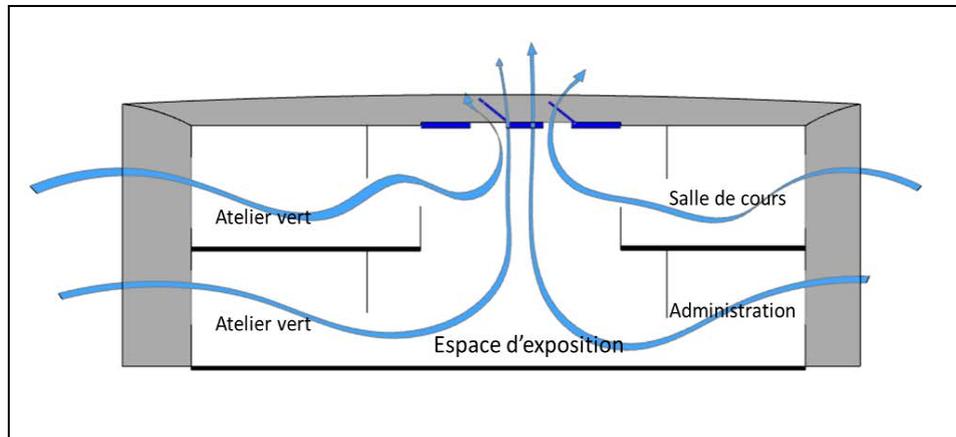


Figure 175 : coupe schématique sur l'atrium de l'entité des ateliers verts en hiver  
Source : auteurs

**En été**, on peut tirer profit de l'effet de cheminée afin de créer un mouvement d'air traversant, de l'extérieur vers l'atrium. Lorsqu'il fait très chaud cette thermo-circulation peut être maintenue la nuit afin de refroidir les structures comprises dans l'atrium. Une ventilation efficace pourra s'établir à condition de disposer d'ouvrants au niveau du sol et de la toiture.

#### **IV.6- Protection solaire :**

En été, ce sont la toiture, les façades Est et Ouest qui sont le plus irradiées. Quant à la façade Sud, elle reste fortement irradiée mais l'angle d'incidence des rayons lumineux est élevé. Il convient donc de protéger les surfaces vitrées orientées Sud via des protections solaires horizontales dimensionnées pour bloquer le rayonnement solaire en été.

Sur les façades Est et Ouest, les protections solaires horizontales sont d'une efficacité limitée car les rayons solaires ont une incidence moins élevée. Il conviendra d'installer des protections solaires verticales.

On a prévu dans notre projet des brises soleil horizontales et verticales afin d'empêcher ou de minimiser la pénétration des rayons solaires, ainsi que les alignements d'arbres qui procurent l'ombre sur les façades.

\*Le calcul des brises :

D'après la superposition de rapport d'angle et la représentation de la trajectoire du soleil en projection, au 21 juin entre 11h et 13h pour une protection à 100% on obtient :

- La hauteur de soleil :  $H = 71.5^\circ$
- L: à 50 cm « espacement entre les brises »
- D : avancement des brises soleil

Le calcul se fait suivant la formule suivante :  $H = \tan Q * d$

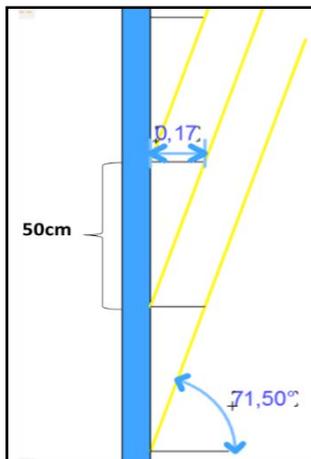


Figure 177 : coupe sur les brises soleil de la facade / source : auteur

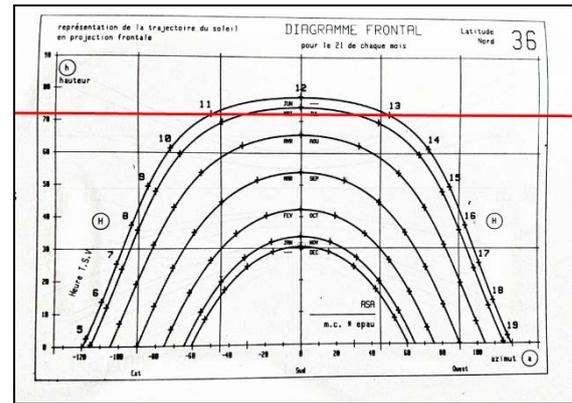


Figure 176: diagramme frontal de la latitude 36  
Source : l'Atlas solaire de l'Algérie TOME 3 MACKEL CAPEDEAU



Figure 178 : vue sur les brises solaires des façades sud  
Source auteur

**IV.7- -Energie renouvelable :**

En plus des ressources passives du projet, des solutions actives utilisent des énergies renouvelables sont mis en place, qui seront aménagées au niveau du toit du projet, permettant de transformer l'énergie solaire en électricité, qui sera par la suite injectée dans le réseau d'alimentation du projet. Les panneaux solaires sont orientés complètement vers le Sud pour capter le maximum des rayons. 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.



Figure 179 : Panneaux solaires sur toiture de la tour  
Source: Auteurs

### IV.8 La récupération des eaux pluviales:

Notre projet a besoin de grandes quantités d'eau pour assurer l'irrigation des serres hydroponiques et les jardins potagers. Ainsi que l'arrosage des espaces vert extérieur.

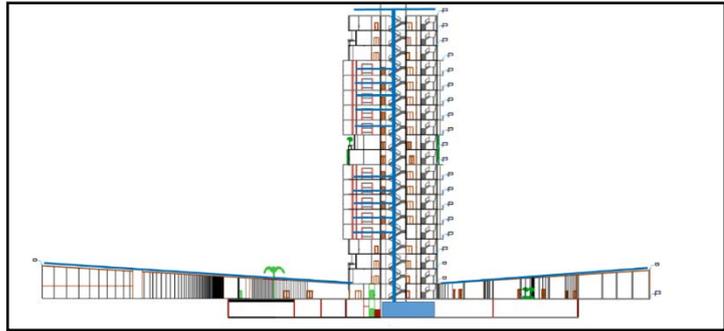


Figure 180 : coupe schématique sur système d'irrigation  
source : auteurs

Nous avons utilisé des toitures végétalisées avec une certaine inclinaison qui permet un

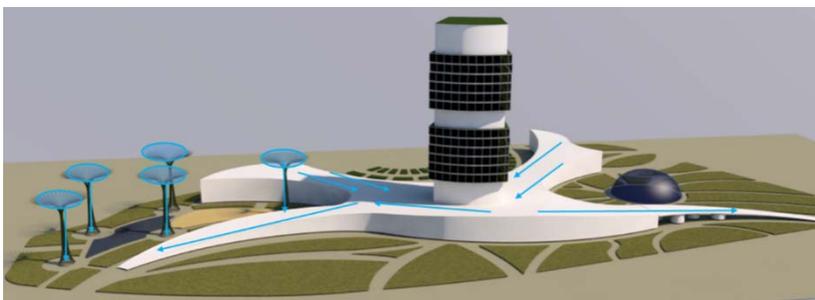


Figure 181 : système de recuperation des eaux pluviales  
Source: Auteurs

drainage de surplus des eaux pluviales, récupérées puis filtrées et stockées dans des réservoirs pour être finalement distribuées.

Des super-trees ont été implanté dans les jardins de loisir servant de support pour les jardins verticaux et de récupération des eaux pluviales. Ce type d'arbre artificiel a été utilisé dans le Garden By The Bay à Singapour dont on s'est inspiré.



Figure 182 : vu sur Garden by the bay Singapore  
Source: <http://www.gardensbythebay.com.sg/en.html>



Figure 183 : schéma de Système de récupération et de drainage des eaux

Source : <https://www.pinterest.com/ezraremey/rain-gardens/>

Les eaux pluviales des espaces extérieurs seront aussi récupérées par le système de jardin de pluies ce qui va permettre d'irriguer les plantes (arrosage naturel) et récupérer le surplus des eaux pluviales.



## **V. Aspect constructif du projet :**

### **V.1 Structure du projet :**

#### **V.1.1- Infrastructure :**

Notre projet repose sur le sol marécageux de BEZ, qui est connu comme sol à faible résistance. Nous estimons que des pieux sont nécessaires pour la faisabilité et la stabilité du projet. Une étude génie civil est nécessaire pour le dimensionnement des éléments.

Le socle ayant un gabarit qui ne dépasse pas R+1 est posé sur une dalle flottante, sauf la partie de la tour qui se développe en R+18 repose sur un radier général.

#### **V.1.2- Superstructure :**

Une structure mixte est choisie pour la stabilité du projet.

##### V.1.2.1- Le socle :

L'utilisation des poteaux en béton armé chaînés par des poutres métalliques dans le socle.

Le choix du béton armé est justifié comme suit :

- ☞ C'est un matériau plus économique que l'acier.
- ☞ Une maîtrise de la mise en œuvre.
- ☞ Disponibilité du matériau.
- ☞ Plus utilisé en Algérie.

Le choix des poutres métalliques est justifié comme suit :

- ☞ Offre de grandes portées.
- ☞ Légèreté du projet.

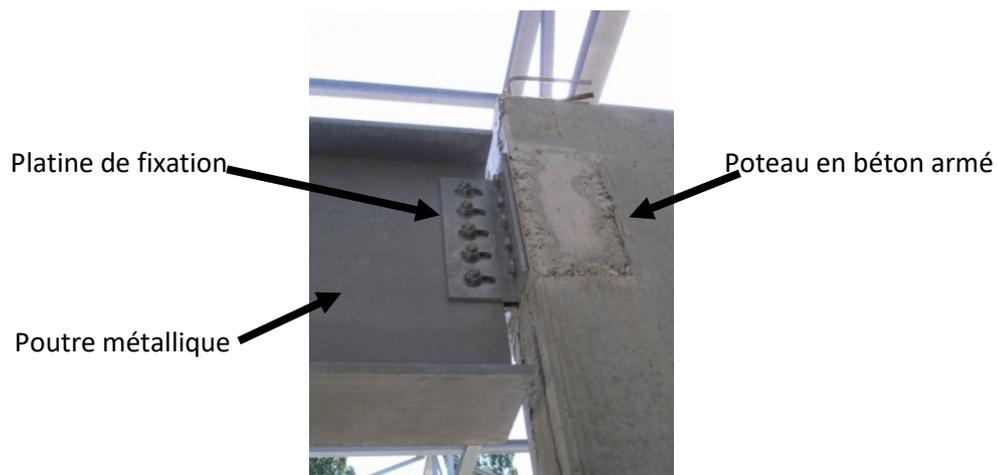


Figure 184 : Détails de jonction poutre métallique- poteau en béton armé  
Source : Collection d'assemblage de structure métallique. Usine Ecole, campus Strasbourg sud

L'ensemble est couvert par un plancher collaborant.

V.1.2.2- La tour :

Pour la tour, on a opté pour un noyau en béton armé, c'est un choix dicté par la fonction qu'abrite la tour : "les serres hydroponiques".

Ce choix nous offre :

- ☞ Des façades dégagées et exposées à un maximum de rayons solaires.
- ☞ Une forte rigidité.

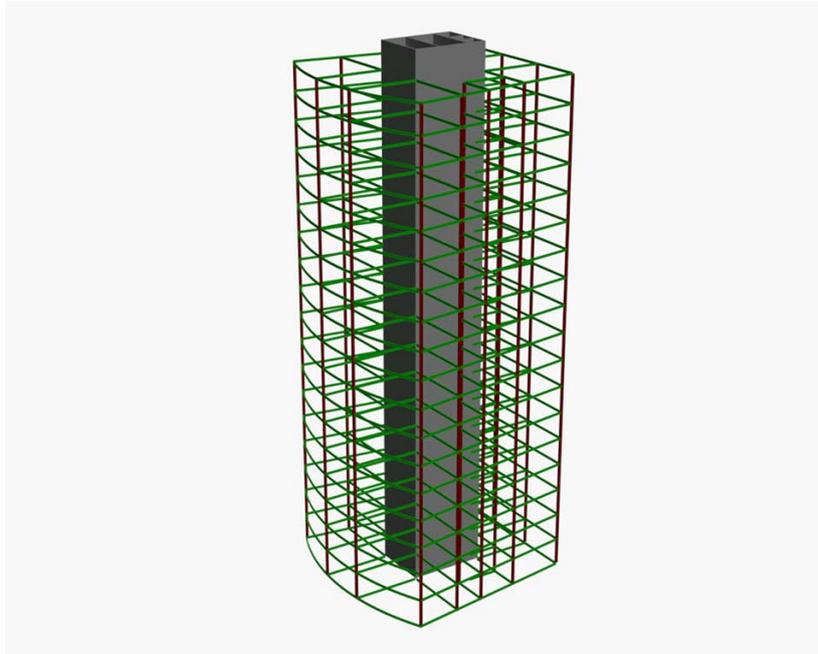


Figure 185 : 3D de la structure de la tour  
Source : auteurs.

Les différents niveaux sont supportés par un plancher collaborant, s'adaptant aux poteaux métalliques.

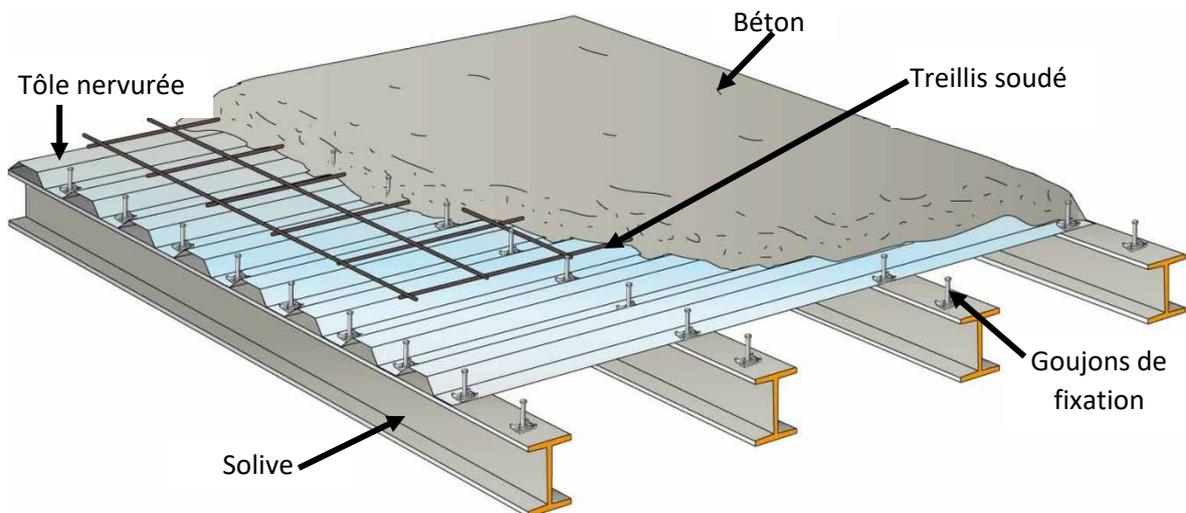


Figure 186 : Détails d'un plancher collaborant  
Source : <http://img.edilportale.com/products/prodotti-126760-prelbf44ebe021374f48bd5dd3c2b5bc6de3.jpg>

## V.2 Toit et murs végétaux :

### V.2.1 Toit végétal :

Des toitures végétalisées sont utilisées dans notre projet comme régulateur hygrothermique, on les retrouve dans la toiture du socle comme sur les niveaux de la tour en type extensif avec une épaisseur de 3-12cm, ayant une portance de 30-150kg/m<sup>2</sup> nécessitant peu d'entretiens. Un toit jardin est prévu au dernier étage de la tour reposant sur une toiture végétale intensive ayant une épaisseur supérieure à 30cm qui peut accueillir les racines des arbres.

Voici le détail de ces toitures :



Figure 187 : Détails de toiture végétalisée.

Source : [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)



Figure 188 : Vu sur toiture végétale du socle

Source : Auteurs

### V.2.2 Façades et murs végétaux :

Le végétal est présent aussi sur des surfaces verticales, on le retrouve à l'extérieur, sur des façades végétales, ou bien même à l'intérieur, sur des murs végétaux. Le but de leur utilisation est la protection du rayonnement solaire intense, profiter des bienfaits du végétal ainsi que l'enjolivement du projet.

Les surfaces verticales dans notre projet accueillent :

- Des façades végétales avec végétalisation « directe » par des plantes grimpantes plantées au pied de la façade.



Figure 189 : Façade végétale  
Source: Auteurs

- Des murs végétaux sur nappe horticole :

C'est un type de mur végétal ayant une simple mise en œuvre facilitant la plantation des végétaux. Une simple ray à l'aide d'un cutter permet de plonger les racines de la plante dans le substrat. C'est le type de mur utilisé par le botaniste Patrick Blanc dans le musée de Quai Branly à Paris.

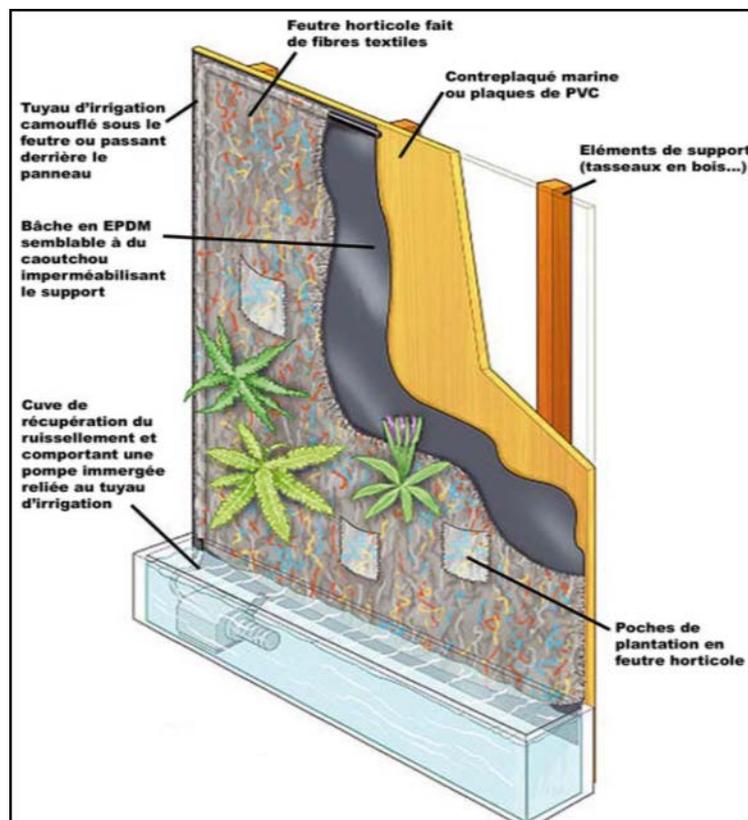


Figure 190 : Détails d'un mur horticole  
Source : RES1209 Végétalisation des bâtiments -rapport pdf--

### V.3 Matériaux :

#### V.3.1 Le verre horticole :

Un verre horticole est choisi pour l'enveloppe des serres hydroponiques pour ses divers avantages qui sont les suivants :

- ✓ Il laisse passer 90% de la lumière disponible en bloquant 99,9% des rayons UV nocifs ;
- ✓ La lumière du soleil ne pénètre pas en ligne droite, mais elle est propagée sur une plus grande surface ;
- ✓ Il offre une excellente résistance à la corrosion, les influences atmosphériques, chimiques, les produits d'entretien et la pluie acide ;
- ✓ C'est un matériau recyclable.

Ce verre repose sur une structure en acier galvanisé, puisque c'est un matériau à la fois souple et résistant, on le choisi galvanisé pour éviter son oxydation.

#### V.3.2 Parois en contact avec les serres :

On propose des murs en placoplâtre de 10cm d'épaisseur, ayant une couche isolante en laine de verre (pour limiter la transmission de chaleur).

#### V.3.3 Le vitrage :

##### ➤ Double vitrage :

Un double vitrage est prévu pour les parties vitrées du socle, assurant une isolation thermique et acoustique.

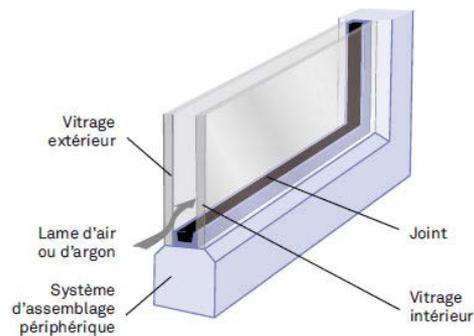


Figure 191 : Détails double vitrage

Source :

<https://allomarcel.com/uploads/editor/schema-double-vitrage-jpg.jpg>

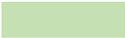


Figure 192 : Simple vitrage

Source : <http://www.platforme-habitat.net/images-contenu/changement-simple-vitrage-2-prix.jpg>

##### ➤ Simple vitrage :

Un simple vitrage est utilisé dans les atriums, permettant l'effet de serre en hiver, qui est amovible permettant ainsi la ventilation en été en l'ouvrant, tout en assurant un éclairage naturel annuel.



## **Conclusion :**

Nous avons essayé à travers notre projet de répondre aux objectifs que nous nous sommes fixés. Nous avons voulu apporter un nouveau regard à ce site qui souffre de négligence et lui donner une identité.

En proposant une nouvelle thématique futuriste : la ferme urbaine, qui se veut **productive, responsable** et **écologique**, offre une perspective de développement urbain durable qui nous permet de concevoir un bâtiment qui respecte l'environnement et qui s'inscrit harmonieusement avec son climat, qu'on peut appeler une architecture bioclimatique.

Enfin, nous espérons à travers notre projet, pouvoir apporter une réponse à notre problématique qui est celle de la mixité sociale et de la concevoir avec le végétal.

## Bibliographie

### **Ouvrages :**

- NEUFERT Ernst. Les éléments des projets de construction. 7ème édition. Edition : DUNOD.
- Trames Vertes Urbaines, Philippe Clergeau, Edition : Moniteur
- L'Arbre En Milieu Urbain, conception et réalisation des plantations, Charles Materne Gitilig, Edition : Infolio.
- Ces plantes qui guérissent l'habitat, Edition Eyrolles (24 novembre 2011)
- L'homme, l'architecture et le climat, Givoni Brauche , Edition : Cep (1978)
- L'architecture écologique. Edition GAUZIN MULLER Dominique. Edition : Le Moniteur. Novembre 2001.

### **Thèses :**

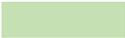
- Evaluation du potentiel écologique vert à Bâb Ezzouar du CBS, MALKI Hichem, EPAU, 2014
- L'apport de la cage d'escalier dans la ventilation naturelle, simulation thermo-aéraulique d'un habitat collectif en Algérie. AIT KACI Zouhir ; Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou. 2014.
- Végétation urbaine : entre effets microclimatiques et représentations des usagers cas de la ville d'Alger, KADRI Wassila , EPAU, Juin 2012
- La densité énergétique comme outil d'orientation de planification pour la maîtrise d'énergie en milieu urbain ; cas de la commune de Bab-Ezzouar à Alger ; Manel AMOURA ;EPAU, septembre 2014.

### **Mémoires :**

- Un parc vivant Une agriculture urbaine au centre-ville de Tunis, Fehmi ELOUAER Mémoire d'architecture, ENAU-Novembre 2015
- Centre D'affaires A Bâb Ezzouar, LARDJANI Nadia, ZALOUK Fariza , UMMTO, 2015-2016
- Musée océanographique à Tipasa OUNAR Nassima, OUADAH Mounira, REZKIOUI Radia, BEN CHIKH Djouza.. Université MOULOUD MAMMERI Tizi-Ouzou. 2014-2015.
- Centre de l'environnement et de développement durable. KENAS Abdelghani DJABER Mohammed, HESSAD Ahmed, AGUENI Mustapha Université MOULOUD MAMMERI Tizi-Ouzou. 2013
- Pôle d'échange multimodal à Bâb Ezzouar, BELGACEM Ali , HAMROUN Nacer UMMTO, 2015-2016.

### **Documents réglementaires :**

- POS montrant l'évolution des aménagements de Bab Ezzouar Alger de 2005 à 2011.
- PDAU. Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme d'Alger. Approuvé en 2011.

- 
- PGA 97. Plan général d'agglomération, carte d'ACL (agglomération chef-lieu) de baba Ezzouar 1995.

#### **Sites internet :**

- <https://fr.climate-data.org/location/>
- <https://www.stefanoerarchitetti.net/en/portfolios/bosco-verticale/>
- <http://www.soa-architectes.fr/fr/>
- [forums.infoclimat.fr](http://forums.infoclimat.fr)
- <http://www.sunearthtools.com>
- <http://www.balmori.com/portfolio/botanical-research-institute-of-texas>
- <https://fr.pinterest.com>
- <http://www.gardensbythebay.com.sg/en.html>
- Google maps
- Google Earth

#### **Documents numérisés :**

- Stratégies d'intégration du végétal dans le projet architectural Enoncé théorique de master Jessica Ruffieux EPFL Architecture 2015-2016 .
- PDF SOA
- Charte pour la biodiversité urbaine le territoire de Marseille.
- Paris Agricole 'cultiver l'urbain'
- Jardin Vertical ou Mur végétal : Les concepts de murs végétalisés.
- La Végétalisation Des Façades Et Des Murs
- Les Fermes urbaines, une opportunité de reconquête des friches industrielles de Lille Métropole
- La palette végétale méditerranéenne et les ambiances bioclimatiques dans le projet d'architecture.
- Impacte du végétal en ville ; plante et cité ; septembre 2014.
- Hydroponics For The Home Gardner; Stewart Kenyon; avril 2002.
- PDF végétalisation des bâtiments.

# ANNEXE

## Annexe :

### Informations sur les serres hydroponiques :

1. Type de culture utilisée : culture hydroponique.
2. Système utilisé :
  - a) Circuit fermé : pour des raisons économiques, permettant de recycler l'eau utilisée.
  - b) Avec substrat (polystyrène) : en raison de sa disponibilité et son prix abordable.
  - c) Culture sur des grilles en aluminium avec un espacement d'un mètre (dans le sens de la hauteur) : on utilise l'aluminium de part sa légèreté, résistance et ne nécessitant que très peu d'entretien. C'est un matériau qui ne rouille pas, stable dans le temps.

### 3. Espèces cultivées :

Tomate ; laitue, concombre; haricot; chou; brocoli; céleri; épinard; poivron; betterave; oignon; aubergine; radis; fraise.

### 4. Quantité produite :

Espèce cultivée	Quantité produite par la ferme
<b>Tomate</b>	864 pièces /2mois/ étage
<b>Laitue</b>	2400 pièces/1 mois/ étage
<b>Aubergine</b>	864 pièces/3 mois/ étage
<b>Concombre</b>	864 pièces/2 mois/ étage
<b>Haricot et pois</b>	21600 pièces/ 2mois et demi/étage
<b>Poivrons</b>	1350 pièces/3mois/ étage
<b>Chou-fleur</b>	600 pièces/3mois/ étage

