

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE 8 MAI 45 GUELMA



FACULTE / DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME

**Mémoire fin d'études pour l'obtention du diplôme de
master en Architecture**

Option : architecture écologique

Thème :

L'architecture et l'agriculture urbaine

Intitulé :

Vers une ville durable, viable et productive

-cas d'étude : ville de Guelma-

Encadré par :

Mme.MIHOUBI Mounira

Présenté par :

ABDELLAOUI Abdenour

Année Universitaire 2018-2019

Remerciements

Tout d'abord on remercie LE BON DIEU le tout puissant d'avoir accordé à nous volonté, Le courage et patience pour mener à terme ce travail. Je tiens tout particulièrement à remercier Mme.Mihoubi Mounira, mon encadrante d'avoir accepté d'encadrer ce travail, Je la remercie pour sa compréhension, ses encouragements, son soutien moral, ses orientations, sa disponibilité scientifique et le temps énorme accordé tout au long de ce travail.

Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury monsieur Dechaicha Assoul et Monsieur meddour Larbi , Madame ouled chikh Roumaissa et Mademe Fekkous Nadia pour leur contribution scientifique lors de l'évaluation de ce travail. Et pour le soutien et l'attention qu'ils nous ont prêtés pendant toute la durée de l'exposition. Je tiens aussi à remercier Boudjahem Houcine chef de département. Je remercie énormément Mes parents pour leurs soutiens moraux et leur aide tout au long de mon cursus, Mes amis proches ainsi que toute personne ayant aidé de près ou de loin à l'achèvement de Mon projet de fin d'études. Il me reste à ne pas oublier de remercier tant de personnes, que je ne peux nommer, de peur d'en oublier.

Résumé

Ce mémoire est basé sur le thème de l'agriculture urbaine dans la ville de Guelma dans le but de proposer des solutions pour parvenir à l'autosuffisance alimentaire à l'avenir, à la lumière de la croissance démographique et de l'érosion des zones agricoles.

Ce projet vise à renforcer les services fournis par la ville et à faire progresser le développement en en faisant un centre d'investissement dans l'agriculture verticale et en le transformant en un centre de formation du premier savoir-faire algérien dans ce domaine.

Mots clés : Agriculture urbaine, Ferme Verticale, Architecture écologique, Wilaya de Guelma.

Abstract

This dissertation is based on the theme of urban agriculture in the city of Guelma with the aim of proposing solutions to achieve food self-sufficiency in the future, in the light of population growth and erosion of areas. farm.

This project aims to strengthen the services provided by the city and to advance development by making it an investment center in vertical agriculture and transforming it into a training center of the first Algerian know-how in this field.

Keywords: Urban agriculture, Vertical Farm, écologiue architecture, Wilaya of Guelma.

هذه المذكرة مبنية حول موضوع الزراعة الحضرية في مدينة قالمة في محاولة لتقديم حلول لتحقيق الاكتفاء الذاتي من الغذاء مستقبلا , في ظل النمو السكاني وتآكل المساحات الزراعية.

هذا المشروع يهدف تعزيز الخدمات التي توفرها المدينة ودفع عجلة التنمية بجعلها مركزا للاستثمار في مجال الزراعة العمودية وتحويلها إلى مركز لتكوين أولى الخبرات الجزائرية في هذا الميدان.

الكلمات المفتاحية : الزراعة الحضرية, مزرعة حضرية, عمارة بيئية, ولاية قالمة .

Sommaire

Remerciements

Résumé	I
Abstract.....	II
ملخص.....	III
Sommaire	IV
Liste de figures.....	VIII
Liste des tableaux	IX

Chapitre introductif

Introduction Générale :	1
La problématique :	2
Les hypothèses :	3
Les objectifs :	3
Méthodologie de travail :	Erreur ! Signet non défini.

CHAPITRE I :

Identification des concepts

Introduction :	5
I.1 L'agriculture urbaine :	6
I.1.1 L'histoire de l'agriculture urbaine :	7
I.1.2 La multifonctionnalité de l'agriculture urbaine	9
I.2 La Ferme verticale :	10
I.2.1 La Ferme :	10
I.2.2 L'agriculture verticale :	11
I.2.3 La ferme verticale :	11
I.2.4 La technologie de la ferme verticale:	12
a- <i>DRIPIRRIGATION</i> :	12
b- <i>HYDROPONICS</i> :	12
c- <i>AEROPONICS</i> :	13
I.2.5 Historique de la ferme vertical :	13
I.2.5.1 Les gratte-ciel à usage mixte :	17
I.2.5.2 Les gratte-ciel de Despommier	18
I.2.5.3 La première ferme verticale :	19

I.3 L'architecture écologique :	21
I.3.1 La consommation d'énergie du bâtiment :	22
I.3.2 La réduction des rejets :	23
I.3.3. Les lignes directrices en architecture écologique :	23
I.3.4 Définir l'architecture et l'urbanisme écologiques :	24
Conclusion :	24
Introduction :	25

Chapitre II :

Etat de l'art

II.1 Expérience N01 Sky Greens & Plantagon – Singapour La première ferme Verticale dans le monde :	25
Présentation :	25
Fiche technique :	26
II.1.1 Analyse architectural :	27
Le programme :	28
II.1.2 Analyse technique :	28
II.2 Expérience N02 AEROFARMS Newark, NJ -La plus grande ferme verticale dans le monde :	31
Présentation :	31
Fiche technique :	32
II.2.1 Analyse architectural :	33
II.2.2 Analyse technique :	34
II.3 Expérience N03 La Ferme Abattoir– la plus grande ferme urbaine aquaponique suspendue d'Europe :	37
Présentation :	37
II.3.1 Analyse architectural :	37
II.3.2 Analyse technique :	38
II.4 Expérience N04 DRAGONFLY - Ferme métabolique pour l'agriculture urbaine :	41
Présentation et situation :	41
Fiche technique :	42
II.4.1 Plusieurs points ont motivé sa création :	42
II.4.2 Analyse architectural :	44
II.4.3 Le fonctionnement :	46
II.4.4 Organisation fonctionnelle :	46
II.4.5 Les caractéristiques écologiques	47
II.4.6-Synthèse	48

Chapitre III : Analyse de cas d'étude

III.1.Présentation de la ville de Guelma :	49
III.2.Climat de Guelma :	49
III.2.1.Microclimat de la ville :	52
III.2.2.Les pratiques parasitaires de l’agriculture urbaine :	52
III.3.Analyse du cas d’étude « L’instituts de Technologie Moyen Agricoles Spécialisés » :.....	54
III.3.1.Motivation de choix du cas d’étude :	54
III.3.2.Présentation du cas d’étude :	54
III.3.3.Historique de L’I.T.M.A.S :	56
III.3.5 Document graphique ancien (plan – plan cadastrale) :	58
III.3.6.Analyse architectural :	61
III.3.6.1. TYPOLOGIE ET PLAN :	61
III.3.6.2.Esthétique et fonctionnement de l’institut :	64
III.3.7.l’organisation des blocks :	69
III.3.8.L’état des blocks :	70
Conclusion :	Erreur ! Signet non défini.
III.4. L’enquête sociologique :	72
III.4.1.Objectif de l’enquête :	72
III.4.2.Les résultats de l’enquête :	72
Conclusion :	77

Chapitre IV : Processus de conception

Introduction :	77
IV.1 L’intégration de L'agriculture verticale :	Erreur ! Signet non défini.
IV .1.1 L’enveloppe de l’agriculture verticale :	78
IV .1.2 Synthèses:	80
IV .1.3 Le programme agricole :	81
Les serres poulailler.....	82
IV .2 Le renforcement des études :	83
IV .2.1 Le programme de zone éducatif :	83
IV .3 Accueil et loisir :	84
IV.4 Administration :	86
IV .5.Analyse de site :	86
IV .5.1. La situation de la ville de Guelma	86
IV.5.2. Présentation et Situation du projet :	87
IV.5.3. La topographie :	88
IV.5.4. L’enseillement et les vents :	89
IV.5.6. Environnement immédiat :	90

IV.5.7. Analyse technique :	91
Conclusion :	91
IV.6. Mise en Forme :	92
IV.6.1 l'organisation spatiale (zoning) :	92
IV.6.2 le concept :	93
IV.6.2.1 voronoï :	93
IV.6.2.2 La Définition Mathématique :	94
IV.6.2.2 L'application du voronoï diagramme sur le zoning :	96
Conclusion Générale	
Conclusion Générale :	96
Références bibliographiques	
Références Bibliographiques	100

Liste de figures

Figure 1 : Exemples d'agricultures urbaines en pays du nord. De gauche à droite: (a) jardin associatif aux Mureaux (78), (b) la Lufa Farm à Montréal	7
Figure 2 : la relation ville-agriculture à travers l'histoire	9
Figure 3 : la Multifonctionnalité de l'agriculture urbaine.	10
Figure 4 : rapport d'évolution de la population mondiale et les besoins alimentaire.....	11
Figure 5 : les trois technologies quelle sont les piliers de l'intérieure de chaque ferme verticale,.....	12
Figure 6 : Lot de choix en acier. Magazine de la vie. 1909.....	15
Figure 7 : Highrise of Homes by SITE. 1972.....	16
Figure 8 : Apparence des bâtiments par Ken Yeang.....	17
Figure 9 : La ferme verticale de Dick Despommier.	18
Figure 10 : Ferme verticale de Singapour. 2012.....	19
Figure 11 : Bâtiment de ferme vertical « Mardi », Malaisie.....	20
Figure 12 : schéma d'un bâtiment passif, l'architecture durable passe avant tout par la maîtrise de l'énergie.....	22
Figure 13 : Sky Greens & Plantagon	25
Figure 14 : situation de la FV SKY greens	26
Figure 15 : sky greens vue du ciel.....	27
Figure 16 : Structure du bac à légumes de Sky Greens.	29
Figure 17 : Système A-Go-Gro de Sky Greens	30
Figure 18 : Structure de ferme verticale des Sky Greens à Lim Chu Kang	30
Figure 19 : L'hydroponie - le système de nourriture a Sky Greens	31
Figure 20 : Aerofarms	32
Figure 21 : Situation de la FV aerofarms	33
Figure 22 : Vue aérienne sur AeroFarms.....	34
Figure 23 : Aerofarms prévoit de développer 1,5 million de livres de légumes-feuilles au milieu de Newark.....	35
Figure 24 : AeroFarms utilise des techniques aéroponiques sans sol innovantes pour maximiser le rendement et la densité et minimiser l'utilisation d'eau et d'énergie.....	36
Figure 25 : L'aéroponie - le système de nourriture a Aerofarms	36
Figure 26 : La Ferme Abattoir.....	37
Figure 27 : La ferme sur le toit du FOODMET.....	38
Figure 28 : La ferme sur le toit du FOODMET.....	40
Figure 29 : situation de La Ferme DRAGONFLY	41
Figure 30 : La Ferme DRAGONFLY	42
Figure 31 : La Ferme DRAGONFLY niveau +00.00et déférente coupe	44
Figure 32 : La Ferme DRAGONFLY déférente plan des niveau	45
Figure 33 : La Ferme DRAGONFLY plan de toiture	45
Figure 34 : Situation géographique de la ville de Guelma.....	49
Figure 35 : Interprétation des données météorologiques de Guelma : période 95-2004	51
Figure 36 : Quelques pratiques parasitaires de l'agriculture urbaine observées sur le terrain, (Une agriculture male organisée localisée au centre, est, ouest et sud-ouest de la ville)	53
Figure 37 : situation de I.T.M.A.S .Source PDAU intercommunal édition 2014.	55
Figure 38 : Photos anciennes de l'institut	57
Figure 39 : Plan de cadastral	58
Figure 40 : vue sur les Façades.....	64
Figure 41 : Façade principale.....	65

Figure 42 : une vue de l'intérieure de l'agriculture verticale Source: A Review of Vertical Farming Technology: A Guide for Implementation of Building Integrated Agriculture in Cities	78
Figure 43 : Structure générale de l'agriculture verticale avec sa mise en page.....	79
Figure 44 : l'évolution de la tâche agricole a la wilaya de Guelma.	80
Figure 45 : la situation de terrain par rapport a la ville de Guelma	87
Figure 46 : la situation du terrain Par rapport à la ville de Guelma.	87
Figure 47 : la forme du terrain.	88
Figure 48 : coupe longitudinale & coupe transversale sur le terrain.	88
Figure 49 : les courbes de niveau	89
Figure 50 : l'ensoleillement et les vents dominant.	89
Figure 51 : Environnement immédiat.....	90
Figure 52 : Environnement immédiat.....	90
Figure 53 : la circulation mécanique Source: auteur.....	91
Figure 54 : l'organisation spatiale.	92
Figure 55 : méthode géométrique pour la génération de voronoï diagramme.....	93
Figure 56 : voronoï diagramme dans la nature.	93
Figure 57 : L'application du voronoi et la délimitation des zones a l'aide de l'extention « VoronoïXY » sur sketchup.	96
Figure 58 : La création du volume selon le schéma de principe.	97
Figure 59 : L'acte sur le volume pour enrichirai le contexte.	97
Figure 60: L'organisation spatio-fonctionnelle.....	98

Liste des tableaux

Tableau 1 les données climatiques de la ville de Guelma.	52
---	----

Liste des plans

Plan 1: PLAN R.D.C (Sky Green)	28
Plan 2 : plan de block central	60
Plan 3 : Schéma de la composition Volumétrique	61
Plan 4 : plan RDC	62
Plan 5 : plan Etage	63

Chapitre introductif

Introduction Générale

Profondément ancré dans les débats actuels, l'alimentation suscite un intérêt grandissant de la part des institutions politiques, des producteurs et des consommateurs. Au centre de ces débats, des questions fondamentales sont posées sur la crise alimentaire mondiale, les dégâts environnementaux causés par l'agriculture et l'élevage intensif, les impacts de l'alimentation sur la santé, la qualité et la quantité des produits consommés, la malnutrition, l'obésité, l'épuisement des surfaces arables à travers le monde, ainsi que de nombreuses autres interrogations inscrites à la fois dans le présent et le futur¹. De la même manière, les villes sont remises en cause quant à leurs expansions, à leur besoin grandissant d'espaces et d'énergie, tout en étant désignées comme la principale origine des désordres environnementaux et sociaux². En parallèle, une fracture distance de plus en plus les relations entre le monde urbain et agricole pourtant interdépendants. Depuis la modernité, les villes perdent progressivement leurs liens avec leurs campagnes et tendent vers un approvisionnement alimentaire de plus en plus global et fragile³. Face aux problématiques de notre siècle, des alternatives apparaissent, permettant de repenser les systèmes agricoles et urbains sur lesquels se sont développées les sociétés humaines afin de définir de nouveaux modes de vies urbains.

Dans cette perspective, l'agriculture urbaine semble posséder certaines caractéristiques permettant d'enrayer les mécanismes de crise. De plus en plus présent dans les débats, les colloques et dans les médias tout public, l'agriculture en ville interroge la relation ville-nature en intégrant une dimension productive à cette dernière et en apportant de la complexité aux villes par l'apport de fonctions supplémentaires. Qu'elle soit intégrée aux villes depuis toujours ou qu'elle soit résurgence, l'agriculture urbaine permet de répondre à des besoins alimentaires et des volontés sociales, économiques et environnementales. Sollicitées par les citoyens, elle permet de créer des liens sociaux entre les habitants. Il faut entendre par « résurgence » le phénomène d'une ré-application de pratiques agricoles urbaines qui, pour diverses raisons, se sont éclipsées. Ce cadre précis différencie les villes où l'agriculture

¹Jean-Paul Charvet est professeur de géographie agricole et rurale à l'université de Paris

²Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat est un organe intergouvernemental des Nations Unies qui se consacre à fournir au monde une vision scientifique objective du changement climatique, de ses impacts et risques naturels, politiques et économiques,..

³Johann Heinrich von Thünen, sometimes spelled Thuenen, was a prominent nineteenth century economist and a native of Mecklenburg-Strelitz in northern Germany

urbaine a toujours un rôle important de celles où les pratiques agricoles urbaines réapparaissent pour de multiples raisons.

La problématique

Face a la croissance démographique dans nos ville, l'exode rurale, les crises économiques et environnementales en plus le manque de disponibilité de nourriture va devenir une réalité, Le rapport de la FAO⁴ indique également que pendant les 20 prochaines années, plus de personnes pauvres et sous-alimentées, dans les pays en développement, vivront dans les villes plutôt qu'à la campagne⁵.

En 2050 nous orant plus de 9 milliards bouches a nourrie donc il est important de repenser comment nous allons produire tout la production alimentaire pour les payes développer, les payes envois de développement et les payes sous développements (Vincent Callebaut)⁶ Guelma, comme toutes les villes algériennes, a connu une forte croissance démographique en raison de l'exode rural, où la population de la ville a augmenté rapidement et de manière surprenante, en particulier dans les années 90, ce qui a entraîné le transfert d'activités agricoles vers la ville de manière parasite, compromettant ainsi la sécurité alimentaire ,

«ظاهرة النزوح الريفي لا بد من النظر إليها في أبعادها الديموغرافية والسوسيو اقتصادية والنفسية»

(... Le phénomène de l'exode rural doit être vu dans ses dimensions démographique, socio-économique et psychologique ...)

«.....مع أن الوضع كان واضحا على حساب الثورة الزراعية وهو ما ترتب عنه من معاناة حادة في النقص الغذائي

والتبعية الغذائية الدائمة للغرب مهما بذلت من محاولات في هذا الصدد الآن»

(... Bien que la situation soit claire au détriment de la richesse agricole, qui a entraîné de graves souffrances Malgré la pénurie de nourriture et la dépendance de l'approvisionnement permanent de l'Occident, peu importe le nombre de tentatives faites à cet égard à présent)⁷ , ainsi, **Comment développer et concentrer les petites activités agricoles dans la ville**

⁴L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

⁵ Kobakiwal, 2001

⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=od2junR7R9Y&t=89s>

⁷Facteurs et implications du phénomène de l'exode rural en Algérie - Une étude de terrain - Chashar Wilayat Khanshala - Abdel Ghani Katali 2009-2010

afin de créer des installations prenant en charge les aspects économiques, sociaux et environnementaux ?

Les hypothèses

Nos observations préliminaires sur le terrain et son environnement nous ont menai à mettre l'hypothèse suivante :

L'intégration des activités semi-agricoles et l'élevage dans la ville est devenue une scène qui appelle à la construction des structures, des institutions et des centres de recherche et les orientent vers la source de revenus et le soutien matériel et environnemental à travers une architecture et une planification urbaine durables pour atteindre la capacité d'absorption et de développement.

Les objectifs :

-assurer la relation ville nature : La nature contribue à un cadre de vie de qualité, elle est synonyme d'agrément et de pollution limitée. La nature en ville apporte la composante environnementale du concept de ville durable.

- une architecture écologique : faire une architecture qui rependre aux besoins alimentaires des villes.

- Réduire les intermédiaires dans les modes de production : le système d'autosuffisance alimentaire engendré par la construction d'une telle structure réduit considérablement l'utilisation des moyens de transport. Dans un avenir proche, Les carburants disponibles deviendront insuffisants, trouver une alternative devient donc indispensable.

La structure du mémoire :

Notre méthodologie de travail s'appuie sur deux parties :

La première partie est une partie théorique où nous allons identifier dans le chapitre 01, les concepts liés à notre recherche (sujet de recherche), tel que la ferme urbaine et l'agriculture urbaine, et dans le second chapitre nous développons l'état de l'art sur l'approche de recherche et les différentes expériences internationales.

La deuxième partie est une partie analytique où nous allons faire une analyse descriptive architecturale de quelque exemple pour arriver vers la fin et par l'application de la méthode du diagramme de ' voronoï ' au processus de la conception de notre projet qu'il s'agit d'une ferme urbaine futuristes.

Les outils utilisés dans notre travail sont des cartes et des schémas, photos sur terrain et logiciel de modélisation.

PARTIE 01 :

Partie Théorique

CHAPITRE I :
Identification des concepts

Introduction

« L'agriculture urbaine, par son caractère multifonctionnel, s'impose progressivement et internationalement comme un axe stratégique de développement urbain. Elle permet en effet de répondre à de nombreux enjeux liés à l'alimentation durable et à l'évolution socio-économique des villes : emploi, démographie, pollutions, inégalités sociales, circuits courts,.... »⁸

Nous identifions dans ce chapitre les concepts retiré de l'hypothèse et de notre sujet de mémoire tel que : L'agriculture urbaine et L'agriculture verticale. Puis à travers une étude diachronique nous analysons chaque concept et en fin nous mettons l'accent sur la relation entre L'agriculture urbaine, L'agriculture verticale, La Ferme verticale et L'architecture écologique.

⁸ Bruxelles environnement, mai 2014, 46 p.

I.1 L'agriculture urbaine

Agriculture : «ensemble des activités développées par l'homme, dans un milieu biologique et socio-économique donné, pour obtenir les produits végétaux et animaux qui lui sont utiles, en particulier ceux destinés à son alimentation»⁹.

Urbaine : «Qui concerne la ville, qui appartient à la ville, par opposition à rural. Garde urbaine »¹⁰.

Définition de la FAO : « l'agriculture urbaine et périurbaine (AUP) se réfère aux pratiques agricoles dans les villes et autour des villes qui utilisent des ressources - terre, eau, énergie, main d'œuvre - pouvant également servir à d'autres usages pour satisfaire les besoins de la population urbaine. L'agriculture urbaine (AU) se réfère à des petites surfaces (par exemple, terrains vagues, jardins, vergers, balcons, récipients divers) utilisées en ville pour cultiver quelques plantes et élever de petits animaux et des vaches laitières en vue de la consommation du ménage ou des ventes de proximité »¹¹.

«L'agriculture en milieu urbain implique l'utilisation de petits terrains comme les parcelles vacantes, des jardins et des toits des maisons pour cultiver ou pour élever des animaux de basse-cour ou des vaches laitières. Cela peut prendre de nombreuses formes, allant du "micro-jardin" à de plus grands projets»¹².

Selon Moustier¹³ : « l'agriculture périurbaine - correspondant à l'agriculture urbaine selon la terminologie anglo-saxonne - est considérée comme l'agriculture localisée dans la ville et à sa périphérie, dont les produits sont destinés à la ville et pour laquelle il existe une alternative entre usage agricole et urbain non agricole des ressources; l'alternative ouvre sur des concurrences, mais également sur des complémentarités entre ces usages : foncier bâti et foncier agricole; eau destinée aux besoins des villes et eau d'irrigation; travail non agricole et travail agricole; déchets ménagers et industriels et intrants agricoles; coexistence en ville

9 <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/agriculture/1773>

10 <http://dictionnaire.sensagent.leparisien.fr/URBAIN/fr-fr/#anchorLittre>

11 FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, The state of food insecurity 111 the world Rome, 1999, 32 pages.

12 FAO Agriculture urbaine et sécurité alimentaire ,Journée mondiale de l'environnement: des villes plus vertes

13 Moustier économiste et directrice de l'UMR Moisa

d'une multiplicité de savoir-faire due à des migrations, cohabitations d'activités agricoles et urbaines génératrices d'externalités négatives (vols, nuisances) et positives (espaces verts)»¹⁴.



Figure 1 : Exemples d'agricultures urbaines en pays du nord. De gauche à droite: (a) jardin associatif aux Mureaux (78), (b) la Lufa Farm à Montréal

Source : (www.lufa.org).

I.1.1 L'histoire de l'agriculture urbaine

« *L'agriculture urbaine est une réalité aussi ancienne que la ville elle-même* »¹⁵

Des plus anciennes traces de jardins productifs dans la région mésopotamienne et en Egypte en 7000 ay. J.C. en passant par [l'Empire romain, l'époque médiévale, jusqu'à la renaissance, l'agriculture et la ville entretenaient une relation interdépendante. Le développement de l'agriculture a permis de produire plus et d'améliorer l'approvisionnement alimentaire. Grâce à elle, les systèmes sociaux se sont développés et complexifiés, tout en augmentant la population mondiale. Aujourd'hui, la confrontation entre la ville et la campagne, par extrapolation la ville et l'agriculture, est un phénomène lié à des mutations urbaines et agricoles. Jusqu'au début de l'XX^e siècle, les villes étaient physiquement délimitées. Elles maintenaient dans leurs périphéries proches les élevages et les terrains d'agriculture nécessaires aux besoins alimentaires des citoyens. Ces rapports ont évolué lorsque la

14R NAHIMNS & Y. LE CARO, op. cit.

15Encyclopédie de L'Agora, <http://agora.qc.ca>

modernité a apporté ses innovations techniques. Grâce à un acheminement rapide et un conditionnement des aliments de plus en plus performant¹⁶, les villes ont pu s'étendre tout en assurant leurs approvisionnements alimentaires pour former les aires périurbaines que nous connaissons aujourd'hui¹⁷. L'étalement urbain (NEWRVIAN & KENWORTHY, 1989) a ainsi entraîné une disparition progressive des ceintures agricoles ce qui a profondément transformé les rapports ville/campagne, mais également l'agriculture. Les maraichages de subsistances et les champs de pâturage se sont transformés en d'immenses exploitations agricoles et hangars d'élevages industriels. Aujourd'hui, grâce au marché économique mondial, les flux de circulation de biens se multiplient et se déploient à l'échelle planétaire. Les relations entre ville/campagne sont donc, non seulement de plus en plus distantes mais deviennent, en prenant exemple sur les délocalisations industrielles, des délocalisations territoriales¹⁸. Ce système ne repose plus seulement sur une importation additionnelle des denrées d'un pays à un autre, mais sur une réelle dépendance d'approvisionnement.

Pour la première fois depuis l'histoire des hommes, la population urbaine est égale à la population rurale et les estimations de la FAO annoncent qu'à l'horizon 2050, « la population mondiale avoisinera les 10 milliards d'individus dont 80% vivant en milieu urbain ». Cet accroissement continu de la population urbaine entraîne une accélération du phénomène d'étalement urbain.

16Crouzet est une entreprise de InnoVista Sensors. La société, fondée en 1921

17Le Dictionnaire Vidal est un ouvrage médical français rassemblant des résumés des caractéristiques du produit de médicaments

18Processus qui consiste ce qu'un pays investisseur loue ou achète des terrains agricoles d'un pays capable pour exploiter et renvoyer la production dans le pays investisseur.

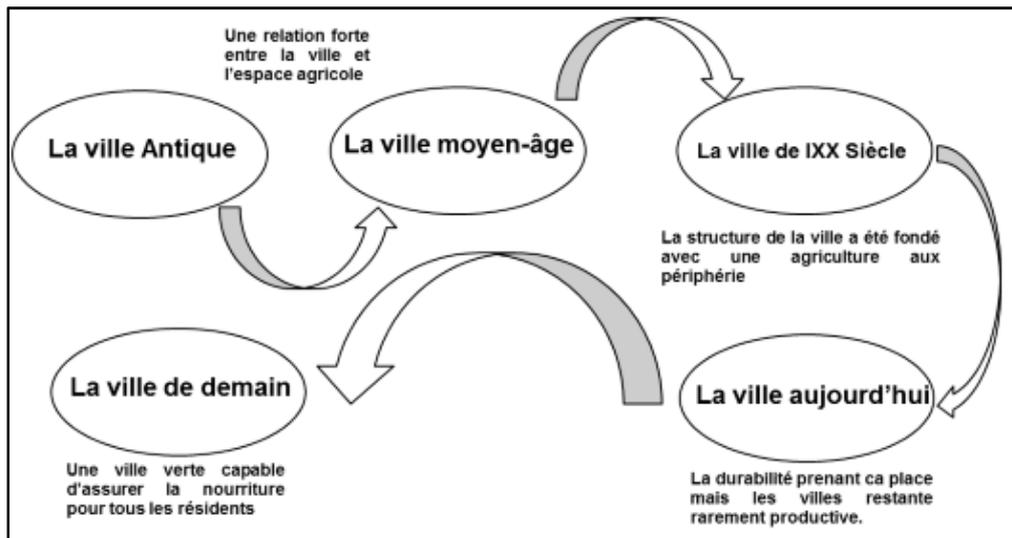


Figure 2 : la relation ville-agriculture à travers l'histoire

Source : auteur

I.1.2 La multifonctionnalité de l'agriculture urbaine

L'agriculture urbaine ne correspond pas à une seule fonction pour les citoyens et citoyennes. Une planification urbaine doit en tenir en visant le développement d'une variété d'initiatives qui rejoindront les différents besoins du milieu. Dans la littérature scientifique, les fonctions de l'agriculture urbaine sont identifiées de multiples façons : l'aménagement urbain par l'appropriation citoyenne des espaces vacants; l'environnement au sens large, incluant la défense de la biodiversité urbaine et le flux de matière et d'énergie au sein de l'écosystème urbain, l'éducation (sensibilisation, autonomisation personnelle et politique, formation citoyenne); le développement économique et la lutte contre la pauvreté, la sécurité alimentaire abordant l'autosuffisance alimentaire, les loisirs, via les espaces de détente et le contact avec la nature qu'elle offre, les interactions sociales, la santé en permettant l'activité physique en plein air et des aliments de qualité. En somme, les fonctions de l'agriculture urbaines sont nombreuses puisqu'elles incluent l'aménagement urbain, l'environnement, l'économie, la sécurité alimentaire, la santé, le loisir, l'éducation et les interactions sociales.

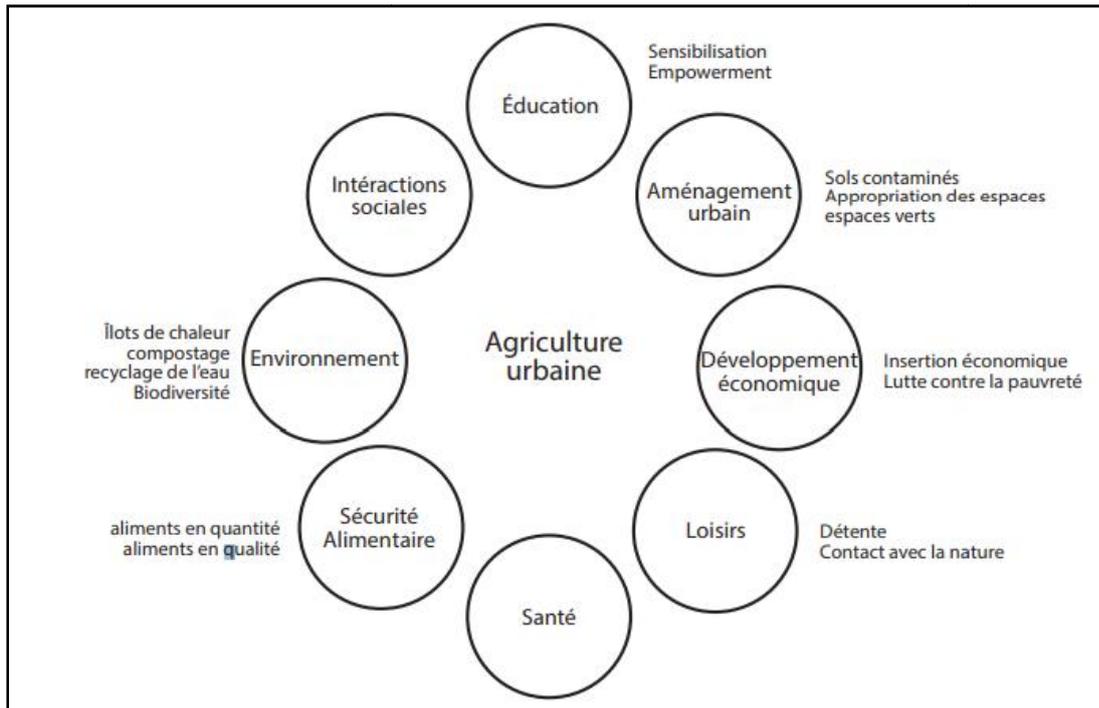


Figure 3 : la Multifonctionnalité de l'agriculture urbaine.

Source : Tirée de Wegmuller et Duchemin, 2010, p. 14.

I.2 La Ferme verticale

I.2.1 La Ferme :(Unité économique et sociale élémentaire où se réalise la production agricole)¹⁹.

«Growing food and raising livestock for 6.8 billion people require land equal in size to South America. By 2050 another Brazil's worth of area will be needed, using traditional farming; that much arable land does not exist»²⁰. –Dickson.D²¹-

¹⁹ https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/exploitation_agricole/187239

²⁰ The Rise of Vertical Farms Article in Scientific American · November 2009

²¹Dickson D. Despommier, est. Un microbiologiste, écologue et professeur de santé publique et de santé environnementale à l'université Columbia de New York.

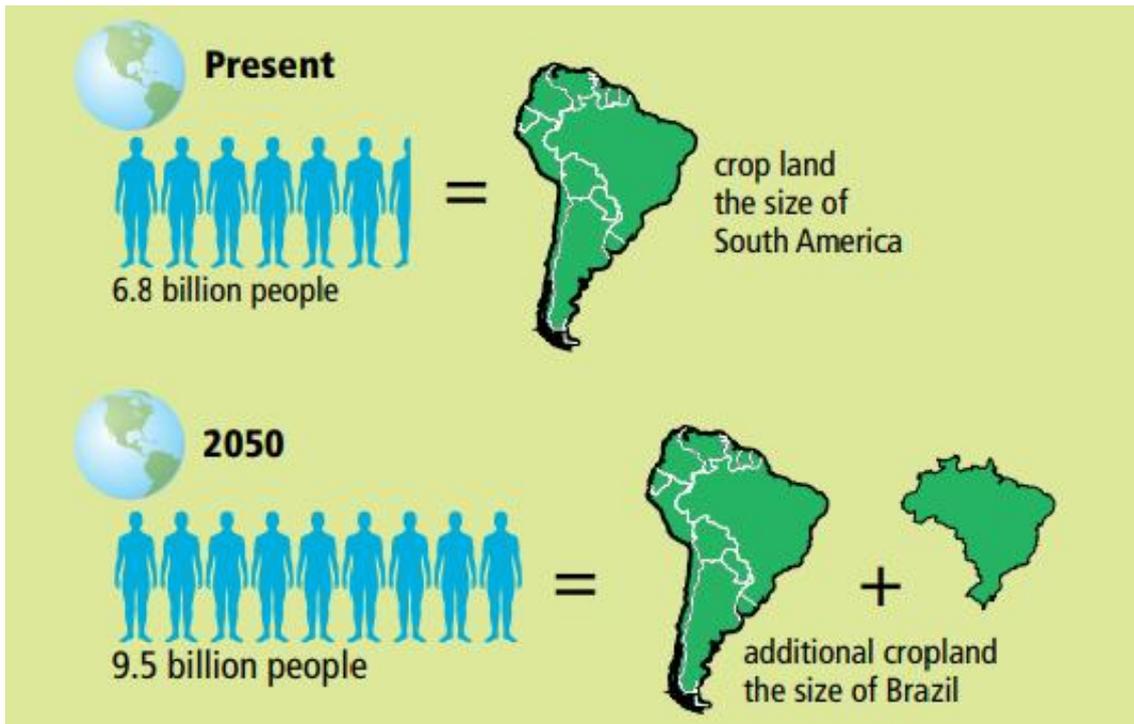


Figure 4 : rapport d'évolution de la population mondiale et les besoins alimentaire

Source: D.D the Rise of Vertical Farms, November 2009

I.2.2 L'agriculture verticale :

C'est un légume cultivé verticalement par de nouvelles méthodes agricoles, qui associent la conception de bâtiments et de fermes dans un bâtiment de grande hauteur dans les villes. Cette technologie doit être manifeste à la fois dans la technique agricole et dans la technologie architecturale²².

I.2.3 La ferme verticale

C'est un corrélat de la ville moderne, offrant une stabilité tout en acceptant le changement. Loin des fantasmes, la ferme verticale récupère les gaines et les technologies disponibles à l'ouverture du XXI^e siècle en organisant et en redistribuant des pièces sans rapport les unes avec les autres, en greffant tout ce qui est disponible, des systèmes de contrôle de la biosphère de la NASA à la technologie Greenhouse. Ce qu'il est essentiel de comprendre dès le départ,

²² A Review of Vertical Farming Technology: A Guide for Implementation of Building Integrated Agriculture in Cities October 2017

c'est que la ferme verticale est un système complexe plutôt qu'un bâtiment unique. En d'autres termes, la ferme verticale n'est pas simplement un bâtiment dans lequel vous cultivez des tomates et du maïs raccourci situé dans un environnement urbain; au contraire, la ferme verticale est une partie fonctionnelle du système urbain lui-même²³.

I.2.4 La technologie de la ferme verticale

D'après Dickson.D il ya trois technologie quelle sont les piliers de l'intérieure de chaque ferme verticale :

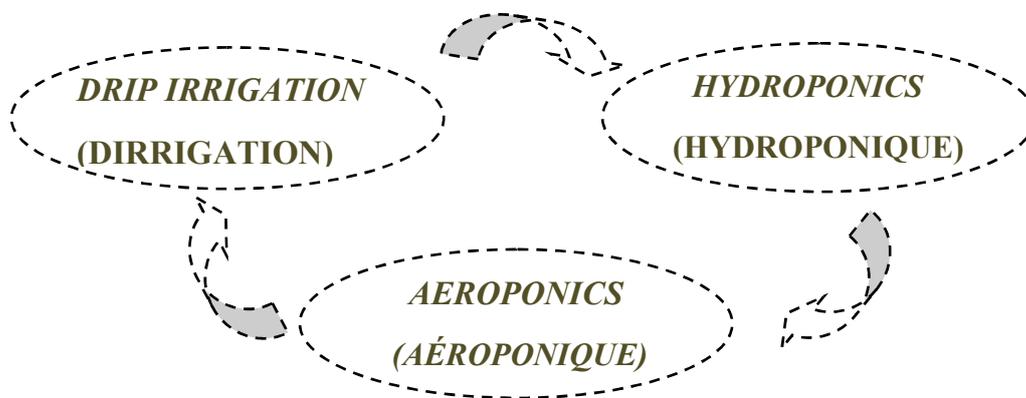


Figure 5 : les trois technologies quelle sont les piliers de l'intérieure de chaque ferme verticale,

Source : D.D the Rise of Vertical Farms, November 2009

a- **DRIP IRRIGATION**

(LA DIRRIGATION) Les plantes poussent dans des auge de matériaux légers et inertes, tels que la vermiculite, réutilisées pendant des années. Un petit tuyau à la surface laisse couler de l'eau chargée de nutriments à la base de chaque tige. Bon pour les grains (blé, maïs).

b- **HYDROPONICS**

(L'HYDROPONIQUE) Les plantes sont maintenues en place, de sorte que leurs racines se trouvent dans des auge ouvertes; de l'eau contenant des nutriments dissous circule continuellement sur eux. Bon pour beaucoup de légumes (tomates, épinards) et baies.

²³the verticalfarmtheoriginofa21stcenturyarchitecturaltypology.2008

c- *AEROPONICS*

(L'AÉROPONIQUE) Les plantes sont maintenues en place afin que leurs racines pendent dans un air infusé de vapeur d'eau et de nutriments. Bon pour les plantes-racines (pommes de terre, carottes)

I.2.5 Historique de la ferme vertical

«*We live vertically, so why can't we farm vertically?* »²⁴.

Le concept de fermes verticales (FV), tel qu'il est compris aujourd'hui, est très différent des intentions initiales ou des idées de ce concept.

Aujourd'hui, les défenseurs de la fibre de verre soutiennent qu'«en permettant aux fermes de plein air traditionnelles de retrouver leur état naturel et en réduisant les coûts énergétiques nécessaires au transport des aliments vers les consommateurs, les fermes verticales pourraient atténuer considérablement le changement climatique produit par l'excès de carbone atmosphérique. Les critiques ont noté que les coûts de l'énergie supplémentaire requise pour l'éclairage artificiel, le chauffage et les autres activités agricoles verticales l'emporteraient sur les avantages de la proximité du bâtiment aux zones de consommation. »

L'une des premières idées de ferme vertical a été publiée dans le *Life Magazine* en 1909 (Figure 5), où se dressait un grand bâtiment qui cultive des aliments à des fins de consommation.

Les architectes comme Le Corbusier dans les *Immeubles-Villas* (1922) reprennent quelques idées liées au concept de la ferme verticale. *Highrise of Homes* (1972)²⁵ a imaginé une version moderne de l'idée du *Life Magazine* de 1909, qui consiste à placer les maisons avec des jardins à la verticale (Figure 6).

De nombreux exemples construits dans de hauts bâtiments utilisant la culture hydroponique sont décrits dans le texte canonique de «*The Glass House*» de *John Hix*. Certains d'entre eux sont les fermes verticales de la *School of Gardeners* à Langenlois, en Autriche, et la tour de

²⁴P. Platt, "Vertical Farming: An Interview with Dickson Despommier," *Gastronomica*, vol. 7, no. 2, pp. 80–87, 2007.

²⁵*Highrise of Homes* - Projet théorique de SITE pour les zones urbaines des États-Unis - 1981 -

verre de l'Exposition internationale de l'horticulture de Vienne (1964). Cela montre que le concept de Ferme vertical existait déjà plus de quarante ans avant le débat actuel sur la durabilité et la viabilité des fermes verticales.

Malgré les précédents architecturaux, la technologie actuelle est bien supérieure à celle utilisée auparavant. Le développement de la technologie hydroponique dans les serres a expérimenté une grande évolution au cours des dernières décennies. Ces systèmes de construction horticole ont évolué à partir de la technologie des serres et ont ouvert la voie au concept moderne de ferme verticale.

«La *British Interplanetary Society*²⁶ a mis au point un système hydroponique pour les conditions lunaires et d'autres prototypes de bâtiments développés au début de l'exploration spatiale. Durant cette période d'expansion et d'expérimentation, les premières unités hydroponiques de tour ont été développées en Arménie en 1951»²⁷.

²⁶La British Interplanetary Society (BIS), fondée en 1933, est la plus ancienne association dont l'objet est exclusivement la promotion de l'astronautique et de la conquête de l'espace.

²⁷www.wikipedia.org

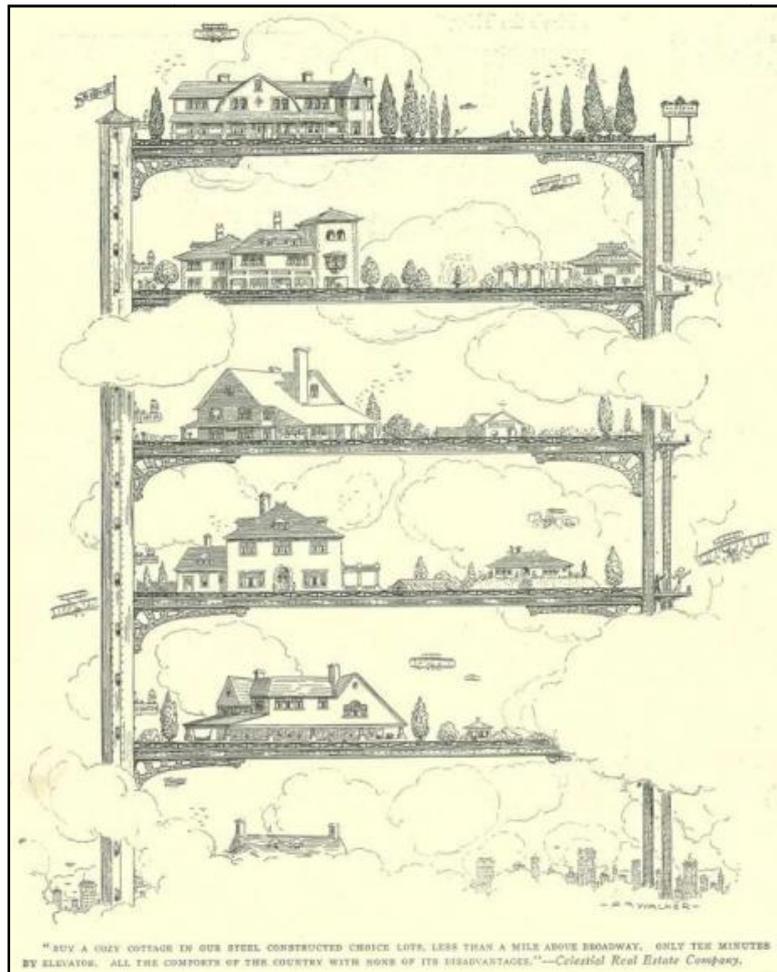


Figure 6 : Lot de choix en acier. Magazine de la vie. 1909.

Source : www.architakes.com

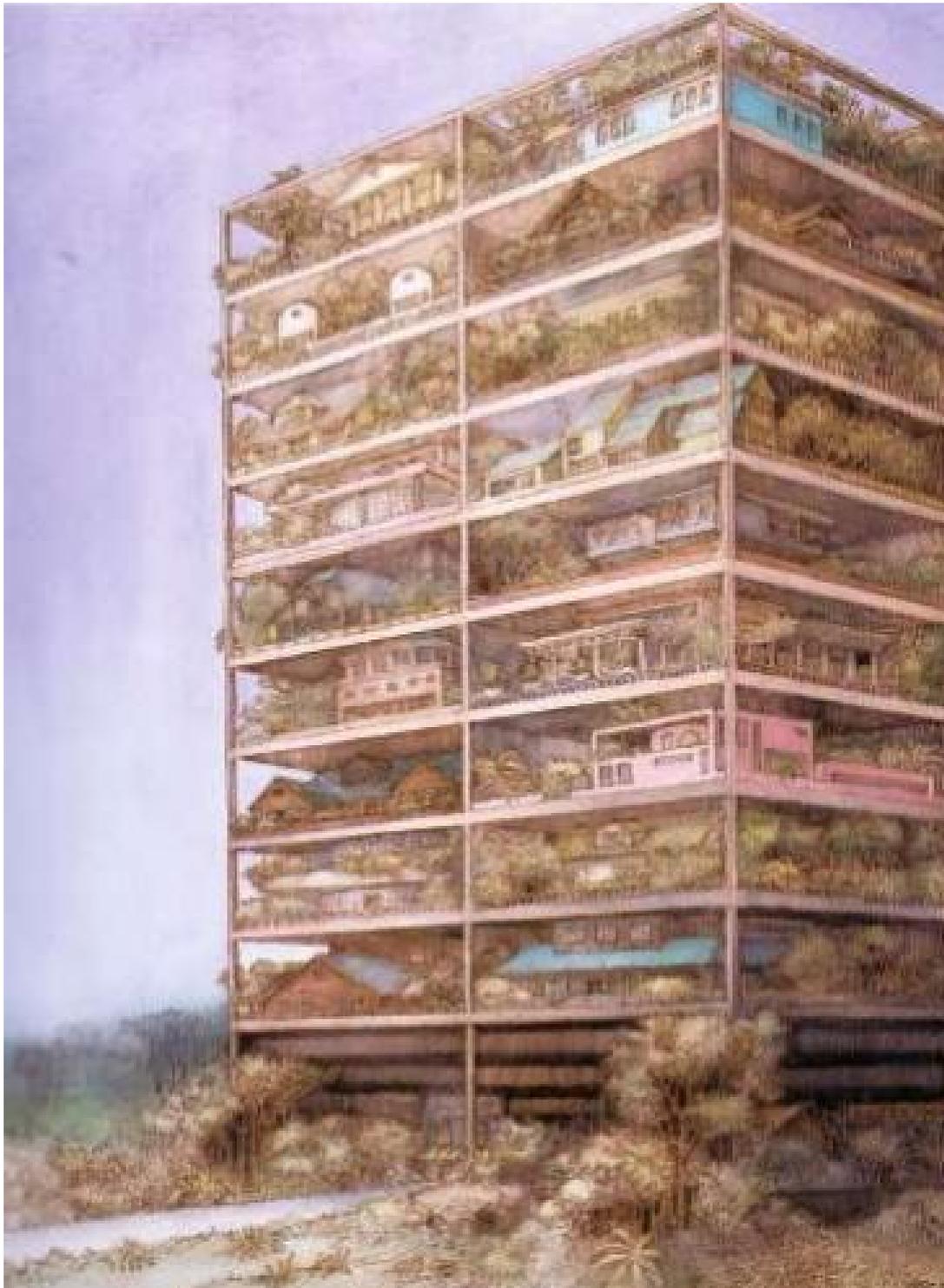


Figure 7 : Highrise of Homes by SITE. 1972.

Source: www.fritzhaeg.com

I.2.5.1 Les gratte-ciel à usage mixte

L'architecte malaisien Ken Yeang²⁸ est probablement l'architecte le plus connu qui a défendu l'idée des «gratte-ciel à usage mixte». C'est une combinaison d'habitats où les gens peuvent vivre ou travailler avec la ferme verticale, où la nourriture est produite.

La principale caractéristique exposée par Ken.Y est que les plantes doivent pousser en plein air au lieu d'une agriculture de masse hermétiquement fermée. Sans climatisation ni éclairage artificiel pour améliorer la productivité. Les gratte-ciel à usage mixte ont été proposés comme un espace de plantation commun où les habitants du bâtiment pourraient cultiver leur propre nourriture. Cette option nécessite un investissement initial moindre que les options suivantes présentées dans ce chapitre, ce qui constitue un avantage certain.



Figure 8 : Apparence des bâtiments par Ken Yeang.

Source : www.treehugger.com

²⁸D². Ken Yeang est un architecte malaisien prolifique bien connu pour développer des solutions de design environnemental pour les immeubles de grande hauteur.

I.2.5.2 Les gratte-ciel de Despommier

Dickson Despommier, professeur de sciences de la santé environnementale et de microbiologie à la Columbia Université à *New York*, a modernisé l'idée de l'agriculture verticale en 1999 avec des étudiants de troisième cycle dans une classe d'écologie médicale. Il soutient que les fermes verticales pourraient être une option durable pour plusieurs raisons.

Le concept de ferme verticale défendu par D.D.²⁹ est une structure de gratte-ciel où plantes et animaux peuvent pousser 24 heures sur 24, 365 jours par an, dans un environnement hermétiquement clos où les herbicides et les insecticides ne sont pas nécessaires pour garantir la production. La technologie renouvelable permet de produire de grandes quantités d'aliments sans consommer beaucoup d'énergie, en tenant compte des économies de transport, car les fermes verticales seraient placées dans les centres-villes. Les panneaux solaires et les éoliennes produiraient suffisamment d'énergie pour être indépendants du point de vue énergétique. Un système de captage d'eau pourrait réduire la quantité d'eau requise par la ferme verticale.



Figure 9 : La ferme verticale de D.D.

Source : www.inhabitat.com

²⁹ D.D : Dickson Despommier

I.2.5.3 La première ferme verticale

En 2012, le premier bâtiment commercial vertical au monde a été ouvert à Singapour.

Les caractéristiques de Singapour permettent d'installer le premier bâtiment Vertical Farm au monde. Singapour n'a que 710 kilomètres carrés et la plupart des terres sont urbanisées. La dépendance de ce pays en aliments importés est un handicap pour que cette ferme verticale veuille minimiser la production de plus de 0,5 tonne de légumes par jour. En outre, l'objectif principal de la société est d'atteindre les 2 tons en quelques années.



Figure 10 : Ferme verticale de Singapour. 2012.

Source : www.edition.cnn.com

Certaines sociétés, élaborent des plans pour créer des fermes verticales plus grandes, plus proches du concept de D.D³⁰.

³⁰<http://www.theengineer.co.uk>

Beaucoup d'autres verticales fermes sont conçues dans le monde entier, y compris les nouvelles technologies. Les fermes verticales ne font que commencer et celles qui existent fournissent des informations cruciales pour éviter les erreurs et améliorer la technologie et la méthodologie. L'Institut de recherche et de développement agricoles Mardi, créé par *Yasmin Rahmanen* Malaisie, en est un exemple (Figure 11).



Figure 11 : Bâtiment de ferme vertical de Mardi, Malaisie.

Source : <https://misfitsarchitecture.com/2015/05/14/vertical-farmwash/mardi-perspective-640-72-6/>

I.3 L'architecture écologique

L'architecture écologique ou bioclimatique vise à produire des bâtiments les plus « naturels » possibles en utilisant des procédés et matériaux qui favorisent la protection de l'environnement. Les constructions sont conçues pour mettre à profit les ressources naturelles, à savoir le vent, du soleil et de la pluie, qui sont des sources d'énergies renouvelables et non polluantes. L'architecture bioclimatique est un mode de conception architecturale qui recherche la meilleure adéquation possible entre le climat, le bâtiment et le confort de l'occupant. Elle s'inscrit dans une démarche de développement durable car elle permet :

- de réduire les besoins énergétiques en s'adaptant au climat environnant ;
- de participer au confort et à la santé des habitants en veillant à la nature des matériaux utilisés³¹

La philosophie du développement durable appliquée à l'architecture s'attache à la **conception et à la construction de bâtiments respectueux de l'environnement**, et par extension, une fois le bâtiment achevé à **la santé et au bien-être des utilisateurs, ainsi que la qualité de vie des communautés riveraines**.

L'architecture écologique s'évertue donc à la mise en œuvre de technologies propres, la minimisation de l'impact sur l'environnement, la réduction de la consommation d'énergie, l'amélioration de la gestion des bâtiments et de la santé des utilisateurs.

Le choix de matériaux naturels, l'intégration dans le terrain et l'environnement, la disposition interne des différentes salles en fonctions des apports naturels, des besoins et de la consommation effective d'énergies, la conception des espaces verts ou la gestion des déchets sont autant d'éléments par lesquels l'architecte, selon le souhait d'un maître d'ouvrage consciencieux de l'environnement, peut rendre un bâtiment écologique et vecteur de santé et de bien-être.

³¹<http://www.ciac.ca/fr/feuille-architecturale-architecture-ecologique> consulté le 10.12.18

I.3.1 La consommation d'énergie du bâtiment

Une grande part de l'architecture durable s'appuie donc sur la maîtrise de la consommation d'énergie d'un bâtiment :

- **réduction des déperditions énergétiques** par la mise en place d'une isolation thermique efficace, notamment grâce à une utilisation judicieuse des matériaux
- **minimisation des besoins en énergie**, en particulier grâce à l'orientation du bâtiment en fonction du soleil et à l'implantation dans le site
- **récupération d'énergies naturelles**, par exemple avec la mise en place de système de ventilation et de refroidissement naturels
- **production d'énergies alternatives** comme l'électricité photovoltaïque ou éolienne afin de réduire les apports extérieurs d'énergie et si possible, construire des bâtiments à énergie positive

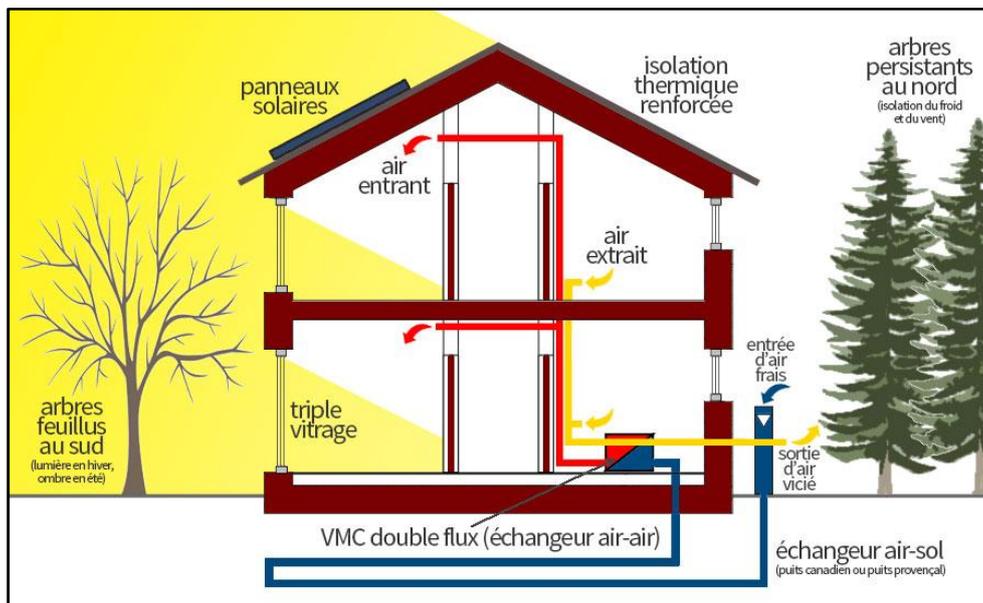


Figure 12 : schéma d'un bâtiment passif, l'architecture durable passe avant tout par la maîtrise de l'énergie

Source : <https://www.architecte-batiments.fr>

I.3.2 La réduction des rejets

Une autre partie importante de l'architecture durable est la **minimisation de la pollution et de la production de déchets**. Celle-ci peut être mise en application par la récupération des eaux de pluies, notamment pour l'arrosage, et le recyclage des eaux usées, l'intégration de systèmes de tri des déchets et de compostage des matières organiques. L'emploi de matériaux non-polluants peut aussi être un moyen de réduire l'émission de composés organiques volatils.

Les objectifs d'une architecture durable s'orientent donc vers la mise en œuvre de pratiques et de technologies de construction durable qui visent une **efficacité écologique de long-terme, sans pour autant négliger le court-terme** et les besoins particuliers durant la construction d'un bâtiment.

Ainsi l'architecte responsable prendra toutes les dispositions nécessaires pour réduire au maximum les nuisances environnementales du chantier, pour également mettre en œuvre une construction durable.³²

I.3.3. Les lignes directrices en architecture écologique :³³

- le choix des matériaux, naturels et respectueux de la santé de l'homme
- le choix de la disposition des pièces (par exemple) pour favoriser les économies d'énergie en réduisant les besoins énergétiques
- le choix des méthodes d'apports énergétiques
- le choix du cadre de vie offert ensuite à l'homme (jardin...).

L'architecture écologique c'est aussi :

³²<https://www.architecte-batiments.fr/architecture-ecologique/> consulté le 10.12.18

³³https://archiguelma.blogspot.com/2017/12/larchitecture-ecologique_4.html consulté le 10.12.18

- le confort
- la technologie
- les éco-quartiers
- les éco-villes
- des démarches diversifiées
- des démarches sociales
- le civisme
- habitat passif

I.3.4 Définir l'architecture et l'urbanisme écologiques

Selon Nicolas Michelin : «architecture écologique », celle d'«architecture bioclimatique », qu'utilisent également des ingénieurs et architectes, qui travaillent à une architecture conçue et élaborée en fonction du climat. Il s'agit de produire, autant que possible, des bâtiments « naturels », peu motorisés, c'est-à-dire auxquels on n'aurait pas ajouté des panneaux, des capteurs, etc., mais qui sont conçus en fonction du vent, de la pluie et du soleil. Il me semble que l'architecture bioclimatique, en ce sens, est une bonne manière de préciser la notion d'architecture écologique, ou du moins, constitue une piste de travail intéressante.

En ce qui concerne l'urbanisme écologique, la question est plus délicate. On parle souvent d'un urbanisme « environnemental », mais c'est une notion assez complexe, qui pose la question des échelles que l'on souhaite prendre en considération : la ville, le quartier, l'îlot, le bâtiment... Une bonne manière d'entrer dans le problème de l'urbanisme écologique en général, c'est la question de la place et du statut de la nature en ville. Cela peut sembler paradoxal, parce que la ville est souvent appréhendée, précisément, comme le lieu dont la nature, la « vraie » nature, sauvage, non domestiquée, est absente. Pour moi, parler de « la nature en ville », et travailler à redéfinir sa place, cela revient précisément à penser la ville avec sa densité, avec sa complexité : c'est en tout cas en ce sens que j'aborderai la question de l'urbanisme écologique.

Conclusion

Il existe une relation étroite entre les différents concepts mentionnés dans ce chapitre, l'agriculture urbaine, sous sa forme actuelle vaut mieux la pratiquer verticalement dans des fermes verticales à une enveloppe architecturale écologique.

CHAPITRE II:
L'Etat de l'art

Introduction

Dans ce chapitre nous présentons quatre expériences de la ferme urbaine verticale, la première est *Sky Greens & Plantagon* à Singapour La première ferme Verticale dans le monde, puis *AEROFARMS Newark, NJ*, La plus grande ferme verticale dans le monde, ensuite *La Ferme Abattoir* la plus grande ferme urbaine aqua phonique suspendue d'Europe et enfin *DRAGONFLY* la ferme métabolique pour l'agriculture urbaine.

II.1 Expérience N01 *Sky Greens & Plantagon* – Singapour La première ferme Verticale dans le monde :

Présentation

Sky Greens est la première ferme verticale au monde à faibles émissions de carbone et à entraînement hydraulique. Utiliser des solutions urbaines vertes pour produire des légumes sûrs et frais, en utilisant un minimum de ressources en terres, en eau et en énergie. *Sky Greens* est le centre d'innovation de sa société de portefeuille, *Sky Urban Solutions Holding Pte Ltd*, où l'innovation continue dans les solutions de la prochaine génération en matière d'agriculture urbaine.



Figure 13 : Sky Greens & Plantagon

Source : <http://edunloaded.com/media-invite/visit-farms-in-singapore/#>

Fiche technique

Situation géographique : Lim Chu Kang, Kallang, Singapore

Type de ferme : Culture hors sol

(hydroponique – aeroponique)

Vocation du bâtiment : production agricole

Date de réalisation : 2012 CES : 2900m²

Nombre de niveaux : 1

Rendement : 0.17KG/jours/m²



Figure 14 : situation de la FV SKY greens

Source : Google Maps

II.1.1 Analyse architectural

Une architecture industrielle avec des formes géométrique simple d'une hauteur avec une structure métallique.



Figure 15 : sky greens vue du ciel

Source : <https://www.skygreens.com>

La ferme comporte des unités de serres accolées l'une avec l'autre orientées en plein sud pour atteindre un ensoleillement maximal durant toute la journée.



Plan 1: PLAN R.D.C (Sky Green)

Source : <http://www.transition-verte.com/singapour-une-windowfarm-geante/>

Le programme³⁴

<ul style="list-style-type: none"> – La serre : 25.000 m² – Bureau administratifs – Centre de traitement des plantes – Ingénierie et Laboratoire – Marché couvert – Dortoires employés 	<p>Le programme des tours :</p> <p>Nombre de tours (A-cadre): 120</p> <ul style="list-style-type: none"> – 2500 plantes par 9 m de tour – 454 plantes par m² – 40 watt/h/tour – 12 l/kg (eau)
---	---

II.1.2 Analyse technique :

Sky Urban Solutions a adopté une stratégie à trois volets pour développer ses activités. Premièrement, elle visait à accroître sa part du marché des légumes à feuilles à Singapour en

³⁴ MÉMOIRE DE MASTER EN ARCHITECTURE - l'agriculture urbaine Le projet : ferme urbaine à Oran -

installant davantage de tours A-Go-Gro. Sky Greens prévoyait d'augmenter sa capacité de production de plus de 90%. En 2016, ses locaux de Lim Chu Kang fonctionnaient déjà à pleine capacité, avec 2 000 tours produisant de 5 à 10 tonnes de légumes par jour (Straits Times, 2015)³⁵.

Deuxièmement, *Sky Urban Solutions* a poursuivi activement ses efforts de R & D pour élargir sa gamme de produits. Bien que *Sky Greens* composte et réutilise les déchets organiques, sa ferme verticale n'est toujours pas biologique. L'agriculture biologique³⁶ implique plus que l'utilisation d'engrais organiques; il s'abstient d'utiliser des pesticides synthétiques. Selon le Département de l'agriculture des États-Unis³⁷ « une ferme biologique est une ferme qui démontre sa capacité à intégrer des pratiques culturelles, biologiques et mécaniques qui favorisent le cycle des ressources, favorisent l'équilibre écologique et préservent la biodiversité ».

Troisièmement, *Sky Urban Solutions*, se percevant comme un fournisseur de solutions d'agriculture et un vendeur d'équipements, a pénétré les marchés étrangers en exportant des technologies. *Sky Urban* est mis en place pour promouvoir l'adoption de l'agriculture verticale dans les régions (*Sky Greens*, 2015).

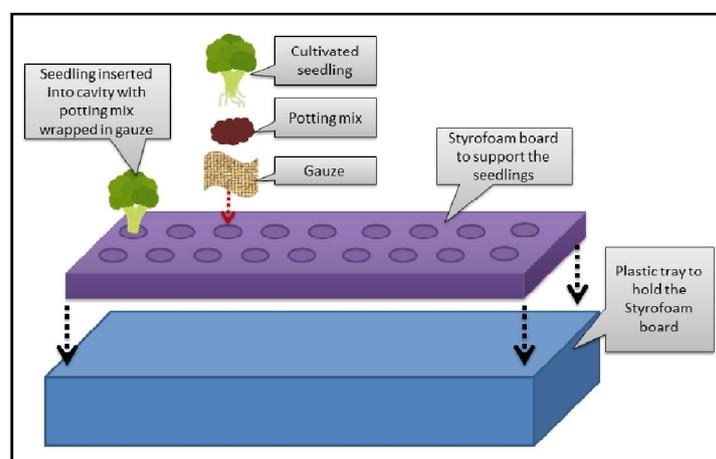


Figure 16 : Structure du bac à légumes de Sky Greens.

Source : <https://www.skygreens.com>

³⁵ The Straits Times est un journal quotidien de langue anglaise basé à Singapour et actuellement détenu par Singapore Press Holdings.

³⁶ L'agriculture biologique est une méthode de production agricole qui exclut le recours à la plupart des produits chimiques de synthèse, utilisés notamment par l'agriculture industrielle et intensive depuis le début du XX^e siècle.

³⁷ Le département de l'Agriculture des États-Unis est le département de l'administration américaine chargé de concevoir et de mettre en œuvre la politique fédérale en matière d'agriculture, d'alimentation et de forêt.

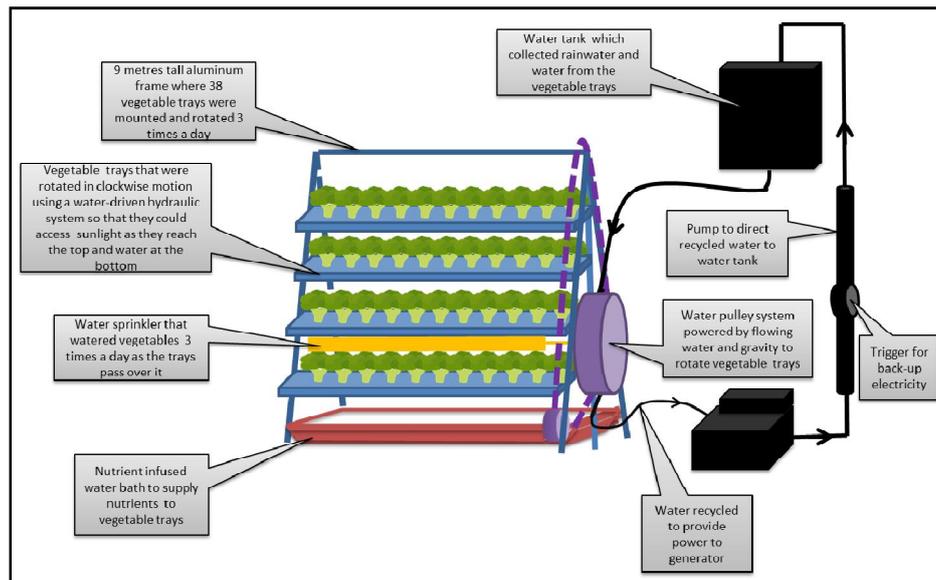


Figure 17 : Système A-Go-Gro de Sky Greens

Source : <https://www.skygreens.com>



Figure 18 : Structure de ferme verticale des Sky Greens à Lim Chu Kang

Source : <https://www.skygreens.com>

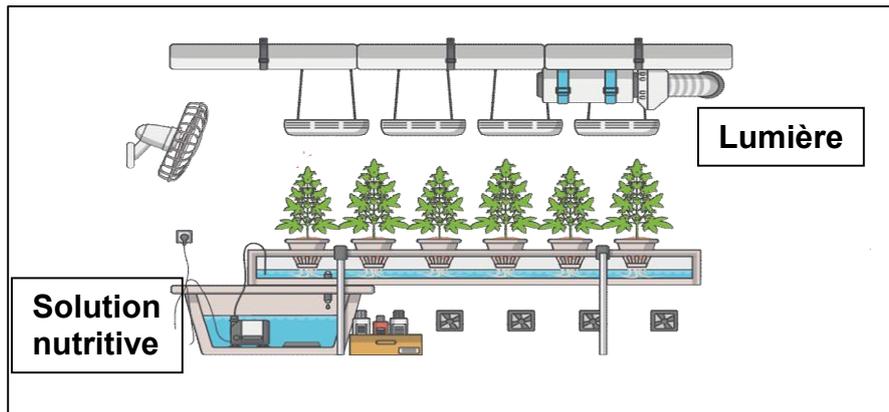


Figure 19 : L'hydroponie - le système de nourriture a Sky Greens

Source : <https://www.skygreens.com>

L'hydroponie : est une méthode de culture des plantes, dans une solution d'eau et de nutriments. On peut le faire avec ou sans l'aide d'un milieu inerte comme de la laine de roche, des pierres, du sable ou du gravier³⁸ (Figure 20).

II.2 Expérience N02 AEROFARMS Newark, NJ -La plus grande ferme verticale dans le monde

Présentation

AeroFarms-La plus grande ferme est le leader commercial de l'agriculture en intérieur. grandir sans soleil ni sol dans un environnement intérieur entièrement contrôlé.

Avec édifice de 69 000 pieds carrés. Siège social et de production pour AeroFarms, et ce qui sera plus grandes fermes verticales intérieures du monde.

³⁸L' AGRICULTURE HORS SOL Pour une agriculture saine, rentable et respectueuse de l'environnement.



Figure 20 : Aerofarms

Source : <https://aerofarms.com/>

Fiche technique³⁹

Situation géographique : Ironbound, à Newark, dans le New Jersey .usa.

Type de ferme : Culture hors sol (aéroponie)

Vocation du bâtiment : production agricole

ARCHITECTE : KSS Architectes

CES : 6410m²

³⁹<https://aerofarms.com/>

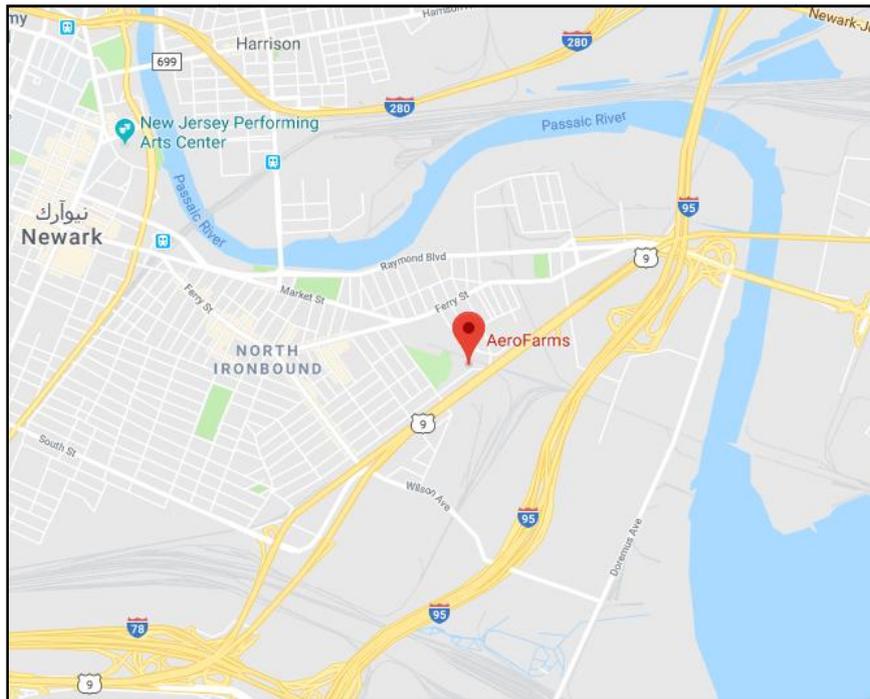


Figure 21 : Situation de la Ferme Verticale aerofarms

Source : google maps

II.2.1 Analyse architectural

KSS conçoit le siège principal pour AeroFarms et la ferme urbaine aéroponique. La ferme sera complétée par phases, aboutissant à trois bâtiments indépendants. Le bâtiment 1 sera consacré à la transformation, à l'expédition et à la réception et aux zones d'appui liées à la ferme; Le bâtiment 2 comprendra un espace de culture et de refroidissement et un laboratoire; Le bâtiment 3 contiendra un espace décroissance, une germination, un espace événementiel et des bureaux d'entreprise supplémentaires.

L'installation fonctionnera 24 heures sur 24, 7 jours sur 7. Les produits seront livrés localement 4 fois par semaine sur les marchés locaux et dans les restaurants de Newark.

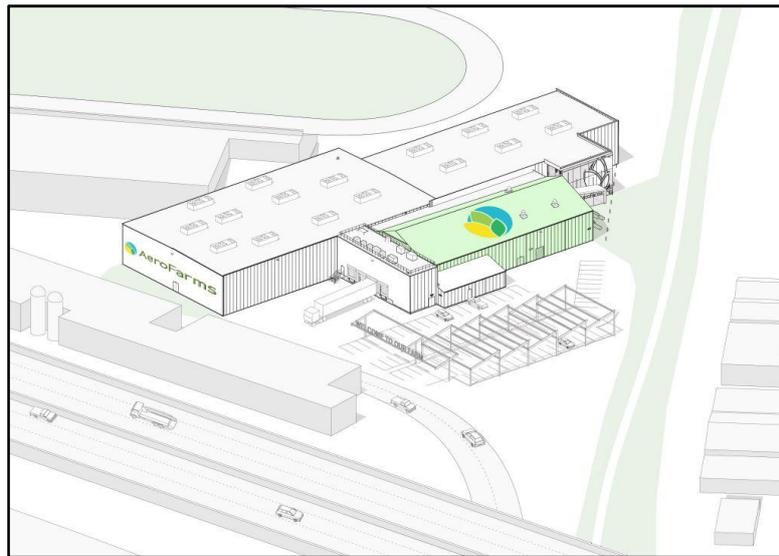


Figure 22 : Vue aérienne sur AeroFarms

Source : <https://aerofarms.com/>

II.2.2 Analyse technique

AeroFarms est le leader commercial de l'agriculture verticale en intérieur, utilisant des technologies de pointe en matière d'aéroponie et de lampes LED pour les technologies propres, utilisant un environnement de culture totalement contrôlé, sans soleil ni sol et minimisant les déplacements dangereux. Une fois terminé, l'installation pourra produire environ deux millions de livres de légumes verts et d'herbes aromatiques chaque année. Le groupe RBH, en partenariat avec les responsables de la ville de Newark et la *New Jersey Economic Development Authority*, bénéficie du soutien financier du groupe d'investissements urbains *Goldman Sachs, Prudential Financial Inc.*, pour cette rénovation de 30 millions de dollars qui transformera un ancien site industriel en une ferme urbaine verticale⁴⁰.

- 69 000 pi² de terre ferme urbaine verticale
- ancien site industriel d'une aciérie reconvertie
- Système de culture verticale en intérieur
- Douze niveaux de systèmes de culture
- utilisant des lumières LED

⁴⁰<https://www.hollistercs.com/pages/experience/pdf/AEROFARMS.pdf>

- Températures de contrôle du climat

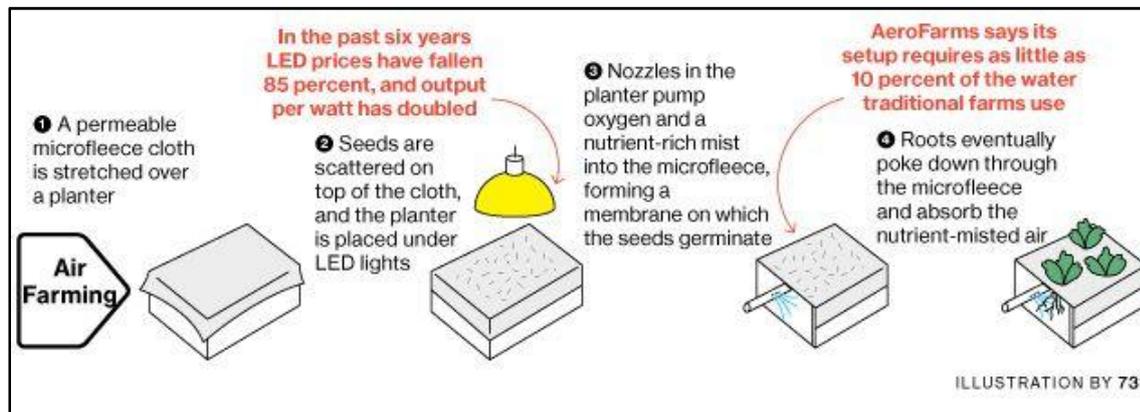


Figure 23 : Aerofarms prévoit de développer 1,5 million de livres de légumes-feuilles au milieu de Newark.

Source : <https://www.hollistercs.com/pages/experience/pdf/AEROFARMS>

En tant que leader de l'agriculture urbaine, la société utilise une technologie de pointe pour faire pousser des légumes verts à feuilles, des herbes et des micro-légumes verts selon un processus appelé «aéroponique». Dans ce processus, les graines sont placées sur un tissu et placées sur des plateaux de culture de 5'-0" où elles sont vaporisées avec de l'eau riche en nutriments. Les plateaux sont placés sur des racks en croissance sous un éclairage LED intégré. Une fois que les graines ont germé et atteint leur maturité, les plateaux sont retirés des présentoirs et apportés par des chariots à la cueilleuse. La machine à vendanger enlève les verts du tissu et emballe le produit dans des récipients en plastique. De là, les verts sont emballés pour l'expédition.

L'aéroponie : est un système de culture des plants avec un système racinaire exposé à un environnement fermé et la couronne et les feuilles poussant par-dessus. L'eau infusée de nutriments produit des microbes sur les racines du plant permettant au plant de transformer ces nutriments. Un système aéroponique permet une croissance plus rapide du plant et une culture plus abondante que celle des plants poussant dans un autre milieu de culture⁴¹.

⁴¹ Bulletin d'Information Technologique Industrie Agroalimentaire N° 25 - Année 2013



Figure 24 : AeroFarms utilise des techniques aéroponiques sans sol innovantes pour maximiser le rendement et la densité et minimiser l'utilisation d'eau et d'énergie.

Source : <https://medium.com/@KSSarchitects/bringing-farms-back-to-the-people-2ffd4dde2d12>

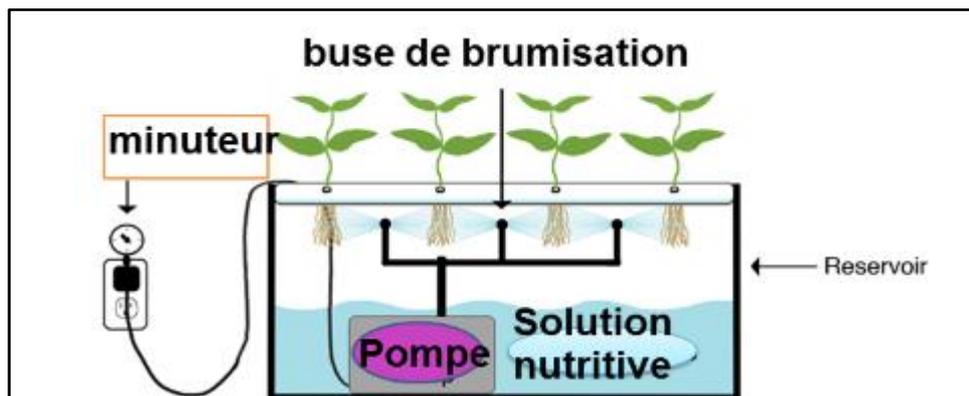


Figure 25 : L'aéroponie - le système de nourriture a Aerofarms

Source : Bulletin d'Information Technologique Industrie Agroalimentaire N° 25 - Année 2013

II.3 Expérience N03 La Ferme Abattoir– la plus grande ferme urbaine aquaponique suspendue d'Europe

Présentation

La Ferme Abattoir de BIGH⁴², la plus grande ferme urbaine aquaponique suspendue d'Europe, annonce la commercialisation de son poisson, le bar rayé, produit en toute transparence. Les poissons, élevés depuis le mois de mars, sont dès à présent commercialisés. Le bar rayé est déjà disponible dans divers restaurants et magasins de la capitale dont la liste s'allonge tous les jours⁴³.



Figure 26 : La Ferme Abattoir

Source : <https://bigh.farm/fr/ferme-abattoir/>

II.3.1 Analyse architectural

2.000m² de serres horticoles et pisciculture, 2.000m² de potagers productifs forment la plus grande ferme urbaine sur les toits en Europe. Une ferme urbaine en aquaponie qui propose un élevage de poissons et une production de fruits, légumes et herbes, 100% naturelle et sans pesticides ni antibiotiques sur un seul et même toit ! La démarche est simple : proposer les produits les plus locaux possibles pour privilégier la qualité, la fraîcheur et les saveurs authentiques.

⁴²Building Integrated GreenHouses

⁴³<http://www.bigh.farm>

BIGH, c'est quoi ?

En 2015, *BIGH* a été créé pour optimiser les bâtiments et leur valeur immobilière. En cultivant sur les toits, *BIGH* récupère des espaces perdus pour en faire des terres productives.

En intégrant des serres aux bâtiments, *BIGH* profite des énergies fatales, capture le CO₂, et récupère l'eau de pluie pour alimenter le site de production. D'une part, l'empreinte écologique de l'ensemble est drastiquement diminuée et d'autre part, l'alimentation, la qualité de vie en ville, l'emploi, l'esthétique, le climat et la biodiversité sont améliorés.



Figure 27 : La ferme sur le toit du FOODMET

Source : <https://bigh.farm/fr/ferme-abattoir/>

II.3.2 Analyse technique

Le projet de 1800 m² sous serre et 1800 m² en jardins productifs offre un impact positif et la création de valeur et améliore la performance du *Foodmet* et du quartier par⁴⁴:

- La récupération de la chaleur produite par les frigos (500kw permanent)
- L'utilisation des eaux de pluie et de l'énergie solaire directe

⁴⁴<http://www.abattoir.be/fr/nouvelles/une-ferme-sur-le-toit-du-foodmet>

- La production alimentaire de près de 30T de poissons et des milliers de fruits et légumes saisonniers.
- La protection de la halle alimentaire contre la surchauffe et le froid
- La création d'emplois directs et indirects (non seulement dans la ferme mais aussi dans les domaines de transformation alimentaire et restauration).
- Le support d'un projet social de formation et apprentissage
- L'attraction pour favoriser la mixité de population,
- La mobilité par les circuits courts sans logistique
- La rentabilité de surfaces normalement coûteuse à entretenir
- L'utilisation des infrastructures et techniques hors jours de marché
- La mise en valeur du patrimoine immobilier avec efficacité énergétique et loyers de toiture
- L'accroche pour la restauration et la transformation, marketing fort pour le *Foodmet* et le site Abattoir en restructuration mixte.
- Support de biodiversité urbaine
- Production sans pesticides ni antibiotiques

La Ferme Abattoir de BIGH, la plus grande ferme urbaine aquaponique suspendue d'Europe, annonce la commercialisation de son poisson, le bar rayé, produit en toute transparence. Les poissons, élevés depuis le mois de mars, sont dès à présent commercialisés. Le bar rayé est déjà disponible dans divers restaurants et magasins de la capitale dont la liste s'allonge tous les jours⁴⁵.

⁴⁵<https://www.finance.brussels/fr/news/le-bar-de-bruxelles-produit-en-aquaponie-par-la-ferme-abattoir-de-high>

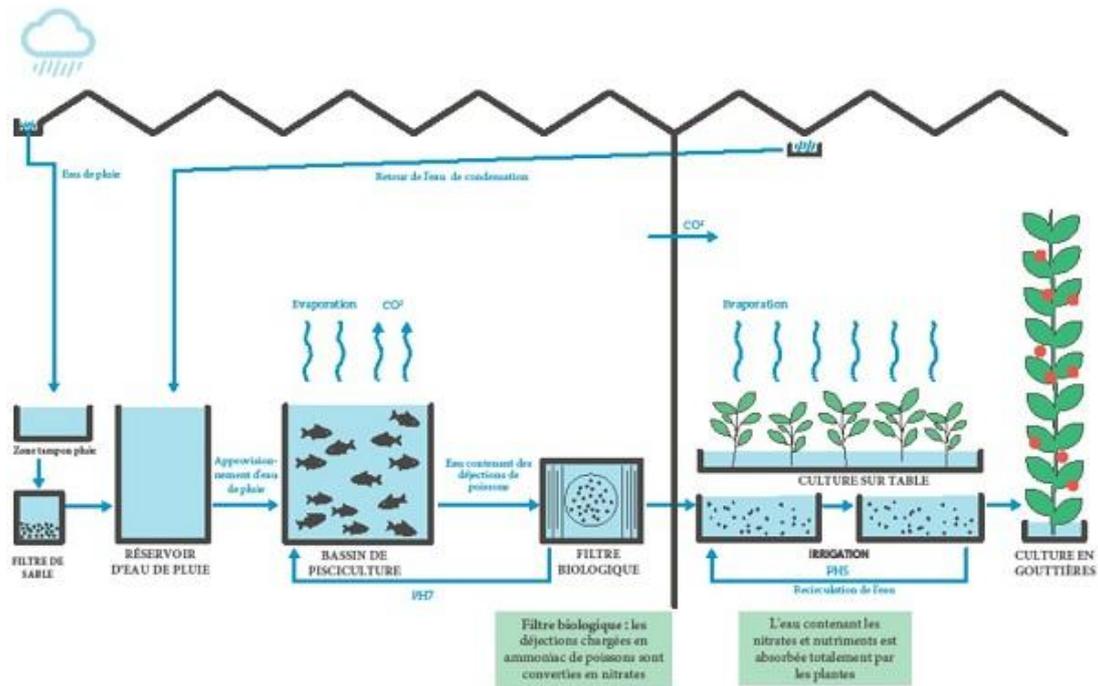


Figure 28 : La ferme sur le toit du FOODMET

Source : <https://www.finance.brussels/fr/news/le-bar-de-bruxelles-produit-en-aquaponie-par-la-ferme-abattoir-de-bigh>

L'aquaponie : est un système qui unit la culture de plante et l'élevage de poissons. Dans ce système, les plantes sont cultivées sur un support composé de billes d'argile. La culture est irriguée en circuit fermé par de l'eau provenant d'aquarium où sont élevés les poissons.

II.4 Expérience N04 *DRAGONFLY* - Ferme métabolique pour l'agriculture urbaine

Présentation et situation

Faire du citadin un jardinier. Tel est l'objectif du projet Dragonfly, conçu par Vincent Callebaut. L'architecte belge a imaginé une ferme verticale en plein cœur de New York, à la fois lieu de production alimentaire et de consommation.

Dragon Fly (libellule), est un gratte-ciel en forme d'immense aile de libellule composée d'une structure en verre et en acier. Il regroupe plusieurs fonctions : culture de fruits et légumes, élevage d'animaux, logements et bureaux. Une ferme de cette ampleur pourrait approximativement nourrir tous ses habitants plus 100 000 personnes soit environ 150 000 personnes par ferme urbaine ce qui n'est pas négligeable.

Dragonflys' est installé le long de l'East River, au sud de l'île Roosevelt à New York, entre *Manattan's* Island et le Queens 'district. Afin de faire face à la pression terrestre, *Dragonfly* s'étire verticalement sous la forme d'une tour bionique relocalisant un nouveau biotope urbain pour la faune et la flore locale et recréant une production alimentaire *auto-gérée* par les habitants au cœur de la *Big Apple*.

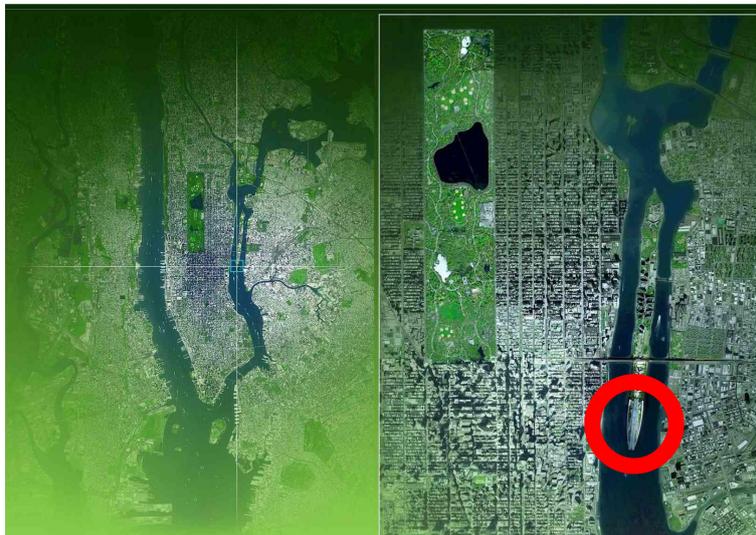


Figure 29 : situation de La Ferme DRAGONFLY

Source : <https://www.archdaily.com/22969/dragonfly-vertical-farm-concept-by-vincent-callebaut>

Fiche technique⁴⁶

PROGRAMME : Une ferme métabolique pour l'agriculture urbaine et les utilisations mixtes

LIEU: New York City, Roosevelt Island

SURFACE: 350.000 m²

NUMERO D'ETAGE: 132.

DOMAINES AGRICOLES: 28.

ARCHITECTE: *Vincent Callebaut*⁴⁷.

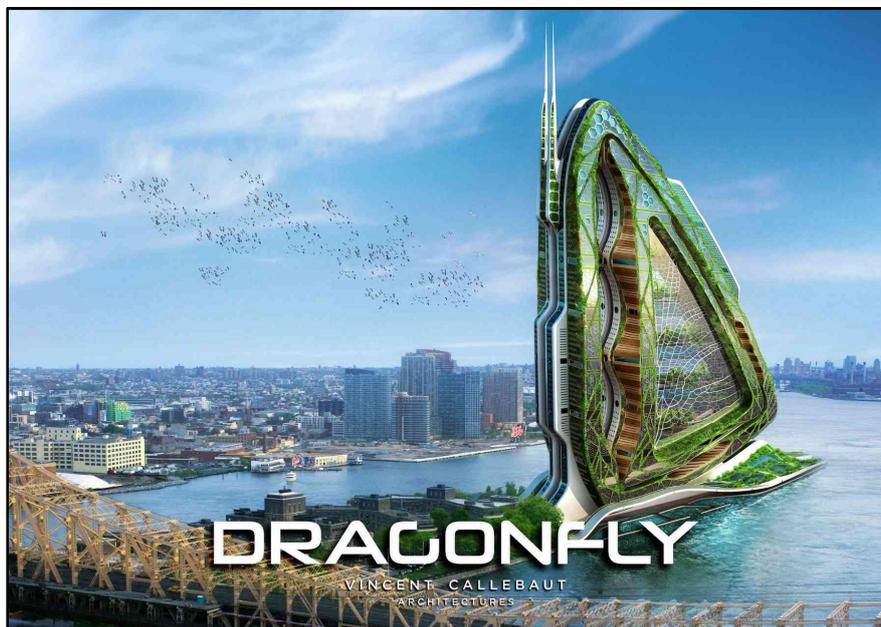


Figure 30 : La Ferme DRAGONFLY

Source : <https://www.archdaily.com/22969/dragonfly-vertical-farm-concept-by-vincent-callebaut>

II.4.1 Plusieurs points ont motivé sa création

Tout d'abord, créer une proximité entre les habitants et leur production, en laissant les habitants gérer leur propre production alimentaire, en suivant de manière naturelle le rythme

⁴⁶ <https://www.archdaily.com/22969/dragonfly-vertical-farm-concept-by-vincent-callebaut>

⁴⁷ Vincent Callebaut, né le 27 mai 1977 à La Louvière, est un architecte belge installé à Paris. Il s'est rendu célèbre par des projets d'éco-quartiers à l'allure futuriste, qui intègrent tant les énergies renouvelables que l'agriculture urbaine.

des saisons et, suivant l'adage « Rien ne se perd tout se transforme »⁴⁸, les différentes surfaces agricoles seraient générées par la création de compost grâce au recyclage des déchets organiques.

Ensuite, posséder une autosuffisance énergétique. Pour cela, l'architecte prévoit l'implantation de trois éoliennes. La structure de cette tour, en nid d'abeille, permettrait, outre, un captage optimal de chaque rayon lumineux, un renouvellement de l'air. De même, ce système autonome permettrait aussi la création de cycles courts réduisant les coûts et pollutions liées au transport. Enfin, le modèle économique capitaliste vacillant, ce projet permettrait aux habitants de réaliser de grandes économies liées principalement aux déplacements, les bureaux et les denrées alimentaires se trouvant au sein du complexe.

Selon Vincent Callebaut, « Le *Dragonfly* est un projet d'agriculture urbaine communautaire capable de contribuer à la durabilité de la ville et de repenser la production alimentaire »¹⁰. Cette tour, tirant son nom du terme « libellule » en anglais, est une structure de verre et d'acier, regroupant plusieurs fonctions tels que les cultures maraîchères, des élevages, des résidences, des zones de détente, des jardins d'agrément et des bureaux. Cette ferme pourrait hypothétiquement nourrir ces 100 000 occupants. Cette tour s'organiserait autour d'un couloir vertical central permettant de desservir les différents niveaux et permettant le déplacement des produits et des personnes au sein de la tour. Les bureaux seraient, eux, placés sur la partie périphérique et pourraient fournir de l'énergie par la récupération de la chaleur des ordinateurs ou autres appareils utilisés. Enfin, les appartements, très haut de plafonds, présentant une végétation luxuriante et omniprésente, présenteraient chacun un système d'agriculture verticale à petite échelle sur le mur de la cuisine, offrant les fruits et légumes de base de notre alimentation. Des espaces communautaires seront aussi aménagés et offriront des potentiels de récoltes aux promeneurs. Au pied du bâtiment, seraient regroupées les fermes d'élevages permettant un bon maintien de la biodiversité. Les sous-sols pourraient regrouper une usine de méthanisation transformant les composts et les déjections en énergie afin de compléter les carences, en cas de problèmes éoliens ou d'intempéries⁴⁹.

⁴⁸ Antoine Lavoisier 1743- 1794 Antoine Laurent de Lavoisier, ci-devant de Lavoisier, né le 26 août 1743 à Paris et guillotiné le 8 mai 1794 à Paris, est un chimiste, philosophe et économiste français, souvent présenté comme le père de la chimie moderne

⁴⁹<http://projets-architecte-urbanisme.fr/projet-dragonfly-de-vincent-callebaut-ferme-verticale-dans-new-york/>

II.4.2 Analyse architectural

Etage par étage, la tour se superpose non seulement à l'élevage assurant la production de viande, de lait, de volaille et d'œufs, mais également à des terres agricoles, véritables réacteurs biologiques régénérés en permanence par de l'humus organique. Il diversifie les variétés cultivées pour éviter le lavage des strates de substrat mou. Ainsi, les cultures se succèdent verticalement selon leur capacité agronomique à fournir des éléments de sol entre les essences semées et récoltées. La tour, véritable organisme vivant, devient ainsi métabolique et autonome en eau, en énergie et en éolienne⁵⁰. Rien n'est perdu ; tout est recyclable pour une auto-alimentation continue!

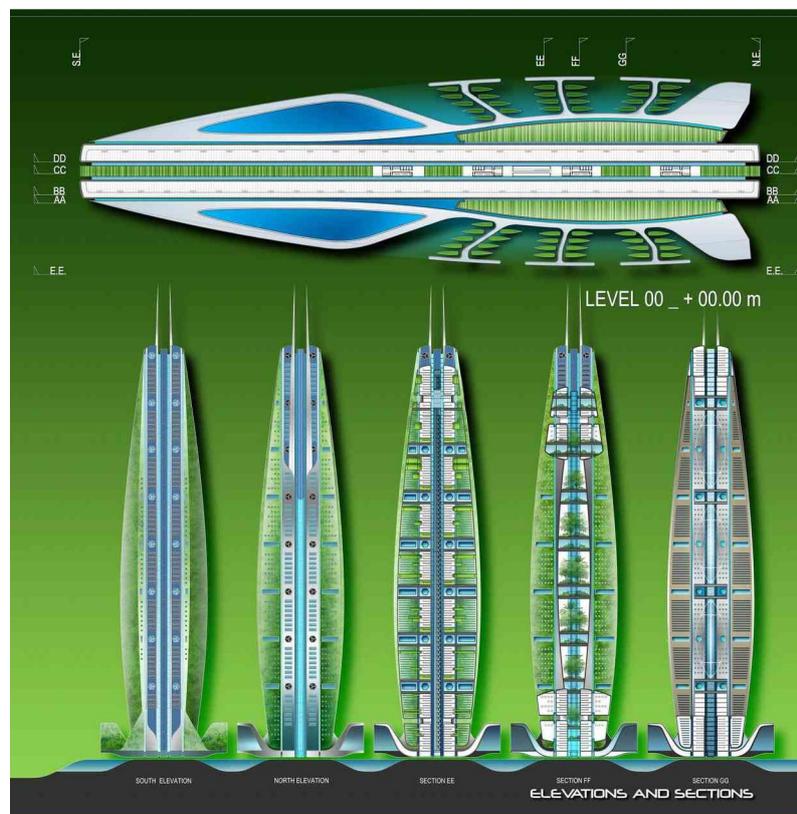


Figure 31 : La Ferme DRAGONFLY niveau +00.00et déférente coupe

Source : <https://www.archdaily.com/22969/dragonfly-vertical-farm-concept-by-vincent-callebaut>

⁵⁰Une éolienne est un dispositif qui transforme l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique, laquelle est ensuite le plus souvent transformée en énergie électrique, appelée énergie éolienne.

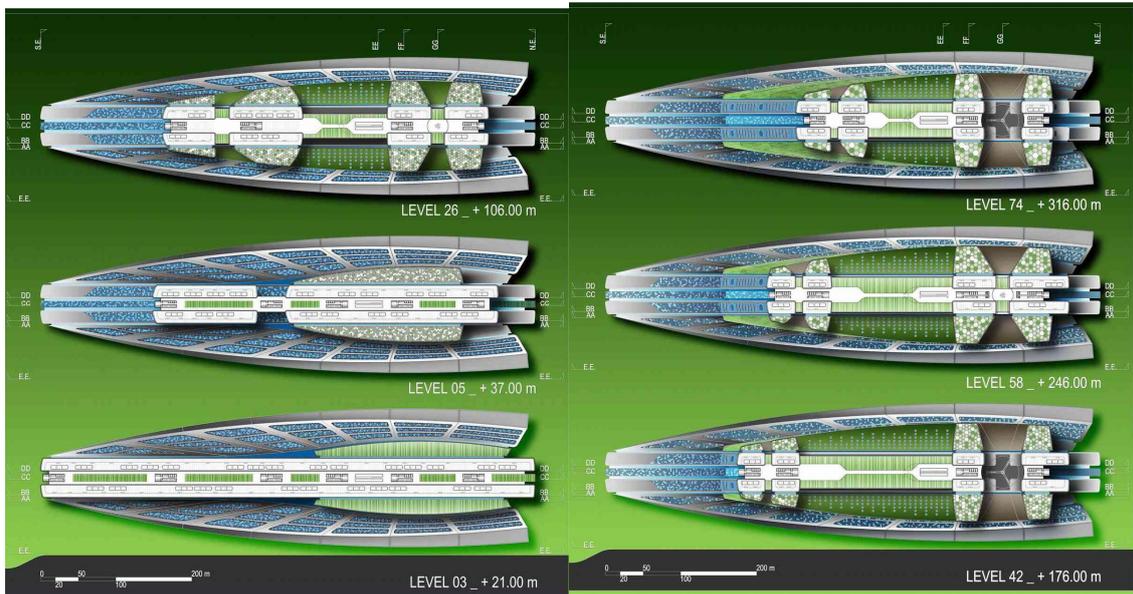


Figure 32 : La Ferme DRAGONFLY déférente plan des niveaux

Source : <https://www.archdaily.com/22969/dragonfly-vertical-farm-concept-by-vincent-callebaut>



Figure 33 : La Ferme DRAGONFLY plan de toiture Source :

http://vincent.callebaut.org/object/090429_dragonfly/dragonfly/projects/user

Deux anneaux habités s'articulent autour des ailes de libellule, L'exo-structure ciselée organiquement accueille les espaces inter-climatiques qui accueillent les cultures agraires.

Sur les toits, les terrasses, les balcons, au creux des espaces publics non construits, dans les cours intérieures et les serres suspendues, l'éco-guerrier aspire à sortir de son univers concurrentiel et consumériste imposé par les lois du marché. Il souhaite cultiver son paysage immédiat afin de mieux s'enraciner dans le sol en créant sa propre biodiversité écologique et alimentaire. Le consommateur devient dès lors producteur et l'habitant du jardin!

II.4.3 Le fonctionnement

Pour assurer la diversité sociale et un cycle de vie permanent (24h / 24) dans la tour, la programmation mixte s'articule principalement autour de deux pôles de logements et de lieux de travail. Autour des habitations, des bureaux et des laboratoires de recherche, ainsi que des espaces agricoles et de loisirs très privés aux plus publics, sont conçus dans des jardins, potagers, vergers, prairies, rizières, fermes et champs suspendus. La répartition des flux se fait autour d'une véritable colonne vertébrale sûre répartissant en boucle les nombreux ascenseurs, monte-charges et cages d'escaliers desservant tous les niveaux en séparant simultanément les entrées et les sorties recyclées des plantes, des animaux et des êtres humains.

II.4.4 Organisation fonctionnelle

Sur le plan architectural, l'organisation fonctionnelle est représentée par deux tours oblongues disposées symétriquement en paire autour d'une immense serre climatique qui les relie et se déploie entre deux ailes cristallines. Ces ailes très légères en verre et en acier reprennent les charges du bâtiment et sont directement inspirées de la structure des ailes de libellule issues de la famille des «Anisoptères Odonates» dont la membrane transparente est très finement nervurée. Deux anneaux habités s'articulent autour de ces ailes. Leur exo-structure ciselée organiquement accueille les espaces inter-climatiques qui accueillent les cultures agraires. Ils contrefort.

L'ensemble forme une architecture «double couche» en maille nid d'abeille qui exploite l'énergie passive solaire à son niveau maximum, en accumulant l'air chaud en hiver dans l'épaisseur de l'exo-structure, et en refroidissant l'atmosphère par ventilation naturelle et par évapotranspiration des plantes en été. Protégeant ainsi les cultures des changements

climatiques à New York (de $-25,5^{\circ}\text{C}$ en hiver à $+41^{\circ}\text{C}$ en été), ces espaces de prises sont utiles pour réfléchir sur l'agriculture non plus en termes de surface mais bien en termes réels de volume. En réalité, alors que les sols nourrissent les vergers, chaque mur et chaque plafond sont métamorphosés en jardins potagers en trois dimensions. Les façades intérieures des logements et des bureaux jettent vers l'horizon de New York le porte-à-faux de leurs balcons hydrophonique à section hexagonale grâce à quoi il multiplie les couches de culture par étages. La végétation abonde, la terre fourmille d'insectes et les animaux sont librement élevés dans des bassins de rétention par les consommateurs urbains à faible revenu. L'architecture devient mangeable!

Outre ce système dit «passif» thermique, l'intégration des énergies renouvelables a été pensée dès la conception de *Dragonfly* pour répondre aux besoins d'un projet totalement autonome en énergie en centre urbain. En réalité, la proue sud de la tour reçoit dans toutes les hauteurs de sa courbe un écran solaire produisant la moitié de l'énergie électrique nécessaire à son fonctionnement. L'autre moitié est assurée par les trois éoliennes à axes verticaux de type *Darrieus*(éolienne) qui s'enroulent dans les trois lentilles creusées au nord de la coquille micro-perlée vers le vent dominé de New York. Les façades extérieures de la tour présentent une double personnalité. En fait, à l'ouest de l'île, près de Manhattan, les façades sont traitées en murs végétaux, alors qu'à l'est près du quartier des Queens, les murs extérieurs humides sont cultivés avec des essences tropicales. Ces jardins verticaux permettent de filtrer les eaux de pluie et les effluents de déchets liquides domestiques des habitants de la tour. Les eaux collectées subissent un traitement biologique approprié pour la réutilisation agricole, apportant tout l'azote et une partie importante du phosphore ainsi que le potassium nécessaire à la production de fruits, de légumes et de céréales.

II.4.5 Les caractéristiques écologiques

Les eaux de pluie sont filtrées par les jardins verticaux, tandis que les eaux usées des habitants de la tour sont recyclées pour être réutilisées pour l'agriculture. Autre caractéristique du projet *Dragonfly* : l'efficacité énergétique. Un immense bouclier solaire et trois éoliennes orientées en direction des vents dominants new-yorkais permettent au bâtiment d'être autosuffisant.

II.4.6-Synthèse

En fonction de l'évolution de l'agriculture urbaine renforcée par la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) qui réalise depuis 2007 que l'agriculture biologique à grande échelle pourrait nourrir la planète, le projet *Dragonfly* lance un défi à la ville. De *New York* à repenser sa production alimentaire. En réponse, ce projet de ferme verticale habitée répond au dilemme contemporain de produire non seulement de manière écologique mais aussi de manière plus intensive sur une terre non extensive. Ceci en fusionnant aussi directement le lieu de production et le lieu de consommation au cœur de la ville.

PARTIE 02 :

Partie Pratique

CHAPITRE III:

Analyse de cas d'étude

Introduction

Dans ce chapitre, nous examinons et analysons le cas à étudier et la possibilité d'y appliquer une agriculture verticale au travers de plusieurs études: historique, climatique et sociologique afin d'obtenir des résultats précis en vue de la préparation du développement du projet.

III.1.Présentation de la ville de Guelma

Guelma, ville du nord-est algérien, se situe entre $36^{\circ} 28'$ de latitude nord et $7^{\circ} 25'$ de longitude est. Elle occupe une position médiane entre le nord, les hauts plateaux et le sud dupays. Limitrophe de six wilayas : Annaba au nord, El Taref au nord-est, Souk Ahras à l'est, Oum El Bouaghie au sud, Constantine à l'ouest et Skikda au nord-ouest.



Figure 34 : Situation géographique de la ville de Guelma

Source : Google maps.

III.2.Climat de Guelma

Le climat de Guelma est celui de l'arrière littoral montagne (Zone B). Déterminé par des hivers plus froids et plus longs et des étés chauds et moins humides que ceux du littoral. L'interprétation des données météorologiques de Guelma sur une période de dix ans, et l'établissement de son diagramme solaire s'avèrent utiles pour mieux caractériser son climat.

A rappeler que pour définir les climats on devra s'appuyer constamment sur les données moyennes et extrêmes. D'où peuvent se mesurer les amplitudes moyennes des températures

annuelles entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid, et amplitude des extrêmes absolues de températures quotidiennes (entre le maximum diurne et minimum nocturne)⁵¹

L'interprétation des données météorologiques de Guelma, période 95-2004 fait ressortir que la température annuelle moyenne est de 17.9°C avec 27.7°C en août (le mois le plus chaud) et 10°C en janvier (le mois le plus froid). Les extrêmes absolus enregistrés varient entre -3.5°C au mois de janvier à 47°C au mois de juillet. Les amplitudes mensuelles ne sont pas très contrastées comparées aux amplitudes annuelles qui dépassent les 31.6°C. Ce qui distingue la période chaude de la période froide. L'amplitude diurne variée entre 15.4 et 20.4°C pendant les saisons fraîches. La moyenne mensuelle de l'humidité relative dépasse les 68.3 % avec une moyenne maximale de 94.2% et une moyenne minimale de 29.1%. Les valeurs des humidités moyennes maximales laissent penser à un climat humide ou sub-humide. D'après le calcul d'indice d'aridité de Martonne : $I_m = P / T_m + 10$ $I_m = 24.70$, où $20 < I_m < 30$ Donc le climat de Guelma est un climat sub-humide. L'insolation totale mensuelle est considérable. D'une moyenne de 243.3 h avec un minimum 160.9 h enregistré en janvier et un maximum 353 h enregistré en juillet. Les vents prédominants à Guelma sont d'une vitesse moyenne qui varié de 1.46 à 2m/s pour une moyenne annuelle de 1.80m/s. Mais il est enregistré 36.2 j/an de Sirocco. Les vents à Guelma sont de diverses directions. Ceux de nord-ouest avec une moyenne de 23.77%, il atteint leur maximum au mois de décembre et leur minimum au mois de juillet avec 10.36%. A l'inverse les vents nord-est sont plus fréquents au mois de juillet, avec un maximum de fréquences entre les mois d'octobre et février. Enfin le sirocco se manifeste au nord plus qu'au sud de la région, surtout en juillet de 6 à 7 jours en moyenne. C'est un vent chaud et desséchant très néfaste pour les cultures. L'évaporation mensuelle atteint un maximum de 186.8mm au mois de juillet et un minimum de 49.6mm en février. L'évapotranspiration potentielle (ETP)⁵² calculée est de l'ordre de 994 mm.⁵³

⁵¹ESTIENNE. Pierre et GODARD. Alain, Climatologie, Paris : Edition Armand Colin, 1970, p11.

⁵²L'équivalent temps plein ou équivalent plein temps est une unité de mesure : d'une charge de travail ; ou plus souvent, d'une capacité de travail

⁵³(ZEDDOURI. Aziz, Contribution à l'étude hydrogéologique ethydro chimique de la plaine alluviale de Guelma (Essai de modélisation), Thèse de magister en hydrogéologie, Université BadjiMokhtar, Annaba2003, p31-37.)

La répartition des précipitations à Guelma est marquée par une durée de sécheresse durant l'été, avec un minimum de 2.6mm enregistré en juillet. Le reste des saisons est marqué par des précipitations considérables. Le total annuel est de 688.3 mm avec un maximum de 137.7 mm enregistré en décembre. Près de 57% de la pluviométrie est enregistrée pendant la saison humide.

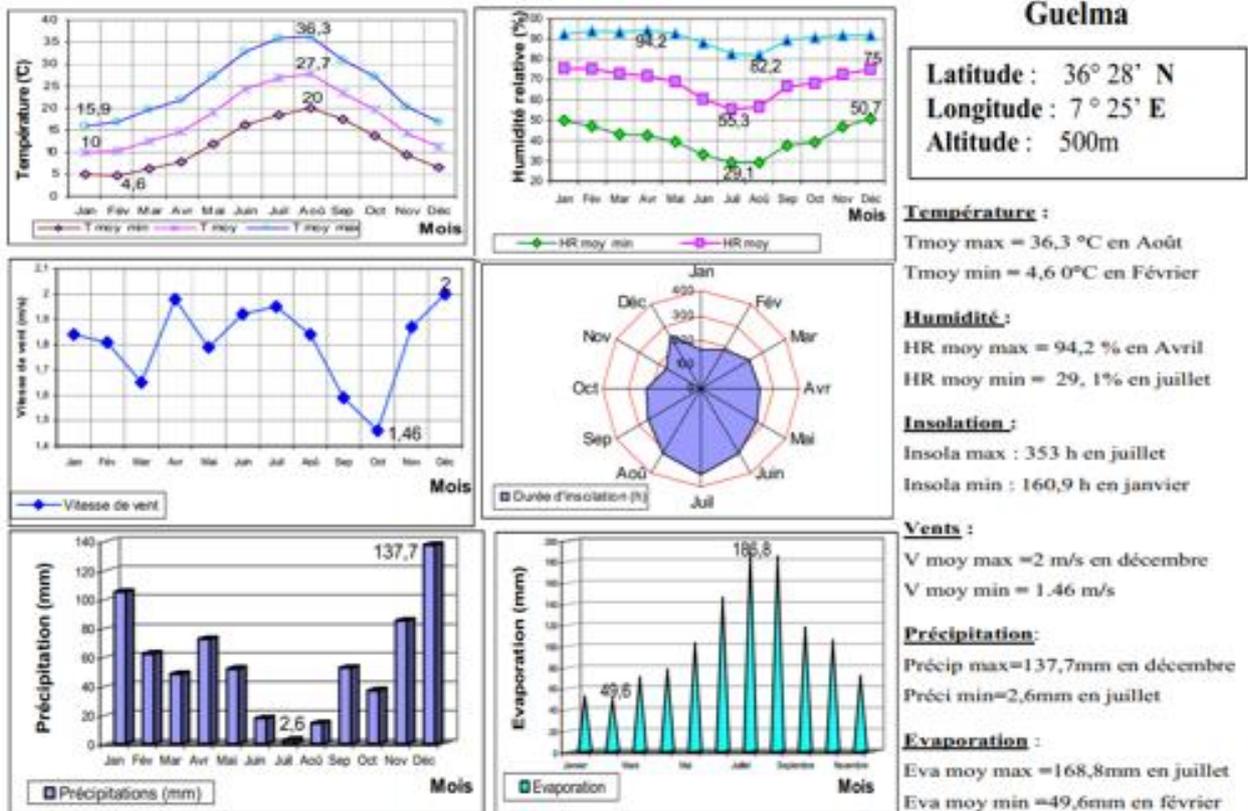


Figure 35 : Interprétation des données météorologiques de Guelma : période 95-2004

(Source : Météo, 2004, réadapté par auteur)

Température	Tmoy max = 36,3° C en Aout
	Tmoy min = 4.6 C° en février
Humidité	HR moy max = 94.2% en avril
	HR moy min = 29.1% en juillet
Insolation	Insola max : 353 h en juillet
	Insola min : 160.9 h en juillet

Vents	V moy max = 2m/s en décembre
	Insola max = 1.46m/s
Précipitation	Précip max = 137.7mm en décembre
	Précip min = 2.6mm en juillet
Evaporation	Eva moy max = 168,8mm en juillet
	Eva moy min = 49,6 mm en février

Tableau 1 les données climatiques de la ville de Guelma.

(Source : Météo, 2004, réadapté par auteur)

III.2.1. Microclimat de la ville

Le territoire Guelma se caractérise par un microclimat sub-humide au centre et au nord, et semi-aride vers le sud. La diversité des microclimats est due à l'influence de plusieurs paramètres qui participent simultanément. Surtout à l'élévation du taux d'humidité comme son rapprochement par rapport à la mer (60Km), la présence d'oued Seybouse, le massif forestier intense, les sources thermales et les barrages. On donne dans ce qui suit en chiffres l'importance de chaque paramètre, d'après des données recueillies auprès de la D.P.A.T Guelma « monographie 2004 ».

III.2.2. Les pratiques parasitaires de l'agriculture urbaine

L'agriculture urbaine est un phénomène universel, mais dont l'importance varie d'un pays à un autre. Dans les villes des pays développés où s'exercent principalement les fonctions administrative, commerciale et industrielle, les petits jardins où l'on peut planter des fleurs et légumes existent, mais sous une forme discrète. Dans la plupart des villes d'Afrique comme la ville de Guelma, l'activité agricole est bien plus visible. A l'intérieur du périmètre urbain, ainsi que dans la banlieue, des espaces libres sont souvent transformés en jardins et champs, l'on fait pousser des légumes Et l'élevage.



Figure 36 : Quelques pratiques parasitaires de l'agriculture urbaine observées sur le terrain, (Une agriculture male organisée localisée au centre, est, ouest et sud-ouest de la ville)

Source : auteur.

III.3. Analyse du cas d'étude « L'instituts de Technologie Moyen Agricoles Spécialisés »

III.3.1. Motivation de choix du cas d'étude

Notre motivation de choix de notre cas d'étude a été le fait que l'institut d'agriculture de Guelma soit l'un des plus anciens bâtiments de la ville et un exemple vivant de l'agriculture urbaine dans la région, et c'est pour ça qu'on a voulu faire des interventions au niveaux du bâtiment pour redonner sa valeur historique et authentique dans l'Est Algérien, son grand potentiel dans la formation agricole d'ingénieurs d'état, et cela en augmentant le nombre de places pédagogiques dans l'établissement, aussi voir les différents besoins en matière d'espace nécessaire au bon fonctionnement de l'institut.

III.3.2. Présentation du cas d'étude

1. Appellation actuelle : Institut technique Moyen D'agriculture
- Autre(s) appellation(s) : Ferme Ecole
2. Année de construction : 1929
3. Architecte concepteur : Jean-Paul Philippon
4. Fonction actuelle : Institut technique moyen d'agriculture (Enseignement)
5. Coordonnés : Herggaabd el Kader Guelma

Le projet est un équipement d'enseignement, « I.T.M.A.S⁵⁴ » située dans la partie Est de la ville De Guelma, implantée dans une zone mixte (équipements + habitations), d'une hauteur Maximale de **R+4**.

⁵⁴Instituts de Technologie Moyen Agricoles Spécialisés

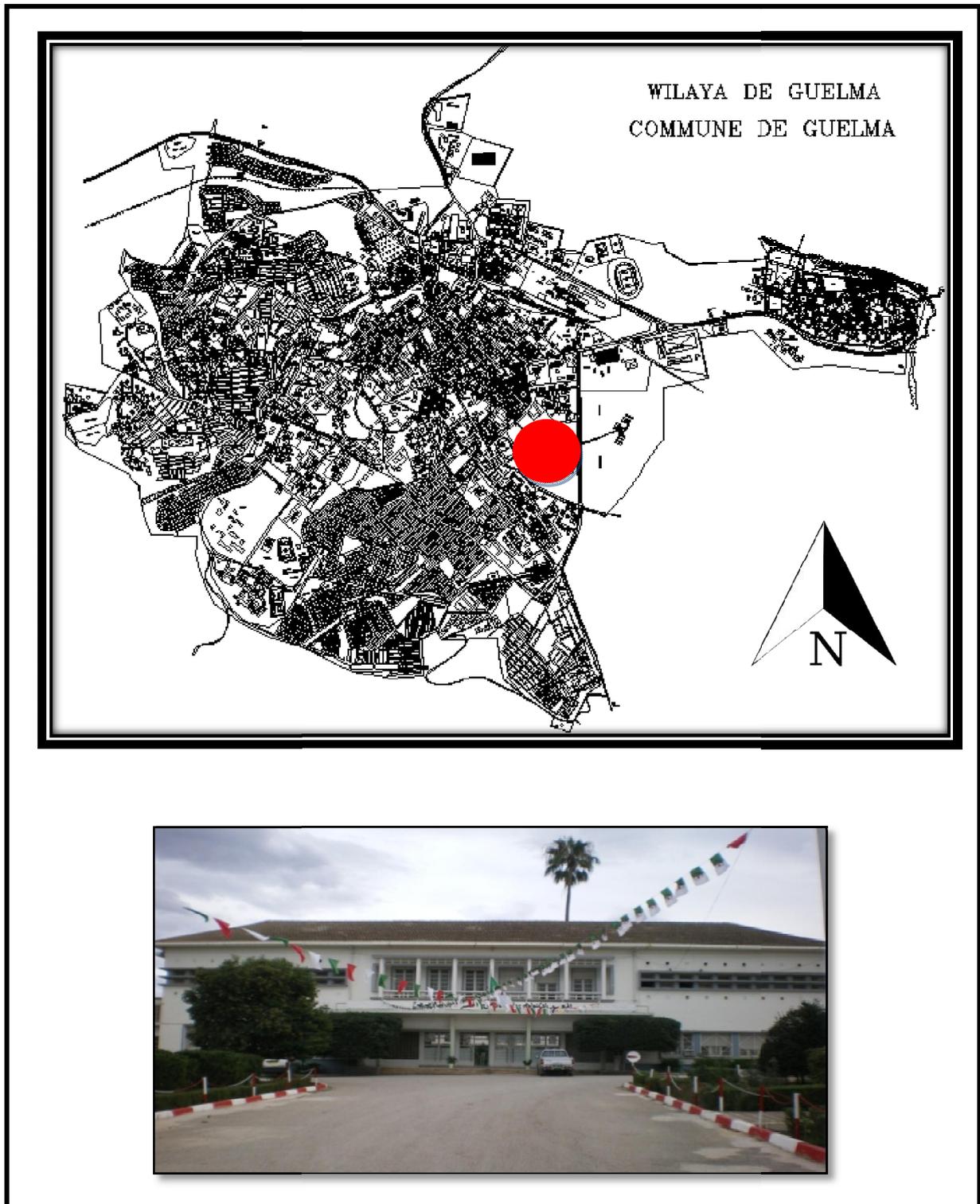


Figure 37 : situation d'I.T.M.A.S.

Source PDAU intercommunal édition 2014.

III.3.3. Historique de L'I.T.M.A.S

- Dès 1913, le président de la Chambre d'Agriculture de Constantine, propose la création d'une station expérimentale pour pallier au manque d'informations nécessaires au développement des productions agricoles.
- Six ans après, en 1919, c'est à M. Suisse, conseiller agricole de l'arrondissement de Guelma et à M. Joly, maire de Guelma, qu'incombe la charge de programmer la création de cette station expérimentale. Le choix sera arrêté sur un site situé à deux kilomètres à l'est de la ville.
- En 1922, la station expérimentale se transforme et prend le nom de Ferme École expérimentale indigène de Guelma. Ses bâtiments vont recevoir une trentaine d'élèves internes.
- Par la suite, en 1928 et en 1932, sous l'impulsion du directeur M. A. Fath, le domaine s'agrandit avec d'abord les 38 ha de la propriété du "Bordj", puis les 90 ha de la propriété Saïd ainsi que les anciens docks Tramaloni, enfin en 1947, l'acquisition d'un jardin de 6 ha de la propriété Saïd achève l'agrandissement de la partie exploitation agricole de l'école.
- En 1947, la réorganisation de l'enseignement agricole en Algérie transforme la Ferme école expérimentale indigène de Guelma destinée à la formation des fils de fellah et d'ouvriers qualifiés en Ecole d'Agriculture ouverte à tout le monde.
- L'excellent esprit d'entente qui régna parmi les élèves venant de différents horizons fût un précieux encouragement pour le personnel de l'école.
- L'école d'Agriculture de Guelma a formé, depuis 1922, 30 promotions d'élèves dont 333 ont obtenu le diplôme doctoral des études. Ils se répartissent comme suit :
Musulmans : 282, Européens : 51

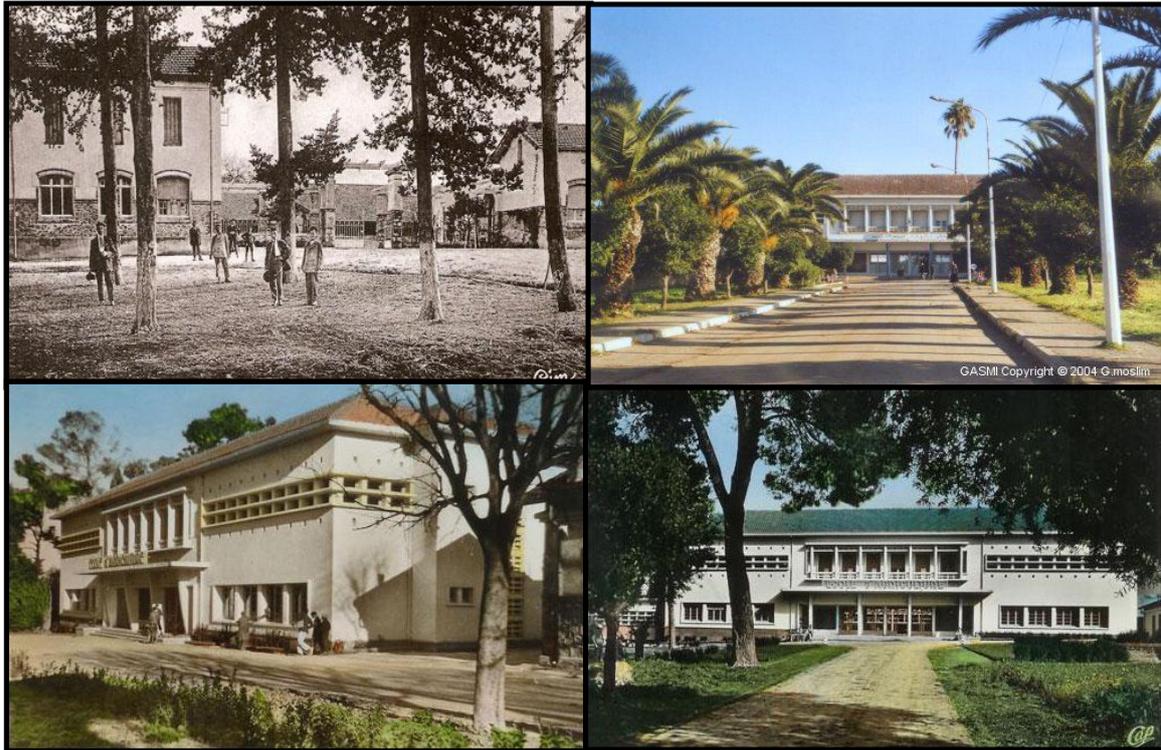


Figure 38 : Photos anciennes de l'institut

Source : Documentation Administrative de la ferme école.

- Cette école est désignée pour toutes formations des cadres d'état et les agriculteurs, ses étudiants viennent de nombreux wilayas de proximité (Guelma et ses environs, Annaba, Constantine, El Taraf, Souk-Ahras, Tébessa, Oum-el-Bouagui, Skikda)
- D'après Monsieur Le secrétaire général Azouz Moufid :

« Le budget qui vient de l'état pour gérer la direction de l'institut à faire des décennies avec les investisseurs à deux buts :

- Gestion et service des équipements de l'institut, dont ils représentent des surfaces agricoles, des arbres fruitiers, et production animal de viande et du lait.
- Donner accès à un soutien matériel suffisant pour gérer l'institut, et voilà ce dernier peut participer dans la production agricole de la wilaya. »

L'état actuel de l'institut est très dégradé, et qui ne permet pas d'offrir des formations supérieures des étudiants.

III.3.5 Document graphique ancien (plan – plan cadastrale)⁵⁵ :

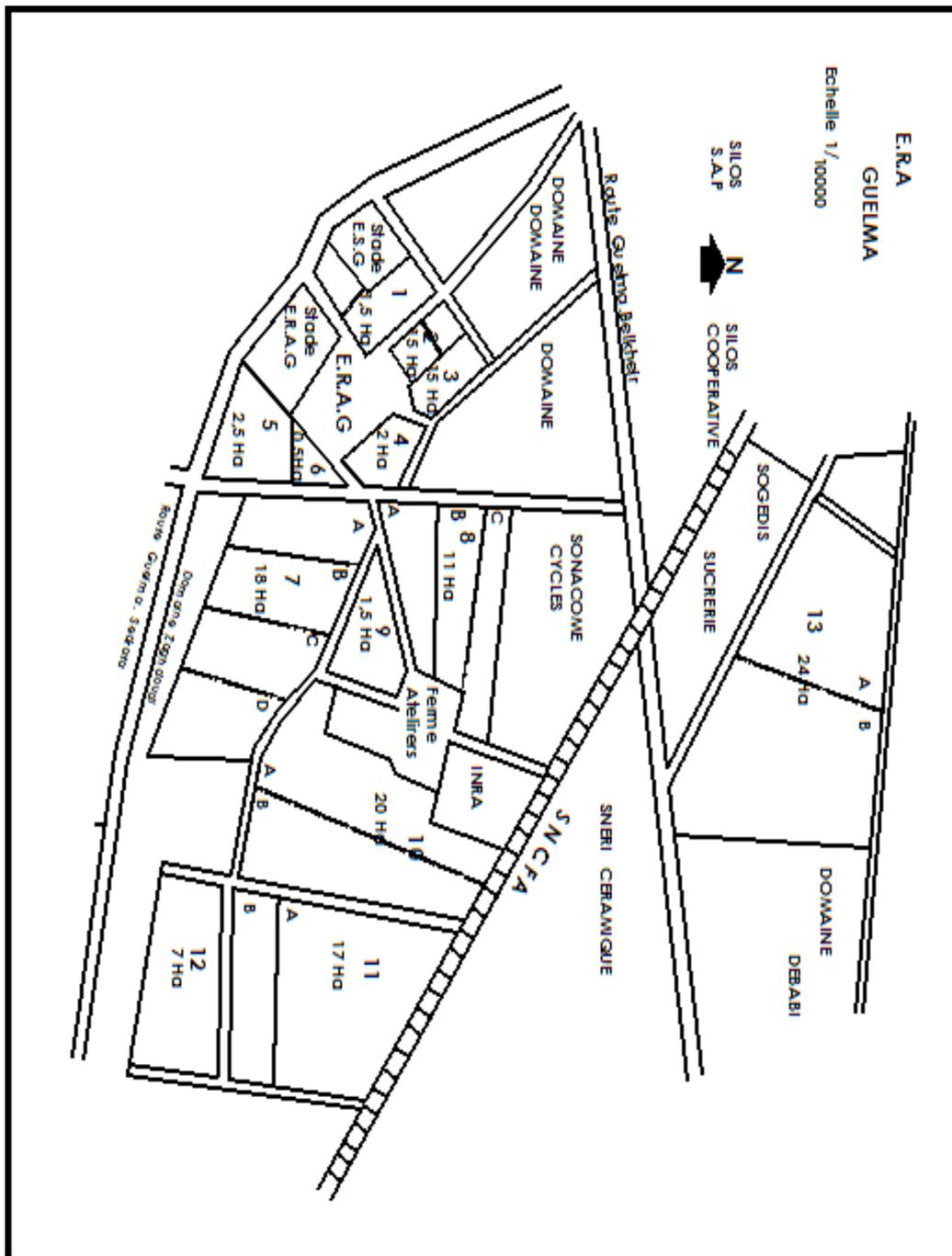


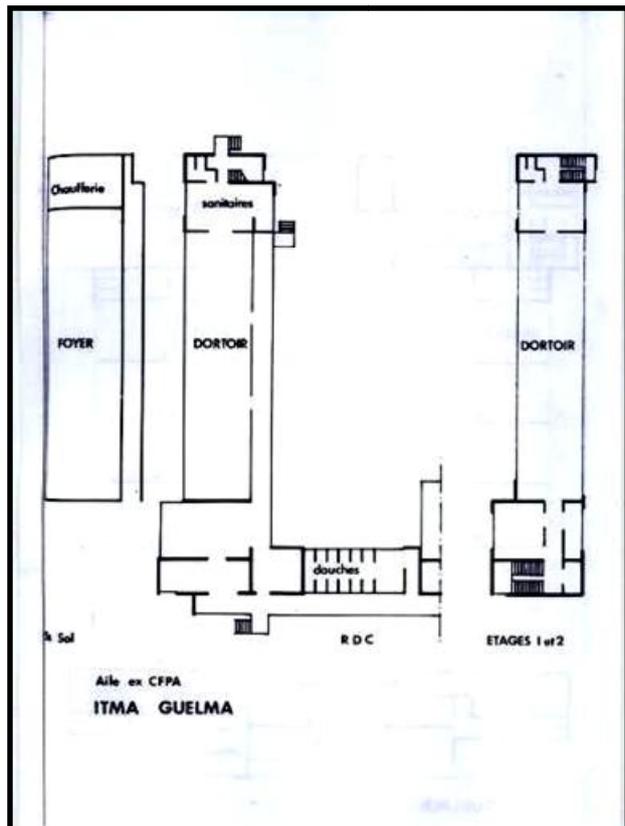
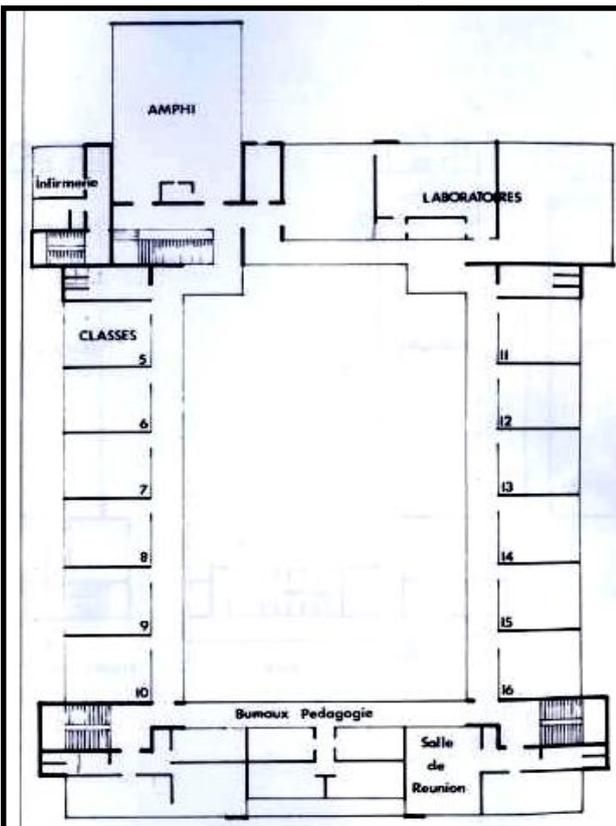
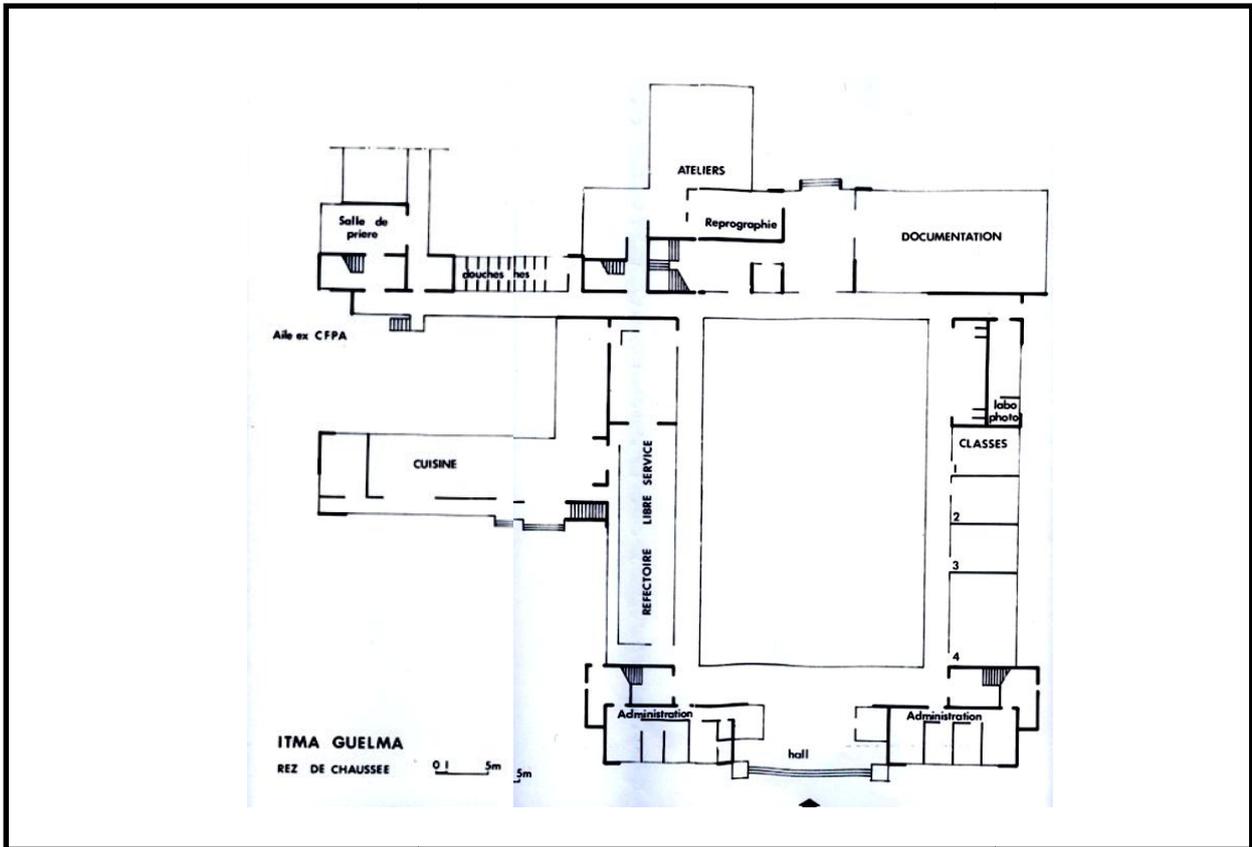
Figure 39 : Plan de cadastral

Source : mémoire de magistère Réhabilitation du Patrimoine.

⁵⁵Mémoire de magistère Réhabilitation du Patrimoine.

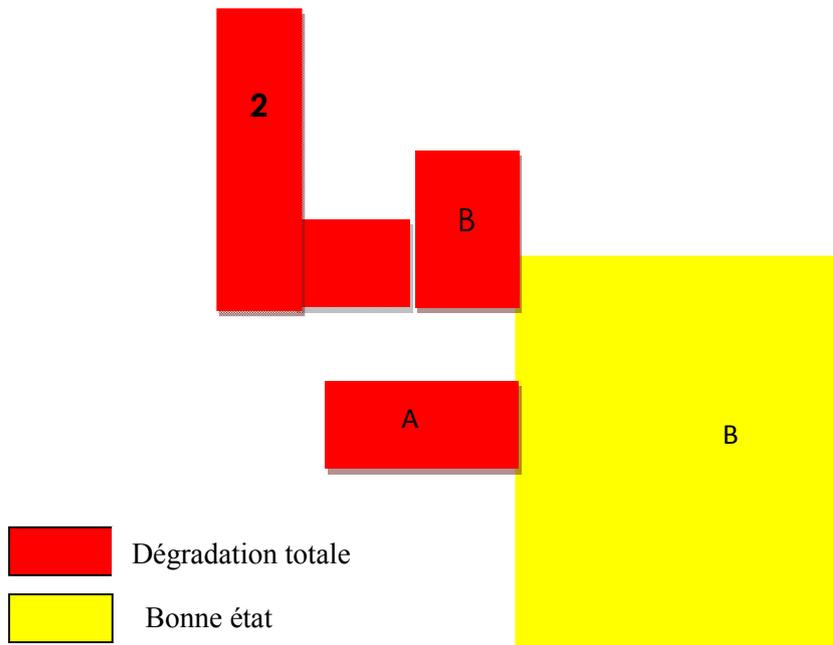
N° Parcelle	Surface en HA	Occupation actuelle ou prévue	Assolement pratique
1	1.5	Champ démonstration F.A.O+mini-parcellaire (tronc commun)	
2	1.5	Betteraves fourragères	Assolement
3	1.5	Trèfle	biennal
4	2	Verger	
5-6	3	Potager+Poulaillers	
7	18	a-(4.5ha) parcelles d'étude céréaliculture (3e année) b-(4.5) jachère grain c-(4.5) orge grain d-(4.5) avoine grain	Assolement quadriennal dans la parcelle
8	11	a-(3,5ha) vesce grain b-(3,5ha) betterave fourrage c-(3,5ha) sorgho fourrager.	Assolement triennal dans la parcelle
9	1.5	Orge en vert (ovin)	Parcours ovins (avec fumure organique)
10	20	a-Vesce avoine fourrage et ensilage b-blé dur bidi 17	Assolement biennal
11	17	a-(12ha) blé dur bidi 17 b-(5ha) vesce avoine (fourrage)	Assolement
12	7	a-vesce avoine (fourrage)	biennal
13	24	a-vesce avoine (fourrage) b-blé dur bidi	Assolement biennal
Bâtiments Chemins parcours	15.83		

Tableau 2 : Tableau récapitulatif : Exploitation foncière



Plan 2 : plan de block central

III.3.6. Analyse architectural



Plan 3 : Schéma de la composition
Volumétrique

Source : auteur

- Un bloc central (1) : R+1 plus la cuisine (A) qui est en RDC, et l'amphi (B)
- Deuxième bloc (2) : R+2 qui est un dortoir dégradé.

III.3.6.1. TYPOLOGIE ET PLAN

a) Forme dominante

L'école est formée d'un corps central principal (monobloc) en **R+1**, et deux corps latéraux en légère avancée. Une forme régulière avec l'utilisation des décrochements, suivant les besoins en espaces « *La forme suit la fonction* » est l'un des principes de l'architecte « Phillipon ».

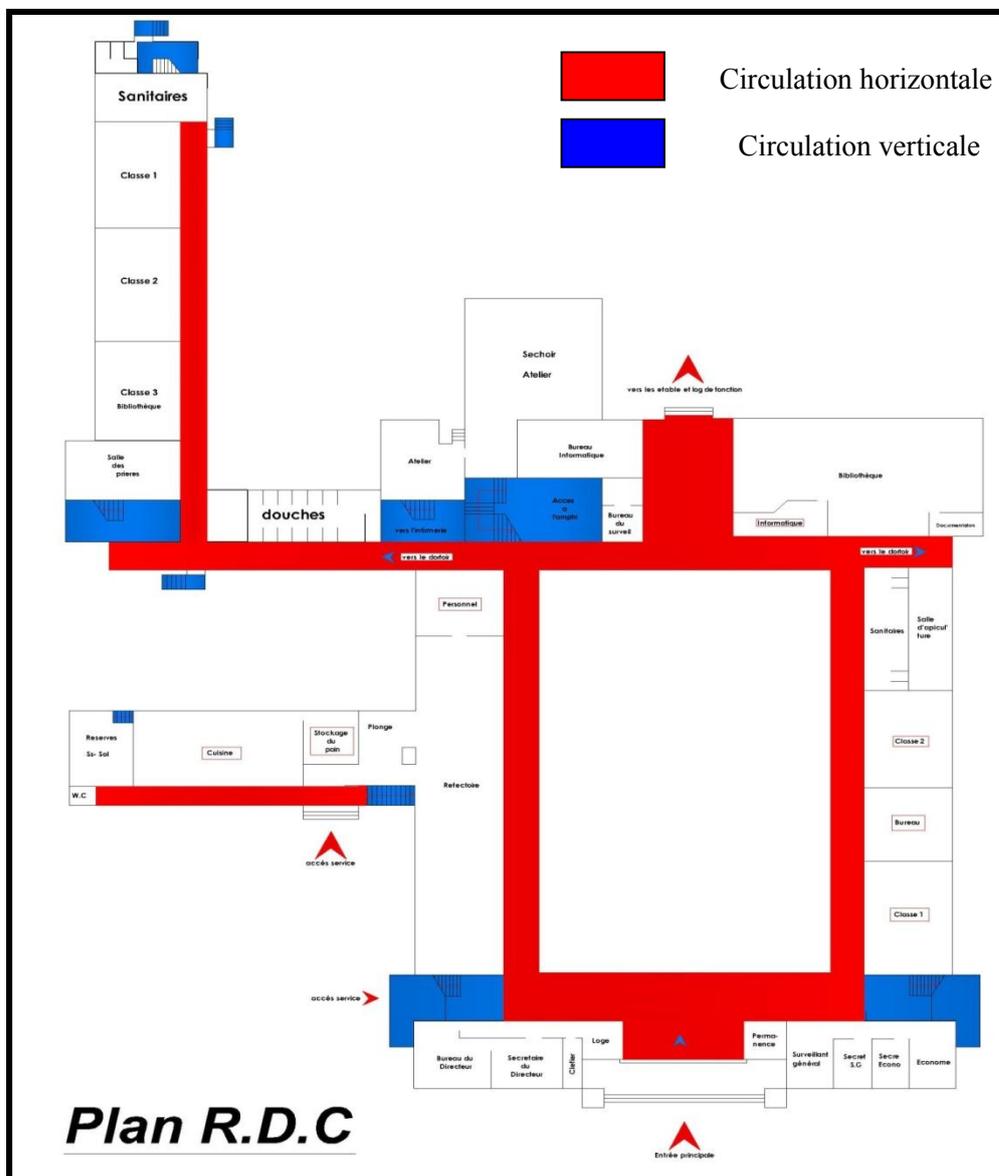
b) La symétrie

Dans notre cas on a une asymétrie par rapport à l'axe Longitudinal.

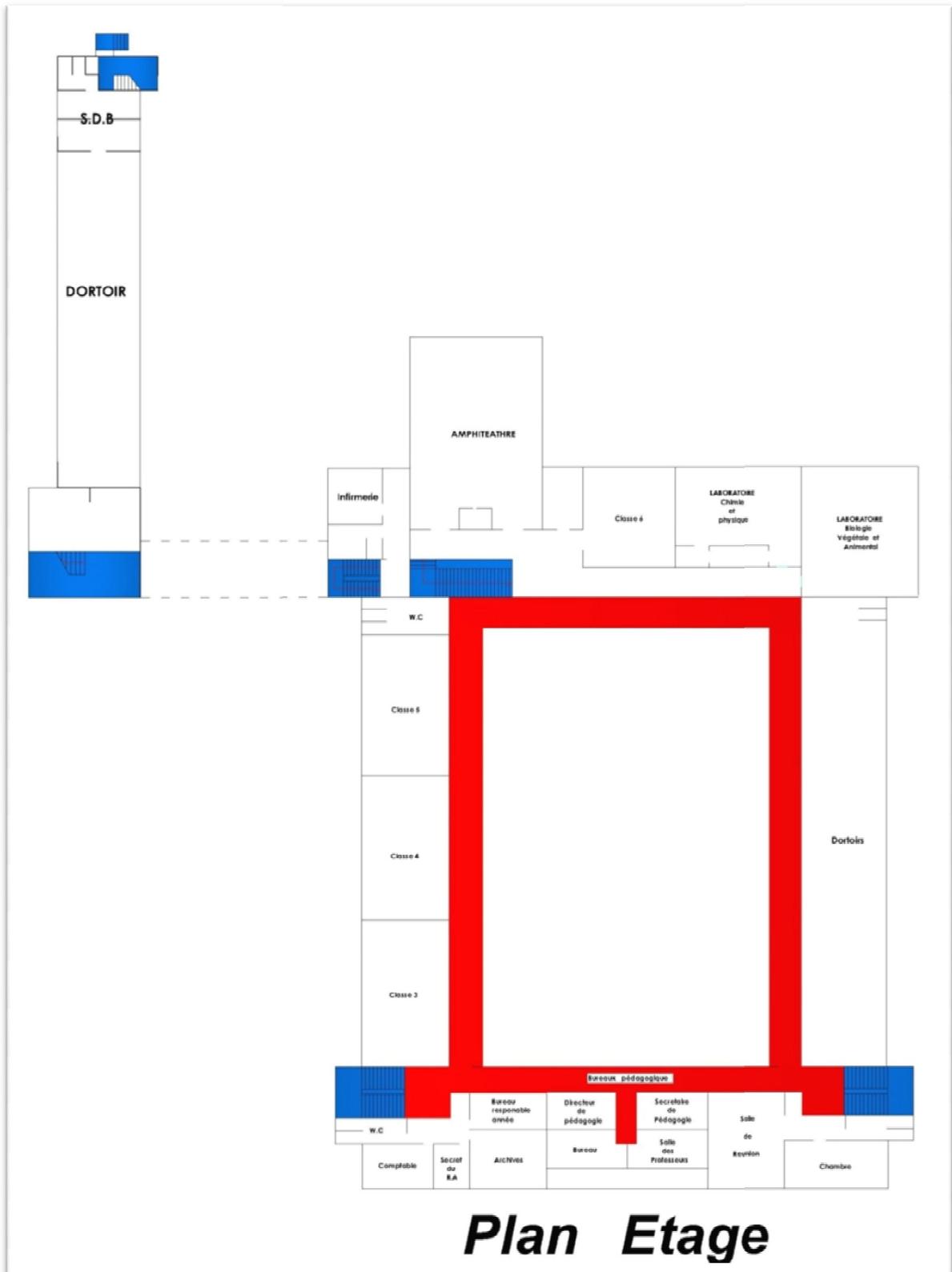
c) Circulation

Une Entrée principale, qui donne accès à l'administration puis à la cour qui sert à son tour de nœud de circulation. Les cages d'escaliers sont différentes, deux étant situées à proximité de l'administration donnant accès aux classes et au dortoir des filles. Les autres se trouvent dans la partie postérieure du plan l'une accède à l'infirmerie et l'autre à l'amphi et aux labos, Deux accès latéraux sont situés aux extrémités (cuisine, personnel, accès qui mènent vers les deux dortoirs)

d) Plan schématique de circulation



Plan 4 : plan RDC



Plan 5 : plan Etage

III.3.6.2. Esthétique et fonctionnement de l'institut

a) Principe esthétique

- Composition volumétrique claire, hiérarchisée, détaillée et plus ou moins Symétrique
- Conception propre à la production architecturale du maître d'œuvre, intégrant librement les éléments avec un vocabulaire de composition moderne, mais qui en assure néanmoins une interprétation créative afin d'illustrer un type architectural distinct
- Constitution horizontale :
 - plancher revêtu de carrelage de 20cm²,
 - rez-de-chaussée séparé des étages par une dalle pleine et un faux plafond

Constitution verticale :

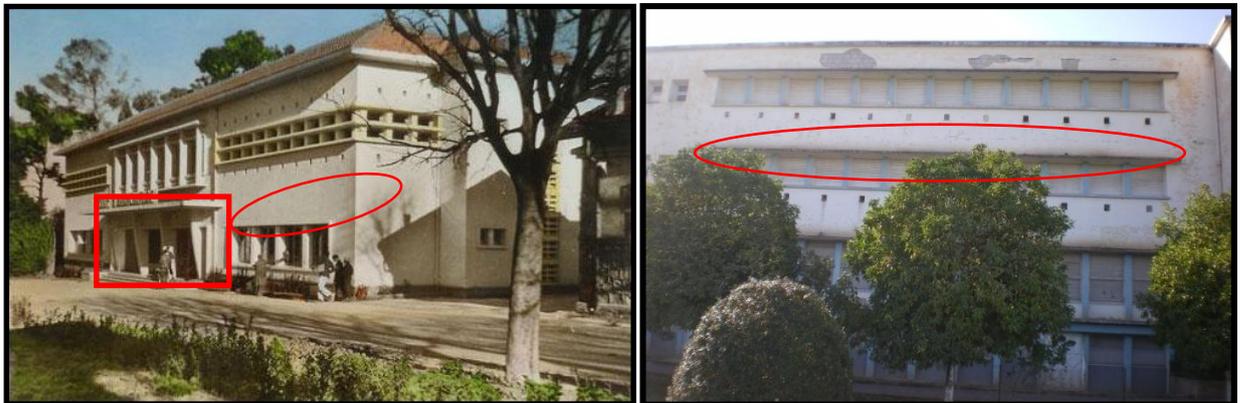


Figure 40 : vue sur les Façades.

Source : auteur

- Les fenêtres sont encadrées par un élément décoratif, fenêtres en bandes
- Entrée centrale très frappante caractérisée par un auvent et des poteaux
- Un long linteau (plusieurs fenêtres)
- Symétrie au niveau de la façade du bloc principal
- Toiture en tuile

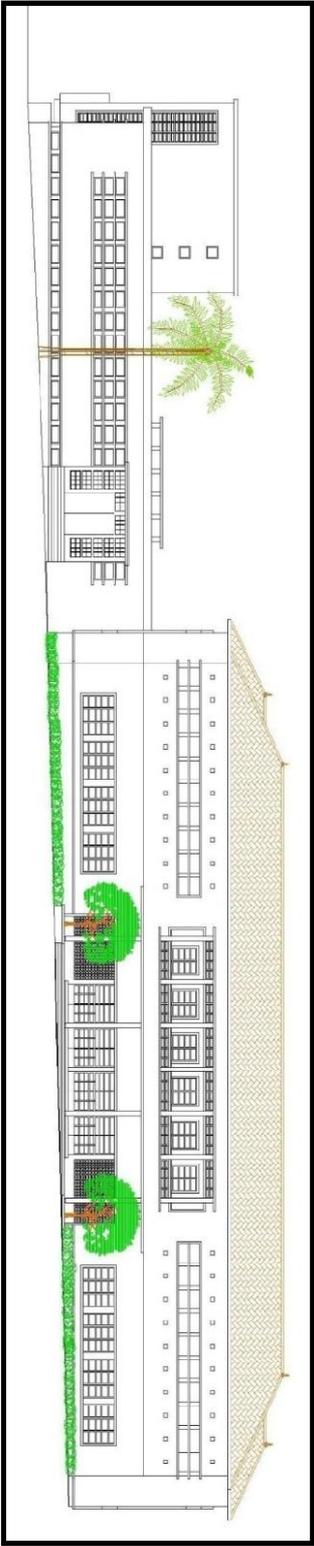
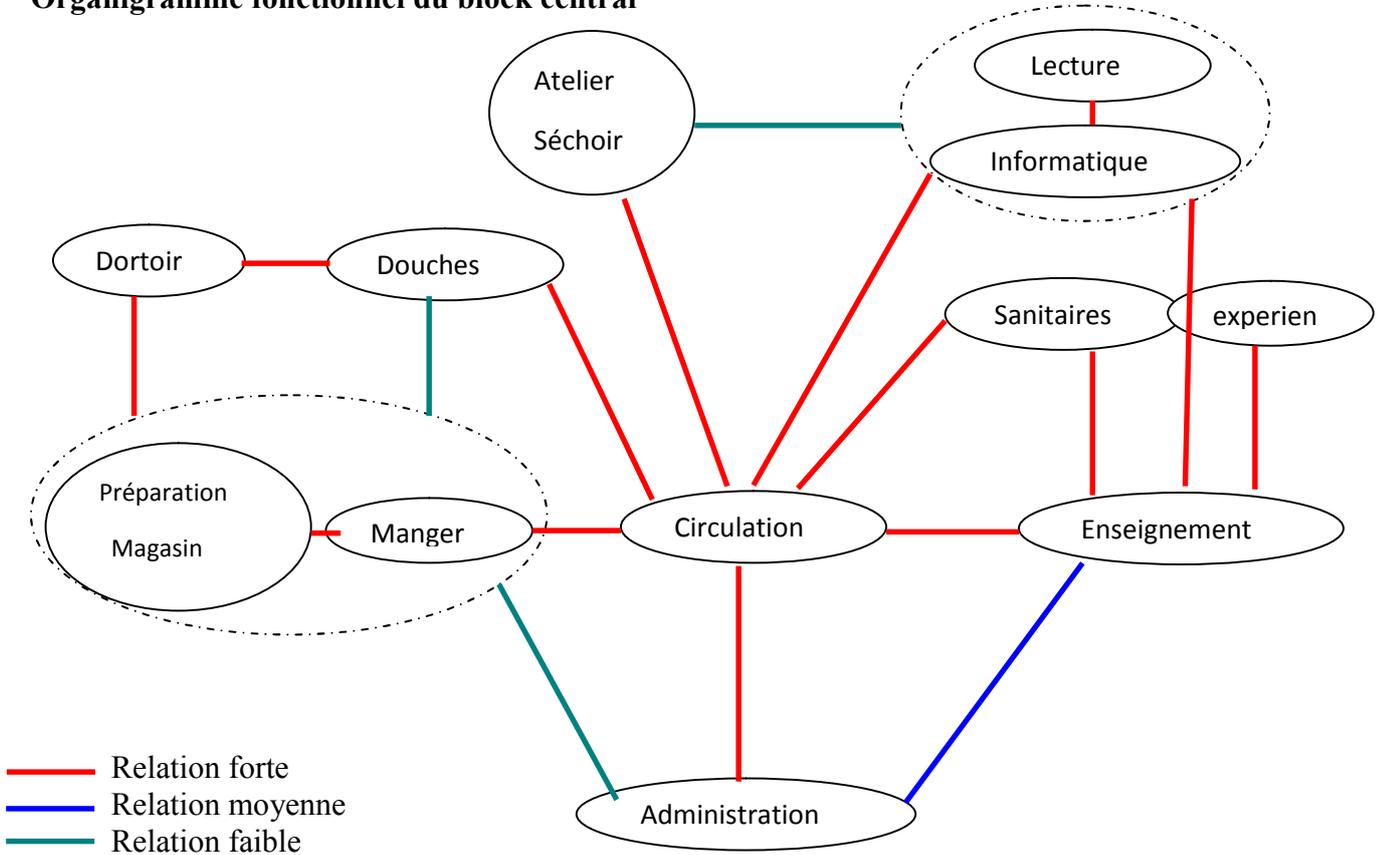


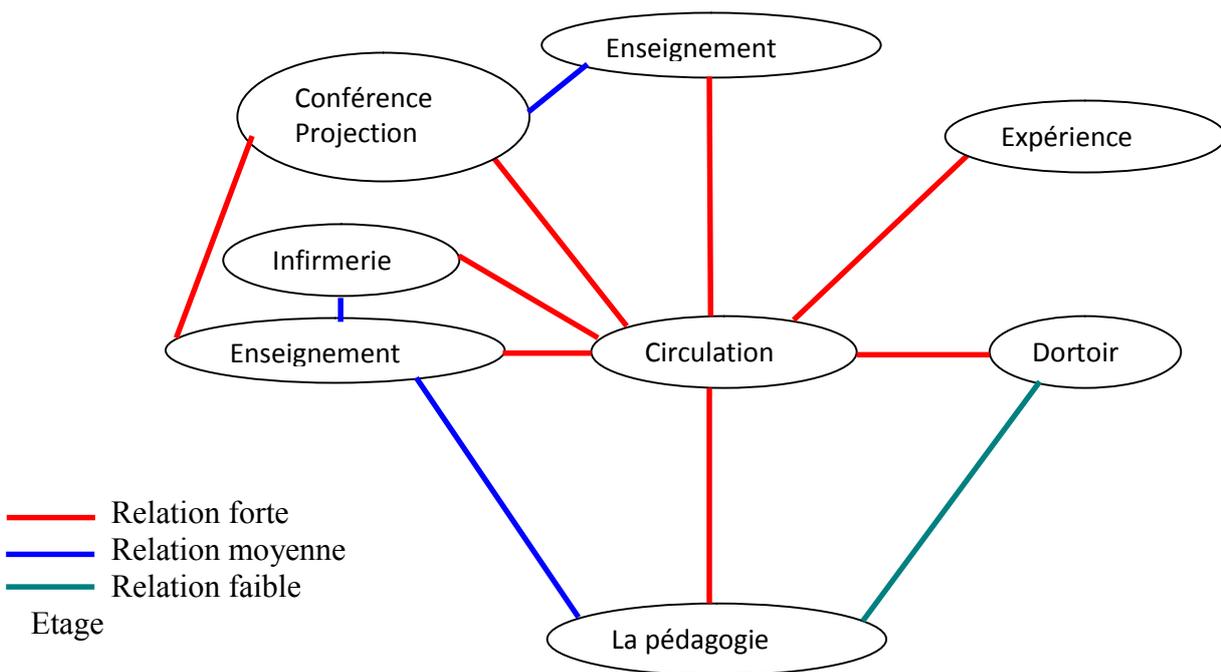
Figure 41 : Façade principale

b) Principe fonctionnel

Organigramme fonctionnel du block central



Rez de chaussée



Etage

c) Le programme

Tableau des espaces	Nombre		Dimension	Percements
	personne	Salle		
Administration				
Direction				
1 – B .Directeur	1	1	5.55 X 5.80	32%
2 – Secrétariat	1	1	4.5 X 4	45%
Secrétaire directeur		1	3.05 X 3.1	72%
3 - Accueil (Loge)	1	1	1.45 X 1.4	/
4 – Clefier	1			
Secrétariat général				
1- Permanence	1	1	3.10 X 3.15	72%
2- Secrétariat Général	1	1	5.80 X 3.70	21.7%
3- Secrétaire S.G	1	1	2.25 X 4.10	46%
4- Econome	1	1	3.45 X 5.80	25%
5- Secrétaire Econome	1	1	4.10 X 2.05	46%
Employés à la comptabilité				
1- Comptable	1	1	5.40 X 3.45	22.7%
2- Bureau Responsable d'année	1	1	2.80 X 5.80	22.8%
3- Secrétaire du R.A	1	1	2.75 X 3.45	20.6%
4- Archives	0	1	4.50 X 5.80	23.2%
5- W.C	0	0	2 X 5.40	/
Hébergement				
logement				
1-Chambres Capacité des chambres	/	5	/	/
Bloc dortoir				
1-Dortoirs : - lits superposés	28	1	22.7 X 6.10	24.6%
2-Dortoirs : - lits simples	26	1	20.85 X 6.10	22.5%

Restauration				
1- Réfectoire	200	1	28.1 X 5.35	24.6%
2- Personnel	25	1	5.10 X 5.45	27%
3- Cuisine	6	1	12 X 5.45	36.6%
4- Distribution de pain	1	1	4.15 X 3.45	36.4%
5- Plonge	1	/	4 X 2.85	28.8%
6- Réserve de stockage des aliments (ss-sol)	1	2	17.80 X 7.25	9.4%
7- W.C	1	1	3.40 X 1.15	9.3%
Bâtiments d'enseignement				
Bureaux pédagogiques				
1- Directeur de pédagogie	1	1		
2- Secrétaire de pédagogie			5.30 X 2.90	36%
3- Salle des profs	1	1		
4- Salle de réunion			5.45 X 2.90	36%
5- Bureau	/	1		
	/	1	6.10 X 2.95	39.6%
	/	1	7.40 X 5.85	28%
			6.10 X 2.95	39.6%
Services collectifs				
1-maitre.d'intern.ou surveillant	1	1	2.6 x 3.00	40.7%
Moyens d'enseignants				
1- bibliothèque Capacité de la biblio (stockage)	30+10	1	18.20 X 10.30	38.7%
2- Salle d'informatique	/	1	Cagibi	23.9%
3- Bureau d'informatique	1	2	7.30 X 4.80	/
4-labo Chimie & Physique	/	1	10 X 8.80	39.8%
5- Labo de Biologie végétal et animal	/	1	9.60 X 7.70	43.1%
Autres laboratoires - atelier d'enseignement	/		5.70 X 6.25	10.3%
Infirmierie				
Salle de soins	1	1	4.15 X 4.30	36.3%
Chambre collective	/	1	2.95 X 2.70	21.8%
Chambre individuelle	1	0	2.10 X 2.70	12.8%

d) Harmonie extérieur / intérieur

- Bien lisible, espaces bien organisés
- Linteaux et appuis de fenêtres continus identifiant clairement la localisation des classes.

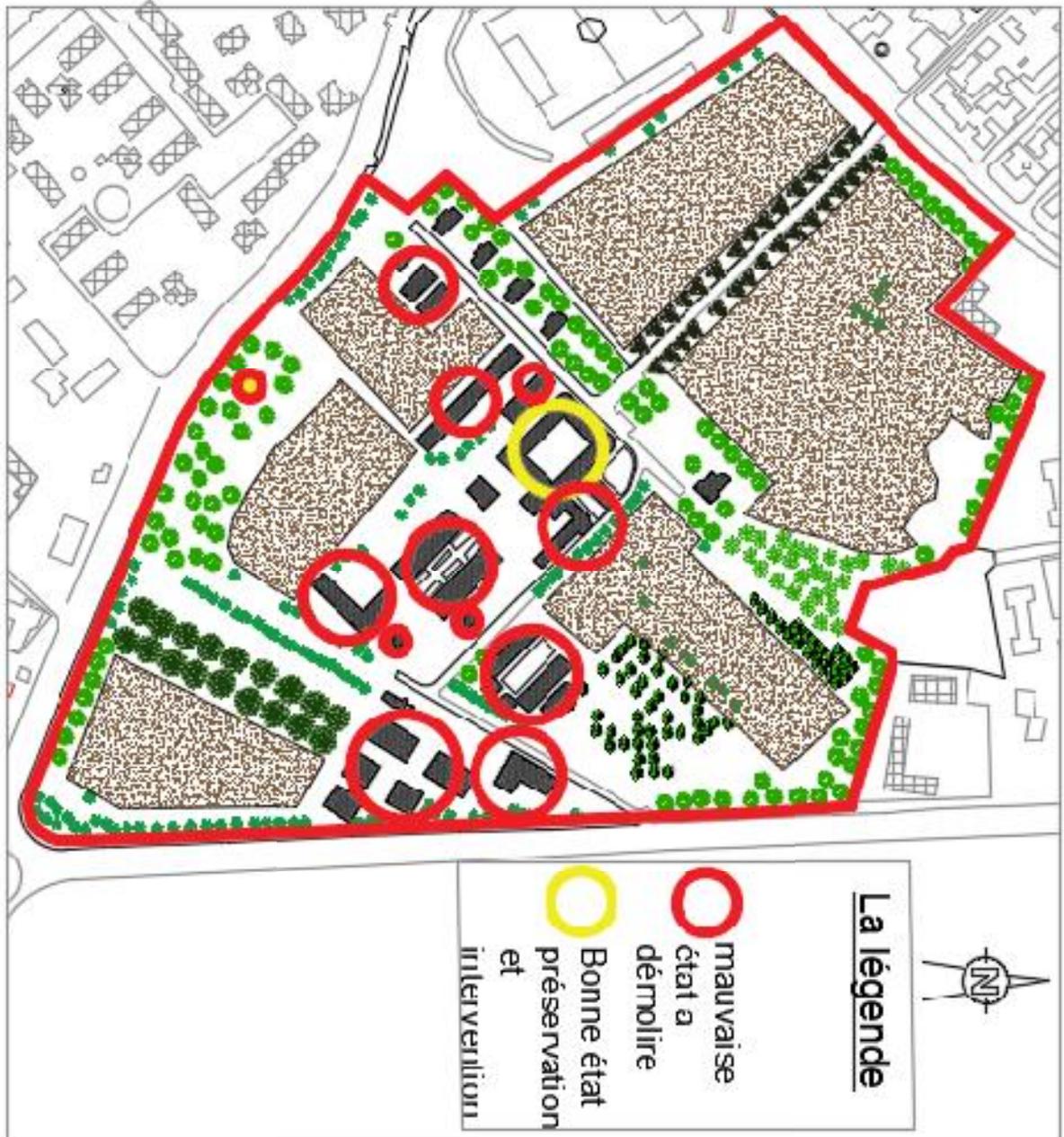
III.3.7.1'organisation des blocks :



Carte 1: le fonctionnement de l'école.

Source : auteur

III.3.8.L'état des blocks



Carte 2 : L'état des blocks et l'action.

Source : auteur

Synthèse

L'analyse architecturale de l'institut, nous a permis d'avoir une vision globale sur les différents problèmes existants (esthétiques, fonctionnels et de confort), et l'état des différents blocks afin pour faire une action de renouvellement sur l'équipement.

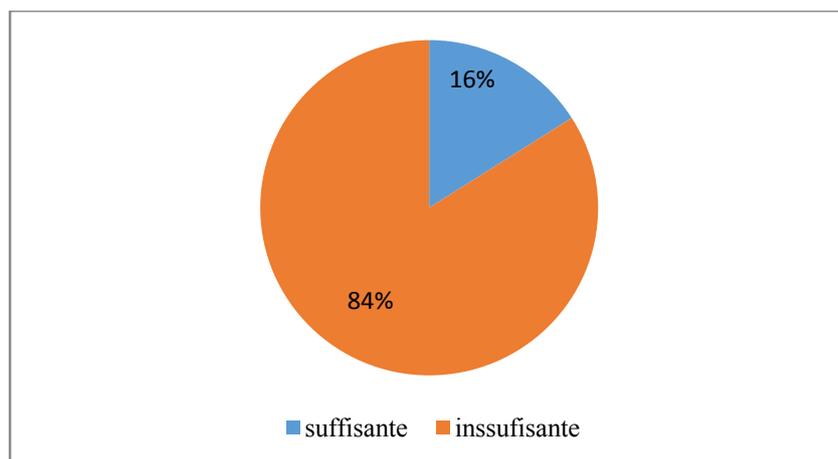
III.4. le Sondage

III.4.1.Objectif de Sondage

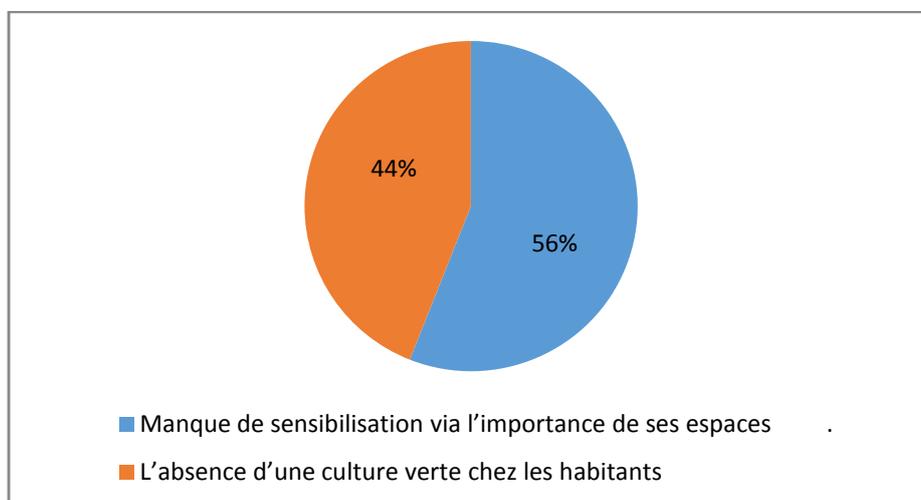
-L'objectif est pour voir l'importance de l'intégration d'une ferme urbaine verticale pour les habitants de la ville de Guelma. Et comment convaincre les gens pour accepter ce projet et avoir l'aide morale et matérielle de leurs parts.

III.4.2.Les résultats de Sondage

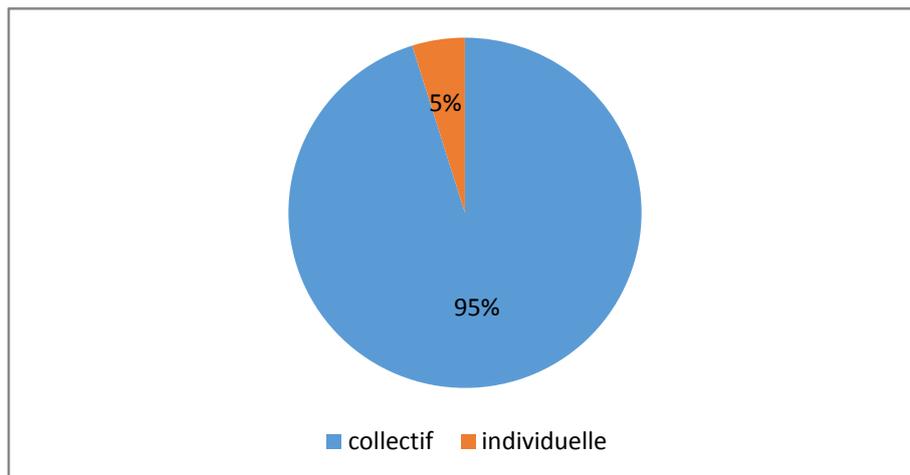
-Que pensez-vous de la présence de verdure dans votre ville ? :



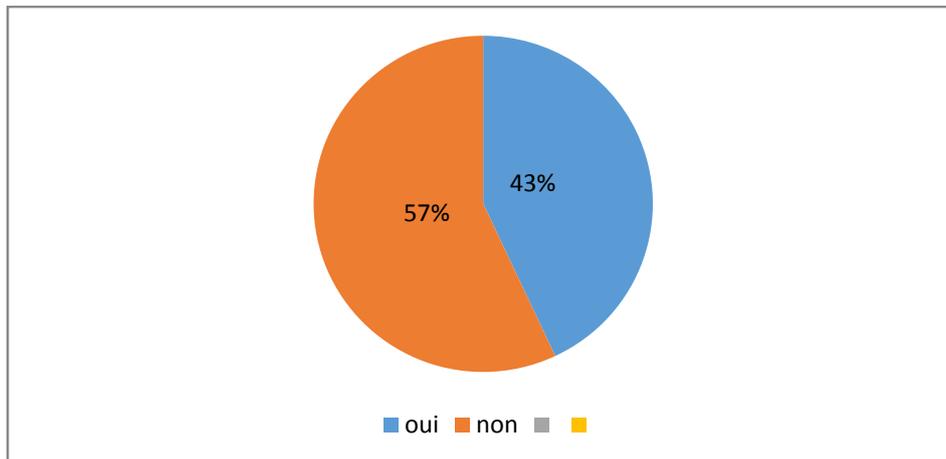
-Si votre réponse est insuffisante quelle sont les causes de cette insuffisance :



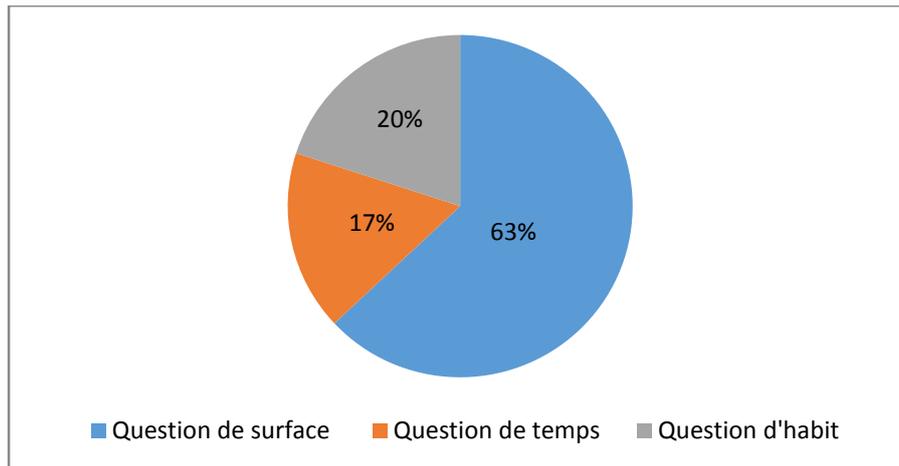
- dans quel type de logements habitez-vous ?



-pratiquez-vous de l'auto jardinage ? :

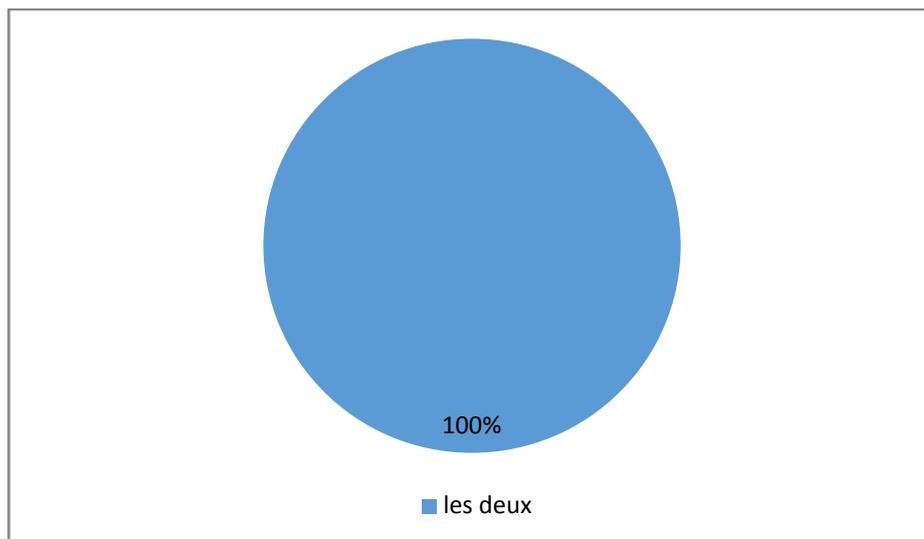


- Si non pourquoi :

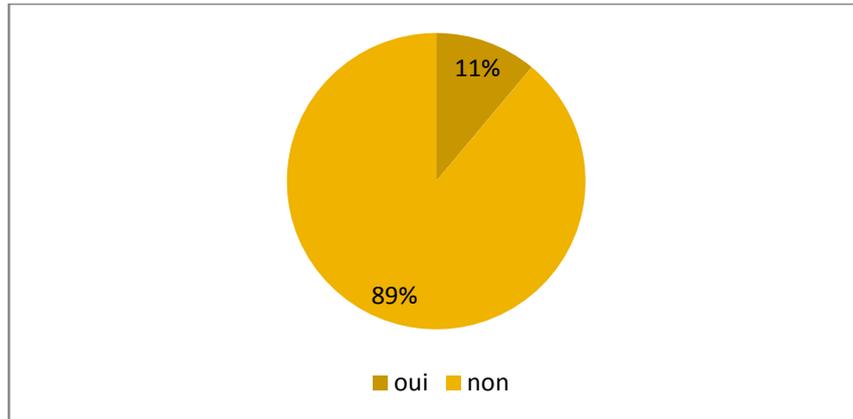


-Si oui vous plantez quoi dans vos jardins :

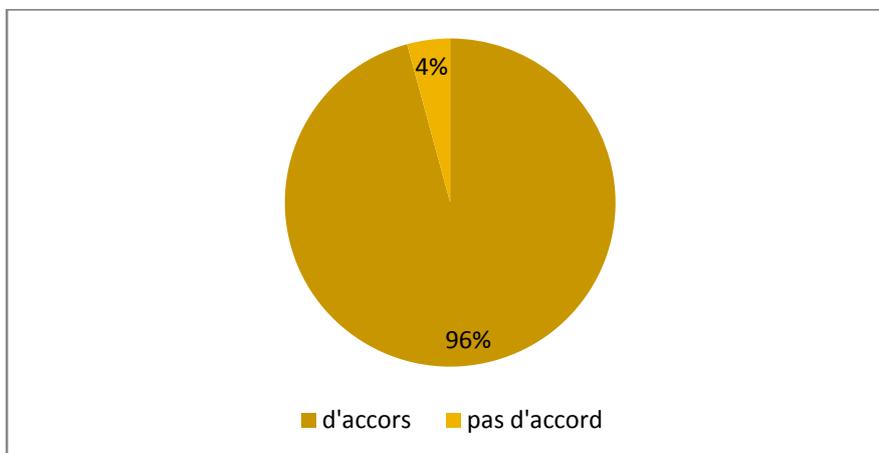
Plante d'esthétique arbre fruitier les deux



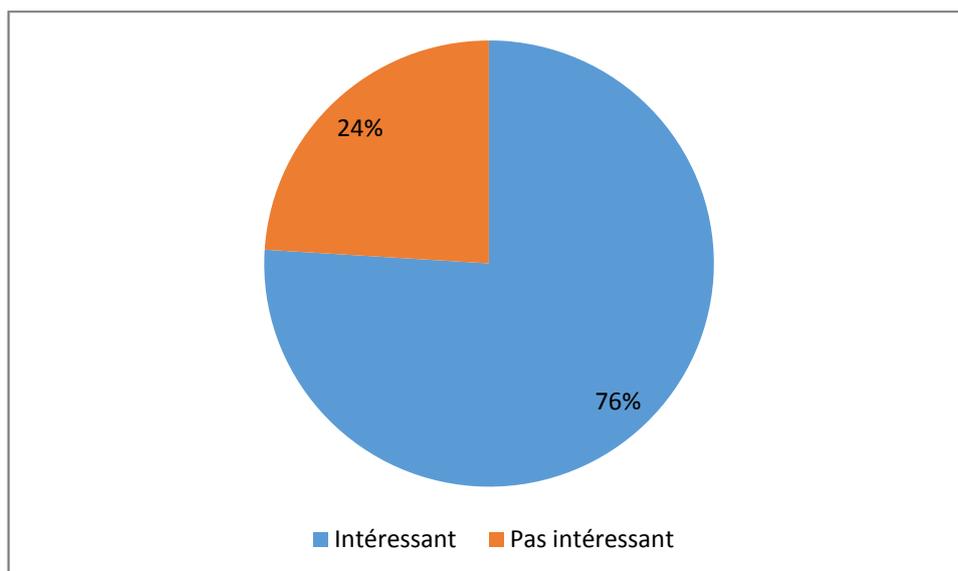
-Est-ce que vous trouvez que les aliments qui viennent du marché, sont de bonne qualité ?



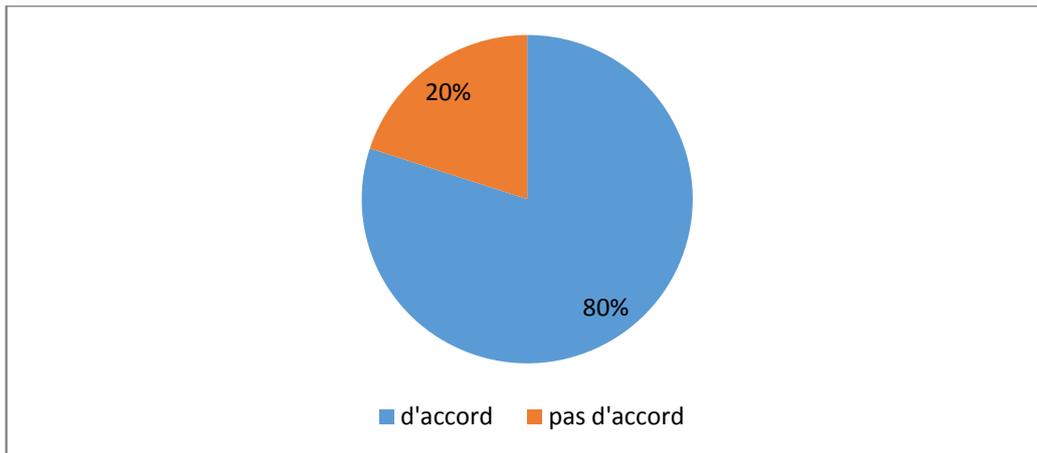
- Que pensez-vous de l'idée de cultiver votre propre potager ? :



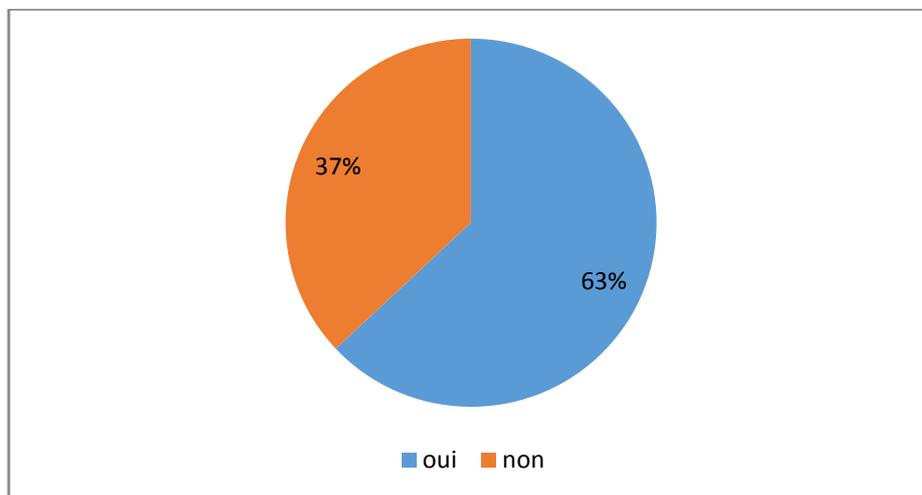
-que pensez-vous d'un espace à l'échelle de la ville dédiée ce type de pratique ?



-si vous êtes intéressée, aimez-vous investir dans ces types de projet ?

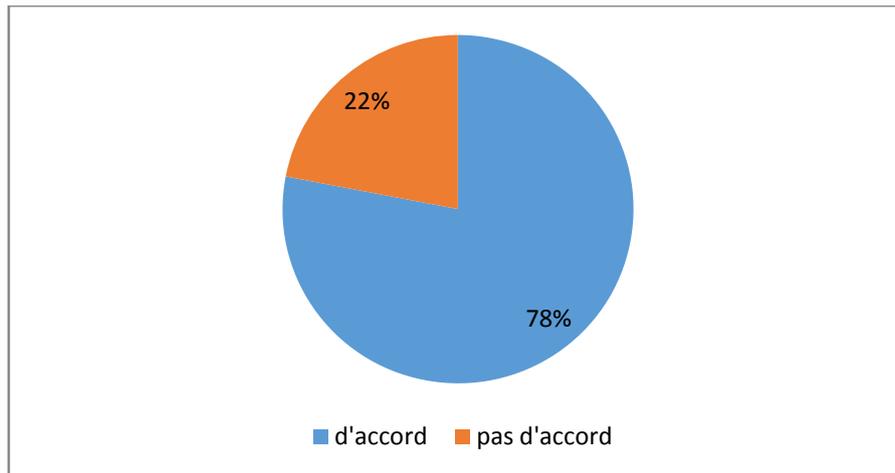


-dans un milieu urbain savez-vous qu'il existe des fermes dédiées à ce genre de pratique on l'appelle « ferme verticale » ?



« Ferme verticale » ou d'agriculture verticale regroupe divers concepts fondés sur l'idée de cultiver des quantités significatives de produits alimentaires dans des tours, parois ou structures verticales, de manière à produire plus sur une faible emprise au sol.

-êtes-vous d'accord pour que un projet en ce genre voit le jour dans une ville telle que Guelma ?



Synthèse

D'après notre Sondage sur 100 personnes, on a reçu plusieurs opinions et idées des habitants, la plupart ont pour cette idée de réaliser un projet qui est moderne et réunir les caractéristiques et les qualités agricoles de la ville de Guelma, et ils sont prêts à porter leur soutien souvent leurs potentialités.

CHAPITRE IV:

Processus de conception

Introduction

En raison de l'accès limité à la terre pour l'agriculture, il est nécessaire de maintenir les tâches agricoles de manière à ouvrir la voie à des besoins alimentaires accrus. De nombreux aspects exercent une pression sur l'industrie alimentaire et la transformation, tels que: la croissance de la population et ses besoins croissants, la réduction des sources naturelles due à la croissance des villes, l'érosion des terres, diverses formes de contamination, l'émergence de biocarburants, restrictions imposées aux techniques de production alimentaire concernées par les clients et les fournisseurs de règles exigeant une meilleure qualité, une utilisation moindre des produits chimiques et de nombreuses tentatives environnementales utiles "de la ferme à la fourchette". Récemment, les obsessions environnementales ont été associées à une obsession croissante pour la santé en ce qui concerne la conception architecturale. En conséquence, il y a eu un intérêt accru pour la fourniture d'aliments sains et leur intégration dans le projet de développement durable.

La réponse à ces problèmes est l'agriculture verticale. L'agriculture verticale est devenue un projet combinant la conception de bâtiments et de fermes dans un long bâtiment. L'agriculture verticale est un système permettant de faire pousser des cultures dans des gratte-ciel, afin de maximiser l'utilisation des terres en ayant une conception verticale où les plantes et les animaux.

IV .1.1 L'enveloppe de l'agriculture verticale

Les fermes verticales diffèrent d'une ville à l'autre. Des conseils plus généraux sur la structure ainsi que davantage de conceptions et de concepts de la FV sont expliqués dans la section suivante. Pendant un instant pour fournir de la nourriture à 15 000 personnes, ce gratte-ciel est conçu avec les propriétés suivantes : taille de la ferme verticale : 93 ha (environ la taille d'un bloc), 37 étages, dont 25 uniquement destinés à la production de cultures et 3 pour l'aquaculture. De plus, 3 étages de la même distribution sont destinés à l'aménagement de l'environnement et 2 souterrains sont utilisés pour la conservation des déchets. De plus, un étage est affecté au nettoyage des bacs de croissance, montrant ainsi la germination. Un étage sert à l'emballage et à la transformation des légumes ou du poisson. Un autre étage est réservé à la vente des produits situés sous terre. Cela rend la hauteur totale du bâtiment de 167,5 mètres ainsi que sa longueur et sa largeur égales à 44 mètres. Le bâtiment est équipé d'un ascenseur spacieux au centre, suffisamment grand pour pouvoir y placer un chariot élévateur. Cela aide à transporter la récolte vers d'autres étages. Chaque jour, environ 217 000 points d'eau sont nécessaires au système. 14000 de cette quantité sont absorbés et quittent le bâtiment avec les eaux usées. L'eau non absorbée par les légumes est ensuite remise en circulation dans un système en charge du recyclage de l'eau. Il est traité et pulvérisé une fois de plus et la boucle est fermée⁵⁶.



Figure 42 : une vue de l'intérieure de l'agriculture verticale

Source: A Review of Vertical Farming Technology: A Guide for Implementation of Building Integrated Agriculture in Cities

⁵⁶ A Review of Vertical Farming Technology: A Guide for Implementation of Building Integrated Agriculture in Cities

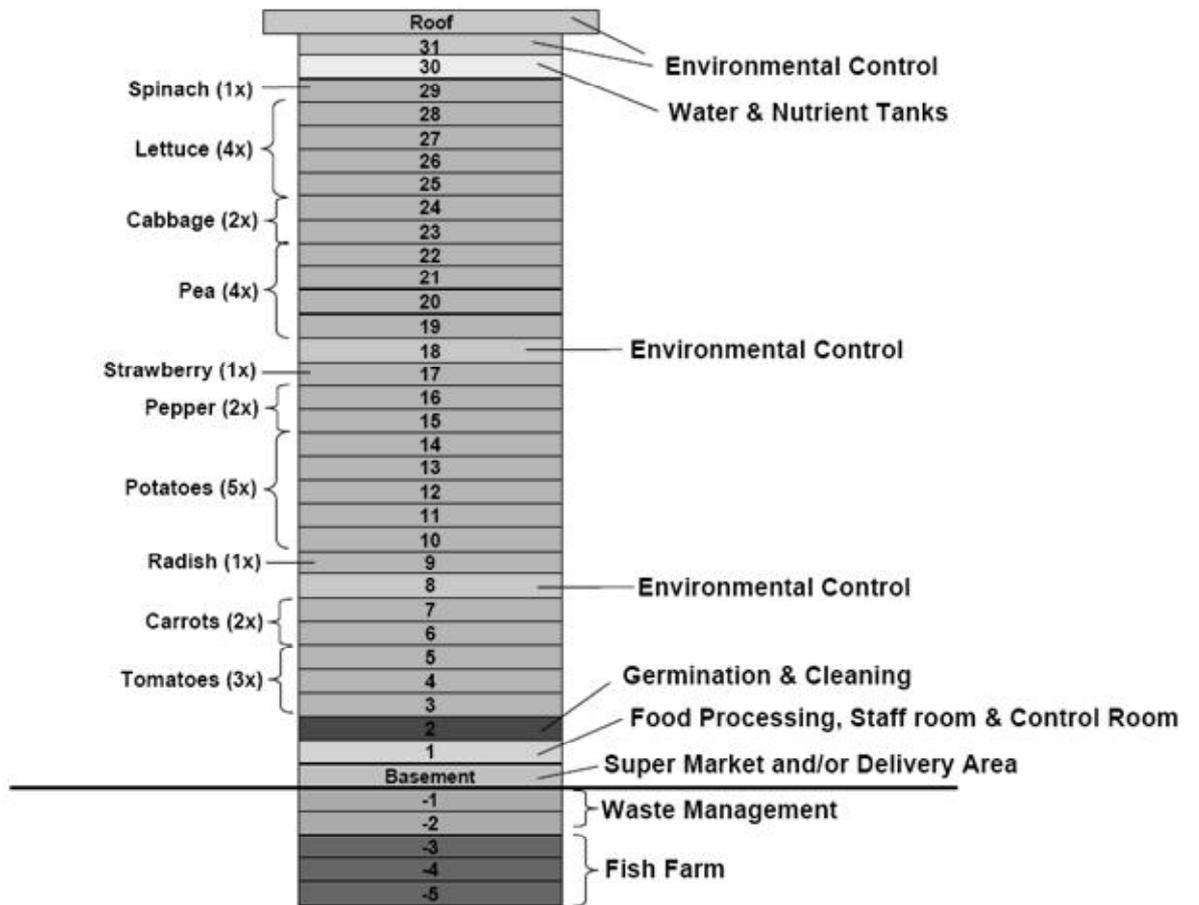


Figure 43 : Structure générale de l’agriculture verticale avec sa mise en page.

Source: A Review of Vertical Farming Technology: A Guide for Implementation of Building Integrated Agriculture in Cities

IV .1.2 Synthèses

« La FAO fixe le seuil de famine à 700m² ».

Dans une ville comme Guelma avec une population actuelle de 137 791 personnes, la surface nécessaire pour assurer la sécurité alimentaire est 9645,3700 Ha est en 2050 avec 200 000 bouche à nourrir en parle d'une surface agricole de plus que 14 000 Ha.

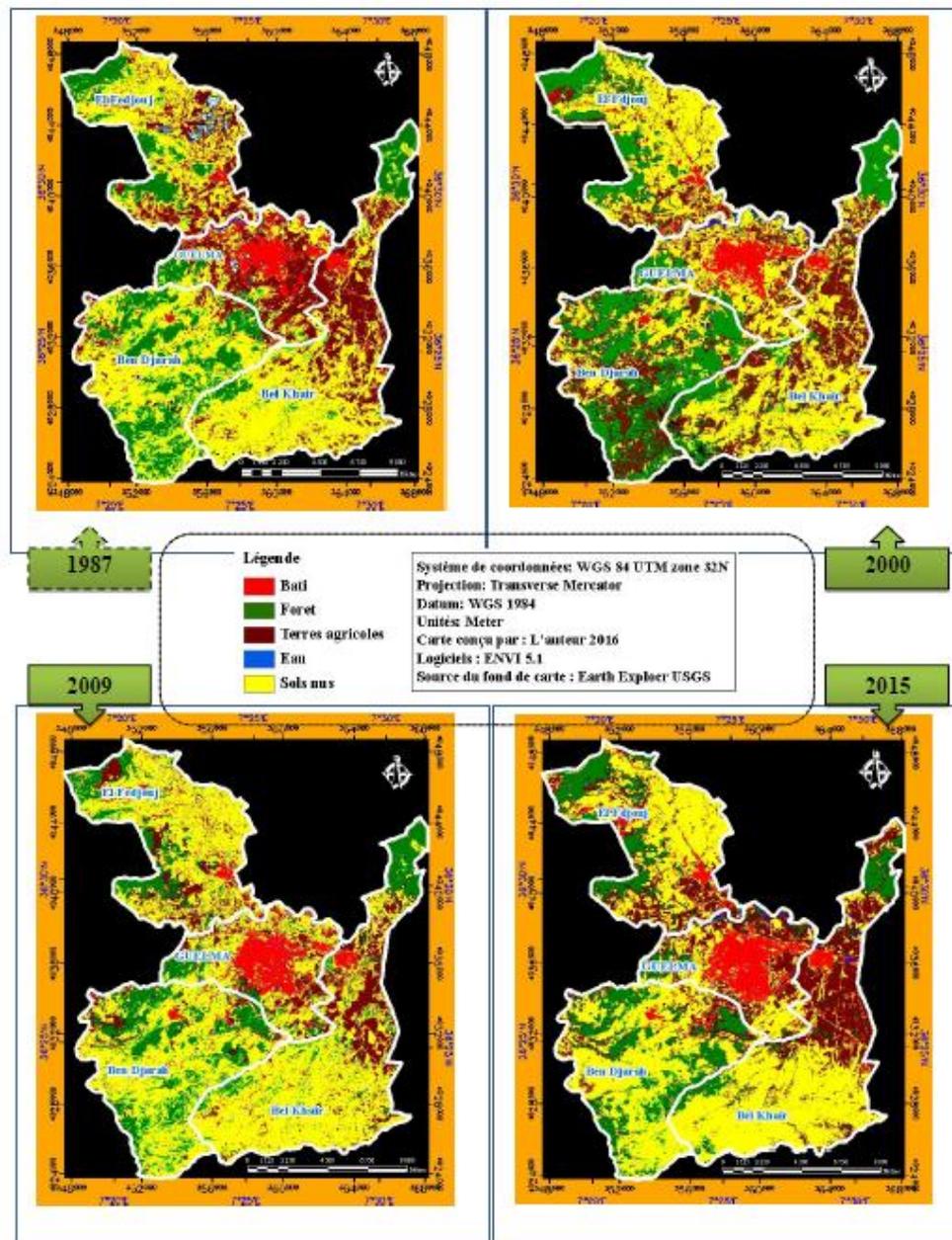


Figure 44 : l'évolution de la tache agricole a la wilaya de Guelma.

Source: Apport de la télédétection pour la cartographie diachronique de l'étalement urbain et de l'analyse morphologique de l'agglomération de Guelma Article • Septembre 2017

Les terres agricole au niveau de la wilaya de Guelma sont en déclin continu face a plusieurs problèmes (Figure 44), donc lorsque en parle d'assurer les besoin de 10% de la population de la ville de Guelma dans une surface de 2 000 m², en parle aussi d'une révolution dans la production agricole.

IV .1.3 Le programme agricole

Espace	Définition	Photo	Surface
Espace agricole (Culture hors sol)	Une Culture hors sol a l'aide des technologies telle que « l'hydroponie , l'aquoiponie et l'aeronomie ».		
Espace de contrôle environnemental	Un espace de contrôle pour le HVAC (chauffage, ventilation et climatisation).		
Pisciculture	Un espace d'élevage de poissons, en eaux douces, saumâtres ou salées.		

<p>Les étables d'animaux</p>	<p>l'étable est la partie du bâtiment réservée à l'élevage des bovins.</p>		
<p>Les serres poulailler</p>	<p>Espace où on élève les poules</p>		
<p>L'abattoir</p>	<p>la partie du bâtiment réservée où le bétail est abattu pour l'alimentation</p>		<p>500 m²</p>
<p>Stockage</p>	<p>espace de conservation et d'emballage avant la commercialisation</p>		<p>500 m²</p>
<p>Gestion des déchets</p>	<p>espace de traitement et de gestion de la biomasse</p>		<p>500 m²</p>

Le marché	le lieu de rencontre entre l'offre et la demande relatives à un produit.	
-----------	--	--

IV .2 Le renforcement des études

« L'état actuel de l'institut est très dégradé, et qui ne permet pas d'offrir des formations supérieures des étudiants ». M.AzouzMoufid

Après avoir étudié la situation de l'Institut, il est nécessaire d'augmenter sa capacité d'absorption et pour moderniser et diffuser la culture de l'agriculture verticale dans la région, il est nécessaire de créer un laboratoire de recherche agricole.

IV .2.1 Le programme de zone éducatif

Entité	Espace	Nombre	Surface
Contrôle générale	Accueil	1	18 m ²
	Permanence	1	14 m ²
	Secrétariat Général	1	14 m ²
	Secrétaire S.G	1	12 m ²
	Bureau d'économiste	1	14 m ²
	Secrétaire d'économiste	1	12 m ²
	Archives	1	14 m ²
	Salle des réunions	1	18 m ²
enseignement	Salle des enseignants	1	18 m ²
	Directeur de pédagogie	1	14 m ²
	Salle d'informatique	1	80m ²
	Laboratoire Chimie & Physique	2	60 m ²

	Salle de classe	12	50 m ²
	Amphithéâtre	1	300 m ²
	Sanitaire	2	24 m ²
	Bibliothèque	1	180 m ²
Infirmierie	Salle d'attente	1	14 m ²
	Bureau de médecin	1	16 m ²
	Salle de soins	1	16 m ²
Restauration	Réfectoire	1	200 m ²
	Personnel	1	25 m ²
	Cuisine	1	60 m ²
	Dépôt	1	30 m ²
Hébergement	Chambre individuelle	10*2	12 m ²
	Chambre double	40*2	14 m ²
	Sanitaire	3*2	18
	Douche	1*2	30m ²

IV .3 Accueil et loisir

Pour raison de renforcé le rencontre sociale il est important d'intégrée un espace de promenade, un espace de relax pour les habitants de la ville, aussi l'accueil du projet doit être intéressent pour attirer l'attention de investisseurs et des partenaires sociale, avec des annexe banquer pour faciliter l'investissement.

Espace	Définition	Photo	Nombre	Surface
Hall d'accueil			1	
Hall d'exposition	Un espace réservé pour l'exposition des technologies agricole et pour définir le concept de l'AV		1	
Annexe de La Banque BADR	Banque de l'agriculture et du développement rural est une institution financière nationale du secteur public.		2	16 m ²
Annexe de L'assurance CRMA	Une agence pour objectif d'offrir du crédit aux agriculteurs		2	16 m ²
Locaux de service			6	16 m ²
Restaurant			1	400 m ²
Sanitaire			2	24 m ²

IV.4 Administration

Espace	Nombre	Surface
Accueil	1	28m ²
Bureau de directeur	1	18 m ²
Secrétariat	1	14 m ²
Bureau d'économe	3	14 m ²
Secrétaire d'économe	3	12 m ²
Bureau de comptable	3	14 m ²
Archives	1	16 m ²
Salle des réunions	25	32 m ²
Sanitaire	2	18 m ²

IV .5.Analyse de site

IV .5.1. La situation de la ville de Guelma

- National

Guelma se situe géométriquement au Nord-est de l'Algérie Nord à 60 Km au sud de la méditerranée à 110KM à l'Est de Constantine et à 150Km à l'Ouest de la frontière

- Régionale

Localement la commune de Guelma profite d'une position géométrique centrale, elle s'étend sur une superficie de 44km².

Elle est limitée par : Au Nord : El Fedjoudje et Héliopolis.

Au sud par la commune de Bendjerrah.

A l'Est par la commune de belkheir.

- la situation du site par rapport à la ville de Guelma :

Notre terrain se trouve au plein sud de la ville de Guelma

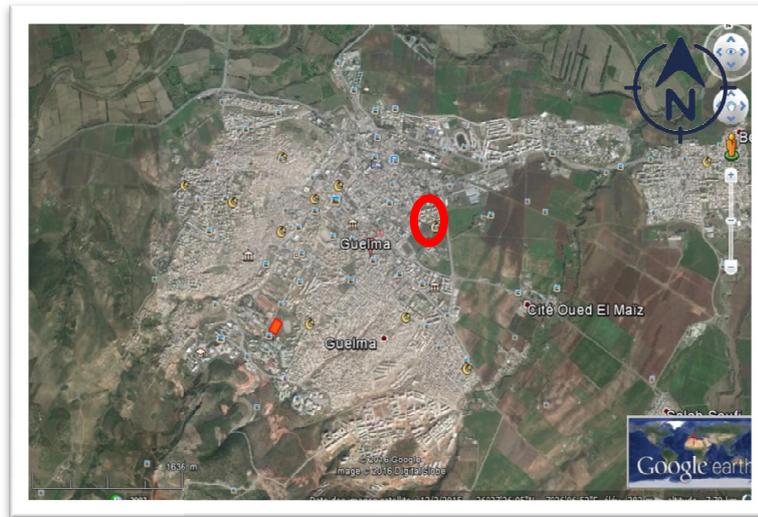


Figure 45 : la situation de terrain par rapport a la ville de Guelma

Source : Google Earth

IV.5.2. Présentation et Situation du projet

Le Terrain de la FV est situé à l'entrée est de la ville de Guelma.

Il est d'une forme irrégulière avec une surface de 2 ha.



Figure 46 : la situation du terrain Par rapport à la ville de Guelma.

Source: Google earth



Figure 47 : la forme du terrain.

Source: Google earth

IV.5.3. La topographie



Figure 48 : coupe longitudinale & coupe transversale sur le terrain.

Source: Google earth

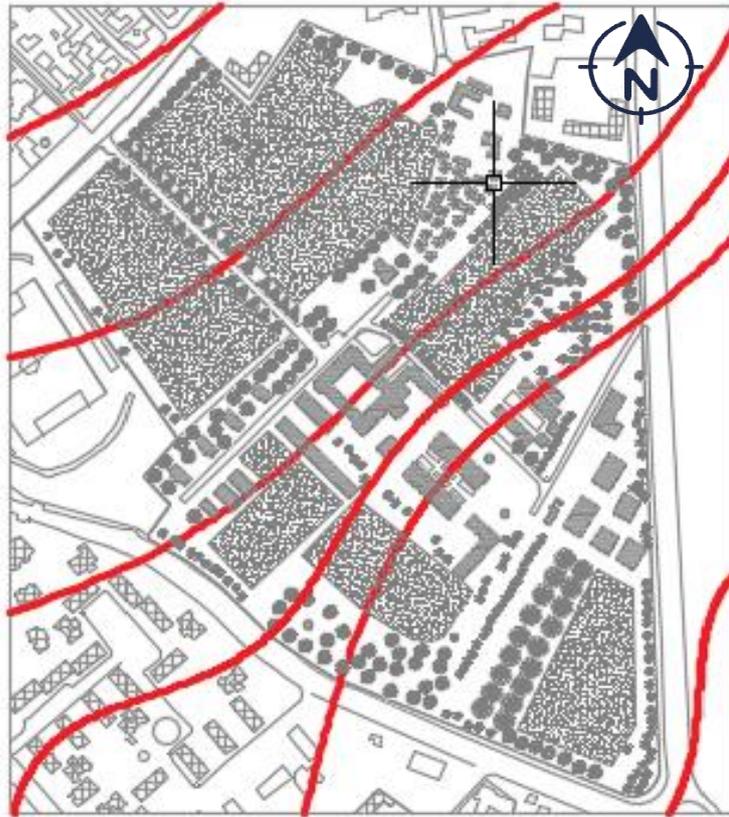


Figure 49 : les courbes de niveau

Source: PDAU intercommunal de Guelma.

D'après l'analyse des données le terrain est peu-accidenté avec une pente maximale de 1%.

IV.5.4. L'ensoleillement et les vents

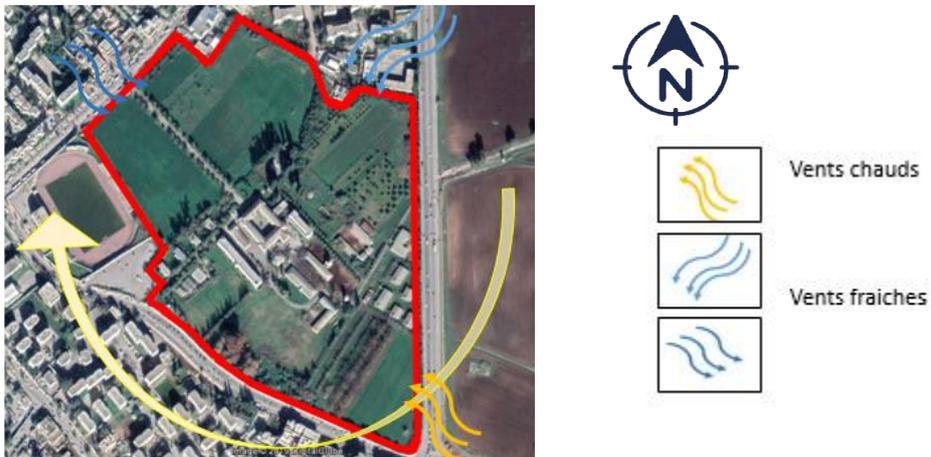


Figure 50 : l'ensoleillement et les vents dominant.

Source: auteur.

IV.5.6. Environnement immédiat



Figure 51 : Environnement immédiat.

Source: auteur.

Le terrain est entouré par des bâtiments résidentiels au côté Nord et Sud

- par un terrain agricole à l'Est
- Stade Ali Abda à l'ouest



Figure 52 : Environnement immédiat.

Source: auteur.

Façade :

Alignement verticale

Symétrie

Le rythme des éléments simples

Fenêtres verticale.

- Matériaux :

Le béton armé (la structure poteaux poutre)

Brique.

Verre.

IV.5.7. Analyse technique



Figure 53 : la circulation mécanique

Source: auteur.

Le terrain est entouré par 3 voies principales dans les côtés Est ; Sud ; Ouest avec une circulation mécanique importante

Une seule voie secondaire dans le côté Nord-Ouest

Conclusion

Points forts :

- le terrain profite d'un bon ensoleillement avantageux.

- Le terrain se caractérise par une pente faible, donc il profite d'une bonne constructibilité dans toute sa surface.
- l'absence des mitoyens nous offre la possibilité d'ouvrir dans les différents cotés

IV.6. Mise en Forme

Nous adoptons dans notre processus de mise en forme la méthode du diagramme du voronoï

IV.6.1 l'organisation spatiale (zoning)

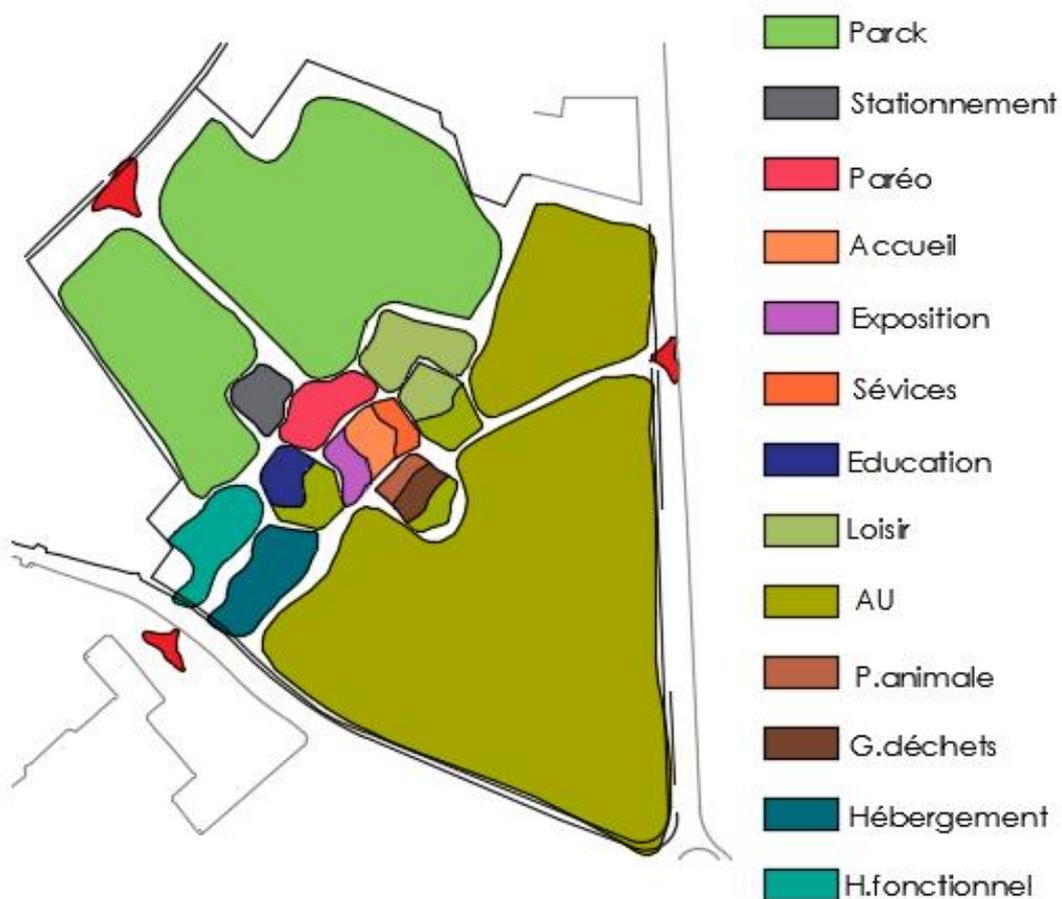


Figure 54 : l'organisation spatiale.

Source: auteur.

IV.6.2 le concept de projet

IV.6.2.1 voronoï

Le diagramme de ' voronoï ' est l'une de ces bizarreries mathématiques qui se produisent fréquemment dans le monde naturel.

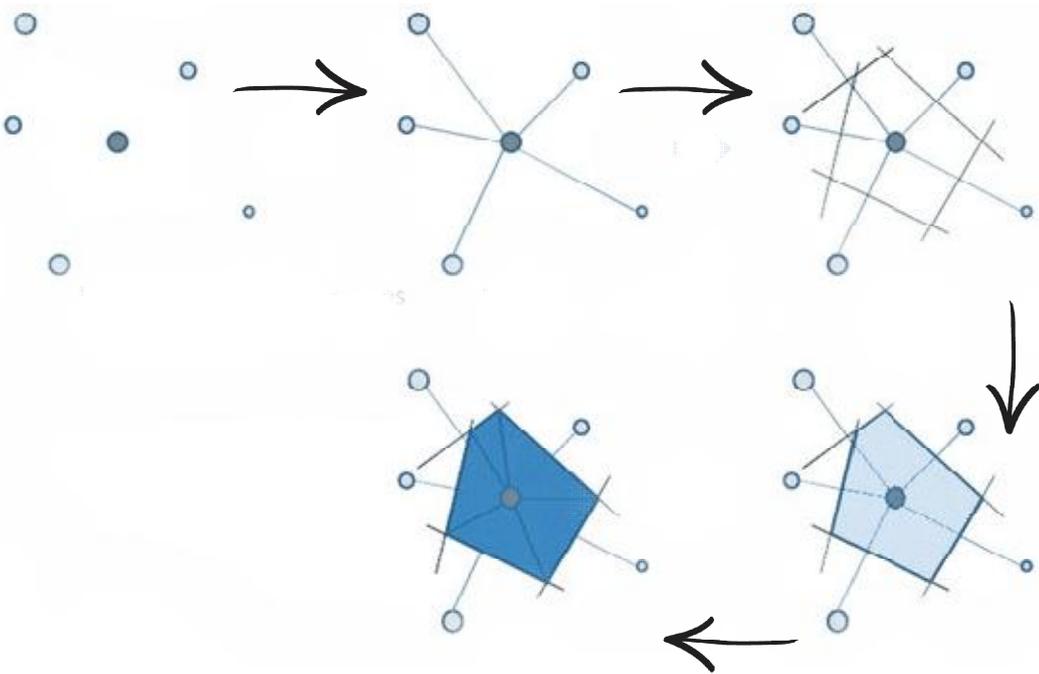


Figure 55 : méthode géométrique pour la génération de voronoï diagramme.

Source: auteur.

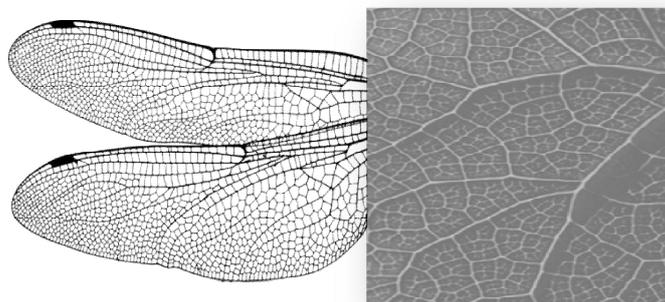


Figure 56 : voronoï diagramme dans la nature.

Source: Google image.

Le diagramme de Voronoï est suggéré comme un outil de conception attrayant et non répétitif doté d'un paramètre de qualité pouvant être plus adapté à un système modulaire commun. Dans le concept de relations spatiales, adjacentes et voisines peuvent être citées comme caractéristiques structurelles intéressantes de Voronoï⁵⁷.

Il est facile de faire un diagramme de voronoï simple. Il suffit de lancer une dispersion aléatoire de points "sites" sur un plan, de relier ces sites avec des lignes (reliant chaque point à ceux qui en sont les plus proches), puis de couper en deux chacune de ces lignes avec une perpendiculaire.

IV.6.2.2 La Définition Mathématique⁵⁸

On se place dans le plan affine \mathbb{R}^2 Soit S un ensemble fini de n points du plan ; les éléments de S sont appelés centres, sites ou encore germes.

On appelle région de Voronoï — ou cellule de Voronoï — associée à un élément p de S , l'ensemble des points qui sont plus proches de p que de tout autre point de S :

$$\text{Vor}_S(p) = \{x \in \mathbb{R}^2 / \forall q \in S \ \|x - p\| \leq \|x - q\|\}$$

où $\|x - p\|$ désigne la distance entre x et p .

Si l'on appelle $H(p, q)$ le demi-plan délimité par la médiatrice du segment $[pq]$, on a

$$\begin{aligned} H(p, q) &= \{x \in \mathbb{R}^2 / \|x - p\| \leq \|x - q\|\} \\ \text{Vor}_S(p) &= \bigcap_{q \in S \setminus \{p\}} H(p, q) \end{aligned}$$

En dimension 2, il est facile de tracer ces partitions. On se base sur le fait que la frontière entre les cellules de Voronoï de deux germes distincts se situe forcément sur la médiatrice qui sépare ces deux germes. En effet, les points de cette médiatrice sont équidistants des deux germes donc on ne peut pas affirmer qu'ils se situent dans l'une ou l'autre cellule de Voronoï. Pour un ensemble de germes, le diagramme de Voronoï se

⁵⁷Research Article APPLICATION OF VORONOI DIAGRAM AS AN ARCHITECTURAL AND URBAN PLANNING DESIGN TOOL © Copyright 2014 | Centre for Info Bio Technology (CIBTech) 1776

⁵⁸https://fr.wikipedia.org/wiki/Diagramme_de_Vorono%C3%AF

construit donc en déterminant les médiatrices de chaque couple de germes. Un point d'une médiatrice appartient alors à une frontière de Voronoï s'il est équidistant d'au moins deux germes et qu'il n'existe pas de distance plus faible entre ce point et un autre germe de l'ensemble.

On peut généraliser la notion à un espace euclidien E muni de la distance euclidienne d . Soit S un ensemble fini de n points de E . La définition devient :

$$\text{Vor}_S(p) = \{x \in E / \forall q \in S \ d(x, p) \leq d(x, q)\}$$

Pour deux points a et b de S , l'ensemble $\Pi(a, b)$ des points équidistants de a et b est un hyperplan affine (un sous-espace affine de co-dimension 1). Cet hyperplan est la frontière entre l'ensemble des points plus proches de a que de b , et l'ensemble des points plus proches de b que de a .

$$\Pi(p, q) = \{x \in E / d(x, p) = d(x, q)\}$$

On note $H(a, b)$ le demi espace délimité par cet hyperplan contenant a , il contient alors tous les points plus proches de a que de b . La région de Voronoï associée à a est alors l'intersection des $H(a, b)$ où b parcourt $S \setminus \{a\}$.

$$H(p, q) = \{x \in E / d(x, p) \leq d(x, q)\}$$

$$\text{Vor}_S(p) = \bigcap_{q \in S \setminus \{p\}} H(p, q)$$

IV.6.2.2 L'application du voronoï diagramme sur le zoning

A-l'identification des point centrale selon l'image obtenue du zoning en donnant la valeur au bâtiment centrale préserve.

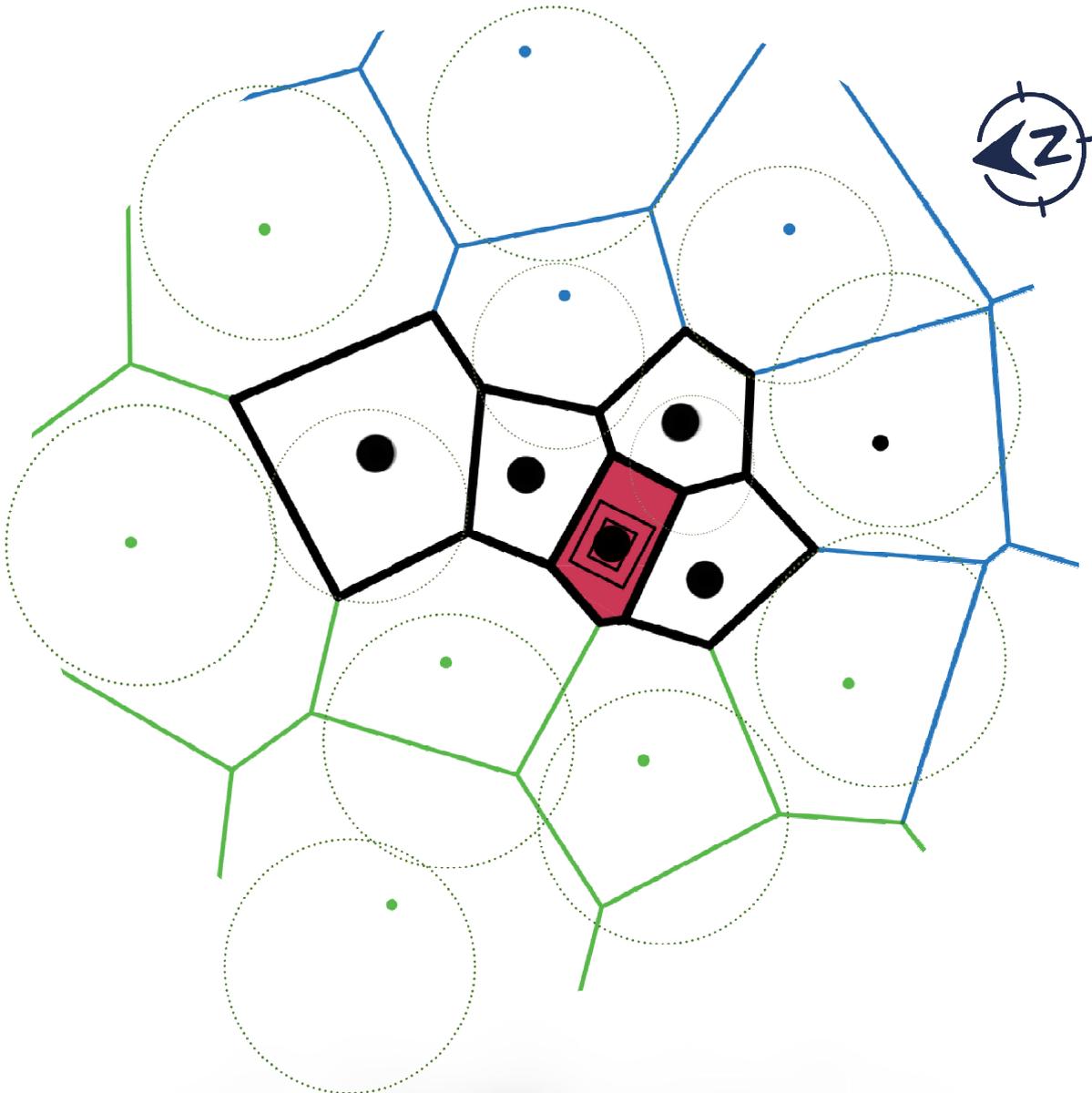


Figure 57 : L'application du voronoï et la délimitation des zones a l'aide de l'extention « VoronoïXY » sur sketchup.

B-

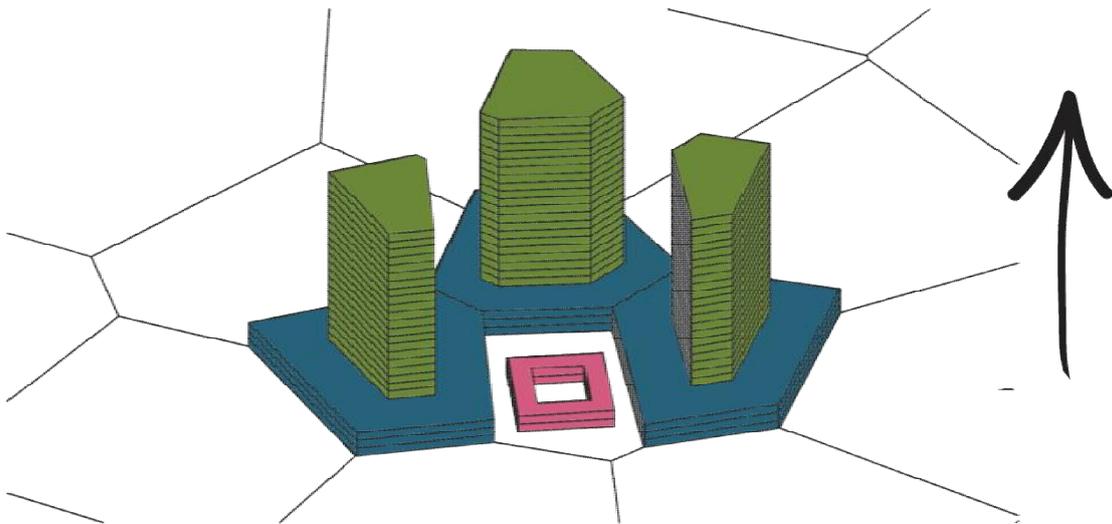


Figure 58 : La création du volume selon le schéma de principe.

Source: auteur.

C-

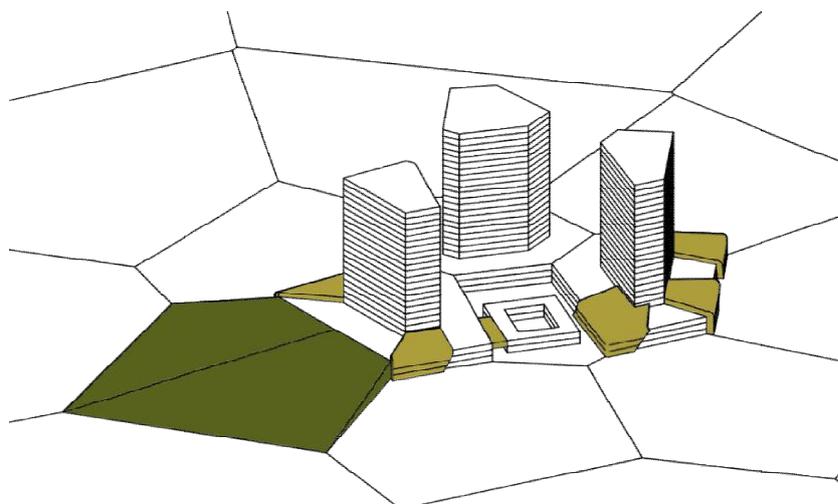


Figure 59 : L'acte sur le volume pour enrichir le contexte.

Source: auteur.

D-

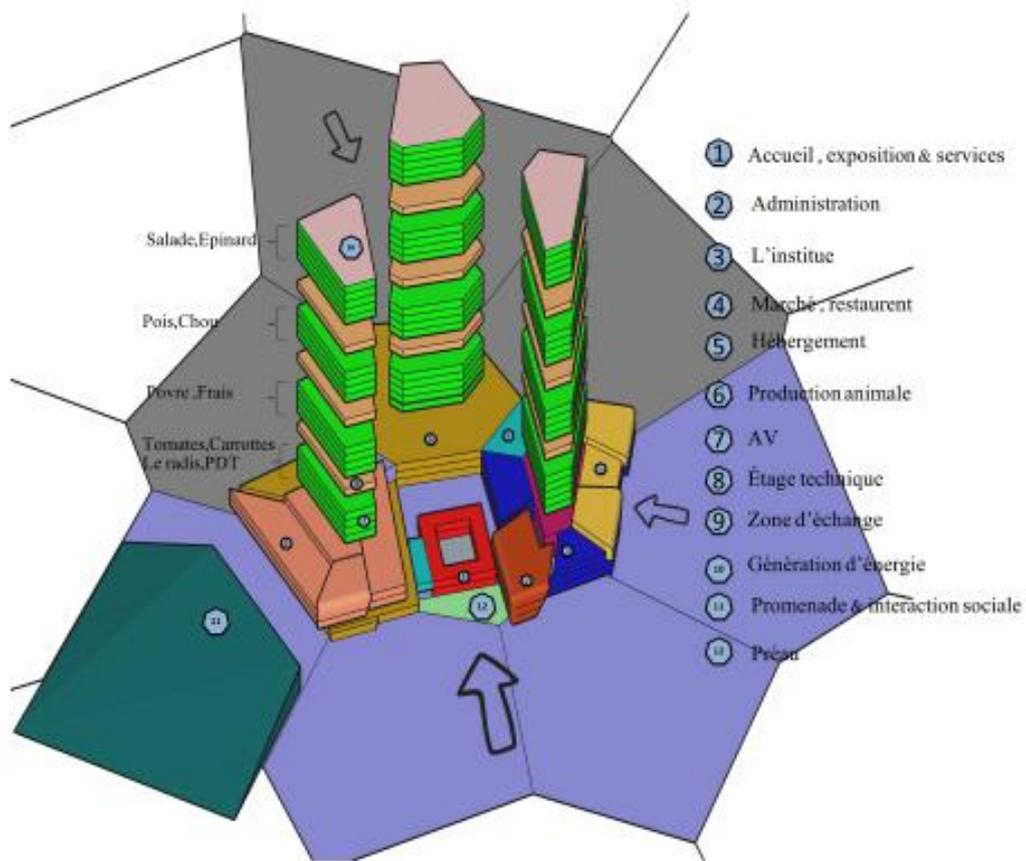


Figure 60: L'organisation spatio-fonctionnelle.

Source : auteur.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

La participation des architectes dans l'émergence de pratiques agricoles en ville est certaine. Ils sont à l'origine de l'apparition d'espaces agricoles en ville grâce à des procédés traditionnels ou innovants. Les cultures s'installent au sol et s'intègrent sur des surfaces hors-sol horizontales ou verticales pour permettre de multiplier les espaces de production et de donner une identité à l'espace et à l'architecture. Les projets réalisés offrent aux architectes et aux nombreux autres acteurs qui interviennent dans la conception ou dans l'usage, d'expérimenter des stratégies, des méthodes et des techniques d'intégration agricole. Dans cette perspective, on constate par l'analyse des projets que l'architecte intervient soit par l'intégration de surfaces agricoles sur une architecture existante ou dans l'espace qualifiée par celle-ci, soit par l'intégration de cultures dans la conception même d'une nouvelle architecture soit en l'intégrant sur ou dans l'architecture, soit dans l'espace défini par cette dernière.

Les architectes interviennent aussi et surtout, dans le monde de l'imaginaire, de la recherche théorique et dans l'utopie d'une ville productive. À différents niveaux, chaque projet que nous avons abordé est audacieux: construire un réseau de différents pôles de résilience à l'échelle urbaine, poser une serre agricole sur une barre de logement, une salle de concert ou un super-marché, aménager des milliers d'hectares pour en faire un parc urbain agricole, ou encore ériger une tour de plusieurs centaines de mètres de haut pour y cultiver des fruits et des légumes. Il semblerait que les architectes ne mettent aucune limite au développement de stratégies et de méthodes d'intégrations d'agriculture urbaine. Si certains de ces projets font appel à un futur proche, en ce sens qu'ils sont viables au niveau économique, technique et technologique, d'autres cependant sont véritablement inscrits un futur lointain.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

Livre

- Agriculture urbaine: aménager et nourrir la ville éditeur scientifique, Eric Duchemin, Laboratoire sur l'agriculture urbaine.
- L'AGRICULTURE URBAINE, CONTRIBUTRICE DES STRATEGIES ALIMENTAIRES DES MEGAPOLES ? Christine Aubry.
- L'agriculture urbaine en Afrique tropicale : évaluation in situ pour initiative régionale par Kando Golhor Consultant du CRDI 1995.

Mémoires et thèses

- Développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone Enjeux, concepts et méthodes Olanrewaju B. Smith, Paule Moustier, Luc J.A. Mougeot et Abdou Fall, éditeurs.
- Urban Agriculture in Istanbul: The Road to Food Security and Sustainability, SELEN CAGLAYIK ELOGLU.
- عوامل وانعكاسات ظاهرة النزوح الريفي في الجزائر, دراسة ميدانية دائرة ششار ولاية خنشلة, عبد الغاني قتالي .
- L'AGRICULTURE URBAINE DANS LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT : LEVIER À PRIVILÉGER POUR L'ATTEINTE DES OBJECTIFS DU MILLÉNAIRE POUR LE DÉVELOPPEMENT ? Alice Roy.
- Mémoire de magistère Réhabilitation du Patrimoine.

Articles

- APPLICATION OF VORONOI DIAGRAM AS AN ARCHITECTURAL AND URBAN PLANNING DESIGN TOOL *Fatemeh Bahraminejad1 and Kian Babaki2 Department of Architecture, College of Engineering, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
- The vertical Farm – the origin of a 21st century architectural typology, Eric Ellingsen and Dickson Despommier, Columbia University.
- RGPH 2008 Wilaya de Guelma.
- A Review of Vertical Farming Technology: A Guide for Implementation of Building Integrated Agriculture in Cities Article · October 2017
- Vertical Farm Façade First approach to the energetic savings applied to the Seagram Building in New York. par: Marc Prades Villanova

Sites internet

- www.researchgate.net
- www.architakes.com
- www.fritzhaeg.com
- www.treehugger.com
- www.inhabitat.com
- www.edition.cnn.com
- <https://www.skygreens.com>
- www.architecte-batiments.fr
- www.transition-verte.com/singapour-une-windowfarm-geante/
- www.hollistercs.com/pages/experience/pdf/AEROFARMS
- www.archdaily.com/22969/dragonfly-vertical-farm-concept-by-vincent-callebaut