

Université Libre de Bruxelles

Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire

Faculté des Sciences

Master en Sciences et Gestion de l'Environnement

Le développement de projets d'agriculture urbaine sur toitures : que requièrent ces structures
et qu'offrent-elle comme alimentation pour la ville ?

Mémoire de Fin d'Études présenté par

MEYER, Estelle

En vue de l'obtention du grade académique de

Master en Sciences et Gestion de l'Environnement

Finalité Gestion de l'Environnement M-ENVIG

Année académique : 2019-2020

Directrice : DELIGNE, CHLOÉ

REMERCIEMENTS

Je tiens tout particulièrement à remercier l'ensemble des personnes actives au sein des projets que j'ai pu rencontrer, d'avoir pris le temps de répondre à mes questions et d'avoir permis, grâce à leurs réponses intéressantes, d'apporter de la consistance à mon travail.

Je remercie également tout particulièrement ma promotrice, Mme Deligne, pour son aide précieuse, ses corrections et ses conseils avisés tout au long de ma recherche.

Merci à mes parents et mes grands-parents pour leur soutien sans faille tout au long de mes études, et particulièrement lors de la réalisation de mon mémoire.

Merci à Anthony Dore, Ophélie Leroy, Fabio Dore, Lily Thibaut, Laura Bruno pour leurs conseils et leurs relectures.

RÉSUMÉ

La problématique de ce mémoire concerne une forme particulière d'agriculture urbaine : celle réalisée les toits (en anglais, urban rooftop farming, abrégé URF). En effet, ces récentes années, le nombre des projets d'agriculture urbaine (AU) sur les toits se sont fortement développés dans les villes denses, notamment pour contrer le manque d'espace au sol. Souvent présentés comme une solution « évidente » pour les villes, différents avantages peuvent être attribués à cette pratique. Ainsi, l'URF permettrait notamment de réduire les îlots de chaleur, de réduire l'impact des transports dans le secteur alimentaire, ou encore d'apporter une source d'aliments frais et locaux pour les villes (Specht, et al. 2015). Toutefois, en tant que phénomène récent, l'AU sur les toits fait face également à certains challenges. Dans notre étude nous souhaitons nous poser deux questions, à savoir que « requièrent » ces structures pour exister et que permettraient-elles « d'offrir » à la ville en terme d'alimentation ?

L'objectif était de comprendre quels types d'intrants étaient nécessaires mais également d'analyser les éléments qui poseraient des difficultés dans la pratique afin de mettre en relief les prérequis de cette agriculture au sens large. Pour tenter de répondre à ces question, nous avons d'abord établi une typologie des différentes sortes de projets d'AU réalisés à l'heure actuelle sur les toits. En effet, au sein de l'URF, une multitude de spécificités de projets existent. Il existe ainsi des formes de projets variées, allant de la réalisation de fermes en plein air (rooftop farming) à des fermes réalisées en serre (rooftop greenhouses). Au sein de ces deux catégories, différentes méthodes de productions existent, allant de la recomposition d'un substrat, à des méthodes plus techniques telles que l'hydroponie ou l'aquaponie. Les objectifs poursuivis par les projets sont également variés.

Malgré le fait qu'il fut difficile de retirer des tendances générales au vu de la diversité des projets retenus, l'analyse de nos cas d'études, ainsi que l'étude de la littérature scientifique, nous aura tout de même permis de mettre en avant des pistes de réflexion. Ainsi, outre les intrants tels que l'eau, les substrats, les contenants, etc., l'AU sur les toits requiert souvent des adaptations techniques du bâtiment, notamment en terme de portance, d'accessibilité, mais également en terme de sécurité et d'étanchéité. Au vu de ces contraintes techniques et des adaptations à réaliser, l'AU sur les toits nécessitera également des investissements économiques conséquents. Sur ce point, nous verrons qu'une difficulté persistante, à l'heure actuelle, pour ce type de projets, est la possibilité de retirer une rentabilité économique de leurs activités. Par ailleurs, les projets rencontrés ont souvent mis en avant la nécessité d'avoir des règles urbanistiques claires afin de savoir ce qu'il est possible ou non de réaliser en toitures.

Mots-clés: agriculture urbaine, toitures vertes, urban rooftop farming, zero-acreage farming,

Abréviations

AU	Agriculture urbaine
BIA	Building-integrated agriculture
NTF	Nutrimet film technique
URF	Urban rooftop farming
RF	Rooftop farming
RRU	Règlement Régional d'Urbanisme
RTEG	Rooftop écogreenhouse
RTG	Rooftop greenhouse
ZFarming	Zero-acreage farming
VF	Vertical farming

Table des illustrations

Figure 1: Rooftop Agriculture (Engelhard, 2010).....	15
Figure 2: Typologie des principales formes de Z-Farming (Buehler & Junge, 2016)	16
Figure 3: Conceptualisation d'une Rooftop Eco.Greenhouse (Cerón-Palma, et al. 2012)	16
Figure 4: Historique de l'agriculture urbaine sur les toitures (Mandel, 2013)	17
Figure 5: Jardin de la victoire sur un toit à New-York, 1943 (Duchemin, 2013)	18
Figure 6: Surface totale des projets d'URF dans le temps, par continent (Buehler & Junge, 2016)	18
Figure 7: Système en aquaponie en deux circuits fermés (BIGH, 2020)	20
Figure 8: Typologie du Z-Farming (Thomaier, et al. 2014).....	24
Figure 9: Évolution du nombre, de taille et des fonction des projets d'URF dans le temps (Buehler & Junge, 2016)	26
Figure 10: Système de culture high-tech, sous serre et en aquaponie (BIGH).....	31
Figure 11: Système de culture à même le toit, sous serre à gauche, en plein air à droite (Delhaize de Boondael)	32
Figure 12: Technique de culture en bacs à l'horizontale et à la verticale (Peas&Love - Caméléon)	33
Figure 13: Système de culture en bacs en bois (AgroParisTech).....	34
Figure 14: Technique de culture en sacs géotextile (Les Amis de l'Entrepote)	35
Figure 15: Technique de culture en bacs en bois (Potager Soleil Nord).....	35
Figure 16: Productions les plus souvent réalisées dans les projets d'URF commerciaux (utilisant des méthodes au sol et en hydroponie) (Buehler & Junge, 2016)	55

Table des matières

REMERCIEMENTS	3
RÉSUMÉ	4
ABRÉVIATIONS	6
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	7
INTRODUCTION.....	9
PARTIE 1 : ÉTAT DES LIEUX.....	13
I. ELEMENTS DE DÉFINITIONS.....	13
1.1. Agriculture urbaine	13
1.2. Toitures vertes	14
II. L'ESSOR DE L'AGRICULTURE URBAINE SUR LES TOITS (URBAN ROOFTOP FARMING).....	15
2.1. D'où vient la tendance ?	17
2.2. Les méthodes utilisées	19
2.2. Les potentiels et les limitations.....	21
2.2. Les types de projets.....	23
PARTIE 2 : ANALYSE	27
I. METHODOLOGIE	27
II. CONTEXTUALISATION.....	29
III. ÉCHANTILLON	30
IV. OBSERVATIONS	36
4.1. Les techniques utilisées	37
4.2. Les intrants nécessaires.....	38
4.3. Les principales difficultés.....	43
4.4. Les productions réalisées.....	46
DISCUSSION	50
Que requiert l'agriculture urbaine sur les toits ?.....	50
Quelle contribution à l'alimentation des villes ?	54
CONCLUSION.....	58
BIBLIOGRAPHIE	60
ANNEXES.....	65

Introduction

A l'heure actuelle, les villes sont soumises à de nombreux défis. En effet, l'augmentation de la population mondiale, qui a dépassé les 7 milliards et qui devrait atteindre les 9,6 milliards en 2050, entraîne également une urbanisation croissante. Ainsi, plus de la moitié de la population vit en ville, et ce chiffre pourrait monter jusqu'à 70% en 2050 (Véron, 2007). Le phénomène de l'urbanisation entraîne également une augmentation de la consommation urbaine en eau, nourriture, énergie dont les ressources proviennent en grande partie de l'extérieur. Cependant, au vu des problèmes environnementaux actuels tels que le réchauffement climatique et la raréfaction des ressources, l'approvisionnement des villes en nourriture suffisante pourrait devenir problématique (Thomaier et al. 2015). Dans ce contexte, l'agriculture urbaine est une solution qui est souvent proposée pour aider à contribuer à la sécurité alimentaire des citoyens en produisant de la nourriture dans et autour des villes (Orsini et al. 2013). Par ailleurs, au-delà de sa fonction alimentaire, l'agriculture urbaine se caractérise également par sa multifonctionnalité, et peut, entre autres, servir à améliorer la qualité de vie urbaine, réduire les îlots de chaleurs, mais également créer du lien social (Duchemin, 2013 ; Aubry, 2013).

Depuis quelques années, un nouveau modèle d'agriculture urbaine est en train d'émerger dans les villes modernes. Dû notamment au manque d'espace au sol dans les villes, un nombre grandissant de projets d'agriculture urbaine se développent dans et sur le bâti. Toits, façades ou intérieurs de bâtiments deviennent des espaces qui offrent une possibilité de production alimentaire pour la ville. (Duchemin, 2013). Souvent caractérisé de Zero-Acreage Farming (en abrégé Z-Farming) signifiant « agriculture sans superficie », ces structures peuvent prendre différentes formes mais ont toutes comme caractéristique de ne pas utiliser d'espace au sol (Thomaier et al. 2015). Ainsi, dans le cadre de ce mémoire, nous nous concentrerons sur une des formes de Z-Farming qui connaît un certain engouement depuis plusieurs années : l'agriculture réalisée sur les toits.

D'abord développés aux États-Unis et au Canada, les projets d'agriculture sur toits se multiplient aujourd'hui en Europe, notamment dans les grandes villes, telles que Bruxelles et Paris. Souvent présentés comme « une solution évidente » et vertueuse pour redéployer une production alimentaire en ville, ceux-ci sont rarement questionnés de façon plus approfondie. En effet, de nombreux bénéfices leur sont attribués tels que la réduction des transports liés à l'industrie alimentaire, la diminution des îlots de chaleur en ville, la contribution à l'approvisionnement alimentaire des villes ou également d'avoir un intérêt social pour les habitants des villes (Specht et al. 2014 ; Thomaier et al. 2015). Mais au-delà de ces évidences premières, il serait intéressant de poser un regard critique sur ce nouveau moyen de production alimentaire. En effet, quels sont les prérequis de cette agriculture (notamment en terme de matériel, d'énergie et de connaissances) pour exister ? Quels sont les intrants nécessaires ? Quels types de toits peuvent accueillir ces structures et quels aménagements sont nécessaires ? Quels

types de productions sont réalisables sur les toits et est-ce une alimentation qui permettrait de « nourrir » la ville ? Quelles sont les difficultés de cultiver des légumes sur un toit ? Est-ce rentable en terme économique ?

L'hypothèse de départ que nous formulerons est que la production agricole réalisée sur toits nécessite des technologies plus importantes car elle est « déconnectée » du sol. On supposera également que ce sont généralement des structures qui nécessitent plus d'apports humains que les structures au sol. Les investissements nécessaires seront également importants car ils doivent prévoir de transporter le matériel en haut des bâtiments. Les intrants matériels devraient varier considérablement en fonction des méthodes que l'on utilise pour la production. En effet, en fonction du type de projet, qu'il s'agisse d'une structure sous serre ou en plein air, les matériaux et investissements nécessaires au départ et tout au long du projet vont considérablement varier. En cela, il n'est probablement pas plus juste de parler « d'agriculture sur toit », au singulier, que « d'agriculture urbaine ». Nous testerons cette hypothèse en étant aussi rigoureuse que possible dans notre classification des différents projets étudiés.

Pour approfondir notre question de départ, à savoir ce que requiert l'agriculture urbaine sur les toits, notamment en terme de matériel, nous posons l'hypothèse que l'objectif visé par le projet (c'est-à-dire principalement qu'il ait une fonction économique ou non) influera sur les techniques utilisées. A leur tour, les techniques utilisées auront une influence également sur ce que requiert le projet en terme de matériaux, de connaissances et d'investissement. Un projet à vocation sociale tendra probablement à utiliser des méthodes plus naturelles au sol car ses objectifs sont généralement de reconnecter le citoyen à la terre, de créer du lien autour d'un outil qu'est l'agriculture urbaine. D'un autre côté, dans les cas de structure d'entreprise, ceux-ci auront tendance à rechercher une forme ou l'autre de profit économique. Nous pensons que le choix du business modèle de l'entreprise, que son profit soit réalisé uniquement autour de la vente de ses productions alimentaires ou qu'au contraire celui-ci soit basé sur des services offerts aura une influence sur la méthode de production choisie et ainsi également sur les matériaux nécessaires. Cependant, cette hypothèse tend à être vérifiée car l'agriculture urbaine sur les toits est souvent caractérisée par la multifonctionnalité, et ainsi, un projet économique pourrait avoir d'autres vocations qu'uniquement la vente de ses productions. Nous supposons ainsi qu'il pourrait être difficile de ranger les projets dans des « cases ».

Nous tenterons, dans notre échantillon, d'avoir une diversité de formes de projets, tant en terme de techniques utilisées, que d'objectifs visés, afin d'avoir une variété de réflexions sur les matériaux et investissements nécessaires pour ce type de projets. Nous tenterons de comprendre les besoins de chacun des projets rencontrés, tant au démarrage que tout au long de leurs développements. L'objectif ici n'étant pas d'obtenir des données quantitatives mais plutôt d'avoir une réflexion qualitative de ce que le fait d'être situé sur un toit apporte comme différences par rapport à des projets au sol.

En terme nutritif, les variétés et les quantités produites dépendront probablement de la visée du projet. Les projets à vocation économique auront probablement tendance à se spécialiser dans la production d'aliments de niche¹ ou des productions à haute valeur ajoutée. En effet, les investissements pour ce type de projets étant conséquent, les entreprises doivent trouver un moyen d'amortir ceux-ci et le choix de productions spécifiques ou de niche semble faire partie de la stratégie économique. Par ailleurs, l'espace disponible sur un toit étant généralement limité, ils auront probablement tendance également à rentabiliser l'espace en mettant en place des systèmes particuliers tels que des cultures verticales, ou des systèmes plus techniques tel que l'hydroponie ou l'aquaponie. Tandis que d'un autre côté, les projets à vocation sociale et éducatives auraient, selon notre hypothèse, plutôt tendance à diversifier les légumes produits et à moins rechercher à produire en quantité. Nous pensons qu'ils auraient tendance à se tourner vers des productions plus communément consommées et avec des systèmes plus classiques (en substrat et plein air) pour permettre aux personnes actives dans leur projet de mettre plus facilement la main à la pâte, ce que ne permettraient pas, ou en tout cas moins facilement, les systèmes plus techniques.

Dans le premier chapitre, afin de mieux comprendre notre sujet d'étude dans sa globalité, nous définirons les différents concepts utilisés tout au long de notre recherche. L'agriculture urbaine sur les toits, étant à la jonction entre l'agriculture urbaine et les toitures végétales, ces deux notions seront, avant toute chose, décrites. Ensuite, nous établirons une typologie des différentes formes d'agriculture réalisées dans et sur le bâti (régulièrement dénommée Zero-Acreage Farming) pour ensuite se focaliser plus particulièrement sur les toitures (Urban Rooftop Farming). Pour se faire nous nous servirons en grande partie de la littérature anglophone qui établit des distinctions précises.

Dans notre deuxième chapitre, nous reviendrons sur l'historique du développement des projets d'agriculture sur toit et passerons en revue les différentes méthodes de cultures qu'il est possible de réaliser en toiture. Ensuite, nous reviendrons également sur les principaux potentiels et challenges qu'amène la pratique de l'agriculture urbaine sur les toits. En effet, différents avantages sont souvent attribués à cette méthode de production pour la ville en terme environnemental, économique et social. Mais, celle-ci, en tant que modèle récent, fait également face à certaines difficultés (Specht et al. 2014). Ensuite, afin de permettre une contextualisation plus précise de nos projets, nous utiliserons une typologie mise en avant par Thomaier et al. (2014) qui distingue les différents types de projets d'URF en les classant en différentes catégories : à vocation économique ; à vocation socio-éducative ;

¹ Un marché de niche peut être défini comme un « *segment d'un marché où il existe peu de concurrence et qui permet à une entreprise de développer un nouveau créneau commercial.* » (Larousse, 2020) Les produits de niche sont généralement des aliments pour lesquels « *la production se fait, habituellement, à petite échelle et qui répond plus souvent à une demande non satisfaite par les produits dits "de masse". Par opposition aux produits de masse, un produit de niche s'adresse à une clientèle spécifique d'un segment de marché.* » (Portail Québec, 2020).

à vocation de recherche et d'innovation ; à vocation d'image ; à vocation de qualité de vie (Thomaier, et al. 2014).

Ensuite, la deuxième partie du travail comportera une analyse réalisée à la suite des entretiens avec différents projets actifs dans l'agriculture urbaine sur les toits. Nous réaliserons également une petite contextualisation des objectifs en terme d'agriculture urbaine dans les villes de Bruxelles et Paris, dans lesquels se sont déroulés nos entretiens. Ensuite, afin de répondre à notre question de départ de ce que requièrent les structures d'agriculture sur toits, différents points seront abordés. Premièrement, nous reviendrons sur les techniques utilisées par chacun des projets et les intrants qu'ils ont eu besoin (notamment en terme de matériel, d'énergie, de ressources en eau, etc.) au démarrage et ensuite tout au long de leur développement. Par ailleurs, une partie sera dédiée aux principales « difficultés » auxquelles les projets ont pu faire face afin de mettre en avant des éléments qui poseraient des challenges.

Par ailleurs, nous tenterons également de comprendre ce qu' « offre » l'agriculture urbaine sur les toits à la ville en terme de productions alimentaires. Il sera question de mettre en évidence ce que l'on peut produire sur un toit en observant dans les projets rencontrés quelles types de productions sont réalisées et en quelle quantité. En effet, bien que, selon différents auteurs, l'agriculture urbaine ne puisse jamais complètement être autosuffisante (Duchemin, 2013 ; Aubry, 2014), il serait intéressant de comprendre la part que peut prendre cette production dans les assiettes des citoyens.

Partie 1 : État des lieux

I. ELEMENTS DE DÉFINITIONS

1.1. AGRICULTURE URBAINE

Selon différents auteurs, l'agriculture urbaine est un phénomène difficile à définir et en établir une typologie exhaustive est complexe car elle prend différentes formes à travers le monde (Duchemin, 2013 ; Aubry, 2013 ; Perez-Vitoria, 2015). Cependant, certaines pistes de définitions sont mises en avant dans la littérature et celle-ci peut être définie notamment comme « *L'agriculture située dans la ville ou sa périphérie dont les produits sont majoritairement destinés à la ville et pour laquelle il existe une alternative entre usage agricole et non agricole des ressources (sol, main d'œuvre, eau...), alternative qui ouvrent sur des concurrences mais aussi des complémentarités* » (Moustier & Mbaye, 1999). L'agriculture urbaine possède de nombreuses définitions mais les éléments principaux incluent la localisation de l'activité (sur un territoire urbain), l'activité elle-même (production alimentaire ou autre), sa raison économique (revenu pour des agriculteurs ou des familles) et son inclusion dans le système alimentaire conventionnel ou alternatif. (Duchemin, 2013).

Différents rôles peuvent être attribués à l'agriculture urbaine et celle-ci se caractérise notamment par sa multifonctionnalité (Duchemin, 2013 ; Aubry, 2013). L'agriculture urbaine peut servir à plusieurs choses à la fois telles que contribuer à l'approvisionnement alimentaire des villes, produire des revenus et des emplois, absorber des déchets organique urbains, créer du lien social (voire de la réinsertion sociale), apporter des fonctions récréatives et éducatives ou encore améliorer le paysage de la ville (Poulot, 2013 ; Duchemin, 2013 ; Pourias, 2013). Ainsi, en fonction des rôles et objectifs visés par les projets, il existe une diversité réelle de formes et localisation de l'agriculture urbaine.

L'agriculture urbaine a connu différentes trajectoires en fonction des lieux et des époques mais elle s'est développée plus fortement lors de périodes de crises exceptionnelles, lors de rationnement alimentaires et guerres (Duchemin, 2013). Historiquement, selon différents auteurs, l'agriculture urbaine n'a pas la même trajectoire dans les pays du sud que dans ceux du nord. En effet, la première étant souvent considérée pour sa fonction d'alimentation de première nécessité, tandis que la deuxième était plutôt considérée pour ses qualités de paysage et de cadre de vie (Aubry, 2013 ; Specht et al. 2014). Pourtant cette constatation tend à être dépassée, et partout l'agriculture urbaine tend à revendiquer une fonction de sécurité alimentaire, d'amortissement de crises économiques, voire de reconquête d'une autonomie face à l'industrie alimentaire globalisée (Aubry, 2013).

1.2. TOITURES VERTES

Une toiture végétalisée désigne « un toit (élément porteur et complexe isolation-étanchéité) sur lequel est apposé un complexe de végétalisation (composé éventuellement d'une couche drainante et d'une couche filtrante, du substrat de culture et de la végétation qui s'y développe, en contenant ou non). Une toiture dispose d'un accès plus ou moins contraignant (échelle, escaliers, etc.), par l'extérieur ou l'intérieur du bâtiment, d'un dispositif de sécurité (garde-corps, ligne de vie), de chemins de circulation et éventuellement de zones sans végétation appelée bandes stériles. » (Mairie de Paris, 2017).

Il existe trois types de toitures vertes : les toitures vertes extensives, les toitures vertes semi-intensives et les toitures vertes intensives. Celles-ci se distinguent en fonction de l'épaisseur du substrat mis en œuvre et du choix de végétation qui en découle (Bruxelles Environnement, 2012). Les toitures vertes extensives sont recouvertes de végétaux à enracinement superficiel (mousses, sédums, herbacées) et font une épaisseur de 5 à 10 cm, elles nécessitent un entretien restreint. Les toitures vertes semi-intensives sont comparables à un jardin ordinaire avec des herbacées, des arbustes, des plantes basses et du gazon et ont une épaisseur de 10 à 25 cm. Les toitures vertes intensives sont similaires aux toitures semi-intensives, si ce n'est que l'épaisseur du substrat est plus importantes (> 25 cm), ce qui permet la plantation d'arbres et d'arbustes (Bruxelles Environnement, 2012).

Les toitures vertes ont plusieurs avantages, notamment de réduire les îlots de chaleur urbains, de limiter les eaux de ruissellement et ainsi limiter les risques d'inondations, d'améliorer la qualité de l'air, de constituer un lieu d'accueil pour la biodiversité, et dans le cas d'une toiture pour l'agriculture urbaine, d'offrir une production alimentaire (Dusza, et al. 2017). Selon le Règlement Régional de l'Urbanisme (RRU), applicable sur toute la région de Bruxelles-Capitale, toute toiture plate inaccessible de plus de 100m² doit être transformée en toiture verte (RRU, 2006 – titre 1, chapitre 4, article 13).

Les toitures utilisées pour y réaliser l'agriculture urbaine peuvent faire partie de la catégorie des toitures vertes intensives ou des toitures semi-intensives car il est déjà possible de cultiver des fruits et légumes sur des épaisseurs de 15 à 20 cm de substrat (Mairie de Paris, 2017). Mais d'autre part, il existe également d'autres solutions plus techniques qui se développent également sur les toits, spécifiques à une agriculture plus productive. Ainsi, nous les verrons dans le point II, il existe différentes formes d'agricultures réalisées dans et sur les bâtiments et sur les toitures en particulier.

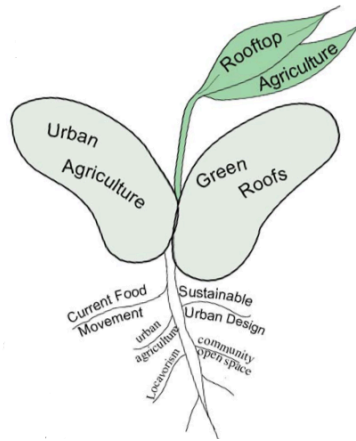


Figure 1: Rooftop Agriculture (Engelhard, 2010)

II. L'ESSOR DE L'AGRICULTURE URBAINE SUR LES TOITS (URBAN ROOFTOP FARMING)

Afin de situer notre étude, il est important de contextualiser les différentes formes de projets d'agriculture urbaines réalisées dans et sur le bâti. En effet, au travers de la littérature scientifique, différents termes sont utilisés pour décrire l'utilisation du bâti pour la production agricole. C'est notamment dans la littérature anglophone que nous retrouvons différents concepts : le Building-Integrated Agriculture (BIA) signifie l'agriculture intégrée aux bâtiments afin de réaliser des synergies, c'est-à-dire qu'elle intègre des technologies telles que des serres hydroponiques pour récupérer les flux d'énergies perdues des bâtiments (Caplow, 2010). Le « Vertical Farming », terme associé à Dickson Despommier, consiste à cultiver des légumes et fruits ou à faire du petit élevage dans les différents étages de gratte-ciels ou buildings (Despommier, 2010). Enfin le Skyfarming se rapproche du concept de « Vertical Farming » mais avec la particularité de vouloir faire pousser du riz dans des bâtiments à plusieurs étages. (Germer et al. 2011). Toutes ces particularités peuvent être regroupées sous le terme de Zero-Acreage Farming (Z-Farming) (Thomaier et al. 2015) qui signifie « agriculture sans superficie » et est utilisé pour décrire les fermes qui ne nécessitent pas de surface en pleine terre. Dans notre cas d'étude, nous nous ciblerons sur une des formes de Z-Farming : l'agriculture urbaine qui utilise les toitures.

Un terme couramment utilisé pour décrire la pratique de l'AU sur les toits est le « Urban Rooftop Farming » (URF), qui peut être défini comme le développement d'activités d'agriculture urbaine sur les bâtiments, en prenant avantage des espaces disponibles sur les toits et les terrasses (Sanyé-Mengual, 2015). L'Urban Rooftop Farming peut être décliné en « Rooftop Farming » (RF) qui se rapproche le plus de l'agriculture « traditionnelle » réalisée en plein air, sur un substrat solide disposée à même le toit ou dans des bacs. Le deuxième, plus technique étant le « Rooftop Greenhouses » (RTG) qui se caractérise par des productions protégées sous serre ou à l'intérieur des bâtiments et qui utilise

des techniques plus poussées sans sol et dont les deux principales variantes sont l'hydroponie et l'aquaponie. (Sanyé-Mengual, 2015 ; Anguelovski et al. 2016).

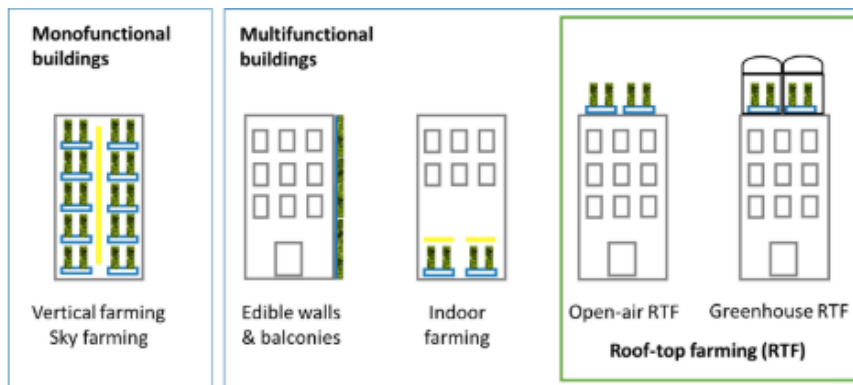


Figure 2: Typologie des principales formes de Z-Farming (Buehler & Junge, 2016)

Une autre particularité d'URF sous serre peut être qualifiée par le « Rooftop Eco.Greenhouses » (RTEG) qui se caractérise par la volonté de créer des synergies entre le bâtiment situé en dessous et la serre sur le toit (Cerón-Palma et al. 2012). Il s'agit ainsi de réaliser des échanges d'énergie, de minimiser les émissions de CO₂ du bâtiment en les réintégrant dans la serre ou de recycler les eaux usées. Cette pratique est illustrée par le schéma ci-dessous (Cerón-Palma et al. 2012).

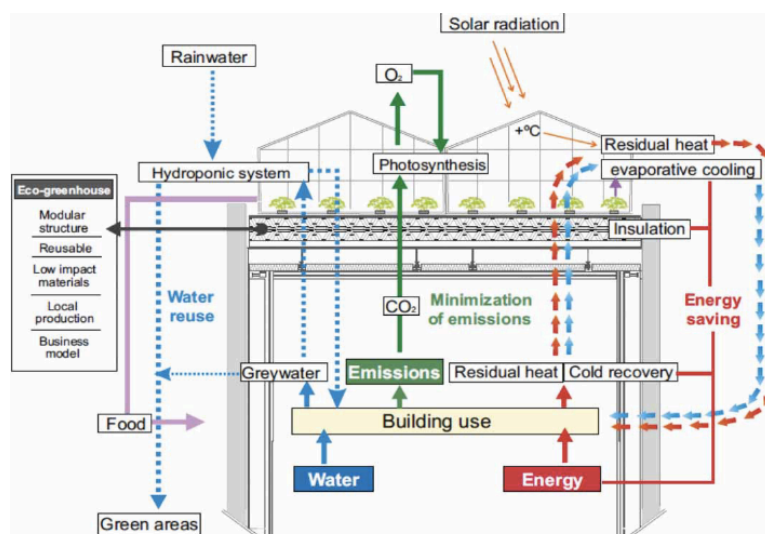


Figure 3: Conceptualisation d'une Rooftop Eco.Greenhouse (Cerón-Palma, et al. 2012)

Il existe des différences notables entre les deux systèmes d'URF, à savoir notamment le prix d'investissement qui est généralement moins élevé pour les systèmes en plein air (RF), que ceux réalisés sous serre (RTG) car les techniques utilisées sont plus poussées et les matériaux nécessaires plus nombreux (Thomaier et al. 2015 ; Sanyé-Mengual et al. 2015). Cependant, la plupart des productions réalisées en extérieur sont des productions saisonnières tandis que les fermes qui

produisent à l'année sont situées dans des serres ou en intérieur (Thomaier et al. 2015). Par ailleurs, les systèmes sous serres permettent généralement de maximiser les productions car le climat et la gestion des ressources est contrôlé (Sanyé-Mengual et al. 2015).

Les projets d'URF peuvent être réalisés sur différents espaces tels que des toits d'écoles, de résidences communautaires, de bureaux, de restaurants, d'hôtels, etc. et inclure des groupes d'individus variés tels que des petits groupes communautaires, de entrepreneurs, des organisation non-gouvernementale, des élèves d'écoles, etc. Certains projets sont accessibles au public et d'autres non (Nasr et al. 2017). Dans certains contextes la ferme sur le toit est directement reliée avec les activités du bâtiment en dessous. Par exemple, dans le cas d'un projet sur le toit d'une école où le projet offre des activités éducatives aux enfants ou dans le cas d'un restaurant qui cuisinerait les produits directement cultivés sur son toit. Dans d'autres cas, il n'y a pas d'interaction entre le projet réalisé sur le toit et le bâtiment (Thomaier et al. 2014).

2.1. D'OÙ VIENT LA TENDANCE ?



Figure 4: Historique de l'agriculture urbaine sur les toitures (Mandel, 2013)

La réalisation de toitures vertes n'est pas une pratique récente. En effet, des exemples de jardins sur les toits remontent à l'Antiquité, avec l'exemple le plus connu des Jardins Suspendus de Babylone (Mandel, 2013 ; Dusza, 2017). Par ailleurs, dans l'habitat traditionnel scandinave, les toitures vertes sont souvent utilisées afin de constituer une isolation thermique importante sous des climats humides et froids (Dusza, 2017).

Concernant, l'agriculture urbaine sur les toits, selon Gilson (2004), malgré le peu de preuves écrites concernant leur existence, les Jardins Suspendus de Babylone, s'ils ont existé, constituent probablement une des premières formes de projets d'agriculture sur toits (Wilson, 2004).

Par après, les Aztèques ont probablement également construit des formes plus sophistiquées d'agriculture sur toitures qui intégraient des stratégies de recyclage des déchets (Mandel, 2013).

Par ailleurs, des exemples de jardins « de Guerre » ou « de la Victoire » associés aux Grandes Guerres mondiales ont également été réalisés sur des toits, comme l'illustre la photo ci-dessous. Ces jardins de la victoire avaient pour but de répondre aux besoins alimentaires lorsqu'une situation de crise ou de précarité se présentait (Duchemin, 2013).



Figure 5: Jardin de la victoire sur un toit à New-York, 1943 (Duchemin, 2013)

Cependant, la tendance de l'URF ne se serait réellement propagée que dans les dernières décennies, voire la dernière décennie. En effet, près de la moitié des projets n'auraient vu le jour que dans les années 2010 (Buehler & Junge, 2016). Selon différents auteurs, la tendance provient majoritairement de l'Amérique du Nord et du Canada où 70% des projets seraient situés (Buehler & Junge, 2016). Le modèle des grandes infrastructures commerciales proviennent également d'Amérique du Nord avec des exemples tels que Brooklyn Grange (NY), Gotham Greens (NY) ou Lufa Farm (Montréal) (Sanyé-Mengual, 2015 ; Nasr et al. 2017). Cependant, l'Europe et l'Asie ont également installé des projets ces récentes années, ce qui semble démontrer que l'agriculture urbaine sur toit tend à devenir une tendance globale (Mandel, 2013 ; Buehler & Junge, 2016).

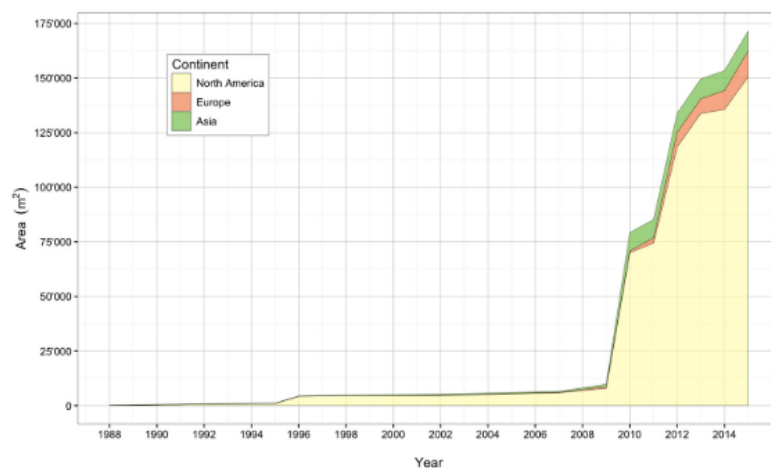


Figure 6: Surface totale des projets d'URF dans le temps, par continent (Buehler & Junge, 2016)

2.2. LES MÉTHODES UTILISÉES

L'agriculture sur toit fait naturellement partie de la catégorie de l'agriculture en « hors sol » car la définition du sol est intimement liée à sa connexion avec la roche mère et à des interactions entre des composantes biotiques et abiotiques (Séré et al. 2010 ; Grard et al. 2018). Ainsi, l'agriculture réalisée en toiture, quelle que soit la méthode de production utilisée, peut donc être classifiée d'agriculture en « hors sol » car elle n'est pas en lien direct avec la roche mère. Nous l'avons vu précédemment, deux grands groupes principaux d'URF existent, à savoir les projets réalisés en plein air (RF) et ceux réalisés sous environnement protégé en serre (RTG) (Sanyé-Mengual, 2015 ; Anguelovski et al. 2016). Au sein de ces deux catégories, différentes techniques de cultures peuvent être utilisées, allant de la reconstitution d'un substrat artificiel, à des pratiques plus techniques, telles que l'hydroponie ou l'aquaponie. Les choix des techniques réalisées dépendent principalement des objectifs de productivité du projet, des types de cultures réalisées, du budget, du niveau d'entretien ou encore des contraintes juridiques (Mairie de Paris, 2017).

Les méthodes de production sur substrat tentent généralement de reproduire des couches le plus similaire à ce que l'on pourrait retrouver en pleine terre. Les projets d'agriculture sur toits en plein air reconstituent ce que l'on appelle des « technosols² », réalisés de manière artificielle par l'homme (Grard et al. 2018). Différents composants peuvent être utilisés tels que de la terre agricole mélangée à de la matière organique ou d'autres substrats tels que de la tourbe, des écorces, de la laine de roche, de la fibre de bois, de la perlite, etc. (Gruda, 2008 ; Rodríguez-Delfín et al. 2017). Certaines études ont également été réalisées dans le but de valoriser des sources de déchets organiques et minéraux urbains dans la composition des substrats (Dorr et al. 2017 ; Grard et al. 2018). Une étude réalisée sur le toit d'AgroParisTech a permis d'étudier les rendements obtenus en fonction de différents substrats composés de déchets issus uniquement de la ville, notamment avec du compost de déchets verts, des résidus de champignonnières, du bois broyé, du compost de biodéchets et des déchets de construction (mélange de briques et tuiles concassées) (Grard, 2017). Les méthodes sur substrats peuvent être réalisées à même la surface du toit, ou dans différents types de contenants tels que des bacs ou des sacs (Gruda, 2008 ; Aubry et al. 2013). Selon certaines études, les systèmes sur substrat sont les formes les plus répandues d'agriculture sur toit. Ainsi, selon, Thomaier et al. (2015), les fermes sur substrat représenteraient 69% du total des fermes réalisés sur les toitures (Thomaier et al. 2015).

D'un autre côté, des méthodes de productions plus techniques peuvent également être réalisées en toiture, qui n'utilisent pas de substrat solide comme support mais qui se servent de l'eau, enrichie en

² Un technosol désigne un sol constitué de matériaux apportés par l'homme, construit pour répondre à certaines fonctions (Séré et al. 2010).

nutriments pour faire pousser les légumes (Rodríguez-Delfín et al. 2017). Les deux formes les plus répandues de cultures sans substrats sont l'hydroponie et l'aquaponie.

L'hydroponie est un système de culture hors sol réalisé sur un substrat neutre tel que du sable, des billes d'argiles ou de la laine de roche, que l'on vient régulièrement irriguer par un mélange d'eau et de nutriments (Aubry et al. 2013). Il existe différentes formes d'hydroponie, dont les principales sont la technique du film nutritif (NTF), l'hydroponie flottante et l'hydroponie à colonne. Le NTF consiste en l'écoulement continu d'une solution nutritive à travers le milieu de culture, souvent composé de tubes de PVC légèrement inclinés (appelés également gouttières), où les racines des plantes poussent et se développent (Rodríguez-Delfín et al. 2017). Dans le cas de l'hydroponie flottante, les plantes sont cultivées sur des plateaux en polystyrène qui flottent dans des réservoirs remplis de solution nutritive. Les racines des plantes sont partiellement immergées et le plateau sert de support mécanique (Rodríguez-Delfín et al. 2017). Le système de culture à colonne est un système hydroponique qui se caractérise par la croissance verticale des plantes dans des pots empilés ou dans des colonnes contenant des milieux de culture légers (Rodríguez-Delfín et al. 2017). La culture hydroponique est assez répandue grâce à ses avantages, tel que le faible poids facilitant sa mise en place sur les toits, une fertilisation contrôlée et optimale et une intéressante économie d'eau. (Aubry et al. 2013). Par ailleurs, elle permet d'éviter certains agents pathogènes transmis par le sol (Gruda, 2009).

L'aquaponie, quant à elle, est un système qui fonctionne en circuit fermé et qui combine l'hydroponie et l'aquaculture où des plantes et des espèces aquatiques vivent en symbiose. Les déjections des poissons fournissent des éléments nutritifs à la plante alors que celle-ci participe à la purification de l'eau en consommant les éléments nutritifs. Ces techniques nécessitent cependant un suivi important et des connaissances techniques très pointues (Aubry et al. 2013 ; Alsanius et al. 2017).

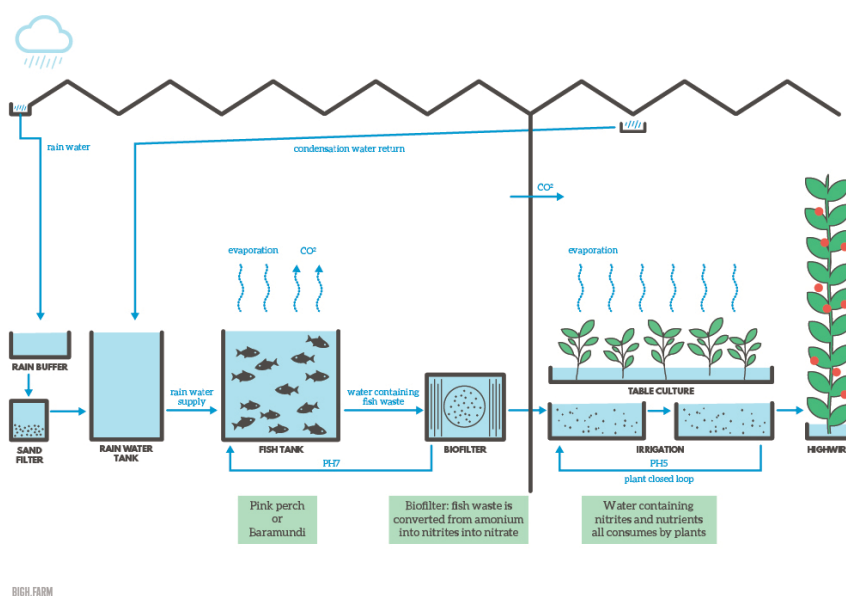


Figure 7: Système en aquaponie en deux circuits fermés (BIGH, 2020)

2.2. LES POTENTIELS ET LES LIMITATIONS

Dans la littérature scientifique différents potentiels et limitations ont pu être mis en avant concernant la pratique de l'agriculture sur toit (URF). Specht et al. (2014) ont réalisé une étude de la littérature afin de déterminer les principaux potentiels et limitations les plus souvent attribués au Z-Farming et à l'agriculture urbaine sur les toits dans les écrits scientifiques. D'un autre côté, certains travaux ont été réalisés en se concentrant sur un cas d'étude en particulier. Ainsi, pour la ville de Barcelone, une étude de Sanyé-Mengual (2015) a tenté de mettre en avant les principales opportunités et barrières de l'URF au travers des perceptions de différentes parties prenantes actives ou ayant un lien dans des projets d'URF (Sanyé-Mengual, 2015). Ainsi, différents avantages sont souvent attribués à cette pratique mais, en tant que concept de production alimentaire très récent, l'URF fait également face à certains obstacles. Ces potentiels et limitations peuvent être classés selon les trois dimensions de durabilité ; en terme environnemental, social et économique (Specht et al. 2014).

Ainsi, en terme environnemental, les principaux potentiels attribués à l'agriculture urbaine sur les toits peuvent être résumés sous différents points. Premièrement, il est souvent mis en avant que ce type de projets permettraient de réduire les émissions de CO₂ liés au transport de l'industrie alimentaire en réduisant les distances entre le lieux de production et le lieux de consommation des produits (Buehler & Junge, 2016 ; Germer et al. 2011). Cependant, les bénéfices d'une réduction des distances de transports varient fortement en fonction des environnements géographiques et cet argument est moins présent pour les villes en relation forte avec sa périphérie agricole forte (Specht et al. 2014). Par ailleurs, l'URF permettrait également d'améliorer l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment. Selon différentes études, l'installation d'un projet d'agriculture sur toit permettrait d'apporter une isolation supplémentaire au bâtiment et dans le cas d'une serre, de réutiliser la chaleur perdue du bâtiment pour la réintroduire dans la serre (Caplow, 2010 ; Delor, 2011 ; Thomaier et al. 2015). Par ailleurs, L'URF permettrait également de réutiliser certaines ressources disponibles en ville telles que l'eau, qu'elle soit de pluie ou des eaux grises disponibles dans le bâtiment (Engelhard, 2010). Par ailleurs, il est également possible de recycler une fraction des déchets organiques de la ville pour en réaliser des substrats (Grard, 2018).

Cependant, en terme environnemental, certaines limitations peuvent apparaître, dues au manque d'expérience et aux contraintes techniques des système techniques mis en place. Ainsi, Specht, et al. (2014) mettent en avant le fait que certaines technologies sont connues mais pourtant rarement mises en œuvre dans les projets d'URF. Ainsi, la production et la consommation d'énergie renouvelable est encore, à l'heure actuelle, une des principales difficultés de l'agriculture urbaine sur les toits. Par ailleurs, selon Specht et al. (2014), une faiblesse dans la littérature scientifique, résulte du fait que les auteurs présupposent souvent que le Z-Farming (et l'URF en général) soit une méthode de production durable pour le futur, sans que les avantages et désavantages ainsi que les coûts et les bénéfices aient

pu être étudiés scientifiquement (Specht et al. 2014). Par ailleurs, ces projets étant des phénomènes très locaux, ceux-ci dépendent fortement du contexte dans lequel ils prennent place et les données récoltées ne sont pas facilement transférables d'une étude à l'autre (Specht et al. 2014).

Ensuite, en terme social, différents avantages sont attribués à l'agriculture urbaine sur les toits dans la littérature scientifique. Ainsi, selon différents auteurs, le Z-Farming (et l'URF en général) permettrait d'améliorer la sécurité alimentaire et d'apporter des sources de produits frais pour la ville (Astee & Kishnani, 2010 ; Engelhard, 2010 ; Delor 2011 ; Sanjuan-Delmás, 2017). Ce potentiel varie également en fonction des contextes géographiques et des types de Z-Farming mis en place. Toutefois, dans certains cas, la pratique de l'URF permettrait d'améliorer l'accès aux ressources de base (Specht et al. 2014). Par ailleurs, un potentiel régulièrement mis en avant est la possibilité de fournir un service éducatif en terme d'alimentation en remettant du lien entre le producteur et le consommateur, qui est souvent absent dans les grandes villes (Gorgolewski et al. 2011 ; Kalantari et al. 2018). Enfin, le Z-Farming permettrait également d'améliorer la qualité de vie en améliorant la qualité esthétique des villes (Specht et al. 2014).

Cependant, la littérature scientifique met également en avant certaines difficultés de l'agriculture urbaine sur les toits concernant l'aspect social. Ainsi, un des désavantages résulte du système de production en tant que tel. En effet, les méthodes de production en hors sol (notamment l'hydroponie et l'aquaponie) utilisées sur les toits font souvent face à un manque d'acceptation de la part des consommateurs (Sanyé-Mengual et al. 2015 ; Specht et al. 2016). Par ailleurs, une autre inquiétude concerne le fait que les productions réalisées par l'URF, notamment dans le cadre de projets commerciaux, soient souvent des produits chers, à haute valeur ajoutée. En effet, les frais de construction et d'opération de ce type de projets étant élevés, ceux-ci auraient souvent tendance à se tourner vers des produits à haute valeur ajoutée afin d'avoir une rentabilité économique. Les productions réalisées seraient, de ce fait, inaccessible à certaines catégories de population, ce qui engendrerait des inégalités (Specht et al. 2014 ; Thomaier et al. 2015). Une autre limitation concerne les inégalités d'accès en terme de financements, de subventions accordés aux projets de Z-Farming, qui tendrait à privilégier les grandes infrastructures commerciales et créer une concurrence déloyale avec d'autres plus petits projets (Cohen et al. 2012). A côté de cela, certains auteurs mettent en avant une limitation concernant les risques liés aux différentes sources de pollutions présentes en ville (Säumel et al. 2012). Cependant, d'autres études ont récemment démontré que le fait d'être situé en hauteur, sur un toit, permettrait de diminuer certaines concentrations en polluants, notamment ceux contenus dans l'air (Tong et al. 2016 ; Aubry, 2013).

En terme économique, les principaux avantages attribués à l'URF sont, premièrement, d'amener des revenus économiques au secteur agricole et de créer de l'emploi dans différents secteurs liés à l'alimentation (Lovell, 2010 ; Specht et al. 2014). Dans certains cas également, certains projets d'URF

à vocation commerciale peuvent combiner une activité de production, avec une forme de vente via un marché ou un restaurant (Hui, 2011 ;Thomaier et al. 2015). En terme de rendements et de productions réalisées, celles-ci dépendent principalement de la méthode de production utilisée, principalement, selon qu'elle soit en serre ou en plein air (Lovell, 2010).

Cependant, l'URF fait face également à certains challenges en terme économique. Ainsi, une des principales difficultés économiques, est d'intégrer l'URF dans des bâtiments déjà existants. En effet, l'installation de projets d'URF, qu'ils soient en plein air ou sous serre, vont amener une charge supplémentaire sur le toit du bâtiment et des frais d'investissements conséquents vont généralement être nécessaire pour adapter la structure du bâtiment (Hui, 2011). Par ailleurs, les potentiels de rentabilité économique de ce type de projets n'ont, à l'heure actuelle, pas encore été étudiés suffisamment (Specht et al. 2014). Certaines études ont permis de démontrer qu'un même modèle de projet pouvait très bien fonctionner à un endroit, mais pas à un autre (Ancion et al. 2019). Par ailleurs, le potentiel de développement de ce type de projets à l'échelle d'une ville sont encore peu étudiés et les données récoltées ne sont pas transférables d'une ville à l'autre (Specht et al. 2014).

Par ailleurs, une étude réalisée par Sanyé-Mengual & Specht (2017) avait comme objectif de mettre en évidence les perceptions qu'ont les parties prenantes sur ce nouveau type d'agriculture. Celle-ci a ainsi permis de pointer les différentes interrogations et inquiétudes qu'ont les citoyens par rapport à ce type de projets. Dans certains cas, il existait une inquiétude concernant le goût ou l'apport énergétique des produits réalisés par ces nouvelles méthodes en hors sol. Les principales catégories de risques mis en avant par les citoyens sont : les risques par rapport à l'intégration urbaine ; les risques associés au système de production ; les risques associés aux produits alimentaires ; les risques environnementaux et les risques économiques (Sanyé-Mengual & Specht, 2017)

2.2. LES TYPES DE PROJETS

Les projets d'agriculture sur toits peuvent avoir différentes vocations et des objectifs variés. En effet, une étude réalisée par Thomaier et al. (2014) a permis d'établir une catégorisation des différents types de projets réalisés sur les toits et dans le bâti en général (Z-Farming). Cette typologie des principaux projets de Z-Farming a été réalisée en fonction de deux critères ; d'un côté, l'orientation au marché économique (à savoir si le projet a une orientation directe vers le marché économique, une orientation indirecte ou n'a pas d'orientation vers le marché économique) ; et, de l'autre, l'orientation stratégique (potentiel transformatif) qui décrit le « but » que se donne le projet à savoir si l'objectif pour le projet est de fournir un service éducatif ou social, si l'objectif est de fournir une source alimentaire durable, ou si l'objectif est d'améliorer la qualité de la vie en ville. Ces deux critères leur ont permis d'isoler 5

sortes de projets d'agriculture urbaine dans et sur les bâtiments, que nous décrivons ci-dessous (Thomaier et al. 2014).

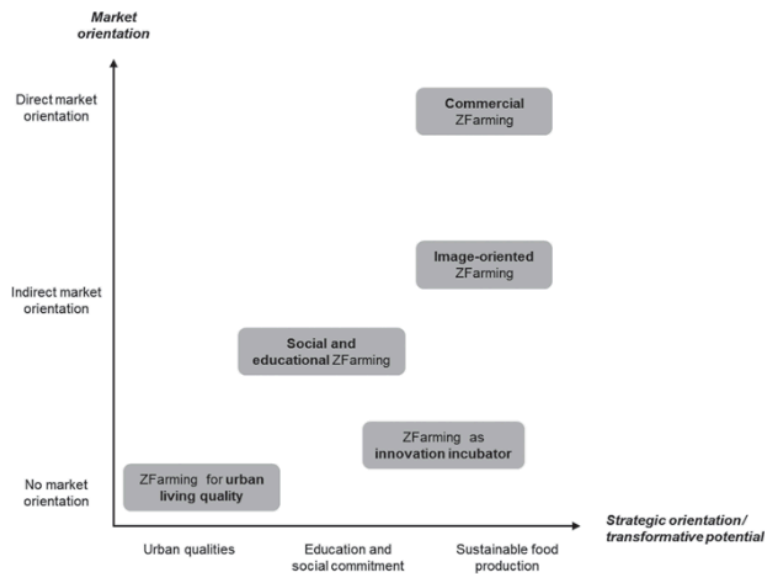


Figure 8: Typologie du Z-Farming (Thomaier, et al. 2014)

La première catégorie mise en avant est le « Commercial Z-Farming » dont l'objectif principal du projet est d'être économiquement rentable. Ces projets sont généralement opérés par des startup ou des entrepreneurs. Deux variantes sont identifiées : la première où la production est initiée, implantée et opérée par le revendeur sur le site, ceci est notamment le cas dans les projets situés au-dessus d'un magasin où se revendent directement les produits. Le deuxième sont des projets qui ne collaborent pas uniquement avec un seul revendeur mais qui utilisent plusieurs filières de distribution (Thomaier, et al. 2014).

La deuxième catégorie des projets est le « Image-oriented Z-Farming » où, dans ce cas, l'agriculture n'est pas la source principale de revenus mais sert plutôt de plus-value pour une autre business alimentaire (restaurants, cafétérias) qui cuisinent les produits. Un exemple sont les restaurants qui cultivent sur leurs toits et qui mettent en avant l'utilisation de produits de qualité et frais pour attirer la clientèle (Thomaier, et al. 2014).

Ensuite, les projets de « Social and educational Z-Farming » sont des projets dont l'objectif principal est de communiquer sur des valeurs sociales et éducative de l'agriculture sur toits. Ces projets peuvent se retrouver sur des écoles, des universités ou d'autres espaces publics. La production réalisée est principalement pour la consommation personnelle des individus impliqués dans le projet, incluent souvent un participation bénévole des résidents. Les espaces utilisés sont souvent des toits avec des techniques au sol (Thomaier, et al. 2014).

La quatrième catégorie est le « Z-Farming for urban living quality » qui est utilisée pour améliorer la qualité de la ville. Ces projets peuvent servir d'espaces pour les résidents et les employés qui peuvent faire pousser leurs légumes et profiter d'espaces verts proches de leurs maisons et lieux de travail. Ces projets sont souvent réalisés en pleine terre et la production sert principalement pour la consommation personnelle (Thomaier, et al. 2014).

Pour finir, les projets d' « Innovation Z-Farming » servent à promouvoir des nouvelles formes de production agricole et des manières soutenables d'organiser la vie urbaine et la consommation. Certains projets sont des formes plus particulières sous différentes formes de bâtis (containers, bateaux, etc.) où le but principal est la recherche pour faire notamment des tests sur les composants, les substrats utilisés etc. Ces projets sont généralement ouverts au public dans un but éducatif (Thomaier, et al. 2014).

Toutefois, cette classification sert de canevas mais n'est pas exhaustive. En effet, il existe également diverses initiatives sur les toits qui ne sont pas facilement classifiables. Ainsi, une ferme peut agir comme une initiative à vocation sociale et mettre l'accent sur des programmes sociaux, tout en fonctionnant comme une entreprise commerciale privée. Certains projets regroupent plusieurs initiatives. Ainsi par exemple, un restaurant qui met en place une serre sur son toit pour réutiliser la chaleur perdue de sa cuisine peut être considéré comme une ferme commerciale mais également comme ayant un objectif d'amélioration de la qualité de vie en ville (Nasr, et al. 2017).

Une autre étude concernant les projets d'agriculture urbaine sur toit (URF) a été réalisée par Buehler & Junge (2016) dans laquelle ceux-ci ont repris la typologie de Thomaier et al. (2014) mise en avant précédemment, mais en se concentrant uniquement sur les projets d'URF à vocation commerciale. Cette étude avait pour objectif d'étudier les pratiques des différents projets d'URF à vocation commerciale et de mettre en avant les potentiels et limitations de ce type de projet. L'étude a ainsi sélectionné un échantillon de 57 projets qui devaient répondre à plusieurs critères ; avoir une surface de plus de 100m² ; être en activité au moment de l'étude et faire pousser des légumes sur plus de 50% de la surface du toit . Les projets retenus étaient situés pour la majorité d'entre eux en Amérique du Nord (pour 40 projets), ainsi qu'en Europe (11 projets) et en Asie (6 projets). Selon les critères de sélection, cette étude a mis en avant que le plus grand nombre d'URF retenus (39%) avaient comme objectif la qualité de vie, suivi ensuite par les URF à vocation commerciale (26%). Le graphique ci-dessous mis en avant par ces auteurs illustre comment le nombre, la taille et les types d'agricultures urbaines sur toits (URF) ont évolué au cours du temps. Sur ce graphique on constate que les projets d'URF à visée commerciale ne se sont développés qu'après 2010 et sont généralement de taille plus importante que les URF d'autres catégories. Les URF dans la catégorie « qualité de vie » et « éducation/social » ainsi que ceux orientés sur l'image sont généralement des projets de fermes en

plein air. Les modèles basé sur l'innovation sont généralement sous serre et les projets de type commerciaux sont à la fois en plein air et sous serre (Buehler & Junge, 2016).

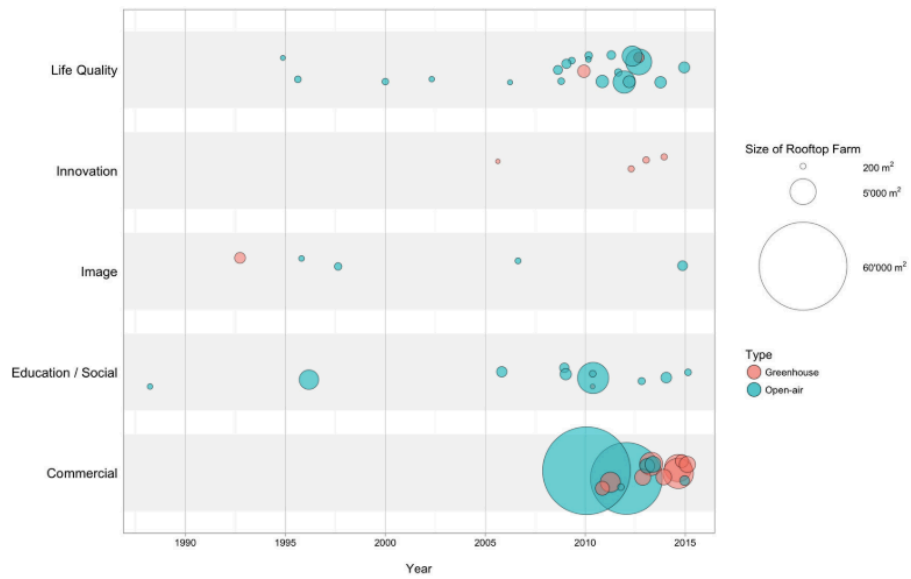


Figure 9: Évolution du nombre, de taille et des fonction des projets d'URF dans le temps (Buehler & Junge, 2016)

Partie 2 : Analyse

I. METHODOLOGIE

La partie analyse quant à elle poursuivra l'objectif d'apporter des éléments mis en avant lors de nos interviews réalisés avec des acteurs du terrain. L'objectif de notre travail étant de se poser deux questions principales autour des projets d'agriculture urbaine sur les toits. D'un côté, l'objectif était de savoir ce que ces structures requièrent dans leur globalité (à savoir notamment en terme matériel, d'investissements, de connaissances, etc.) et, de l'autre, ce qu'ils produisent et offrent à la ville en terme d'alimentation. Afin de tenter de répondre à ces questions, nous avons fait le choix de sélectionner des projets actifs dans le domaine de l'URF afin de les interroger sur différents points.

1.1. Méthode d'échantillonnage

L'étude a été réalisée via des entretiens qualitatifs auprès de huit personnes actives dans des projets d'agriculture urbaines sur toit réalisés en majorité à Bruxelles et à Paris pour un cas. Ces projets ont été identifiés via des recherches personnelles sur internet, notamment via les mots clés suivants « agriculture urbaine sur toit » et « urban rooftop farming ». Notre intérêt étant de savoir ce que requiert ce mode d'agriculture et ce qu'il permettrait d'offrir à la ville, nous avons préféré ne pas choisir de critères qui excluraient certains projets (pour des questions de taille, d'objectifs visés ou autres) car nous voulions donner une image du paysage de ce qui existe à l'heure actuelle et de ce que chacun de ces projets a mis en œuvre pour parvenir à ses objectifs. Ainsi, les projets sélectionnés utilisent différentes méthodes d'agriculture (sous serre, en aquaponie, en hydroponie, en plein air et sur substrat) et prennent différentes formes (les projets peuvent être à vocation sociale, pédagogique, économique ou de recherche). Les projets ont également des tailles différentes en fonction des activités qu'ils y réalisent.

Par soucis de clarté nous utiliserons la typologie de Thomaier et al. (2015), mise en avant précédemment, afin de classer les projets en fonction des objectifs principaux qu'ils poursuivent et de la vocation qu'ils donnent à leur projet.

1.2. Entretiens semi-directifs

Une liste de questions (disponible en annexe 1) a été réalisée reprenant des questions semi-directives afin de laisser place à une prise de parole libérée de l'acteur rencontré. Le guide d'entretien que nous avons utilisé pour réaliser les interviews des différents projets comportait onze questions, réparties en trois parties. En effet, pour répondre à la question de ce que requiert l'agriculture urbaine sur les toits, différentes sous questions nous ont semblé intéressantes afin d'avoir une vision plus globale.

Premièrement une partie de « contextualisation » a été réalisée afin de poser certaines questions générales par rapport au projet. L'intérêt était de savoir notamment comment était né le projet, quelles ont été les impulsions de départ, quels ont été (éventuellement) les partenaires (financiers ou autres) d'ordre public ou privé. Par ailleurs, quels ont été les objectifs du projet (sociaux, pédagogiques, économiques, à des fins de recherche, etc.).

Ensuite, la deuxième partie de l'entretien concernait ce qu'a nécessité la mise en œuvre concrète du projet notamment en terme d'intrants (matériel, d'investissements, etc.) au démarrage et ensuite tout au long du projet. Il nous a également semblé intéressant de relever les adaptations qui ont dû être réalisées sur le bâtiment pour pouvoir accueillir le projet (renforcement de la toiture, ...) ainsi que de savoir si les dispositions du bâtiment du dessous avaient été prises en compte (par exemple, les pertes d'énergies liées à l'utilisation du bâtiment, la disponibilité en eau grise pour l'irrigation des cultures, etc.). Par ailleurs, une question concernant l'accessibilité leur a été posée afin de savoir comment ils accédaient au toit, qui y avait accès et comment étaient transportés les matériaux et autres intrants sur le toit.

Ensuite, une partie concernant la vision des différentes personnes interrogées par rapport à des réflexions plus générales a été également réalisée. Des questions afin de savoir quel type d'agriculture est, selon eux, réalisable sur les toits, et si ce type d'agriculture pourrait offrir une alimentation qui permettrait de répondre aux besoins alimentaires des habitants des villes. Par ailleurs, une question concernant les difficultés qu'ils auraient (éventuellement) à cultiver sur le toit et qu'ils n'auraient pas en plein sol (cela peut être en terme d'accessibilité, de gestion de l'eau, des difficultés liées aux cultures, etc.).

Par après, une fois les interviews réalisés via ce canevas de questions dans notre guide d'entretien, nous avons choisi d'analyser les réponses obtenues des intervenants en réalisant une grille d'analyse comprenant différents points. Ceci dans le but d'avoir une structure identique concernant les informations que nous souhaitions retirer de chaque entretien. Cette grille d'analyse sera expliquée plus en détail dans notre partie IV (Observations).

1.3. Limites

Une des principales limites de ce travail pourrait résulter du fait que nous nous adressions directement à des personnes actives dans des projets d'agriculture urbaine sur les toits. En effet, on peut supposer qu'ils pourraient manquer d'objectivité ou ne pas vouloir divulguer certaines informations qu'ils jugeraient confidentielles. Cependant, le fait d'avoir un point de vue de ces acteurs nous semblait pertinent car ils sont directement impliqués et peuvent avoir de réflexions plus ancrées par la « pratique ». Par ailleurs, nous avons tenté de réduire ce biais en essayant le plus possible de sélectionner différents types de projets. Ainsi, nous avons dans notre échantillon, des projets

d'entreprise, à vocation économique, mais également des projets à vocation de recherche ou encore des projets dits socio-éducatifs. Cette diversité nous permettra d'avoir un panel de réflexions plus larges que si nous avions sélectionné qu'un seul type de projet.

D'un autre côté, la diversité qu'il existe au sein de l'URF, que ce soit en terme de techniques utilisées ou de vocations, peut également être vu comme une difficulté car chaque projet a ses spécificités et il fut parfois difficile d'établir des « tendances » en comparant des projets qui peuvent sembler fort dissemblables.

Par ailleurs, pour la réalisation de ce mémoire, une limite pourrait résulter de la taille de l'échantillon qui est limitée à huit intervenants, ce qui ne permet pas réellement de mettre en avant des tendances générales. Par ailleurs, le phénomène que nous avons décidé d'étudier dépend inévitablement de caractéristiques locales, des bâtiments sur lesquels les projets prennent places, etc. et nos résultats sont donc influencés par le lieu dans lequel nous avons choisi de réaliser l'étude, à savoir Bruxelles et Paris.

II. CONTEXTUALISATION

Il est important, premièrement, afin de situer notre étude, de contextualiser les objectifs des villes de Bruxelles et de Paris concernant l'alimentation et l'agriculture urbaine. En effet, à Bruxelles, dans le cadre de la stratégie Good Food mise en œuvre par Bruxelles Environnement, la ville a pour objectif de produire 30% des fruits et légumes consommés par les habitants de Bruxelles de manière locale d'ici 2035. Au départ, limité à un rayon de 10 km autour de la ville, cet objectif a ensuite été étendu aux deux brabants dans la dernière Déclaration de Politique régionale (2019). Cependant, une étude réalisée par le Laboratoire d'Agroécologie de l'Université Libre de Bruxelles, a pu déterminer que pour rencontrer cet objectif des 30% de fruits et légumes, plus de 1600 ha de terrains agricoles seront nécessaires (Boutsen, Maughan & Visser, 2018). Ainsi, selon la stratégie GoodFood, l'augmentation significative de la production locale et durable ne sera atteinte qu'en reconnectant la ville avec sa périphérie rurale. Cependant, Bruxelles a comme particularité de ne pas avoir prise politiquement sur l'essentiel de sa périphérie et ainsi le développement d'une ceinture verte maraîchère sera plus difficile qu'ailleurs (Facultés Universitaires Saint-Louis & Greenloop, 2012)

Au sein même de la Région, selon un inventaire des potagers collectifs et familiaux réalisé par Bruxelles Environnement, Bruxelles comptait, en 2013, 260 sites potagers, ce qui représentait une superficie cultivée de 56 hectares (soit 0,35% de son territoire) (BRAT, ECO-INNOVATION, & BGI, 2013). Par ailleurs, plusieurs études ont été réalisées afin de déterminer les parcelles qui pourraient, à l'avenir, être potentiellement utilisées pour l'agriculture urbaine. Au sol, celui-ci serait potentiellement

de 1040 ha en prenant en compte les dents creuses, les chancres, les friches urbaines, ainsi que les parcelles à l'intérieur d'îlots, les bordures d'infrastructures et les zones agricoles (BRAT, ECO-INNOVATION, & BGI, 2013). Mais d'un autre côté, en intra-urbain, Good Food s'engage également à encourager la production en hors sol afin de valoriser des surfaces non-utilisables pour le logement (GoodFood, 2019). Une étude spécifique a été réalisée pour déterminer le potentiel de développement de l'agriculture urbaine sur les toits par l'entreprise Lateral Thinking Factory qui identifie 4377 toits plats disponibles en prenant en compte les toits des bureaux, des industries, des écoles et des hôpitaux (sans compter les toits des habitations privées), ce qui correspondrait à 591 ha (Lateral Thinking Factory, 2013).

De son côté, la ville de Paris, a comme objectif d'atteindre plus 100 ha de toits, façades et murs végétalisés d'ici 2020, dont 30 ha seraient consacrés à l'agriculture urbaine. Dans le cadre de cet objectif, la Mairie de la ville a mis en œuvre, depuis 2016, un programme dénommé « Parisculteurs » qui a pour objectif de recenser les espaces à végétaliser en ville afin de proposer leur exploitation pour lancer des projets d'agriculture urbaine. Les appels à projets de « Parisculteurs » en sont à leur 3^e édition et ont déjà permis de développer bon nombre de projets à Paris dont de nombreux sont situés sur des toits (Mairie de Paris, 2017).

III. ECHANTILLON

Pour notre étude nous nous sommes principalement intéressés à des projets situés en Région bruxelloise et sur un cas situé à Paris. Nous n'avons pas voulu établir de critères précis en terme de taille, de méthode de production utilisée afin de garder un échantillon le plus représentatif de ce qu'il existe comme type d'agriculture sur toits à l'heure actuelle. Ci-après nous réaliserons une description de chacun des projets rencontrés afin de les situer par rapport à l'étude qui suivra. Pour plus de clarté, nous avons repris la typologie de Thomaier, et al. (2014) mise en avant précédemment, afin de classer nos projets en fonction de la forme de ceux-ci. Nous avons choisi de délimiter les projets selon cette typologie afin de permettre une certaine classification mais, toutefois, il est possible que les projets aient plusieurs vocations à la fois. Ainsi, par exemple, nous avons choisi de classer dans la catégorie « projets à vocation économique », des projets avec une structure d'entreprise, qui avaient pour objectif de retirer une certaine rentrée économique dans leur projet, que celle-ci soit basée uniquement sur la vente des productions ou sur un service. En effet, à partir du moment où nous retrouvons une notion de « client » nous avons choisi de les classer dans la catégorie des projets à vocation économique. Bien entendu, cela n'empêche pas le projet d'avoir d'autres objectifs poursuivis, en terme de qualité de vie ou autre.

1. Les projets à vocation économique

La Ferme Abattoir (BIGH) est une ferme sur les toits des abattoirs d'Anderlecht fondée en 2015 par l'architecte Steven Beckers, fondateur également du bureau de consultance Lateral Thinking Factory qui a mené différentes études sur le potentiel de la Région de Bruxelles-Capitale en matière d'agriculture urbaine. La ferme BIGH comprend à la fois une serre en aquaponie de 2000 m² et un potager extérieur de 2000 m². Celle-ci est spécialisée dans la production d'herbes aromatiques en pots, de tomates rares, de micro pousses et de bars rayés (poissons). L'objectif de BIGH était de créer des fermes durables associées à des bâtiments afin d'utiliser leur énergie perdue, l'eau de pluie, leur CO₂ et leur potentiel en terme d'espace, d'orientation, de microclimat et d'exposition au soleil. (BIGH, 2020). Le modèle de BIGH est à vocation commerciale et ses produits sont commercialisés depuis mai 2018 auprès de plusieurs intermédiaires (Carrefour, Rob, de nombreux magasins et restaurants locaux) et offre également des visites sur demandes. BIGH vise également à développer d'autres fermes urbaines en Europe dont la surface de production devrait se situer entre 2500 m² et 3000m², voire davantage. Plusieurs investisseurs privés et publics (Fidentia Green Buildings, finance.brussels (groupe SRIB), Talence, LTFD et ECF) ont permis de lever des fonds de près de 4,3 millions d'euros afin de fonder la ferme abattoir d'Anderlecht, première ferme du réseau BIGH mais également de préparer les prochaines fermes de BIGH.

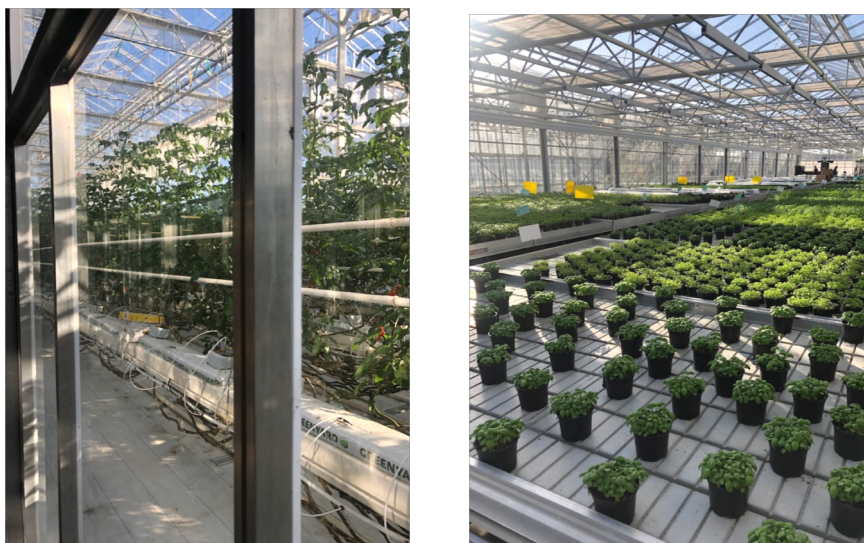


Figure 10: Système de culture high-tech, sous serre et en aquaponie (BIGH)

Le Delhaize de Boondael (Ixelles) a accueilli, en octobre 2017, un projet de ferme urbaine sur son toit sur une surface de 360 m². La méthode utilisée ici est un système sur substrat à même la surface du toit, une partie en plein air et une autre sous serre. Les légumes produits sont majoritairement des salades de toutes sortes, des concombres, des aubergines, des courgettes, des haricots, des radis, des tomates et des aromates. Ces légumes cultivés sont ensuite directement revendus dans les rayons du supermarché en dessous et des formations sont également données. Le projet voulu par Delhaize s'articule autour de trois axes majeurs : l'innovation, le circuit court (du potager à l'étalage) et

l'éducation (à la permaculture). Le projet est mené conjointement entre les équipes de Delhaize, de Vestaculture (une entreprise spécialisée dans la conception et l'entretien de potagers selon les principes de la permaculture) et des paysagistes.



Figure 11: Système de culture à même le toit, sous serre à gauche, en plein air à droite (Delhaize de Boondael)

Skyfarms est une entreprise créée en 2016 qui accompagne la création de potagers pour les entreprises. Le fondateur de Skyfarms (Augustin Nourricier) était un membre actif du projet d'agriculture urbaine sur les toits de la Bibliothèque Royale (KBR) dénommé « PotageToit » qui a dû déménager en 2017 suite à des travaux. Riche des connaissances acquises suite à cette expérience, Augustin Nourricier a créé Skyfarms dans le but d'offrir un accompagnement à des collectifs de citoyens (employés/employeurs) qui souhaitent transformer des toitures, des terrasses ou jardins en potagers. L'entreprise a accompagné ainsi plus de 15 projets d'agriculture urbaines à Bruxelles dont certains en toiture. Les techniques de cultures conseillées par Skyfarms sont sur substrat, généralement dans des sacs géotextile, en plein air ou dans des petites serres. Les légumes produits sont à destination des employés des entreprises et l'objectif des projets est d'ordre social et de bien-être pour les employés. Une fois le projet développé, Skyfarms poursuit le coaching des individus tout au long du processus de production (de la plantation à la récolte des légumes).

Peas&Love est un concept développé à plusieurs endroits en Belgique et en France et notamment installé sur le toit du magasin Caméléon situé à Woluwe-Saint-Lambert. Le modèle de Peas&Love est basé sur la location de parcelles (d'environ 4m² chacune) à des individus qui peuvent venir récolter les légumes cultivés sur leur parcelles privées. Un « Community Farmer » quant à lui, entretient les parcelles dès la plantation. Le projet sur le toit du Caméléon occupe une surface de 700m² et dispose de 200 micro parcelles individuelles ainsi que plusieurs parcelles collectives. Les techniques de culture combine des méthodes verticales et horizontales. Les productions réalisées sont variées (épinards, laitues, différentes variétés de tomates, herbes aromatiques, bettes) et sur les parcelles communes sont

également cultivé des concombres, des courgettes, des patates douces, différentes sortes de choux, poireaux, etc. Peas&Love offre également des ateliers pour les locataires des parcelles où ils peuvent apprendre sur la pratique de l'agriculture urbaine (planter, faire pousser, récolter). Différentes formules d'abonnement existent pour appartenir à la communauté, allant de 38 à 34 euros par mois, ce qui revient à plus de 400 euros par an.

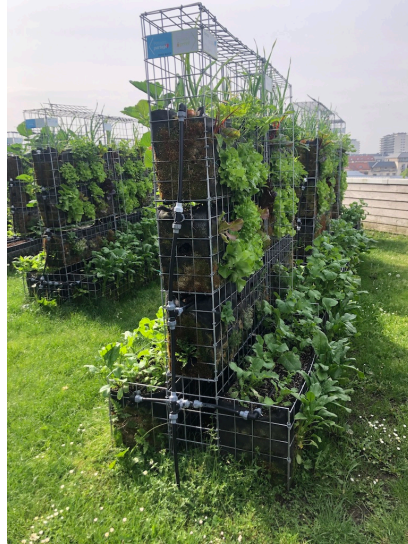


Figure 12: Technique de culture en bacs à l'horizontale et à la verticale (Peas&Love - Caméléon)

2. Les projets à vocation d'innovation et de recherche

Le projet « **GROOF** » signifiant « Greenhouses to Reduce CO₂ on Roofs » vise à promouvoir l'installation de serres sur les toits afin de réduire les émissions de CO₂ dans les secteurs de la construction et de l'agriculture. Dans ce cadre, le projet « GROOF » mené par le CDEC (Conseil pour le Développement Économique de la Construction) avec le soutien du programme INTERREG NWE, et réalisé conjointement avec onze partenaires (publics et privés) a permis de lancer un appel à projet, clôturé en septembre 2019, ayant pour objectif de stimuler la construction et la mise en œuvre concrète de serres en toitures. Chacun des onze partenaires étant spécialisé dans différents thèmes (agriculture urbaine, construction, etc.) apportent ses compétences tous le long du processus de développement des projets. Dix projets ont ainsi pu être sélectionnés en France, en Belgique et au Luxembourg pour pouvoir bénéficier d'un coaching personnalisé pendant un an. Ces projets regroupent différentes techniques de serres (serres hydroponiques, aquaponiques, potagers en terre, etc.) ainsi que différents types de projets (éducatifs, sociaux, privés, etc.). Son ambition est également de proposer, d'ici 2021, un guide des bonnes pratiques à adopter lorsqu'on souhaite mettre en œuvre ce type de projet en Europe. Ce guide devrait englober l'aspect administratif (règles d'urbanisme, etc.) et l'aspect technique (énergétique, de construction, de production et économique) de la réalisation de serres sur toits. Dans le cadre de notre travail nous avons pu rencontrer un des partenaires de GROOF qui n'est

autre que l'Université de Liège, impliquée dans ce projet à travers le Smart City Institute et le Centre de Recherche en Agriculture Urbaine (CRAU, Gembloux). L'ULiège offre ses compétences au niveau des aspects socio-économiques du projet, ainsi qu'au niveau agronomique. La personne que nous avons interviewé est Nicolas Ancion, chercheur au sein du Smart City Institute et également chargé de projet pour GROOF. Celui-ci s'intéresse plus particulièrement aux aspects socio-économiques du projet en travaillant sur les business model possibles et innovants pour l'agriculture urbaine sur toits.

Le projet sur le **toit d'AgroParisTech** est un potager expérimental réalisé par plusieurs équipes de chercheurs de l'INRA, démarré en 2012 et réalisé en plein air dans des bacs. Le projet sert de lieu d'expérimentation et comporte différents objectifs de recherche. Il comporte notamment, l'objectif d'étudier la possibilité de récupérer de déchets urbains pour en faire des substrats. Ainsi, différentes combinaisons en lasagne de déchets organiques urbains ont été testés afin d'étudier leurs potentiel de rentabilités en terme de productions. Par ailleurs, un objectif de recherche était d'étudier les niveaux de pollution et contaminants des cultures en ville. Ils ont également réalisé des études afin de quantifier les services écosystémiques qu'il est possible d'obtenir de ce type de structures sur les toits, notamment en terme de biodiversité, de rétention d'eau, de quantité de déchets organiques valorisés, etc.



Figure 13: Système de culture en bacs en bois (AgroParisTech)

3. Les projets à vocation socio-éducative

Le projet « **les Amis de l'Entrepote** » est un projet accompagné par Skyfarms et qui a maintenant été sélectionné dans le cadre de l'appel à projet GROOF pour pouvoir accéder à leur coaching d'un an. Le projet est plus petit (20 m²), situé en plein air et sur substrat dans des sacs géotextiles et est à vocation éducative, pédagogique et de qualité de vie. Le projet prend la forme d'un potager collectif et est

accessible aux habitants du quartier, qui peuvent venir aider mais également suivre des formations données par Skyfarms. Les récoltes sont ensuite partagées entre les participant.e.s.



Figure 14: Technique de culture en sacs géotextile (Les Amis de l'Entrepote)

Le projet « **Soleil Nord** » à Schaerbeek est un projet socio-éducatif installé sur le toit de la Maison des Citoyens de Schaerbeek. Il est accessible aux habitants du quartier et est réalisé en plein air et sur substrat en bacs.



Figure 15: Technique de culture en bacs en bois (Potager Soleil Nord)

IV. OBSERVATIONS

Pour faire nos observations, nous avons utilisé une grille d'analyse (voir-ci après) des entretiens que nous avons eu avec les différents projets. Nous les avons classé par catégories afin de faciliter la lecture de notre outil. Premièrement, nous avons les projets d'ordre socio-éducatifs avec les Amis de l'Entrepote (Schaerbeek) et le potager de Soleil Nord (Schaerbeek) ; ensuite les projets à vocation économique avec le Delhaize de Boondael, BIGH sur le toit des abattoirs d'Anderlecht, Peas&Love sur le toit du magasin Caméléon (Woluwe-Saint-Lambert) et Skyfarms. Ensuite, les projets à vocation de recherche et d'innovation avec le toit d'AgroParisTech (Paris) et le projet GROOF. Pour chacun de ses projets nous avons voulu retirer des entretiens différentes informations en fonction de thèmes que nous avons classé en plusieurs colonnes.

	Techniques utilisées	Ce que requiert -en terme d'intrants matériel	Les difficultés	Quels apports financiers et quelles ressources financières ? (Business model quand d'application)	Ce que produit -spécialisation sur quelques produits de niche ? - diversification ? - objectif de réelle productivité ou non ?
Projets « socio-éducatifs »					
Les Amis de l'Entrepote	Substrat (sacs)				
Soleil Nord	Substrat (bacs)				
Projets économiques					
BIGH	Aquaponie				
Delhaize	Substrat				
Skyfarms	Substrat				
Peas&Love (projet sur le toit du Caméléon de WSL)	Substrat				
Innovation/recherche					
AgroParisTech	Substrat (bacs)				
GROOF	Différentes méthodes en serre				

Premièrement, il s'agissait de savoir les techniques utilisées, à savoir si le projet était réalisé sur substrat, en bacs, en sacs, à même le toit, ou avec des techniques telles que l'aquaponie ou l'hydroponie. L'objectif ici étant de situer le projet afin de faire lien avec ce qu'a requis le projet au

démarrage et ensuite tout au long de son développement pour exister. Bien entendu, les données récoltées n'ont pas vocation à être quantitative, mais plutôt de permettre une réflexion qualitative sur ce que nécessite la pratique de l'agriculture sur les toits. Ainsi, par exemple, il était intéressant de savoir si le toit a dû être renforcé pour pouvoir accueillir leurs activités, mais également de savoir quels aménagements ont été nécessaires, comment ils ont procédé, etc.

Ensuite, un axe de questionnement concernant les « difficultés » auxquelles les projets ont fait face, ceci entendu au sens large et laissant libre cours à ce que les personnes rencontrées considèrent être les difficultés principales de la pratique de l'agriculture sur toit. En effet, analyser les difficultés nous semble également un bon moyen de mettre en avant ce que requiert l'agriculture urbaine sur les toits, en pointant du doigt des éléments problématiques auxquels on pourrait ne pas penser de prime abord.

Un troisième axe d'analyse a été consacré aux productions réalisées par les projets rencontrés : se spécialisent-ils dans un ou plusieurs produits ou au contraire, offrent-ils une diversification de leurs productions. Par ailleurs, la question a été de savoir à qui s'adresse leurs produits ? Sont-ils vendus, partagés entre les membres actifs ? Il s'agissait de mieux comprendre ce qu'offre l'agriculture urbaine sur les toits en terme alimentaire pour la ville.

Un dernier axe fut consacré aux principaux intrants financiers reçus par le projet : a-t-il reçu des subventions et de quel ordre (privé ou public) ? Dans le cas de projets à vocation économique, quel type de *business model* a été mis en place et quelle source de revenus est-il possible de retirer d'une telle activité ?

4.1. LES TECHNIQUES UTILISÉES

Dans notre échantillon, nous constatons premièrement que les projets ont majoritairement (pour 6 projets sur les 8 interrogés) mis en place des méthodes sur substrat. Nous remarquons que même pour les projets à vocation économique, nous ne retrouvons pas forcément des techniques de production high-tech, à savoir de l'hydroponie ou de l'aquaponie. Au contraire, sur quatre cas à vocation économique interrogés, un seul utilise une méthode high-tech (BIGH), et uniquement sur une partie du toit car toute la toiture ne pouvait pas supporter les charges d'une telle installation. Ainsi, une partie de la toiture de BIGH est également réalisée sur substrat mais la gestion en est déléguée à un atelier de réinsertion professionnelle (Atelier Groot Eiland). En effet, la majorité des projets mettent en avant que la méthode sur substrat en sacs ou en bacs présente l'avantage d'être moins cher et également plus facilement modulable afin de pouvoir modifier le projet au cours du temps. Ce que permettent beaucoup moins les méthodes telles que l'aquaponie, qui, fois que le projet est mis en place, rendent difficile le déplacement des structures.

Concernant les méthodes sur substrat, les contenants utilisés varient souvent en fonction des projets et il existe une réelle variété, que ce soit en bacs, en sacs ou directement sur le toit, en serre ou en plein air, les projets avaient chacun leurs spécificités. Ainsi, Skyfarms par exemple, préconise souvent pour les projets qu'il accompagne d'utiliser des sacs en géotextile, qui sont plus légers et plus modulables que les bacs ou l'installation du substrat directement sur le toit. Les Amis de l'Entrepote (projet accompagné par Skyfarms) a ainsi mis en place la méthode en sac et a, par après, récupéré quelques contenants en plastique. Le potager Soleil Nord ainsi que le projet d'AgroParisTech réalisent leurs cultures dans des bacs réalisés avec du bois de palette. Peas&Love utilise des bacs qui permettent de réaliser des cultures à la verticale et à l'horizontale afin de gagner de l'espace au sol. Leurs bacs sont composés d'une structure métallique dans laquelle se retrouve du substrat tenu grâce à des sacs géotextiles. Le Delhaize de Boondaël, quant à lui, a mis en place un projet sur substrat installé directement à même le toit, sans contenants, avec une partie en serre et l'autre à l'air libre. Ainsi, même lorsque le modèle semble le même, il existe une réelle diversité des applications réalisées. D'un autre côté, avec les méthodes high-tech, notamment dans le cadre de BIGH, en aquaponie, ce sont des systèmes qui requièrent d'autres types d'intrants, tels que des bassins pour les poissons, de l'eau en grande quantité, également un substrat installé dans un système de gouttière. Un désavantage de ce système, mis en avant par la personne rencontrée chez BIGH, est le manque de flexibilité, car une fois que tout est installé, plus rien ne peut être déplacé par la suite. Pour ce genre de systèmes lourds, les emplacements doivent être réfléchis clairement dès le départ.

4.2. LES INTRANTS NÉCESSAIRES

En terme matériel ce que requièrent les projets d'agriculture urbaines sur toits dépendent en grande partie des systèmes qui sont mis en place. Ainsi, nous l'avons vu précédemment, les projets d'agriculture sur toits peuvent prendre des formes très variées, en serre ou en plein air, avec des méthodes allant de la reconstitution d'un substrat à des pratiques plus techniques. Dans notre cas, l'utilisation d'un substrat concerne la majorité des projets.

4.2.1. De la terre/substrats

Premièrement, dans le cas de projets sur substrats nous avons remarqué que la composition des substrats utilisés varie fortement en fonction des projets, certains utilisent de la terre agricole mélangée à du compost ou du terreau (tels que le toit du Delhaize de Boondaël ou Skyfarms) tandis que d'autres utilisent des substrats « plus techniques » composés de différents intrants. Peas&Love, par exemple, utilise un substrat composé de tourbe, d'argile, de fibres de noix de cocotiers, de roche volcanique, de sable, de compost et d'écorces. Dans certains cas, l'utilisation de méthodes sur substrats en ville permet également, comme c'est le cas sur le toit d'AgroParisTech, d'utiliser différents types de

déchets organiques urbains, notamment du compost de déchets verts, du bois fragmenté, des résidus de champignonnières (résidus de marc de café qu'on récupère après la récolte des champignons). Mais également, d'utiliser des déchets minéraux urbains tels que du béton cellulaire ou des résidus de brique qui produisent des substrats beaucoup plus pauvres qu'ils arrosent de fertilisants issus directement de la ville (de l'urine). Ceci est encore au stade de l'étude mais néanmoins cela laisse envisager des possibilités de revalorisation d'une fraction des déchets urbains pour la création de substrats.

Il est important toutefois de noter que dans les projets réalisés sur substrat que nous avons rencontré, tous ont manifesté le fait que la terre devait être entièrement renouvelée après quelques années d'utilisation. Chez Delhaize, ils renouvellent la terre tous les 3-4 ans tandis que sur la ferme Peas&Love sur le toit de Caméléon, les premières parcelles installées en 2017 commencent à avoir de moins bons rendements dû à la perte de nutriments et au tassement du substrat.

Augustin Nourricier de Skyfarms, ajoute que sur un toit ils sont isolés et doivent faire rentrer beaucoup de choses de manière artificielle pour compenser ce qui existerait au sol. Ainsi, ils n'ont, par exemple, pas d'arbres qui fourniraient des feuilles indispensables pour réaliser des paillages en hiver. Par ailleurs, ils doivent faire attention en amenant du compost provenant de l'extérieur car celui-ci serait chargé en œufs de limaces, d'escargots et de vers de terre et une fois que l'on amène cela sur un endroit isolé, cela fait des ravages au niveau des productions car ils ne sont pas dans un équilibre avec le milieu environnant, contrairement à ce qui existerait au sol. Dans le cas des toitures, Skyfarms doit ainsi se fournir en compost traité par des processus industriels.

4.2.2. De l'eau

Dans nos cas d'études, l'approvisionnement en eau se faisait soit via l'eau de la ville, soit via l'utilisation d'une citerne de récupération d'eau de pluie. Le projet BIGH dispose quant à lui d'un accès direct à un forage sous les abattoirs qui lui fournit l'eau nécessaire à son exploitation. Cette eau est utilisée pour la pisciculture mais également réutilisée en circuit fermé pour l'arrosage d'une partie des plantations. En effet, l'eau des poissons est utilisée pour arroser les plants de tomates après un passage dans un bio filtre, mais uniquement à hauteur de 30 à 40%, le reste étant réalisé avec l'eau du forage. Dans certains cas, l'eau est directement accessible sur le toit mais dans d'autres celle-ci est à monter des étages inférieurs, ce qui complique la tâche pour arroser les cultures. L'idéal étant d'être autosuffisant en eau et de ne pas dépendre des eaux de la ville, mais nous constatons que ceci est rarement le cas. Il est souvent difficile de mettre en place des systèmes de récupération des eaux de pluies ou des eaux usées dû notamment aux contraintes techniques tels que la portance. Ainsi, dans le cas du potager d'AgroParisTech, ils ont fait le choix de ne pas installer de citerne d'eau de pluie car ils

souhaitent créer un modèle répliquable pour les jardins associatifs et tous les toits ne peuvent supporter la charge d'une citerne.

Par ailleurs, dans nos entretiens, différents projets ont mis en avant la difficulté de gérer les épisodes de fortes chaleurs où ils doivent arroser beaucoup. Dans le cas du potager des Amis de l'Entrepote, ils constatent une difficulté de gestion de l'eau dû au fait qu'ils soient entourés d'immeubles et que leur toiture soit noire, ce qui entraîne plus de chaleur. Ceci peut être un avantage, selon eux, pour le début de saison où il est déjà possible d'avoir des cultures mais, par contre, cela peut causer des dommages en été où les températures sont plus élevées qu'au sol. Ils doivent dans ces cas-là, arroser les plantations plusieurs fois par jour, au risque de perdre leurs productions, ce qui demande un temps considérable et une consommation en eau qui est conséquente. C'est également un élément qui est revenu pour le potager du Soleil Nord, où l'arrosage en été pose parfois quelques difficultés car ils doivent arroser très régulièrement au risque de voir perdre leurs plantations. Par contre, dans certains cas, les projets ont opté pour des systèmes d'irrigation automatique, notamment avec des systèmes au goutte à goutte³, qui ont pour objectif d'améliorer la gestion de l'eau. Sur le toit d'AgroParisTech, ils ont mis en place un système au goutte à goutte qui fonctionne avec des temps d'irrigation de 5 min toutes les 2 heures, mais celui-ci n'est, selon Christine Aubry, pas optimisé. Par ailleurs, Peas&Love et le Delhaize de Boondael ont également fait le choix d'installer un système au goutte à goutte qu'ils complètent de nutriments biologiques liquide. C'est systèmes requièrent toutefois des investissements conséquents.

4.2.3. De l'énergie

La consommation d'énergie est une difficulté principalement pour les projets sous serre. En effet, selon Christine Aubry, lors de la mise en place d'une serre il y a tout de même des problématiques liées à la consommation d'énergie et à la résilience du système. Certains projets en serre peuvent être extrêmement productifs mais en cas de canicule toute la production peut s'effondrer en quelques heures.

La personne responsable chez BIGH nous disait que selon lui les bâtiments devaient être conçus dès le départ pour accueillir les activités d'agriculture sur toit. Car chez eux, le toit potager a été installé après la rénovation du bâtiment, et malgré l'objectif qu'ils avaient au départ de récupérer l'énergie perdue des frigos des abattoirs pour le réinsérer dans la serre, ils se rendent compte à présent que leurs propres activités, notamment liées à la piscicultures produisent également de l'énergie qui s'échappe

³ « L'irrigation au goutte à goutte est un système technique permettant de distribuer l'eau sous un faible débit avec des arrosages fréquents ou de longue durée, au moyen de tuyauteries équipées de goutteurs placés au pied des plants » (FAO, 1989)

du bâtiment et qui aurait également pu être réintroduit dans le système. Ceci pourrait être amélioré selon lui en pensant le bâtiment dès les premières phases de sa conception.

Une personne du projet GROOF que nous avons pu rencontrer nous disait que l'objectif du projet GROOF était justement d'étudier la faisabilité de la récupération de l'énergie et du CO2 perdus dans le secteur du bâtiment afin de le réintroduire dans des activités agricoles sur toits. L'objectif en se faisant serait de maximiser les échanges énergétiques entre le bâtiment et la serre et d'ainsi diminuer les émissions de CO2 tant du côté de l'industrie du bâtiment mais également de l'industrie alimentaire. En effet, selon Nicolas Ancion de GROOF, 30% des déperditions de chaleur d'un bâtiment sont perdues par le toit et la serre aurait comme objectif de jouer un rôle de tampon énergétique entre le bâtiment et l'extérieur. Cependant, le projet est encore jeune et lorsque nous les avons rencontrés, les initiateurs n'en étaient encore qu'au stade de démarrage. Peu de résultats clairs sont donc disponibles à l'heure actuelle sur cette question. Récemment, ils ont lancé un appel à projet ayant pour but de coacher différents projets en Europe afin d'étudier cette possibilité.

4.2.4. Des connaissances

Différents projets ont mis en avant le fait que ces technologies requièrent énormément de compétences et de connaissances afin d'être mises en place, notamment en ce qui concerne les méthodes high-tech. Celles-ci nécessitent donc souvent un appui logistique, surtout dans le cas où des personnes novices en agriculture urbaine souhaitent se lancer dans un projet. Ainsi, par exemple, dans le cas des Amis de l'Entreprene, ils ont fait appel à l'entreprise Skyfarms qui aide justement les personnes intéressées pour lancer ce genre de projet. Le projet GROOF également a pour but d'offrir un soutien dans le développement de serres sur toits afin de récupérer l'énergie perdue des bâtiments. Pour se faire, GROOF regroupe différentes entreprises, afin d'avoir une transversalité dans leurs compétences et permettre le meilleur encadrement aux projets. Ils regroupent ainsi des ingénieurs en construction, des ingénieurs en énergie, des agronomes, des économistes, etc. qui permettront chacun d'apporter des compétences particulières afin d'avoir une vue globale sur chaque projet.

Christine Aubry pointe également ce manque d'expérience et dans le cas de Paris en particulier et concernant le projet Parisculteurs, elle considère qu'il est maintenant nécessaire d'avoir un temps d'arrêt après les trois appels à projets qu'il y a déjà eu. En effet, certains projets n'ont jamais pu aboutir, d'autres essaient depuis plusieurs années de fonctionner mais n'y arrivent pas pour différentes raisons (opposition des riverains, contraintes techniques, etc.). Ainsi, il est temps selon Christine Aubry de faire un bilan sur ces projets et d'en retirer des enseignements sur ce qui fonctionne et ce qui ne fonctionne pas.

4.2.5. Requier un modèle économique adapté

Selon Nicolas Ancion, qui s'occupe principalement des modèles économiques et stratégique des projets suivis par GROOF, dans l'agriculture urbaine sur toit il n'y a pas de modèle à priori parfait et

cela dépendra fortement de l'environnement. Une structure économique peut très bien fonctionner à un endroit mais ne pas fonctionner à un autre. Ceci a d'ailleurs pu être illustré avec le cas de la faillite d'UrbanFarmers à la Haye, dont le modèle avait été testé dans une autre ville et fonctionnait parfaitement. Une étude réalisée par Ancion et al. (2019), sur laquelle nous reviendrons plus loin dans la discussion, tente ainsi de comprendre les raisons principales qui permettraient d'expliquer cette faillite.

Toujours selon Nicolas Ancion, ces projets sont novateurs et il existe une réelle diversité. Même parmi les projets à vocation commerciale, peu sont à vocation uniquement productiviste, ce sont plutôt des modèles hybrides, avec plusieurs fonctions. Christine Aubry ajoute également à cela que *« L'agriculture sur les toits c'est souvent des modèles économiques hybrides et rarement de production pure. C'est l'évènementiel, les formations, etc. qui vont ramener les revenus de l'association ou de l'entreprise, avec des réductions de coûts notamment au niveau de la main d'œuvre en recourant à des emplois en insertion, des services civiques. On n'a pas aujourd'hui de production en plein air de fruits et légumes qui soient rentable toute seule car on n'est pas sur des surfaces suffisantes même si les productivités au m² sont très bonnes. Les orientations, objectifs et cibles visées par ces projets sont forcément multifonctionnels, sauf dans certains cas de petites productions de niche (fleurs comestibles, micro pousses) mais c'est peu élastique et cela concerne peu d'entreprises. »*

Sur les projets à vocation économique que nous avons pu rencontrer, nous avons pu remarquer que peu sont actuellement rentables. Ainsi, par exemple, pour le Delhaize de Boondaël, le projet tel qu'il est en place actuellement n'est pas rentable car il ne permet pas de grandes productions. Et en tant que magasin, malgré le fait que les productions soient minimales, avec ce projet ils sont devenus producteurs et non plus seulement revendeurs, ce qui change leur statut. Ils doivent ainsi avoir des certificats différents que pour leurs autres magasins et faire des contrôles par l'AFSCA comme les autres producteurs, pour des productions beaucoup plus petites. Avec ce projet, ils misaient beaucoup sur la communication et l'image de Delhaize, mais, pour la personne rencontrée même cet aspect est sujet à caution car c'est une communication ciblée sur un seul de leurs magasins, c'est très local. L'investissement de départ a été réalisé entièrement par Delhaize, sans partenaires extérieurs et était à hauteur de 500.000 euros, avec des frais d'entretien de 8000 euros par mois. Les seuls revenus de l'activité sont tirés de la vente des productions, des visites gratuites sont également organisées par une société externe d'agronomes.

Concernant le projet BIGH à Anderlecht, ils se sont laissés quatre ans depuis le début du projet en 2018 pour devenir rentables. A l'heure actuelle ils ne le sont pas mais ils pensent pouvoir le devenir grâce aux visites et aux événements qui représenteraient presque 1/3 de leur chiffre d'affaire. En terme

d'investissements on constate ici que ce projet plus high-tech requiert des fonds plus importants, ils ont ainsi dû lever des fonds FEDER⁴ à hauteur de 1.800.000 euros.

Chez Peas&Love, Jean-Patrick Scheepers, le fondateur, considère qu'au départ il s'est retrouvé face à la difficulté de trouver un business modèle qui fonctionne autour de l'agriculture urbaine car il s'est rendu compte que cultiver des fruits et légumes en ville coûte plus cher qu'en milieu non urbain, or les producteurs traditionnels ont déjà des difficultés. Il est arrivé ensuite à la conclusion que le besoin est plus tourné en agriculture urbaine autour de la compréhension et de la reconnexion de l'urbain à la nature. Selon lui, c'est plus ce besoin de service qui est mis en avant et c'est sur ce constat qu'il crée son business modèle, avec des parcelles potagères gérées et entretenues par leurs soins mais où les personnes qui louent la parcelles peuvent venir cueillir leurs fruits et légumes. Cependant celui-ci n'est également pas rentable pour le moment, les frais étant supérieurs aux rentrées financières. Une difficulté mise en avant par ce modèle est le fait que les clients payent un abonnement à l'année même lors des mois d'hiver où il n'y a aucun légumes à venir récolter.

D'autres projets, souvent les projets à vocation non commerciales, sont basés sur des subventions publiques et ne dégagent pas de revenus de leurs activités. Ainsi, les Amis de l'Entrepote et le potager Soleil Nord ont reçu des subventions régionales (via des contrats de quartiers durables⁵) et des subventions de leurs communes. Cependant, Laurent Gauthy, responsable du projet des Amis de l'Entrepote met en avant le fait que les subventions ne sont réalisées que sur une certaine durée. Ainsi, ils souhaitent à présent également trouver d'autres sources de revenus et c'est dans ce cadre qu'ils ont fait appel à GROOF pour les aider à trouver une source de revenus à leur activité. A priori, ils souhaiteraient construire une serre et consacrer une partie de leur productions à des produits de niches qu'ils vendraient ensuite à des restaurants, ceci tout en gardant le projet pédagogique tel qu'il est actuellement. Par la suite, il sera intéressant de voir la possibilité ou non de mêler deux objectifs différents au sein d'un même projet.

4.3. LES PRINCIPALES DIFFICULTÉS

En terme de difficultés, différents éléments ont pu être mis en avant lors des entretiens que nous avons eu avec les projets. Celles-ci peuvent être résumées sous différents points : d'une coté les difficultés en

⁴ « Le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER) constitue un levier financier de l'Union européenne afin de mener à bien sa politique de cohésion et de développement régional. Autrement dit, le FEDER a pour objectif de réduire les disparités économiques, sociales et territoriales au sein des 28 États membres de l'Union européenne, en cofinçant des projets visant une croissance intelligente, durable et inclusive, telle que définie dans la « stratégie Europe 2020 ». (be.brussels)

⁵ Les contrats de quartiers durables sont des plans d'actions limités dans le temps et l'espace conclu entre le Région, la commune et les habitants d'un quartier bruxellois. Ils fixent un programme à réaliser avec un budget défini (quartiers.brussel)

terme technique tels que la portance, l'étanchéité ou l'accessibilité ; mais également des difficultés en terme d'urbanisme.

Ainsi, **la portance** est souvent revenu comme un facteur limitant pour les projets. Sur certains projets, ils ont dû limiter leurs installations sur une seule partie du toit car celui-ci ne pouvait supporter les installations à tous les endroits. Le Delhaize de Boondaël, par exemple, n'a pas pu installer le potager sur toute la toiture car la portance n'était pas suffisante. Pour la même raison BIGH a dû également limiter l'installation de l'activité d'aquaponie à une seule partie de la toiture, l'autre étant réalisée sur substrat. Selon Augustin Nourricier (Skyfarms) « *Une des difficultés principales c'est qu'aucun toit à Bruxelles n'a été pensé pour accueillir l'agriculture urbaine, dans le cas de toits-terrasse, une chance c'est qu'il a été prévu pour que les gens puissent y venir (auquel cas la contrainte c'est la portance) mais bien souvent ce sont des toitures en derbigum avec un accès uniquement technique et donc même légalement les gens n'ont pas le droit de s'y promener et ce sont des toits qui doivent être fortement modifiés (avec des garde-corps, parfois avec un accès spécifique qui doit être créé car les pompiers veulent qu'on puisse sortir du bâtiment. Le sol en derbigum n'est pas fait pour qu'on marche dessus et il faut donc prévoir un couche type terrasse et donc de gros investissements matériel pour adapter ces sites. C'est le frein principal qui fait que même pas 50% des sites que nous développons actuellement avec Skyfarms, sont sur toit.* ». Ainsi, par exemple, le toit d'AgroParisTech était déjà un toit terrasse sur lequel il y avait une toiture végétalisée très classique avec des sédums, ce qui fait que la structure n'a pas tellement dû être modifiée pour accueillir leurs installations. Cependant, ce n'est selon Christine Aubry, pas la majorité des toits qui peuvent supporter ces installations sans adaptations de la portance, en tout cas en ce qui concerne Paris et Bruxelles. Le toit des Amis de l'Entrepote, par exemple, n'étant pas un toit-terrasse a du faire des adaptations et renforcer la structure avec des grandes poutres pour soutenir les installations.

L'étanchéité est également une des difficultés de l'agriculture urbaine sur toitures car, en moyenne, celle-ci doit être renouvelée tous les 30 ans. En effet, ceci complique la chose car une fois tout installé, il faut savoir qu'à un moment donné tout va devoir être enlevé pour refaire l'étanchéité, pour ensuite tout remettre. Ce fut le cas dans l'ancien potager sur le toit de la KBR à Bruxelles qui a dû fermer suite à des travaux pour cause d'étanchéité, et ensuite le projet a déménagé. Augustin Nourricier de Skyfarms insiste sur le fait qu'ils préfèrent utiliser des contenants en sacs afin de limiter cette contrainte et être plus modulables, contrairement aux projets où l'on installe tout à même le toit.

Une des difficultés mise en avant est le manque d'**accessibilité**, car bien souvent les projets n'ont accès qu'à un escalier ou dans certains cas, à un monte-charge. Chez BIGH, par exemple, la personne rencontrée manifestait le fait que dans une structure classique au sol, tous les produits peuvent rentrer et sortir par différents endroits, tandis que chez eux tout est centralisé à un seul endroit (escalier ou ascenseur) et l'espace technique pour cela est souvent sous-évalué. Cependant, dans certains cas et

pour certaines raisons particulières le manque d'accessibilité peut se révéler être un avantage. Ainsi, pour le projet Soleil Nord situé dans un quartier difficile de Schaerbeek, la personne rencontrée a mis en avant le fait que d'être situé sur le toit pouvait permettre de limiter les vandalismes. Nicolas Ancion de chez GROOF également disait que le manque d'accessibilité, qui normalement est considéré comme un désavantage, peut devenir un avantage par exemple dans le cas de productions à haute valeur ajoutée où elle permet de limiter le vol.

Par ailleurs, Christine Aubry rappelle que dans ce type de projets, il ne faut pas négliger l'espace qui va être occupé par le technique et qui ne pourront pas être utilisés directement pour la production. Des espaces que l'on peut qualifier **d'espaces « fantômes »**, utilisés par exemple pour l'installation d'une citerne, pour entreposer des matériaux ou pour prévoir l'accueil des clients/membres, occuperont inévitablement de l'espace, qui n'est déjà pas facilement disponible en toiture. Ainsi, à titre d'exemple, sur le toit d'AgroParisTech, sur une surface totale de 600m², uniquement 160 à 180 m² peuvent être considérés comme surface utile.

Au niveau de **l'urbanisme**, les normes diffèrent en fonction des pays et des régions mais généralement l'installation d'une serre en toiture requiert un permis d'urbanisme. Différents projets ont mis en avant la nécessité d'avoir une législation claire au niveau urbanistique concernant la réalisation de projets d'agriculture sur toit. En effet, il existe, en tout cas à Bruxelles, un flou concernant ce que l'on peut installer sur un toit et dans quelles circonstances. Selon Nicolas Ancion, il n'y a pas encore de réglementation précise, notamment par rapport aux serres sur toits, qui soit adaptée. C'est justement, selon lui, l'intérêt d'un travail de recherche tel que celui de GROOF afin de donner des lignes directrices pour adapter la législation à l'essor d'un développement de serres en toiture.

Certaines difficultés peuvent varier en fonction des choix des méthodes de productions utilisées. Ainsi, Christine Aubry relate que dans le cas d'AgroParisTech où ils utilisent un technosol composé de différentes matières organiques, une difficulté technique peut apparaître dû au fait que les **eaux de ruissellement** qui s'échappent des bacs ou des sacs soient particulièrement chargées en carbone et parfois en azote. Selon Christine Aubry, le traitement de ces eaux de ruissellement doivent être un axe de recherche pour le futur où il s'agira de trouver des substrats qui ne nécessitent pas de traiter les eaux de ruissellement.

Par ailleurs, concernant les méthodes en aquaponie, Christine Aubry ajoute qu'il faut faire attention à la **provenance des intrants** que l'on ajoute dans le système. Ainsi, par exemple, la qualité et la provenance de la nourriture que l'on donne aux poissons dans ce genre de système doit être contrôlée. Dans le cas de BIGH, par exemple, la nourriture donnée au poissons est en grande partie (à 70%) des protéines animales provenant des déchets carnés des abattoirs situés à proximité. La provenance est ainsi contrôlée mais ce qui pourrait poser question est la qualité de la viande, qui n'est pas bio et

automatiquement les poissons et les productions arrosée avec l'eau chargée de déjections des poissons ne le sont pas non plus. Par ailleurs, dans le cas de BIGH, l'aquaponie est utilisée afin d'alimenter les plants de tomates mais l'utilisation exclusive des déjections de poissons ne sont pas suffisant pour nourrir la plante, ils doivent également rajouter une solution nutritive industrielle contenant du potassium.

4.4. LES PRODUCTIONS RÉALISÉES

Concernant les productions réalisées, la majorité des projets rencontrés se tournent vers une diversification de produits en maraichage classique, ainsi que quelques petits fruits. Selon Augustin Nourricier (Skyfarms), avec 15-20 cm de substrat on peut faire pousser une grande variété de légumes. Chez Skyfarms, ils proposent ainsi des petits fruits (fraises, framboises, mures, groseilles), de la salade, des légumes feuilles (épinard, mâche, roquette), des légumes fruits (courgettes, concombres, tomates), des légumes racines (radis, pomme de terre), des légumineuses (pois, haricots, fèves). Peas&Love également propose une offre diversifiée de petits fruits et légumes, ainsi que des herbes aromatiques et des fleurs comestibles. Seul BIGH se spécialise principalement sur quelques produits de niche. Ils produisent du bar rayé, qu'ils déclinent sous différentes formes (en brut, filet, fumé et 3 types de rillettes), des tomates cerises de différentes couleurs et des herbes aromatiques. Ils revendent également quelques produits tels que de l'huile d'olive et du gin dont l'aromatisation est réalisées avec leurs produits et quelques produits transformés tels que des tomates séchées. Selon la personne rencontrée chez BIGH, en aquaponie ils sont limités au niveau des possibilités de légumes produits. Ils se concentrent exclusivement sur des légumes tiges (aubergines, concombres, tomates, piments) qui sont le plus adaptés au système sur gouttière. En effet, les légumes racines ne peuvent être produits dans ce type de système et les légumes feuilles ne permettraient pas de rentabiliser l'espace de la serre.

En terme de quantités, peu de projets ont su estimer le nombre de kg de légumes produits par an. Pour Peas&Love, selon la personne rencontrée, les quantités produites tournent aux alentours des 30kg à 35 kg de légumes produits sur une parcelle potagère (3m²). En sachant que la ferme Peas&Love sur le toit de Caméléon comporte 270 parcelles, Jean-Patrick Scheepers estimait la production à l'année sur le total de la ferme à environ 8 à 10 tonnes. Cependant, Peas&Love fonctionne sur un système de cultures verticales qui permettent une augmentation des quantités produites par rapport à la surface du toit disponible. Dans le cas d'AgroParisTech des chercheurs réalisent des études afin de déterminer les technosols qui produisent le meilleur rendement, en combinant différents types de déchets organiques en lasagne. Actuellement pour les meilleurs technosols, ils ont des rendements qui tournent aux alentours de 10 kg/m² par an. Cependant, contrairement à Peas&Love, sur le toit d'AgroParisTech, ils n'ont pas cherché à faire une intensification de l'utilisation de l'espace. Ainsi, sur une surface totale de

600 m², seul 160 à 180 m² de la toiture peut être considéré comme surface utile à la production. La quantité produite à l'année pourrait être estimée, à environ 1 à 2 tonnes.

D'un autre côté, dans le cas de BIGH, les productions réalisées à l'année étaient aux environs de 15 à 16 tonnes par an de tomates cerises, 25 tonnes par an de poissons et 3500 pots d'herbes aromatiques par semaine. Ainsi, considérant qu'ils avaient une surface utile de 700 m² pour les tomates cerises, nous pourrions estimer les quantités de tomates produites à l'année, à environ 21 à 23 kg/m². L'espace réservé à la production aquacole était de 400 m² de surface, soit 165 m³ de volume d'eau (donc la production de poissons est équivalent à environ 150 kg/m³) et celui réservé à la production d'herbes aromatiques était de 560 m². Nous constatons ainsi de meilleurs rendements dans le cas de BIGH, qui est un système sous serre permettant une production plus intensive et à l'année. Cependant, malgré le fait d'être situé en serre, les tomates cerises suivent une saisonnalité et ils sont obligés de faire une pause au niveau des productions du mois de janvier à mars.

Concernant la qualité des produits, tous les projets ont stipulé que les productions étaient réalisées sans produits chimiques, ni pesticides, ni insecticides. Cependant, dans la majorité des pays, dont la Belgique, les productions réalisées en hors sol ne peuvent être certifiées biologiques (Buehler & Junge, 2016). Toutefois, dans nos cas d'études, aucun projet ne se plaignait de ne pas pouvoir avoir accès à une certification car ils sont en circuit court et ils se concentrent principalement sur la communication. Dans les projets non commerciaux, les consommateurs sont également les producteurs et la question de la confiance envers les productions ne se pose pas. Selon Christine Aubry « *La certification, je n'ai pas l'impression que ce soit aujourd'hui un obstacle majeur, car on est souvent en circuit court, voire très court. Le problème se pose lorsque les projets veulent passer dans le système de la grande distribution (...) mais dans une relation de confiance avec leurs clients, ce n'est pas forcément nécessaire d'avoir une marque de qualité de ce type-là car ils peuvent expliquer comment ils font, faire visiter, etc. La question se pose plus si on va vers une massification de l'agriculture urbaine et le passage vers des circuits plus longs, ou en tout cas, qu'il y a une rupture du contact direct avec le consommateur. Alors, la question de comment on va identifier ces produits, est-ce que il faut une marque « agriculture urbaine » mais alors là le consommateur il est complètement perdu, parce que il y a déjà 36 mille labels et à la fin ils finissent par être complètement paumés.* »

En effet, nous avons pu remarquer que les productions étaient généralement soit partagées entre une communauté de membres actifs dans le projet, notamment dans les projets à vocation socio-éducative tels que Les Amis de l'Entrepote et le potager du Soleil Nord, et le projet sur le toit d'AgroParisTech où les productions sont partagées avec les membres ou les chercheurs actifs dans le projet. D'un autre côté, pour les projets à vocation économique, on constate une diversité de canaux de vente de leurs productions. Ainsi, dans certains cas, les produits sont vendus directement en dessous du toit (notamment dans le cas du toit sur le Delhaize de Boondael et BIGH) où les productions réalisées sont

directement vendues dans un magasin en dessous. D'un autre côté, Peas&Love a mis en place un système d'abonnement où des membres louent une parcelle potagère entretenue et peuvent venir récolter les légumes eux-mêmes à l'année.

Christine Aubry met également en avant que sur le toit d'AgroParisTech, ils ont fait des mesures de températures via une station météo et ils ont constaté qu'ils étaient généralement 2°C au-dessus de la température au sol, ce qui leur laisse la possibilité de cultiver des légumes plus exotiques. Sur leur toit ils ont ainsi testé de cultiver du chou chinois, du brednaphane et du bongo. Cependant, un challenge également en terme de production, selon Denis Dumont (BIGH), c'est la nécessité de réfléchir aux habitudes alimentaires et à la demande des clients de la ville où l'on implante le projet. Dans le cas de BIGH, par exemple, ils se sont rendus compte, une fois le projet mis en place, que le poisson qu'ils avaient choisi de produire, le bar rayé, en tant que poisson d'eau douce, n'était pas fortement consommé en Belgique. Ils ont ainsi eu du mal à l'installer sur le marché. Cependant, le choix de poisson dans un système en aquaponie est limité car il requiert que cela soit un poisson d'eau douce car l'eau utilisée doit ensuite être récupérée pour les légumes. Ainsi, dans les années futures, BIGH se tournera vers la production de truites saumonées, toujours un poisson d'eau douce, mais qui selon Denis Dumont, devrait plus facilement s'adapter à la demande du marché en Belgique.

Cependant, peu de projets ont vraiment mis en avant la possibilité de compter sur cette production en cas de crise pour subvenir aux besoins alimentaires des villes. En effet les productions sont soit minces ou très spécifiques (dans le cas de BIGH particulièrement). Selon Nicolas Ancion (GROOF), *« L'objectif de l'agriculture urbaine ce n'est pas de produire pour remplacer l'agriculture péri-urbaine ou rurale, c'est plus produire ponctuellement et surtout faire le lien entre les citadins et l'agriculture rurale qui est pour le moment, soit mal vue, soit méconnue. Le fait de d'amener de la culture en ville permet de recréer des ponts entre l'intra-muros (la ville) et les campagnes qui l'entourent et pourraient court-circuiter certains circuits longs. »*

Par ailleurs, à la question de savoir ce qu'il est possible de cultiver sur un toit et si on pourrait réellement cultiver des choses qui permettraient de « nourrir » la ville, Christine Aubry répond que *« Dans l'alimentation il y a des produits secs (céréales, etc.) qui demandent de l'espace pour être produite suffisamment en quantité. A priori ce ne sont pas des choses qu'on va cultiver dans des espaces contraints. En plus, ce sont des aliments qui se conservent bien, qui peuvent facilement se transporter et se conserver sans difficulté une fois conditionnés en grain. Il n'y a donc pas d'intérêt particulier à les produire en ville. Par contre, ce qui est intéressant à produire en ville ce sont les produits frais (légumes, herbes aromatiques, certains fruits), toutes choses qui souffrent du voyage, qui perdent leur qualité nutritionnelle lors du transport. On sait que les quantités de vitamines baissent très vite dans les légumes, donc c'est surtout vers le maraîchage que s'oriente naturellement l'AU. »*

Laurent Gauthy (Les Amis de l'Entrepote) va également dans ce sens et nous dit que « *On aura toujours besoin des campagnes environnantes pour la production pure, mais je pense que l'agriculture urbaine permet tout de même répondre à certains besoins, notamment pour tous les produits qui doivent être consommés rapidement. Par exemple, ça n'a pas beaucoup d'intérêt de produire des pommes de terres en ville car une fois qu'elle est cultivée, il y a des moyens de la conserver, tandis que pour tout ce qui est micropousses, salades, etc. là cela en a déjà plus.* ». Nora El Khatib (Soleil Nord), quant à elle, constate que ce qu'ils produisent sur le toit n'est pas suffisant pour nourrir les familles qui s'investissent dans le projet car l'espace des bacs est restreint. Mais, par contre, cela a de l'intérêt pour certains aliments comme la salade à couper, les herbes aromatiques, etc. qui sont des aliments frais, qui permettent aux gens de retrouver du goût et, par la même occasion, de diminuer le plastique des salades en sachet, par exemple.

Christine Aubry ajoute que « *Sur le plan alimentaire, ce qui peut quand même être intéressant, dans ce type de projets, c'est d'avoir un lien avec certaines catégories de populations. Soit, par exemple, dans le cas d'un immeuble où les personnes vont faire une partie de leur productions sur le toit, ou également, dans des quartiers de populations précaires, où cela peut être un complément de fournitures alimentaires. Cependant, on voit mal, à l'heure actuelle, à Paris et dans les villes françaises en général, l'agriculture urbaine jouer un rôle autre que celui d'appoint, mais aussi, et ce n'est pas négligeable, d'éducation à l'alimentation. Tous les aspects éducatifs sont très intéressants dans les diverses formes d'agriculture urbaines. Mais l'aspect production quantitative, qui soit économiquement viable, soutenable pour l'environnement, etc. cela reste encore à démontrer car on est vraiment sur des niveaux de contraintes qui font que, sur l'espace en particulier, on ne peut pas attendre de faire de la production de masse pour l'instant dans nos villes.* »

Discussion

Deux questions principales ont guidé toute notre recherche, à savoir « que requiert » et « que produit » l'agriculture urbaine sur les toitures. En effet, parfois idéalisée en terme d'avantages qu'elle apporterait à la ville, nous souhaitions à travers cette recherche avoir un avis critique plus approfondi sur les prérequis et les éléments indispensables à la pratique de l'URF. Il nous semblait pertinent de comprendre les points à améliorer notamment au travers des principales difficultés perçues par les projets. Dans cette partie, nous tenterons au travers des éléments mis en avant lors de notre recherche empirique, ainsi que des informations tirées de la littérature scientifique, d'apporter des réponses concernant ces deux points. Afin de permettre plus de clarté, nous avons choisi de séparer nos deux questions et leurs hypothèses respectives dans deux points distincts.

QUE REQUIERT L'AGRICULTURE URBAINE SUR LES TOITS ?

Concernant la question de ce que « requiert » l'agriculture urbaine sur les toits (URF), nous avons mis en avant certaines hypothèses. En effet, nous avons vu précédemment qu'il n'existait pas une seule manière de réaliser l'agriculture sur les toits, mais qu'au contraire, il existe une diversité de projets. Ainsi, les projets d'URF peuvent être réalisées en plein air (RF) ou en serre (RTG) et utiliser des méthodes, allant des moins techniques (sur substrat) à des méthodes plus techniques telles que l'aquaponie ou l'hydroponie (Anguelovski, et al. 2016). Ainsi, nous supposons que les techniques de productions utilisées feraient fortement influencer les prérequis des projets, notamment en terme de matériaux et d'intrants nécessaires, mais également en terme de connaissances ou d'investissements économiques, etc.

Tout d'abord, on constate que, malgré le fait que nous n'ayons pas fait de sélection préalable concernant les choix techniques des projets que nous souhaitions interroger, une majorité des cas d'URF retenus étaient réalisés en plein air et sur substrat. Un seul des projets interrogés (BIGH) utilisait une méthode de production high-tech, à savoir en aquaponie. Bien que nous ayons limité notre recherche à Bruxelles et Paris, et qu'il soit difficile de parler de « tendance », certaines études scientifiques ont également constaté que les modèles de cultures sur toits les plus développés jusqu'à présent étaient les projets low-tech, sur substrat (Thomaier, et al. 2015). Différents facteurs pourraient potentiellement expliquer cette observation. Ainsi, selon certains auteurs, il existe encore à l'heure actuelle des contraintes techniques, des couts économiques et des contraintes énergétiques plus importants pour les systèmes sous serres, que pour ceux en plein air (Specht, et al. 2014 ; Sanyé-Mengual, 2015). Par ailleurs, il peut également y avoir un manque d'acceptation de ces modèles

techniques plus « high-tech », assimilés à de la consommation de masse plus qu'à de la consommation de qualité en circuit court (Aubry, 2014).

Concrètement, en terme de prérequis, nous l'avons vu, l'agriculture urbaine sur les toits requiert différents intrants et matériaux. Comme nous l'avions supposé précédemment, nous avons pu constater que ceux-ci varient fortement d'un projet à l'autre. Toutefois, certains intrants sont communs à chacun des projets. Ainsi, l'eau par exemple, est souvent considérée comme une des principales ressources nécessaires dans les projets d'agriculture urbaine, et notamment celle réalisée sur les toits (Orsini, et al. 2017). Nous avons pu constater, dans nos cas d'études, que les cultures installées sur les toits requièrent un arrosage régulier et que cela peut parfois amener des difficultés lors des épisodes de fortes chaleurs où les projets doivent arroser beaucoup. En effet, les conditions sur les toits peuvent amener des épisodes de sécheresses plus fortes qu'au sol (dû par exemple à la surface noire de la toiture, au manque d'ombre, etc.) et ceci peut amener une consommation en eau plus importante.

Cependant, certaines méthodes existent afin d'économiser l'utilisation de l'eau. Dans certains cas, par exemple, des systèmes de goutte à goutte peuvent être mis en place, comme ce fut le cas chez Peas&Love, le toit d'AgroParisTech et le Delhaize de Boondaël. Par ailleurs, il est également possible de réduire la consommation d'eau en utilisant l'eau grise des bâtiments ou l'eau de pluie afin d'irriguer les cultures (Thomaier, et al. 2015). Cependant, dans la pratique, on constate encore des défis concernant l'installation de ce type de systèmes. En effet, l'installation d'une citerne d'eau de pluie n'est pas toujours possible à cause des contraintes en terme de poids ou d'espace (sur le toit ou dans les étages du dessous) et peu de toits ont été prévus à cet usage (Christine Aubry, interview, 2019). D'un autre côté, la réutilisation des eaux grises d'un bâtiment, notamment dans le cas de bâtiments déjà existants, est également un challenge et, dans notre échantillon, aucun projet n'avait su mettre en place un tel système. Cependant, la majorité des projets que nous avons rencontrés, étaient réalisés sur substrats mais certaines études ont pu démontrer que l'hydroponie aurait le potentiel de diminuer la consommation en eau (Thomaier, et al. 2015 ; Caplow, 2009 ; Astee & Kishnani, 2010).

Concernant les autres intrants, nous avons pu remarquer, au travers nos cas d'études, qu'il existait une réelle diversité et que chaque projet avait ses spécificités. Les contenants étaient parfois en sacs (Les Amis de l'Entrepote, Skyfarms) ou en bacs (AgroParisTech, le potager Soleil Nord), en bacs verticalisés (Peas&Love) ou à la surface du toit directement (Delhaize de Boondaël). Les substrats variaient également en fonction des projets qu'ils soient composés de terre agricole, de compost, de déchets récupérés de la ville ou de substrats plus techniques. L'AU sur les toits requiert également des graines, des plants et des fertilisants, mais nous n'avons pas remarqué de particularités par rapport à ces éléments liés au fait d'être situé en toiture. Concernant, les méthodes « high-tech » nous avons pu remarquer qu'une question qui se posait était la provenance des intrants. Ainsi, en aquaponie, par exemple, une attention particulière, selon Christine Aubry, devrait être accordée à la provenance ainsi qu'à la qualité de la nourriture donnée aux poissons. Par ailleurs, selon Specht, et al. (2014), en

hydroponie, il n'existe à l'heure actuelle pas de nutriments biologiques, et les projets doivent donc se tourner vers des sources de fertilisants industriels (Specht, et al. 2014).

D'un autre côté, en terme de contraintes, ce qui est revenu régulièrement dans les entretiens, était le fait que les toitures n'étaient souvent pas prévues pour accueillir l'agriculture urbaine. Ainsi, un prérequis consistait souvent à adapter certains aspects techniques des bâtiments. Les principaux éléments techniques à prendre en compte lors de l'installation d'un projet d'URF seraient, selon notre étude, la portance du bâtiment, l'étanchéité, mais également l'accessibilité et la sécurité. En effet, on constate qu'une majorité des projets ont dû renforcer la portance de la toiture afin d'accueillir leurs activités. Dans certains cas, notamment lorsque le toit était déjà prévu pour accueillir des personnes (dans le cas de toits-terrasses), les adaptations en terme de portance étaient plus réduites (par exemple, sur le toit d'AgroParisTech et Peas&Love sur le toit de Caméléon). Mais, dans d'autres, notamment pour l'installation de structures lourdes tels que des projets sous serre, il est généralement nécessaire de réaliser des adaptations importantes en terme de portance afin de pouvoir accueillir l'ensemble des installations. Dans le cas de BIGH par exemple, le toit a dû être adapté afin de pouvoir supporter l'activité d'aquaponie et installer les cuves pour les poissons, l'eau, les gouttières, etc. D'un autre côté, concernant la sécurité, il est souvent nécessaire d'installer des barrières et d'adapter les sorties de secours lorsque le toit n'est pas prévu initialement pour accueillir des personnes (Gorgolewski & Straka, 2017). L'étanchéité est également un point qui requiert une attention particulière car elle doit être renouvelée régulièrement (tous les 20 à 30 ans) et cela signifie qu'à un moment donné l'ensemble de l'installation devra être enlevée. Cependant, ces difficultés techniques pourraient potentiellement être limitées dans le cas où l'installation du projet d'agriculture serait prévue dès le stade de la conception du bâtiment, dans le cadre de nouvelles constructions (Cerón-Palma et al. 2012).

Un autre prérequis régulièrement mis en avant, était que les projets d'URF avaient besoin, à l'heure actuelle, d'avoir des règles précises en matière d'urbanisme afin de savoir ce qu'il est possible ou non de réaliser en toiture. En effet, certains projets ont eu des difficultés pour obtenir des permis d'urbanisme. Cela est principalement dû au manque de clarté de la législation et au fait que chaque demande de projet d'agriculture sur toit se traite au cas par cas. Cet élément dépend fortement de caractéristiques locales, mais nous constatons que ce manque de clarté a également été mis en avant dans d'autres villes, notamment à Berlin et à Barcelone où des recommandations pour le corps politique ont été adressées par différents auteurs afin de permettre la mise en place de normes concrètes concernant l'installation de projets d'URF (Freisinger et al. 2015 ; Anguelovski, et al. 2016).

Ensuite, nous l'avons vu, en tant que pratique charnière entre plusieurs disciplines, l'URF requiert également des connaissances pointues et des compétences transversales dans différents domaines, notamment dans le domaine de la construction, de l'énergie, de l'agronomie, etc. Ainsi, selon Thomaier et al. (2015), la planification et la mise en œuvre de projets d'AU sur les toits, impliquent

souvent de nombreuses parties prenantes, tels que des initiateurs de projets, des ingénieurs (de la construction, de l'énergie, des agronomes, etc.), des architectes, des spécialistes de la planification territoriale, des investisseurs, des institutions de marché, mais également des médias, et l'accord des voisins (Thomaier et al. 2015).

Ensuite, l'URF requiert également des investissements économiques. En effet, la question du financement est centrale dans les projets d'URF et représente encore, à l'heure actuelle, un des aspects critiques de cette pratique (Sanyé-Mengual, 2015). Souvent les projets sont financés par du crowdfunding ou des subventions privées ou publiques et les coûts sont généralement plus élevés que les gains économiques (Thomaier, et al. 2015). Dans notre étude, on constate également que beaucoup de projets ont reçu des subventions, qu'elles soient publiques (pour les projets socio-éducatifs notamment) ou privées (principalement dans le cas de BIGH et Peas&Love), mais aucun projet n'avait par contre été financé via du crowdfunding. Cependant, dans les projets à vocation économique, nous avons pu constater, que peu arrivaient à être actuellement rentables via leurs activités. Cette difficulté en terme de rentabilité était également régulièrement mise en avant dans la littérature scientifique (Specht et al. 2014 ; Thomaier et al. 2015 ; Ancion, 2019).

En effet, des exemples de faillites ont pu être constatés, notamment pour des projets qui réussissaient à se développer à un endroit, mais qui, lorsque l'on les déplaçait à un autre endroit, ne fonctionnaient pas. Ainsi, un cas de faillite de la société UrbanFarmers à La Haye a été constaté, alors que le même modèle avait été testé sous forme de projet pilote à Bâle et fonctionnait bien. Une étude a été réalisée par Ancion et al. (2019) afin de comprendre les raisons de cette faillite. Cette étude a permis notamment de mettre en évidence la nécessité pour ce type de projet, d'étudier l'environnement dans lequel ils vont prendre place et de s'assurer que les produits et services offerts seront en adéquation avec la demande des consommateurs (Ancion et al. 2019). Concernant ce point, nous avons également pu constater cette difficulté dans le cas de BIGH, où ils n'arrivaient pas à installer sur le marché, le poisson qu'ils avaient choisi de produire en aquaponie. Ainsi, on constate encore à l'heure actuelle, un manque de connaissance concernant les modèles qui fonctionnent économiquement en URF. Christine Aubry, ajoute sur ce point qu'il est nécessaire de donner le temps à la recherche de réaliser des diagnostics afin de comprendre les « verrous » et de mettre en avant ce qui fonctionne et ce qui ne fonctionne pas dans les projets d'URF (Christine Aubry, interview, 2019).

Ainsi, à ce que requiert l'agriculture urbaine sur les toits, il n'existe pas de réponse unique car il existe autant de projets, que de prérequis et nous avons pu constater que chacun a ses spécificités. Nous pourrions voir l'agriculture urbaine sur les toits comme un panel de possibilités différentes dont les choix techniques, d'orientations, etc. vont intrinsèquement dépendre de différents facteurs, notamment de l'environnement géographique et des caractéristiques locales, économiques, culturelles, etc. Au travers des difficultés que nous avons mises en avant, nous avons pu montrer que cette pratique n'était

pas toujours aisée à mettre en œuvre pour différentes raisons et qu'il reste encore du travail à la recherche scientifique afin d'améliorer les pratiques au sein de l'URF et de permettre un équilibre entre durabilité environnementale, soutenabilité économique et apport en nourriture saine et locale.

QUELLE CONTRIBUTION À L'ALIMENTATION DES VILLES ?

Nous avons plusieurs hypothèses concernant les productions réalisées sur les toits. Premièrement, nous supposons que les types de productions réalisées, ainsi que les quantités produites devraient considérablement varier en fonction du système technique utilisé. Le système technique choisi, quant à lui, devrait dépendre de la vocation du projet. Ainsi, les projets à vocation commerciale devraient probablement se tourner vers des systèmes plus productifs en « high tech » qui leurs permettraient d'avoir des rendements plus importants. Par ailleurs, au vu des coûts économiques associés au système, les productions réalisées devraient probablement se tourner vers des productions à haute valeur ajoutée, avec des produits dits de « niche ». D'un autre côté, les projets à vocation d'ordre socio-éducative (ou du moins, non commerciale) devraient probablement se tourner vers de systèmes en low-tech, avec des productions plus diversifiées et en moins grande quantité.

Concernant ce point, on constate tout d'abord, dans nos cas d'étude, que la technique de production choisie, à savoir que le projet soit réalisé en plein air ou en serre, a une forte influence sur les légumes produits. Ainsi, dans la majorité des projets réalisés sur substrat en plein air (low-tech), nous avons pu constater une diversification des productions en maraîchage classique, à savoir des légumes racines, des légumes fruits et des légumes feuilles. Tandis que de l'autre côté, BIGH, réalisé sous serre, en aquaponie (high-tech), se spécialisait sur un seul type de légume à haute valeur ajoutée, à savoir la tomate cerise (légume fruit) vendue entre 9 à 14 euros du kg, et des herbes aromatiques. La tomate cerise a pour avantage, dans le cas de BIGH, de pousser à la verticale et d'ainsi permettre de rentabiliser l'espace de la serre.

C'est également dans ce sens que vont certaines études scientifiques qui ont permis de constater qu'il y avait généralement une plus grande diversité de productions réalisées dans les systèmes de fermes urbaines sur toit en substrat (low-tech) que dans les serres hydroponiques (high-tech). Dans une étude réalisée par Buehler et Junge (2016), ils ont mis en évidence, qu'en moyenne, une ferme en plein air cultive 7,8 productions différentes tandis que les serres hydroponiques cultivent en moyenne 4,6 productions différentes (Buehler & Junge, 2016). Ainsi, selon différents auteurs, malgré le fait que les rendements des structures en plein air soient généralement moins bons que ceux en hydroponie, ceux-ci ont comme avantage de permettre de cultiver une plus grande variétés de légumes et d'avoir une production plus flexible qui leur permet de s'adapter à la demande du marché (Cerón-Palma et al. 2012 ; Buehler & Junge, 2016).

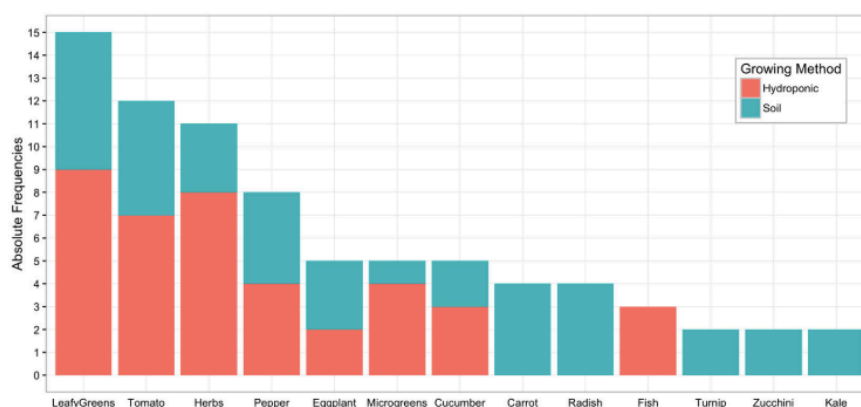


Figure 16: Productions les plus souvent réalisées dans les projets d'URF commerciaux (utilisant des méthodes au sol et en hydroponie) (Buehler & Junge, 2016)

Ainsi, contrairement à notre hypothèse de départ, nous avons pu constater qu'il existe des projets d'URF à vocation commerciale qui utilisent des méthodes en plein air et sur substrat et qui ne se concentrent pas uniquement sur des productions à haute valeur ajoutée. En effet, la majorité des projets interrogés n'utilisaient pas des techniques de productions en high-tech. Sur quatre projets commerciaux rencontrés, seul BIGH était réalisé en serre, en aquaponie. Les autres (à savoir, le Delhaize de Boondael, Peas&Love sur le toit de Caméléon et Skyfarms) étaient réalisés sur substrat et ne recherchaient pas particulièrement une intensification des quantités produites. La majorité des projets commerciaux, à l'exception de BIGH, ne se concentrent ainsi pas sur des produits à haute valeur ajoutée. En effet, il existe encore, à l'heure actuelle, des contraintes techniques et économiques associées aux systèmes « high-tech », qui limite les possibilités du développement des systèmes sous serres (Specht et al. 2014 ; Thomaier et al. 2015 ; Ancion et al. 2019). Toutefois, cet élément dépend fortement de caractéristiques locales et, selon certaines études réalisées aux États-Unis, ils constatent une tendance pour les grandes infrastructures commerciales à aller vers des systèmes sous serres en hydroponie, et dans certains cas de projets uniquement basés sur la production, tels que LufaFarms au Canada (Buehler & Junge, 2016).

Concernant ce point, dans nos cas d'études, il a été mis en avant que les projets à vocation commerciale étaient régulièrement orientés vers une offre de services (visites, teambuilding, location d'une parcelle potagère, etc.) qui permettaient un autre source de rentrée économique, pas uniquement basée sur la vente des productions. Ainsi, selon Christine Aubry, « *L'agriculture sur les toits, c'est souvent des modèles économiques hybrides et rarement de la production pure. C'est l'évènementiel, les formations, etc. qui vont ramener les revenus de l'association ou l'entreprise (...) les orientations, objectifs et cibles visées par ces projets sont forcément multifonctionnels (...)* ». De plus, nous avons pu constater cette tendance même dans le cas de BIGH, pourtant tourné vers une intensification des productions. En effet, l'offre de services dans leur cas correspondait, selon Denis Dumont, à 1/3 des

rentrées économiques de la société. A notre connaissance, aucune étude scientifique n'a été réalisée à l'heure actuelle concernant ce dernier point. Ainsi, il serait intéressant d'étudier la possibilité de rentabilité de l'URF autour de *business modèles* qui prendraient appui sur la multifonctionnalité de l'AU en proposant de la vente de produits, mais également des services éducatifs ou sociaux à côté.

D'un autre côté, une autre question que nous nous posons, plus générale, était de savoir quelle part pourrait prendre l'URF dans la contribution à l'alimentation des villes. Ainsi, nous l'avons vu, la stratégie GoodFood, d'application depuis 2016 en Région de Bruxelles-Capitale, a comme objectif d'atteindre 30% de production locale (au sein même de la Région et en périphérie) de fruits et légumes d'ici 2035 (GoodFood, 2019). Dans la littérature scientifique, l'URF était par ailleurs régulièrement présenté comme ayant un potentiel en terme d'alimentation pour la ville et en terme de réduction des transports liés à l'industrie alimentaire (Specht et al. 2014). Nous souhaitons ainsi comprendre quelle part cette pratique permettrait de prendre au sein de l'objectif GoodFood, et également de manière plus large, quel apport nutritif cela pourrait amener dans l'assiette des citoyens.

Ainsi, en terme de quantités produites, certains projets ont pu mettre en avant des chiffres concernant la production réalisée en une année. Par exemple, sur le toit d'AgroParisTech, où l'objectif premier n'était pas la productivité, ils constatent des rendements de 5 à 7 kg/m² et, pour les meilleurs technosols, enrichis en matière organique sur plusieurs années, les rendements étaient aux alentours de 10 à 11 kg/m². Dans le cas de Peas&Love, qui utilise des systèmes en bacs verticaux, la quantité produite à l'année était d'environ 30 à 35 kg sur une parcelle de 3 m² (10 à 11,6 kg/m²). Concernant les projets à vocation socio-éducative (Les Amis de l'Entrepote et le potager de Soleil Nord), ils n'avaient pas réalisé d'étude concernant les quantités produites.

D'un autre côté, dans le cas de BIGH, les productions réalisées à l'année étaient aux environs de 15 à 16 tonnes par an de tomates cerises (21 à 23 kg/m²), 25 tonnes par an de poissons (150 kg/m³ d'eau) et 3500 pots d'herbes aromatiques par semaine. Nous constatons donc de meilleurs rendements dans le cas de BIGH, qui est un système permettant une production plus intensive et à l'année. Ce constat concernant les systèmes high-tech a également été mis en avant par différents auteurs. En effet, la mise en place de cultures sous serres, du fait d'être en milieu contrôlé, aurait comme résultat d'augmenter les rendements de productions et de permettre des récoltes toute l'année (Cerón-Palma et al. 2012 ; Buehler & Junge, 2016). Ainsi, les serres urbaines permettraient de produire de 10 à 50 kg/m² par an de légumes fruits (tomates, concombres, etc.) et de légumes feuilles (laitues, herbes aromatiques, etc.) (Cerón-Palma et al. 2012).

Il serait intéressant de comparer ces rendements avec l'objectif de Good Food. Ainsi, en sachant qu'en moyenne, un individu consomme 87,2 kg de fruits et légumes par an (Boutsen et al. 2018) et, qu'en Région de Bruxelles-Capitale, la population était de 1.211.026 au 1^{er} janvier 2020 (Registre National, 2020). Nous pourrions supposer que, pour atteindre l'objectif de la Stratégie Good Food, à savoir

produire 30% de fruits et légumes de manière locale d'ici à 2035 (GoodFood, 2019), il faudrait produire 31.680 tonnes de légumes par an. Pour arriver à ce chiffre, dans nos cas d'études, nous avons pu constater deux possibilités. D'un côté les projets low-tech, dont la productivité était d'environ 10kg/m² (100 t/ha), et d'un autre, les projets high-tech, tels que BIGH, dont la productivité était d'environ 21 kg/m² (210 t/ha). Respectivement, pour atteindre l'objectif de GoodFood, il serait donc nécessaire dans le premier cas d'avoir une surface de 316 ha, et dans le deuxième, 151 ha. Ceci est toutefois à nuancer avec l'apport de l'agriculture urbaine réalisée au sol.

Cependant, il est important de rappeler qu'un régime équilibré n'est pas basé uniquement sur la consommation de légumes et de fruits frais, car la part de céréales dans notre alimentation est également importante (Boutsen et al. 2018). Bien que certains travaux aient été réalisés avec pour objectif d'amener des cultures tels que le riz et les céréales dans des immeubles à la verticale (Germer, et al. 2011), cette possibilité semble à l'heure actuelle peu faisable, notamment, en raison des contraintes techniques et des besoins en eau importants pour faire fonctionner le système. Selon Christine Aubry « *Dans l'alimentation il y a des produits secs (céréales, etc.) qui demandent de l'espace pour être produits en quantité suffisante. A priori, ce ne sont pas des choses qu'on va cultiver dans des espaces contraints. En plus, ce sont des aliments qui se conservent bien, qui peuvent facilement se transporter et se conserver sans difficulté une fois conditionnés en grain. Il n'y a donc pas d'intérêt particulier à les produire en ville (...)* » Cette constatation est également régulièrement mise en avant dans la littérature. Ainsi, en tout cas dans les pays développés, l'URF est, selon différents auteurs, principalement ciblé sur l'amélioration de la qualité des systèmes alimentaires plutôt que sur la fourniture d'aliments de base (Puri & Caplow, 2009 ; Thomaier, et al. 2014 ; Sanyé-Mengual, 2015).

Ainsi, Pablo Servigne écrit « *l'agriculture urbaine reste (et restera) dans les grandes villes un complément alimentaire, car on peut y cultiver des légumes, des fruits, des plantes médicinales, ou même pratiquer du petit élevage, mais on ne peut pas produire de grandes quantités de céréales, qui constituent l'essentiel de l'énergie alimentaire dont nous avons besoin* » (Servigne, 2014, p.27).

Conclusion

Pour conclure, l'agriculture urbaine réalisée sur les toitures (urban rooftop farming - URF), s'est développée fortement depuis plusieurs années au sein des villes. Malgré son caractère récent, des formes variées de cette pratique ont pu être constatées. En effet, l'URF peut être réalisée en plein air ou sous serre, utiliser des méthodes de productions variées, et poursuivre des objectifs variés. À la conjonction entre les toitures vertes et l'agriculture urbaine, nous avons pu constater que cette pratique offre différents potentiels pour les villes. Des avantages en terme environnemental, social et économique ont pu leur être attribués (Specht, et al. 2014). Cependant, en tant que pratique récente, elle fait également face à des challenges.

Il n'existe pas une réponse unique concernant ce que requiert l'agriculture urbaine sur les toits, car il n'existe pas un seul type de projet. En effet, au vu de la diversité constatée, chacun a ses spécificités et différents facteurs vont entrer en compte. Ainsi, nous avons vu qu'elle requiert des intrants et matériaux qui vont fortement varier d'un projet à l'autre, et ce, même au sein d'une même technique de production. Il existe ainsi un panel de possibilités et les choix des techniques utilisées vont intrinsèquement varier en fonction de l'environnement géographique, de caractéristiques locales, économiques et culturelles. Au sein d'une même ville également, à Bruxelles, nous n'avons pu constater d'homogénéité concernant ce point.

Toutefois, à travers les difficultés que les projets ont mis en avant, nous avons pu montrer que cette pratique n'était pas toujours aisée à mettre en œuvre, et ce, pour différentes raisons. En effet, il existe ainsi régulièrement des contraintes techniques, résultant du fait que les toitures n'ont traditionnellement pas été prévues pour un usage agricole. Ainsi, des contraintes peuvent survenir en terme de portance, d'étanchéité, de sécurité et d'accessibilité. Des aménagements conséquents seront régulièrement nécessaires afin d'accueillir l'URF au sein de nos villes. A l'heure actuelle, il existe cependant la possibilité de travailler en amont, dès la conception d'un bâtiment, afin de prévoir l'installation de ce type de projet en toiture.

D'un autre côté, la réglementation urbanistique est un également un point d'attention concernant la mise en œuvre de l'URF. A l'heure actuelle, il réside un « silence » juridique concernant cette pratique, et des normes claires en la matière n'ont pas encore été réalisées. En effet, des normes sont indispensables afin de savoir ce qu'il est possible, ou non de réaliser en toiture. Un travail réalisé par GROOF, devrait permettre dans les années futures, de donner des pistes afin de permettre d'adapter la législation. Des compétences transversales sont également nécessaires car l'URF, en tant que pratique ayant trait à différents domaines, requiert des connaissances variées, notamment en terme d'agronomie, de construction, d'énergie, de planification territoriale, etc.

Une des inquiétudes vis-à-vis de l'URF concerne son potentiel en terme économique. Ainsi, au vu des coûts financiers associés au système, les projets ont généralement des difficultés à parvenir à une rentabilité économique. Des exemples de faillites ont pu être constatés, notamment dû au fait qu'un projet peut très bien fonctionner à un endroit, mais ne pas être adapté à un autre environnement. L'URF, tout comme l'agriculture urbaine au sol, est intrinsèquement orientée vers la multifonctionnalité. Ainsi, les projets à vocation économique ont souvent également proposé des offres de services, et non pas uniquement de production pure. Toutefois, cette question reste encore à étudier et il serait intéressant pour le futur, de mettre en avant des conseils à prendre en compte pour adapter le projet au milieu dans lequel il prend place. Des recherches sont actuellement en cours avec GROOF, dont les résultats ne sont pas encore disponibles.

En terme alimentaire, l'URF s'oriente traditionnellement vers des produits frais, qui ont avantage à être consommés très rapidement. Les quantités produites ainsi que la diversité proposée, dépendra fortement de la méthode de production mise en œuvre. Ainsi, les projets sur substrat, en plein air (low-tech) s'orientent généralement vers une diversification de leurs productions, tandis que les méthodes sous serre, utilisant des techniques « high tech » auront tendance à se spécialiser dans un seul type de production. Les quantités produites varient également en fonction des deux systèmes, où les méthodes « high tech » sous serre ont des rendements au m² plus importants que les méthodes en low-tech. Cependant, pour certains produits, tels que les céréales, la ville dépendra inévitablement de sa périphérie.

Bibliographie

- Ackerman, K. (2012). The potential for urban agriculture in New York City: Growing capacity, food security, and green infrastructure. *Columbia University, The Earth Institute, Urban Design Lab*, 1-112.
- Al-Chalabi, M. (2015). Vertical farming: skyscraper sustainability? *Sustainable Cities and Society*, 74-77.
- Alsanius, B. W., Sammar, K., & Morgenstern, R. (2017). Rooftop Aquaponics. In F. Orsini, M. Dubbeling, & H. De Zeeuw, *Urban Agriculture: Rooftop Urban Agriculture* (pp. 103-112). Giorgio Gianquinto.
- Ancion, N., Morel-Chevillet, G., Rovira Val, M. R., Schreier, F., Solecki, B., Zita, N., . . . Jijakli, H. (2019). The cas of the bankruptcy of Urban-Farmers in The Hage. 7-21.
- Anguelovski, I., Montero, J. I., Oliver-Solà, J., Rieradevall, J., & Sanyé-Mengual, E. (2016). Resolving differing stakeholder perceptions of urban rooftop farming in Mediterranean cities: promoting food production as a driver for innovative forms of urban agriculture. *Agriculture and Human Values*, 33(1), 101-120.
- Astee, L. Y., & Kishnani, N. T. (2010). Building integrated agriculture: utilising rooftops for sustainable crop cultivation in Singapore. *Journal of Green Building*, 5(2), 105-113.
- Aubry, C. (2013). L'agriculture urbaine, contributrice des stratégies alimentaires des mégapoles? *24èmes Journées Scientifiques de l'Environnement - la transition écologique des mégapoles*, 1-11.
- Aubry, C. (2014). Les agricultures urbaines et les questionnements de la recherche. *4(224)*, 35-49.
- Aubry, C., Daniel, A.-C., Devins, A., & Thouret, A. (2013). Naissance et développement des formes commerciales d'agriculture urbaine en région parisienne. In *Agriculture urbaine : nourrir et aménager la ville* (pp. 203-216). Montréal: Vertigo.
- Ba, A., & Aubry, C. (2011). Diversité et durabilité de l'agriculture urbaine: une nécessaire adaptation des concepts? *Noroi*, 11-24.
- Badami, M., & Ramankutty, N. (2015). Urban agriculture and food security: a critique based on an assessment of urban land constraints. *Global Food Security*, 4, 8-15.
- Beck, S. B., Castleton, H. F., Davison, J.-B., & Stovin, V. (2010). Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit. *Energy and Buildings*, 42(10), 1582-1591.
- Benke, K., & Tomkins, B. (2017). Future food-production systems: vertical farming and controlled-environment agriculture. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 13, 13-26.
- Berges, R., Krikser, T., Opitz, I., & Pierr, A. (2016). Contributing to food security in urban areas: differences between urban agriculture and peri-urban agriculture in the Global North. *Agriculture and Human Values*, 33(2), 341-358.

- Besthorn, F. H. (2013). Vertical farming: social work and sustainable urban agriculture in an age of global food crises. *Australian Social Work*, 187-203.
- Boulianne, M., & Desprès, C. (2016). Vers un urbanisme alimentaire? *Urbanité*, 45-48.
- Boutsen, R., Maughan, N., & Visser, M. (2018). *Evaluation de la production agricole primaire professionnelle en Région de Bruxelles-Capitale*. Laboratoire d'Agroécologie de l'ULB.
- BRAT, ECO-INNOVATION, & BGI. (2013). *Evaluation du potentiel maraîcher en Région de Bruxelles-Capitale (phase I) - Identification des références d'agriculture urbaine pertinentes au regard du contexte bruxellois*. étude réalisée pour le compte de Bruxelles Environnement.
- BRAT, ECO-INNOVATION, & BGI. (2013). *Evaluation du potentiel maraîcher en Région de Bruxelles-Capitale (phase II) - Inventaire des sites d'agriculture urbaine existants en Région bruxelloise*. étude réalisée pour le compte de Bruxelles Environnement.
- BRAT, ECO-INNOVATION, & BGI. (2013). *Evaluation du potentiel maraîcher en Région de Bruxelles-Capitale (phase III)*. étude réalisée pour le compte de Bruxelles Environnement.
- Bruxelles Economie et Emploi, GoodFood, & Bruxelles Environnement. (2019). *Guide et état des lieux: agricultures urbaines en Région de Bruxelles-Capitale*.
- Bruxelles Economie et Emploi, GoodFood, & Bruxelles Environnement. (2019). Les premiers résultats de la stratégie Good Food : immersion au coeur des actions inspirantes bruxelloises. 3-41.
- Bruxelles Environnement. (2012). Réaliser des toitures vertes: guide pratique pour la construction et la rénovation durable de petits bâtiments. 1-40.
- Buehler, D., & Junge, R. (2016). Global trends and current status of commercial urban rooftop farming. *Sustainability*, 8, 1-16.
- Cahn, L., Deligne, C., Pons-Rotbardt, N., Prignot, N., Zimmer, A., & Zitouni, B. (2018). Les toits: potentiels fabulés. In *Terres des villes: enquêtes potagères de Bruxelles au premières saisons du 21e siècle* (pp. 1-13). Editions de l'Eclat.
- Caplow, T. (2010). Building Integrated Agriculture: Philosophy and Practice. *Urban Futures: Urban development and urban lifestyles of the future.*, 54-59.
- Cerón-Palma, I., Sanyé-Mengual, E., Oliver-Solà, J., Montero, J. I., & Rieradevall, J. (2012). Barriers and opportunities regarding the implementation of rooftop.eco.greenhouses (RTEG) in Mediterranean cities of Europe. *Journal of Urban Technology*, 19(4), 87-103.
- Clinton, N., Georgescu, M., Gong, P., Herwig, C., Miles, A., Stuhlmacher, M., . . . Wagner, M. (2018). A global geospatial ecosystem services estimate of urban agriculture. *Earth's Future*, 6, 40-60.
- Cohen, N., Reynolds, K., & Sanghvi. (2012). Five borough farm: seeding the future of urban agriculture in New York City. *New York: Design Trust for Public Space*.

- Despommier, D. (2011). The vertical farm: controlled environment agriculture carried out in tall buildings would create greater food safety and security for large urban populations. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 6(2), 233-236.
- Dorr, E., Sanyé-Mengual, E., Gabrielle, B., Grard, B. J.-P., & Aubry, C. (2017). Proper selection of substrates and crops enhances the sustainability of Paris rooftop garden. *Agronomy for Sustainable Development*, 37(5), 1-11.
- Duchemin, E. (2013). Agriculture urbaine d'hier à aujourd'hui : une typologie. In *Agriculture urbaine : aménager et nourrir la ville* (pp. 17-94). Montréal: Editions Vertigo.
- Duchemin, E. (2013). Multifonctionnalité de l'agriculture urbaine : perspective de chercheurs et de jardiniers. In *Agriculture urbaine : aménager et nourrir la ville* (pp. 95-110). Montréal: Editions Vertigo.
- Dusza, Y. (2017). Toitures végétalisées et services écosystémiques : favoriser la multifonctionnalité via les interactions sols-plantes et la diversité végétale. *Ecologie, Environnement*, 11-187.
- Eigenbrod, C., & Gruda, N. (2015). Urban vegetable for food security in cities. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(2), 483-498.
- Emploi, B. E., GoodFood, & Environnement, B. (2015). *Stratégie Good Food. Vers un système alimentaire durable en région de Bruxelles-Capitale*.
- Engelhard, B. (2010). Rooftop to tabletop: repurposing urban roofs for food production. *Master Thesis. University of Washington*.
- Freisinger, U. B., Sawincka, M., Specht, K., Busse, M., Rosemarie, S., Werner, A., . . . Dierich, A. (2015). *There's something growing on the roof*. ResearchGate.
- Germer, J., Sauerborn, J., Asch, F., de Boer, J., Schreiber, J., Weber, G., & Müller, J. (2011). Skyfarming an ecological innovation to enhance global food security. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 237-251.
- Goldstein, B., Hauschild, M., Fernández, J., & Birkved, M. (2016). Testing the environmental performance of urban agriculture as a food supply in northern climates. *Journal of Cleaner Production*, 135, 984-994.
- Gorgolewski, M., & Straka, V. (2017). Integrating rooftop agriculture into urban infrastructure. In F. Orsini, M. Dubbeling, & H. De Zeeuw, *Urban Agriculture: Rooftop Urban Agriculture* (pp. 113-128). Giorgio Gianquinto.
- Graber, A., & Junge, R. (2009). Aquaponic Systems: nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. *Desalination*, 246, 147-156.
- Grard, B. (2017). Des technosols construits à partir de produits résiduaux urbains : services écosystémiques fournis et évolution. *Thèse de doctorat de l'Université Paris-Saclay*, 4-301.
- Grard, B., Chenu, C., Manouchehri, N., Houot, S., Frascaria-Lacoste, N., & Aubry, C. (2018). Rooftop farming on urban waste provides many ecosystem services. *Agronomy for Sustainable Development*, 38(2), 1-12.

- Greenloop. (2013). *Etude sur la viabilité des business modèles en agriculture urbaine dans les pays du Nord*. étude réalisée pour le compte de Bruxelles Environnement.
- Gruda, N. (2008). Do soilles culture systems have an influence on product quality of vegetables? *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 82, 141-147.
- Hui, S. (2011). Green roof urban farming for buildings in high-density urban cities. 18-21.
- Kalantari, F., Mohd Tahir, O., Mahmoudi Lahijani, A., & Kalantari, S. (n.d.). A review of Vertical Farming technology: a guide for implementation of Building Integrated Agriculture in cities.
- Kalantari, F., Tahir, O. M., Joni, R. A., & Fatemi, E. (2018). Opportunities and challenges in sustainability of vertical farming: a review. *Journal of Landscape Ecology*, 11(1), 35-60.
- Krausz, N., Lacourt, I., & Mariani, M. (2017). *La ville qui mange : pour une gouvernance urbaine de notre alimentation*. Paris: Editions Charles Léopold Mayer.
- Lateral Factory Thinking. (2013). *Indoor Farming en RBC*. étude réalisée pour le compte de Bruxelles Environnement.
- Lovell, S. T. (2010). Multifonctional urban agriculture for sustainable land use planning in the United States. *Sustainability*, 2(8), 2499-2522.
- Mairie de Paris. (2017). Guide des toitures végétalisées et cultivées: toutes les étapes pour un projet de qualité. 1-97.
- Mandel, L. (2013). *EAT UP: The inside scoop on rooftop agriculture*. New Society Publishers.
- Moustier, P., & M'Baye, A. (1999). Agriculture périurbaine en Afrique subsaharienne: actes de l'atelier international du 20 au 24 avril 1998. In P. Moustier, A. M'Baye, H. De Bon, H. Guérin, & J. Pagès, *Introduction* (pp. 7-16). Montpellier, France.
- Nasr, J., Komisar, J., & de Zeeuw, H. (2017). A panorama of rooftop agriculture types. In F. Orsini, M. Dubbeling, & H. De Zeeuw, *Urban Agriculture: Rooftop Urban Agriculture* (pp. 9-30). Giorgio Gianquinto.
- Pérez-Vitoria, S. (2015). L'agriculture urbaine, alternative agricole ou alternative urbaine? *Revue d'ethnoécologie*, 8, 0-7.
- Pons, O., Nadal, A., Sanyé-Mengual, E., Llorach-Massana, P., Cuerva, E., Sanjuan-Delmàs, D., . . . Rovira, M. R. (2015). Roofs of the Future: Rooftop Greenhouses to Improve Buildings Metabolism. *Procedia Engineering*, 123, 441-448.
- Poulot, M. (2013). Agricultures dans la ville, agricultures pour la ville : vers de nouvelles figures de l'agriculture et de l'agriculteur (exemples franciliens et français) ? *Bulletin de l'association de géographes français*, 90(3), 375-396.
- Pourias, J. (2013). Inégalités d'accès à l'alimentation : un tour d'horizon des réponses possibles apportées par l'agriculture urbaine. In *Agriculture urbaine : aménager et nourrir la ville* (pp. 319-340). Montréal: Editions Vertigo.

- Pourias, J. (2013). Intégration de l'agriculture urbaine dans le système alimentaire et dans l'aménagement du territoire urbain. In *Agriculture urbaine : aménager et nourrir la ville* (pp. 129-148). Montréal: Editions Vertigo.
- Puri, V., & Caplow, T. (2009). How to grow food in the 100% renewable city: Building-integrated agriculture. In *100% renewable: Energy autonomy in action* (pp. 229-241). P. Droege.
- Rodríguez-Delfín, A., Gruda, N., Eigenbrod, C., Orsini, F., & Gianquinto, G. (2017). Soil based and simplified hydroponics rooftop gardens. In F. Orsini, M. Dubbeling, & H. De Zeeuw, *Urban Agriculture: Rooftop Urban Agriculture* (pp. 61-82). Giorgio Gianquinto.
- Säumel, I., Kotsyuk, I., Hölscher, M., Lenkerei, C., Weber, F., & Kowarik, I. (2012). How healthy is urban horticulture in high traffic areas? Trace metal concentrations in vegetable crops from plantings within inner city neighbourhoods in Berlin, Germany. *Environmental Pollution*, 165, 124-132.
- Sanjuan-Delmás, D., Llorach-Massana, P., Nadal, A., Ercilla-Montserrat, M., Muñoz, P., Montero, J. I., . . . Rieradevall, J. (2018). Environmental assessment of an integrated rooftop greenhouse for food production in cities. *Journal of Cleaner Production*, 326-337.
- Sanyé-Mengual, E. (2015). Sustainability assessment of urban rooftop farming using an interdisciplinary approach. 53(9), 1-325.
- Sanyé-Mengual, E., & Specht, K. (2017). Risks in urban rooftop agriculture: Assessing stakeholders perceptions to ensure efficient policymaking. *Environmental Science and Policy*, 69, 13-21.
- Séré, G., Schwartz, C., Ouvrard, S., Renat, J. C., Watteau, F., Villemin, G., & Morel, J. L. (2010). Early pedogenic evolution of constructed Technosols. *Journal of Soils and Sediments*, 10(7), 1246-1254.
- Servigne, P. (2014). *Nourrir l'Europe en temps de crise: vers des systèmes alimentaires résilients*. Jambes Belgique: nature et progrès.
- Specht, K., Siebert, R., Hartmann, I., Freisinger, U., Sawicka, M., Werner, A., . . . Dietrich, A. (2014). Urban agriculture of the future: an overview of sustainability aspects of food production in and on buildings. *Agriculture and Human Values*, 33-51.
- Thomaier, S., Specht, K., Henckel, D., Dierich, A., Siebert, R., Freisinger, U., & Sawicka, M. (2015). Farming in and on urban buildings: Present practice and specific novelties of zero-acreage farming (ZFarming). *Renewable Agriculture and Food Systems*, 30(1), 43-54.
- Tong, Z., Whitlow, T. H., Landers, A., & Flanner, B. (2016). A case study of air quality above an urban rooftop vegetable farm. *Environmental Pollution*, 256-260.
- Verdonck, M., Taymans, M., Chapelle, G., Dartevelle, G., & Zaoui, C. (2012). *Système d'alimentation durable - Potentiel d'emplois en Région de Bruxelles-Capitale*. Centre d'études régionales bruxelloises des Facultés Universitaires Saint-Louis et Greenloop S.A. (sous-traitant).
- Véron, J. (2007). La moitié de la population mondiale vit en ville. *Population & Sociétés*, 435, 1-4.
- Wilson, G. (2004). Why urban rooftop microfarms are needed for sustainable Australian cities. *The Urban Agriculture Network*.

Annexes

Annexe 1 : Guide d'entretien

- 1) Comment est né votre projet, quels ont été les moteurs (financiers) ? Pourquoi avoir choisi de l'installer à cet endroit ? Avez-vous des partenaires (public/privé) ?
- 2) Quelles méthodes de production utilisez-vous sur votre toit (sous serre – aquaponie ou hydroponie, sur substrat) ? Pourquoi avoir choisi celle-ci ?
- 3) Quels ont été (et sont actuellement) les matériaux et intrants qui ont été (sont) nécessaires à la réalisation de votre projet ?
- 4) Quelles adaptations avez-vous du faire au bâtiment pour pouvoir accueillir le projet ? Avez-vous pris en compte les dispositions du bâtiment en dessous (pertes d'énergie liés à l'utilisation réalisée des bâtiments, disponibilité en eau grise pour l'irrigation des productions, etc.)
- 5) Quelles sont les conditions d'accès au toit ? A qui appartient-il ? Location ou achat ? Cela pose-il des questions ?
- 6) Quels étaient les objectifs principaux à la réalisation du projet (sociaux, pédagogiques, économiques, à des fins de recherche, etc.) ?
- 7) Qu'est-ce qui pousse sur vos toits ?
- 8) Selon vous, quel type d'agriculture est possible sur les toits ? Est-ce une alimentation qui pourrait subvenir aux besoins alimentaires de la ville ?
- 9) Quelle est la demande pour ce type de production ? Qui sont les personnes qui bénéficient de la production (clients/bénévoles/habitants du quartier) ?
- 10) Quelles sont pour vous les principales difficultés de cultiver sur un toit ? (Accessibilité/gestion de l'eau/difficultés liés aux cultures, etc.)

Annexe 2 : Canevas de la grille d'analyse

	Techniques utilisées	Ce que requiert -en terme d'intrants matériel	Les difficultés	Quels apports financiers et quelles ressources financières ? (Business model quand d'application)	Ce que produit -spécialisation sur quelques produits de niche ? - diversification ? - objectif de réelle productivité ou non ?

Projets « socio-éducatifs »					
Les Amis de l'Entrepote					
Soleil Nord					
Projets économiques					
BIGH					
Delhaize					
Skyfarms					
Peas&Love (projet sur le toit du Caméléon de WSL)					
Innovation/recherche					
AgroParisTech					
GROOF					