

GUIDE DE PRODUCTION MARAÎCHÈRE SUR TOIT

Carrefour de recherche, d'expertise
et de transfert en agriculture urbaine

CRETAU



laboratoire
agriculture urbaine

Le Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine (CRETAU) est porté par le Laboratoire sur l'agriculture urbaine (AU/LAB). AU/LAB est un espace de recherche, de formation, d'innovation et d'intervention sur les thèmes de l'agriculture urbaine et de l'alimentation. Organisme à but non lucratif, le laboratoire est un lieu d'action et de réflexion national et international sur l'urbanité et l'alimentation. S'appuyant sur une large expertise et plus de 10 ans d'expérience, AU/LAB assure l'émergence de propositions, d'initiatives et d'entreprises portant autant sur la production et la transformation que sur la distribution et la mise en marché de l'agriculture urbaine. Le laboratoire agit dans une perspective de participation au développement d'un système alimentaire urbain, d'un urbanisme viable et d'une économie circulaire au sein des villes.

Carrefour de recherche, d'expertise
et de transfert en agriculture urbaine

CRETAU



laboratoire
agriculture urbaine

1401 rue Legendre Ouest, Bureau 305

Montréal, Québec

H4N 2R9

cretau.ca

au-lab.ca

RÉDACTION ET RECHERCHE

Noémie Roy

Responsable de la production agricole

Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine du Québec

Laboratoire sur l'agriculture urbaine

Marie-Josée Vézina, agronome

Coordnatrice, recherche et accompagnement agronomique

Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine du Québec

Laboratoire sur l'agriculture urbaine

Adeline Cohen, agroéconomiste

Conseillère sénior, accompagnement économique et recherche

Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine du Québec

Laboratoire sur l'agriculture urbaine

DIRECTION

Éric Duchemin

Directeur scientifique

Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine du Québec

Laboratoire sur l'agriculture urbaine

POUR CITER CE TEXTE

Roy, N., M-J. Vézina, A. Cohen, E. Duchemin (2023). Guide de production maraîchère sur toit. Carrefour de recherche d'expertise et de transfert en agriculture urbaine/Laboratoire sur l'agriculture urbaine. 191 p.

REMERCIEMENTS

Merci aux personnes-ressources ayant contribué à la réalisation de ce guide :

- Françoise Beaudet, experte en mise en marché, En pratique...
- Mohammed Boudache, agronome en agriculture urbaine, Ville de Montréal
- Magali Causabon, gérante du programme d'agriculture urbaine, Santropol Roulant
- Line Desloges, agronome, conseillère en économie, en développement agroalimentaire, responsable de la coordination du dossier relève agricole, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (Direction régionale de Montréal-Laval-Lanaudière)
- Pete Ellis, Senior Project Manager, Recover Green Roofs (É.-U.)
- Lindsay Allen, Rooftop Farm Manager, Boston Medical Center (É.-U.)
- Manon Lacharité, directrice, Réseau Agri-conseil Montréal-Laval-Lanaudière
- Diane Lacroix, représentante, Dubois Agrinovation
- Mourad Louardani, agronome, conseiller en agriculture urbaine et en serriculture, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (Direction régionale de Montréal-Laval-Lanaudière)
- Roxanne Miller, architecte paysagiste et spécialiste en toitures végétalisées, Soprema
- Phénicia Oheix, responsable de la production maraîchère, Nature Urbaine (Paris)
- Nathalie Perron, cheffe de projets, École des entrepreneurs du Québec (Campus Montréal)
- Pierre Proulx, agent de développement industriel, La Financière agricole du Québec
- Gwen Schantz, Co-founder and Chief Creative Officer, Brooklyn Grange (New-York)
- Arlene Throness, Manager, Toronto Metropolitan University Urban Farm (Toronto)
- Antoine Trottier, président et co-fondateur, La ligne verte

Un énorme remerciement à la direction du Palais des congrès de Montréal pour leur collaboration et leur participation dans la ferme expérimentale. Un merci particulier à tous ceux et celles, employé(es), stagiaires, bénévoles, qui sont passés(es) par la ferme expérimentale du Palais des congrès. Votre travail a permis la réalisation de ce guide exceptionnel.

Ce guide est largement issu des activités, entre 2017 et 2021, du Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine, un mandat octroyé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec dans le cadre de la Stratégie en agriculture urbaine du Gouvernement du Québec.

PARTENAIRES PRINCIPAUX



AUTRES PARTENAIRES



TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

- 1.1 Croissance annuelle, type d'exploitations agricoles et portraits des producteurs 11
- 1.2 Exemples de fermes sur toit (au Québec et à l'international) 11
 - 1.2.1 Ferme expérimentale du Palais des congrès de Montréal 11

PHASE PRÉ-DÉMARRAGE

- 2.1 Pourquoi une ferme sur un toit ? 19
- 2.2 Opportunités et contraintes du milieu urbain 20
- 2.3 Réalisation du plan d'affaires 22
 - 2.3.1 Mise en marché 24
- 2.4 Critère de recherche du site 25
- 2.5 Soutien et accompagnement (professionnels/producteurs) 27
- 2.6 Enregistrement et permis 29

CHOIX DU SITE DE PRODUCTION

- 3.1 Lois et réglementation locale : zonage et activités économiques permises 32
- 3.2 Localisation du site 33
- 3.3 Ensoleillement et proximité des bâtiments adjacents 34
- 3.4 Accès au toit 35
- 3.5 Accès aux services municipaux 35
- 3.6 Proximité des marchés et des différentes clientèles 37
- 3.7 Relation propriétaire/promoteur-producteur 38
- 3.8 Location de l'espace : contrat, bail et exigences des 2 parties 39
- 3.9 Intégrité structurelle du bâtiment et du toit 40
- 3.10 Portance du toit 43
- 3.11 Travaux à effectuer 44
- 3.12 Considérations physiques quant à l'espace 45

3.13	Tableau résumé des conditions propices à un site de production	46
3.14	Données climatiques	47
MISE EN PLACE DE LA FERME URBAINE		
4.1	Substrat de culture de départ	51
4.2	Modes de production	52
4.2.1	Production avec substrat	53
4.2.1.1	Sol intensif	54
4.2.1.2	Hors-sol (en contenants)	56
4.2.2	Production verticale	58
4.2.2.1	Système de colonne verticale ou tour (hydroponique ou aéroponique)	59
4.2.2.2	Membrane de feutre (semi-hydroponique)	61
4.3	Aménagement de l'espace	66
4.4	Chambre froide et conditionnement	68
4.5	Certification biologique	69
MATÉRIEL ET ÉQUIPEMENT		
5.1	Besoin en matériel selon le type de production	72
5.2	Liste et description du matériel et des équipements de base	72
5.3	Système d'irrigation	77
5.4	Équipements spécialisés d'irrigation et de fertigation	81
LA PRODUCTION AGRICOLE		
6.1	Comment choisir les productions agricoles	85
6.2	Planification des cultures	86
6.2.1	Production de semis	87
6.3	Description des productions agricoles	88
6.3.1	Productions annuelles	88
6.3.2	Productions à valeur ajoutée : Piment Gorria et de type <i>Chinense</i>	91
6.3.3	Productions fruitières en contenant	94
6.4	Densité de plantation	105
6.5	Rendements	108

6.6 La fertilisation	112
6.7 Irrigation et gestion de l'eau	118
6.8 Pérennité des substrats	119
6.9 Gestion des matières végétales produites sur le site	121
6.10 Économie circulaire	123
6.10.1 Projet terreau : Évaluation agronomique de résidus organiques comme substrat de culture pour la production en contenant.	124
6.11 Tâches saisonnières	131
6.12 Gestion des ravageurs, des maladies et des adventices	134
PRODUCTION SOUS-ABRIS (CHAUFFÉ, NON-CHAUFFÉ)	
7.1 Abri chauffé (serre)	141
7.2 Abri non chauffé	144
RESSOURCES HUMAINES	
8.1 Ressources humaines	150
8.2 Compétences recherchées	155
8.3 Salaires et coûts associés à l'embauche d'employés	156
REVENUS, DÉPENSES ET FINANCEMENT	
9.1 Coûts d'installation	159
9.2 Budget d'installation	160
9.3 Autres investissements d'installation	162
9.4 Revenus agricoles	163
9.5 Diversification des revenus	164
9.6 Charges d'exploitation	169
9.7 Budget d'exploitation	171
9.8 Financement	173
ANNEXES	
Annexe I : Fournisseurs	177
Annexe II : Ressources	179

SECTION 1
INTRODUCTION

1.1 Croissance annuelle, type d'exploitations agricoles et portraits des producteurs

L'agriculture urbaine est un domaine en croissance au Québec et elle comporte plusieurs filières. Dans le portrait de l'agriculture urbaine commerciale au Québec, réalisé en 2021, on note une croissance de 21 % entre 2020 et 2021 avec un total de 125 initiatives. De ce nombre, 18 % pratiquent l'agriculture sur les toits¹.

C'est dans la région de Montréal et de son agglomération que le développement de l'agriculture urbaine marchande s'est démarqué davantage.

1.2 Exemples de fermes sur toit (au Québec et à l'international)

De nombreuses fermes sur toit ont été mises en place dans plusieurs pays durant la dernière décennie (tableau 1). Bien que différentes les unes des autres, elles poursuivent le même objectif, soit celui de produire des denrées alimentaires pour une clientèle de proximité. Il existe différents modèles de fermes commerciales ou sociales et toutes deux font face aux mêmes enjeux d'implantation et d'opération notamment : réglementations déficientes ou absentes, accès difficile à l'espace, financement laborieux, problématique liée à la main-d'œuvre, etc. Les fermes les plus récentes tendent vers des superficies beaucoup plus imposantes que celles démarrées antérieurement. Aujourd'hui, nous voyons apparaître des fermes de plus de 10 000 m², ce qui représente tout un défi du point de vue des opérations.

1.2.1 Ferme expérimentale du Palais des congrès de Montréal

La ferme expérimentale du Palais des congrès, créée en 2012, est opérée par le Laboratoire sur l'agriculture urbaine depuis 2016. Situé sur le toit du 5^e étage, cet espace d'expérimentation d'une superficie de 2 000 m² a comme objectif de tester et documenter différentes techniques et technologies adaptées à l'agriculture sur toit en milieu urbain. Depuis 2016, de nombreux projets ont été réalisés et la majorité des données présentées dans ce document proviennent de ce site d'expérimentation.

¹ Cohen, A., E. Duchemin. (2022). Portrait de l'agriculture urbaine marchande au Québec en 2021. Carrefour de recherche d'expertise et de transfert en agriculture urbaine/Laboratoire sur l'agriculture urbaine. 29 p

Tableau 1. Aperçu de fermes urbaines sur toit au Québec et à l'international.

Région	Ferme	Superficie	Mode de production
Québec	IGA Extra - Famille Duchemin (Montréal)	2 200 m ²	Sol intensif
	Santropol Roulant (Montréal) ^a	350 m ²	Sol intensif et contenants
	Les fermes Lufa (Montréal) ^b	28 000 m ²	Serre sur toit
	La ferme expérimentale du Palais des congrès de Montréal	2 000 m ² (2021) 3 500 m ² (2023)	Contenants et vertical + Sol intensif (2023)
Ontario	Toronto Metropolitan University Urban Farm (Toronto)	1300 m ²	Sol intensif
États-Unis	Brooklyn Grange (New York): Brooklyn Navy Yard Farm Long Island City Farm Sunset Park Farm	6 000 m ² 4 000 m ² 13 000 m ²	Sol intensif et serre
	Boston Medical Center (Boston)	500 m ²	Contenants
	Eagle Street Rooftop Farm (New York)	600 m ²	Sol intensif
	Fenway Farms	650 m ²	Sol intensif
	Whole Foods Farm, Lynnfield	1 500 m ²	Sol intensif
	Europe	Jardins sur les toits de l'Opéra Bastille (Paris)	2 500 m ²
Nature Urbaine (Paris)		4 500 m ²	Vertical
Sous les fraises (Paris) ^c		3 300 m ²	Vertical
ØsterGRO (Copenhague)		600 m ²	Sol intensif

- a. La superficie totalise les 2 espaces de production (George Vari Engineering & Computing Centre et Daphne Cockwell Health Sciences Complex)
- b. La superficie totalise les 4 serres (Ahuntsic, Laval, Anjou et Saint-Laurent)
- c. La superficie totalise les 3 sites verticaux (Paris 4 : Marais, Paris 9 : Haussmann et Paris Ouest : Levallois-Perret)

Figure 1. Vue aérienne de la ferme expérimentale du Palais des congrès de Montréal, en 2019.



Crédit photo : Palais des congrès

Tableau 2. Caractéristiques de la ferme expérimentale du Palais des congrès de Montréal.

Superficie totale	2 000 m ² , en 2021. Le site a été refait en 2022 et fait maintenant 3500 m ²
Localisation	Centre-ville de Montréal (rue Jean-Paul-Riopelle)
Hauteur	5 ^e étage
Conditions climatiques	Orientation sud-est. Site protégé du vent (voir figure 2)
Accès	Ascenseur et monte-charge

Figure 2. Vue en 3 dimensions du site de la ferme expérimentale du Palais des congrès de Montréal, 2020.



Crédit photo : Google Earth

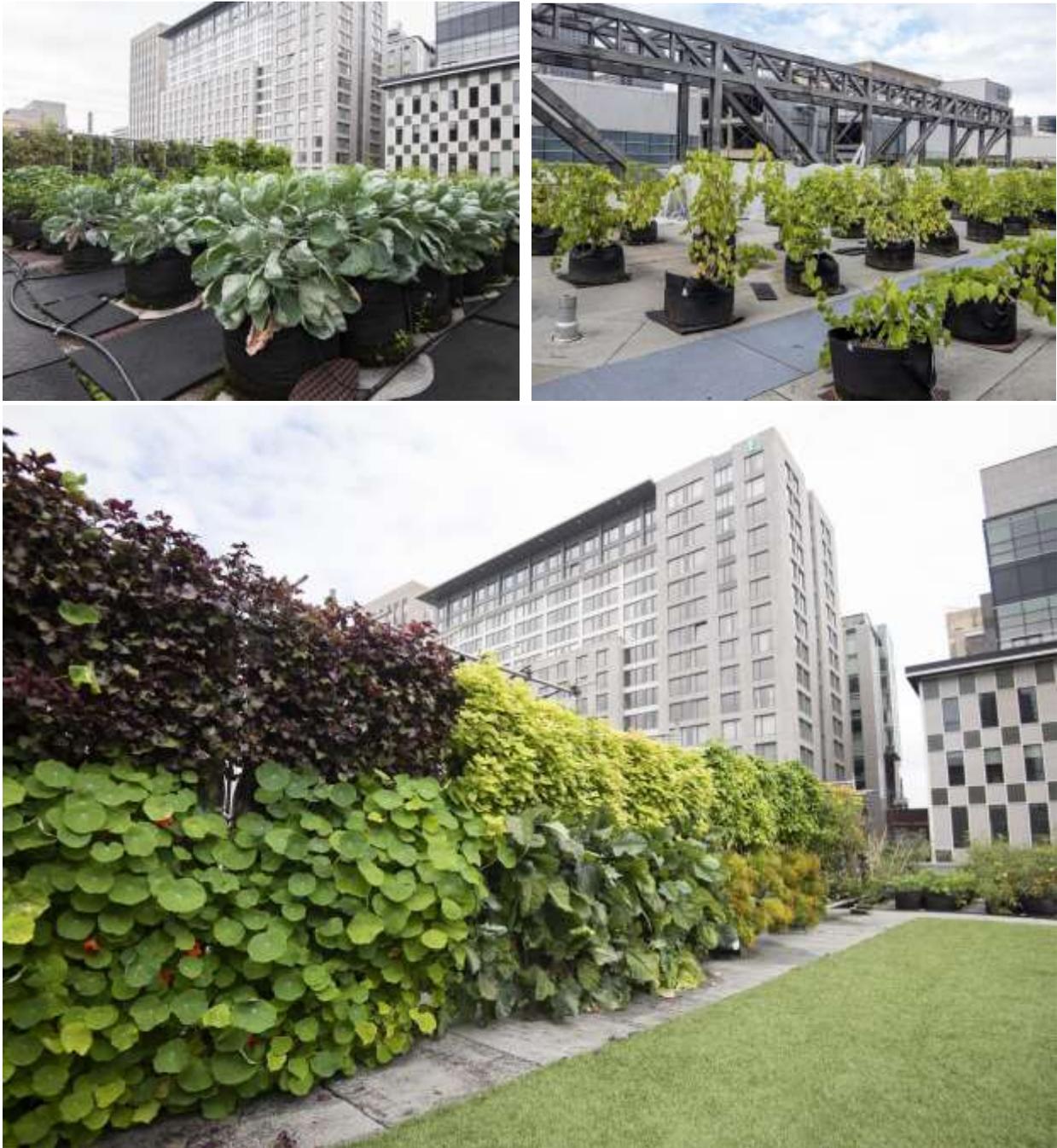
La ferme est divisée en plusieurs sections où se tiennent les différents projets.

Tableau 3. Productions sur le site du Palais des congrès de Montréal.

Section	Description
Culti-VERT	<ul style="list-style-type: none"> - Production hors-sol : 600 pots de géotextiles et 185 bacs à réserve d'eau - Irrigation goutte à goutte avec minuterie - Fertigation avec injecteur - Phytoprotection : lutte intégrée - Production maraîchère variée - Recherche : <ul style="list-style-type: none"> - Essai de variétés et de densités - Études technico-économiques (rendements et coûts d'implantation et d'opération)
VERTical	- Production verticale sur des membranes de feutre

	<ul style="list-style-type: none"> - Irrigation goutte à goutte avec minuterie - Fertigation avec injecteur - Phytoprotection : lutte intégrée - Production de fines herbes, de fleurs comestibles - Recherche : <ul style="list-style-type: none"> - Essai de variétés - Études sur les rendements
Vignes en ville	<ul style="list-style-type: none"> - Vignoble urbain de 80 pieds de vigne composé de 4 cépages rustiques : Petite Perle, Frontenac Blanc, Frontenac noir, Marquette. - Pots de géotextile - Recherche : <ul style="list-style-type: none"> - Projet d'étude du comportement de la vigne rustique en pots sur un toit en milieu urbain.
Verger urbain	<ul style="list-style-type: none"> - Production fruitière : gadelles, groseilles, kiwis rustiques, pêchers, pawpaw - Pots de géotextile - Irrigation goutte à goutte avec minuterie - Fertilisation manuelle - Phytoprotection : lutte intégrée - Recherche : <ul style="list-style-type: none"> - Projet d'étude du comportement de différents fruitiers en pots sur un toit en milieu urbain.
Projets de recherche	<ul style="list-style-type: none"> - Différents projets de recherche ont été réalisés depuis 2018 : <ul style="list-style-type: none"> - Valorisation de résidus organiques urbains comme substrat de croissance - Essai de cultivars de tomates résistants aux températures élevées - Production de fraises en mode hydroponique et verticale - Essai comparatif de fertilisants biologiques pour la production en contenants

Figure 3. Détails d'espaces de la ferme expérimentale du Palais des congrès de Montréal.



Crédit photo : Nathalie St-Pierre, UQAM



Crédit photo : Isabelle Aubut, Laboratoire sur l'agriculture urbaine

SECTION 2

PHASE PRÉDÉMARRAGE

2.1 Pourquoi une ferme sur un toit ?

Le milieu urbain offre plusieurs avantages aux producteurs(trices) agricoles. La proximité d'une clientèle commerciale, la possibilité de produire en période hors-saison (peu de neige, température élevée) ou encore le potentiel de développement d'un volet événementiel inciteront maints producteurs(trices) à démarrer leur entreprise sur un toit. De plus, la présence de végétation sur les toits participe à la lutte aux îlots de chaleur et à la gestion de l'eau de même qu'elle favorise la conservation d'une biodiversité urbaine. Les fermes urbaines sur toit se démarquent des entreprises agricoles traditionnelles, car elles tirent profit de tous ces bienfaits.

Mettre en place une ferme sur un toit comporte également de nombreux défis. À cet effet, des travaux d'amélioration sont presque toujours nécessaires. Que ce soit pour la mise en place des sorties d'eau ou électrique, l'installation d'une issue de secours ou d'un garde-corps, les coûts associés à la mise en place de l'entreprise agricole sur un toit sont élevés. À cela s'ajoute l'aspect atypique du site avec une configuration souvent peu adaptée aux activités agricoles ainsi que la présence d'édicules tels les drains ou les bouches de ventilation. L'activité agricole qui s'y déroule doit s'adapter au site choisi.

Tableau 4. Avantages et inconvénients d'une ferme sur toit.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Faible accumulation de neige : possibilité de débiter la saison de production tôt au printemps - Températures plus élevées - Proximité d'une clientèle commerciale : restaurants, bureaux, traiteurs, hôtels - Topographie : toit plat (absence de cuvette/dépression) - Site attrayant : un atout pour l'évènementiel - Présence de végétation sur le toit : bénéfique pour la biodiversité, les îlots de chaleur, la captation de la pluie 	<ul style="list-style-type: none"> - Forme du toit non standard (ex. en L) - Présences d'édicules ou d'obstacles physiques sur le toit (drains, aération) - Superficie souvent restreinte - Chaleur élevée - Non configuré pour des activités agricoles, accès physique difficile (pas d'ascenseur) - Restriction du nombre de personnes admises sur le site - Souvent aucun accès à l'eau ni électricité - Il faut adapter les activités agricoles selon le site - Coûts d'implantation élevés

2.2 Opportunités et contraintes du milieu urbain

Comme tous espaces potentiels, les milieux urbains comportent des opportunités et contraintes qui doivent être considérées lors de la recherche du site de production.

Opportunités

Le nombre de toitures disponibles à l'échelle d'une ville est sans aucun doute important, ce qui représente une opportunité pour le développement de l'agriculture urbaine sur toit. L'engouement pour l'agriculture urbaine se reflète non seulement dans la population, mais également chez les propriétaires immobiliers. En effet, ils sont nombreux à vouloir accueillir une ferme à l'intérieur ou à l'extérieur de leurs installations. Cet intérêt pour l'agriculture urbaine est favorisé par l'impact qu'elle aura sur leur acceptabilité sociale, mais aussi, par les bienfaits de l'activité agricole sur l'environnement. Car, la possibilité de verdir les toits, d'améliorer la biodiversité en ville, de contribuer à la réduction des îlots de chaleur et à la récupération des eaux pluviales, représentent une excellente opportunité d'améliorer nos milieux de vie.

De plus, un bon nombre de toits en ville possèdent les caractéristiques nécessaires à l'établissement d'une ferme. Par exemple, dans une étude réalisée en 2021² sur le potentiel d'implantation de fermes urbaines dans le district central et le secteur Hodge-Lebeau, à Montréal, un minimum de 114 bâtiments a été identifié comme étant apte à accueillir une ferme sur leur toit. Les variables considérées dans le repérage de bâtiments étaient la superficie (> 1000 m²), un accès au toit, un minimum de 2 étages de même qu'un minimum de 70 % de la superficie disponible.

Également, le nombre croissant d'hôtels et de restaurants dans les centres-villes constitue une clientèle de départ intéressante pour les futurs entrepreneurs. Ces mêmes établissements, de même que ceux du milieu institutionnel (CPE, écoles) ont fait part de leur intérêt à s'approvisionner localement de façon régulière en denrées fraîches.

Finalement, les fermes qui s'établissent sur les toits demeurent des endroits spectaculaires, leur attractivité favorise l'organisation et la tenue d'événements qui peuvent s'y dérouler. Selon

² Duchemin, E., A.-M. Bernier, P. Roy, J.-M. Archambault, É. Lagacé (2021) Potentiel d'implantation de fermes urbaines dans le District Central et le secteur Hodge-Lebeau : Impact économique et perspectives de développement. AU/LAB. 40 p.

le modèle d'affaires choisi, le volet évènementiel contribue généralement à augmenter les revenus de l'entreprise.

Selon Françoise Beudet, experte en mise en marché chez En pratique..., une des opportunités des fermes en milieu urbain est la mise en marché, particulièrement reliée à la proximité des consommateurs :

- *L'accessibilité et la proximité de la clientèle (en comparaison avec la campagne)*
- *Présence accrue de plusieurs clientèles, par exemple des restaurants*
- *Moins de concurrence immédiate (peu de producteurs urbains), ce qui permet de se distinguer dans certains marchés*
- *Argument marketing distinctif (ex. : produit sur le toit)*

Contraintes

Décider d'exploiter un toit à des fins de production agricole comporte quelques contraintes. Au niveau climatique, la température s'avère souvent plus élevée que celle au sol ce qui peut représenter un enjeu au niveau de la production agricole. En effet, certaines cultures, telles les laitues ou les épinards, auront de la difficulté à croître dans cet environnement trop chaud.

Selon Roxanne Miller de chez Soprema, il y aurait 4 principales contraintes, liées au bâtiment en tant que tel, qui limiteraient la mise en place de toits verts intensifs sur des bâtiments existants :

1. *La surcharge de poids : on doit considérer une charge structurale minimale de 30-35 livres/pi² (147-171 kg/m²) ;*
2. *Les conditions d'étanchéité actuelles du bâtiment : si la membrane d'étanchéité date de quelques années, ça ne vaut peut-être pas la peine d'y installer un toit vert par-dessus (vaut mieux tout refaire) ;*
3. *La présence ou non d'un accès au toit sécuritaire et efficace (propice au transport de matériel) ;*
4. *La présence ou non de sorties d'eau sur le toit, et ce, en nombre suffisant.*

Tableau 5. Opportunités et contraintes d'un toit en milieu urbain.

Opportunités	<ul style="list-style-type: none"> - Présence de nombreux toits plats disponibles - Possibilité de cultiver selon différentes techniques (sol intensif, contenants, vertical) - Proximité de la clientèle commerciale (hôtels, restaurants), institutionnelle (universités, CPE, écoles), privée (tours d'habitation) - Peu de compétition pour la location des espaces disponibles - Intérêt des promoteurs et des propriétaires d'immeubles pour la mise en place d'un espace végétalisé sur leur toit - Engouement de la population et de certaines instances pour l'agriculture urbaine - Enthousiasme pour l'achat local et de proximité - Impact économique et environnemental - Possibilité de produire en période hors saison (mars, avril, novembre) - Possibilité de valoriser des résidus organiques urbains - Clientèle de proximité pour activités non agricoles - Localisation attrayante pour la clientèle locale et touristique (événementiel)
Contraintes	<ul style="list-style-type: none"> - Conditions climatiques : chaleur élevée, présence de vent fort - Ensoleillement parfois non optimal en raison de la présence des bâtiments adjacents - Contraintes réglementaires : règlements d'urbanisme, code du bâtiment - Gestion des résidus plus ardue - Gestion phytosanitaire plus créative (règlement sur les pesticides) - Accès compliqué au site (ex. circulation urbaine, absence d'ascenseur) - Difficultés à utiliser des équipements peu adaptés à l'agriculture urbaine (ex. abris non chauffés)

2.3 Réalisation du plan d'affaires

Comme toutes les entreprises en démarrage, l'entrepreneur urbain doit travailler à la planification de son entreprise. Cela passe inévitablement par la réalisation d'un plan d'affaires afin de s'assurer de la viabilité et de la raison d'être de l'entreprise agricole. En plus de permettre au producteur(trice) de connaître leur marché ainsi que la compétition, cet exercice comporte une section sur la recherche de financement.

Selon Line Desloges, du MAPAQ, il y a plusieurs facteurs de succès reliés à la réussite du démarrage d'une entreprise agricole, spécialement en milieu urbain :

- *Avoir de bonnes connaissances et de l'expérience dans le domaine ;*
- *Avoir une formation pertinente (aussi utile pour la demande de certaines subventions) ;*
- *Détenir des fonds suffisants pour investir dans son projet (variable selon le projet) ;*
- *Spécifiquement pour l'agriculture urbaine : Expérience et tests sous la main (recherche et développement) pour savoir ce qui va fonctionner.*

La réalisation d'un plan d'affaires devrait s'effectuer en collaboration avec des professionnels qui connaissent bien le marché. Ces derniers sauront accompagner les entrepreneurs et les diriger vers les bonnes ressources. La recherche de professionnels qui connaissent bien le milieu de l'agriculture urbaine peut toutefois s'avérer complexe, car l'étude de ce secteur agricole émergent en est à ses débuts et peu de données (économiques, agronomiques, services écosystémiques) ont été publiées à ce jour. Cette situation représente un défi supplémentaire pour les entrepreneurs qui désirent implanter leur ferme sur un toit.

Il est important de ne pas négliger cette étape, car le plan d'affaires permet de bien saisir tous les aspects du projet, notamment les opportunités et les menaces, mais aussi de bien comprendre le marché (la concurrence). Il donne accès à du financement auprès de différents bailleurs de fonds. À cet égard, de nombreux outils existent pour accompagner les entrepreneurs dans la réalisation de ce dernier, par exemple le [Guide de rédaction d'un plan d'affaires pour le démarrage d'une entreprise agricole](#)³ du MAPAQ.

Selon Nathalie Perron, de l'École des entrepreneurs du Québec, un plan d'affaires permet de clarifier ses idées (et ainsi d'éviter les erreurs) et de bien présenter et verbaliser son projet (utile pour les demandes de financement). 5 éléments devraient se retrouver dans un plan d'affaires :

1. *Mission, valeurs, description du projet et modèle d'affaires*
2. *Étude du marché et de la clientèle*
3. *Plan de communication et de marketing*
4. *Plan des opérations*
5. *Prévisions financières*

³ Brassard, H. et al. (2020). Guide de rédaction d'un plan d'affaires pour le démarrage d'une entreprise agricole, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), 36 p.

2.3.1 Mise en marché et proximité de la clientèle

Une des sections les plus importantes dans le plan d'affaires concerne la stratégie de marketing. Dès le départ, il est essentiel d'établir des objectifs de marketing clairs, atteignables et réalistes ainsi que des cibles et un échéancier précis. Ces objectifs pourront être ciblés à partir des connaissances accumulées sur la compétition, les besoins des consommateurs, du nombre de clients potentiels, etc. Cette recherche d'information permettra de mettre en place la stratégie de marketing, c'est-à-dire de la promotion de votre entreprise auprès d'une clientèle potentielle. La stratégie inclut la mise en marché, la commercialisation et la distribution des produits.

Selon Françoise Beaudet d'En pratique..., il est très important d'être stratégique dans les 5P du Marketing :

1. *Prix*
2. *Produit*
3. *Point de vente*
4. *Promotion*
5. *Personnel*

Clés de succès

1. La survie économique des entreprises agricoles urbaines passe par la diversification des sources de revenus
2. Prendre le temps de planifier la mise en marché, avant même de se mettre en production. Cela favorise le succès des projets urbains.
3. La survie économique passe également par la diversification des types de clientèle
4. Il est préférable de démarrer à petite échelle (et de limiter les risques financiers et humains) pour ensuite agrandir la ferme au fur et à mesure que les connaissances et l'expérience s'accroissent⁴

Étant donné que la mise en marché en sera une de proximité, différents facteurs sont à prendre en considération dans le choix du site :

- La proximité des marchés publics et fermiers ;
- La proximité des restaurants, hôtels, épiceries spécialisées et autres institutions (ex. CPE) ;

⁴ Bernier, A.-M., E. Duchemin, J.-P. Vermette (2020). Guide de démarrage en entreprise agricole urbaine. Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine du Québec (CRETAU). 48 p.

- La proximité des zones résidentielles ;
- Le nombre d'employés dans les bâtiments adjacents à la ferme.

Le milieu urbain offre de grandes opportunités de vente. Dans certains projets où la ferme fait partie intégrante de la philosophie du bâtiment, il peut être possible d'écouler une partie de la production aux étages inférieurs (ex. : restaurants, bureaux, écoles, etc.).

Figure 4. Kiosque de mise en marché collective de fermes urbaines à la Maison du développement durable au Centre-ville de Montréal.



Crédit photo : Maude Desbois

Brooklyn Grange, à New York, écoule ses produits principalement dans 4 marchés différents :

- *Marchés fermiers (dont un sur le toit) ;*
- *Paniers (Agriculture soutenue par la communauté) ;*
- *Restaurants : surtout des micropousses et du basilic ;*
- *Une partie est remise à des banques alimentaires (programme de subventions).*

Vous trouverez davantage d'informations sur le sujet [ici](#).

2.4 Soutien et accompagnement (professionnels/producteurs)

Démarrer une entreprise agricole en milieu urbain implique d'explorer une nouvelle approche en matière de production agricole. La configuration et la gestion des villes de même que l'aspect réglementaire peuvent représenter des obstacles majeurs dans ces projets. Il faut se rappeler que, malgré leur passé agricole, les villes du XXI^e siècle n'ont pas été configurées pour accueillir des fermes urbaines. D'où l'importance de s'entourer de professionnels dès le début du projet. En raison de leurs connaissances et leur expertise, ces derniers sauront guider et accompagner les entrepreneurs dans leurs démarches de même que dans la réalisation de leur plan de démarrage. En général, les services les plus demandés par les producteurs agricoles sont en lien avec la gestion, le financement, les techniques de production. Ici, il s'agit principalement d'agronomes et d'agroéconomistes. En second lieu vient l'accompagnement en mise en marché⁵. Dans le cas d'une ferme sur un toit, il faut ajouter à cette liste de professionnels les ingénieurs en bâtiment et en structure. D'autres spécialistes pourraient également s'ajouter comme les urbanistes ou les architectes.

Selon Manon Lacharité, directrice au Réseau Agriconseils de la région Montréal-Laval-Lanaudière, il peut parfois être difficile pour un producteur urbain de trouver de l'accompagnement propre à sa production. D'où l'importance de se tourner vers le réseau Agriconseils de votre région qui saura vous guider vers les bonnes ressources.

Un des enjeux les plus importants pour les entrepreneurs concerne les lois et les règlements. Chaque ville, arrondissement, municipalité a établi sa propre réglementation au sujet de la mise en place de fermes urbaines sur son territoire. Le secteur des assurances représente également un défi pour la majorité des nouveaux entrepreneurs. Il peut parfois être ardu d'acquérir une assurance pour les nouvelles entreprises en agriculture urbaine. Certains de ces services peuvent être financés par diverses instances. Vous trouverez à l'annexe III une liste de ressources potentielles.

De façon plus soutenue, de nombreuses options s'offrent aux entrepreneurs qui démarrent leur entreprise ou qui cherchent à perfectionner certains aspects de leur projet. L'École des entrepreneurs du Québec offre plusieurs formations (démarrage, commercialisation et croissance) ainsi que des ateliers, certains gratuitement. Pour ceux qui démarrent à Montréal,

⁵ Bernier, A.-M., M.J. Vézina et E. Duchemin (2020). Portrait et besoins en accompagnement des productrices et producteurs agricoles urbains : utilisation du programme services-conseils. Laboratoire sur l'agriculture urbaine. 43 p.

un partenariat entre l'École des entrepreneurs et le projet Montréalculteurs permet d'offrir des parcours de formation aussi bien que des ateliers spécialement adaptés à l'agriculture urbaine.

Montréalculteurs est un programme d'accompagnement, d'incubation et de maillage pour faciliter l'établissement de fermes urbaines commerciales et d'économie sociale à Montréal. Pour les producteurs qui souhaitent s'installer à Montréal, c'est ainsi une ressource qui offre de la formation, des ateliers, de l'accompagnement et un service maillage avec des propriétaires et des gestionnaires immobiliers. Pour plus d'information, voir <https://montrealculteurs.ca/>.

2.5 Enregistrement et permis

Permis

La première démarche à entreprendre lorsqu'il est question d'une entreprise agricole en milieu urbain est de vérifier auprès de l'arrondissement (ou municipalité) ciblé s'il est possible d'implanter une ferme en ville. De nombreux lois et règlements encadrent les activités économiques, sociales et commerciales et l'activité agricole n'est pas systématiquement incluse et reconnue. D'où l'importance d'entreprendre des démarches rapidement auprès des instances municipales concernées.

Forme juridique

Le choix de la forme juridique appartient à l'entrepreneur. La décision se prendra selon ses motivations et les objectifs. Afin de prendre la meilleure décision, il est fortement suggéré de consulter un avocat, un notaire ou un comptable. Ces derniers pourront accompagner l'entrepreneur dans sa prise de décision ce qui permettra de s'assurer que cette dernière est celle qui convient le mieux au projet.

Les différentes formes juridiques à considérer :

- Société par actions ou compagnie ;
- Personne morale sans but lucratif ;
- Entreprise individuelle ;
- Société en nom collectif ;
- Coopérative.

Le [Guide de démarrage en entreprise agricole urbaine](#)⁶ aborde la question et offre des outils de réflexion à ce sujet.

NIM

Un autre acteur incontournable lorsqu'il est question d'agriculture est le MAPAQ, le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. C'est ce ministère qui fournit le NIM, c'est-à-dire le numéro d'identification ministériel à tout exploitant agricole qui génère un revenu minimum de 5 000 \$ annuellement.

Le MAPAQ accorde un NIM aux entreprises en fonction de leur situation. Ce NIM donne notamment accès à du soutien technique ou financier de la part des professionnels. Les du MAPAQ et permet d'obtenir des services en accompagnement par les Réseaux AgriConseils qui offrent des services-conseils subventionnés.

L'obtention du NIM comporte en outre d'autres avantages :

- Il permet de bénéficier de l'aide financière liée à certains programmes du MAPAQ ;
- Il établit la notoriété des produits et de l'entreprise (NIM transformateur) ;
- Il permet de profiter des avantages financiers de programmes gouvernementaux (NIM exploitant) ;
- Dans certains cas, il facilite l'obtention du soutien de La Financière agricole du Québec (NIM exploitant).

Pour obtenir un NIM, il faut communiquer avec le bureau de la direction générale du MAPAQ de la région où s'installe l'entreprise agricole. Les coordonnées des différents bureaux se trouvent à l'annexe III.

Il existe 3 types de NIM selon votre situation : NIM bénéficiaire, NIM transformateur, NIM exploitant agricole. Le tableau suivant présente les caractéristiques de chacun de ces NIM.

⁶ Bernier, A.-M., E. Duchemin, J.-P. Vermette (2020). Guide de démarrage en entreprise agricole urbaine. Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine du Québec (CRETAU). 48 p.

Tableau 6. Différences entre les types de NIM.

NIM bénéficiaire	NIM transformateur artisan	NIM exploitant agricole
Pour toute personne qui démarre un projet d'entreprise agricole offrant des perspectives claires de rentabilité économique	Pour toute entreprise de transformation dont les produits sont le fruit du travail, habituellement non automatisé, d'une matière première provenant, pour la plus grande part, du Québec	Pour toute exploitation agricole qui désire s'enregistrer au MAPAQ, en vertu du règlement sur l'enregistrement des exploitations agricoles et qui a un revenu agricole égal ou supérieur à 5 000 \$ ⁷

⁷ Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Numéro d'identification ministériel (NIM), https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/CentreduQuebec/Numerosidentificationministriels_NIM.pdf

SECTION 3

CHOIX DU SITE DE PRODUCTION

3.1 Lois et réglementation locale : zonage et activités économiques permises

Même si de plus en plus de villes se dotent de politiques de communautés nourricières, il n’y a pas ou très peu de politiques et réglementations en vigueur concernant la production agricole, et bien sûr encore moins pour la production agricole sur toit. Ainsi, il faut s’assurer que les projets se conforment à la réglementation actuelle et si ce n’est pas le cas, faire les demandes de dérogation.

Le zonage détermine les usages permis au sein d’un territoire déterminé. En milieu urbain, il y a peu de zones agricoles. Cependant, l’agriculture peut être permise comme activité économique dans certaines classes de zonage. Au Québec, le règlement de zonage, tout comme les différents règlements municipaux, est la prérogative des municipalités. Ainsi, un usage comme activité économique agricole pourrait être permis dans une certaine zone d’une ville en particulier et être interdit dans un autre. À Montréal, les règlements diffèrent également selon les arrondissements. Voilà pourquoi il est très important de vérifier auprès de la municipalité les différents règlements en vigueur, et ce dès le tout début du projet afin d’en analyser la faisabilité. Par exemple, à Montréal, il faut contacter un agent du cadre bâti du bureau accès Montréal de son arrondissement. Dans certaines villes, il faudra plutôt contacter le Service de l’urbanisme. Autre point à considérer, il est probable que la réglementation soit plus stricte lorsque le toit est accessible au public, et non seulement aux employés.

D’autres règlements municipaux pourraient être à considérer, par exemple :

- Règlements d’urbanisme
- Règlements sur les nuisances
- Règlements sur les usages conditionnels
- Règlements sur la construction et la transformation de bâtiments
- Règlements sur l’usage de l’eau potable
- Règlements sur l’utilisation des pesticides⁸

⁸ Bernier, A.-M., E. Duchemin, J.-P. Vermette (2020). Guide de démarrage en entreprise agricole urbaine. Carrefour de recherche, d’expertise et de transfert en agriculture urbaine du Québec (CRETAU). 48 p.

Tableau 7. Vérification de la faisabilité législative.

Éléments à vérifier	Critères ciblés
Zonage du site	Le zonage du quartier où se situe le bâtiment doit permettre les activités agricoles, la mise en place d'infrastructures requises pour la production (ex. tunnel), la vente sur le site ainsi que les événements qui seront organisés.
Réglementation municipale	Le bâtiment ou les modifications à apporter doivent être conformes à la réglementation municipale en vigueur
Statut particulier (immeuble patrimonial classé, immeuble patrimonial cité, etc.)	Idéalement, aucun statut patrimonial associé au bâtiment (cela peut engendrer des responsabilités, des procédures et des dépenses supplémentaires)

3.2 Critères de localisation du site

Une des étapes les plus importantes au démarrage est de choisir le bon espace pour établir son entreprise. On doit s'assurer que l'espace choisi répond aux besoins actuels et futurs de la ferme :

- Se fixer des critères de sélection basés sur le type de projet ou le mode de production (sol intensif, contenants, vertical) ;
- Tenir compte des événements qui se dérouleront à la ferme (visites, ateliers, activités) ;
- Explorer le potentiel de commercialisation à proximité du site ;
- Cultiver en sol intensif requiert une superficie sans édicule ;
- Produire en contenants apporte plus de flexibilité en ce qui concerne le choix du site (avec ou sans édicule).

Emplacement géographique

L'emplacement du site est important pour deux raisons : faciliter la stratégie de mise en marché (proximité des marchés et des lieux de distribution) et l'accessibilité du site pour les employés et les visiteurs. Le quartier ou la ville doit idéalement posséder une réglementation municipale favorable, évitant ainsi d'avoir à se lancer dans trop de processus complexes d'autorisations ou de dérogations.

Tableau 8. Principales caractéristiques recherchées selon les différents systèmes de production.

Production sol intensif	Production hors-sol	Production verticale
<ul style="list-style-type: none"> - Requiert une superficie plane et relativement uniforme (exempt d'édicules) - Une superficie minimale de 2000 m² est souhaitable pour l'obtention d'un rendement acceptable - Exige une charge portante élevée : environ 56,58 lb/pi² (277 kg/m²) 	<ul style="list-style-type: none"> - Se prête aux superficies moins uniformes - Les édicules ne représentent pas une difficulté - Une superficie minimale de 2000 m² est souhaitable pour l'obtention d'un rendement acceptable - Requiert une charge portante élevée 	<ul style="list-style-type: none"> - Peut s'implanter sur une superficie plus restreinte - Système de production plus léger - Se prête aux superficies moins uniformes - Les édicules ne sont pas une difficulté

Hauteur du bâtiment

La hauteur du bâtiment est à considérer dans le choix du site. Dans un milieu urbain très dense, un bâtiment relativement bas aura généralement moins d'ensoleillement, les édifices voisins créant de l'ombre. Au contraire, un bâtiment élevé bénéficiera d'un ensoleillement optimal, mais sera davantage exposé aux vents. Par exemple, les toits de la Centrale agricole, située dans le District Central (nord de Montréal) et de la ferme du IGA Duchemin dans l'arrondissement de Saint-Laurent, sont très exposés au vent compte tenu de l'absence de bâtiments en hauteur à proximité. En contrepartie, ils sont très ensoleillés tout au long de la journée. Au niveau de la réglementation, la hauteur d'un site peut comporter certaines limites. Par exemple, selon le Code du bâtiment, le toit ne peut se retrouver à une hauteur de plus de 46 m dans le cas d'une toiture végétalisée, c'est-à-dire d'une production en sol intensif⁹.

Autant pour la production en sol intensif que celle en contenants, la superficie exploitable du toit doit être suffisante pour contenir une production qui rapportera le revenu le plus élevé possible. De plus, le site qui héberge la ferme urbaine doit permettre l'expansion potentielle en matière d'agrandissement ou de diversification des activités. Plusieurs exemples de fermes sur toit montrent que la superficie minimale pour l'exploitation serait d'environ 2 000 m² mais cette superficie reste à évaluer.

⁹ Bélanger, C. (2015). Critères techniques visant la construction de toits végétalisés. Régie du bâtiment du Québec. 24 p.

Pour plus de détails sur les différents critères, se référer à la section 3 sur le choix du site de production.

Une fois la liste des caractéristiques recherchées rédigée, les futurs entrepreneurs devront découvrir l'emplacement idéal. L'entreprise agricole devrait idéalement se situer à proximité de sa clientèle, ce qui facilitera la commercialisation et la distribution de la production.

Une fois le quartier ou la région choisie, la première étape consiste à explorer les toitures à l'aide de photos aériennes. Ces dernières peuvent être visualisées à partir de différents sites tels que ceux énumérés au tableau 7. Certains sites permettent de mesurer la superficie d'une toiture tandis que d'autres vont offrir des images en 3 dimensions, ce qui permet de prendre connaissance de la hauteur de l'édifice ainsi que des bâtiments et de la végétation qui l'entourent. Cette information est primordiale afin de connaître le degré d'ensoleillement et d'ombrage du toit choisi.

La seconde étape consiste à prendre contact avec les propriétaires ou gestionnaires des immeubles choisis. Ce premier contact servira à valider dans un premier temps leur intérêt à héberger une ferme sur leur toit et dans un deuxième temps, à planifier une première visite du site.

Tableau 9. Sites d'accès à des photos aériennes.

Nom du site web	Caractéristiques
Geoselec https://geoselec.com/fr/	- Payant - Possible d'obtenir des photos d'un même site à des périodes de l'année différentes
Google Earth https://earth.google.com/web/	- Possible de mesurer les distances et les superficies - Service gratuit - Images en 2 et 3 dimensions
Google Maps https://www.google.com/maps/	- Service gratuit - Photos récentes - Vues au niveau du sol
Map Bing https://www.bing.com/maps/	- Service gratuit - Photos nocturnes également disponibles - Photos aériennes et satellitaires - Vues au niveau du sol
Ministère de l'Énergie et des	- Visualisation uniquement

Ressources naturelles (gouvernement du Québec. Vue aérienne du Québec https://mern.gouv.qc.ca/repertoire-geographique/vue-aerienne-quebec-imagerie-continue/	<ul style="list-style-type: none"> - Impossible de mesurer les distances et la superficie - Certains services payants - Photos d'excellente qualité - Noms des rues non indiqués
Partenariat donné Québec. Mosaïques d'images satellites https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/mosaïque-landsat	
Ressources naturelles Canada. Imagerie satellitaire et photos aériennes https://www.eodms-sgdot.nrcan-rncan.gc.ca/index-fr.html	
Sun Earth Tools https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=fr	<ul style="list-style-type: none"> - Service gratuit - Permet de visualiser le parcours du soleil selon n'importe quel jour de l'année

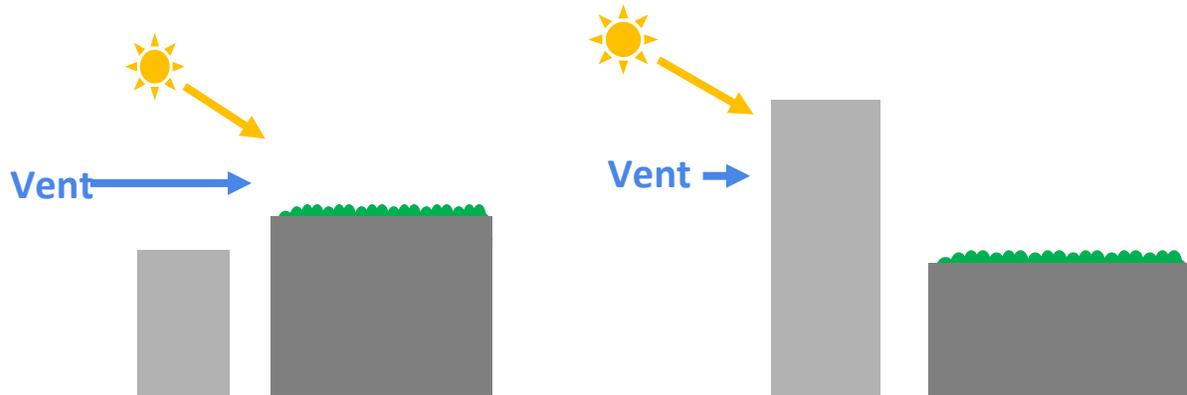
3.3 Ensoleillement et proximité des bâtiments adjacents

L'ensoleillement doit être idéal pour répondre au besoin des végétaux et pour maximiser la productivité du site. Il est donc très important de porter une attention particulière aux bâtiments avoisinants, car ceux-ci pourraient ombrager le site de production. Il faut aussi noter l'orientation du futur site de production et noter la trajectoire quotidienne du soleil pour obtenir une exposition optimale. À noter que cette trajectoire évolue selon la période de l'année. Par exemple, la ferme du Palais des congrès, située au centre-ville de Montréal, profite d'un ensoleillement idéal en début de saison, toutefois ce dernier diminue après le solstice de juin à cause de l'ombrage causé par les bâtiments en hauteur situés autour du Palais des congrès. Plusieurs sites internet offrent la possibilité de visualiser l'ensoleillement d'un lieu selon l'heure de la journée et la période de l'année (Tableau 7). Ces derniers peuvent être utiles pour estimer l'ensoleillement sur le site, mais il est préférable d'aller sur place pour vérifier cette information. Idéalement, on cherche un site complètement exposé au soleil (sud-ouest) avec une durée d'ensoleillement journalière minimale de 8 h à 10 h.

Même si une longue photopériode est souhaitable, il peut s'avérer difficile de trouver un toit parfait. Il peut alors être nécessaire d'identifier sur le toit les zones les plus ensoleillées et celles plus ombragées. Les zones avec un fort ensoleillement seront utilisées pour les cultures qui

requièrent le maximum d'ensoleillement tandis que les zones plus ombragées accueilleront les cultures qui tolèrent l'ombre. Le plan de production pourra ainsi se faire en fonction des informations.

Figure 5. Impacts de la hauteur du bâtiment sur l'exposition au soleil et au vent.



3.4 Accès au toit

Lorsque le choix d'un site d'exploitation se porte sur un bâtiment existant, une des caractéristiques essentielles est l'accès au toit. Tant à la mise en place de la ferme que lors des activités quotidiennes, le transport d'équipement et de matériel sur le toit fait partie des opérations journalières. Ces déplacements de matériel et équipement, parfois très lourds, nécessitent un accès direct avec, au minimum, un escalier, mais idéalement un ascenseur (ou monte-charge). Cependant, très peu de sites possèdent un ascenseur qui relie le rez-de-chaussée au toit.

Selon Pete Ellis de Recover Green Roofs à Boston, l'accès est un enjeu très important. Un accès inadéquat signifie plus de temps de travail. Par exemple, si l'accès est seulement possible par un escalier il faut transporter manuellement les récoltes ainsi que les différents équipements et matériaux (semis, compost, etc.) De plus, pour l'installation de la ferme, cela peut devenir une contrainte importante (besoin de louer une grue, etc.).

La présence d'un quai de déchargement ou simplement d'un espace de stationnement avec une porte de garage est requise pour la livraison d'équipement ou de matériel ou encore, pour la distribution vers les marchés. En plus de l'accès principal, le toit doit idéalement avoir au

minimum une sortie de secours (pour un total de 2 sorties). Par contre, il est encore une fois généralement possible de demander une dérogation à la ville lorsque ces conditions ne sont pas réunies.

3.5 Accès aux services municipaux

Accès à l'eau sur le toit

Bien entendu, il est absolument nécessaire d'avoir un accès à l'eau sur le toit. Lors de la première visite, il est important de noter le nombre de sorties d'eau et leur localisation. Si aucun accès à l'eau n'est présent, il faut en prévoir l'installation. Idéalement, plusieurs sorties d'eau seraient nécessaires afin que l'irrigation soit gérée de façon efficace. Il sera également important de valider auprès de la ville s'il existe des restrictions quant à la quantité d'eau utilisée.

Le débit du réseau d'aqueduc à la sortie (sur les toits) est souvent trop faible pour les besoins de la production agricole. Ce dernier peut varier selon la pression dans le réseau et l'utilisation de l'eau dans le bâtiment. Lorsque le débit est insuffisant, ce qui est souvent le cas des bâtiments existants, il faut adapter le système d'irrigation. Il est possible, si la capacité portante du bâtiment le permet, d'installer un réservoir d'eau qui se remplit à partir d'une sortie d'eau. Ce dernier, combiné à une pompe, permettra d'avoir une quantité suffisante d'eau pour alimenter le système d'irrigation à la pression désirée. Une option plus simple serait de diviser la ferme en petites zones d'irrigation. Cela permettra de réduire le débit dans chaque zone d'irrigation. La minuterie pourra par la suite instaurer des cycles d'irrigation une zone à la fois. Dans un tel cas, le choix de la minuterie devient important, elle doit avoir la capacité de gérer l'ensemble de la ferme selon sa configuration.

L'eau du réseau municipal est généralement adéquate pour l'irrigation. Même si le producteur(trice) n'a aucun contrôle sur cette ressource, il peut être pertinent d'assurer un suivi occasionnel sur certains paramètres comme le pH à l'aide d'instruments manuels comme des testeurs de pH et de conductivité. Pour obtenir plus d'informations sur l'eau d'irrigation, une analyse chimique d'eau peut être réalisée en laboratoire. Ces analyses permettront également de révéler la présence (s'il y a lieu) d'éléments qui peuvent être toxiques pour les cultures comme le sodium, le chlorure, etc. Pour plus d'informations sur la qualité de l'eau d'irrigation le document suivant présente les valeurs souhaitées en minéraux [Analyse d'eau pour fin d'irrigation](#)¹⁰.

¹⁰ Couture, I. (2004). Analyse d'eau pour fin d'irrigation, MAPAQ Montérégie-Est

Tableau 10. Valeurs souhaitées pour l'eau d'irrigation.

Paramètres	Valeurs souhaitées
pH	5 à 7
Salinité (mS)	Pas plus de 1,0 - 1,5
Alcalinité (CaCO ₃)	1 à 100 ppm (pas plus de 200)

Source : Peterson, H. G. (1999) Water quality and Micro-irrigation for horticulture. Agriculture et Agroalimentaire Canada. http://www.agr.gc.ca/pfra/water/microirr_e.htm

Électricité

Contrairement à la production en serre, la production agricole ouverte sur un toit requiert une faible consommation d'énergie. L'accès à quelques sorties électriques pour l'utilisation de certains équipements comme les minuteriers, les pompes, est cependant essentiel. Ces prises devraient idéalement être hydrofuges. Comme pour l'eau, si aucune sortie électrique n'est présente sur le toit, il faudra planifier leur installation.

Collecte des résidus et des ordures

Même si la collecte des matières résiduelles en milieu urbain n'est généralement pas un problème, il faut tout de même s'assurer qu'on a accès à ce service de la ville, particulièrement pour la collecte des résidus organiques dans le cas où le compost sur le site ne serait pas envisagé. Au cours de la saison (et particulièrement à l'automne), les quantités de résidus végétaux sont très élevées et il faut s'assurer d'avoir accès au service de ramassage ainsi qu'aux bacs nécessaires pour les entreposer.

À titre d'exemple, un site avec une production agricole diversifiée en haute densité avec un rendement moyen de 4,08 kg/m² génèrera approximativement 5,23 kg/m² de résidus organiques annuellement (voir section 6.9).

3.6 Relation propriétaire/promoteur-producteur

La grande majorité des producteurs agricoles en milieu urbain sont locataires. Ceci est d'autant plus vrai pour les producteurs sur toit, car la valeur foncière des immeubles commerciaux et industriels est très élevée. Il est donc important d'avoir une bonne relation avec le propriétaire

du bâtiment, d'autant plus que la majorité des propriétaires risquent probablement d'être réticents à l'implantation d'une ferme sur toit. Il peut être difficile de trouver le toit idéal avec un propriétaire prêt à recevoir ce type de projet et peut-être même qui accepte de s'impliquer dans le projet (ex. modifications structurelles). Il pourrait être utile de lui faire part des bénéfices qu'une ferme sur son toit peut entraîner. Par exemple, une exploitation agricole sur un toit d'un bâtiment commercial ou industriel est considérée comme une valeur ajoutée pour la communauté et les employés. Cela peut se traduire par un espace de repos accessible aux employés. C'est sensiblement la même chose pour des édifices résidentiels, puisque le toit peut ainsi devenir un espace commun pour les résidents. Dans tous les cas, il s'agit d'une relation gagnante pour tous, puisque les employés ou résidents de l'immeuble ont accès à des aliments locaux, frais, de qualité tandis que les producteurs urbains ont ainsi une clientèle pour vendre leur production. De plus, la présence d'une ferme sur le toit est également un outil de promotion pour le propriétaire du bâtiment : ils peuvent ainsi attirer ou retenir des locataires, employés, etc.

Comme c'est un type de projet non conventionnel, il est important d'avoir une bonne relation avec le propriétaire du bâtiment. Une communication franche et honnête, une écoute de ses inquiétudes et une transparence envers le projet sont les éléments essentiels afin de bâtir une saine relation avec le propriétaire de l'immeuble.

3.7 Location de l'espace : contrat, bail et exigences des 2 parties

Un bail contenant toutes les particularités de l'entente établira des bases claires et solides pour la suite du projet et pour l'occupation des lieux. Idéalement, il faudrait prioriser un bail d'une durée minimale de 5 ans, et encore mieux pour 10 ans. Cela assurerait la pérennité des investissements faits des deux côtés. De plus, certains programmes de financement demandent une durée minimale pour un bail. Par exemple, la Financière agricole du Québec exige un bail de 5 ans¹¹. Le loyer établi doit également être abordable afin d'assurer la rentabilité du projet. Différents éléments devraient se retrouver dans l'entente d'occupation du site, comme illustré dans le tableau ci-dessous.

¹¹ Sauf dans le cas d'un incubateur, voir la section sur le financement

Tableau 11. Clauses de l'entente d'occupation.

Loyer et coûts	Le coût de location (frais de loyer).
	Les charges incluses ou en sus (coûts d'électricité, modifications au bâtiment, etc.) Décrire qui paie quoi.
	Quels investissements seront faits par les parties.
Responsabilités et obligations	Définir les rôles et les responsabilités des deux parties en lien avec la mise en place et l'entretien de la ferme.
	Déterminer les activités permises et celles interdites (événements, compostage, etc.).
Accès	<p>Déterminer les conditions et modalités d'accès au toit et aux autres espaces (ex. : quai de déchargement, espaces communs) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Horaire d'accès : heures d'ouverture, accès la fin de semaine, lors de jours fériés ou en dehors des heures d'ouverture ; - Contrôle des accès (authentification, clé, carte d'accès, etc.) ; - Accès au public : nombre maximal, accessibilité, possibilité de faire des événements ou des ateliers, périodes de visite ; - Sécurité ou surveillance du site.
Espace	Superficie allouée (autant sur le toit qu'à l'intérieur).
	Utilisation de l'espace et mise en place du matériel et de l'équipement.
	Les différents paramètres de la cohabitation de l'immeuble avec les autres usagers : bruits et odeurs, circulation des employés ainsi que du matériel, de l'équipement et des récoltes.
	Intégrité et accès des ouvrages et équipements techniques d'entretien (par exemple, les drains et les événements de ventilation ne devraient pas être obstrués par les activités agricoles et devraient être accessibles en tout temps par le personnel d'entretien).
Visibilité	Visibilité et publicité des deux parties dans les différentes communications.
	À qui retombe la responsabilité des visites.

Durée et renouvellement	Définir la durée (idéalement un minimum de 5 ans).
	Déterminer les clauses et conditions de renouvellement.
	Procédure à suivre (et pénalités) dans le cas où le locataire (c'est-à-dire le producteur) se verrait dans l'obligation de cesser ses activités ou dans le cas où le propriétaire devrait mettre fin au bail.

Adapté de Bernier, A.-M., E. Duchemin. (2021) Établissement d'une ferme urbaine dans le District Central et le secteur Hodge-Lebeau : Étapes de la démarche et ressources disponibles. (AU/LAB). 28 p.

Le producteur devrait toujours publier son bail de location auprès du registre foncier du Québec. Cela le protégera d'une éviction si le nouvel acquéreur du bâtiment décidait de cesser les activités agricoles sur le toit. Si le bail est déposé, le nouveau propriétaire ne pourra y mettre fin avant son échéance. Ceci est particulièrement important dans le cas où le locataire (le producteur agricole) décidait d'effectuer des travaux ou de procéder à des investissements importants. Dans le cas où un bail ne serait pas publié au registre foncier, le nouveau propriétaire pourrait transmettre un préavis (6 mois) obligeant le locataire à quitter les lieux dans les 12 mois et ce, peu importe la durée inscrite sur le bail.

Il peut être pertinent de consulter un professionnel du milieu (tels un avocat, un conseiller juridique ou un notaire) lors de l'élaboration de l'entente. Cela permettra d'éviter différents conflits ou préjudices dans le futur. Pour tout ce qui touche aux modifications de l'entente ou toutes autres informations importantes, il est préférable de communiquer par écrit (ex. : courriel).

3.8 Intégrité structurelle du bâtiment et du toit

Aspects légaux

Une production en sol intensif ou autre toit végétalisé doit se conformer au Code du bâtiment, car ce dernier est considéré comme faisant partie du toit du bâtiment. Dans la majorité des cas, une demande de mesure équivalente devra être demandée à la Régie du bâtiment du Québec, car les normes de conformité ne sont pas nécessairement adaptées au cas d'une toiture végétalisée. L'ensemble des normes de conformité peut être consulté dans le document [Critères techniques visant la construction de toits végétalisés](#) de la Régie du bâtiment du

Québec. Il est important de noter que des pots ou une production hors-sol (bacs amovibles) ne sont pas visés par le Code du bâtiment, car ils sont considérés comme du mobilier¹².

Deux éléments importants sont à prendre en compte pour l'évaluation du potentiel d'un toit pour l'agriculture : la notion d'étanchéité ainsi que celle de charge portante. Ces derniers requièrent une évaluation qui sera réalisée par des professionnels.

Étanchéité

L'étanchéité du toit est importante à examiner dans l'analyse du projet. Dans le cas d'un bâtiment déjà existant, il est essentiel de faire inspecter la membrane du toit par un architecte afin d'évaluer son étanchéité. Des modifications ou un remplacement complet de cette dernière pourraient être nécessaires. En outre, le drainage doit être optimal, car des accumulations d'eau à certains endroits pourraient non seulement avoir des conséquences sur l'étanchéité du toit, ce qui entraînerait des fuites, mais également sur la production agricole (terreau trop humide, asphyxie des racines, etc.) Dans tous les cas, une protection d'étanchéité doit être mise en place.

Membrane de protection

Avant d'aller de l'avant avec les travaux apportés au toit, il est important de différencier les besoins pour les différents types de production. Dans tous les cas, l'isolant et la membrane d'étanchéité auront les mêmes caractéristiques que pour n'importe quel bâtiment. Pour une production en sol intensif, d'autres couches se superposeront à ces deux derniers. Il s'agit d'une couche anti-racine (plusieurs épaisseurs disponibles, selon le type de végétaux), une couche de drainage, parfois une membrane capillaire, le géotextile et finalement le terreau (MILLER). Certains systèmes sont même conçus spécialement pour l'implantation d'une production en sol intensif. Dans le cas d'une production hors-sol sur un bâtiment déjà existant, il faudra s'assurer que cette dernière soit inspectée et conforme (et changée dans le cas échéant) avant d'y installer le projet.

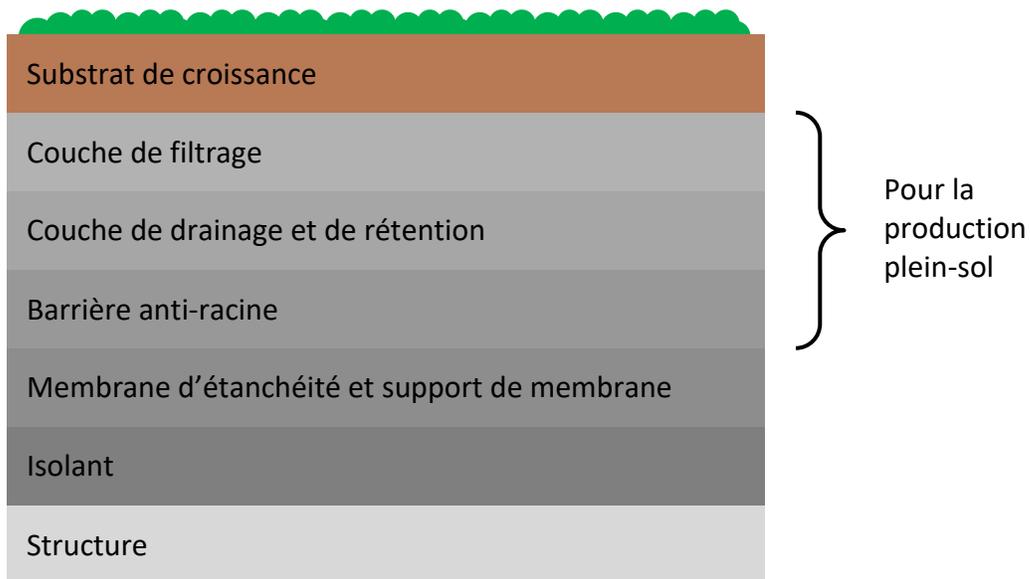
Rôles des différentes couches de la membrane :

- Couches de la membrane nécessaire au bâtiment :
 - Étanchéité : Dois en quelque sorte imperméabiliser la structure, afin qu'il n'y ait pas de fuite dans le bâtiment ;
 - Isolation : Permet de créer une barrière isolante entre le bâtiment et l'extérieur.

¹² Bélanger, C. (2015). Critères techniques visant la construction de toits végétalisés. Régie du bâtiment du Québec. 24 p.

- Couches supplémentaires nécessaires pour une production plein-sol :
 - Filtration : Doit permettre à l'eau de s'écouler tout en conservant les particules du substrat dans la zone de production ;
 - Drainage : Doit diriger l'eau vers les drains en limitant le plus possible l'accumulation d'eau ;
 - Dispositif anti-racine : Permet d'empêcher les racines de s'introduire dans les couches plus basses de la membrane et de l'immeuble.

Figure 6. Composantes de la membrane.



Adaptée de Bélanger, C. (2015) Critères techniques visant la construction de toits végétalisés. Régie du bâtiment du Québec. 24 p.

La membrane devrait également être soumise à un test d'étanchéité avant que le site soit mis en culture.

Professionnels à consulter

Les principaux professionnels à consulter sont un ingénieur en structure ainsi qu'un architecte. Leurs différentes compétences sont listées au tableau ci-dessous. Il est nécessaire de faire appel à ces professionnels afin de confirmer certaines exigences ou d'étudier les modifications à apporter. Certains propriétaires d'immeuble ont déjà des liens avec des professionnels, il pourrait s'avérer judicieux de les contacter à priori. Sinon, il est possible de communiquer directement avec les ordres professionnels pour obtenir les coordonnées d'un professionnel

compétent en la matière. D'autres experts pourraient également être amenés à contribuer dans certains cas précis : ingénieur en électromécanique, architecte paysagiste.

Tableau 12. Champs de compétences des professionnels.

Ingénieur en structure	Architecte
<ul style="list-style-type: none"> - Déterminer la charge portante - Obtenir une certification pour la dalle de plancher - Autoriser d'importantes modifications structurelles 	<ul style="list-style-type: none"> - Évaluer l'étanchéité de la membrane - Faire les demandes de permis de construction - Définir les aménagements nécessaires pour une sortie d'eau - Énumérer les exigences de conformité au code du bâtiment - Estimer les risques de combustibilité

Adapté de Bernier, A.-M., E. Duchemin. (2021) Établissement d'une ferme urbaine dans le District Central et le secteur Hodge-Lebeau : Étapes de la démarche et ressources disponibles. (AU/LAB). 28 p.

3.9 Portance du toit

Notion de capacité portante

La production agricole sur toit implique des charges importantes dues notamment au poids du terreau, des équipements et de la neige. De plus, le poids du terreau influence considérablement la capacité portante, car cette dernière dépendra des matériaux qui le composent, de même que l'épaisseur souhaitée (entre 8 et 12 po). Pour tous les projets de production sur un toit, il est nécessaire de connaître la charge portante du bâtiment où sera installée la ferme. Celle-ci influencera les types d'aménagements possibles ainsi que le mode de production (pleine terre, hors-sol, etc.). Il est important de faire évaluer la charge portante de l'immeuble dans les premières phases du projet : des rénovations, si nécessaires, pourraient avoir un impact sur la viabilité du projet.

Dans le cas de la construction d'un bâtiment neuf, il est facile d'adapter la charge portante aux besoins de l'entreprise agricole. Par contre, dans le cas de l'implantation d'une ferme sur un toit existant, les possibilités seront dictées par la portance actuelle du toit, à moins que le propriétaire accepte de faire les investissements nécessaires pour renforcer la structure. Pour les bâtiments existants, la capacité portante varie selon plusieurs paramètres : l'âge du bâtiment, le type d'usage (résidentiel, commercial, industriel), les matériaux utilisés pour la structure (acier, bois, béton), la structure en tant que telle. La majorité des bâtiments n'ayant

pas été conçus pour héberger une ferme sur le toit, la capacité portante peut devenir un facteur limitant dans le choix d'un site. De plus, comme mentionnée précédemment, la production en sol intensif requiert une charge portante plus élevée que les autres systèmes, notamment à cause du poids du substrat.

C'est l'ingénieur en structure qui a la responsabilité de déterminer la charge portante. Son travail peut être grandement simplifié lorsque le plan du bâtiment est disponible. Si la charge portante n'est pas suffisante pour porter un projet de production agricole, celui-ci pourra recommander des travaux afin de renforcer la structure. Par contre, ces derniers peuvent engendrer des coûts très élevés.

Charges à prendre en considération

Plusieurs éléments doivent être considérés lors du calcul des charges structurales :

- La composition du substrat
- La profondeur du substrat (8 à 12 po)
- Le poids du substrat saturé en eau : calcul selon la densité du substrat et la profondeur (ou le poids et la quantité de contenants)
- Le poids de l'eau de pluie ou d'irrigation
- Le poids de la végétation
- L'accumulation de la neige en hiver, de la glace ou du verglas (poids en surplus)
- Le poids de l'équipement et du matériel (bidons d'eau, zone de compostage, etc.)
- Le poids relié à la présence d'employés ou de visiteurs (souvent exprimé en nombre de personnes) : la capacité ne sera pas la même pour une ferme avec ou sans événementiel
- La présence d'une serre sur le toit

3.10 Travaux à effectuer

Différents travaux pourraient devoir être réalisés avant la mise en place de la ferme. Dans tous les cas, ceux-ci doivent être réalisés par des professionnels. D'abord, dans le cas où la structure ne serait pas suffisamment solide pour supporter les différentes charges requises au fonctionnement de la ferme, des travaux de renfort de la structure seraient à réaliser. Par contre, le prix de ce type de travaux étant très élevé, il est important de faire analyser la capacité portante de la structure au début du projet.

Selon Roxanne Miller de chez Soprema, dans 80 % des cas des projets en sol intensif sur des

bâtiments existants, il faut apporter des modifications à la structure, ce qui engendre des coûts importants.

Un autre type de travaux à réaliser est le changement de la membrane de protection. Celle-ci a une durée de vie variable et, si elle est endommagée ou si elle a déjà quelques années d'usure, il est préférable de la changer dès le début. Il est aussi important de s'assurer de bien protéger cette membrane pour lui assurer une durée de vie la plus longue possible.

Selon Pete Ellis de chez Recover Green Roofs, choisir une bonne membrane qui durera 20, 30 et même 40 ans vaut plus la peine que d'opter pour une membrane bon marché qui sera à changer dans seulement 10 ans.

3.11 Considérations physiques quant à l'espace

Différents éléments physiques sont à prendre en considération pour l'aménagement de l'espace. Ces composantes auront un impact sur la surface de production, car elles occupent un espace qui deviendra non exploitable.

Édicules (émergences techniques)

La présence de certains éléments sur le toit reliés aux multiples systèmes du bâtiment (drainage, ventilation, etc.) est nécessaire au fonctionnement de ces derniers et ne peut être retirée. Il faut les considérer dans le plan de configuration de l'espace, car, en plus de représenter une surface non productive, ils doivent être accessibles en tout temps pour leur entretien. Il faut également s'assurer de ne pas les endommager ou les obstruer. Parmi les édicules les plus communs, notons les drains, les événements, les tuyaux ou conduits, les antennes, ainsi que les équipements reliés à la climatisation et la ventilation.

Figure 7. Exemple d'édicules sur le toit.



Crédit photo : Laboratoire sur l'agriculture urbaine

Dispositifs de sécurité

Selon le Règlement sur la santé et la sécurité au travail, des mesures de sécurité doivent être mises en place lorsqu'un risque de chute de plus de 3 m est possible. Plusieurs options sont possibles :

- Garde-corps (peut également servir de brise-vent, dans certains cas)
- Équipement de protection collectif (ex. : filet de sécurité)
- Équipement de protection individuelle : harnais relié à un système d'ancrage anti-chute
- Autre moyen équivalent (par exemple une ligne d'avertissement qui détermine le périmètre de travail)

Beaucoup de bâtiments industriels et commerciaux ne sont pas conçus pour accueillir des événements, il se peut que des modifications supplémentaires doivent être apportées dans le cas où le toit serait accessible au public (ex. : pour des visites ou événements).

3.12 Tableau résumé des conditions propices à un site de production

Tableau 13. Vérification de la faisabilité technique.

Éléments à vérifier	Critères ciblés
Superficie du site (surtout l'espace de production disponible)	Variable selon les besoins, mais généralement un minimum de 2000 m ² est nécessaire ¹³ , idéalement le moins d'émergences techniques (constituent un obstacle à la superficie de production)
Inclinaison du toit	Pente nulle (moins de 1 %) ou plane (1-5 %) afin de limiter l'érosion du substrat
Matériaux de la structure	Idéalement en béton (offre généralement une bonne portance), mais à vérifier avec un ingénieur
État de la toiture	Idéalement, la toiture a été récemment refaite (ou c'est une construction neuve) afin d'assurer une bonne pérennité au projet
Portance du toit	Variable selon le type de projet, le choix du terreau et l'épaisseur de ce dernier. Minimum d'environ 277 kg/m ² (56,68 lb/pi ²) pour un terreau particulier à l'agriculture urbaine (10") avec une membrane qui retient l'eau au maximum (de type Rétention). Voir section 3.10 sur la portance du toit pour plus de détails.
Possibilité d'installer des équipements (abri, cabanon, réserve d'eau, etc.)	Espace disponible sur le toit (ou à l'intérieur), capacité portante suffisante (selon les besoins de la production)
Positionnement et orientation du site	Peu ombragé (idéalement plus de 8 h/jour d'ensoleillement), facteur éolien relativement faible
Accès au site	Accès possible en tout temps (24/7), facilité d'y

¹³ E. Duchemin, C. Huot (2020). Fiche économique fermes maraîchères sur toit. Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine/Laboratoire sur l'agriculture urbaine, 32 p.

	transporter du matériel (escalier/ascenseur)
Sécurité du toit	Dois respecter les normes de la RBQ (garde-corps, périmètre de sécurité, sortie de secours)
Accès à l'eau	Au moins un accès à l'eau (à moins de 20 m) et idéalement plusieurs
Accès à l'électricité	Présence de prises électriques (idéalement hydrofuges), ou possibilité d'en rajouter
Drainage de l'eau en surplus	Présence de plusieurs drains, ou possibilité d'en rajouter

Note : Il peut être très utile de demander les différents plans (localisation, architecture, structure) du bâtiment afin de faire les vérifications nécessaires à la faisabilité du projet.

3.13 Données climatiques

Lors de la sélection du site et de la planification de la production, il faut tenir compte de la particularité de chacun des sites urbains. En réalité, chaque toit peut être considéré comme ayant son propre microclimat avec des températures généralement plus élevées que celles au sol. Les toits urbains constituent ainsi des îlots de chaleur. Il est important de tenir compte de cette différence de température lors de la planification de la saison de production, car celle-ci affectera la croissance et le développement de certaines cultures.

Les figures ci-dessous montrent l'écart des températures entre un toit au centre-ville et 3 sites situés en périphérie de la ville. On peut noter que la température diurne à la ferme expérimentale du Palais des congrès est largement supérieure aux autres sites. Cette différence est de l'ordre de de 2,3 à 5,2 °C. Cependant, les températures nocturnes sont plus faibles sur le toit que dans les autres sites.

Figure 8. Graphiques des températures diurnes (à midi)

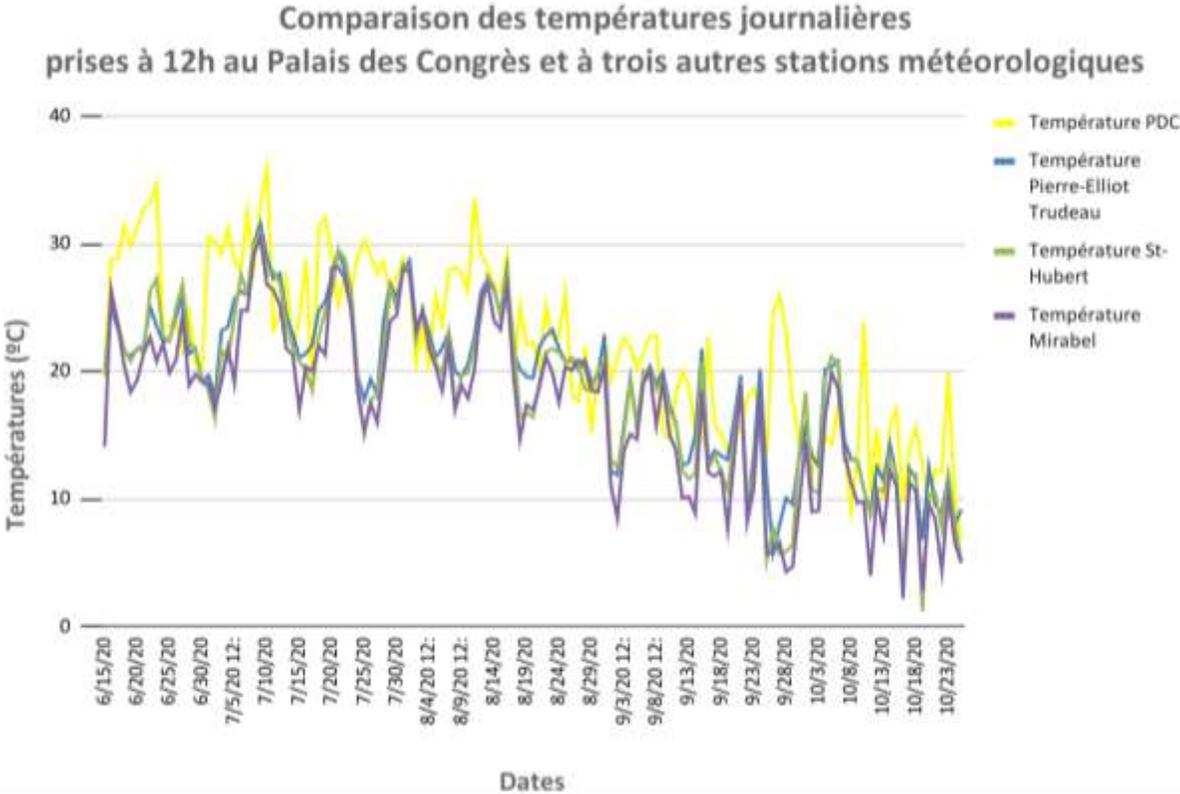


Figure 9. Graphiques des températures nocturnes (5h).

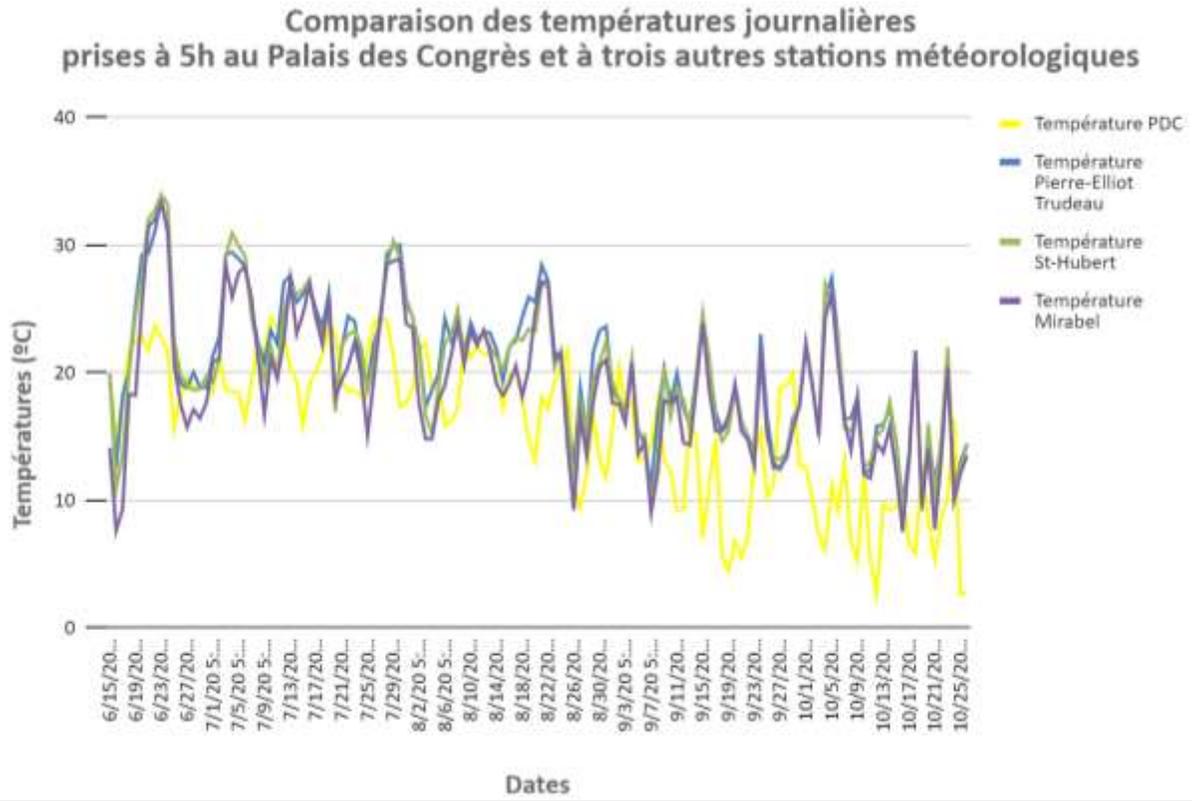


Tableau 14. Moyenne/écart des températures prises à midi.

Mois	Palais des congrès	Mirabel	St-Hubert	Pierre-Elliott-Trudeau	Écart moyen
Juin	27,3 °C	21,2 °C	23,3 °C	22,7 °C	+ 4,8 °C
Juillet	28,2 °C	22,6 °C	23,7 °C	24,6 °C	+ 4,6 °C
Août	24,1 °C	20,8 °C	21,5 °C	22,5 °C	+ 2,5 °C
Septembre	18,7 °C	12,1 °C	13,6 °C	14,6 °C	+ 5,2 °C
Octobre	13,5 °C	10,0 °C	11,5 °C	12,3 °C	+ 2,3 °C

SECTION 4

MISE EN PLACE DE LA FERME URBAINE

4.1 Substrat de culture de départ

Les substrats (terreaux) professionnels sont composés de différents matériaux inorganiques ou organiques, tels du compost, de la perlite, de la tourbe, du sable, de l'écorce, fibre de noix de coco, de la chaux, du gypse, etc. Le substrat idéal pour l'agriculture sur toit diffère des substrats standards, et ce, tant au niveau de son poids, de ses propriétés physico-chimiques que de sa rétention en eau¹⁴. Un des enjeux les plus importants pour la production agricole sur toit concerne inévitablement le poids du substrat utilisé. Ainsi, il faudra prioriser un substrat léger de faible densité, tout en offrant une bonne capacité en rétention d'eau (surtout pour la production hors-sol). Ainsi, un substrat pour le toit est généralement de 8 à 10 fois plus léger et retient de 3 à 4 fois plus l'eau que des substrats conventionnels.¹⁵

Également, le fait d'opérer une ferme en milieu urbain permet d'accéder à différentes matières organiques résiduelles ainsi que différents sous-produits issus des exploitations avoisinantes. Voir la section 6.10 sur l'économie circulaire pour obtenir plus d'informations.

Principales caractéristiques recherchées pour le substrat :

- Faible densité et poids léger : les quantités de substrat nécessaires sont importantes et le poids total du substrat doit être considéré ;
- Bonne capacité de rétention en eau : la profondeur du substrat est généralement limitée, il est donc nécessaire qu'il soit capable de retenir une quantité suffisante d'eau ;
- Bonne aération (bonne porosité).

Caractéristiques physiques et chimiques recherchées :

- Caractéristiques physiques : mélange de différents matériaux permettant ainsi un ratio égal entre la portion physique, l'eau et l'air ;
- Caractéristiques chimiques : Conductivité électrique adéquate (généralement autour de 0,9-1,2 mmhos/cm) et pH optimal (entre 5,5 et 6,5)¹⁶.

¹⁴ Caputo S., Iglesias P., Rumble H. (2017) Elements of Rooftop Agriculture Design. In: Orsini F., Dubbeling M., de Zeeuw H., Gianquinto G. (eds) Rooftop Urban Agriculture. Urban Agriculture. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57720-3_4

¹⁵ Petrović, N., J. Radosavljević, N. Tošić, A. Vukadinović. (2017). Types and Features of Green Roof Substrates. 10th International Scientific Conference

¹⁶ Rodríguez-Delfín A., Gruda N., Eigenbrod C., Orsini F., Gianquinto G. (2017) Soil Based and Simplified Hydroponics Rooftop Gardens. In: Orsini F., Dubbeling M., de Zeeuw H., Gianquinto G. (eds) Rooftop Urban Agriculture. Urban Agriculture. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57720-3_5

Selon Roxanne Miller de chez Soprema, la granulométrie du substrat pour une production en sol intensif doit permettre à la fois un bon drainage tout en retenant l'eau. Également, les particules très fines sont à éviter, car elles ont tendance à sédimenter vers le bas et à boucher la membrane de drainage.

La mise en place d'une ferme sur un toit nécessite l'achat d'un très grand volume de terreau. Idéalement, ce dernier devrait contenir une charge fertilisante (compost), sinon, l'ajout de compost est essentiel. À titre d'exemple, pour chaque m² d'une production en sol intensif d'une profondeur de 25 cm, il faudra environ 250 litres de terreau. Pour ce qui est d'une production hors-sol (4 pots de 75 litres au m²), la quantité de terreau s'élèvera au minimum à 300 litres. Quant au compost, une application annuelle de 1,5 à 2 kg par m² semble adéquate pour assurer la fertilité du substrat.

Lors de l'installation de la ferme, il faut envisager la livraison du terreau et du compost en vrac. L'utilisation d'une grue, qui déposera le matériel directement sur le toit, est fortement recommandée.

Tableau 15. Quantités de terreau et de compost nécessaires.

	Terreau	Compost
1 m ² - Sol intensif (25 cm de profondeur)	250 litres	1,5 à 2 kg
1 m ² - Avec contenants (4)	300 litres	

De telles quantités de terreau ne peuvent être changées annuellement. Le terreau qui sera mis en place lors de l'installation de la ferme sera utilisé durant plusieurs années. L'expérience de la ferme expérimentale du Palais des congrès a démontré que ces terreaux sont conçus pour des usages répétés et que les apports en amendements organiques en assurent la durabilité (voir les sections 4.1 et 6.8).

4.2 Modes de production

Il existe divers modes de production comportant chacun des avantages et des inconvénients. Pour une nouvelle construction, toutes les possibilités sont possibles. Par contre, pour un bâtiment existant, plusieurs limites vont s'imposer.

Tableau 16. Avantages et inconvénients des différents modes de production.

Type	Avantages	Inconvénients
Production sol intensif	<ul style="list-style-type: none"> - Pérennité du substrat plus facile à assurer (voir section 6.8); - Meilleure protection de la membrane du toit ; - Facilité de faire des semis directs (avec un semoir) ; - Meilleure rétention d'eau ; - Impacts sur l'isolation du bâtiment ; - Permet l'agriculture biologique. 	<ul style="list-style-type: none"> - Investissements très élevés ; - Enjeu au niveau de la fertilité (long terme) du terreau ; - Requiert une grande superficie plane et peu d'édicules.
Production hors-sol	<ul style="list-style-type: none"> - Coûts d'implantation moins élevés ; - Bonne flexibilité (possibilité de déplacer les pots) ; - Installation rapide et facile ; - S'adapte aux différentes configurations des toits; - Permet l'agriculture biologique. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérennité du substrat de base plus difficile à assurer sur le long terme ; - Perte d'espace (entre les pots).
Production verticale sur feutre	<ul style="list-style-type: none"> - Optimisation de l'espace ; - Possibilité de réutiliser l'eau d'irrigation (assurer le suivi de la CE et du pH régulièrement). 	<ul style="list-style-type: none"> - Investissements élevés ; - Variété limitée de cultures (principalement des fines herbes et fleurs comestibles).

Adapté de Duchemin, E., C. Huot. (2020) Fiche économique : fermes maraîchères sur toit. (AU/LAB). 32 p.

4.2.1 Production avec substrat

La production avec substrat implique l'utilisation d'un terreau comme support de culture. Elle peut être exécutée en mode hors-sol (en contenant) ou en sol intensif. De plus, certains systèmes de production verticale peuvent inclure l'utilisation de substrat.

4.2.1.1 Sol intensif

La production en sol intensif sur un toit se caractérise par la présence de terreau d'une profondeur minimale sur l'entièreté de la surface (ou une partie), à la manière de planches de cultures. Ce mode de production imite en quelque sorte les productions maraîchères bio-intensives en champ. Selon l'aménagement du toit, ce dernier est utilisé à son maximum pour la production agricole.

Figure 10. Production en sol intensif sur le toit d'un supermarché, IGA famille Duchemin.



Crédit photo : Laboratoire sur l'agriculture urbaine

Il existe plusieurs types de toits verts, mais pour la production agricole, on doit prioriser les toits verts de types intensifs qui offrent une épaisseur de terreau supérieure aux autres types d'aménagements, ce qui permet une plantation d'une grande variété de plantes. Par contre, le poids est plus important, ce qui doit être pris en compte. C'est pour cette raison qu'il est nécessaire d'impliquer des spécialistes tels ingénieurs et architectes.

Profondeur idéale

La profondeur choisie sera souvent dictée par la capacité portante du bâtiment ainsi que par le coût d'installation. Une production agricole nécessite une profondeur de substrat supérieure à un simple toit vert extensif, c'est-à-dire généralement de l'ordre de 20 à 30 cm (8-12 po)¹⁷. La charge structurale augmente avec l'épaisseur du substrat. Pour chaque cm de profondeur, on calcule environ de 7,5 à 12,5 kg/m²¹⁸. Il ne faut pas sous-estimer l'importance du poids que peut prendre le sol une fois saturé d'eau. Un mètre cube de substrat peut peser jusqu'à 1 600 kg¹⁹.

Le choix de la profondeur du sol doit tenir compte à la fois des limites de la charge portante du toit, de la capacité de rétention en eau du substrat ainsi que des besoins des cultures. La profondeur du système racinaire des cultures déterminera si ces dernières sont propices à être cultivées dans un système en sol intensif. Par exemple, l'asperge, qui produit des racines très profondes, ne peut être plantée sur un toit. Également, la profondeur d'un substrat aura un impact sur la quantité d'eau retenue sur le toit, ayant ainsi un impact sur la régie d'irrigation.

Tableau 17. Profondeur du substrat de différents sites de production.

Site	Profondeur
La ligne verte : Maraîchère	15,2 cm ^a
Santropol Roulant	30,5 cm
Brooklyn Grange (New York)	30,5 cm ^b
Toronto Metropolitan University Urban Farm	15,2 cm ^c

- a. En saison, formation d'andain (sorte de planche surélevée), ce qui permet d'augmenter la profondeur
- b. Jusqu'à un mètre sur l'un de leurs sites pour la production d'arbres fruitiers (pommiers, etc.)
- c. Avec formation de planches permanentes d'une profondeur de 25-30 cm et des entre-rangs de 5,1 cm

¹⁷ Gorgolewski M., Straka V. (2017) Integrating Rooftop Agriculture into Urban Infrastructure. In: Orsini F., Dubbeling M., de Zeeuw H., Gianquinto G. (eds) Rooftop Urban Agriculture. Urban Agriculture. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57720-3_8

¹⁸ Caputo S., Iglesias P., Rumble H. (2017) Elements of Rooftop Agriculture Design. In: Orsini F., Dubbeling M., de Zeeuw H., Gianquinto G. (eds) Rooftop Urban Agriculture. Urban Agriculture. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57720-3_4

¹⁹ Rodríguez-Delfín A., Gruda N., Eigenbrod C., Orsini F., Gianquinto G. (2017) Soil Based and Simplified Hydroponics Rooftop Gardens. In: Orsini F., Dubbeling M., de Zeeuw H., Gianquinto G. (eds) Rooftop Urban Agriculture. Urban Agriculture. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57720-3_5

Selon Roxanne Miller de chez Soprema, la profondeur idéale se situe entre 20 à 30,5 cm (8-12 po). Par contre, à plus de 30 cm, les charges structurales sont plus grandes, c'est-à-dire de l'ordre de 56,7 livres/pi².

Rappelons que le poids du substrat représente une charge extrêmement importante pour la structure du bâtiment. D'où l'importance de privilégier un substrat léger et poreux.

Configuration de l'espace

Il est important de penser à la configuration de l'espace avant même de procéder aux travaux d'installation, afin d'optimiser la superficie productive. Il faudra déterminer les espaces dédiés à la production agricole, les allées de circulation, l'espace de travail, etc. Sur de petits espaces, la haute densité est généralement à privilégier, mais le site doit être configuré de façon efficace pour faciliter les travaux de récolte et d'entretien. Beaucoup de producteurs privilégient la mise en place de planches permanentes. Il s'agit d'une sorte de billon d'une largeur fixe, comme démontré à la figure ci-dessous. Les zones cultivables sont surélevées tandis que les chemins de passage sont plus bas, réduisant ainsi la profondeur du substrat à ces endroits. L'idéal est d'uniformiser la largeur de même que la longueur des planches, afin de faciliter le travail. Certaines tâches seront alors plus faciles à réaliser, comme la pose de toile de protection et des paillis. Finalement, il est préférable de regrouper des planches en bloc de cultures, ce qui facilitera la planification de la saison et la rotation des cultures.

Figure 11. Production en planches permanentes au jardin des Patriotes à Montréal.



Crédit photo : Laboratoire sur l'agriculture urbaine

4.2.1.2 Hors-sol (en contenants)

La production hors-sol est distincte de celle en sol intensif, car elle s'effectue à partir de contenants, bacs ou pots. Ceux-ci peuvent être de différents volumes fabriqués à partir de divers matériaux : géotextile, plastique, bois, etc. Ils doivent assurer un drainage parfait.

Pour la production hors-sol, il est nécessaire d'installer une membrane de drainage en dessous des contenants ce qui permettra de diriger les excès d'eau vers les drains.

Configuration de l'espace

Une des premières étapes est de déterminer la densité de production selon le type de contenants utilisés. La production hors-sol signifie que le toit sera configuré à partir de blocs à l'intérieur desquels les contenants seront positionnés en rangées. Bien qu'un des avantages de la production en contenants soit que ces derniers puissent être déplacés facilement, il est préférable de déterminer dès le départ quel sera le nombre de contenants par rangée et donc par bloc.

À la ferme expérimentale du Palais des congrès, plusieurs dispositions ont été mises à l'essai : rangées simples, doubles et triples (voir figure ci-dessous). Même si les rangées triples

permettent de densifier l'espace au maximum, cette configuration rend également plus complexes les tâches d'entretien et les récoltes. Par exemple, pour des cultures telles que la laitue ou le céleri qui requièrent peu d'entretien et dont la récolte se fait aisément, des rangées triples conviennent amplement. Cependant, pour d'autres cultures comme les tomates (drageonnage, effeuillage) ou les haricots, il faudra préférentiellement opter pour des rangées doubles.

Tableau 18. Avantages et inconvénients de différents types de contenants.

	Avantages	Inconvénients
Pot en géotextile	Léger, assure une bonne aération, abordable, se déplace aisément, approvisionnement facile, offert en différents formats, bonne durabilité.	S'assèche plus rapidement (dû entre autres à la bonne aération).
Bac en plastique à réserve d'eau	Bonne capacité en rétention en eau, se déplace facilement, durable.	Coût plus élevé.
Bac en bois	Construction adaptée selon les besoins du site, bonne durabilité.	Le bois doit être traité et entretenu, augmente le poids au m ² , prix élevé, amovible.
Caisse de lait rigide (avec doublure en géotextile)	Facile à déplacer et à entreposer, aucune perte d'espace entre les pots, offerte en différents formats, durable.	Volume limité de substrat (limite la diversification de production), coût élevé.

Figure 12. Pots en géotextile disposés en rangées doubles et triples.



Crédit photo : Laboratoire sur l'agriculture urbaine

4.2.2 Production verticale

La production verticale est un moyen efficace d'optimiser l'espace et d'occuper un lieu considéré comme inapte à la production agricole. Cette densification permet d'augmenter les rendements au m², même si le rendement par plant demeure inchangé. La majorité des systèmes rendent également possible la production en circuit fermé c'est-à-dire lorsque l'eau y est recyclée en permanence : un réservoir récupère l'eau en fin de parcours, la filtre et la réalimente en fertilisant pour être ensuite retournée dans le système d'irrigation. Cela permet de diminuer de façon significative les prélèvements en eau du réseau municipal, ainsi que l'utilisation d'engrais de synthèse.

Côté main-d'œuvre, les besoins sont moindres pour ce type de production. Moins d'entretien des végétaux (taille, tuteurage, effeuillage), aucun désherbage, récolte facile. Bien entendu, le choix des variétés influencera le temps de main-d'œuvre nécessaire. Toutefois, un système de production verticale peut demander du temps au niveau de l'entretien et de la réparation des équipements et du matériel. Ces systèmes utilisent généralement des pompes, des injecteurs et beaucoup de tubulures qui doivent être entretenus régulièrement et ces systèmes sont grandement dépendants d'une irrigation constante. Un bris du système d'irrigation peut ainsi entraîner d'énormes pertes au niveau des rendements.

Un des inconvénients de la production verticale est le choix restreint des variétés maraîchères et fruitières qui peuvent être cultivées dans ces systèmes. En effet, ces systèmes sont

particulièrement adaptés aux légumes feuilles, fines herbes et autres variétés de petite dimension (pak-choï, fraise, haricot nain). Également, ils ne sont pas accessibles à l'agriculture biologique, car selon la réglementation canadienne, la production biologique se distingue par la présence d'un sol ou d'un substrat d'un volume suffisant. La production verticale a recours à la fertigation, une méthode de fertilisation qui comprend l'utilisation d'engrais de synthèse solubles.

Finalement, il existe plusieurs systèmes de production verticale : les systèmes de colonnes verticales (hydroponique ou aéroponique) circulaires ou carrées et ceux avec des membranes de feutres, considérés comme semi-hydroponiques.

4.2.2.1 Système de colonne verticale ou tour (hydroponique ou aéroponique)

Il s'agit d'un mode de production à partir de colonnes ou de tours verticales de différents formats. Il existe plusieurs systèmes sur le marché de hauteur variable, avec ou sans système d'irrigation inclus. Lors de la sélection du système, il faut considérer certains éléments tels que :

- La hauteur des colonnes, le nombre de compartiments (dicte la densité);
- Le système d'ancrage (les tours doivent être bien ancrées au toit);
- La solidité et la résistance du matériel (les colonnes seront soumises aux conditions climatiques du toit comme les rayons UV et la forte chaleur);
- Les garanties et le suivi après-vente du fabricant.

À la ferme de Nature Urbaine, à Paris, une colonne comprend 52 espaces de plantation, ce qui équivaut à une densité de plantation de 52 plants/m².

Figure 13. Système de colonne ZipGrow à la ferme expérimentale du Palais des congrès



Crédit photo : Laboratoire sur l'agriculture urbaine

Figure 14. Système de colonne verticale à la ferme Nature Urbaine, Paris



Crédit photo : Nature Urbaine, Instagram

4.2.2.2 Membrane de feutre (semi-hydroponique)

Depuis 2016, le Laboratoire sur l'agriculture urbaine a expérimenté l'agriculture verticale sur membranes à partir de structures autoportantes. Bien que la production verticale extérieure implique de nombreux défis techniques, ce mode de production mérite qu'on s'y attarde. Pour l'instant, il n'existe pas de système vertical commercial avec membranes, ce qui signifie que les installations doivent être mises en place par le producteur lui-même. Pour ce projet, 4 types de membranes ont été testées, certaines fabriquées exclusivement à partir de tissus recyclés, d'autres étant pourvues d'une toile de géotextile assurant leur rigidité. En fonction des matériaux utilisés, les membranes ont l'avantage d'être abordables et faciles à concevoir. Elles doivent avoir une durée de vie la plus longue possible, être rigides, démontrer une bonne rétention d'eau, assurer un ancrage adéquat pour les végétaux tout en favorisant leur développement.

À la ferme du Palais des congrès, le système de production était composé de structures autoportantes (échafaudages) dont la superficie peut être ajustée selon l'espace à occuper. Des barres de métal placées à l'horizontale à une hauteur approximative de deux mètres supportaient les membranes et le système d'irrigation (voir figures 15 et 16). Afin d'assurer une rigidité et un écoulement de l'eau optimal, chaque membrane était maintenue fermement à l'aide de tiges de métal (au centre et au verso) et de câble d'acier (au bas).

Finalement, un système de gouttières doit être installé au bas des membranes pour récupérer l'eau et les fertilisants qui n'auront pas été absorbés par les membranes et les systèmes racinaires. Différents types de gouttières, de crochets ou de câbles (maintien des membranes) peuvent être envisagés. Cependant, il est important de s'assurer que la largeur et la longueur soient adaptées au système afin d'éviter les pertes au sol (eau et fertilisant). Le système de récupération de l'eau doit également inclure des pompes qui serviront à rediriger l'eau vers des bacs de gros format afin que l'eau soit filtrée avant d'être à nouveau utilisée.

Figure 15. Structures autoportantes avec membranes supportant les transplants.



Crédit photo : Laboratoire sur l'agriculture urbaine

L'irrigation, la fertilisation et la gestion de l'eau

L'irrigation d'un tel système doit être constante et ajustée selon les stades de développement des cultures ainsi que des conditions climatiques du site. Pour chacune des membranes, 3 lignes d'irrigation horizontales étaient intégrées à l'intérieur des membranes (voir figure ci-dessous). Inévitablement, le système d'irrigation doit inclure un programmeur d'irrigation pour planifier les arrosages.

Quant à la fertilisation, elle est composée d'engrais de synthèse et est distribuée par le système d'irrigation (fertigation). Les doses doivent être modulées selon les stades de développement des cultures ainsi que leurs besoins nutritionnels respectifs. En cours de saison, différents paramètres comme le pH ou la conductivité électrique devraient être suivis sur une base régulière afin de s'assurer que les apports en fertilisant soient adéquats. Un système de récupération de l'eau doit être mis en place afin que les pertes en eau et en éléments minéraux soient les plus faibles possibles.

Figure 16. Membrane avec système d'irrigation.



Crédit photo : Laboratoire sur l'agriculture urbaine

Les productions recommandées : rendements

La majorité des fines herbes et plusieurs fleurs comestibles sont adaptées à la production verticale et les rendements sont très intéressants. Parmi les variétés de fleurs comestibles les plus recherchées, les espèces suivantes ont produit une abondance de fleurs d'excellente qualité tout au long des saisons de production : capucine, tagète, centaurée, giroflée, pensée, lavande naine, calendula, œillet. Pour ce qui est des plantes maraîchères et fruitières, le haricot, la bette à carde, le poivron nain et la fraise sont ceux qui ont démontré un certain potentiel en mode vertical. Certaines légumes et divers légumes orientaux (pak choi) pourraient également être insérés au plan de production. La limitation des variétés cultivables est due, en partie, à l'importante biomasse produite par certaines espèces telles la tomate ou les cucurbitacées (concombre, courge, melon) qui nécessite habituellement un système de tuteurage. Un tel système pourrait cependant être mis en place afin de soutenir cette abondance de verdure. À noter qu'un système de treillis est installé sur les infrastructures pour soutenir la croissance des haricots grimpants.

Figure 17. Productions verticales sur membranes de feutre.



Crédit photo : Laboratoire sur l'agriculture urbaine



Crédit photo : Sous les fraises (Paris), Instagram

Tableau 19. Variétés adaptées à l'agriculture verticale.

Légumes et fruits	Fines herbes*	Fleurs*
Haricot*	Basilic	Capucine
Pak-choï	Origan	Tagète
Laitue	Persil	Centaurée
Betterave	Sarriette	Giroflée
Poivron miniature*	Estragon	Viola, pensée
Bette à cardes*	Menthe	Cosmos
Fraise	Shiso	Lavande
	Livèche	Calendula
	Agastache	Oeillet
	Verveine	
	Ficoïde glaciale	
	Aneth	

* Variétés à privilégier

Tableau 20. Rendements potentiels des variétés sur membranes de feutre.

Variétés	Densité/m ²	Rendement (kg)	Rendement/m ² (kg)
Basilic ^b	Entre 12 et 13 plants/m ² Hydroponique : 10 à 25 plants/m ²	247	3,75
Origan ^c		9	0,6
Persil ^a		20,4	1,25
Menthe ^a		17,5	1,62
Haricot ^a		16,3	1,51
Fleurs comestibles ^a			

a. Essai 2020

b. Basilic génois, thaï, grec et pourpre

c. Essai 2018 (problèmes d'irrigation)

En résumé, malgré les nombreux enjeux, la production verticale est un moyen efficace d'optimiser l'espace. Aussi, jumelée à d'autres modes de culture, elle permet de densifier la production sur un espace restreint, particulièrement si la production s'effectue des deux côtés des infrastructures comme le projet Vertical de la ferme expérimentale du Palais des congrès.

Tableau 21. Avantages et inconvénients des différents systèmes verticaux.

Type	Avantages	Inconvénients
Colonne verticale	<ul style="list-style-type: none"> - Gestion optimale de l'eau et des fertilisants ; - Densité élevée ; - Bonne durabilité, système solide ; - Facile à se procurer ; - Requiert peu de main-d'œuvre ; - Suivi possible du fabricant. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût d'achat élevé ; - Faible diversité de production ; - Non admissible à une certification biologique ; - Sensible au bris mécanique.
Membrane de feutre	<ul style="list-style-type: none"> - Densité élevée ; - Facile à installer ; - Infrastructures solides et durables ; - Possibilité d'utiliser des membranes fabriquées à partir de matériaux recyclés ; - Faible coût des membranes ; - Requiert peu de main-d'œuvre ; - Possibilité d'ajouter des sections à peu de frais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Durabilité et résistance variables des membranes ; - Pertes en eau importantes ; - Système non conventionnel ; - Non admissible à une certification biologique ; - Important besoin en main-d'œuvre pour le montage et le démontage²⁰

4.3 Aménagement de l'espace

Peu importe le projet, une partie de la superficie du toit devra être consacrée à des usages non agricoles. Généralement, pour une ferme sur un toit, une moyenne de 10 % de la superficie totale est considérée comme non productive. Ce 10 % regroupe l'entreposage et la zone des semis de même que l'espace de nettoyage et de préparation des récoltes. Celui-ci doit comprendre minimalement un lavabo et une table de travail. Selon les productions, de l'équipement spécialisé peut s'ajouter : par exemple une laveuse et une essoreuse à mesclun.

À ce 10 % s'ajoute une section dédiée aux événements si ce type d'activité est prévu au plan d'affaires.

²⁰ Sur la ferme du Palais des congrès, pour 400 m² (rang double), 400 heures de travail ont été nécessaires (installation des membranes, des gouttières, du système d'irrigation et de récupération de l'eau et plantation)

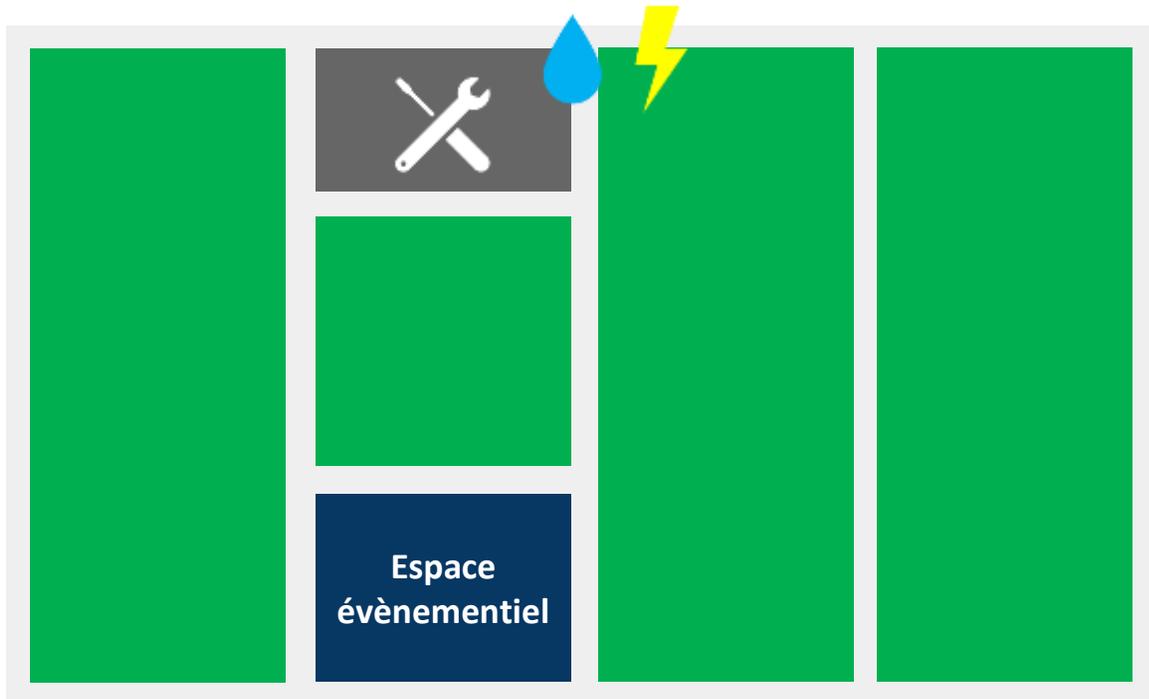
Tableau 22. Superficies des zones de production.

Superficie	Zones	Utilisation de l'espace
80-90 %	Zone de production	Correspond à la superficie productive. Inclus également les allées de circulation.
10-20 %	Zone non productive	Espace dédié au nettoyage et à la préparation des récoltes, à l'entreposage du matériel et des outils, à la chambre froide et casiers pour effets personnels
	Zone de semis	Espace pour la production ou l'acclimatation des semis
Selon les besoins	Zone événementielle (si prévue)	Espace pour la tenue d'événements sur le site (voir section 11)

Brooklyn Grange, à New York, consacre environ 6-7 % de sa superficie aux installations dédiées à la tenue d'activités événementielles diverses. Selon Gwen Schantz, co-fondatrice, il est préférable d'avoir un petit espace consacré aux événements, dans un grand espace dédié à la production.

À noter qu'une bonne planification du site doit tenir compte non seulement de la configuration, mais aussi des édicules présents de même que des sorties d'eau et électriques. Ceci dans le but de faciliter le travail et les récoltes.

Figure 18. Exemple de configuration.



4.4 Chambre froide et conditionnement

En agriculture urbaine, la majorité de la distribution s'effectue en circuit court, ce qui signifie que les fruits et légumes sont livrés la journée même de la récolte. C'est ce que ferait une ferme qui se situe sur le toit d'un hôtel, d'un restaurant, ou d'une épicerie : les produits seront livrés immédiatement. Par contre, dans d'autres cas, il sera nécessaire de disposer d'une chambre froide pour entreposer et conserver les produits après la récolte. Sans chambre froide, ces dernières devront être écoulées le plus rapidement possible. En pleine saison estivale où les températures sont très élevées, la conservation des fruits et légumes sans entreposage est difficile.

Une chambre froide de 12 x 16 m (192 m²) convient amplement à une production intensive d'un hectare²¹. Pour une production sur toit de 2000 m², cela équivaut à environ 40 m². Pour chaque mètre carré de chambre froide, on peut entreposer environ 150 kg de produits²². Bien entendu, cela est variable selon le type de production. 1 kg de laitue, par exemple, est

²¹ Galarneau, V. et E. Perreault. (2018). Les chambres froides et les camions réfrigérés — Fiches thématiques sur les systèmes alimentaires de proximité. Vivre en ville, 4 p.

²² Galarneau, V. et E. Perreault. (2018). Les chambres froides et les camions réfrigérés — Fiches thématiques sur les systèmes alimentaires de proximité. Vivre en ville, 4 p.

beaucoup plus volumineux que 1 kg de tomates et prendra donc plus de place. À titre indicatif, entre les mois de juillet et septembre, environ 230 kg de produits frais étaient récoltés à la ferme expérimentale du Palais des congrès en 2021.

4.5 Certification biologique

Au Québec, la certification biologique peut être obtenue en se soumettant à certaines normes. Seul un organisme de certification accrédité détient le droit de certifier un produit agricole ou alimentaire biologique. Le terme biologique est une appellation réservée qui est protégée par la Loi sur les appellations réservées et les termes valorisants. Ainsi, c'est le Conseil des appellations réservées et des termes valorisants (CARTV) qui se charge d'accréditer les organismes de certification.

Normes biologiques

Pour être désigné biologique, un produit doit respecter le [cahier des charges de l'appellation biologique au Québec](#)²³ ainsi que les [principes généraux et normes de gestion canadiennes](#)²⁴. Ces derniers édictent des normes claires et nettes pour la production biologique. L'entreprise agricole qui désire obtenir l'accréditation biologique doit également réaliser les différentes étapes exigées par l'organisme de certification ainsi que de se soumettre à des inspections.

Bien que la production de germinations, de pousses et de microverdurettes soit possible sur un toit (quoique difficile), ces dernières devront être récoltées dans les 30 jours suivant l'imbibition et, soit consommées avec leurs racines, soit séparées de leurs racines pour la consommation (article 7.4).

Éléments importants à considérer pour la production en contenant

Spécifiquement pour la production sur un toit, il est important de porter attention à quelques informations pertinentes.

Pour la production en sol intensif, si la volonté est de produire de façon biologique, il sera important de faire les démarches auprès d'un organisme de certification au démarrage afin d'obtenir rapidement la certification. Dans le cas d'une nouvelle entreprise agricole, il n'y aura pas de période de conversion. Dans tous les cas, il est important de travailler avec des professionnels afin de s'assurer que le cahier de charge soit en règle avec la norme de la

²³ CARTV. (2021). Cahier des charges de l'appellation biologique au Québec. 25 p.

²⁴ Office des normes générales du Canada. (2020). Systèmes de production biologique : Principes généraux et normes de gestion. Gouvernement du Canada, 71 p.

certification biologique canadienne.

Quant à la production agricole hors-sol, les enjeux sont plus nombreux. Comme démontré au tableau suivant, il y a des clauses particulières à la culture en contenant (intérieur ou extérieur) (article 7.5).

Tableau 23. Éléments de la certification biologique propre aux productions en contenant.

Aspect	Réglementation
Modes de production	- La production hydroponique ou aéroponique est interdite (absence de sol/substrat)
Substrat	- Le substrat doit contenir minimalement 10 % de compost et 2 % en minéraux et être constitué de substances permises dans la norme CAN/CGSB-32.311 - Les bacs pour les cultures non couvertes (à l'extérieur) doivent contenir une quantité de substrat minimale : 2,5 l/m ² de surface photosynthétique ²⁵ /semaine de production végétale ²⁶ et minimalement 60 l/m ² de surface photosynthétique - Le substrat doit être soumis à des pratiques de régénération ou de recyclage (sauf si la propagation d'un ravageur est un enjeu)
Compost	- Des applications de compost supplémentaires doivent être prévues pour les cultures indéterminées ou semi-indéterminées (aubergine, concombre, poivron, tomate)

Adapté de l'Office des normes générales du Canada. (2020). Systèmes de production biologique : Principes généraux et normes de gestion. Gouvernement du Canada, 71 p.

Pour Magali Casaubon du Santropol Roulant, la certification biologique ne valait pas la peine d'être renouvelée, dans le cas de la production sur le toit de l'édifice. Pour eux, cela représentait beaucoup de temps, d'énergie et d'argent qui peut être investi ailleurs. Ils continuent d'avoir des pratiques consciencieuses de l'environnement, sans être certifiés biologiques. Cependant, dans leur cas, ils n'ont pas l'obligation de vendre, la production a plutôt une mission d'éducation.

²⁵ La surface photosynthétique inclut également les allées entre les plants, mais exclut les espaces non productifs

²⁶ La production végétale inclut le début de la croissance jusqu'à la récolte

Selon Antoine Trottier de La ligne verte, la production sur toit comporte un avantage au niveau de la certification biologique : il n'y a pas de délai d'attente relié à la conversion des terres. En effet, lors de l'implantation, le terreau est « neuf ».

SECTION 5
MATÉRIEL ET ÉQUIPEMENT

La mise en place d'une ferme sur un toit nécessite de grandes quantités de substrat, de compost et de contenants si l'agriculture s'effectue en hors-sol.

5.1 Besoin en matériel selon le type de production

Selon le mode de production, il faudra s'assurer d'avoir le substrat ainsi que les contenants en quantité suffisante. Le tableau ci-dessous montre un aperçu des quantités requises pour une superficie de 100 m², selon différents scénarios.

Tableau 24. Quantité de contenants et de substrat nécessaires.

Pour une superficie de 100 m ²			
Sol intensif		Hors-sol ^b	
20 cm	30 cm	Pot circulaire en géotextile 20'', 75 l	Pot en géotextile 16'' x 6'
Substrat : 20 m ³ = 20 000 l = 18 000 kg ^a	Substrat : 30 m ³ = 30 000 l = 27 000 kg ^a	225 pots de 75 l Substrat : 16 875 l	62 pots de 3 sections de 302 l Substrat : 18 724 l

a. Calculé en fonction de la masse volumique du substrat Sopraflor AU (Soprema)

b. Quantités calculées en fonction d'une section de production sur la ferme expérimentale du Palais des congrès

Comme les quantités initiales sont très élevées, plusieurs scénarios devront être envisagés pour la livraison du matériel et des équipements sur le site. En absence d'un ascenseur ou d'un monte-charge qui mène directement sur le toit, il faudra envisager la location d'une grue. Si ce scénario est retenu, la demande d'un permis auprès de la ville ou de l'arrondissement est généralement obligatoire.

5.2 Liste et description du matériel et des équipements de base

Voici une liste, non exhaustive, du matériel nécessaire au fonctionnement d'une ferme sur toit.

Équipements de base :

- Lavabo
- Tables de travail
- Rangement (étagères, bacs)

- Petits outils (couteau, sécateur, ciseaux, truelle)
- Pelle
- Bêche
- Balance
- Bacs de récolte
- Bacs de livraison
- Chariot ou brouette
- Pulvérisateur manuel (ou à dos)
- Coffre à outils (tournevis, marteau, pinces, exacto, scie)
- Boyau d'arrosage, pistolet et dévidoir
- Escabeau

Équipements propres à la production sol intensif :

- Petit rotoculteur
- Petite grelinette
- Semoir (ex. : 4 ou 6 rangs)
- Récolteuse à verdurette/jeunes pousses
- Râteau
- Outils de désherbage (binette, sarcloir, houe maraîchère, pyrodésherbeur)

Équipements spécialisés :

- Couverture de protection (P19, P30, etc.)
- Arceau (métal ou plastique)
- Sac lesté (rempli de sable ou roche)
- Tuteur (en bambou, en plastique, cage à tomate)
- Mini-tunnel (tunnel flex)
- Station météo
- Tensiomètre (indépendant ou relié à la station météo)
- Instruments de mesure : pH mètre et conductimètre
- Thermomètre de surface

Tableau 25. Équipements spécialisés.

Équipement	Utilité
Couverture flottante	Disponible en plusieurs maillages. Utile pour protéger contre les ravageurs et le froid. La P-19 peut être utilisée pour la protection contre les insectes et la P-30 contre le froid (en début et fin de saison). Doit être déposée sur des arceaux et maintenue en place par des sacs de sable (ou roche). À noter que plus la couverture est épaisse, moins elle laisse passer la luminosité.
Mini-tunnel (tunnel flex)	Permet d'augmenter la température journalière (voir section 7).
Station météo	Permet de suivre les différentes conditions météorologiques (température, pluviométrie, humidité, vents, ensoleillement) pour ajuster la régie de production. Possibilité de connecter différentes sondes à la station (tensiomètre, température).
Tensiomètre	Sert à mesurer l'humidité du sol (en mesurant la tension de l'eau dans le sol). Outil essentiel pour la gestion de l'irrigation. Peut être indépendant ou relié à différents systèmes (station météo, système d'irrigation automatisé)
pH mètre et conductimètre	Permet de mesurer le pH et la conductivité électrique (CE) d'une solution (eau d'irrigation, solution nutritive, etc.) Utile pour garder un contrôle et ajuster l'eau d'irrigation et de fertigation
Thermomètre de surface	Utile pour mesurer la température du sol ou de feuilles

Figure 19. Couverture de protection (Agryl), arceaux en plastique et sacs lestés



Crédit photo : Laboratoire sur l'agriculture urbaine

Selon Antoine Trottier, président et co-fondateur à La ligne verte, différents petits équipements spécialisés, mais modifiés avec un moteur à perceuse, sont très utiles (ex. : récolteuse à verdurette). Certaines productions peuvent bénéficier de matériel plus technique. Par exemple, pour le mesclun, une laveuse et une essoreuse à mesclun peuvent simplifier grandement les opérations de lavage.

Il est aussi important de mentionner que la majorité des équipements agricoles ne sont pas adaptés à la production sur toit. Ils sont principalement conçus pour des productions en champ. Il faudra faire preuve de créativité et de débrouillardise pour les utiliser ou alors il faut les adapter à certaines techniques de production sur toit. Que ce soit pour le tuteurage des variétés grimpantes ou l'utilisation de tunnel, il faudra être créatif et trouver la meilleure façon d'utiliser le matériel.

Selon Diane Lacroix, représentante chez Dubois Agrinovation, les besoins en milieu urbain sont similaires à ceux des producteurs bio-intensifs. Les principales demandes d'équipements sont pour les systèmes d'irrigation, suivi des petits outils, puis des paillis plastiques.

Figure 20. Tuteurage des poivrons, La ligne verte: Maraîcher (toit du IGA famille Duchemin)



Crédit photo : Laboratoire sur l'agriculture urbaine

Selon Arlene Throness, manager à Toronto Metropolitan University Urban Farm, une des principales contraintes observées à la ferme est liée au tuteurage des plants. Ils utilisent un système composé de 3 tuteurs en bambou assemblés en structure qui ressemble à un tipi. Par contre, plus la saison avance et plus les plants grossissent, les tuteurs finissent par s'effondrer.

5.3 Système d'irrigation

Catégories de système d'irrigation

Il existe 2 systèmes d'irrigation qui sont communément utilisés en agriculture sur le toit : le système goutte-à-goutte et le système d'aspersion (ou micro-aspersion).

Tableau 26. Avantages et inconvénients de différents systèmes d'irrigation.

Type	Matériel	Avantages	Inconvénients
Goutte-à-goutte	Tuyau ou boyau, émetteur, piquet ou barboteur, tuyau d'alimentation	Irrigation précise (près du système racinaire), utilisation efficace de l'eau, faible coût d'achat, propice à la fertigation	Courte durée de vie des tuyaux, ralentis certaines tâches (ex. : sarclage), risques de colmatage
Aspersion/ micro-aspersion	Piquet, micro-asperseur, tuyau d'alimentation	Se déplace facilement, peut être utilisé pour protéger les cultures du gel, approprié pour de grandes surfaces, bonne durabilité des équipements, différents débits, formes et grosseurs des buses variées	Consommation importante d'eau, mouille le feuillage (propagation de maladies), pertes d'eau, influence du vent à considérer, coût de départ plus important

Adapté de Weill, A. et J. Duval (2009). Guide de gestion globale de la ferme maraîchère biologique et diversifiée. Équiterre

Sur le toit du Santropol Roulant à Montréal, le système d'irrigation est intégré dans les couches du système plein-sol. Il leur suffit de paramétrer la minuterie.

Tableau 27. Inventaire de l'équipement selon les différents systèmes.

Système de goutte-à-goutte		Système par aspersion
Sol intensif	Contenants	
<ul style="list-style-type: none"> - Drip tape (A) - Valve/adaptateur boyau (B) - Bouchon de fin de ligne (C) 	<ul style="list-style-type: none"> - Tuyau goutte-à-goutte de surface ¼ (D) OU piquets (F) OU goutteurs (G) - Microtube ¼ (E) - Connecteurs ¼ : coude, té, bouchon (I) 	<ul style="list-style-type: none"> - Arroseur OU gicleur - Support/tige - Connecteurs - Microtube *Tous ces équipements peuvent venir en un ensemble déjà monté (J)
<ul style="list-style-type: none"> - Boyau/tuyau d'alimentation : diamètre entre ½ et 3 po (K) - Connecteurs (diamètre en fonction du diamètre du boyau) - Poinçon - Collets de serrage (H) 		

Figure 21. Matériel d'irrigation.



A



B



C



D



E



F



G



H



I



K

Crédit photo : Dubois Agrinovation, https://duboisag.com/ca_fr/equipement/irrigation.html

Chez Nature Urbaine, à Paris, tous les systèmes d'irrigation sont élaborés en circuit fermé. Le tout est automatisé et peut être géré à partir d'une application sur téléphone (ex. : ajustement des doses d'engrais).

5.4 Équipements spécialisés d'irrigation et de fertigation

Équipement d'irrigation :

- Minuterie
- Pompes
- Valves électriques

Note : Il n'est pas absolument nécessaire d'utiliser un filtre lorsque l'eau provient du système municipal, car celle-ci ne comporte généralement pas de particules pouvant obstruer le système.

Tableau 28. Utilité des différents équipements d'irrigation.

Équipement	Utilité
Minuterie	Selon la taille du projet, choisir une minuterie avec un minimum d'options : avoir la possibilité de sectionner l'irrigation en plusieurs zones et en plusieurs cycles est essentiel. Il est aussi nécessaire d'être capable de planifier des séquences d'irrigation différentes pour chaque zone. Idéalement, la minuterie devrait être connectée à un système automatisé. Ainsi, l'irrigation s'ajuste en fonction des conditions météorologiques. Il est aussi possible, avec des systèmes plus technologiques, de paramétrer la minuterie à distance à partir d'une application sur un téléphone mobile (mise en place d'alertes).
Valves électriques	Les valves électriques sont installées en amont du circuit d'irrigation. Elles permettent de diviser l'irrigation en sections. Elles sont connectées à la minuterie, donc s'ouvrent et se ferment lorsque le cycle d'irrigation s'enclenche. Le nombre de valves électriques doit être le même que le nombre de zones à irriguer.
Pompes	Des pompes sont essentielles si l'irrigation s'effectue en circuit fermé. Certaines pompes peuvent être achetées en quincaillerie. Pour choisir la bonne puissance, les conseils d'un professionnel sont requis.

Figure 22. Minuterie (à gauche) et valve électrique (à droite).



Crédit photo : Dubois Agrinovation

Équipement de fertigation :

- Injecteur d'engrais
- Filtre
- Réservoirs
- Système de récupération d'eau (pour les circuits fermés)

Figure 23. Injecteur à engrais (à gauche) et filtreur (à droite)



Crédit photo : Dubois Agrinovation

Les injecteurs d'engrais sont communément utilisés en milieu fermé comme des serres. En production agricole sur le toit, ils ont l'avantage de faciliter la fertilisation des cultures. En effet, les engrais sont acheminés aux plantes par le système d'irrigation selon un taux de dilution ajusté sur l'appareil. Cet équipement doit être protégé de la pluie, il faudra donc prévoir un espace dans la zone de travail pour l'installer au mur ou sur un présentoir. Il existe plusieurs formats d'injecteur selon la superficie en culture. Le producteur(trice) qui choisira de l'utiliser ne pourra toutefois pas produire de façon biologique. En effet, les engrais organiques ne peuvent pas être utilisés avec l'injecteur, seuls les engrais solubles de synthèse sont possibles.

SECTION 6

LA PRODUCTION AGRICOLE

6.1 Comment choisir les productions agricoles

Critères de sélection

Le choix des cultures est vaste et comme les conditions climatiques sont intéressantes, le milieu urbain est propice à la production de fruits et de légumes très variés. Cependant, la sélection doit se faire selon les besoins du marché et du consommateur de même que selon l'expertise du producteur(trice).

En voici quelques exemples de critères qui peuvent influencer le choix des variétés :

- La mise en marché choisie (paniers, kiosques, restaurants, produits de transformation)
- Le mode de production (sol intensif, en contenants, vertical)
- Les variétés résistantes aux maladies et à la chaleur
- Les cultures à valeur ajoutée
- Le prix de vente vs coût de production
- Selon la demande (client)

Dans le choix des cultures, il faut prendre en considération le besoin en main-d'œuvre requis pour certaines productions, certaines ont des besoins plus élevés que d'autres. Par exemple, la tomate requiert plus de main-d'œuvre que la laitue (tuteurage, taille, etc.) Ainsi, les coûts de production et le temps de travail sont plus élevés. Il ne faut également pas sous-estimer la diversification des cultures. Même sur un toit, la diversification doit être promue. Comme pour toutes entreprises agricoles, si les conditions climatiques ne sont pas propices pour une culture en particulier mais que le plan de production est diversifié, ce ne sera pas toute la production qui sera affectée. La rotation est également essentielle. Que ce soit en sol intensif ou en contenant, certains pathogènes du sol peuvent s'établir à la ferme et perdurer dans le sol. C'est pour cette raison que le plan de production élaboré à l'hiver devrait tenir compte de la rotation des cultures.

Au fil des saisons de production, le choix des cultures s'adaptera à l'expérience personnelle : ce qui a bien fonctionné ou non, ce qui est le mieux adapté au site, ce qui demande peu d'entretien, etc. Il est aussi pertinent de choisir quelques nouvelles variétés pour voir si elles sont adaptées au site et augmenter la diversité de la production agricole.

Selon Arlene Throness, gérante à Toronto Metropolitan University Urban Farm, il faut aussi prendre en considération l'espace que nécessitent certaines cultures. Certaines occupent un espace très important et puisque l'espace est restreint, il faut penser à la rentabilité économique lorsqu'on planifie les cultures.

Selon Antoine Trottier, président et co-fondateur à La ligne verte, plusieurs variétés fonctionnent très bien :

- Les verduettes, le mesclun, les tomates (surtout cerise) et les aubergines sont de très bons vendeurs sur le toit du IGA famille Duchemin*
- Les choux, le pak-choï et le kale fonctionnent aussi très bien, mais nécessitent une attention particulière pour la phytoprotection (ex. : filets)*
- Les cucurbitacées (spécifiquement les courges d'automne) sont à éviter, car il fait très chaud sur le toit : certaines variétés peuvent fonctionner si l'irrigation est optimale (ex. : courgettes)*

6.2 Planification des cultures

Calendrier de production et cycles de production

Selon les cultures choisies, plusieurs cycles de production sont possibles au courant de la saison. Afin de maximiser les rendements, il est important de faire une bonne planification de la saison : semis, plantation, nettoyage et récolte. Plusieurs informations sont nécessaires pour y parvenir : temps de production des semis, nombre de jours avant récolte, récolte simple ou multiple (tout au long de la saison), etc. Une bonne planification permettra d'enchaîner les plantations tout en maximisant les récoltes pour chaque cycle de production. Évidemment, malgré une excellente planification, certains événements et conditions climatiques peuvent survenir notamment en lien avec la température, la pluviométrie, les chaleurs extrêmes, etc. Il est important de se rappeler que les températures sur les toits sont souvent plus élevées qu'au sol : cela permet de devancer les premières plantations et donc, d'offrir des primeurs à sa clientèle. À la ferme expérimentale du Palais des congrès, comme le couvert de neige était très faible, les travaux printaniers débutent généralement à la mi-mars avec les premiers semis réalisés au début d'avril.

Tableau 29. Exemple d'un calendrier de production printemps-automne.

Zone	Avril				Mai				Juin				Juillet				Août				Septembre				Octobre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Radis																Mesclun											
2				Pak-Choï																Épinard								
3				Chou-rave												Rabiole												
4			Épinard														Laitue											
6				Laitue																Radis								
7				Haricot																Mesclun								

6.2.1 Production de semis

C'est surtout l'espace disponible qui déterminera si on peut réaliser ses propres semis ou s'il sera préférable d'acheter des transplants d'un fournisseur. En effet, pour avoir des plants en début de saison, il faut que les semis aient débuté à l'intérieur en mars-avril dans une serre ou une chambre de germination. Si l'accès à une serre peut être plus difficile, il est possible de se procurer l'équipement nécessaire pour se fabriquer une salle à semis.

Dans le cas où la production de semis sur le site ne serait pas possible, il faut alors collaborer avec un producteur de transplants ou une ferme qui est prête à produire une certaine quantité de transplants. Des semis directs sont également possibles tout au long de la saison jusqu'au mois de septembre.

Calendrier des semis

La planification du calendrier des semis s'effectue à partir des dates de plantation prévues. Plusieurs facteurs sont à considérer : le temps de germination, la nécessité de repiquer ou non les plantules, le nombre de transplants à produire, etc. Il est possible de se référer aux semenciers pour obtenir les dates de semis. Certains ont même des calendriers de semis déjà rédigés. Encore une fois, il ne faut pas oublier que les conditions climatiques favorables d'un toit permettent souvent une plantation plus hâtive : il faudra ajuster les dates des semis en conséquence.

6.3 Description des productions agricoles

6.3.1 Productions annuelles

Les données ci-dessous comptabilisent les dates de récolte des saisons 2019 à 2021, sur la ferme expérimentale du Palais des congrès. Les différentes variétés ont été cultivées entièrement en contenant. Les résultats pourraient être différents pour une production en sol intensif ou verticale. Les premières récoltes débutent à la fin-mai et les dernières ont lieu à la fin-octobre.

Tableau 30. Périodes potentielles de récolte des productions en contenant en milieu urbain.

	Mai				Juin				Juillet				Août				Septembre				Octobre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Aubergine																								
Bette à carde																								
Carotte																								
Céleri																								
Cerise de terre																								
Chou de Bruxelles																								
Chou kale																								
Chou miniature																								
Chou rave																								
Concombre																								
Courgette																								
Échalote française																								
Épinard																								
Fenouil																								
Haricot																								
Laitue																								
Melon																								
Mesclun																								
Moutarde feuille																								

	Mai				Juin				Juillet				Août				Septembre				Octobre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Oignon																								
Pak-Choï																								
Piment																								
Pois																								
Poivron																								
Radis																								
Tomate																								
Tomate cerise																								

Impact de la chaleur sur le choix des variétés

Peu importe le type d'agriculture, la température a un impact sur la production de certaines cultures et influence les rendements. Cela est d'autant plus vrai pour l'agriculture urbaine et encore plus pour l'agriculture sur le toit, car les températures peuvent parfois être extrêmes. Avec des températures supérieures à 25°C le jour et 20°C la nuit sur une période prolongée, les milieux urbains pourraient ne pas convenir à de nombreuses productions agricoles qui requièrent des températures plus fraîches pour atteindre tout leur potentiel. Il faut donc porter une attention particulière aux cultures peu résistantes à la chaleur.

C'est dans cette optique qu'un essai sur les cultivars de tomates a été réalisé lors de la saison 2020. Trois variétés plus classiques (D'Iberville, Dufresne et Cœur de Bœuf) et trois variétés reconnues comme étant résistantes à la chaleur et à l'humidité (Eva Purple Ball, Sioux et Traveler 76) ont été testées. Plusieurs paramètres ont été mesurés : température ambiante du site (station météo), température du feuillage, nombre de fleurs, nombre et poids des fruits récoltés. C'est le pourcentage de fructification qui nous apporte la meilleure indication considérant que la problématique liée à l'avortement des fleurs a été observée régulièrement en période de canicules lors des saisons précédentes.

Figure 24. Comparatif du nombre de fleurs et de fruits produits des différentes variétés.

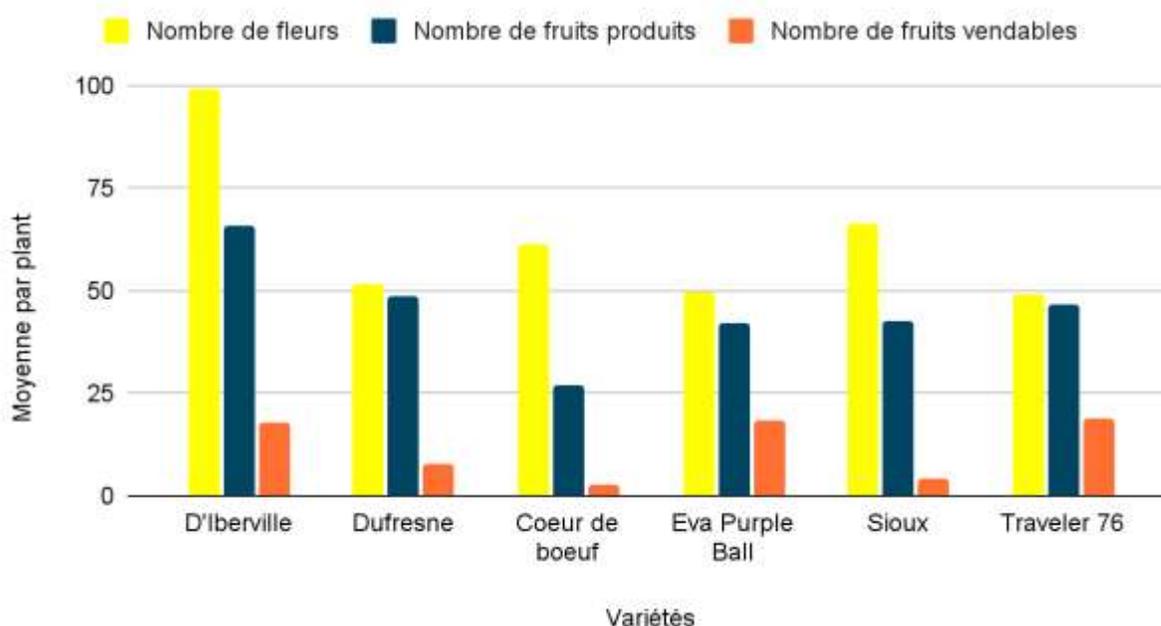
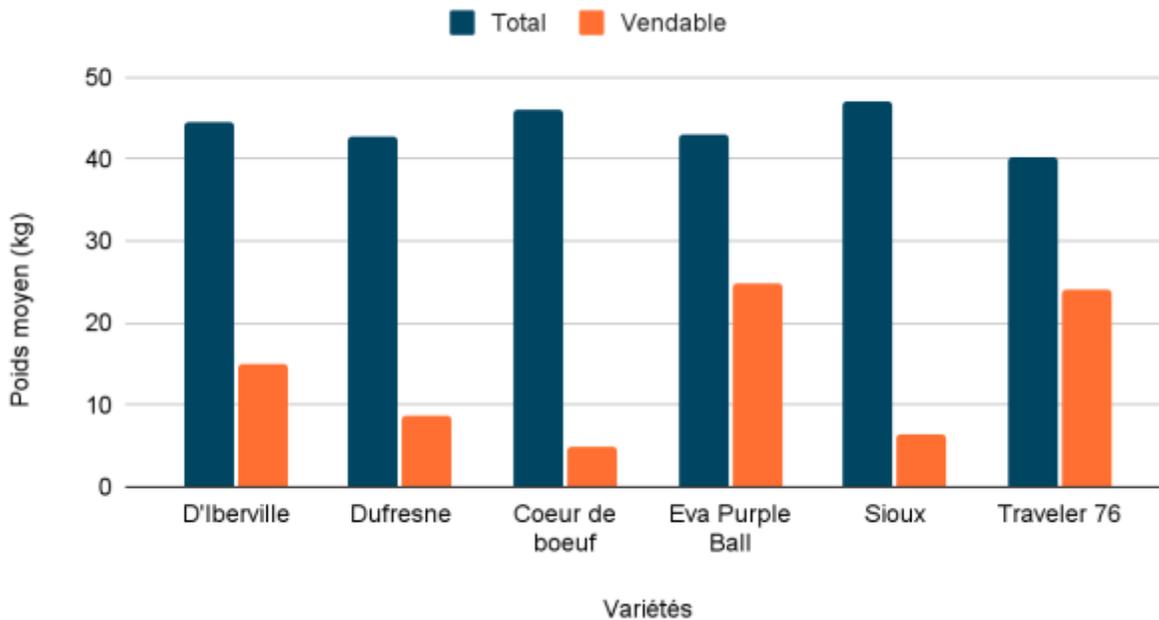


Tableau 31. Taux de fructification.

Type	Variété	% de fructification
Variétés populaires auprès de producteurs québécois	D'Iberville	66,3 %
	Dufresne	93,6 %
	Cœur de bœuf	44 %
Variétés tolérantes à la chaleur	Eva Purple Ball	84,7%
	Sioux	64,4 %
	Traveler 76	95,1%

Figure 25. Comparatif du rendement moyen des plants des différentes variétés.



Le tableau 31 montre que parmi les 3 variétés qui ont obtenu le pourcentage de fructification le plus élevé, 2 étaient résistantes à la chaleur. Bien que la variété Dufresne se soit démarquée, les 2 autres ont obtenu un pourcentage de fructification très faible. De plus, le rendement moyen par plant est sensiblement le même d'une variété à l'autre. Par contre, la proportion de fruits vendables pour deux des variétés tolérantes à la chaleur est supérieure.

6.3.2 Productions à valeur ajoutée : Piment Gorria et de type *Chinense*

Dans le but d'optimiser les revenus au mètre carré, il est intéressant d'opter pour des cultures qui ont une valeur de revente élevée. Plus concrètement, ce sont des cultures plus nichées ou plus rares dans les systèmes de production au Québec. Cela peut également être des productions dédiées à la transformation et la marge de profit est généralement plus élevée.

Depuis quelques années, la ferme expérimentale du Palais des congrès cultive du piment de type Gorria pour son projet de valorisation des résidus organiques (voir section 6,10). Après la récolte, ces derniers sont séchés, broyés, puis vendus en pots. Dans le cadre d'une étude économique, nous avons évalué le potentiel de production de cette production recherchée par les consommateurs, mais également, pas les restaurateurs.

Pour ce projet, les plants de Gorria ont été cultivés en pot de géotextile d'une capacité de 75 litres avec un système d'irrigation goutte à goutte. Le tableau suivant indique un rendement moyen de 1,35 kg/plant de piment (2020) pour un revenu de 31,68 \$/m². Le revenu provient de

la vente de la poudre de piment en pot. Quant aux coûts variables, ils incluent l'approvisionnement (terreau, semences, fertilisant, pot) de même que la main-d'œuvre. Pour cette culture, le bénéfice s'élevait en 2020 à 18,18 \$/m². Bien entendu, les données peuvent varier selon le rendement et la main-d'œuvre, mais le piment Gorria demeure un exemple de production agricole plus nichée qui mérite d'être envisagée.

Tableau 32. Données technico-économiques de la production de piment Gorria.

Rendement	1,35 kg/m ²	
Revenu ^a	\$/100 g 33,00 \$	\$/m² 31,68 \$
Coûts variables		
Approvisionnement		0,87 \$
Main d'œuvre		12,63 \$
Total des coûts variables		13,50 \$

a. Piment séché et moulu, en pot

En 2021, un autre projet incluant des piments a été réalisé en collaboration avec la Pimenterie à Montréal. Il s'agissait de tester le potentiel de 5 variétés de piments forts de la famille *Capsicum Chinense* utilisés pour la production de sauces piquantes. Ce projet qui s'est déroulé de mai à octobre 2021 a permis de récolter un total de 94 kg (1,46 kg/m²) de piments et a confirmé le potentiel des piments de type *Chinense* comme production nichée. La particularité de cette production agricole est qu'elle requiert une longue saison de production et des températures élevées, des conditions que l'on retrouve généralement sur les toits en zone urbaine. De plus, des mini-tunnels rétractables ont été utilisés pour ce projet, ce qui a permis d'augmenter les températures dans la zone de croissance (particulièrement les températures nocturnes) et de protéger les plants des nuits fraîches automnales. Vous trouverez à la section 7 de plus amples informations sur l'utilisation de mini-tunnel pour la production agricole sur les toits.

Bien que la production de piments forts représente une opportunité intéressante pour les entreprises urbaines sur toit, elle comporte également certains enjeux.

Tableau 33. Opportunités en enjeux de la culture de piments forts.

Opportunités	Enjeux
<ul style="list-style-type: none"> - Peu de superficies cultivées en piments forts au Québec - Augmentation du nombre de transformateurs (fabricants de sauces piquantes) - Intérêt croissant des consommateurs face aux produits transformés - Demande croissante des communautés culturelles - Intérêt marqué des restaurateurs - Culture facile (peu de maladies) - Très productif 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessite une longue saison de croissance (>120 jours) - Marché de niche - Les transformateurs favorisent l'achat en grandes quantités - Encore peu connu

Figure 26. Récolte de piments forts (Habanero chocolate, Aji lemon) et Gorria (à droite)



Crédit photo : Laboratoire sur l'agriculture urbaine

Depuis 2018, des dizaines de productions agricoles ont été mises à l'essai et certaines se sont avérées être des succès pour ce qui est de leur adaptabilité, mais aussi en ce qui concerne l'intérêt des acheteurs potentiels (ex. restaurateurs). En résumé, malgré les superficies souvent restreintes, les entreprises agricoles urbaines qui cultivent sur les toits ont tout intérêt à diversifier leur production et à intégrer des cultures atypiques et peu représentées dans le milieu agricole.

Tableau 34. Résumé de la production maraîchère sur toit.

Exemple de cultures inhabituelles bien adaptées	Shiso (vert, rouge), basilic thaï, ficoïde glaciale, papalo, oignon Bianca di Maggio, concombre lemon ou sel et poivre
Exemple de cultures annuelles mal adaptées à la production en contenant	Épinards, radis, betteraves, navets, rabioles, mesclun
Problématiques phytosanitaires	Présence des mêmes maladies et ravageurs qu'en agriculture traditionnelle
	Maladies parasitaires le plus observées : blanc, Alternariose, Sclérotinia
	Ravageurs présents : chrysomèle rayée du concombre, pucerons, limaces, altises, piéride, fausse arpenreuse, criquets, perceur de la courge, punaise terne
Opérations difficiles à réaliser en production en contenant	Tuteurage (tomate), palissage (vigne, kiwi)
Équipements mal adaptés à la production en contenant	Semoir à mesclun, mini-tunnel flex

6.3.3 Productions fruitières en contenant

Depuis de nombreuses années, l'intérêt des consommateurs pour les petits fruits ne cesse de croître. Bien que la demande pour les fruits plus traditionnels (fraises, framboises, bleuets) demeure forte, l'engouement pour des variétés nouvelles ou au contraire, quelque peu oubliées témoigne d'un intérêt croissant pour une alimentation saine et diversifiée. La production hors-sol de fruits, bien qu'elle s'avère être un défi de production, représente tout de même une opportunité d'affaires intéressante pour les producteurs qui désirent diversifier leur entreprise en milieu urbain.

Le fait que les températures ambiantes d'un toit soient plus élevées favorise la culture de fruitiers plus exigeants en matière de chaleur ou en d'autres mots, des variétés de zones de rusticité plus élevées. La production de telles variétés de kiwis, pêches, abricots, cerises

(différentes de celles communément cultivées) permet au producteur de se différencier des autres entreprises agricoles.

En 2019, un projet de fruitiers en pots a été mis en place avec 5 variétés de fruitiers : gadeliers, groseilliers, kiwis rustiques, pêchers et pawpaw. Les cultivars ont été sélectionnés pour leur potentiel agronomique (rendements, résistance à certaines maladies, absence d'épines) ainsi que pour l'intérêt qu'ils présentent pour les producteurs urbains (tolérance à la chaleur, diversification de la production). Les gadeliers, groseilliers, pawpaws et kiwis ont été plantés dans des pots de géotextile d'une capacité de 75 litres tandis que des pots de 170 litres ont été utilisés pour les pêchers. L'ensemble des pots a été rempli de terreau professionnel (75 %) et de compost (25 %).

Tableau 35. Variétés de fruitiers mis à l'essai à la ferme expérimentale du Palais des congrès de Montréal.

Espèces	Cultivars	Rusticité	Caractéristiques
Gadelier (Ribes sp.)	Pink Champagne	Zone 2 à 3	<ul style="list-style-type: none"> - Variété tardive et très productive - Tiges sans épines - Mûrissement des fruits à la fin de septembre - Le plus productif des gadeliers à fruits roses - Semble résistant aux maladies du feuillage comme le mildiou
Groseillier (Ribes sp.)	Hinnomaki	Zone 3	<ul style="list-style-type: none"> - Bonne résistance à plusieurs maladies du feuillage - Productif, donne des fruits rapidement
	Johns Prairie	Zone 3	<ul style="list-style-type: none"> - Fruit de bonne qualité - Résistance bonne à moyenne à plusieurs maladies du feuillage - Variété résistante au gel
Kiwi rustique ^a (Actinidia sp.)	A. kolomikta	Zone 3	<ul style="list-style-type: none"> - Mini kiwi rustique (130-140 jours sans gel) - Produit des fruits de 1 à 3 ans après la plantation - Croissance annuelle moyenne de 1,5 mètre

Espèces	Cultivars	Rusticité	Caractéristiques
	Issai (<i>A. arguta</i>)	Zone 5 b (-18 °C à - 21 °C)	- Autofertile - Adapté à la production en pot - Sensible au gel printanier
	Geneva (<i>A. arguta</i>)	Zone 5 (-26 °C à - 29 °C)	- Peut être sensible au gel printanier - Plus vigoureux et productif
	Anna Ananasnaya (<i>A. arguta</i>)	Zone 5 (-26 °C à - 29 °C)	
	Chung bai (<i>A. arguta</i>)	Zone 4 (-32 °C à - 34 °C)	
Pawpaw (<i>Asimina triloba</i>)	KSU Atwood	Zone 5 b	- Natif des forêts tempérées de l'est des États-Unis, présent dans le sud du Québec - Fruit ressemblant à la mangue avec un goût de banane - Produit des fruits de gros calibre (4-16 cm) - Adapté à la culture en pot - Potentiel de production intéressant en agriculture urbaine - Performe mieux lors d'été chaud et d'hivers froids - Généralement résistant aux ravageurs et aux maladies
	NC-1		
	Shenandoah		
Pêcher (<i>Prunus persica</i>)	Coral Star	Zone 5 b	- Adapté à la culture en pot - Résistant à la tache bactérienne
	Canadian Harmony	Zone 6	- Adapté à la culture en pot - Arbre vigoureux et dressé

- a. Les kiwis rustiques sont des plantes dioïques (les fleurs mâles et femelles apparaissent sur des plantes séparées), des plants mâles ont été installés avec un ratio mâle-femelle 1:8

Chaque saison de croissance, tous les fruitiers (sauf la vigne) ont reçu une fertilisation manuelle à base de granules séchées de volaille entre avril et juin (voir tableau ci-dessous). Quant à la vigne, du compost a été apporté chaque printemps ainsi qu'un apport en magnésium en cours de saison. Afin d'assurer un approvisionnement constant en eau, un système d'irrigation goutte à goutte relié à une minuterie a été installé de façon à arroser tous les fruitiers (sauf la vigne) de façon égale. Comme le montre le tableau suivant, la fréquence d'irrigation était de 3 cycles journaliers d'une durée entre 4 et 7 minutes. La durée de même que la fréquence étaient déterminées selon le stade de croissance ainsi que selon les conditions climatiques.

Les 80 plants de vigne n'étaient pas reliés à un système d'irrigation. Cependant, des arrosages ponctuels se sont avérés nécessaires. Il est important de noter que les températures élevées entre juin et août des 5 dernières années ont nécessité des arrosages manuels plus fréquents. En 2021, un arrosage en profondeur des pots a été fait aux 10 jours entre le 19 mai et le 6 septembre.

Tableau 36. Production de fruitiers en contenants.

Opérations	Gadelier, groseillier	Kiwi rustique	Paw paw	Pêcher
Âge du plant	4 ans	4 ans	3 ans	4 ans
Irrigation ^a	Fréquence : 3 cycles d'arrosage/jour Durée ^b : 4 à 7 minutes (7 à 10m minutes pour les pêcheurs)			
Fertilisation ^c	Dose : 45 N/ha, fractionné en 3 applications/saison (2019 à 2021)		Dose : 19 N/ha (2020) et 45 N/ha (2021)	
Protection hivernale ^d	Utilisation d'un isolant à bulles			Utilisation d'une couverture en fibre de polyester
Rendement par plant	553 g/plant			
Poids total	15,48 kg	s.o.		

- a. Tous les pots avaient une irrigation à partir d'un système goutte à goutte relié à une minuterie
- b. La durée variait selon la température et les stades phénologiques
- c. Fertilisation manuelle à base de granules de volaille séchées
- d. Déplacement des pots en bordure du toit (meilleures portance et protection contre le vent)

Concernant les maladies et les ravageurs, très peu de problématiques ont été observées au cours des dernières années et ces dernières étaient connues et attendues. Un dépistage hebdomadaire a été effectué chaque année du début avril jusqu'à la fin de la saison en octobre.

Tableau 37. Maladies et ravageurs observés dans les cultures fruitières.

Culture	Maladies et ravageurs observés
Gadelier et groseillier	Altise
Kiwi rustique	Altise
Paw paw	Aucun
Pêcher	Chancre
Vigne	Scarabée japonais, cicadelle de la pomme de terre, mineuse de la vigne, pourriture noire, anthracnose

Gadeliers, groseilliers

Pour ces fruitiers, une seule taille annuelle a été nécessaire au printemps de chaque année (enlèvement des tiges brisées et abîmées par le gel hivernal). La croissance des plants a été vigoureuse avec une ramification importante au cours de l'été. Les conditions climatiques atypiques d'un toit favorisent un débourrement extrêmement hâtif et une croissance printanière très rapide, d'où l'importance d'avoir accès au site durant l'hiver et de faire un suivi régulier des plants. Un débourrement hâtif augmente les risques de gel printaniers et complexifie la taille de fin d'hiver. Tous les plants de gadelles et de groseilles ont survécu aux 3 hivers.

Figure 27. Gadelles, groseilles, kiwis rustiques et pêches



Crédit photo : Laboratoire sur l'agriculture urbaine (en haut) et Nathalie St-Pierre, UQAM (en bas)

Kiwi rustique

La production de kiwis en contenant sur un toit représente un défi important. En effet, les *Actinidia* sont des vignes à croissance rapide qui nécessitent un système de palissage adapté à leur développement. Dans ce cas-ci, les structures autoportantes (échafaudages) du projet Vertical ont été utilisées dans un style pergola, comme démontré à la figure 29. Comme pour les autres fruitiers, la croissance des kiwis a été très forte avec une croissance rapide en début de chaque saison. Le kiwi étant une plante grimpante, la taille des premières années s'avère cruciale afin de décider de la structure de la plante et ainsi, déterminer le nombre de charpentières principales à conserver. La première année (2019), 3 tailles ont été effectuées de

façon à rabattre les plantes à environ 50-60 cm de hauteur (1 m pour la dernière taille). Cependant, la structure de base à 3 troncs principaux a été mise en place en 2020 avec l'ajout de tuteur de bois (1/pot) et de câbles d'acier installés parallèlement au sol à une hauteur de deux mètres pour palisser les sarments.

Figure 28. Développement des groseilliers (à gauche) et des gadeliers (à droite), à la saison 2020 à la ferme expérimentale du Palais des congrès de Montréal.



Crédit photo : Laboratoire sur l'agriculture urbaine

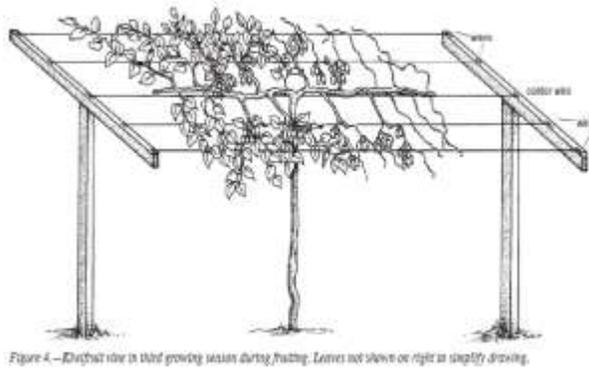
Les kiwis nordiques ont démontré une excellente survie à l'hiver sur le toit. Protégés par une membrane à double bulle, la quasi-totalité des plants de kiwi a survécu à l'hiver (2 plants sur 50 n'ont pas survécu).

Comme pour les fruits précédents, les kiwis ont reçu une irrigation constante et une fertilisation manuelle.

Tableau 38. Opérations culturales pour le kiwi au Palais des congrès.

2019	2020
<ul style="list-style-type: none"> - Juillet : taille de nouvelles tiges à la base, rabat de l'extrémité des tiges à 60 cm - Août : rabat de l'extrémité des tiges à 60 cm - Novembre : taille à un mètre 	<ul style="list-style-type: none"> - Avril : retrait des tiges cassées - Juillet : taille sévère, enlèvement de nombreux sarments - Septembre : tuteurage et installation de câbles

Figure 29. Système de palissage de type pergola (à gauche) et tuteurage des kiwis au Palais des congrès (à droite)



Crédit photo : guide *Growing kiwifruit*, 2005 (à gauche), et Laboratoire sur l'agriculture urbaine (à droite)

Pêchers

Des pêchers d'une hauteur de deux mètres ont été transplantés à la fin de l'été 2020 dans des pots de géotextile d'une capacité de 120 litres. Ces derniers ont été déposés sur des palettes de bois et les tuteurs de métal ont été attachés à celle-ci à l'aide de câbles d'acier (voir figure ci-dessous) pour maintenir les arbres bien en place. Deux semaines après la plantation, l'extrémité des tiges a été rabattue afin de favoriser une croissance latérale.

À l'automne 2020, les pots des pêchers ont été déplacés le long du mur dans le but de les protéger des vents dominants. L'ensemble des fruitiers a été protégé à l'aide d'une couverture de protection contre le gel (175 gr/m²) et tous les arbres ont survécu à l'hiver. La floraison des pêchers a été très abondante, et ce, très tôt au printemps 2021. Toutefois, le gel tardif de mai

2021 a mis à mal 3 pêchers et la majorité des fleurs ont subi des dommages, ce qui a affecté considérablement la récolte. Comme pour les autres fruitiers, les pêchers ont été irrigués de façon constante et fertilisés manuellement au cours de la saison 2021.

Figure 30. Pêchers à la fin de la saison 2021.



Crédit : Laboratoire sur l'agriculture urbaine

Pawpaw

Des asiminiers greffés en pots de 7,6 litres ont été ajoutés au projet en août 2020. Ce fruitier d'allure tropicale est une espèce végétale qui provient de la zone du sud-ouest de l'Ontario, plus précisément de la forêt carolinienne. Son fruit comestible, peu commun, représente une opportunité intéressante pour les fermes urbaines. Ils sont charnus et délicieux et à maturité, ils ont le goût et la texture de la banane. La distribution en circuits courts, caractéristique

importante des entreprises urbaines, est parfaitement adaptée à ce produit haut de gamme, car les fruits du pawpaw supportent très mal le transport.

La culture de ces fruitiers s'est effectuée en contenant. Aucune taille n'a été effectuée au printemps 2021, seules les branches abîmées par l'hiver (et la toile de protection) ont été retirées. Afin de maintenir le plant, la tige principale a été attachée à un tuteur. Comme pour les autres fruitiers, les pawpaws ont reçu une fertilisation manuelle et une irrigation constante (goutte-à-goutte). La survie à l'hiver 2020-2021 a été excellente, tous les plants ont été protégés et le taux de survie s'est élevé à 100 %.

Figure 31. Asiminiers à l'été 2020, sur la ferme expérimentale du Palais des congrès de Montréal.



Crédit photo : Laboratoire sur l'agriculture urbaine

Vignes

En 2017, un vignoble de 80 plants de vigne a été installé avec, comme objectif, d'étudier le comportement de la vigne rustique en contenant en milieu urbain. En plus de tester la culture de la vigne en mode hors-sol, le projet comportait un second objectif, soit de mesurer l'efficacité du verre broyé comme composante dans le substrat afin d'améliorer le drainage.

Pour ce projet, quatre cépages rustiques (zone 3) ont été utilisés : Marquette, Frontenac blanc, Frontenac noir et Petite perle.

Les 5 années du projet ont prouvé qu'il est possible de cultiver de la vigne sur les toits et que cette culture s'adapte très bien à la production en contenants. La première récolte s'est tenue en 2020, c'est-à-dire 3 ans après l'installation du vignoble. Le climat urbain a eu un effet sur la maturité des fruits avec les vendanges qui se sont déroulées au mois d'août, soit quelques semaines avant celles des vignobles situés en régions périphériques de la région de Montréal.

Tableau 39. Rendements du vignoble de la ferme expérimentale du Palais des congrès de Montréal.

Rendements totaux (kg)				
Année	Frontenac noir	Frontenac blanc	Petite perle	Marquette
2019	4,68	6,35	13,43	3,39
2020	16,00	14,80	n.d.	4,90

Bien que la croissance de la vigne ait été vigoureuse et que la majorité des plants ait survécu à l'hiver, la production de vigne en contenant comporte quelques enjeux importants. La principale contrainte technique rencontrée concerne le palissage des vignes. En effet, les méthodes de palissage traditionnel constitué de piquets et de fils ne peuvent être adoptées pour la production en contenant, car ces derniers ne permettent pas un ancrage solide et en profondeur. De plus, comme les contenants étaient déplacés sur le pourtour du toit à la fin de la saison, un système de palissage permanent n'était pas envisageable. Afin de soutenir les plants au maximum et d'éviter que les tiges et les feuilles ne touchent la surface très chaude de la membrane du toit, la solution trouvée était l'utilisation de tuteurs (cages) à tomates de grand format (122 cm). Ces derniers étaient retirés à la fin de la saison de croissance pour faciliter l'installation des couvertures de protection.

Figure 32. Fruits de la vigne.



Crédit photo : Isabelle Aubut, Laboratoire sur l'agriculture urbaine (gauche) et Nathalie St-Pierre, UQAM (droite)

Quant à la présence du verre broyé, le suivi a démontré que cet ajout n'altérait en rien la croissance de la vigne et le développement racinaire. Les 80 plants de vigne ont évolué dans un le même environnement avec des conditions climatiques identiques. De plus, tous les plants ont reçu la même dose de compost ainsi que la même fréquence d'irrigation. Et après 5 ans, le développement des plants ne semble pas avoir été influencé par la présence du verre broyé.

Pour ce qui est de la protection hivernale, les vignes ont été protégées comme l'ensemble des fruitiers. La section 6.12 aborde cet aspect plus en détail.

6.4 Densité de plantation

Lorsque vient le temps de créer le plan de production, il est parfois difficile de trouver l'information sur la densité de plantation pour la production hors-sol, car elles sont quelque peu différentes de celles pour une production en sol intensif. Cette différence s'explique notamment par le format des contenants utilisés. En effet, plusieurs modèles de contenants sont disponibles pour l'agriculture commerciale et le format de ces derniers influence le nombre de plants au m².

À la ferme expérimentale, 4 modèles de contenants ont été utilisés avec divers essais de densité. Le tableau suivant présente la densité de plantation idéale selon le format choisi. La densité idéale fait référence à l'obtention du rendement le plus élevé possible.

Tableau 40. Densité par type de contenant.

Culture	Nombre de plan par type de contenant			
	Plastique (71 x 22 cm)	Plastique (39 x 51 cm)	Géotextile rond 75 l (50 cm)	Géotextile 124 l (61 x 41 cm)
Aubergine	2	-	1	2
Betterave	8-15	-	-	-
Brocoli	-	-	1-2	-
Chou d'été	-	-	2	-
Chou-rave	-	4-5	4	-
Concombre	1	-	1	2
Courgette	1	-	1	-
Fenouil	-	-	4-5	7
Haricot	5-7	-	4-5	-
Laitue	-	4-5	4	-
Oignon	-	-	-	20
Pak-Choï	7	4	5	-
Pois frais	4-5	-	2	4-5
Poivron	2	-	1	2
Tomate	2	-	1	2

Pour ce qui est de la densité au m², elle dépend du nombre de contenants qui sont positionnés dans cette unité de mesure. À titre comparatif, les densités pour une production en sol intensif ont été ajoutées au tableau 41. L'agriculture sur les toits est une forme d'agriculture en haute densité. Pour de nombreuses productions telles que l'aubergine, le brocoli, la courgette, le

poivron, le nombre de plants au m^2 sera plus élevé lorsque ces dernières sont produites en contenant. Cette différence s'explique par des airs de circulation restreinte à l'intérieur des espaces de production ainsi qu'autour. Mis à part des chariots utilisés pour transporter les récoltes, aucun équipement particulier ne requiert un large espace de circulation. Afin de déterminer la densité idéale, des zones de production ont été créées avec des espaces de circulation (voir figure suivante). Les données présentées au tableau ci-dessous incluent ces aires de circulation.

Figure 33. Zones de production à haute densité à la ferme expérimentale du Palais des congrès de Montréal, en 2021.



Superficie des zones :

A : $25\ m^2$

C : $76\ m^2$

D : $56\ m^2$

E : $64\ m^2$

G : $128\ m^2$

Tableau 41. Densité de production au m².

Culture	Densité (nombre de plants par m ²)	
	Sol intensif ²⁷	En contenant ^b
Aubergine	2,9	4
Betterave	30-60	32-36
Brocoli	3-5,3	4
Chou-rave	18	10,5
Concombre	1,5-2,8	4
Courgette	1,5-2,2	3
Fenouil	10-17,7	13,4
Haricot	15-17,7	12,8
Laitue	11,1-14	13,6
Oignon	30-60/m linéaire	22,9
Pak-Choï	14	20
Poivron	2-5,3	4
Tomate	1,5-2	4

b. Le format des contenants peut varier

6.5 Rendements

Les essais menés ont démontré que l'agriculture sur les toits est non seulement possible, mais également très productive. Le tableau ci-dessous présente les rendements (kg/m²) pour l'année 2021 de la ferme expérimentale. Comme pour toutes les entreprises agricoles, les rendements sont généralement plus faibles les premières années d'exploitation. L'expérience,

²⁷ Weill, A. et J. Duval (2009). Guide de gestion globale de la ferme maraîchère biologique et diversifiée. Équiterre / Fortier, J.-M. (2019). Le jardinier-maraîcher : manuel d'agriculture biologique sur petite surface. Écosociété

l'amélioration des techniques de production, l'utilisation de cultivars différents et mieux adaptés, tous ces facteurs contribuent à l'augmentation des quantités produites.

Afin de comparer ces résultats, le tableau 42 présente les rendements de 3 fermes urbaines qui cultivent également sur un toit, dont deux en sol intensif. Ces données complémentaires proviennent de fermes ayant un système de production différent de celui de la ferme du Palais des congrès. Les données présentées au tableau suivant montrent des différences d'une source à l'autre. Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces disparités :

- l'irrégularité de l'irrigation : chaque ferme utilise un système d'irrigation différent;
- la fertilisation : cette dernière n'est pas appliquée de façon uniforme sur l'ensemble des fermes (et les produits utilisés diffèrent d'un site à l'autre);
- les conditions climatiques de la ville où se situent les fermes sur toit (années différentes);
- les densités de plantation;
- le choix des variétés;
- le nombre de cycles par saison de production;
- la présence de ravageurs, maladies et de mauvaises herbes;
- l'expertise de l'équipe.

De plus, il n'y avait pas de procédure généralisée pour toutes les fermes, c'est-à-dire qu'un producteur a pu, par exemple, peser certains légumes avec les fanes (carottes, betteraves, choux-raves, etc.) tandis qu'un autre producteur ne les a pas considérés. Cela peut également expliquer les variations d'une ferme à l'autre.

Pour ce qui est des résultats de la ferme du Palais des congrès (cas 1), le chiffre entre parenthèses indique le nombre de cycles par saison de production.

Selon Gwen Schantz, cofondatrice de Brooklyn Grange à New York, leurs rendements élevés s'expliquent par l'expérience acquise durant les 12 années de production. Elle considère que pour de nouveaux producteurs, il faut considérer les attentes à la baisse, soit environ 50 % des rendements d'une ferme expérimentée.

Tableau 42. Comparaison des rendements sur différents sites de production.

Culture	Rendement (kg/m ²)				
	Cas 1 Ferme Palais des congrès (nb de cycles) (2021)	Cas 2 Production en contenant (2021)	Cas 3 Production sol intensif (2018-2019)	Cas 4 Production sol intensif (2021)	Comparatif Production plein champ ²⁸
Aubergine	10,06 (1)	9,47 (2017)	3,91	5,56	2,20
Basilic ^a	21,21 (2)	-	-	18,64	15,91
Betterave ^e	-	-	6,96	13,16	2,50
Bette à carde	-	3,42	9,76	10,12	-
Brocoli	-	-	2,44 ^b	3,40	4,31
Céleri	7,63 (1)	-	9,52	-	7,22
Cerise de terre	-	-	0,72	3,66	-
Chou	-	6,84	5,13	9,79	4,01
Chou-rave ^e	5,58 (3)	-	7,93	9,71	2,22
Concombre	-	5,86	11,60	10,16	2,03
Courgette ^e	-	7,47 (2017)	6,59	14,15	2,3
Carotte ^e	-	5,86	7,93	6,49	2,9
Épinard ^e	-	2,44 (2017)	2,20	1,47	1,0
Fenouil	6,30 (1)	-	10,74	7,87	N/D
Haricot ^e	3,59 (3)	1,95	0,98	3,53	0,6
Laitue ^e	1,40 (3)	2,44	16,23	7,99	2,5

²⁸ Campbell-Nelson, K. et al. (2020). New England Vegetable Management Guide: 2020-2021 Éditions. University of Massachusetts Extension Vegetable Program, p.37 / Weill, A. et J. Duval (2009). Guide de gestion globale de la ferme maraîchère biologique et diversifiée. Équiterre

Culture	Rendement (kg/m ²)				
	Cas 1 Ferme Palais des congrès (nb de cycles) (2021)	Cas 2 Production en contenant (2021)	Cas 3 Production sol intensif (2018-2019)	Cas 4 Production sol intensif (2021)	Comparatif Production plein champ ²⁸
Kale	-	3,91	-	7,88	1,38
Mesclun ^e	0,58 (2)	3,42	4,39	2,95	1,3
Navet	-	-	12,21	14,28	2,2
Oignon	3,50 (1)	-	4,27	9,91	2,2
Pak-Choi ^e	-	2,44	6,23	10,16	-
Piment fort	0,62 (1)	-	3,42	3,28	-
Poireau	-	-	2,44	7,69	1,7
Pois	-	-	2,56	1,64	0,7
Poivron	4,50 (1)	11,72	6,10	6,18	4,4
Pomme de terre	-	-	3,17	2,81	3,1
Radis ^e	1,13 (2)	2,93	9,76	6,84	0,7
Roquette ^e	N/D	3,61 (2017)	2,93	3,04	2,2 ^c
Tomate	11,43 ^d (1)	16,11	5,13	6,06	2,6
Tomate cerise	N/D	12,21	5,86	6,35	N/D

- a. Production verticale sur membranes de feutres
- b. Brocoli Mini
- c. Verdure
- d. Inclus la tomate cerise et la grosse tomate
- e. Pour ces cultures, il peut y avoir plusieurs cycles de production, ce qui peut expliquer les différences de rendement.

6.6 La fertilisation

Que ce soit une production agricole sur un toit en milieu urbain ou dans un champ en zone rurale, l'objectif de l'agriculteur(trice) sera d'atteindre les rendements les plus élevés possibles et pour y arriver, il faut s'assurer de combler les besoins des cultures en ce qui concerne la fertilisation. Selon le mode de production (biologique ou conventionnel), le producteur(trice) choisira les types de fertilisants les mieux adaptés à ses activités agricoles. La production biologique exige l'utilisation de substances autorisées par les normes biologiques canadiennes tandis que la production agricole conventionnelle donne accès à une gamme plus large de fertilisants.

Types de fertilisants

Les engrais se présentent sous 3 formes prioritaires : granulaires, granulaires solubles ou solubles. La forme granulaire sera appliquée directement au sol tandis que la forme soluble sera apportée le plus souvent en fertigation ou manuellement. Ce sont des produits faciles à utiliser et la quantité apportée dépendra des besoins des cultures de même que selon le développement physiologique des végétaux. Si la fertilisation s'effectue à partir du système d'irrigation (fertigation), l'utilisation d'un engrais minéral soluble sera nécessaire. Dans ce cas-ci, l'acquisition d'un injecteur d'engrais (voir section 5.4) s'avère essentielle afin de doser les quantités d'engrais.

Les engrais synthétiques présentent habituellement des concentrations plus élevées, en comparaison avec les engrais organiques, et une des particularités est qu'ils sont rapidement disponibles pour la plante contrairement aux engrais organiques qui doivent être décomposés par les microorganismes. Si le choix se porte sur l'utilisation d'engrais organique granulaire (fumier de volaille), il faudra planifier plusieurs apports au cours de la saison de production.

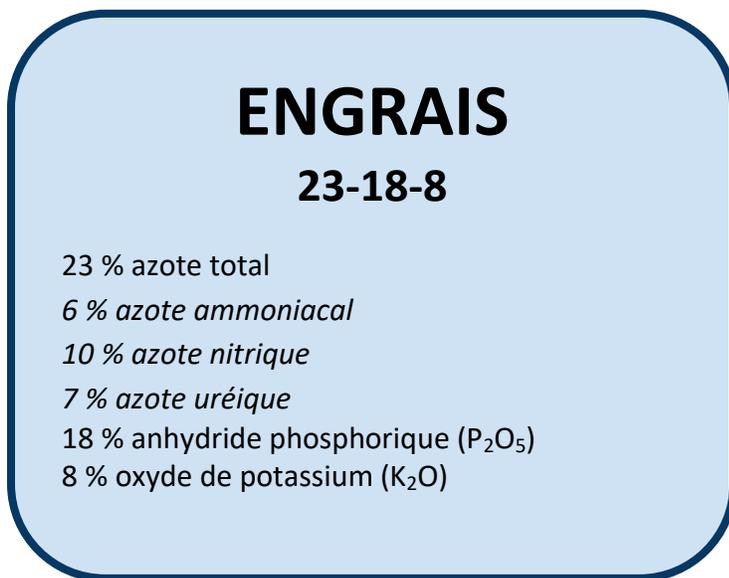
Les nutriments qui se retrouvent dans les engrais appartiennent à 3 catégories : a) les macronutriments, b) les nutriments secondaires et c) les micronutriments (oligo-éléments). Les besoins des plantes pour ce qui est des macronutriments sont élevés tandis qu'ils sont moindres pour les nutriments secondaires et les micronutriments.

Tableau 43. Nutriments contenus dans les engrais.

Macronutriments	Nutriments secondaires	Micronutriments
Azote (N) Phosphore (P) Potassium (K)	Calcium (Ca) Magnésium (Mg) Soufre (S)	Fer (Fe) Manganèse (Mn) Cuivre (Cu) Molybdène (Mo) Bore (B) Zinc (Zn) Nickel (Ni) Chlore (Cl)

Normalement, l'étiquette des produits présente 3 chiffres en gros format. Il s'agit de la concentration minimale (en %) en azote (total), en phosphore (phosphate assimilable) et en potassium (potasse soluble). Par exemple, l'engrais 23-18-8 contient 23 % d'azote total, 18 % de phosphore et 8 % de potassium. Ce qui signifie que dans un sac de 20 kg, on retrouve 4,6 kg d'azote, 3,6 kg de phosphore et 1,6 kg de potassium.

Figure 34. Exemple d'une étiquette d'engrais.



Dans le cas d'une ferme sur les toits, tous les types de fertilisants peuvent être utilisés : fumier de volaille en granule, émulsion d'algues ou de poissons, Frass, engrais de synthèse. Toutefois, et peu importe le choix du produit, tous doivent être appliqués de façon raisonnée, c'est-à-dire

sans excès et au moment opportun. Il est important de savoir quels sont les besoins des cultures et quel fertilisant pourra y répondre. En début de saison, les fertilisants qui contiennent une forte proportion d'azote et de phosphore devraient être privilégiés afin de supporter le développement végétatif et racinaire. Chaque culture a ses propres besoins nutritionnels et ces derniers doivent être comblés dans le but d'obtenir un rendement maximal. Le tableau suivant présente les besoins à combler en azote, phosphore et potassium pour la majorité des cultures pour une zone de 100 m².

Tableau 44. Besoin des cultures.

Cultures	Besoins à combler (kg/100 m ²)		
	Azote (N)	Phosphore (P ₂ O ₅)	Potassium (K ₂ O)
Alliacées (ail, oignon, poireau)	1,1	1,9	1,85
Aubergine et poivron	1,4	2,4	2,4
Betterave et radis	1,1	1,55	2,4
Brocoli	1,9	1,5	1,2
Carotte	0,8	1,7	2,25
Chou	2,8	1,5	1,2
Cucurbitacées (concombre, courge, melon)	1,15	1,8	1,8
Épinard	1,2	1,9	2,4
Haricot	0,6	1,2	1,2
Laitue	0,7	1,75	1,75
Maïs	1,4	0,8	0,8
Pois	0,35	1,6	1,1
Tomate	1,35	2,4	2,4

Adapté de Gagné, G. et L.-É. Parent. (2010). Guide de référence en fertilisation. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ), 473 p.

Bien entendu, le substrat de culture fournira un apport plus ou moins important en éléments nutritifs. L'ajout de compost est fortement recommandé en début de saison afin d'entretenir la fertilité du substrat de culture au fil des années. Bien qu'il soit possible de composter une certaine quantité de résidus verts sur le site, il est préférable d'envisager l'achat d'un compost commercial en vrac. D'excellents composts sont disponibles et prêts à utiliser. Lors de l'achat, il est essentiel de demander la fiche technique du produit. Cette dernière comprend plusieurs informations importantes telles que les teneurs en azote, phosphore et potassium, le taux de matière organique, le pourcentage d'humidité, le pH ainsi que le rapport C/N.

Un des avantages de l'agriculture en milieu urbain est qu'elle donne accès à plusieurs résidus organiques générés à proximité du site de production. Ces résidus ont le potentiel d'intégrer le système agricole notamment à titre d'amendement organique, tel que le Frass produit en grandes quantités dans les villes. Issu des élevages d'insectes, le Frass est composé de leurs déjections, de leurs mues et de quelques résidus liés à leur alimentation. Au Québec, 63 % des élevages d'insectes se retrouvent en zone urbaine. Ces nouvelles entreprises, bien qu'innovantes, sont prises avec des quantités importantes de cette matière résiduelle.

Projet de l'utilisation du Frass comme fertilisant

En 2019, un projet sur l'utilisation du Frass en poudre provenant d'un élevage de mouches soldats noires s'est tenu à la ferme expérimentale. Le projet s'est déroulé avec le brocoli De Cicco (*Brassica oleracea var. italica*), un cultivar qui produit une abondance de rejets latéraux. Des pots de géotextile d'une capacité de 70 litres, remplis du terreau professionnel (AGROMIX®G7) ont été utilisés pour le projet de même qu'un système d'irrigation goutte-à-goutte qui a permis d'apporter une irrigation constante tout au long de la saison. Au total, 7 traitements composés d'engrais biologiques les plus communs ont été comparés à un témoin (T7) fertilisé avec un engrais de synthèse. Chaque traitement a été répliqué 7 fois. Les quantités apportées devaient combler les besoins nutritionnels de la culture (130 N par traitement) sauf pour le traitement 6 du Frass a été apporté à une dose équivalente à 2 % du volume du contenant tel que suggéré par le producteur d'insectes. L'objectif initial du projet était de documenter l'utilisation du Frass comme amendement organique et de déterminer si des apports de ce résidu entraîneraient des augmentations de rendements.

Pour ce projet, l'Actisol et le Frass ont été appliqués en pré-plantation tandis que les autres engrais ont été épandus manuellement en cours de saison. La récolte s'est déroulée du 23 octobre au 6 novembre 2019. Les paramètres mesurés ont été : 1) les stades phénologiques (échelle BBCH), 2) la dimension de l'inflorescence, 3) le rendement et 4) la biomasse aérienne.

Tableau 45. Composition des différents traitements du projet de fertilisants biologiques.

Traitement	Composition
T1	Actisol (4-6-8) / Biofert (3-1-4)
T2	Actisol (4-6-8) / Biofert (3-1-4) / Frass (3-2-2)
T3	Actisol (4-6-8) / Farine de sang séché (11-0-0)
T4	Actisol (4-6-8) / Farine de sang séché (11-0-0) / Frass (3-2-2)
T5	Mix Boost (3,5-9-4) / Mix algues (0-0-5)
T6	Frass (3-2-2)
T7 (témoin)	Engrais de synthèse (24-10-20)

Figure 35. Projet de fertilisants biologiques pour la production de brocoli en contenants.



Crédit photo : Laboratoire sur l'agriculture urbaine

Résultats

L'ajout de Frass aux engrais les plus utilisés en agriculture biologique (Actisol, Biofert, farine de plume) a favorisé une biomasse aérienne plus importante. En effet, le poids des plants pour les traitements 2 et 4 était en moyenne, près de 10 % supérieur à ceux des traitements 1 et 3. De

plus, en comparaison avec l'engrais de synthèse (T7), les plants de brocoli ayant reçu que du Frass (T6, à raison de 2 % du volume de terreau total) ont produit près du double de matière fraîche.

Figure 36. Poids moyen des plants de brocoli

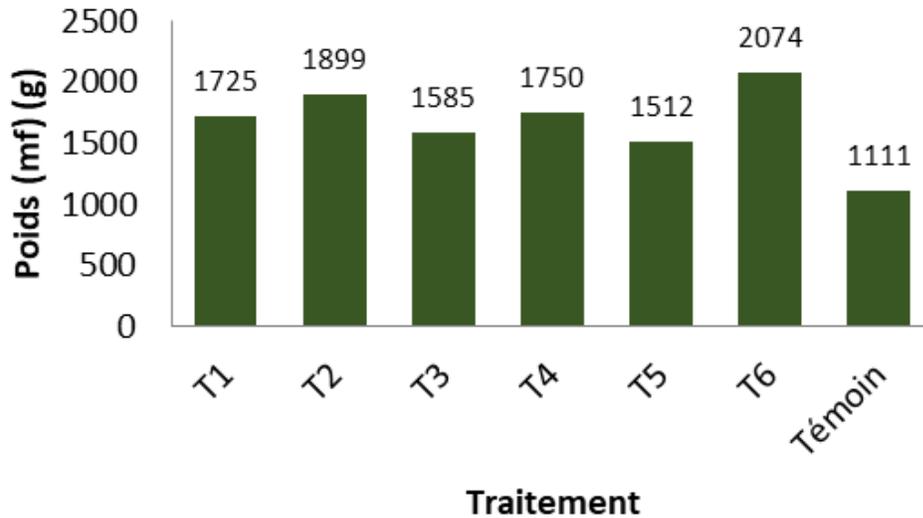
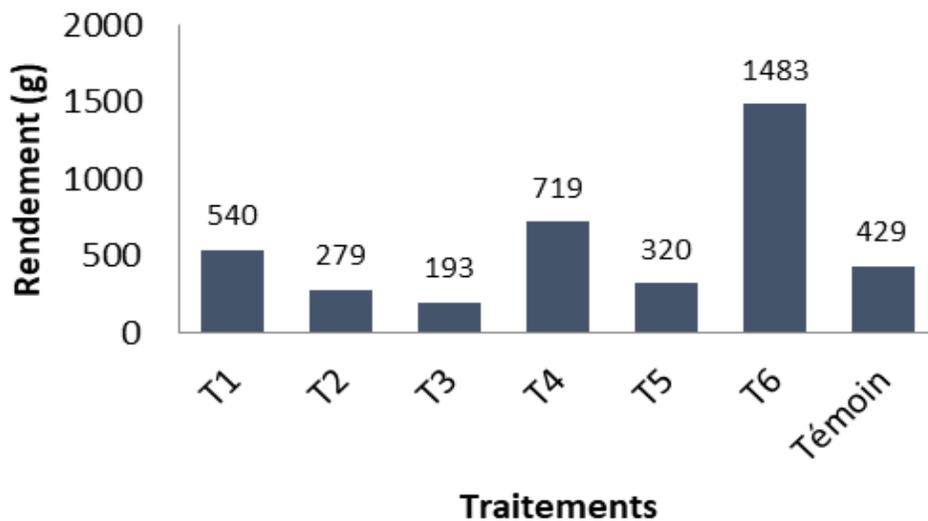


Figure 37. Rendement moyen des plants de brocoli



Toutefois, pour un producteur(trice) agricole, le facteur le plus important, au-delà de l'empreinte environnementale, est sans contredit le rendement total. Ici également, les traitements avec Frass ont obtenu les rendements les plus élevés, avec le traitement 6 ayant

atteint un rendement moyen par plant de 1,43 kg. Ce projet a démontré que ce résidu urbain a un impact sur la croissance du brocoli. D'autres études sont nécessaires afin d'étudier les quantités optimales à apporter, les temps d'application et les effets sur d'autres cultures. Toutefois, en raison de ses propriétés agronomiques, de son abondance et de sa grande disponibilité, le Frass a le potentiel d'être intégré aux opérations comme fertilisant pour la production agricole.

6.7 Irrigation et gestion de l'eau

En monoculture, il est facile de paramétrer l'irrigation pour qu'elle réponde exactement aux besoins de la culture, ce qui est impossible pour une production maraîchère diversifiée sur toit. Cela nécessite de configurer le système d'irrigation afin de combler le besoin en eau de chacune des cultures. Afin de réduire au maximum les pertes en eau, il est très important de se munir d'un bon système d'irrigation qui permet de sectionner le site et d'une minuterie pour la mise en place d'une régie d'irrigation. Le système d'irrigation peut également être relié à une application mobile qui informe le producteur(trice) de toutes problématiques.

La régie d'irrigation doit être planifiée selon 1) les conditions climatiques du site, 2) le stade de développement des cultures, 3) les paramètres physiques du substrat de culture (porosité, capacité de rétention en eau), 4) le type de production (sol intensif ou en contenants). En cours de saison, elle devra être ajustée, c'est-à-dire qu'à certaines périodes, l'irrigation devra être augmentée ou au contraire, réduite. Le nombre de cycles d'irrigation dépend également des critères énumérés précédemment. En période de forte croissance, l'idéal sera d'irriguer en profondeur en début de matinée et à nouveau à 2 ou 3 reprises au cours de la journée. Il est généralement nécessaire de planifier plusieurs cycles d'irrigation par jour, car les cultures en place ne peuvent bénéficier de la réserve d'eau normalement présente dans un sol agricole. Les fermes sur toit, qu'elles soient en sol intensif ou en contenant, doivent porter une attention particulière à l'irrigation, car peu importe le mode de production, ils ont une profondeur moyenne qui se situe entre 25 et 40 cm, ce qui favorise un assèchement rapide du substrat de culture. L'irrigation doit fournir de bonnes quantités d'eau, et ce, au bon moment. Les excès de même que les stress hydriques et les pertes d'eau et de fertilisants doivent être réduites au maximum. Notons qu'en milieu urbain, les pertes d'eau (et donc de fertilisants) sont rejetées directement dans le système pluvial de la ville.

Tableau 46. Volume d'eau pour 15 minutes d'irrigation selon 3 systèmes.

Volume d'eau (l) pour 15 minutes	Superficie	Piquets	Tuyau de polyéthylène souple	
		2	3 trous	4 trous
	Par contenant	1,75	1,70	2,35
Pour 100 m ²	525	510	705	

La quantité d'eau par cycle varie selon le système d'irrigation choisi. Si l'irrigation se fait à l'aide de tuyaux polyéthylène souples, le nombre de trous sur le tuyau de même que le diamètre de ces derniers influencera la quantité d'eau apportée au sol. Le tableau plus haut indique la quantité d'eau mesurée durant 15 minutes selon 3 systèmes d'irrigation différents. Les besoins en eau peuvent être extrêmement élevés en cours de saison. Par exemple, pour une production en contenants d'une superficie de 100 m² (+/- 300 contenants), la quantité d'eau peut s'élever à 705 litres pour 15 minutes d'irrigation. C'est pourquoi il est essentiel de gérer l'eau de façon optimale en choisissant le système d'irrigation le plus performant et en ajustant la régie d'irrigation selon les besoins et les conditions climatiques. Des outils de mesure peuvent également être utilisés pour contrôler l'irrigation telle que des tensiomètres manuels ou permanents (insérés dans le sol) ou encore de sondes reliées à une station météo, ce qui permettra de mesurer les teneurs en eau du sol.

Tableau 47. Périodes critiques pour l'irrigation de quelques variétés maraîchères.

Stades de développement	Cultures sensibles
Floraison	Concombre, courgette, melon, courge, tomate, poivron/piment, aubergine
Apparition des gousses	Haricot, pois
Fructification	Concombre, courgette, melon, courge, tomate, poivron/piment, aubergine
Formation et grossissement de la pomme ou du bulbe	Chou, brocoli, chou-fleur, oignon
Croissance des fruits	Concombre, courgette, melon, courge, tomate, poivron/piment, aubergine

Adapté de Verhallen, Anne. Irrigation des cultures légumières. MAAR 2002.

http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/info_irrigation.htm

6.8 Pérennité des substrats

La production agricole sur toit est un mode de production intensif, ce qui veut dire qu'au courant d'une saison de culture, les plantes puisent beaucoup de nutriments dans le terreau, appauvrissant ainsi ce dernier. Il faut donc s'assurer que le substrat demeure fertile à travers les années. Il existe plusieurs façons afin d'assurer la pérennité du substrat. La plus importante est l'ajout de matière organique tel le compost. Certaines fermes épandent du compost à chaque début de saison tandis que d'autres en ajoutent une année sur deux (voir section 4.1).

L'utilisation d'engrais verts constitue une autre façon d'intégrer de la matière organique au substrat. En fonction du plan de production, ces derniers pourront être semés en fin de saison, ce qui permettra également de réduire l'érosion éolienne, un problème important pour les fermes sur les toits. Le choix des engrais verts doit être réfléchi selon divers critères :

Tableau 48. Caractéristiques relatives aux engrais verts.

Date de semis	Pour des engrais verts d'automne, la période de semis idéale se situe entre la mi-septembre et le début octobre. Pour un semis tardif, il est recommandé d'augmenter le taux de semis.
Fonction de l'engrais vert	Les engrais verts ont plusieurs fonctions : couvre-sol, apport important de biomasse (aérienne et racinaire), apport d'azote.
Disponibilité des semences	L'achat des semences d'engrais verts devrait se faire en même temps que celles des légumes. Ainsi, le producteur(trice) s'assure d'avoir en main les semences lorsque la période des semis arrive.
Coût des semences	De nombreuses possibilités sont offertes quant à la sélection d'engrais verts : semenciers traditionnels, fournisseurs de micropousses, etc. Le but n'est pas de choisir les semences les plus onéreuses, mais bien la plante qui répondra le mieux aux besoins de la ferme.
Variétés possibles	Avoine, orge, pois, moutarde, radis, haricot et toutes autres semences annuelles.

Il est préférable de choisir des variétés annuelles qui ne survivront pas à l'hiver. Même les fermes qui cultivent en contenant devraient introduire des engrais verts dans leurs opérations saisonnières. Ces derniers seront laissés en place durant l'hiver et les résidus morts pourront être intégrés au substrat au printemps suivant. L'ajout au substrat des résidus et des systèmes racinaires améliore l'activité biologique du sol par le développement d'une communauté de microorganismes qui aideront notamment à la minéralisation de la matière organique.

En plus des engrais verts, il est également possible de laisser les résidus des cultures ainsi que leurs racines en place à la fin de la saison. L'enjeu de cette pratique est qu'il y a un risque de retarder le début des semis et des plantations au printemps. Les résidus tendent à conserver la fraîcheur du sol. Aussi, certains des résidus et racines laissés en place à l'automne n'auront pas eu le temps de se décomposer complètement et le travail requis afin de les retirer peut engendrer un retard en début de saison.

Finalement, tout comme les autres entreprises agricoles, des analyses de sol devraient être réalisées sporadiquement afin d'assurer un suivi sur les paramètres chimiques et physiques du substrat de culture. Ces analyses sont réalisées par des laboratoires spécialisés et elles informent les producteurs notamment sur les concentrations en éléments chimiques du substrat de même que sur le taux de matière organique et le pH.

Sur le toit du Santropol Roulant, à Montréal, un ajout de compost et de terreau (afin de combler les pertes dues à la récolte et au retrait de la biomasse) est fait chaque année dans la zone pleine terre. Pour la zone hors-sol, environ 20 % du substrat des bacs est vidé (puis réutilisé sur le toit) en fin de saison et du nouveau substrat ainsi que du compost sont ajoutés à chaque début de saison. Le terreau retiré est donc réutilisé sur le site.

6.9 Gestion des matières végétales produites sur le site

En milieu agricole traditionnel, les résidus des cultures sont la plupart du temps enfouis dans le sol à la fin de la saison de production ou encore, mis en andain pour le compostage. Cette pratique contribue à augmenter la matière organique du sol, mais également, elle ne requiert aucune action particulière pour le producteur. En milieu urbain, les résidus doivent également être gérés, mais l'enfouissement n'est pas envisageable. Bien que la quantité de résidus soit relativement faible en cours de saison (effeuillage, drageonnage, sarclage), l'automne est toutefois synonyme d'importants volumes de résidus organiques qui doivent être gérés (voir

tableau ci-dessous).

La gestion des résidus en fin de saison n'est pas à sous-estimer, car elle représente d'importants volumes de matière organique. Par exemple, une production de tomates sur une superficie de 10 m² produira 25 kg de résidus organiques en fin de saison tandis que pour les haricots, ce sera plus de 19 kg qui seront produits pour la même superficie.

Tableau 49. Biomasse produite pour différentes variétés maraîchères.

Culture	Biomasse/plant (kg)	Biomasse par m ² (kg) ^c	Biomasse pour 10 m ² (kg)
Aubergine ^a	1,1	4,3	43
Cucurbitacées ^b	0,6	1,7	17
Haricot ^a	0,2	1,9	19
Piment Gorria ^a	0,7	3,5	35
Poivron ^a	0,5	1,6	16
Tomate ^a	0,6	2,5	25

a. Données de la Ferme expérimentale du Palais des congrès

b. Böhme, M. H. (2021). Growth Promoting and Stabilizing of Cucumber Plants Cultivated in Soiless Cultivation Systems Using Biostimulators. Dans : Wang, H. (ed.), Cucumber Economic Values and Its Cultivation and Breeding, IntechOpen, <https://doi.org/10.5772/intechopen.96536>

c. Densité 2021.

Considérant la situation atypique des fermes sur les toits, trois solutions peuvent être envisagées : 1) compostage sur le site d'une partie des résidus, 2) transport et gestion des résidus sur un site externe à proximité, 3) ramassage des résidus par une firme spécialisée.

- 1) Compostage sur le site : une faible quantité des résidus peut être gérée à la ferme, et ce sans demander un certificat d'autorisation auprès du MELCC. Dans ce cas-ci, il est préférable d'estimer à l'avance les quantités qui seront produites afin de prévoir l'espace suffisant pour les traiter. Selon les lignes directrices pour l'encadrement des activités de compostage, le compostage extérieur ou thermophile fermé est permis sur le site pour une quantité maximum de 50 m³ pour ce qui est des matières végétales. Aucune importation de matières organiques n'est permise, l'exploitant doit être le seul générateur des matières à composter.

- 2) Transport et gestion des résidus à l'externe : certains receveurs de matières organiques situés à proximité de la ferme peuvent importer et valoriser les résidus produits sur le toit (ex. certains écocentres).
- 3) Ramassage par des firmes spécialisées : quelques firmes spécialisées (ex. Compost Montréal) offrent un service de collecte de résidus végétaux, le tarif étant basé sur une base volumique.

Finalement, il est également possible d'utiliser les services municipaux de ramassage des résidus organiques. C'est une option facile, mais qui s'intègre moins dans une philosophie d'économie circulaire.

Nature Urbaine, à Paris, travaillent en collaboration avec une entreprise qui fait du compost urbain. Cette dernière récupère les résidus de culture de la ferme et en redonne une partie, sous forme de compost, aux carrés parisiens, des espaces potagers en location aux Parisiens.

Toronto Metropolitan University Urban Farm, à Toronto, produit leur propre compost. Ils laissent les racines dans le sol et coupent les parties aériennes. Cependant, le compost produit n'est pas 100 % stérile et les semences de mauvaises herbes finissent par émerger.

6.10 Économie circulaire

Le milieu urbain comporte de nombreux avantages, dont celui de profiter de la proximité de divers intrants. Ces derniers proviennent soit directement du bâtiment, soit des entreprises situées dans les environs. Le bâtiment sur lequel est installée une ferme génère divers déchets qui pourraient être valorisés par la production agricole : eaux grises, compost (déchets organiques), chaleur provenant de l'intérieur (pour la production en serre) et dans certains cas, des matériaux devenus inutiles comme des palettes de bois ou des bacs, etc. Il est également possible de récupérer l'eau de pluie. Évidemment, les modifications à apporter au bâtiment peuvent engendrer des coûts importants. Cependant, dans le cas de nouveaux bâtiments écoresponsables, l'utilisation de ces circuits fermés permet d'améliorer la performance énergétique du bâtiment (meilleure isolation thermique et diminution du ruissellement de

l'eau)²⁹ tout en diminuant l'empreinte écologique.

6.10.1 Projet terreau : Évaluation agronomique de résidus organiques comme substrat de culture pour la production en contenant.

La production agricole en contenant implique généralement l'utilisation d'un substrat horticole professionnel à base de mousse de tourbe, une ressource fragile et limitée³⁰. La vulnérabilité de cette matière organique jumelée au souhait de valoriser les résidus urbains produits localement a amené de nombreux chercheurs à s'intéresser à des substituts potentiels pour la production en serre ou en contenants comme la fibre de bois ou de coco, le biochar et le compost³¹. Ces matières résiduelles ont l'avantage d'être produites localement, elles sont renouvelables et le plus souvent sans contaminant. En 2018, un premier projet expérimental d'évaluation agronomique de résidus organiques comme substrat de culture a été amorcé à la ferme expérimentale où 4 résidus ont été testés : le compost, la fibre et les copeaux de bois de frêne, le substrat de champignonnière épuisé (SCE) ainsi que le Frass (litière et excréments d'insectes). L'objectif de ce projet était de tester ces résidus organiques et d'évaluer leur potentiel agronomique en tant que substrats pour la production maraîchère hors-sol. Ce projet s'inscrit dans une volonté de promouvoir l'économie circulaire dans le mouvement de l'agriculture urbaine.

Afin d'étudier le plein potentiel des substrats, le choix du matériel végétal s'est porté sur le piment Gorria (*Capsicum annuum*), une culture aux rendements élevés, tolérante aux températures extrêmes, et exigeante en matière de fertilisation. La densité de plantation était de 1 plant par contenant de 75 litres.

Résidus à l'essai

- Compost : Pour ce projet, 2 composts ont été utilisés, celui de Compost Montréal (utilisé en 2019) et le compost d'Englobe (site de Lachute) (utilisé en 2020).
- Substrat de champignonnière épuisé (SCE) : En 2018, la production de 6,5 t de

²⁹ Caputo S., Iglesias P., Rumble H. (2017) Elements of Rooftop Agriculture Design. In: Orsini F., Dubbeling M., de Zeeuw H., Gianquinto G. (eds) Rooftop Urban Agriculture. Urban Agriculture. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57720-3_4

³⁰ Gruda, N.S. 2019. Increasing sustainability of growing media constituents and stand-alone substrates in soilless culture systems. *Agronomy* 9: 298-307.

³¹ Barrett, G. E., P. D. Alexander, J.S Robinson, N. C. Bragg. 2016. Achieving environmentally sustainable growing media for soilless plant cultivation systems—A review. *Sci. Hortic.* 212: 220–234.

pleurotes a généré 16 t de SCE qui se retrouvent en grande quantité dans le réseau de compostage municipal. Le substrat qui sert à la production est composé de marc de café, de drêche de brasserie, de pellicule de café, de granules de bois franc, de paille de chanvre et de carbonate de calcium. Ne possédant aucune valeur fertilisante, le SCE pourrait influencer les paramètres physiques d'un terreau urbain notamment par sa capacité d'aération du sol.

- **Bois de frêne** : L'agrile du frêne (*Agrilus planipennis*) est un ravageur responsable de l'abattage de près de 70 000 frênes à Montréal depuis 2012³². En 2019, des copeaux de frêne ont été introduits dans les mélanges à des concentrations variées et à une granulométrie variable. En 2020, le frêne a été utilisé de nouveau, mais sous la forme de fibre de bois.
- **Frass** : Au Québec, 63 % des élevages d'insectes se retrouvent en zone urbaine³³. Mis à part la vente comme fertilisant, peu d'avenues ou de débouchés s'offrent à ce résidu. Le Frass sous forme de poudre a été ajouté au projet en 2020.

Figure 38. Production de piments Gorria pour un projet de recherche sur les terreaux



Crédit photo : Isabelle Aubut, Laboratoire sur l'agriculture urbaine

³² Communauté métropolitaine de Montréal (CMM) : Stratégie métropolitaine de lutte contre l'agrile du frêne 2014-2024. Bilan des activités 2017. Accédé le 17 septembre 2020. https://cmm.qc.ca/wp-content/uploads/2019/03/Bilan2017_StrategieAgrile.pdf

³³ Cohen, A., E. Duchemin. 2020. Fiche économique — fermes d'élevage d'insectes comestibles. Laboratoire sur l'agriculture urbaine/Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine. 34 p.

Traitements

Une première parcelle a été mise en place au printemps 2019 avec l'installation de 49 pots de géotextile d'une capacité de 75 litres. En 2020, la zone d'essai a été agrandie avec l'ajout de 4 traitements et d'un résidu (Frass) supplémentaire (2 % du volume total du contenant). Deux des nouveaux traitements (2020) avaient leurs résidus positionnés selon la technique en lasagne, technique utilisée dans le projet T4P réalisé par l'Institut technique en horticulture (Astredhor) à Paris. Cette technique de production hors-sol est couramment utilisée sur des sites où la qualité des sols ne permet pas la production agricole³⁴. Un terreau horticole professionnel (AGROMIX® O6) à base de mousse de tourbe, de fibres de noix de coco, de compost, de perlite, de chaux dolomitique et de gypse a servi de témoin (1A, 1B) pour les projets. Le détail des traitements se trouve au tableau suivant.

Tableau 50. Composition des traitements du projet Terreau.

Projet	Traitement	Composition
Projet 2019	1A	100% Terreau commercial ^a
	2A	100% Compost
	3A	50% Compost / 50% SCE ^b
	4A	75% Compost / 25% SCE ^b
	5A	50% Compost / 50% Bois de frêne (copeaux)
	6A	75% Compost / 25% Bois de frêne (copeaux)
	7A	42% Compost / 42% Bois de frêne (copeaux) / 16% SCE ^b
Projet 2020	1B	100% Terreau commercial ^a
	2B	50% Compost / 50% Fibre de bois de frêne / 2% Frass
	3B	42% Compost / 42% Fibre de bois de frêne / 16% SCE ^b / 2% Frass
	4B	42% Compost / 42% Fibre de bois de frêne / 16% SCE ^b / 2% Frass

³⁴ Gard, B., N. Bel, N. Marchal, N. Madre, J-F. Castell, et al.. 2015. Recycling urban waste as possible use for rooftop vegetable garden. Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society 3(1) :21-34.

		(étagé en lasagne)
	5B	50% mix (60% Compost + 40% SCE ^b) / 50% Fibre de bois de frêne / 2% Frass (étagé en lasagne)

- Agromix® 06 : composé de mousse de tourbe, de fibre de noix de coco, de perlite, de chaux dolomitique, et de gypse
- Substrat de champignonnière épuisé

Figure 39. Fibre de bois de frêne (à gauche) et Frass (à droite).



Crédit photo : Laboratoire sur l'agriculture urbaine

Résultats

Densité apparente

La qualité d'un sol s'évalue à partir de ses caractéristiques chimiques et physiques. La masse volumique apparente sèche tient compte de l'importance relative du volume des solides et des vides qui constituent le sol. Elle varie avec le tassement et l'état structural du sol et c'est un indicateur important du degré de compaction. La densité des sols varie de 0,30 g/cm³ pour un sol organique à plus de 1,70 g/cm³ pour un sol sableux³⁵. L'ajout de matière organique au sol, tel le compost, aide à réduire la masse volumique apparente³⁶.

³⁵ Doran, J.W., T.B. Parkin. 1994. Defining and Assessing Soil Quality. In: Doran, J. W., Coleman, D.C., Bezdicek, D. F., Stewart, B.A. (Eds.), Defining soil quality for a sustainable environment. Soil Science Society of America, Madison, pp. 3-21.

³⁶ Brown, S., M. Cotton. 2011. Changes in Soil Properties and Carbon Content Following Compost Application: Results of On-farm Sampling. Compost Science & Utilization 19 (2) : 87-96.

Tableau 51. Masse volumique apparente des traitements du Projet 2019.

Périodes d'échantillonnage	Masse volumique apparente (g/cm ³)						
	1A 100% terreau	2A 100% compost	3A 50% Compost / 50% SCE	4A 75% Compost / 25% SCE	5A 50% Compost / 50% Bois de frêne	6A 75% Compost / 25% Bois de frêne	7A 42% Compost / 42% Bois de frêne / 16% SCE
Juillet	0,12	0,38	0,37	0,43	0,32	0,34	0,28
Octobre	0,13	0,33	0,30	0,35	0,28	0,29	0,27

Tableau 52. Masse volumique apparente des traitements du Projet 2020.

Périodes d'échantillonnage	Masse volumique apparente (g/cm ³)				
	1B 100% terreau	2B 50% compost / 50% Bois de frêne / 2% Frass	3B 42% compost / 42% Bois de frêne / 16% SCE / 2% Frass	4B 42% compost / 42% Bois de frêne / 16% SCE / 2% Frass (en lasagne)	5B 50% mix compost-SCE / 50% Bois de frêne / 2% Frass (en lasagne)
Juillet	0,12	0,30	0,26	0,47	0,33
Octobre	0,10	0,26	0,24	0,36	0,28

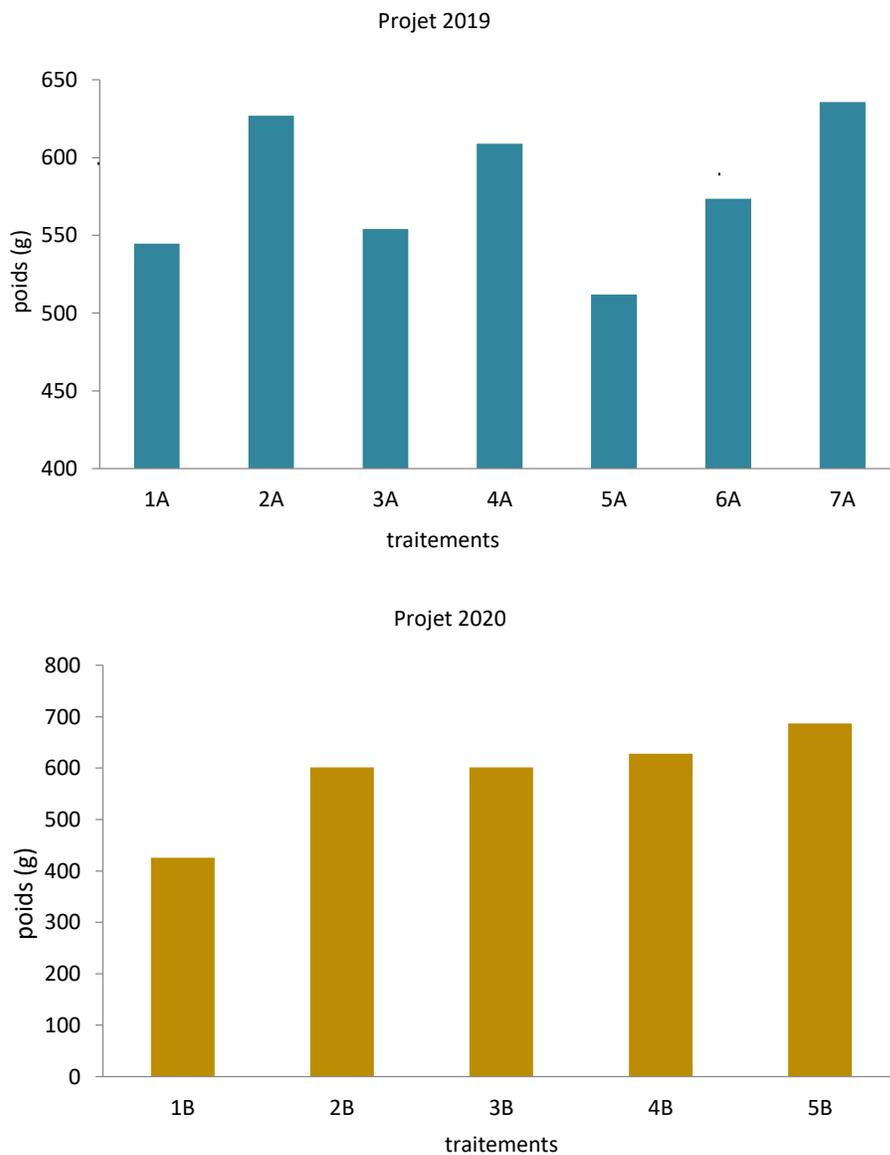
Les tableaux ci-dessus montrent les résultats des tests de masse volumique apparente des mois de juillet et octobre 2020. Comme attendu, le témoin composé d'un terreau horticole à base de mousse de tourbe (1A et 1B) obtient le résultat le plus faible (0,10 à 0,13 g/cm³), ce qui est caractéristique d'un terreau léger et poreux. Pour le projet 2019, les traitements qui contenaient 75 % de compost (4A, 6A) ont bénéficié de l'ajout d'un second résidu afin d'alléger le substrat. Les copeaux de frêne (6A) ont contribué à aérer le mélange de manière plus importante que le SCE (4A). Et le résultat est encore plus intéressant lorsque les 3 résidus sont présents comme le montre le traitement 7A. Bien que la densité de l'ensemble des traitements soit supérieure au terreau horticole (1A), c'est cependant le mélange des 3 résidus qui a formé le substrat le plus léger.

Et le résultat est le même pour le traitement 3B du projet 2020 qui contient les 3 mêmes composantes en plus du Frass. Dans le contexte d'une ferme sur un toit, le sol recherché doit être le plus léger possible afin de diminuer le poids total du substrat, mais également.

Biomasse

Un autre paramètre important est le poids des végétaux à la fin de la saison. Plus une plante accumule de la biomasse aérienne, plus le rendement devrait être élevé, car une plus grande quantité de feuillage favorise une activité photosynthétique supérieure. À la fin de la saison 2021, chaque plant a été pesé et comparé avec le témoin (1A, 1B). La figure suivante montre que la quasi-totalité des traitements a produit des plants de piments plus volumineux que le traitement à base de terreau horticole.

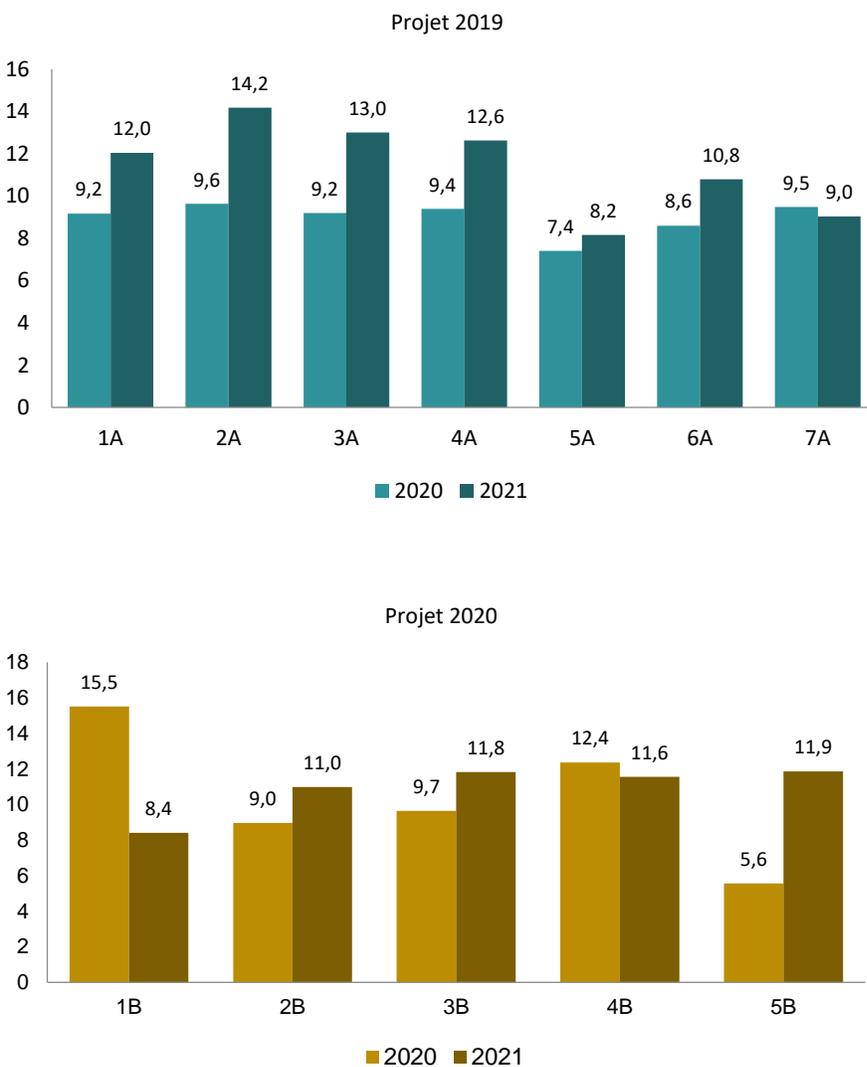
Figure 40. Biomasse des plants de piments Gorria à la fin de la saison 2021



Rendements

Les saisons 2020 et 2021 ont été exceptionnelles en ce qui concerne les rendements du piment Gorria. Que ce soit pour le projet démarré en 2019 que celui amorcé en 2020, les rendements ont augmenté pour la majorité des traitements entre les saisons 2020 et 2021 (voir figure 41). Pour le projet 2019, les mélanges qui contenaient des copeaux de frêne (5A, 6A) ont obtenu des rendements moins élevés que ceux du traitement témoin à base de mousse de tourbe tandis que les traitements qui incluaient du SCE (3A, 4A) ont produit davantage de piments. Pour le projet amorcé en 2020, tous les traitements ont obtenu des rendements supérieurs à ceux du traitement témoin pour la saison 2021.

Figure 41. Rendements de piments Gorria pour les saisons 2020 et 2021



Le projet terreau a démontré que l'utilisation de résidus organiques urbains comme composants d'un substrat de culture est une option viable au niveau de la production agricole en contenants. Elle est d'autant plus intéressante pour la réduction des frais reliés aux intrants. Le coût des terreaux commerciaux est très élevé et comme les quantités nécessaires pour la mise en place d'une ferme sur un toit sont considérables, l'emploi de résidus organiques devient une option intéressante pour la production en contenant.

6.11 Tâches saisonnières

Une ferme sur un toit offre l'opportunité de produire sur une plus longue période, ce qui signifie que les opérations débuteront tôt au printemps et se termineront tard à l'automne. Comme toutes les entreprises agricoles, l'hiver est la période idéale pour la formation (producteur(trice) et employés) et la planification de la saison prochaine tandis que le printemps est la période la plus occupée. Le tableau ci-dessous énumère les tâches à privilégier pour une saison complète.

Tableau 53. Opérations à réaliser pour une saison complète.

Hiver	Planification de la prochaine saison	Achat des semences (légumes, engrais verts) et des transplants
		Achat des différents intrants : compost, engrais
		Achat du matériel de production : filets anti-insectes, couvertures thermiques, tuteurs, outils, pièges pour les ravageurs, etc.
		Élaboration du calendrier de production et du plan de culture
Distribution et mise en marché		Rencontre des clients existants et sondages sur leur taux de satisfaction
		Recherche de nouveaux clients
Formation		Colloque, séminaire, formation, rencontre de producteurs(trices)
Gestion de		Comptabilité, rapport d'impôts

	l'entreprise	Planification budgétaire
Printemps	Production	Semis en serre
		Acclimatation des transplants
		Apports de compost
		Épandage d'engrais
		Semis direct
	Installation du site	Retirer les couvertures de protection
		Déplacer les contenants dans les zones de production
		Ouvrir les accès à l'eau et installation du système d'irrigation et de la minuterie
		Vérification des équipements et remplacement en cas de bris
		Mise en place des pièges pour ravageurs
		Installation de la station météo
Été	Opérations agricoles	Semis, plantation en continu
		Fertilisation
		Suivi des cultures (problèmes d'irrigation, ravageurs, maladies)
		Suivi des données météorologiques
		Suivi des systèmes d'irrigation
		Opérations culturales : taille, effeuillage, tuteurage, désherbage
		Suivi des mesures (pH, EC) pour les systèmes hydroponiques
Automne	Opérations agricoles	Semis d'engrais verts
		Retrait et entreposage du matériel (ex. tuteur)

		Nettoyage des outils
		Échantillonnage pour analyse de sol
	Fermeture du site	Retirer le système d'irrigation
		Déplacer les pots (si nécessaire) le long des bordures
		Installer les couvertures thermiques
		Taille des certaines plantes vivaces (ex. vigne)
		Entreposer les équipements (outils, chariots)

6.12 Protection hivernale

Certaines productions vivaces nécessitent une protection hivernale, et ce, même si les températures sur les toits sont supérieures à celles au sol. De plus, le facteur éolien ne permet généralement pas une accumulation de neige assez importante pour constituer une couche isolante de protection. Il est alors nécessaire de couvrir les plants pour les protéger du froid et des différentes intempéries. Cette opération est généralement faite fin novembre début décembre une fois les plantes en dormance. Il y a plusieurs façons de protéger les végétaux. Idéalement, pour une production hors-sol, tous les contenants sont regroupés à un même endroit à l'abri du vent, préférablement près d'un mur ou d'un muret. Par la suite, une couverture de protection est étendue sur les contenants. Cette dernière doit être maintenue à l'aide de sacs de sable ou tout autre matériel. Les couvertures utilisées peuvent appartenir à diverses catégories comme les toiles non tissées faites de fibre de polyester (PET) de haute qualité résistante aux rayons UV ou encore, les toiles isolantes à bulles en aluminium. Des arceaux peuvent également être installés sous la couverture afin de protéger les plantes du poids de la neige.

Au cours de l'hiver, des visites sont nécessaires afin de s'assurer que les couvertures restent en place. Au printemps, les couvertures doivent être retirées rapidement en raison des températures élevées en dessous de celle-ci. Le débourrement des plantes vivaces arrive généralement plus tôt en milieu urbain, le retrait des couvertures doit être planifié en fonction de ce phénomène.

Figure 42. Protection hivernale des productions fruitières à la ferme du Palais des congrès de Montréal.



Crédit photo : Laboratoire sur l'agriculture urbaine

Implanter une ferme sur un toit ne signifie pas que le site est exempt de problématiques phytosanitaires (insectes ravageurs, maladies fongiques, mauvaises herbes). Au contraire, au fur et à mesure que l'activité agricole s'y développera, le producteur(trice) devra faire face aux mêmes situations que les producteurs(trices) conventionnels(les) gèrent chaque saison de production. Généralement, les premières années d'une ferme sont relativement calmes au niveau des problématiques avec une faible pression des ravageurs, maladies et mauvaises herbes. Toutefois, au fil des saisons, la pression des mauvaises herbes et maladies s'accroît et les populations de ravageurs se multiplient faisant augmenter le nombre d'insectes sur le site. Il faudra dès le départ planifier une stratégie phytosanitaire et mettre en place des moyens de lutte pour faire face aux ennemis des cultures.

6.12 Gestion des ravageurs, des maladies et des adventices

Contrairement à ce que l'on peut penser, les fermes sur les toits sont des milieux propices au développement, à la survie et à l'hibernation de nombreuses espèces animales et végétales. Les activités agricoles qui s'y déroulent font face aux mêmes problématiques phytosanitaires que n'importe quelle ferme située en zone non urbaine. Le dépistage, le suivi des cultures et la mise en place de stratégies de protection des cultures sont des actions qui font partie des opérations quotidiennes d'une ferme sur toit.

Lutte intégrée

Selon le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), la lutte intégrée ou gestion intégrée des ennemis des cultures « est une méthode décisionnelle qui a recours à toutes les techniques nécessaires pour réduire les populations d'organismes nuisibles de façon efficace et économique, tout en respectant l'environnement »³⁷. Elle se définit en 6 étapes (Tableau 54).

Pour le milieu urbain, le concept de lutte intégrée prend tout son sens compte tenu des conditions particulières où se déroulent les activités agricoles. En effet, la majorité des villes ont adopté des lois et règlements sur l'utilisation des pesticides. Cette réglementation oblige les producteurs(trices) à employer d'autres moyens de lutte. Différentes opérations et méthodes culturales peuvent être réalisées dans le but de prévenir et de lutter contre les problèmes phytosanitaires. Voici une liste non exhaustive des actions qui devraient être instaurées à la ferme, et ce, dès la première année d'opération :

- Rechercher des cultivars résistants à certaines maladies ;
- Dépister la ferme quotidiennement ;
- Utiliser des densités de plantation qui favorise la croissance optimale des plants, mais aussi, une bonne circulation d'air (éviter de garder le feuillage humide) ;
- Prendre en considération la rotation des cultures d'une saison de production à l'autre.
- Garder l'espace de production propre en tout temps en se débarrassant rapidement des résidus de culture (source de contamination).
- Désherber le site régulièrement ;
- Pratiquer la lutte manuelle (retirer les insectes manuellement, tailler les plants malades) ;
- Utiliser des filets anti-insectes ;
- Installer des pièges collants ou à phéromones afin d'identifier les insectes (ravageurs et bénéfiques) présents ;
- Apprendre à identifier les insectes ;
- Noter les observations et les actions prises en cours de saison.

³⁷ Définition retenue par le Comité d'experts sur la lutte intégrée, un organisme consultatif qui regroupe des représentants des différentes provinces, du gouvernement canadien et de l'industrie.

Tableau 54. Étapes de la lutte intégrée.

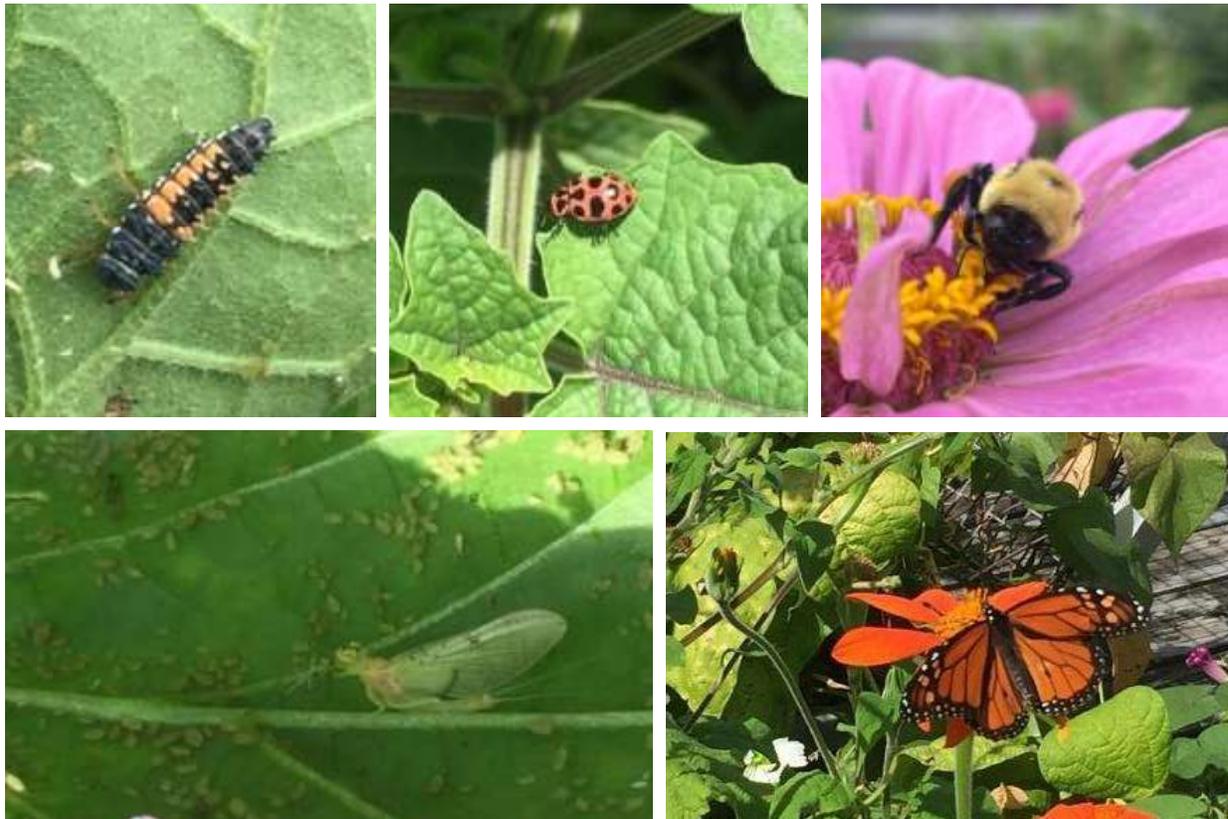
Étape	Ce que cela implique	Exemples pour le milieu urbain
1. Identification des insectes alliés et ennemis	Bien identifier les insectes et autres arthropodes présents sur le site. La majorité est bénéfique ou inoffensive.	Apprendre à identifier les arthropodes ou travailler en collaboration avec un professionnel. Dépister les insectes chaque semaine (et même plusieurs fois par semaine en forte saison) dès le début des opérations.
2. Dépistage et évaluation de la situation	Évaluer les conditions environnementales, l'abondance des organismes nuisibles et utiles, l'état de santé et le stade de développement des cultures.	Mettre en place un registre pour noter les observations. Suivre l'évolution des problématiques (nombre de ravageurs et de plantes atteintes, taux de mortalité).
3. Utilisation des seuils d'intervention	Bien connaître les seuils et intervenir seulement s'ils sont dépassés.	Se familiariser avec des outils d'aide à la décision tel SAgE Pesticides. (https://www.sagepesticides.qc.ca)
4. Adaptation de l'écosystème	Mettre en place des stratégies telles : choix de cultivars tolérants/résistants, modification des densités et des dates de semis, désinfection des équipements, rotations des cultures.	Utiliser des couvertures de protection. Mettre en place des pièges pour le dépistage. Faire des essais sur la densité optimale. Nettoyer les outils entre chaque utilisation. Choisir des cultivars résistants aux maladies.
5. Combinaison des méthodes de lutte	Combiner les méthodes biologiques, mécaniques, culturales, génétiques, chimiques.	Faire un plan d'action en début de saison qui combine plusieurs moyens de lutte.
6. Évaluation des conséquences et l'efficacité des actions	Prendre en note les résultats, documenter les effets des méthodes mises en place afin d'améliorer les pratiques.	Faire le suivi régulier, documenter, demander aux employés de noter les observations. Faire un bilan à la fin de chaque saison de production.

Présence des ennemis naturels

Bien que la très grande majorité des arthropodes retrouvés sur les toits soient bénéfiques (pollinisateurs, décomposeurs, prédateurs), certains insectes sont tout de même considérés

comme des ravageurs. À titre d'exemple, au cours des dernières années, les principaux ravageurs observés à la ferme expérimentale étaient majoritairement ceux qui attaquaient les cucurbitacées (courgette, concombre), les crucifères (brocoli, pak-choï, radis) et les solanacées (piment, poivron). Toutefois, mis à part le Bt (*Bacillus thuringiensis*, un biopesticide), aucun produit phytosanitaire n'a été utilisé afin de protéger les cultures. En effet, dans la majorité des cas, la présence d'ennemis naturels (prédateurs) a permis de réduire les populations d'insectes ravageurs, et ce, de façon naturelle, c'est-à-dire sans aucune introduction d'insectes bénéfiques. Au cours des saisons de production, un équilibre s'est installé entre ravageurs et prédateurs. La présence sur le site de végétation pérenne a probablement servi de refuge et a contribué à la survie de ces insectes bénéfiques d'une année à l'autre.

Figure 43. Insectes bénéfiques présents sur le toit du Palais des congrès (de gauche à droite : larve de coccinelle asiatique, coccinelle maculée, bourdon, cicadelle et monarque).



Crédit photo : Laboratoire sur l'agriculture urbaine

Gestion des adventices

La gestion des mauvaises herbes fait partie des opérations courantes d'une ferme sur le toit et elle ne doit pas être négligée. Dès la première année d'opération, un suivi et un désherbage réguliers du site doivent être exécutés. Les fermes en milieu urbain ne peuvent utiliser des

herbicides afin de contrôler les mauvaises herbes, la lutte doit donc être faite manuellement. La présence d'adventices, même en très faible quantité, peut réduire le rendement des cultures en raison de la compétition (eau, soleil, nutriments) ou encore, par la présence de ravageurs ou de maladies qui les utilisent comme plante abri. Le temps alloué au désherbage peut être considérable si cette activité n'est pas effectuée sur une base régulière. En effet, plusieurs mauvaises herbes sont des plantes vivaces et si elles ne sont pas détruites rapidement, elles s'établiront sur le toit et leur destruction sera de plus en plus difficile. Par exemple, le liseron ou le peuplier deltoïde sont des espèces végétales difficiles à déloger et l'espace qu'elles occupent peut s'agrandir avec le temps. Dans un contexte de ferme sur petite superficie, tout l'espace doit être consacré à la production agricole et non à la croissance des mauvaises herbes.

La gestion des mauvaises herbes passe inévitablement par le désherbage, mais également par l'application de pratiques culturales bien connues. La rotation des cultures, l'utilisation de plantes de couverture et d'engrais verts ainsi que le dépistage régulier sont des actions qui devraient être implantées dans toutes les entreprises agricoles.

Comme pour les autres résidus, les mauvaises herbes doivent être gérées selon les options offertes à l'entreprise agricole : compostage externe, par le service municipal, ou encore directement sur le site. Cette dernière option devrait être choisie en dernier recours compte tenu des problématiques qu'elle peut engendrer : banque de semences, présence de maladies fongiques ou bactériennes, refuge pour ravageurs de même qu'espace non alloué à la production agricole.

Selon Antoine Trottier, président et co-fondateur à La ligne verte, il existe plusieurs façons de prévenir l'apparition des mauvaises herbes : rotation des cultures, utilisation de paillis plastique, etc.

Réglementation

Avant d'utiliser un pesticide ou un biopesticide, il est important de vérifier la réglementation locale concernant l'application de produits phytosanitaires. Par exemple, à Montréal, il est interdit d'utiliser certains pesticides de synthèse (<https://montreal.ca/sujets/utilisation-des-pesticides>). Il faut alors prioriser d'autres moyens de lutte comme la lutte physique.

Selon Mohamed Boudache, agronome en agriculture urbaine à la Ville de Montréal, la réglementation municipale de la ville ne permet pas d'utiliser de pesticide de synthèses. Il

faut plutôt opter pour des produits biologiques (biopesticides), qui eux, sont permis.

Pesticides/biopesticides

En cas de problématique majeure, c'est-à-dire lorsque les seuils d'intervention sont dépassés, il est possible d'utiliser des produits phytosanitaires (les biopesticides devraient être privilégiés) pour traiter contre différents ravageurs ou maladies pathogènes. Toutefois, cette option demeure le dernier recours et les produits utilisés doivent être choisis selon l'information présente sur le site de SAgE Pesticides. Également, l'accompagnement de professionnels tel que les agronomes est fortement recommandé dans de telles situations.

SECTION 7

PRODUCTION SOUS ABRIS (CHAUFFÉ, NON-CHAUFFÉ)

L'utilisation d'abris chauffés et non chauffés est une pratique courante en agriculture et le milieu urbain ne fait pas exception. De plus en plus, les fermes sur toit se dotent d'installations qui leur permettent de prolonger la saison de production, d'améliorer la qualité des récoltes et par le fait même, d'augmenter les rendements. Également, la production agricole sous abri permet aux producteurs d'accéder aux marchés des primeurs où le prix est généralement plus élevé, ce qui est avantageux pour les producteurs urbains. Toutefois, l'installation de tels équipements sur un toit en milieu urbain comporte de nombreux défis tels qu'une mise en place fastidieuse ou une réglementation non permmissible.

Selon Mohammed Boudache, agronome en agriculture urbaine à la Ville de Montréal, il est très important de vérifier la réglementation locale concernant l'installation de serres ou d'abris non chauffés. Certaines villes ou divers arrondissements ne le permettent tout simplement pas. De plus, l'installation de ce type d'abris implique généralement différentes considérations :

- Nécessite une structure assez robuste et solide (il y a beaucoup de vent en hauteur)
- Le revêtement doit généralement être en polycarbonate ou en verre, le polyéthylène est à éviter
- Les normes pour les constructions sur un bâtiment sont différentes des serres en milieu agricole

7.1 Abri chauffé (serre)

Une des particularités les plus importantes d'une serre est qu'elle offre un environnement contrôlé pour la production de différentes cultures afin d'optimiser les rendements. Elle protège les cultures des conditions climatiques qui peuvent à l'occasion être néfastes (basse température, pluie, vent, etc.). Comme pour une serre au sol, lors de la configuration, il est important de prévoir une transmission lumineuse maximale à travers le choix des matériaux. Un faible ensoleillement devient rapidement un facteur limitant à la croissance et au développement des plantes. Par contre, certaines spécificités propres aux serres sur toit réduisent, parfois de manière importante, la transmission lumineuse. Par exemple, les bâtiments avoisinants, la structure plus renforcée d'une serre sur toit ainsi que les différents éléments nécessaires au fonctionnement du bâtiment (système de climatisation, tuyaux de ventilation, événements, etc.) affectent l'éclairage naturel. Les équipements de la serre (gouttières,

etc.) peuvent aussi diminuer la quantité de lumière accessible pour les cultures³⁸. L'utilisation des abris doit également faire partie de la réflexion avant leur mise en place : seront-ils utilisés afin de produire à l'année ou simplement pour prolonger la saison de culture ? Ce choix aura des impacts sur la construction de la serre et des différents équipements à y ajouter (chauffage, éclairage, etc.).

Recouvrement

Un bon matériau de recouvrement est un matériau qui va permettre une transmission maximale de la lumière. Trois matériaux de recouvrement sont actuellement disponibles sur le marché. Il s'agit du verre, du polycarbonate (paroi simple, double ou triple) ainsi que du polyéthylène (couche simple ou double). Ce dernier n'est généralement pas optimal pour une serre sur toit à cause des forts vents qui peuvent causer du tort à la structure.

Tableau 55. Matériaux de recouvrement.

Type	Principaux avantages	Principaux inconvénients
Verre	Transmission lumineuse élevée, bonne résistance aux charges, bonne durée de vie (environ 25-30 ans)	Très lourd, coût élevé
Polycarbonate	Bon compromis entre le verre et le polyéthylène, semi-rigide, léger, bonne résistance aux charges, faible coût, bonne durée de vie (environ 15-20 ans)	
Polyéthylène	Souple, léger, faible coût, distribution lumineuse uniforme	Courte durée de vie (environ 2-4 ans), faible résistance aux charges, risque de dommage lors d'épisodes de vent violent

Adapté de Séguin, R., A. Cohen, M-J. Vézina, et E. Duchemin (2021). Fiche technique et économique : production maraîchère urbaine en serre sur toit ou au sol. Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine/Laboratoire sur l'agriculture urbaine, 32p.

Avant de choisir le matériau, il est primordial de considérer les différents règlements en vigueur, plus précisément la réglementation d'urbanisme locale ainsi que celle de la *Régie du bâtiment du Québec*. Par exemple, à Montréal, pour un bâtiment d'une certaine hauteur, il est

³⁸ Montero J.I., Baeza E., Muñoz P., Sanyé-Mengual E., Stanghellini C. (2017) Technology for Rooftop Greenhouses. In: Orsini F., Dubbeling M., de Zeeuw H., Gianquinto G. (eds) Rooftop Urban Agriculture. Urban Agriculture. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57720-3_6

interdit d'utiliser le polycarbonate ou le polyéthylène comme recouvrement de serre.

Structure

Il existe principalement 2 types de matériaux pour la structure d'une serre : l'acier et l'aluminium. Étant donné que les différents toits ont une portance prédéterminée, il est généralement préférable d'opter pour une structure en aluminium qui est beaucoup plus légère que celle en acier.

Tableau 56. Matériaux de la structure.

Type	Principaux avantages	Principaux inconvénients
Aluminium	Solide, léger, résistant au vent, souple, ne rouille pas (peu d'entretien)	Coûts élevés (achat et installation), faible capacité isolante
Acier	Coût moindre	Oxydable, poids important

Adapté de Séguin, R., A. Cohen, M-J. Vézina, et E. Duchemin (2021). Fiche technique et économique : production maraîchère urbaine en serre sur toit ou au sol. Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine/Laboratoire sur l'agriculture urbaine, 32p.

Systèmes d'appoint (ventilation, éclairage, chauffage, système de refroidissement)

En plus de la structure et du recouvrement, la serre requiert plusieurs équipements essentiels. Le choix des équipements les mieux adaptés au projet devrait être discuté avec un(e) professionnel(le) qui saura accompagner les entrepreneurs dans ces investissements importants :

- Système de chauffage : chauffage aérotherme (soufflerie ou polytube), chauffage à eau chaude et chauffage par radiation (lampes). Il ne faut pas négliger le besoin en énergie pour faire fonctionner système de chauffage et éclairage, particulièrement dans les mois les plus froids de l'année.
- Système de refroidissement et contrôle d'humidité : ventilation naturelle, ventilation forcée, coussinets de refroidissement, brumisateur, thermopompe.
- Éclairage horticole d'appoint.
- Écran thermique et écran d'ombrage (essentiel en milieu urbain pour contrer la pollution lumineuse).
- Système de gestion et distribution de la solution nutritive.
- Injecteur de gaz carbonique.
- Rideaux thermiques.

Selon Mohammed Boudache, agronome en agriculture urbaine à la Ville de Montréal, une serre sur toit est environ 3 à 4 fois plus dispendieuse qu'une serre au sol. Cela est dû à plusieurs éléments :

- *Travaux en hauteur (prends plus de temps)*
- *Nécessite une main-d'œuvre spécialisée*
- *Coût plus élevé en assurances et taxes*
- *Matériaux et structure plus robuste*
- *Les normes et règlements sont plus stricts*

Généralement, les serres ne sont pas considérées comme ayant une importante charge structurale, leur poids n'étant pas un enjeu aussi important que le poids des substrats. Par contre, il est important de prendre en considération la charge latérale que les vents vont exercer sur les différents abris et de s'assurer que la structure de la serre résiste à ces charges parfois importantes, notamment en fixant bien cette dernière au bâtiment. Bien sceller la jonction entre le toit et les parois de la serre permet aussi d'élever le soulèvement de la serre³⁹.

Pour plus d'informations concernant les différents types de serres ainsi que les équipements nécessaires, voir [fiche technique et économique : Production maraîchère urbaine en serre sur toit ou au sol — CRETAU](#)⁴⁰

7.2 Abri non chauffé

D'autres types d'abris peuvent être utilisés pour prolonger la saison ou ajouter quelques degrés dans la zone de croissance. Ceux-ci sont généralement amovibles et non chauffés. Deux types en particulier peuvent être utilisés sur un toit : les tunnels-chenille et les mini-tunnels (tunnel flex). Ces équipements sont conçus pour le maraîchage en champ et ne sont pas adaptés à la production sur toit. Il faudra donc faire preuve de créativité pour les installer, et surtout pour les maintenir en place.

³⁹ Caputo S., Iglesias P., Rumble H. (2017) Elements of Rooftop Agriculture Design. In: Orsini F., Dubbeling M., de Zeeuw H., Gianquinto G. (eds) Rooftop Urban Agriculture. Urban Agriculture. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57720-3_4

⁴⁰ Séguin, R., A. Cohen, M.-J. Vézina, et E. Duchemin (2021). Fiche technique et économique : production maraîchère urbaine en serre sur toit ou au sol. Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine/Laboratoire sur l'agriculture urbaine, 32p.

Pour ces abris non chauffés, le recouvrement est généralement en polyéthylène. Plusieurs largeurs et hauteurs sont disponibles et la longueur est souvent variable. Il est important d'installer des arceaux à une distance régulière afin d'assurer la solidité de l'abri. Et dans les 2 cas, il est recommandé de lever les côtés pendant les journées chaudes afin de favoriser une bonne ventilation.

Comme pour les serres, il est important de considérer l'impact du vent sur la structure des tunnels. Il faudra s'assurer que les tunnels soient bien fixés à la structure du bâtiment. C'est un enjeu d'autant plus important, car pour une ferme sur un toit en milieu urbain, la force du vent peut être considérable et les équipements doivent être parfaitement installés afin de contrer les effets du vent. Ce type d'équipement est adapté à l'agriculture en plein champ, mais moins pour l'agriculture sur toit. En champ, les tunnels sont ancrés au sol ce qui est impossible sur un toit. Il faut adapter le matériel aux contraintes du milieu urbain. À la ferme expérimentale, les arceaux ont été positionnés dans des pots en géotextile et maintenus en place à l'aide de cordes passées sous les pots. Les toiles de polyéthylène ont été maintenues à l'aide de cordage retenu aux extrémités à l'aide de blocs de béton creux (voir figure 44).

Tableau 57. Avantages et inconvénients des abris non chauffés.

Type	Principaux avantages	Principaux inconvénients
Tunnel-chenille	<ul style="list-style-type: none"> - S'apparente à une serre ; - Permet de faire des productions de primeur ; - Permet de prolonger la saison ; - Abordable ; - Amovible ; - Durée de vie du recouvrement entre 2 et 5 ans. 	<ul style="list-style-type: none"> - Demande un ancrage très solide ; - La hauteur est un enjeu à cause du vent ; - Ne peut être utilisé durant l'hiver.
Mini-tunnel flex	<ul style="list-style-type: none"> - Permet de faire des productions de primeur ; - Augmente les températures dans la zone de croissance ; - Se déplace facilement ; - Très abordable ; - S'installe tôt au printemps. 	<ul style="list-style-type: none"> - Peut créer un microclimat chaud et sec propice au développement d'insectes ravageurs ; - La structure basse ne favorise pas l'aération ; - Arceaux de petite dimension, non adaptés aux productions de grand format ; - Ne supporte pas le poids de la neige (à retirer à l'automne).

Un système d'irrigation goutte à goutte est obligatoire, car le recouvrement est imperméable, les cultures sous l'abri ne peuvent donc pas bénéficier de l'eau de pluie.

Comme les serres, il est important de vérifier la réglementation locale en vigueur, car ils pourraient être considérés au même titre qu'une serre.

Figure 44. Exemple d'abris non chauffés sur les toits (La ligne verte: Maraîcher à gauche et ferme expérimentale du Palais des congrès de Montréal, à droite).



Crédit photo : Laboratoire sur l'agriculture urbaine

Au niveau des mini-tunnels, des mesures de températures ont été prises à l'aide d'une station météo placée sous la membrane de polyéthylène durant la saison 2021. Des sondes de températures étaient également installées à l'extérieur des mini-tunnels afin de comparer les 2 environnements. Le graphique ci-dessous montre que sous le mini-tunnel, la température à 12 h est supérieure à celle à l'extérieur du tunnel. Par contre, les températures nocturnes sous le mini-tunnel sont similaires à celles prises à l'extérieur de ceux-ci.

Figure 45. Différence de température à 12h sous le mini-tunnel et hors tunnel.

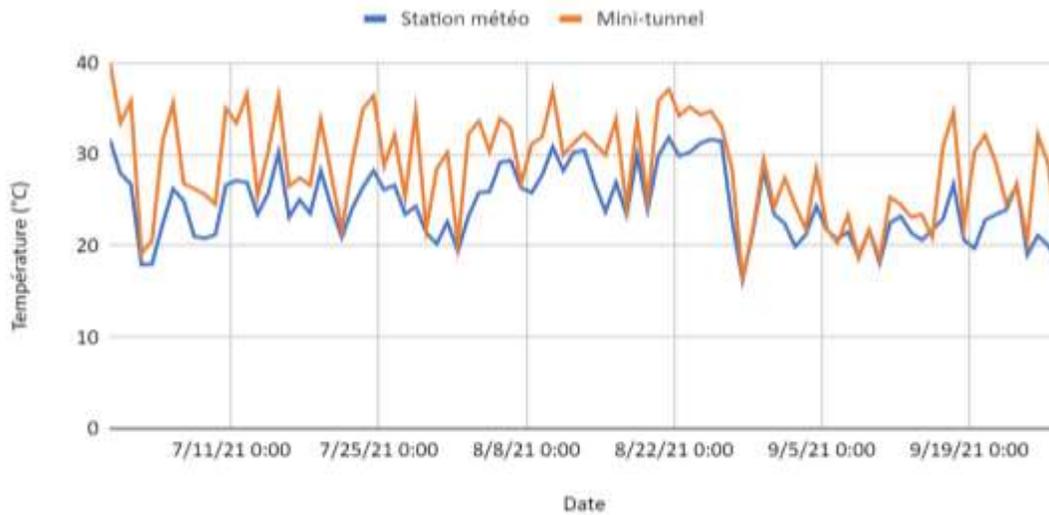


Figure 46. Différence de température nocturne (à 2h) sous le mini-tunnel et hors tunnel.

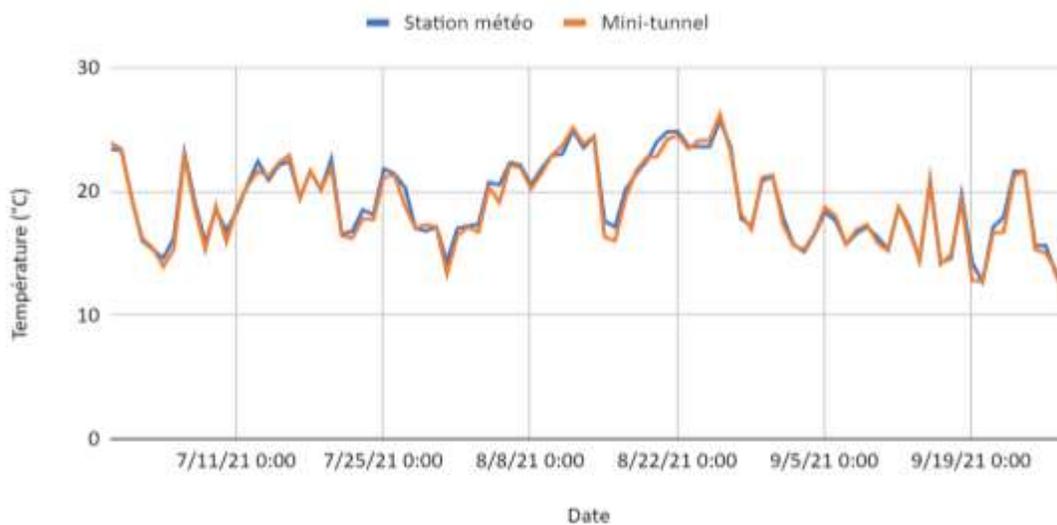


Tableau 58. Température moyenne journalière (à 12h) et écart moyen sous mini-tunnel.

Mois	Station météo	Mini-tunnel	Écart moyen
Juillet	24,1 °C	29,3 °C	+ 5,2 °C
Août	26,9 °C	30,5 °C	+ 3,6 °C
Septembre	21,6 °C	25,0 °C	+ 3,3 °C

L'utilisation de ce type d'équipement devient intéressante pour les cultures qui requièrent des températures élevées durant le jour telles que certains types de piments ou encore, pour la production de primeurs de petite envergure au printemps et à l'automne. Par exemple, la production de laitue, verdure asiatique, chou-rave, chou chinois bénéficierait du microclimat sous ces mini-tunnels. L'utilisation de ces abris non chauffés représente un atout essentiel pour qui désire exploiter le site à son potentiel. Toutefois, l'installation de ces infrastructures demeure un enjeu de taille.

SECTION 8
RESSOURCES HUMAINES

8.1 Ressources humaines

Les besoins en ressources humaines varient grandement d'une entreprise à l'autre. En 2020, les 5 entreprises de maraîchage sur toit au Québec comptaient un total de 16 emplois⁴¹. Bien que la superficie en production ait un impact sur le nombre d'employés, le type de production influence également les besoins en main d'œuvre. De plus, les activités connexes à la production agricole comme l'organisation d'évènements ou d'ateliers agricoles ou les visites du site, requièrent de la main-d'œuvre supplémentaire. Le choix des cultures aura également un impact sur le nombre d'heures travaillées, car certaines variétés nécessitent des opérations culturales accrues.

Le tableau ci-dessous illustre le nombre d'employés pour différentes entreprises agricoles sur un toit. La majorité des équipes sont composées d'un poste permanent ainsi que d'emplois saisonniers à temps complet. Le nombre d'emplois saisonniers varie entre 1 et 7 par entreprise. Le plus souvent, c'est à l'employé permanent que revient les tâches de planification de la saison de production, de la gestion des ressources humaines ainsi que des opérations. À cela s'ajoutent des emplois à temps partiel de même que des bénévoles et stagiaires. Plusieurs entreprises accueillent des stagiaires de différents niveaux d'enseignement pour des durées variables. C'est un moyen d'augmenter le nombre d'heures travaillées, mais surtout, un moyen efficace de former la relève agricole en agriculture urbaine. Le recours à des bénévoles est également possible de façon ponctuelle, c'est-à-dire en période d'activités intensives (printemps, automne).

Au Québec, la plus importante période sur le plan des activités agricoles se situe entre les mois d'avril et d'octobre et l'agriculture urbaine sur les toits ne fait pas exception. Quant à la saison hivernale, elle est dédiée à la réalisation des bilans, à la planification de la prochaine saison de culture, à la formation et à l'embauche ainsi qu'à la recherche de financement. Il faut considérer cela lorsque vient le temps d'évaluer les besoins en main-d'œuvre de l'entreprise agricole.

⁴¹ Adapté de Bernier, A.-M., E. Duchemin, P. Roy (2021) Portrait de l'agriculture urbaine commerciale au Québec en 2020. Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine/Laboratoire sur l'agriculture urbaine, 37 p.

Tableau 59. Comparaison du nombre d'employés sur différents sites de production.

Entreprise	Superficie	Nombre d'employés à temps plein (≥ 35 h/semaine)		Nombre d'employés à temps partiel (≤ 28 h/semaine, 15-20 semaines)	Bénévoles/ Stagiaires
		Permanent	Saisonnier (15-25 semaines)		
Ferme du Palais des congrès ^a	2 000 m ²	1	1	1	3-5/saison
Cas 1	4 500 m ²	1	7		
Cas 2 ^b	380 m ²	1		2	Régulièrement (1/4 de bénévolat)
Cas 4	2 600 m ²	1	2		1
Cas 5 ^c	1 270 m ²		5	2	

a. Les tâches régulières incluent des activités de recherche (prise de données, utilisation de sonde, etc.).

b. Une partie de la charge de travail est consacrée au mandat éducatif ainsi qu'à l'animation d'ateliers.

c. Une partie de la charge de travail est consacrée aux différents programmes communautaires

Afin de documenter le besoin en main-d'œuvre requis par tâche, des données ont été accumulées pour les activités agricoles de la ferme expérimentale (voir tableau ci-dessous). Elles cumulent les heures de travail pour 2 employées à temps plein (35 h/semaine) ainsi que pour l'aide additionnelle qui s'est ajoutée en cours de saison (bénévoles, stagiaires) pour une superficie de 1 225 m², incluant 850 m² de production en contenant, et 375 m² de production verticale sur feutre (voir section 4.2.2). En plus des opérations culturelles traditionnelles (taille, effeuillage, etc.) des heures reliées à certaines prises de données comme la pesée des récoltes sont inclus dans le bilan annuel.

Tableau 60. Nombre d'heures travaillées pour la saison 2020.

Projets	Opérations	Ferme du Palais des congrès contenant : 850 m ² , vertical : 375 m ²		Cas 2 (contenant) 650 m ²	
		Nb d'heures totales (h)	Nb d'heures/m ²	Nb d'heures totales (h)	Nb d'heures/m ²
Production en contenant	Montage/ Démontage ^a	155,25	0,18	-	-
	Semis ^b	61,5	0,07	512	0,79
	Plantation	124,25	0,15		
	Entretien ^c	224	0,26	293	0,45
	Récolte	258,25	0,30	439	0,68
	<i>Total production en contenant</i>	<i>823,25</i>	<i>0,96</i>	<i>1 244</i>	<i>1,92</i>
Production verticale sur feutre	Montage/ Démontage ^d	345,5	0,92	-	-
	Semis	41	0,11		
	Plantation	146,25	0,39	-	-
	Entretien ^e	73,5	0,20	-	-
	Récolte	208,25	0,56	-	-
	<i>Total production verticale</i>	<i>814,5</i>	<i>2,22</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
Autres	Gestion	144	0,12	220	0,34
Total		1781,75	1,45	1464	2,25

a. Déplacement des pots, montage de nouvelles sections, ajout de terreau, etc.

b. Inclus la production de semis, le repiquage, l'irrigation, etc.

c. Désherbage, taille, tuteurage, etc.

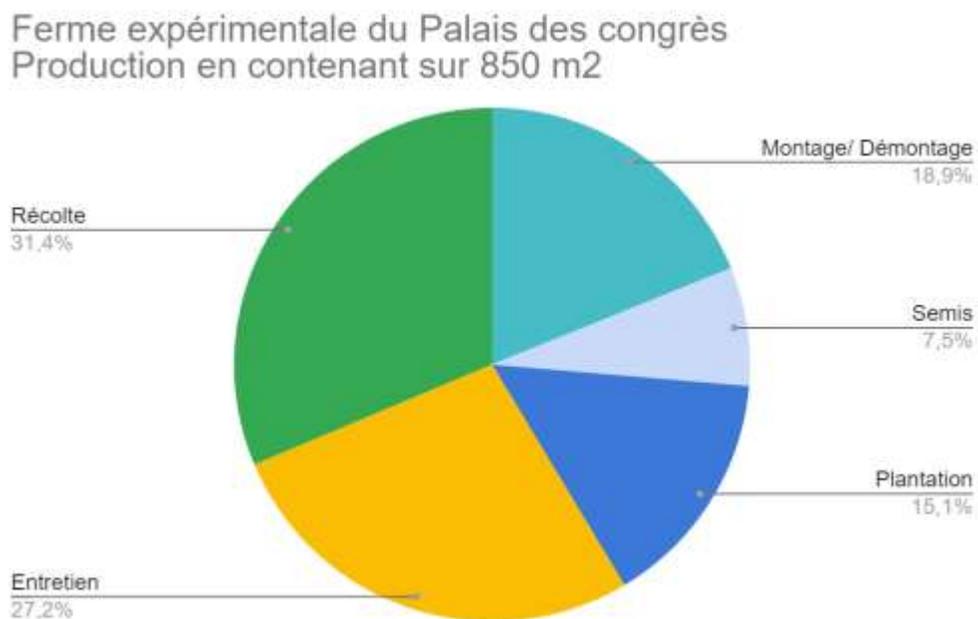
d. Vérification du système d'irrigation, installation et fixation des membranes de feutre, installation des gouttières et des drains, etc.

e. Remplacement de plants, réparation du système d'irrigation, etc.

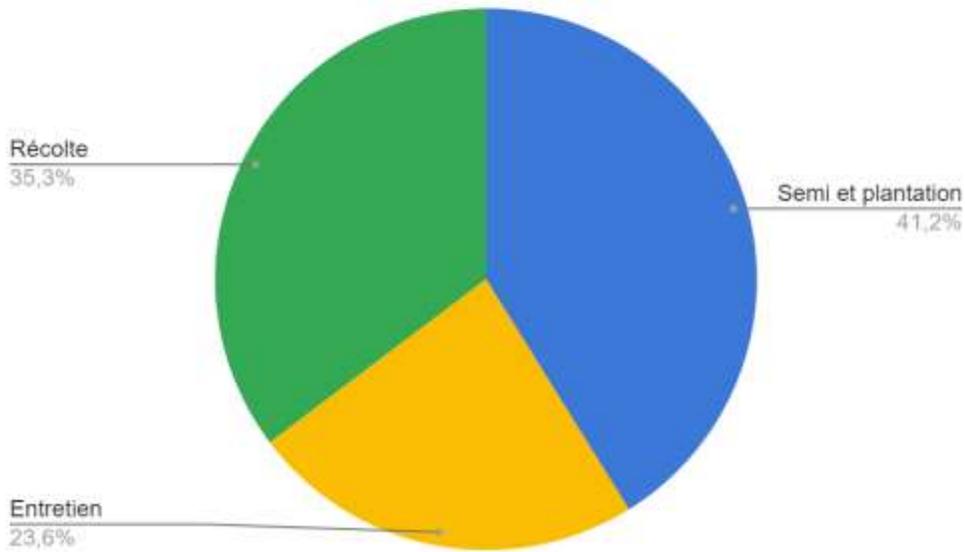
Pour la ferme expérimentale, un total de 1,45 h par m² de production a été requis pour la saison 2020. On constate que pour la production verticale sur feutre le temps requis au m² pour la plupart des activités est supérieur aux temps pour réaliser des tâches équivalentes en contenant. Notamment, le montage et le démontage de ce projet atypique était très élevé (soit 0,92 h/m² contre 0,18 h/m² en contenant). Seul le nombre d'heures au m² associé à l'entretien était moindre (0,20 h/m² contre 0,26 h/m²). Pour une production en contenant, on constate que le travail a été plus efficace dans le cas de la ferme du Palais des congrès que pour la ferme du cas 2.

La figure suivante représente la répartition du temps de travail par catégorie de tâches effectuées. On s'aperçoit qu'en proportion, les tâches des 2 fermes produisant en contenant ont une répartition du temps de travail similaire. Elles consacrent environ 40 % du temps dans les activités de préparation, de semis et de plantation, tandis qu'environ 25 % est consacré à l'entretien et 35 % est dédié aux récoltes. La production verticale requiert 65 % du temps pour le montage, les activités de semis et de plantation, tandis qu'environ 10% sont consacrés à l'entretien et 25 % à la récolte.

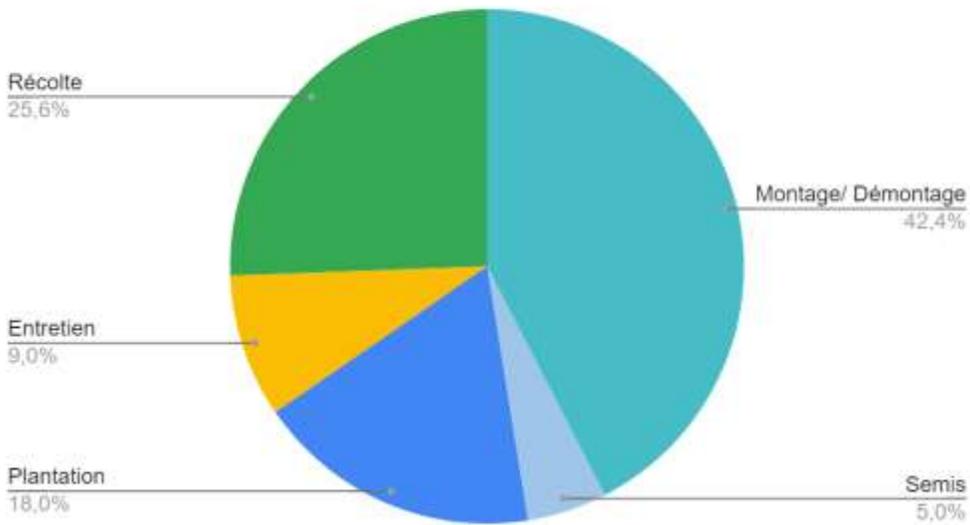
Figure 46. Répartition du temps de travail par tâche pour 3 types de ferme.



Cas 2 Production en contenant sur 650 m2



Ferme expérimentale du Palais des congrès Production verticale sur feutre (375 m2)



8.2 Compétences recherchées

L'agriculture urbaine, comme la majorité des secteurs d'activités, fait face à une problématique d'embauche en raison de la pénurie d'employés. De plus, ce type d'agriculture comporte des éléments particuliers qui se différencient de l'agriculture plus classique. Comme vu dans les sections précédentes, les activités agricoles qui se déroulent sur les toits requièrent de la créativité, de la débrouillardise et de la polyvalence. En période d'embauche, ces éléments doivent être pris en considération.

Scolarité et expérience de travail

Le secteur de l'agriculture urbaine commerciale au Québec est nouveau. À ce jour, peu d'établissements scolaires ont intégré des programmes d'études axés sur l'agriculture urbaine. Toutefois, au cours des prochaines années, plusieurs formations seront offertes à ceux et celles qui désirent étudier et travailler en agriculture urbaine. Ces formations viendront compléter l'offre abondante de programmes en agriculture ou en horticulture tels que la production horticole, la gestion d'entreprise agricole, etc.

Tableau 61. Aperçu des programmes de formation technique offerts (2022).

Niveau académique	Programmes
Diplôme d'étude professionnelle (DEP)	Production horticole
	Horticulture et jardinerie
	Horticulture urbaine
Diplôme d'étude collégiale (DEC) technique	Gestion et technologie d'entreprise agricole ^a
	Technologie de la production horticole agroenvironnementale
Attestation d'étude collégiale (AEC)	Production maraîchère biologique
	Gestion d'entreprises agricoles
	Développement et gestion d'un programme en agriculture urbaine
	Exploitation d'une entreprise agricole

a. Une spécialisation en agriculture urbaine est offerte au Cégep de Victoriaville

Outre la formation scolaire, l'expérience sur une ferme maraîchère traditionnelle est un atout important pour les candidats car les compétences acquises en ce qui concerne la production, l'entretien et la gestion phytosanitaire restent pertinentes, en particulier pour des fermes bio-intensives, dont la régie rappelle celle d'une ferme sur un toit.

Compétences recherchées

Compte tenu de la particularité d'une ferme sur un toit, plusieurs compétences et aptitudes sont recherchées chez les futurs employés. Une des plus importantes compétences est sans aucun doute la débrouillardise et la capacité à faire face à des imprévus. En effet, faire de l'agriculture sur un toit signifie qu'il faut constamment adapter les équipements, les outils et les modes de production à la réalité du site. En d'autres mots, l'adaptation, l'ajustement et la mise en place de solutions innovantes font partie des tâches quotidiennes de l'équipe de travail.

Aptitudes recherchées :

- La tolérance à la chaleur (les températures sur toit peuvent être très élevées)
- Une excellente forme physique (travail manuel)
- La capacité à travailler de longues heures
- Des connaissances de base en agriculture ou horticulture

8.3 Salaires et coûts associés à l'embauche d'employés

En plus du taux horaire, d'autres charges sociales s'ajoutent au salaire total. Le tableau suivant présente les charges imputées à l'employeur pour l'année 2022.

Quelques programmes de subventions salariales tels que le programme Emploi d'été Canada du gouvernement fédéral ou la subvention salariale pour employés d'Emploi Québec sont offerts aux entreprises agricoles urbaines. Ces programmes qui s'adressent à diverses clientèles (étudiant(e), immigrant(e), personne en réinsertion, etc.) permettent aux producteurs(trices) de réduire la charge salariale tout en favorisant l'intégration ainsi que le transfert de connaissances.

Tableau 62. Charges sociales obligatoires (2022).

Charges	Pourcentage
Régimes de rentes du Québec (RRQ)	6,15 %
Assurance-emploi (AE)	1,65 %
Régime québécois d'assurance parentale (RQAP)	0,692 %
Fonds des services de santé (FSS) ^a	1,25 %
Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST) :	
- Normes du travail	0,06 %
- Fonds de la santé et de la sécurité au travail ^b	2,76 %
Indemnité de vacances	4,00 %
<i>Total</i>	<i>16,562 %</i>

Adapté de Emploi Québec. (2022). Les charges sociales imputées à l'employeur pour l'année 2022, https://www.emploi.quebec.gouv.qc.ca/guide_mesures_services/02_Generalites/02_2_Charges_sociales_imputees_yeur/2_2_charges_sociales_employeur.pdf.

- a. Calculé pour un employeur dont plus de 50 % de la masse salariale est dédié aux activités primaires ou manufacturières.⁴²
- b. Calculé pour un employeur de l'unité de classification 10140 (Culture de céréales, culture de graines ou de légumineuses, culture de plantes fourragères, culture de fruits, de légumes ou de fines herbes en champ, culture de champignons, culture de gazon, culture du tabac, récolte de la tourbe)⁴³

⁴² Revenu Québec. (2022). Guide de l'employeur — retenues à la source et cotisations,

<https://www.revenu.quebec.ca/fr/services-en-ligne/formulaires-et-publications/details-courant/tp-1015-g/>

⁴³ Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail. (2022). Santé et sécurité du travail : Table des taux 2022 — Unités de classification, <https://www.cnesst.gouv.qc.ca/en/node/2288031>, p. 4

SECTION 9

**REVENUS, DÉPENSES
ET FINANCEMENT**

9.1 Coûts de démarrage

Les coûts liés au démarrage d'une ferme sur toit varient selon le site et le type d'aménagement. La production en sol intensif (toit intensif) requiert des investissements plus élevés cependant, les avantages sont nombreux. L'aménagement d'un toit intensif protège les membranes du toit et apporte une certaine forme d'isolation au bâtiment en plus d'être avantageux pour certaines productions à valeur élevée comme le mesclun ou les rabioles, qui poussent mieux en plein sol. D'autre part, la production en contenant requiert un investissement moins élevé et a l'avantage d'être plus flexible car il est possible d'agrandir les sections en ajoutant des pots ou de les déplacer.

Hormis les coûts de rénovation du toit, le renforcement de sa structure ou l'aménagement d'un accès pour le public, qui ne sont pas estimés dans ce guide, les coûts de démarrage d'un toit maraîcher incluent généralement la mise en place des différentes membranes, le substrat pour les fermes en sol intensif, les installations de base comme le système d'irrigation et de fertilisation (injecteur) ainsi que les sorties d'eau et d'électricité. Le tableau suivant combine les coûts de démarrage de fermes maraîchères sur toit intensif documentés dans la fiche économique sur le maraîchage sur le toit (2020) ainsi que ceux de fermes partenaires nouvellement étudiées. Pour des installations entre 2013 et 2019, ces coûts varient entre 108 \$ et 204 \$ par m². On note toutefois qu'en 2022, le prix des matériaux et les frais liés à la main-d'œuvre ont provoqué une hausse considérable des coûts de démarrage d'une ferme sur un toit.

Tableau 63. Coûts de démarrage de fermes maraîchères sur toit intensif.

	Année d'installation	Surface (m²)	Coût de démarrage (\$)^b	Coût (\$/m²)
Toit intensif (20 cm) ^a	2016	1 000	204 000 \$	204 \$
Toit intensif (23 cm) ^a	2019	1 000	130 000 \$	130 \$
Toit intensif (23 cm) ^a	2017	1 000	108 000 \$	108 \$
Toit intensif (25 cm)	2013	1 580	300 000 \$	190 \$
Toit intensif (30 cm) ^a	2019	1 000	180 000 \$	180 \$

a. Adapté de Duchemin, E., C. Huot. (2020) Fiche économique : fermes maraîchères sur toit. (AU/LAB). 32 p.

b. Exclut les coûts de rénovation du toit pour le renforcement de la structure ou l'aménagement d'accès au public.

Dans le cas de la production en contenant, le tableau ci-dessous présente des coûts de démarrage provenant de la fiche économique publiée en 2020, ainsi qu'un cas de ferme produisant à partir de caisses de plastique. On remarque que dans les cas de fermes utilisant des contenants en géotextile (75 et 302 litres), les coûts de démarrage se situent entre 43 et 66 \$/m², tandis qu'ils sont près de 4 fois plus importants pour le toit aménagé avec des caisses en plastique (207 \$/m²).

Tableau 64. Coûts de démarrage de fermes maraîchères sur toit en contenant.

	Année d'installation	Surface (m ²)	Coût de démarrage (\$) ^b	Coût (\$/m ²)
Contenants en géotextile rectangulaires 302 l ^a	2019	1 000	45 450 \$	45 \$
Contenants en géotextile rectangulaires 302 l ^a	2019	2 000	86 400 \$	43 \$
Contenants en géotextile ronds 75 l ^a	2019	1 000	66 450 \$	66 \$
Contenants en géotextile ronds 75 l ^a	2019	2 000	127 400 \$	64 \$
Caisses en plastique	2017	650	134 300 \$	207 \$

a. Adapté de Duchemin, E., C. Huot. (2020) Fiche économique : fermes maraîchères sur toit. (AU/LAB). 32 p.

b. Exclut les coûts de rénovation du toit pour le renforcement de la structure ou l'aménagement d'accès au public.

9.2 Budget d'investissement

Le tableau ci-dessous est un budget d'investissement pour un espace de production sur toit de 1 000 m² reconstitué à partir des données de la ferme du Palais des congrès et comparé aux prix de vente recensés en 2022. Il faut compter 200 000 \$ pour l'installation d'un toit intensif et près de 30 000 \$ pour une production en contenant. De plus, la mise en place d'un espace de travail représente 11 500 \$ et le coût du matériel de production s'élève à près de 16 000 \$. Ainsi, un espace de culture de 1 000 m² nécessite un investissement global d'environ 227 500 \$ pour un toit intensif et 57 500 \$ pour une production en contenant, soit un investissement au mètre carré de respectivement 228\$/m² et 58\$/m².

Tableau 65. Budget d'investissement pour la mise en place d'un espace de production sur un toit d'une superficie de 1 000 m² en 2022.

INVESTISSEMENTS	Unité	Prix unitaire	Quantité totale	Total/1 000 m²
<i>En sol intensif</i>				
Selon les modèles, inclus les membranes, le substrat de culture, les sorties d'eau et électrique	m ²	200,00 \$	1 000	200 000,00 \$
Total installation sol intensif				200 000,00 \$
<i>En contenants</i>				
Contenant de géotextile circulaire 20 po (75 l)	unité	8,00 \$	896	7 168,00 \$
Contenant de géotextile rectangulaire (302 l)	unité	39,00 \$	224	8 736,00 \$
Terreau enrichi pour contenants	m ³	83,64 \$	167	13 967,88 \$
Total production en contenants				29 871,88 \$
<i>Espaces de travail</i>				
Chambre froide ou conteneur réfrigéré usagé ^a	unité	9 000,00 \$	1	9 000,00 \$
Espace de travail (hangar, salle de lavage)	unité	2 000,00 \$	1	2 000,00 \$
Espace pour les employés (tables, parasol)	unité	500,00 \$	1	500,00 \$
Total espaces de travail				11 500,00 \$
<i>Matériel et équipements</i>				
Chariot	unité	175 \$	3	525 \$

INVESTISSEMENTS	Unité	Prix unitaire	Quantité totale	Total/1 000 m²
Brouette	unité	150 \$	1	150 \$
Tunnel (structure et équipements) ^b	unité	3 436 \$	1	3 436 \$
Tunnel flex ^c	unité	709 \$	1	709 \$
Système d'irrigation	unité	2 500 \$	1	2 500 \$
Injecteur d'engrais	unité	1 000 \$	1	1 000 \$
Équipements à semis et semoirs manuels	unité	500 \$	1	500 \$
Outils manuels de désherbage et de travail du sol	unité	300 \$	2	600 \$
Pulvérisateur manuel	unité	150 \$	1	150 \$
Pyrodésherbeur manuel	unité	600 \$	1	600 \$
Bac de récolte	unité	15 \$	50	750 \$
Laveuse à légumes (mesclun)	unité	500 \$	1	500 \$
Équipements de conditionnement et de mise en marché ^d	unité	500 \$	1	500 \$
Petits outils (sécateurs, couteaux)	unité	200 \$	1	200 \$
Coffre à outils complet	unité	500 \$	1	500 \$
Filet d'exclusion anti-insectes (70 g) ^e	unité	798 \$	3	2 394 \$
Couverture flottante (19 g) ^f	unité	229 \$	3	687 \$
Total matériel et équipements				15 701 \$
TOTAL INVESTISSEMENT SOL INTENSIF				227 201 \$
TOTAL INVESTISSEMENT PRODUCTION EN CONTENANTS				57 073 \$

a. Pour une superficie de production standard. Le prix d'un conteneur réfrigéré d'occasion est d'environ 12 700 \$

b. CRAAQ. (2016). Tomates biologiques. Budget sur paillis plastique en tunnel 2 saisons, grand tunnel 2 saisons et serre tunnel 3 saisons.

c. Inclut les arceaux, les ancrages, les élastiques et le film clair perforé (2,35 m x 33,5 m)

d. Comprends une essoreuse, une balance, une étiqueteuse

e. Filet de 4,2 m x 100 m

f. Couverture de 4 m x 150 m

9.3 Autres investissements d'installation

Au fil des années, la ferme du Palais des congrès a fait l'objet de nouveaux investissements pour la reconfiguration de l'espace et l'aménagement de nouvelles parcelles. Comme la durée de vie de ces nouveaux équipements est de plusieurs années, elles sont exclues des charges courantes d'exploitation et viennent s'ajouter aux investissements de départ. De plus, dans le cas de la ferme du Palais des congrès, des investissements supplémentaires ont concerné l'achat d'arbres fruitiers. Le tableau suivant résume ces dépenses effectuées entre les années 2019 et 2021.

Tableau 66. Investissements supplémentaires de la ferme expérimentale du Palais des congrès (2019 à 2021).

Postes d'investissement	Investissements par année de production		
	2019	2020	2021
Arbres fruitiers, contenants, terreau, tuteurs	1 205 \$	2 031 \$	-
Nouvelles parcelles de production et réaménagements	9130,81 \$	7 110,49 \$	4 601,04 \$

En plus de ces coûts de base, les entreprises qui diversifient leurs opérations peuvent avoir à faire des investissements supplémentaires. Concernant les fermes sur un toit, l'ajout d'un espace pour la tenue d'événements est souvent considéré. D'autres espaces peuvent également être occupés pour faire de la transformation. Les montants de ces investissements dépendent largement des activités envisagées, qui peuvent être multiples et ne sont pas estimées dans ce guide.

Finalement, un espace dédié aux semis devra être envisagé, à moins que les transplants soient achetés chez un producteur agricole. Des options sont détaillées à la section 6.2.1, toutefois ce guide ne développe pas ces coûts.

9.4 Revenus agricoles

Selon la clientèle visée, le mode de distribution (vente directe ou en gros) et les variétés cultivées (à haute valeur commerciale ou non), les revenus peuvent varier d'une entreprise à l'autre. En 2020, la fiche économique sur la production agricole sur les toits présentait 4 fermes

maraîchères qui avaient développé leur propre mise en marché en vente directe. Pour chacune de ces entreprises, une partie des récoltes était distribuée aux restaurateurs et détaillants à proximité des fermes. Toutefois, la majorité de leur production était vendue par un canal de distribution principal comme les paniers sous le modèle d'agriculture soutenue par la communauté (ASC), les marchés publics ou encore, le marché d'alimentation ou le traiteur situé dans le bâtiment qui héberge la ferme.

Le type de mise en marché choisi influencera les revenus provenant de la production agricole. Si la mise en marché de proximité (en direct) permet de répondre à une demande de produits frais, diversifiés, locaux, c'est également un mode de mise en marché qui permet d'obtenir le prix de vente le plus élevé. Toutefois, ce type de distribution implique généralement un temps de travail supplémentaire pour la vente à la ferme ou en marché public, de même que pour la préparation des paniers. La mise en marché en gros, c'est-à-dire celle qui se fait en collaboration avec un distributeur, requiert moins de main-d'œuvre, mais elle suppose un prix de vente plus faible.

Le MAPAQ dispose d'un certain nombre de [ressources](#) concernant la mise en marché de proximité.

9.5 Diversification des revenus

Bien que la production maraîchère sur les toits puisse atteindre des rendements élevés, les superficies restreintes des fermes rendent difficile la rentabilité de ces entreprises par la seule activité de production.⁴⁴ C'est notamment pour cette raison que les producteurs(trices) cherchent à diversifier leurs sources de revenus.

En plus des revenus issus de la vente des fruits et légumes cultivés sur la ferme, les fermes sur toit ont une ou plusieurs sources additionnelles de revenus tels que la transformation, la tenue d'événements ou le service d'aménagement. Bien que ces activités requièrent des investissements et/ou de la main-d'œuvre supplémentaires avec des qualifications spécialisées, elles sont essentielles à la santé financière des entreprises maraîchères sur toit. Chaque projet doit être analysé pour comprendre son impact sur la viabilité de l'entreprise. Notamment, les activités de transformation alimentaire ou d'agrotourisme sont soumises à des permis et règlements spécifiques qui doivent être respectés.

⁴⁴ E. Duchemin, C. Huot (2020). Fiche économique fermes maraîchères sur toit. Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine/Laboratoire sur l'agriculture urbaine, 32 p.

Finalement, on observe que d'autres entreprises font appel à des subventions ou au soutien de bénévoles. La diversification des activités est une stratégie commune aux fermes urbaines, comme l'illustre le tableau ci-dessous qui montre le pourcentage d'adoption d'activités connexes à la production agricole, toutes filières confondues.

Tableau 67. Activités exercées par les entreprises agricoles urbaines au Québec, en 2021 (toutes filières confondues).

Activités	% des entreprises qui exercent l'activité
Distribution	8 %
Éducation et formation	38 %
Aménagement et entretien	12 %
Accompagnement et service-conseil	13 %
Insertion socioprofessionnelle	8 %
Transformation	19 %
Vente de matériel	16 %
Autres (artisanat, cueillette, etc.)	4 %

Adapté de Cohen, A., É. Duchemin. (2022). Portrait de l'agriculture urbaine marchande au Québec en 2021. Carrefour de recherche d'expertise et de transfert en agriculture urbaine / Laboratoire sur l'agriculture urbaine. 29 p.

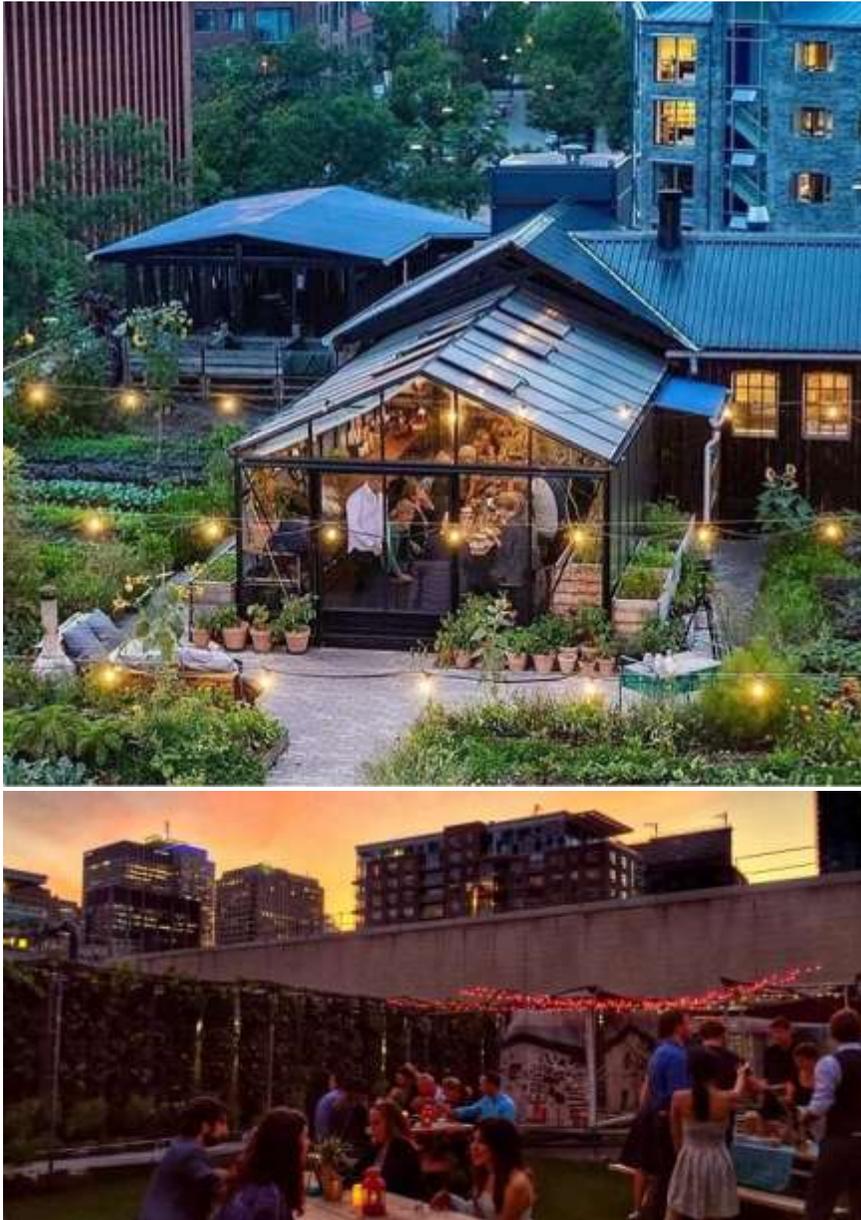
L'évènementiel

Les fermes maraîchères sur toit peuvent se montrer particulièrement créatives lorsqu'il s'agit de tenir des événements à la ferme. L'environnement urbain offre un bassin de clientèles conséquent pour les activités que l'on observe au sein de ces fermes. En voici quelques exemples :

- Des repas sur place conçus à partir des produits issus de la ferme ;
- Des visites guidées du site de production ;
- Des activités et ateliers thématiques (conférences, cinéma, groupes étudiants, yoga) ;
- La location d'espace pour des événements spéciaux (mariage) ;
- Des activités éducatives (cours, formations, ateliers horticoles).

Le MAPAQ a publié des [Pense-Bêtes de l'agrotourisme](#) auxquels les porteurs de projets peuvent se référer. D'autres outils intéressants pour l'agrotourisme sont disponibles sur le [site de l'Association de l'agrotourisme et du tourisme gourmand du Québec](#).

Figure 48. Événements sur une ferme sur toit.



Crédit photo : ØsterGRO, Instagram / Laboratoire sur l'agriculture urbaine

L'entreprise Brooklyn Grange, à New York, offre des activités événementielles et des services de conception et d'aménagement de jardins sur un toit, en plus des activités agricoles. Ces 3 secteurs d'activités contribuent, chacun à différents niveaux, aux revenus de l'organisme avec la tenue d'évènements ainsi que les services d'aménagement qui ont augmenté au cours des dernières années.

La transformation

La transformation est une activité très présente chez certaines entreprises urbaines. Elle permet de valoriser des récoltes déclassées et apporte un revenu à l'extérieur de la période de production. Les possibilités sont nombreuses :

- Sauce piquante
- Marinades
- Confitures
- Fines herbes et fleurs séchées
- Tisanes
- Piment broyé

Le MAPAQ a publié une fiche sur les règlements et permis disponible dans [les pense-bête de l'agrotourisme](#). De même, la page [Démarrage d'entreprise](#) du MAPAQ offre les informations générales nécessaires au démarrage d'un projet de transformation alimentaire.

Figure 49. Piment broyé, sauce piquante et fines herbes séchées «Récoltes de ville».



Crédit photo : Laboratoire sur l'agriculture urbaine

Nature Urbaine, à Paris, utilise une partie de ses récoltes pour faire de la confiture. Selon Phénicia Oheix, responsable de la production maraîchère, cela permet de valoriser les produits, tout en limitant les pertes de non-vendus. C'est également une « plus-value » pour les événements corporatifs qui ont lieu à la ferme.

Les services

Finalement, la 3^e activité la plus importante concerne les services d'accompagnement, de conception et d'aménagement d'espace de production sur toit. La ferme New-Yorkaise Brooklyn Grange offre des services de conception et d'aménagement pour des toits verts et maraîchers. Ce service connexe permet d'augmenter les revenus de l'entreprise tout en participant au développement de fermes sur les toits.

Un autre service offert par la ferme parisienne Nature Urbaine est la location de carrés jardiniers aux citoyens. D'une durée de 12 mois, cette location permet à la population de produire des légumes dans leur propre jardin. Ces carrés jardiniers qui ressemblent aux

jardins communautaires bien connus au Québec sont un moyen simple et efficace de donner accès à ces espaces de verdure à la population tout en retirant un revenu supplémentaire.

Nature Urbaine, à Paris, offre environ 150 carrés potagers de 1 m² en location annuelle aux citoyens de la ville. En plus d'être une source de revenus considérable, cela permet également d'augmenter la visibilité de la ferme.

Figure 50. Carrés parisiens, sur le site de Nature Urbaine, Paris.



Crédit photo : Nature Urbaine, Instagram

9.6 Charges d'exploitation

Les dépenses liées aux opérations saisonnières sont sensiblement les mêmes, peu importe le type de production (intensif ou en contenant). Le tableau ci-dessous présente les charges d'exploitation annuelles pour la ferme expérimentale des années 2019 à 2020.

Pour chacune des 3 années, les charges variables représentent 70 % des charges d'exploitation (sans amortissement). Parmi les charges variables, c'est à dire celles proportionnelles au volumes de production, le poste de dépenses le plus élevé est celui de la main d'œuvre de production (60 % des charges totales), suivi des intrants de production (terreau et compost, semences et transplants, matériels et fertilisants), qui représentent 10 % des charges totales. Il est à noter que du terreau et du compost doivent être ajoutés chaque année afin de remplir les contenants dont le terreau s'affaisse avec le temps. Enfin, les charges variables comprennent l'achat de matériel divers, tels que de la quincaillerie, du matériel de nettoyage et des emballages (autour de 3 % des charges totales). Les réparations représentaient environ 1% des charges.

Les charges fixes d'exploitation peuvent varier considérablement d'une entreprise à l'autre, selon la mission de l'entreprise, son mode de mise en marché, le financement des actifs de l'entreprise et les activités de gestion. Selon les cas, les fermes commerciales sur toit devront faire leur propre évaluation des charges fixes au cours de leur planification.

Pour la ferme du Palais des congrès, les charges fixes n'incluent pas de loyer (l'espace est occupé sans frais) ni d'intérêts sur emprunts, car les investissements ont fait l'objet de subventions. Sont exclus également l'accompagnement de l'entreprise par des professionnels en agronomie et en gestion, qui sont couramment nécessaires pour la progression du projet agricole (le MAPAQ subventionne les service-conseil pour toutes les fermes possédant un numéro d'identification ministérielle, voir section 9.8). À l'inverse, les charges fixes de la ferme du Palais des congrès incluent des charges moins typiques dans le cas des fermes commerciales. Il s'agit des salaires et du matériel pour les activités de recherche. À ce tableau 67, s'ajouterait aux charges fixes la contribution à l'UPA (Union des producteurs agricoles) pour une entreprise commerciale détenant son NIM (numéro d'identification ministériel).

Tableau 68. Charges annuelles de la ferme expérimentale du Palais des congrès (2019 à 2021).

Postes de charges	Charges par année (en \$ et en % des charges totales)					
	2019	%	2020	%	2021	%
Charges variables						
Salaires de production	54 031 \$	59 %	38 370 \$	57 %	38 370 \$	61 %
Terreau et compost	4 250 \$	5 %	2 272 \$	3 %	1 704 \$	3 %
Semences, transplants	2 249 \$	2 %	2 472 \$	4 %	1 289 \$	2 %
Matériel de production ^a	2 113 \$	2 %	1 074 \$	2 %	681 \$	1 %
Fertilisants	1 130 \$	1 %	514 \$	1 %	763 \$	1 %
Quincaillerie, outillage divers ^b	1 556 \$	2 %	222 \$	< 1 %	373 \$	< 1 %
Matériel divers ^c	430 \$	1 %	35 \$	< 1 %	106 \$	< 1 %
Réparation ^d	352 \$	< 1 %	718 \$	1 %	194 \$	< 1 %
Livraison ^b	-	-	1 156 \$	2 %	981 \$	2 %
<i>Total des charges variables</i>	<i>66 111 \$</i>	<i>72%</i>	<i>46 833 \$</i>	<i>69 %</i>	<i>44 461 \$</i>	<i>69 %</i>
Charges fixes						
Salaires de gestion et recherche	23 156 \$	25 %	18 413 \$	28 %	18 413 \$	29 %
Outils, matériel et accessoires de recherche ^e	1602 \$	2 %	948 \$	1 %	46 \$	< 1 %
Matériel de bureau ^f	155 \$	< 1 %	68 \$	< 1 %	63 \$	< 1 %
Déplacement	26 \$	< 1 %	494 \$	< 1 %	128 \$	< 1 %
Assurances	1 250 \$	2 %	1 250 \$	2 %	1 250 \$	2 %
<i>Total des charges fixes</i>	<i>26 189 \$</i>	<i>28 %</i>	<i>21 173 \$</i>	<i>31 %</i>	<i>19 900 \$</i>	<i>31 %</i>
<i>Total des charges</i>	<i>92 300 \$</i>	<i>100%</i>	<i>68 006 \$</i>	<i>100 %</i>	<i>64 361 \$</i>	<i>100 %</i>

a. Matériel de production : plateaux de semis, pots 4 pouces, étiquettes, corde, tuteurs, produits phytosanitaires

b. Quincaillerie, outillage divers : exacto, lames, sécateurs, attaches de nylon, piles

- c. Matériel divers: savon, sacs de papier, sacs de vidange, trousse de premiers soins, pots pour transformation
- d. Réparation: inclus le matériel pour réparer le système d'irrigation ou les infrastructures
- e. Livraison : livraison des récoltes vers les points de distribution
- f. Matériel et accessoires de recherche : sondes, liquide de calibration
- g. Matériel de bureau: crayons, cartables, photocopies, tableau blanc

Il est à noter que le budget de la ferme du Palais des congrès ne comprend pas certaines charges fixes typiques d'exploitations agricoles. Il s'agit par exemple des frais professionnels pour l'accompagnement d'agronomes, de comptables ou d'autres sous-traitants. De même, il faut compter le remboursement des intérêts sur emprunts.

Enfin, l'exploitation doit générer un bénéfice permettant de rembourser le capital emprunté. Un plan d'affaires complet permettra d'estimer la capacité de remboursement de l'entreprise ainsi que le solde résiduel après remboursement des annuités. Celui-ci doit être positif.

9.7 Budget d'exploitation

Les 3 ans de production à la ferme du Palais des congrès ainsi que les données des fermes partenaires, ont permis de développer une liste de postes de recettes et dépenses utiles au développement d'un budget d'exploitation pour l'activité agricole d'une ferme maraîchère sur toit.

Tableau 69. Postes de budget d'exploitation pour l'activité agricole d'une ferme sur un toit.

Produits	Détails supplémentaires
Vente de fruit et légumes	Poste qui peut être divisé selon les modes de mise en marché
Autres produits agricoles	Selon les cas
Subventions salariales	Voir section 9.7
Autres subventions	Pour les opérations courantes de la ferme. Voir section 9.7
Charges variables	Détails supplémentaires
Salaires de production	Pour les opérations culturales
Compost, terreau	Partie du terreau et compost ajoutée chaque année
Semences, transplants	

Matériel de production	Comprend les plateaux de semis, les multicellules, les étiquettes, les pots, les tuteurs, etc.
Fertilisants et phytoprotection	Engrais, pièges à insectes (ex: phéromones), biopesticides
Matériel cultural	Comprends les paillis de plastique, les tuteurs, les cordes, etc.
Quincaillerie, outillages	Acheté chaque année: lames, sécateurs, attaches de nylon, piles, sacs de poubelle, trousse premiers soins, savons
Entretien et réparation d'équipements	Prévoir un budget annuel selon l'âge et l'utilisation des équipements
Travail à forfait et location d'équipements	Au besoin
Salaire de commercialisation	Selon les cas
Emballage	Paniers, élastiques, ficelles, étiquetage et selon le besoin
Livraison	Selon les cas: frais de livraison en sous-traitance, location de véhicule, carburant, frais d'entretien de véhicule, immatriculation
Commission et frais de vente	Selon les cas
Charges fixes	Détails supplémentaires
Loyer	Selon les cas
Salaire de gestion et d'administration	Rémunération du temps de travail pour la gestion et la vente
Honoraires professionnels	Comprends les services rendus par les conseillers(ères) agricoles, les comptables, agronomes, etc.
Formations	Selon le besoin
Services	Internet, téléphone, électricité
Fournitures de bureau	
Cotisations	Cotisation UPA, membrariat, certifications
Assurances, permis	

Frais bancaires et intérêts court terme	Exemple: intérêts sur la marge de crédit
Intérêts sur les emprunts à moyen et long termes	
Amortissement des équipements	Les aménagements locatifs sont amortis de manière linéaire sur la durée du bail. Les équipements sont amortis par la méthode dégressive de 10 %. Pour les équipements informatiques, le taux d'amortissement est de 30 %.

9.8 Financement

Le financement d'un projet de maraîchage sur toit peut provenir de sources diverses : mise de fonds personnelle, soutien financier accordé par des proches, prêts bancaires, etc. L'aide financière peut également être offerte par les différents paliers de gouvernement : fédéral, provincial, régional ou municipal. Les banques, les fonds privés, les bourses, le sociofinancement, les programmes de subvention à l'entrepreneuriat sont également des sources de financement à explorer. Il est primordial de se doter d'un plan d'affaires réaliste avant de démarrer en agriculture sur toit.

L'agriculture en général est un secteur d'activités comprenant un large éventail de programmes de subventions, mais ce ne sont pas tous les programmes qui sont adaptés aux particularités du maraîchage urbain sur toit. Comme producteur d'une filière émergente, il est essentiel de vérifier à priori si son projet ou l'équipement et le matériel souhaité sont admissibles aux divers programmes de financement.

Selon Pierre Proulx, conseiller en financement à la Financière agricole du Québec, les principaux enjeux liés au financement pour un producteur en milieu urbain sont liés à :

- Généralement, en agriculture urbaine, les producteurs n'ont pas beaucoup d'actifs à offrir en garantie : ils ne sont généralement pas propriétaires de l'espace qu'ils occupent, les investissements en équipements sont plutôt faibles*
- La possibilité de revenus au stade de développement technologique est plutôt limitée, ce qui a un impact sur les opportunités de financement*
- Accès à un espace généralement limité (contrairement à l'agriculture plus conventionnelle)*

Par contre, la FAQ s'intéresse de plus en plus aux productions émergentes (incluant

l'agriculture urbaine) et cherche à trouver différentes solutions aux problématiques propres à ce type de production.

Au Québec, différents programmes de financement spécifiquement conçus pour l'agriculture ont été mis en place au cours des dernières années. Outre le financement conventionnel par une institution financière, il existe plusieurs programmes gouvernementaux qui offrent des subventions, prêts et autres types de financement. Les principaux programmes sont offerts par la Financière agricole du Québec, le MAPAQ ainsi que la Financière agricole du Canada.

Il est important de vérifier les critères d'admissibilité, car ces programmes sont généralement conçus pour des exploitations agricoles traditionnelles. Les particularités de l'agriculture urbaine en font un secteur relativement émergent (ex. : la financière agricole demande un bail de 5 ans). Les programmes de financement présentés au tableau suivant offrent des subventions à l'entrepreneuriat ainsi que des subventions salariales de même que pour l'achat de matériel et d'équipement.

Tableau 70. Bailleurs de fonds et programmes de financement.

Bailleurs de fond	Programmes
Financière agricole du Québec (FADQ) https://www.fadq.qc.ca/financement	Programme d'appui financier à la relève agricole
	Appui financier à la relève agricole
	Investissement croissance
	Marge de crédit à l'investissement
	Investissement croissance durable
	Appui capital relève
	Garantie de prêt
	Ouverture de crédit

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/md/programmesliste/Pages/Programme2.aspx	Initiative ministérielle : relève agricole et entrepreneuriat
	Programme Service-conseil
	Initiative ministérielle Proximité
	Initiative ministérielle pour le développement des serres et des grands tunnels
	Programme d'aide financière pour favoriser le développement des serres
	Initiative ministérielle : relève agricole et entrepreneuriat
Financement agricole Canada (FAC) https://www.fcc-fac.ca/fr/financement/agriculture.html https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/md/programmesliste/Pages/Programme2.aspx	Prêt démarrage
	Prêt jeune agriculteur
	Ligne de crédit et prêt express
	Financement et location d'équipements
	Femme entrepreneure
Subventions salariales possibles	Programme d'emploi et de compétences des jeunes (Gouv. Fédéral) Jeunesse Canada au travail (Gouv. Fédéral) Emploi d'été Canada (Gouv. Fédéral) Emploi Québec (Gouv. Provincial)

Selon Line Desloges, agronome, conseillère en économie, en développement agroalimentaire et responsable de la coordination du dossier relève agricole au MAPAQ, quand on bâtit un projet, il ne faut pas se fier uniquement à l'aide financière. Il faut démontrer que l'entreprise peut fonctionner sans.

ANNEXES

Annexe I : Fournisseurs

Fournisseurs de substrats, compost et membranes

Soprema	https://www.soprema.ca/fr/
Hydrotech membranes	https://fr.hydrotechmembrane.ca/
Berger	https://www.berger.ca/produits-horticoles/
Fafard (Agro-Mix)	https://fafardpro.ca/catalogue2022/
Pro-Mix	https://www.pthorticulture.com/fr/produits/
Savaria	https://savaria.ca/
Englobe	https://www.englobecorp.com/fr-ca/products/horticultural-products-eco-products-compost-and-topsoils/
ZinCo	https://www.zinco.ca/green-roof-systems

Fournisseurs de matériel, d'équipements agricoles et de fertilisants

Dubois Agrinovation	https://duboisag.com/ca_fr/
Teris	https://www.teris.co/
Les Urbainculteurs	https://urbainculteurs.org/
Irrigation dépôt	https://www.irrigationdepot.ca/boutique/francais/accueil.html
Irriglobe	https://www.irriglobe.com/
Plant Prod	https://m.plantproducts.com/fr/index.php
Distributions Solida	https://solida.quebec/
Anatis Bioprotection	https://anatisbioprotection.com/
Serres Harnois	https://www.harnois.com/
Les Serres Guy Tessier	https://serres-guytessier.com/

Fournisseurs de semences et pépinières

Jardins de l'Écoumène (Qc)	https://www.ecoumene.com/
Terre Promise (Qc)	https://www.terrepromise.ca/
Ferme coopérative Tournesol (Qc)	https://boutique.fermetournesol.qc.ca/fr
La Société des plantes (Qc)	https://www.lasocietedesplantes.com/
Semences ancestrales (Qc)	https://semencesancestrales.com/
W. H. Perron (Qc)	https://www.whperron.com/fr/
Les Semences Solana (Qc)	https://solanaseeds.netfirms.com/
Semences du Portage (Qc)	https://semencesduportage.com/
West Coast Seeds	https://www.westcoastseeds.com/
Johnny's Selected Seeds	https://www.johnnyseeds.com/
High Mowing Organic Seeds	https://www.highmowingseeds.com/
Pépinière ancestrale	https://www.pepiniereancestrale.com/
Pépinière Casse-noisette	https://www.cassenoisettepepiniere.com/
Pépinière aux Arbres Fruitiers	https://www.arbres-fruitiers.ca/

Organismes de certification biologique accrédités au Québec

Québec-Vrai	http://www.quebecvrai.org/
Ecocert Canada	https://www.ecocert.com/fr-CA
TransCanada Organic Certification Services	https://www.tcocert.ca/
Pro-Cert Organic Systems Ltd.	https://www.pro-cert.org/
Quality Assurance International	https://www.qai-inc.com/
Letis S.A.	https://letis.org/

Annexe II : Ressources

1. Démarrage et agriculture urbaine

Agro-Démarrage Urbain

Boîte à outils réalisée par le CRAAQ, en partenariat avec le Laboratoire sur l'agriculture urbaine, comportant une liste de liens pertinents (documentations, fiches, etc.) au démarrage d'une entreprise agricole en milieu urbain

<http://outils.craaq.qc.ca/Agro-demarrage/URBAIN>

Guide de démarrage en entreprise agricole urbaine

Document produit par le Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine faisant un tour d'horizon de tous les aspects à prendre en considération dans le démarrage d'une entreprise agricole urbaine

<http://cretau.ca/wp-content/uploads/2020/08/GUIDE-DE-D%C3%89MARRAGE-EN-ENTREPRISE-AGRICOLE-URBAINE.pdf>

Guide technico-économique de démarrage de l'entreprise maraîchère

Document pour le démarrage d'entreprises basé sur la formule d'ASC (Agriculture soutenue par la communauté)

<https://www.agrireseau.net/Economie-et-Gestion/documents/Guidetechnico-maraicher.pdf>

MontréalCulteurs

Projet porté par le Laboratoire sur l'agriculture urbaine offrant différents services : formations, ateliers, maillage avec un propriétaire, espace d'incubation

<https://montrealculteurs.ca/>

Directions régionales du MAPAQ

Répertoire des différents bureaux du MAPAQ à travers la province. Utile entre autres pour l'obtention d'un NIM

<https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/coordonnees/Pages/Liste-des-coordonnees.aspx>

Enregistrement des exploitations agricoles au MAPAQ

Procédure à suivre pour enregistrer son entreprise agricole.

<https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/enregistrement/Pages/enregistrement.aspx>

Registre des entreprises du Québec

Regroupe toutes les informations concernant l'immatriculation d'une entreprise, les formes juridiques, les obligations, les frais, etc.

<https://www.registreentreprises.gouv.qc.ca/fr/demarrer/immatriculer/default.aspx>

Fiche économique : fermes maraîchères sur toit

Document produit par le Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine traitant des différents modèles d'entreprises agricoles sur toit et présentant également une analyse économique.

[http://cretau.ca/wp-content/uploads/2020/02/Fiche-%C3%A9conomique-fermes-sur-toit_edition F.pdf](http://cretau.ca/wp-content/uploads/2020/02/Fiche-%C3%A9conomique-fermes-sur-toit_edition_F.pdf)

Formes juridiques des entreprises au Québec

Petit aperçu des différentes formes juridiques possibles au Québec

<https://www2.gouv.qc.ca/entreprises/portail/quebec/trousse?lang=fr&g=trousse&sg=&t=&e=557954595:3445373013>

2. Plan d'affaire, plan de commercialisation et mise en marché

Guide de rédaction d'un plan d'affaires pour le démarrage d'une entreprise agricole

Document du MAPAQ destiné à la rédaction du plan d'affaires : les différentes sections qu'il doit comporter, les annexes ainsi que des modèles

<https://www.agrireseau.net/era/documents/94982/guide-de-redaction-d-un-plan-d-affaires-pour-le-demarrage-d-une-entreprise-agricole>

Modèles de plan d'affaires de la Financière agricole du Québec

Exemples de plan d'affaires mis à la disposition par la Financière agricole du Québec pour la création d'une nouvelle entreprise ou pour une entreprise existante.

<https://www.fadq.qc.ca/appui-financier-a-la-releve-agricole/outils/modeles-de-plan-daffaires/>

Urban Farm Business Plan

Document (en anglais) avec les différentes étapes devant être contenues dans le plan d'affaires.

https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-10/documents/1.urban_farm_business_plan_handbook_091511_508.pdf

Tables de concertation bioalimentaire du Québec

Répertoire des différentes tables de concertation bioalimentaire et autres organismes de concertation et de promotion des aliments, dans différentes régions du Québec.

<https://tcbq.org/>

Rédacteur de plans d'affaires de Futurpreneur

Outils servant à planifier les activités d'une entreprise

<https://www.futurpreneur.ca/fr/resources/start-up-business-planning/tips-tools/business-plan-writer/>

Réseaux de distribution

Aperçu des différents circuits de distribution au Québec et outils de référence pour les entrepreneurs agricoles.

<https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Transformation/marches/distribution/Pages/Reseauxdistribution.aspx>

Occasions d'affaires de proximité

Outils pour la mise en marché : marchés publics, agrotourisme, mise en marché collective, etc.

<https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/developpementregional/marcheproximite/Pages/Occasionaffaires.aspx>

Élaboration d'un plan de commercialisation

Fiche technique produite par le Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario qui énonce les grandes lignes d'un plan de commercialisation

<http://www.omafra.gov.on.ca/french/busdev/facts/16-028.htm>

3. Financement

Financement - Agro-Démarrage

Répertoire des différents types d'aides financières offertes : aides gouvernementales, financement conventionnel (institutions financières) et non-conventionnel.

<http://outils.craaq.qc.ca/Agro-demarrage/URBAIN>

Programme proximité

Programme d'aides financières visant à développer une mise en marché rapprochant les consommateurs des producteurs

<https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/md/programmesliste/developpementmarches/Pages/ProgrammeProximite.aspx>

Financière agricole du Québec (FADQ)

Informations sur les différents programmes de financement offerts par la Financière agricole du Québec (appui financier à la relève agricole, garantie de prêt, etc.)

<https://www.fadq.qc.ca/accueil/>

Financière agricole du Canada (FAC)

Programmes de financement offerts au niveau fédéral (femmes entrepreneurs, jeunes agriculteurs, prêt démarrage, etc.)

<https://www.fcc-fac.ca/fr.html>

Programmes d'aide financière du MAPAQ

Informations sur les différents programmes de financement offerts par le MAPAQ.

<https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/md/programmes/accueil/Pages/programmesaccueil.aspx>

Soutien financier pour la Recherche et développement

Répertoire des différents programmes de soutien financier visant à supporter la recherche et développement dans le milieu agricole.

<https://www.mapag.gouv.qc.ca/fr/md/RDinnovation/soutienfinancier/Pages/soutienfinancierRD.aspx>

Répertoire des programmes d'aide accessibles à la relève agricole

Guide produit par l'Union des producteurs agricoles (UPA) qui a l'objectif de décrire les différents organismes et programmes facilitant le démarrage agricole

https://www.agrireseau.net/era/documents/94506?utm_source=%C3%A9tablissement_et_retrait2017-03-16&utm_medium=courriel&utm_campaign=ABO

Outils de financement et prêts d'Agriculture et agroalimentaire Canada

Aperçu des différents programmes d'aide offerts par le gouvernement fédéral.

<https://agriculture.canada.ca/fr>

Fonds d'investissement pour la relève agricole

Offre de produits de prêt de mise de fonds et de location-achat

<https://www.lefira.ca/>

Emplois d'été Canada

Programme de subvention salariale offert par le gouvernement fédéral

<https://www.canada.ca/fr/emploi-developpement-social/services/financement/emplois-ete-canada.html>

Sollio — Groupe coopératif (anciennement la Coop fédérée)

Programme Fonds coopératif d'aide à la relève (rabais spécial pour la relève, soutien professionnel, développement des compétences)

[FCARA | Sollio Groupe Coopératif](#)

Futurpreneur

Offre de prêts, mentorat et ressources offerts aux nouveaux entrepreneurs.

<https://www.futurpreneur.ca/fr/get-started/financing-and-mentoring/>

Femmessor

Fonds de développement de Filaction soutenant les entreprises menées par des femmes (mise en place et capitalisation du fonds, soutien et support à l'investissement, service-conseil aux équipes gestionnaires)

<https://filaction.qc.ca/fonds/femmessor/>

Financement participatif

Guide pratique sur le financement participatif (crowdfunding) rédigé par l'autorité des marchés financiers.

<https://lautorite.qc.ca/grand-public/investissements/investisseurs-avertis/financement-participatif-crowdfunding/>

PME Montréal

Offre des prêts et du financement ainsi que de la formation, de l'accompagnement, de l'expertise dans différents domaines ainsi que différents outils et ressources dédiées à l'entrepreneuriat.

<https://pmemtl.com/>

Bourses provinciales Défi Osentreprendre

Prix accordés à des projets en création d'entreprise, volet spécial pour le bioalimentaire.

<https://www.osentreprendre.quebec/defi-osentreprendre/volet-creation-d-entreprise/categories-et-prix/#bioalimentaire>

4. Service-conseil et formation

Réseau Agri-conseil

Offre des services-conseils subventionnés (besoin d'un NIM). 4 types de services sont offerts : production agroenvironnementale, gestion, technique et valeur ajoutée à travers un répertoire de conseillers.

<http://www.agriconseils.qc.ca/>

des services-conseils disponibles en agriculture urbaine

http://cretau.ca/wp-content/uploads/2020/10/Portrait-du-services-conseils-en-agriculture-urbaine-au-Qu%C3%A9bec_Rapport-final.pdf

VIA Pôle d'expertise en services-conseils agricoles

Réseau d'expertise en services-conseils agricoles (ressources humaines, comptabilité, gestion, agroenvironnement, encadrement technique, etc.)

<https://vialepole.com/>

Calendrier des événements agricole

Agenda produit par Agri-Réseau des différents webinaires, formations et congrès du milieu agricole au Québec.

<https://www.agrireseau.net/calendrier>

Portrait et besoins en accompagnement des productrices et producteurs agricoles urbains

Document produit par le Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine qui dresse un portrait

Calendriers des événements en agriculture urbaine

Portail réalisé par le Laboratoire sur l'agriculture urbaine de différents événements : formation, visites, conférence, webinaire

<https://cultivetaville.com/fr/evenements/retour/>

Formations agricoles - Agricarrières

Aperçu des différents parcours de formation agricole offerts au Québec

https://www.agricarrieres.qc.ca/actualites/?filtres_actualites=formation

Programme de formation — Gestion agricole du Canada

Accès à des webinaires en lien avec la gestion d'entreprise agricole

<https://www.agriwebinar.com/francais/>

École des entrepreneurs du Québec

Offre différents parcours de formation ainsi que des ateliers destinés aux entrepreneurs en démarrage ou en croissance d'entreprise

<https://eequebec.com/>

PME MTL

Organisme offrant de l'accompagnement, du financement ainsi que de la formation pour les entrepreneurs de Montréal

5. Production

Agri-Réseau

Bibliothèque d'informations diverses sur l'ensemble des productions agricoles : documents, présentations et vidéos

<https://www.agrireseau.net/>

Fiche technique et économique : Production maraîchère urbaine en serre sur toit ou au sol

Document produit par le Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en

<https://pmemtl.com/>

Conseillers en relève et en établissement agricole du MAPAQ

Répertoire, par région, des conseillers du MAPAQ, quant à la relève et l'établissement agricole.

<https://www.quebec.ca/gouvernement/ministere/agriculture-pecherie-alimentation/coordonnees-du-ministere/conseillers-releve-agricole>

En pratique...

Entreprise de conseil et formation spécialisée en commercialisation et en marketing, surtout pour le milieu agroalimentaire

<https://www.enpratique.ca/>

SAGe Pesticides

Répertoire des traitements phytosanitaires. Possibilité d'effectuer la recherche par culture et par problématique.

<https://www.sagepesticides.qc.ca>

agriculture urbaine faisant le point sur les éléments techniques ainsi qu'une analyse économique des productions en serre.

<http://cretau.ca/wp-content/uploads/2021/04/Fiche-technique-et-economique-Serriculture->

[urbaine-3.pdf](#)

Guide de référence en fertilisation du CRAAQ

Inclut les grilles de référence pour différentes cultures ainsi que plusieurs

informations concernant la gestion du sol et de la fertilisation.

[Gagné, G. et L.-É. Parent. \(2010\). Guide de référence en fertilisation. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec \(CRAAQ\), 473 p.](#)



Carrefour de recherche, d'expertise
et de transfert en agriculture urbaine

CRETAU



laboratoire
agriculture urbaine