



LA SERRICULTURE SUR LES TOITS EN MILIEU URBAIN

PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT DANS LE CONTEXTE QUÉBÉCOIS.

DOCUMENT PRODUIT POUR LE SYNDICAT DES PRODUCTEURS EN SERRE DU QUÉBEC,

LE 31 MAI 2013

Une partie du financement de ce projet a été assurée par Agriculture et Agroalimentaire Canada, par l'entremise du Programme canadien d'adaptation agricole (PCAA). Au Québec, la part destinée au secteur de la production agricole est gérée par le Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec.



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	8
1.1. Définition de l'agriculture urbaine	9
2. LA PRODUCTION EN SERRE FACE À LA PRODUCTION EN CHAMPS	10
3. LA SERRICULTURE EN MILIEU URBAIN, ICI ET AILLEURS	11
3.1. Les différents modèles d'affaires	11
3.1.1. Acteurs en place	11
3.1.2. Caractéristiques générales des promoteurs de projets de serre en milieu urbain	11
3.1.3. Sources de financement des projets urbains	12
3.2. Les différentes caractéristiques et modèles architecturaux	12
4. LA CONSTRUCTION DE SERRES EN MILIEU URBAIN – DÉFIS À RELEVER	13
4.1. Les règlements municipaux	14
4.2. Les différents impératifs contractuels — Location	14
4.3. Un code du bâtiment plus sévère – des coûts supplémentaires	15
4.3.1. Les coûts supplémentaires d'infrastructures liés au CNB	15
4.3.2. Les coûts liés aux contraintes de la construction (travail en hauteur, santé et sécurité)	17
4.3.3. Les coûts liés aux contraintes structurelles sur la lumière	19
4.4. Les contraintes réglementaires et sociales liées à la production serricole en milieu urbain	20
4.4.1. Pollution lumineuse	20
4.4.2. Pollution par le bruit	21
4.4.3. Utilisation de CO ₂ liquide	21
4.4.4. Déchets de culture	21
4.5. Les pertes de chaleur des immeubles	25
4.6. Les besoins et les gains d'efficacité énergétique	28
4.7. Les sources d'approvisionnement et les sources de chauffage.	31
4.7.1. Gaz naturel	31
4.7.2. Granules de bois	32
4.7.3. Électricité	33
4.7.4. Chauffage solaire photovoltaïque et thermique	33
4.7.5. Récupération de chaleur	34
4.8. Les systèmes de génération de chaleur et de distribution de chaleur tenant compte des périodes de production et des contraintes urbaines TELS que les îlots de chaleur	35
4.8.1. Système de chauffage à air ou aérotherme	35
4.8.2. Système de chauffage à eau chaude	36

4.8.3.	Système de chauffage par radiation	38
4.9.	Système de refroidissement et déshumidification (R/D) par aération chauffage	38
4.9.1.	Technologies existantes de refroidissement	39
4.9.2.	Les écrans thermiques (Énergie/ombre)	40
4.10.	Installer une serre en milieu urbain	41
4.10.1.	Les matériaux de recouvrement de serre rigide	42
4.10.2.	Normes de sécurité sur le travail en hauteur	43
5.	LA CONDUITE DE SERRES EN MILIEU URBAIN	43
5.1.	Les grandes étapes de l'entretien des serres	43
5.1.1.	ÉQUIPEMENTS de RÉCOLTE	45
5.2.	L'expertise technique nécessaire à l'implantation et au rodage des serres urbaines	45
5.2.1.	Le climat urbain	45
5.2.2.	Gestion des chaleurs estivales en milieu urbain	46
5.2.1.	Climat régional et besoins thermiques de la culture	49
5.2.2.	Gestion du refroidissement	51
5.2.3.	Gestion de la ventilation	51
5.2.4.	L'évaporation	52
5.2.5.	La stratification de l'air	52
5.2.6.	Réduction de l'insolation	52
5.2.7.	Qualité de l'air	53
5.2.8.	Gestion de la charge de la culture	54
5.2.9.	Choix des cultivars	54
5.2.10.	Lutte antiparasitaire	54
5.2.11.	Gestion de l'espace	55
5.3.	Les impératifs de la polyculture en termes de gestion de la fertilisation, du climat, de l'irrigation et de la spécialisation de la main-d'œuvre	55
5.3.1.	La polyculture	55
5.3.2.	La gestion de la main-d'œuvre	58
5.3.3.	Le suivi phytosanitaire	59
6.	LE MARCHÉ	61
6.1.	Contexte	61
6.2.	Circuits de mise en marché	61
6.2.1.	Exemples de circuits courts	61
6.2.2.	Exemples de circuits longs	62
6.2.3.	Exemples des États-Unis	63
6.3.	Analyse de la demande (lieux d'achats actuels pour les légumes de serre) et importance de chaque catégorie	64
6.3.1.	Volumes consommés au Québec	64
6.3.2.	Lieux d'achat des consommateurs	65
6.3.3.	Le mystère HRI (hôtels, restaurants, institutions)	65
6.3.4.	Les grandes chaînes de distribution	68

6.3.5.	Les fruiteries	70
6.3.6.	Autres segments	71
6.3.7.	Le marché ethnique	72
6.4.	Analyse de l'offre	73
6.4.1.	Tomate	76
6.4.2.	Laitue	77
6.4.3.	Choix du canal de distribution	78
6.4.4.	Perceptions des intervenants par rapport à l'agriculture urbaine	81
6.4.5.	À retenir	82
7.	PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT DE LA SERRICULTURE URBAINE	83
7.1.	Les modèles d'affaires et partenariats possibles:	83
7.1.1.	Modèle NO 1 : Serres sur Immeubles locatifs et commerce de DÉTAIL	88
7.1.2.	Modèle NO 2 : Projets de vocation en contexte d'économie sociale	89
7.1.3.	Modèle NO 3 : Vocation récréative ou milieu de vie	91
8.	CONCLUSION	92
ANNEXE 1 —	LA FICHE TECHNIQUE SYNTHÈSE	94
ANNEXE 2 —	TABLEAUX SYNTHÈSES DES MODÈLES DE MISE EN MARCHÉ EN AMÉRIQUE	99
ANNEXE 3 —	MODÈLES ARCHITECTURAUX	108
ANNEXE 4 —	IMPÉRATIFS CONTRACTUELS	113
ANNEXE 5 —	RÉSUMÉ DES GROUPES DE DISCUSSION	124
ANNEXE 6 —	LISTE DES PERSONNES INTERROGÉES	132
ANNEXE 7 —	RÉFÉRENCES	133

Figures

Figure 1 — Toiture Jardin (Paroli et Gallagher, 2008)	16
Figure 2 — Écran « Blackout » à 0 % (Gauche) et à 95 % (Droite) (Royal Pride, 2013).....	21
Figure 3 — Schéma et image du principe de fonctionnement d'un composteur BROME (GPL, 2013)	24
Figure 4 — Schéma et image du principe de fonctionnement d'un composteur NETER (Vertal, 2013) ...	25
Figure 5 — Bilan thermique de la serre.....	26
Figure 6 — La carte du réseau gazier de Gaz Métro/Gazifère en 2009.	32
Figure 7 — Fournaise Modine à profil bas (30k à 400 k BTU/h) (Modine, 2013).....	35
Figure 8 — Fournaise Modine commerciale (60k à 400 k BTU/h) (Modine, 2013).....	36
Figure 9 — Fournaise Modine Effinity93 PTC/BTC (55k-310k BTU/h à 93 % eff.) (Modine, 2013).....	36
Figure 10 — Réseau de distribution de chaleur à l'eau et l'air chaude et bouilloire à l'eau chaude.	37
Figure 11 — Bouilloire Chrono CLW à triple passe (Chrono, 2013).....	37
Figure 12 — Bouilloire Pyrotec aux granules de bois.....	37
Figure 13 — Équipement de chauffage radiant (RG, 2013)	38
Figure 14 — Schéma d'utilisation des <<cooling pads>>	39
Figure 15 — Brumisation de serres.....	40
Figure 16 — Modèle d'écran thermique (Aluminium-Polyester).....	41
Figure 17 — Écran thermique – Principe d'échange convectif (Svensson, 2012).....	41
Figure 18 — Technique de mise en place des plastiques de serres.....	41
Figure 19 — Triple Clear (PC-2 & PC-3) 6, 8 mm (0,236", 0,315") POLYCARBONATE SHEETS (<i>Polygal</i> , 2013)	42
Figure 20 — Panneau en acrylique 16mm – vue de coupe. (DEGLAS, 2013).....	42
Figure 21 — Installation de polycarbonate en hauteur sur une serre	43
Figure 22 — Profil d'un îlot de chaleur urbain	46
Figure 23 — Les différences de températures de surface mesurées à Montréal le 10 juillet 1984.	48

Tableaux

Tableau 1 — Investissement supplémentaire en capital requis pour production urbaine.....	16
Tableau 2 — Coûts de construction supplémentaire pour serre urbaine.....	18
Tableau 3 — Luminosité (Joules/cm ² /mois PAR) et temps d'utilisation des lampes HPS pour des serres construites selon les normes CNCBA ou les normes CNCB.	19
Tableau 4 — Activités soustraites à l'application de l'article 22 relatives à l'application de la loi (Q — 2, r.1.001)	23
Tableau 5 — Valeur moyenne, consommation et coûts énergétiques de 325 bâtiments municipaux (<i>BEIE</i> , 2013).....	27
Tableau 6 — Données sur la serre urbaine type	29
Tableau 7 — Consommation d'énergie totale d'une serre (9 900 pi ²) située à Montréal	30
Tableau 8 — Vitesse de vents moyens annuels de quelques villes aux alentours de Montréal.....	31
Tableau 9 — Les producteurs de granules du Québec et leur emplacement géographique	33
Tableau 10 — Données techniques sur les écrans neufs.....	40
Tableau 11 — Besoins mensuels en énergie (MWh/ha) pour les villes de Rouyn-Noranda et Montréal pour une culture chaude (tomate, concombre ou poivron) ou une culture froide (laitue) avec ou sans écran thermique.....	49

Tableau 12 — Concentration maximale acceptable (ppm) de certains polluants pour les humains et les plantes (tiré de Heuvelink, 2005)	54
Tableau 13 — Température de gestion (°C) chez les 4 principaux légumes de serre en fonction de la période de la journée, les maximums et minimums optimaux, les températures maximales dangereuses et les températures d'entreposage.	56
Tableau 14 — Solution nutritive (ppm) désirée de la tomate, du concombre et du poivron de serre selon la gestion en solution perdue ou en recirculation	57
Tableau 15 — Différentiation des techniques de travail par tâche entre les différentes cultures à la production	58
Tableau 16 — Différentiation des techniques de travail par tâche entre les différentes cultures à l'emballage	59
Tableau 17 — Préférences des principaux ravageurs et maladies rencontrées dans les cultures en diversification	60
Tableau 18 — Exemples de circuits de commercialisation en agriculture urbaine	62
Tableau 19 — Quantités de tomates et laitues consommées annuellement au Québec	64
Tableau 20 — Parts d'achats des consommateurs dans les différents segments	65
Tableau 21 — Segmentation des marchés HRI	66
Tableau 22 — Évolution historique de l'industrie nord-américaine des légumes de serre	74
Tableau 23 — Variations sur les marchés nord-américains des légumes de serre, 2006-2011	74
Tableau 24 — Consommation par habitant de légumes frais au Canada ¹ 2005-2011 (kg/année)	75
Tableau 25 — Volumes de tomates selon leur provenance et leur destination	76
Tableau 26 — Volumes de laitues selon leur provenance et leur destination	77
Tableau 27 — Prix des paniers à Montréal	79
Tableau 28 — Synthèse des avantages et inconvénients des différents canaux de distribution s'offrant à un nouveau producteur urbain	80
Tableau 29 — Investissements requis par kg produit selon les entreprises en Annexe 2	85
Tableau 30 — Indicateurs techniques et financiers pour les opérations d'une serre de tomates	86
Tableau 31 — Modélisation financière pour Montréal selon les valeurs des indicateurs techniques et financiers pour l'opération d'une serre de tomates sans éclairage de photosynthèse	87
Tableau 32 — Profil démographique et économique par région	89
Tableau 33 — Population de Montréal, 2011	90

LES COLLABORATEURS À L'ÉTUDE

Coordination de l'étude :

JEAN-LUC POIRIER, M.Éd, consultant

Aspects ingénierie :

JOEY VILLENEUVE, ing. M.Sc. Environnement-MJ
JEAN-FRANÇOIS LALIBERTE, ing. Jr, SPSQ

Aspects agronomiques :

JACQUES THÉRIAUX, Agr. Climax Conseil

Aspects mise en marché :

ÉRIC CHAGNON, consultant
JEAN-LUC POIRIER, M.Éd, Consultant
LOUIS DIONNE, Directeur général, SPSQ

Fiche synthèse :

JEAN-FRANÇOIS LALIBERTE, ing. Jr, SPSQ
JEAN-LUC POIRIER, M.Éd, Consultant

Aspects partenariats les plus prometteurs :

GILLES CADOTTE, Agr., consultant
JEAN-LUC POIRIER, M.Éd, consultant

Secrétariat

CAROLE RICHARD, SPSQ

1. INTRODUCTION

La production en serre urbaine au Québec est une pratique marginale en développement. Il a présentement un seul projet d'envergure situé dans la région de Montréal qui produit des denrées alimentaires, soit les Serres Lufa (2 880 m²). Cependant, des serres urbaines commencent à apparaître dans plusieurs grandes villes en Amérique du Nord telles que New York (Gotham greens, 1 394 m²), BrightFarms Brooklyn, 9 290 m²), Vancouver, utilisant la culture verticale (557 m²), etc. Ces promoteurs s'appuient sur une stratégie commerciale basée sur une agriculture de proximité, diversifiée en produits et la plus écologique possible. L'installation de serres sur les toits d'immeubles se veut aussi écoénergétique. Chez nos amis américains, des entreprises privées s'inspirent de cette tendance pour proposer des concepts clés en main pour l'installation de serres sur les toitures de supermarchés.

Ainsi, afin d'y voir un peu plus clair, une équipe multidisciplinaire s'est penchée sur la question afin de développer une vision intégratrice et structurante des opportunités offertes par l'agriculture urbaine en serriculture maraîchère tenant compte des enjeux environnementaux, sociaux et économiques de ce type d'agriculture et ce, dans le but de fournir des références aux producteurs serricoles québécois pour juger si l'agriculture urbaine constitue un axe de développement viable et rentable à long terme.

Suite à un tour d'horizon des différentes initiatives en serriculture urbaine en Amérique, nous examinerons les défis à relever au niveau de la construction des serres sur des toits en milieu urbain. Tous les aspects règlementaires, légaux et environnementaux sont abordés tant au niveau des conséquences économiques que techniques. Au niveau technique, nous discutons également des mesures de mitigation en lien avec les aspects règlementaires, mais aussi au niveau des contraintes en lien avec les caractéristiques climatiques, de chauffage et de climatisation, d'une production en serre en milieu urbain.

La conduite des cultures en milieu urbain comporte des caractéristiques propres. Le lecteur verra qu'il faut composer avec une luminosité naturelle plus faible, une production plus variée, une lutte phytosanitaire plus complexe et le faible environnement d'affaires qui ralentit l'adoption d'outils adaptés à l'agriculture urbaine (cultivars, homologation de pesticides). La gestion de la chaleur en été est également abordée ainsi que les solutions possibles.

Au niveau du marché, nous avons exploré les modèles d'affaires existants en Amérique du Nord. Puis, nous avons fait une analyse de la demande pour les légumes de serre afin de déterminer les lieux d'achat et l'importance de chacune des catégories de produits. Nous avons procédé à l'analyse de l'offre et de la demande. Nous avons également sondé les consommateurs et autres intervenants face à l'agriculture urbaine.

Dans la dernière section, nous avons tenté de dégager les perspectives de développement de la serriculture urbaine dans un contexte québécois.

1.1.DÉFINITION DE L'AGRICULTURE URBAINE

Selon le comité de l'agriculture (COAG) de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) :

«Même s'il n'existe pas encore de définition universellement acceptée de l'agriculture urbaine et périurbaine (AUP), on entend par celle-ci les pratiques agricoles dans les villes et autour des villes qui utilisent des ressources (terre, eau, énergie, main-d'œuvre) pouvant également servir à d'autres usages pour satisfaire les besoins de la population urbaine. L'AUP comprend diverses composantes importantes : l'horticulture, l'élevage, la production laitière et fourragère, l'aquaculture et la foresterie...¹».

Sur le site d'agriculture Montréal, la définition suivante est proposée aux Montréalais :

« L'agriculture urbaine, c'est tout simplement la culture de plantes comestibles ou l'élevage d'animaux dans une ville. Évidemment, elle se distingue beaucoup de l'agriculture rurale qui implique de plus grandes surfaces de culture, de plus grandes quantités d'aliments produits et une technologie beaucoup plus mécanisée. L'agriculture urbaine, elle, se pratique souvent sur de petites surfaces, vise à produire un complément alimentaire et a pour principale "mécanique" les bras des jardiniers. Autre différence : les "fermiers de campagne" ont souvent l'agriculture comme métier alors que pour la majorité des "fermiers urbains" il s'agit plus souvent d'une activité secondaire. Mais l'agriculture urbaine ne se limite pas pour autant au potager domestique : plusieurs projets comptent une surface et une production significatives et ont des retombées multiples. »

On mentionne par retombées multiples l'exemple des Fermes Lufa, complexe serricole commercial, situé dans l'arrondissement Ahuntsic — Cartierville.

¹ <http://www.fao.org/unfao/bodies/COAG/COAG15/x0076f.htm>

2. LA PRODUCTION EN SERRE FACE À LA PRODUCTION EN CHAMPS

Les rendements à l'hectare sont près de sept fois plus élevés en serre commerciale qu'en champs². Ces rendements plus élevés s'expliquent par une utilisation intensive et localisée des ressources (énergie, eau, main-d'œuvre, etc.) et par une période de production, de récolte et de mise en marché beaucoup plus longue. La majeure partie de la production en serre se fait de façon hydroponique, hors sol. Ce qui est différent pour la production biologique traditionnelle en serre, où les légumes poussent en plein sol. Au Québec, dans la tomate de serre, la production biologique en serre compte de 5 à 10 % du volume, avec une tendance à la hausse (projets de Serres Nouvelles cultures).

Les investissements à l'hectare requis pour produire en serre sont plus élevés qu'en champs, de même que les coûts d'opérations. Les légumes les plus couramment produits au Québec sont la tomate, la laitue (incluant pousses et fines herbes), le concombre et le poivron. Pour produire un légume de façon rentable en serre, il faut énormément de savoir-faire, la courbe d'apprentissage étant longue. Il faut également utiliser des variétés éprouvées pour ce genre de production. Ces variétés ont pris de nombreuses années à être développées.

Et comme les rendements sont élevés, les producteurs de moyenne et grande taille ont besoin de cibler des légumes qui font l'objet d'une forte demande. Ces facteurs réunis expliquent pourquoi il ne se produit pas davantage d'autres légumes en serre, par exemple les légumes dits ethniques.

Au Québec, durant les mois de récoltes des légumes de champs, lesdits légumes occupent plus de 90 % du marché³. Les légumes périssables de champs du Québec sont donc absents des tablettes d'épicerie le reste de l'année, la demande étant alors comblée par l'importation.

Parallèlement, le plus gros du volume de légumes de serre du Québec est écoulé sur les marchés sur une période de 9 à 12 mois. La tomate du Québec occupe 50 % du marché du détail (c'est-à-dire excluant le HRI) au Québec et est en compétition constante avec le produit importé. La part de la laitue, du poivron et du concombre de serre du Québec est encore plus faible. Ainsi, lorsque l'on augmente la production en serre au Québec, on diminue le besoin d'importation. Cette généralisation qui sera raffinée dans les sections 6 et 7.

En résumé :

- On peut produire de façon hydroponique en serre à peu près n'importe où, incluant un toit;
- Les coûts d'investissements et d'opérations élevés de la production en serre requièrent l'utilisation de légumes à rendements élevés et éprouvés en serre;
- Les produits de serre du Québec sont en compétition avec l'importation sur une base quotidienne;
- La tomate de serre du Québec tend à devenir un leader sur le marché du détail, ce qui est loin d'être le cas pour les autres légumes de serre.

² Ontario Ministry of Agriculture and Food (statistique tomate de champs 2007) comparé avec Statistique Canada catalogue 22-202 X (statistique tomate de serre Canada 2011).

³ Plante, André, AJMQ

3. LA SERRICULTURE EN MILIEU URBAIN, ICI ET AILLEURS

3.1. LES DIFFÉRENTS MODÈLES D'AFFAIRES

3.1.1. ACTEURS EN PLACE

On dénombre peu de serres commerciales actuellement en production dans les villes en Amérique du Nord. Lufa (Montréal), Gotham Greens (New York) et Alterrus (Vancouver) semblent les seules. BrightFarms inc., une compagnie américaine qui développe agressivement le concept d'agriculture urbaine aux États-Unis, prévoit livrer ses premiers légumes de ses serres de Pennsylvanie, en mai 2013. Seule leur serre expérimentale de Long-Island récolte présentement, et ce à très petite échelle (ils approvisionnent un seul magasin). Une fiche descriptive de chacun des projets en opération ou en développement se trouve à l'**annexe 2**.

Malgré le faible nombre de serres urbaines à échelle commerciale véritablement en production, il existe plusieurs promoteurs souhaitant développer ce type de production. Les compagnies suivantes sont des exemples de promoteurs qui vendent le concept de serres commerciales sur les toits :

- BrightFarms : www.brightfarms.com
- Sky Vegetables : www.skyvegetables.com
- Top Sprouts : www.topsprouts.com
- Cityscape Farms : www.cityscapefarms.com

Bien qu'elles se prétendent toutes expertes, aucune de ces compagnies, les plus médiatisées pour le moment, n'a terminé la construction de serres sur un toit. Le projet de BrightFarms en Pennsylvanie sera le premier terminé (premières récoltes prévues en mai 2013), mais les serres sont construites au sol.

3.1.2. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES PROMOTEURS DE PROJETS DE SERRE EN MILIEU URBAIN

Les compagnies mentionnées précédemment vendent pour la plupart des concepts clé en main. Ainsi, ces compagnies n'investissent pas directement dans les projets et n'opèrent pas les serres. Ils vendent plutôt leur concept et se chargent de la construction du site. Leur risque est ainsi très limité. Leur promotion vante la rentabilité immédiate des projets. Toutefois, les rares projets actuellement en opération sont trop récents pour véritablement analyser toute rentabilité. D'autant plus que les coûts des investissements recensés jusqu'à maintenant tendent à indiquer que les investissements requis sont de trois à dix fois supérieurs aux projets de serre sur sol en milieu rural. Au Québec, on évalue les coûts de construction de *deux à trois millions de dollars* à l'hectare pour des projets conventionnels de production de légumes de serre (pour les serres les plus modernes sans chauffage à la biomasse, sans lampes, avec écrans thermiques et cultures sur gouttières). Si on se fie aux affirmations des promoteurs de Lufa et de Gotham Greens, on est respectivement à 10 et 18 millions de dollars à l'hectare.

BrightFarms affirme pouvoir construire à 5 millions de dollars à l'hectare⁴. Toutefois, on fait réalisme mention à des serres construites au sol et non sur un toit. Un seul des projets de BrightFarms prévoit opérer sur un toit.

Pour réussir à rentabiliser des investissements supérieurs aux serres traditionnelles, les coûts d'opérations doivent être inférieurs aux projets conventionnels, et le prix de vente supérieur. Les sections 6 et 7 examineront les différents marchés accessibles pour les légumes de serre, quantifieront les volumes dans chacun des canaux de distribution et compareront de façon qualitative les prix reçus par les producteurs dans chacun de ces canaux. La section 7 fera l'analyse des opportunités d'une serre commerciale sur un toit.

3.1.3. SOURCES DE FINANCEMENT DES PROJETS URBAINS

Lufa, BrightFarms (et possiblement les autres) ont réussi à obtenir des capitaux d'investisseurs privés. Les motifs de ces investisseurs n'ont pu être documentés pour la présente étude. Bien que le retour financier sur l'investissement soit généralement le premier motif, d'autres motifs peuvent s'ajouter :

- Besoin de l'investisseur de démontrer une orientation plus verte de son portefeuille;
- Bénéficier du capital médiatique généré autour des projets de fermes urbaines; Etc.

La mise en œuvre de certains projets peut être facilitée par une volonté politique en termes réglementaires ou de subventions. Par exemple, l'administration du quartier du Bronx, à New York, est allée en appel d'offres en juin 2012⁵ pour trouver un promoteur prêt à développer une ferme sur un toit de 200 000 pieds carrés, située dans Hunts Point, qui est parmi les plus importants terminaux de fruits et légumes au monde. Le projet de l'administration publique entre dans une vision de dynamisation du terminal et du quartier. La production de la ferme serait écoulee sur place, par l'entremise des grossistes présents dans le terminal, qui sont plus de 50. Dans l'appel d'offres, on indique que l'administration publique du Bronx a déjà soutenu financièrement 13 projets de *toits verts* dans le quartier.

EN BREF : LE PHÉNOMÈNE DE LA SERRICULTURE À ÉCHELLE COMMERCIALE EN MILIEU URBAIN EST ENCORE TROP NOUVEAU POUR ÉTABLIR DES MODÈLES FIABLES EN TERME D'INVESTISSEMENTS ET DE STRUCTURES D'OPÉRATIONS. LES PROMOTEURS ACTIFS NE PRÉSENTENT AUCUNE BASE EXPLICITE SUFFISANTE POUR ÊTRE CAPABLE DE MESURER DES RETOURS SUR INVESTISSEMENTS OU DES COÛTS D'OPÉRATION.

3.2. LES DIFFÉRENTES CARACTÉRISTIQUES ET MODÈLES ARCHITECTURAUX

Basé sur les serres urbaines sur des toits rencontrés au Québec, au Canada et aux États-Unis, voici le portrait des installations existantes ainsi que quelques constats :

- En date de mars 2013, seulement 4 serres en opération sont recensées en Amérique du Nord;

⁴ http://www.nytimes.com/2011/05/19/business/smallbusiness/19sbiz.html?_r=3&

⁵ <http://www.nycedc.com/press-release/nycedc-seeks-proposals-development-200000-square-foot-rooftop-farm-hunts-point-section>

- Serres de petites superficies (5 700 pi² à 31 000 pi²);
- Serres généralement jumelées;
- Les toits utilisés pour les serres proviennent d'édifices à bureaux, d'édifices à logement, de stationnement et d'entrepôt;
- Production hydroponique;
- Serres en verre, acier et aluminium;
- Présence d'écrans thermiques;
- Chauffage au gaz naturel, électricité, panneaux solaires;
- Les serres sur les toits utilisent généralement l'éclairage d'appoint;
- L'investissement pour les projets rencontrés est d'au minimum 2 000 000 \$;
- L'eau de culture est recyclée et réutilisée;
- L'eau de pluie est recueillie et utilisée;
- Souvent, les édifices ne sont pas construits pour accueillir une structure supplémentaire ce qui demande des investissements pour rendre le site sécuritaire.

Un inventaire plus détaillé est présenté en annexe 3.

4. LA CONSTRUCTION DE SERRES EN MILIEU URBAIN – DÉFIS À RELEVER

La conception et la construction d'une serre sur un toit en milieu urbain font face à de nombreuses contraintes qui doivent être considérées afin de mener à terme le projet. Parmi ces contraintes, la première est de nature mécanique, la structure qui accueillera la serre doit avoir la capacité de recevoir cette charge supplémentaire. Une évaluation des plans et devis est donc nécessaire avant le début du projet. La construction d'une serre en milieu urbain doit respecter le code du bâtiment national du Canada (CNB), qui est plus sévère que le Code national de construction des bâtiments agricoles (CNCBA). Cela a un impact direct sur les coûts de la structure et sa construction qui sont en moyenne 3,6 fois plus élevés que pour une serre construite selon le CNCBA. Le montage d'une structure en hauteur nécessite une préparation particulière afin d'être en mesure d'acheminer la structure sur le toit et d'en faire son assemblage sur le toit, il faut mettre des mesures de sécurité en place pour le travail en hauteur et prévoir des grues pour acheminer le matériel.

La gestion des matières résiduelles devient capitale dans un projet de serre urbaine, car l'espace est restreint. Une serre produit beaucoup de matière organique qui doit être expédiée dans un lieu de traitement approprié, en zone agricole le compost peut se faire sur place, en milieu urbain, la gestion des matières résiduelles, le recyclage et le compost sont souvent des services privés aux frais du producteur.

Comme dans tout projet de culture en serre, une grande quantité d'énergie est nécessaire au maintien des conditions climatiques optimales. La culture en milieu urbain impose des limites sur le type d'énergie à préconiser pour minimiser toute forme de pollution diffuse compte tenu de la densité de population. Il en va de même pour l'éclairage artificiel, des mesures de réduction de la pollution lumineuse doivent être envisagées afin de respecter le voisinage. Bref, toutes les opérations doivent être optimisées en milieu urbain, car l'espace est restreint et le coût d'occupation de cet espace en milieu urbain est plus élevé qu'en milieu rural.

4.1. LES RÈGLEMENTS MUNICIPAUX

La planification de tout projet de construction fait face à des réglementations qui sont spécifiques à l'endroit où ce projet prendra naissance; plus un projet est susceptible d'avoir un impact sur un nombre élevé de résidents plus les contraintes seront sévères à l'endroit du projet. La mise en place d'une serre agricole en milieu urbain nécessite des autorisations municipales supplémentaires, souvent les règlements en vigueur limitent le type d'installation qui peut être fait sur un toit. Il faut donc prévoir des démarches et de coûts supplémentaires avant d'obtenir toutes les autorisations nécessaires pour la construction d'une serre en milieu urbain versus une serre en milieu rural.

La première étape d'une projection de serre sur un toit est de vérifier la réglementation municipale en vigueur à ce sujet pour l'emplacement. Si un règlement existe, le processus est simplifié, il s'agit de suivre les exigences de la ville et de soumettre un projet. Dans la majorité des cas, cette réglementation est inexistante. Il faut donc obtenir les autorisations nécessaires au démarrage du projet et il vaut mieux impliquer les autorités municipales dès le départ du projet, afin de simplifier le processus et réduire les risques d'échec. Une série d'étapes doivent être suivies afin de respecter les règlements en vigueur et ces démarches peuvent occasionner des coûts et des délais supplémentaires pour un projet :

1. Contacter la ville/municipalité dans laquelle le projet est projeté;
2. Valider avec les autorités les règlements en vigueur et leur mode d'application;
3. Prendre un rendez-vous avec les inspecteurs de la ville afin de présenter le projet et le site proposé;
4. Suivre les indications des inspecteurs municipaux;
5. Faire faire les analyses de structure requise (si nécessaire);
6. Présenter les plans à la ville pour obtenir une autorisation.

Enfin, il ne restera plus qu'à entreprendre les travaux, une fois les autorisations obtenues et une entente avec le propriétaire de l'immeuble.

4.2. LES DIFFÉRENTS IMPÉRATIFS CONTRACTUELS — LOCATION

Si bâtir une serre maraîchère en milieu rural se fait habituellement chez l'entrepreneur, ce n'est pas la norme sur un toit en milieu urbain. L'entrepreneur doit généralement négocier avec le propriétaire d'un immeuble dont les caractéristiques permettent d'accueillir une serre sur le toit et dispose des espaces nécessaires pour le classement, l'entreposage et l'expédition/réception des marchandises et comptoir de vente. Certains modèles d'affaires, comme la vente de paniers, peuvent nécessiter l'accès de la clientèle aux installations sur une base régulière. Toutes ces activités demandent d'être encadrées via une entente (bail) avec le locateur. Le bail commercial doit donc contenir plusieurs dispositions pour encadrer les droits du locataire et ceux du propriétaire. Me Marie-Andrée Hotte, de l'étude Brodeur, Hotte (contentieux de l'UPA) s'est penchée sur cette question et a produit un document, *le bail aux fins d'utilisation d'une serre sur le toit d'un immeuble/impératifs contractuel*, lequel est présenté en annexe 4.

Face à ce document Me Hotte précise que « ce document ne constitue pas un modèle de bail destiné à cet usage, non plus qu'une opinion juridique quant aux droits et obligations du locataire d'un immeuble

aux fins d'un usage de ce type. Il vise plutôt à signaler au lecteur les clauses qui pourraient être utiles, compte tenu des défis liés à l'usage qu'il compte faire des lieux loués. »

Un mot sur les taxes municipales

En milieu rural, le régime de fiscalité municipale agricole s'applique depuis 2007 aux exploitations agricoles enregistrées (EAE). Les serriculteurs ont droit à un remboursement de taxes sur leurs actifs agricoles. En milieu urbain, ce type de programme ne s'applique pas et afin de permettre la mise en place des serres Lufa à Montréal, la ville a élargi aux serres sur les toits le programme PR@M. Ce programme permet un remboursement sur 5 ans l'équivalent à l'augmentation de la taxe foncière découlant de la construction, de la reconversion ou de l'agrandissement d'un bâtiment industriel. Donc, une entente devra également intervenir entre le propriétaire de l'immeuble et le locataire à ce sujet.

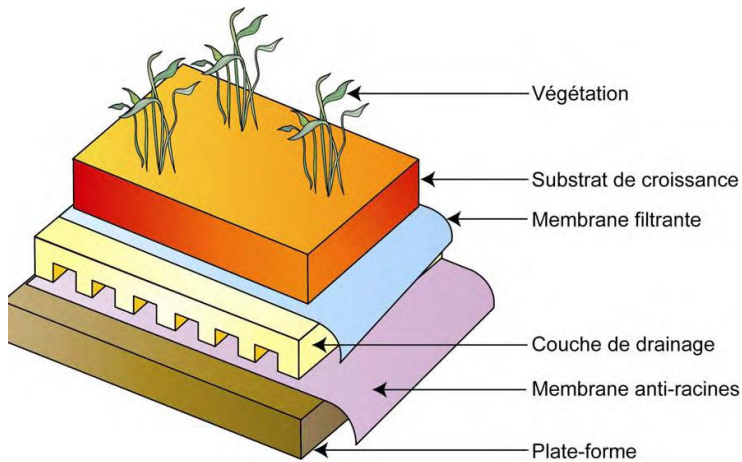
4.3.UN CODE DU BÂTIMENT PLUS SÉVÈRE – DES COÛTS SUPPLÉMENTAIRES

L'agriculture urbaine impose un changement dans la mise aux normes qui passe du Code national canadien du bâtiment agricole (CNCBA) au Code national du bâtiment du Canada (CNBC). Le CNBC exige près de 4 fois plus de capacité portante pour la charge de neige, en plus d'exiger certaines installations telles que la pose de gicleurs contre les incendies, comparativement au CNCBA. L'ensemble de ces exigences affecte également l'intrant no 1 de la production en serre soit, la lumière naturelle.

4.3.1. LES COÛTS SUPPLÉMENTAIRES D'INFRASTRUCTURES LIÉS AU CNB

La capacité portante d'un bâtiment est souvent un obstacle majeur à l'installation d'une serre agricole. Les bâtiments montréalais construits selon les normes du Code national du bâtiment du Canada, qui doivent normalement respecter un minimum de 265 kg/m² pour les accumulations de neige (SS = charge de neige au sol [kPa]) à laquelle il faut ajouter une charge ponctuelle Sr = charge correspondante de pluie (kPa) qui est de 40 kg/m² ainsi qu'une charge pour le vent qui varie entre 31 kg/m² (réurrence 1 fois au 10 ans) et 41 kg/m² (réurrence 1 fois au 50 ans). De plus, ces données varient d'une ville à l'autre en fonction de son emplacement géographique (CNBC, 2005). Il arrive souvent que les toits ne puissent pas recevoir des charges supplémentaires, autres que la neige pendant l'hiver, d'envisager des constructions de serre sur des bâtiments peut affecter l'intégrité de la structure et la sécurité des occupants (Godin 2012).

Figure 1 – Toiture Jardin (Paroli et Gallagher, 2008)



Il n'a pas d'étude spécifique qui a été réalisée sur la construction de serre sur des toits, mais il a des études qui ont été faites concernant la mise en place de toits verts en milieu urbain. Puisqu'il y a des similitudes entre l'utilisation d'un toit pour en faire un toit vert et la mise en place d'une serre, il est possible de trouver des informations pertinentes à partir des études de faisabilité réalisées concernant l'intégration des toits verts en milieu urbain.

La figure 1 illustre les couches supplémentaires requises pour faire un toit vert, ces couches sont aussi nécessaires dans la conception d'une serre, il faut avoir une couche de drainage et une membrane filtrante afin de permettre à l'eau qui se trouve dans la serre la possibilité de s'évacuer. Par contre, dans une serre la membrane antiracine n'est pas nécessaire puisque la culture se fera sur un substrat de croissance (dans un sac ou dans un pot) sur une dalle de culture. Dans l'éventualité où la culture se fait directement sur le plancher de la serre, il faut alors y intégrer une membrane antiracine. Il faut prévoir des coûts supplémentaires de l'ordre de 270 \$/m² pour établir une nouvelle structure sur le toit, ensuite des coûts de 54 à 108 \$/m² pour la membrane en élastomère qui va venir recouvrir la nouvelle structure (Legault, L.A., 2008).

Le Tableau 1 détaille les coûts estimés pour mettre en place une serre agricole soumis au code CNCBA afin de déterminer les coûts supplémentaires liés à la mise en place d'une serre commerciale sur un toit soumis au CNB. Les éléments du Tableau 1 CNCBA sont repris tout au long de ce document afin de mettre en perspective les coûts supplémentaires liés à la mise en place d'une serre commerciale, versus une serre agricole sur le toit d'un bâtiment.

Tableau 1 – Investissement supplémentaire en capital requis pour production urbaine

Surface de serre sous culture	(m²)	930
Bâtiments de services	(m²)	186
Serre agricole sans équipement (CNCBA)	(\$)/m²	65 à 86
Serre commerciale sans équipement (CNB)	(\$)/m²	280 à 377
Équipement pour serre agricole et/ou commerciale	(\$)/m²	161 à 194
Adaptation du toit pour recevoir nouvelle structure	(\$)/m²	269
Membrane en élastomère pour recouvrir la structure	(\$)/m²	54 à 108

Accès au toit (Ascenseur/escalier)	(\$)/m ²	54
Coûts pour une serre agricole (CNCBA)	(\$)/m ²	226 à 280
Coûts pour une serre commerciale (CNB)	(\$)/m ²	818 à 1000

4.3.2. LES COÛTS LIÉS AUX CONTRAINTES DE LA CONSTRUCTION (TRAVAIL EN HAUTEUR, SANTÉ ET SÉCURITÉ)

La mise en place d'une serre urbaine fait face à deux défis majeurs qui font augmenter significativement le coût de la serre et de sa construction. Une serre construite sur un toit est soumise au CNB versus le CNCBA. Cette obligation est majeure, car les composantes mécaniques doivent avoir une résistance qui est 4 fois supérieure et la main-d'œuvre utilisée doit détenir ces cartes de compétences émises par la CCQ, versus une serre agricole qui peut utiliser son propre personnel agricole pour la construction d'une serre.

La mise en place et la construction d'une serre en hauteur occasionnent des défis et des coûts supplémentaires en lien avec le travail et la mise en place du chantier. Les constructions de serre en hauteur sont soumises au Code du bâtiment du Québec.

Le Code national de construction des bâtiments agricoles – Canada (CNCBA) offre certains assouplissements des exigences du Code national du bâtiment (CNB) destinés à tenir compte des besoins particuliers des bâtiments agricoles. Il s'applique aux bâtiments agricoles ayant une faible occupation humaine et renferme des exigences minimales en matière de salubrité, de sécurité incendie et de résistance structurale. Toutes les habitations situées sur une exploitation agricole, de même que les bâtiments agricoles qui ne répondent pas à la définition de « faible occupation humaine » (nombre de personnes inférieur à 1 par 40 m²) doivent être conformes au CNB ou au code provincial applicable (CNRC, 2013).

Cette exclusion du CNCBA a des impacts majeurs sur les coûts de construction et sur la résistance mécanique des structures employées pour faire des serres sur les toits. La construction d'une serre en milieu urbain est donc soumise à la *Loi sur les relations du travail, la formation professionnelle et la gestion de la main-d'œuvre dans l'industrie de la construction (Loi R-20)*, il faut donc détenir un certificat de compétence. Il en existe trois catégories (CCQ, 2013) :

1. [Certificat de compétence compagnon \(CCC\)](#), soit pour une personne ayant démontré ses qualifications dans l'un ou l'autre des [26 métiers](#);
2. [Certificat de compétence apprenti \(CCA\)](#), soit pour une personne faisant l'acquisition d'un métier qui, selon le cas, comporte d'une à cinq [périodes d'apprentissage](#) d'une durée de 2 000 heures chacune;
3. [Certificat de compétence occupation \(CCO\)](#), soit pour une personne exerçant une activité de construction sur les chantiers à titre de manœuvre ou de manœuvre spécialisée.

Suite à une comparaison faite entre deux structures de serres Nordiques de Harnois, soit le modèle de serre commerciale (conçu pour répondre aux normes du CNB) ce dernier est 4,38 fois plus cher au pied carré que le modèle de serre agricole conçu pour respecter le CNCBA. De plus, à cela vient s'ajouter un coût de construction supérieur d'environ 30 % à 40 % compte tenu du fait qu'il faut faire appel à des

employés détenant un certificat de compétence émis par la CCQ et que la structure à assembler comprend plus de pièces.

Toujours selon le code du CNCBA, les bâtiments agricoles sont situés dans des endroits isolés et peu de gens les fréquentent. Voilà pourquoi ces bâtiments ne sont pas exclusivement soumis aux exigences du Code national du bâtiment :

- Charge de neige : CNCBA, édition 1995, égale à 0.70kPa (71.4 kg/m²);
- Charge éolienne : CNCBA, édition 1995, égale à 0.37kPa (37.7 kg/m²).

En ce qui concerne la charge éolienne, elle est la même que celle exigée pour un bâtiment standard. Par contre, pour la région de Montréal, la charge de neige pour un bâtiment agricole, une serre, est de tout près de 4 fois inférieures à la charge requise pour un bâtiment standard. Cette contrainte a un impact majeur sur la conception de la structure qui doit pouvoir résister à la contrainte imposée par le CNB. Une structure plus imposante aura donc un impact direct sur la quantité de lumière qui peut entrer dans la serre, sur les rendements potentiels de celle-ci ainsi que sur les coûts d'acquisition et de construction (plus de structure de métal et plus de temps pour l'assembler).

Le Tableau 1 détaille les coûts supplémentaires qui doivent être envisagés pour la construction d'une serre sur un toit en milieu urbain. Ces coûts peuvent par contre varier d'une région à l'autre en fonction des différentes réglementations municipales en vigueur.

Tableau 2 — Coûts de construction supplémentaire pour serre urbaine

Règlementation municipale (Permis)		
Permis de construction selon évaluation (min 885 \$/m²)	\$/1000 \$	8,900 \$
Projets particuliers (construction, modification, occupation d'un immeuble)	occupation	2 290 \$
Construction de ≤500 m²	\$	2 290 \$
Construction de 501 à 9 999 m²	\$	9 180 \$
Construction de 10 000 à 49 999 m²	\$	16 940 \$
Tarification de l'eau et des matières résiduelles à Montréal (le plus élevé des montants)		
La consommation au volume	\$/m ³	0,165 \$
Le taux de taxe de l'eau non résidentielle	\$/100 \$	0,2147 \$
Coût d'enfouissement	\$/tonne	115 \$
Coût du compostage	\$/tonne	45 \$
Coût de récupération : variable (nature, quantité et fournisseur)	\$/tonne	s.o.
Coût de main-d'œuvre CCQ	\$/h	30-45
Coût de location d'équipement pour travail en hauteur	\$/jour	variable
Coût de location de grue pour livraison des pièces et équipement	\$/h	300,00 \$
Coût supplémentaire de la sécurité générale autour du site en hauteur	\$/projets	variable

4.3.3. LES COÛTS LIÉS AUX CONTRAINTES STRUCTURELLES SUR LA LUMIÈRE

L'industrie mondiale reconnaît généralement que, pour 1 % de lumière supplémentaire, on peut s'attendre à près de 1 % plus de rendement, principalement pour les cultures tuteurées (tomate, concombre, poivron) (Brajeul, 2001, Heuvelink 2008). Chez les industries nordiques matures, un des enjeux majeurs de compétitivité est essentiellement d'améliorer la luminosité des structures et la pénétration de la lumière dans le couvert végétal à l'aide de la lumière diffuse (Dieleman et Hemming, 2011). Les fortes structures imposées à l'agriculture urbaine québécoise vont donc à contre sens en imposant des pertes de luminosité naturelle supplémentaires que nous estimons à près de 22 %. En plus des pertes de rendements, certaines cultures peuvent affecter la santé humaine par manque de luminosité. Ainsi, chez la laitue, le manque de luminosité peut conduire à un excès de nitrates, élément réglementé en Europe parce qu'il affecte l'hémoglobine chez l'humain (IGEPAC Bourgogne, 2009).

Pour les entreprises qui désirent offrir un produit à l'année sous éclairage d'appoint, les frais d'infrastructures et d'électricité pour compenser cette perte de luminosité peuvent représenter une augmentation des coûts d'immobilisation en lampes de 10 % et d'énergie électrique de près de 37 % en exigeant plus d'heures de fonctionnement avec une intensité plus élevée comparativement à une culture en milieu rural sous éclairage artificiel (tableau 3). Une compensation avec des lampes HPS est possible, mais le coût de fonctionnement et d'immobilisation est très élevé comparativement au coût de la lumière naturelle.

Tableau 3 — Luminosité (Joules/cm²/mois PAR) et temps d'utilisation des lampes HPS pour des serres construites selon les normes CNCBA ou les normes CNCB.

Mois	Extérieur ¹	CNCBA ²			CNCB ³		
		Naturelle	HPS 20	Tot ⁴	Naturelle	HPS 22	Tot ⁴
Janvier	7187	5175	9825	15 000	4025	10 912	14 937
Février	10 816	7787	7213	15 000	6057	8943	15 000
Mars	17 052	12 278	2722	15 000	9549	5451	15 000
Avril	20 844	15 008		15 008	11 673	3327	15 000
Mai	25 222	18 160		18 160	14 124	876	15 000
Juin	27 324	19 673		19 673	15 301		15 301
Juillet	28 793	20 731		20 731	16 124		16 124
Août	23 436	16 874		16 874	13 124	1876	15 000
Septembre	17 453	12 566	2434	15 000	9774	5226	15 000
Octobre	11 272	8116	6884	15 000	6312	8688	15 000
Novembre	5897	4246	9600	13 846	3302	10 560	13 862
Décembre	5156	3712	9920	13 632	2887	10 912	13 799
Total		144 325	48 598	192 923	112 252	66 771	179 023
Heures d'éclairage			2430			3035	

4.4. LES CONTRAINTES RÉGLEMENTAIRES ET SOCIALES LIÉES À LA PRODUCTION SERRICOLE EN MILIEU URBAIN

La pollution lumineuse ainsi que les déchets organiques sont deux sujets qui sont chapeautés par la réglementation municipale. Leur gestion (contraintes et techniques mises en place) est à la discrétion de chaque municipalité, il peut donc y avoir autant de plans de gestion et de règlements différents qu'il y a de municipalité au Québec. Il faut par contre distinguer la pollution lumineuse de la disposition des déchets organiques par le fait qu'une loi provinciale régit la disposition et le traitement des déchets organiques.

Aussi, avant de mettre en place un système d'éclairage artificiel dans une serre urbaine, il est important de s'informer de la réglementation municipale en place. Dans le cas où la ville exigerait des mesures de réduction de la pollution lumineuse.

La production en serre sur un toit en milieu urbain oblige donc une régie sévère et organiser de tout ce qui rentre et de tout ce qui sort de la serre. La production en serre génère beaucoup de matière organique qui doit être traitée et la mise en place de système de traitement en continu pour en faire du compost peut être une solution viable, durable et économique pour une serre urbaine.

Enfin, il importe de se préoccuper de la pollution par le bruit, comme les ventilateurs, et l'utilisation de CO₂ à titre d'intrant, lequel pourrait ne pas recevoir l'aval de la population.

4.4.1. POLLUTION LUMINEUSE

La pollution lumineuse provenant d'une serre commerciale peut être une source de conflits dans un endroit à forte densité de population. Il n'existe en ce moment aucun règlement provincial sur la pollution lumineuse. À ce jour, il y a seulement la Ville de Sherbrooke (agissant à titre de municipalité régionale de comté) qui a adopté un règlement explicite et cela en collaboration avec l'observatoire du Parc national du Mont-Mégantic, soit le « Étant un règlement de contrôle intérimaire relatif à la protection du ciel nocturne » (Règlement numéro 395, 2007). Ailleurs, des cas de jurisprudence existent en Hollande où les producteurs doivent réduire leurs émissions lumineuses de 95 % durant la nuit (Montero et al. 2009).

Il faut par contre être prudent avec la mise en place de serre commerciale avec éclairage artificiel en ville qui pourrait devenir productrice de lumière intrusive, qui est soupçonnée de causer des migraines, des troubles du sommeil et des changements d'humeur. Il est possible qu'une municipalité n'ait pas de règlement explicite sur la pollution lumineuse, mais qu'elle ait des règlements généraux sur la nuisance qui pourrait s'appliquer si une source de lumière est qualifiée de nuisance pour une propriété à proximité.

Il existe des équipements qui permettent de réduire la pollution lumineuse, tels qu'illustrés à la **Figure 2**. Il s'agit de faire l'installation d'un écran de type XLS SL 99 REVOLUX qui a été conçu par l'entreprise AB Ludvig Svensson pour réduire la pollution lumineuse en provenance d'une serre. L'écran est fait de polyester à 100 % et la surface intérieure de l'écran est blanche afin de réfléchir la lumière dans la serre, il n'a aucune bande transparente sur ce type d'écran. La surface extérieure de l'écran est aussi blanche ce qui permet de réduire l'accumulation de chaleur sur le dessus de la serre. Lorsque les toits de la serre

sont ouverts, il demeure possible de dégager le surplus de chaleur et d'humidité de la serre, car l'écran est poreux. Cet aspect des écrans est très important, car les lampes HPS dégagent beaucoup de chaleur et lorsque la température extérieure est élevée et l'éclairage est en fonction, il faut avoir un moyen d'éviter une surchauffe des cultures dans la serre.



Figure 2 — Écran « Blackout » à 0 % (Gauche) et à 95 % (Droite) (Royal Pride, 2013)

L'installation d'un écran de réduction de la pollution lumineuse augmente les coûts d'installation et de construction des serres et nécessite une gestion du climat particulière afin d'éviter un trop grand apport de chaleur dans la serre lorsque celui-ci est en fonction. L'écran permet aussi une réduction de la consommation d'énergie de la serre, mais demeure moins performant à cet effet qu'un écran spécifiquement conçu pour réduire la consommation énergétique. Un écran de type « Blackout » a un coût similaire à écran énergétique standard soit de 32 à 42 \$/m² de plancher de serre.

4.4.2. POLLUTION PAR LE BRUIT

L'utilisation de ventilateurs, même à faible débit (ventilation à pression positive pour l'hiver) a obligé certains producteurs (même en zone rurale) à modifier leur mode d'utilisation pour la nuit lorsque les voisins étaient trop près de la zone de production.

4.4.3. UTILISATION DE CO₂ LIQUIDE

Plusieurs entreprises utilisent le CO₂ pour enrichir les serres. Ce CO₂ provient soit de la combustion d'un combustible fossile (gaz naturel ou propane) lors de demandes de chauffage, soit par l'ajout de CO₂ liquide, surtout en absence de demande de chauffage ou lorsqu'un combustible fossile propre n'est pas disponible. Le CO₂ liquide est considéré comme un facteur aggravant des gaz à effet de serre. Il est à noter que la Colombie-Britannique a décrété une taxe sur le carbone qui inclut l'industrie des serres (BC Chamber. Org. 2011). Même si le gouvernement a mis en place des stratégies d'atténuation en réinvestissant une bonne partie de ces sommes dans l'industrie, l'injection de CO₂ en zone urbaine risque de demeurer un élément sensible à l'opinion publique.

4.4.4. DÉCHETS DE CULTURE

Selon la « Politique québécoise de gestion des matières résiduelles Plan d'action 2011-2015 » le gouvernement du Québec vise de « Bannir des lieux d'élimination la matière organique » d'ici 2020. Par contre, le gouvernement interdira l'élimination du papier et du carton dès 2013 ainsi que celle du bois, dès 2014. Selon la « Politique québécoise de gestion des matières résiduelles », le gouvernement veut

qu'en premier lieu 50 % des coûts liés à la gestion des matières organiques soit pris en charge par les producteurs et qu'à terme 100 % des coûts de la gestion de ces matières et du programme soit pris en charge par les producteurs (L.R.Q., c. Q-2, 2011). Il faut donc s'attendre à ce qu'un producteur en serre en milieu urbain doive assumer des frais liés à la gestion des matières organiques produites par la serre qui devront être disposées de manière convenable et en respectant la réglementation municipale en place. Cette contrainte peut être différente en milieu rural où les fermes ont généralement moins de contraintes au niveau de l'espace et peuvent faire du compost sur place en andin (système simple et peu coûteux).

4.4.4.1. RÉGLEMENTATION ENVIRONNEMENTALE ET CONTRAINTE

Les activités de compostage sont soumises à la Loi sur la qualité de l'environnement (L.Q.E), plus spécifiquement l'application de l'article 22 de la loi en vertu du Règlement relatif à l'application de la loi (Q-2, r.1.001). Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) a publié en 2004 et réédité en 2008, le « Guide sur la valorisation des matières résiduelles fertilisantes. Critères de référence et normes réglementaires ». Le guide sert essentiellement à déterminer si une activité de valorisation de matières résiduelles fertilisantes (MRF) est assujettie à une demande de certificat d'autorisation, et à préciser les normes et les critères applicables. Il s'applique à la valorisation d'une multitude de MRF et de composts et ce, pour une majorité d'utilisations possibles (agriculture, sylviculture, horticulture, etc.)(MDDEP, 2008).

Les activités de valorisation des MRF, qui sont traitées dans le guide, sont :

- le stockage temporaire sur les lieux d'épandage;
- l'épandage de MRF et de composts sur les sols en agriculture, en sylviculture, l'aménagement en bordure de route, etc.;
- la fabrication et l'utilisation des terreaux commerciaux horticoles;
- le compostage au champ de moins de 1 500 m³/établissement par an (incluant le compostage du fumier à la ferme);
- les autres types d'utilisations : paillis, litière, barrière à sédiment.

Les sections du guide ayant un lien direct avec le projet de compostage des matières résiduelles végétales sont les suivantes :

- *Section 4 Activités de valorisation nécessitant un CA;*
 - *4.1 Généralités;*
 - *4.2 Exclusions réglementaires;*
 - *4.2.4 Activités agricoles – Transformation (compostage).*
- *Section 13 Terreux à base de MRF;*
 - *13.1 Généralités;*
 - *13.2 Fabrication et utilisation de terreau.*

Toujours selon le MDDEP, une MRF est définie comme « matières résiduelles dont l'emploi est destiné à entretenir ou à améliorer, séparément ou simultanément, la nutrition des végétaux, ainsi que les propriétés physiques et chimiques et l'activité biologique des sols ». Ainsi, une MRF à teneur élevée en matière organique, mais à faible teneur en azote et phosphore, serait considérée comme une « matière fertilisante », de la sous-catégorie des amendements, bien qu'elle n'ait pas de propriété d'engrais significative (MDDEP, 2008).

4.4.4.2. MDDEP — DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION

Puisque les procédés de compostage impliquent toujours la présence de matières organiques et que celles-ci sont susceptibles de générer des odeurs et des lixiviats, toutes les activités de compostage peuvent donc faire l'objet d'une autorisation préalable de la part du MDDEP à moins qu'il existe une exclusion à un CA pour une activité donnée. Ces exclusions sont de trois types :

- réglementaire;
- administratif;
- environnemental (activités qui présentent un faible risque pour l'environnement).

Dans le cas des activités agricoles, il existe certaines activités qui sont exclues de l'obtention d'un CA en vertu d'un règlement (tableau 4). Il existe aussi des exclusions réglementaires concernant les activités de recherche et développement.

Suite à conversation téléphonique avec un représentant du MDDEP, ce dernier réitère l'exclusion des exploitants agricoles d'obtenir un CA du MDDEP lorsque les volumes de produits de ferme sont inférieurs à 500 m³ sur le site. Par contre, malgré le fait qu'un producteur en serre urbaine puisse obtenir le statut de producteur agricole, l'espace étant contraint, le compostage en andain devient pratiquement impossible. Le producteur doit donc envisager l'alternative, qui à Montréal, consiste à sous-traiter la gestion des matières organiques à une entreprise privée ou à transporter la matière organique vers un centre de tri.

Tableau 4 — Activités soustraites à l'application de l'article 22 relatives à l'application de la loi (Q — 2, r.1.001)

Référence de Q-2, r.1.001	Activités soustraites
Article 2 (5°)	Les travaux préliminaires d'investigation, de sondage, de recherche, d'expérience hors de l'usine ou de relevés techniques préalables à tout projet.
Article 2 (12°)	Les activités agricoles ⁽¹⁾ , sous réserve d'une disposition contraire prévue par le Règlement sur les exploitations agricoles, à l'exclusion : a) de toute opération de transformation ⁽²⁾ de matières destinées à servir à la culture de végétaux à moins qu'il ne s'agisse d'une opération de transformation uniquement de fumier ⁽³⁾ ou de produits de ferme ⁽¹⁾ dont le volume est inférieur à 500 m ³ ⁽⁴⁾ ; b) de l'épandage de matières autres que fumiers ⁽³⁾ , eaux de laiterie, engrais minéraux ⁽¹⁾ , amendements calcaires ⁽¹⁾ conformes aux normes établies par le BNQ ⁽⁵⁾ ou compost préparé à la ferme ⁽¹⁾ uniquement avec des produits de ferme ⁽¹⁾ .
(1) Voir le glossaire. (2) Transformation : ce terme réfère notamment au compostage. (3) Voir le glossaire pour une définition de ce qui est couvert. Le fumier peut provenir d'une autre ferme. (4) Le volume de 500 m³ est un volume en tout temps, mesuré sur place lors d'une inspection, et non un volume annuel. Il inclut les quantités en traitement et celles traitées qui sont sur place. (5) Conforme aux normes du BNQ : voir le glossaire	

L'exclusion réglementaire à un CA s'applique à la transformation des fumiers et des autres résidus de ferme, soit par compostage, par méthanisation, ou tout autre type de traitement. Les absorbants utilisés traditionnellement en agriculture, comme les résidus de scieries (sciure, planure, écorces, etc.) et la tourbe de mousse, sont considérés par analogie comme des « produits de ferme » (MDDEP, 2008).

En ville il faut envisager des techniques de compostage plus sophistiquées qui permettent de valoriser la matière organique de manière continue ou de défrayer des coûts afin de l'expédier vers un lieu de traitement. Le coût de la gestion de cette matière organique est taxé au taux 45 \$/tonne à Montréal (ce prix peut varier d'un arrondissement à l'autre).

COMPOSTEUR AÉROBIE ROTATIF

En production en serre urbaine, il faut envisager des solutions alternatives au compost en andin et se tourner vers des technologies qui permettent de faire du compost en continu. Ce type d'équipement permet de gérer des volumes importants de matière organique en de réduire les coûts associés à la gestion de cette matière en respectant les règlements municipaux en vigueur. Ce type d'équipement permet aussi de réduire significativement le papier et le carton qui sont expédiés vers les services de recyclage parce que cette matière est un amendement parfait pour compléter les recettes de compost à partir de résidu vert ayant un haut contenu en eau. De plus, la mise en place de ce type d'équipement peut, dans certains cas, être une source de revenus où du compost est produit par la serre et vendu aux citoyens voisins ou jardin communautaire comme amendement de sol pour les jardins et platebandes.

Tous les composteurs modulaires Brome fabriqués au Québec sont conçus pour être simples d'utilisation, sans entretien, peu coûteux et sécuritaires pour le compostage sur la ferme. La conception unique du composteur modulaire Brome permet d'adapter la dimension et les caractéristiques du composteur au besoin de la ferme. Il est alors possible d'ajouter des modules vendus séparément qui permettent d'augmenter la capacité du bioréacteur augmentant ainsi la capacité de compostage à faible coût. Les équipements de Brome se détaillent entre 35 000 \$ et 80 000 \$ et cela dépend de la capacité de compostage requis.

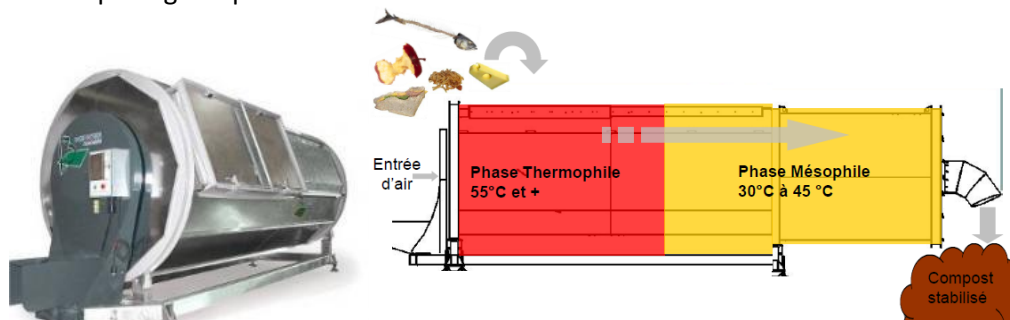
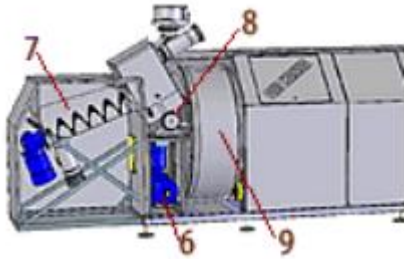


Figure 3 – Schéma et image du principe de fonctionnement d'un composteur BROME (GPL, 2013)

Les produits offerts par Vertal sont plus adaptés au milieu résidentiel ayant une haute densité de population. Cependant, l'entreprise offre aussi une ligne de broyeur industriel permettant de réduire la taille des particules qui entrent dans le composteur afin d'accélérer le processus.

Les composteurs NETER sont disponibles en 12 modèles de capacité de traitement de matière compostable. Le composteur NETER peut composter de 600 kg à 15 200 kg par semaine. L'entreprise est

spécialisée dans le compostage des résidus de tables et a peu d'expérience avec le compostage des résidus agricoles. Les équipements de Vertal se détaillent à partir de 200 000 \$ et cela dépend de la capacité de compostage requis.



1. Trémie d'alimentation
2. Ventilateur
3. Contrôleur digital
4. Porte d'inspection
5. Décharge automatique
6. Chauffage sous la trémie d'alimentation
7. Trémie d'alimentation automatique (optionnelle)
8. Broyeur (optionnel)
9. Cylindre rotatif

(Source : Big Hanna, 2013)

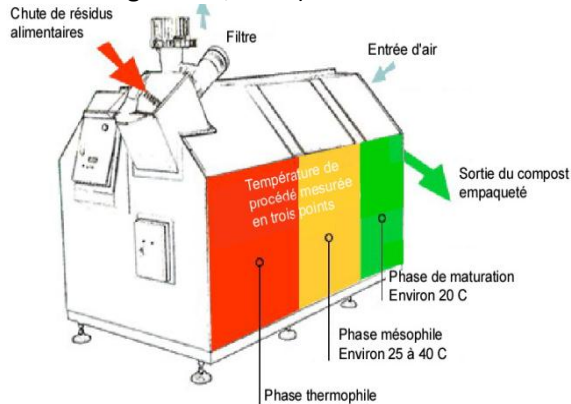


Figure 4 – Schéma et image du principe de fonctionnement d'un composteur NETER (Vertal, 2013)

4.5. LES PERTES DE CHALEUR DES IMMEUBLES

Les pertes de chaleur qui sont essentiellement récupérables pour chauffer la serre sont les pertes liées aux échangeurs thermiques (changement d'air), au système de ventilation de la plomberie, aux eaux grises et au toit (isolation). Cependant, ces pertes pour le bâtiment, gain potentiel pour la serre, **sont toutes liées à la qualité et l'année de construction du bâtiment**. Les bâtiments construits il y a de cela 20 à 40 ans sont moins bien isolés que les bâtiments modernes et vont avoir des pertes de chaleur plus importantes par le toit qui pourraient avoir un potentiel de récupération pour une serre. Un bâtiment récent aura déjà un système d'échangeur d'air récupérateur de chaleur pour la ventilation et un toit bien

isolé. Il s'agit de constater le nombre de toits plats qui sont déneigés en hiver pour conclure que les pertes de chaleur par le toit sont négligeables dans les bâtiments modernes.

La chaleur (ou énergie thermique) ne peut passer que d'un corps chaud vers un corps froid, c'est-à-dire d'un corps à température donnée vers un autre à température plus basse. L'analyse qui suit a pour objectif d'étudier la manière dont s'effectue cet échange dans une serre (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Le transfert énergétique se produit suivant cinq modes :

- soit par contact : c'est la conduction thermique;
- soit à distance : c'est le rayonnement thermique et solaire;
- soit par les fuites : c'est l'infiltration;
- soit par échange gazeux : c'est la convection;
- soit par échange de masse : c'est l'évaporation et la condensation.

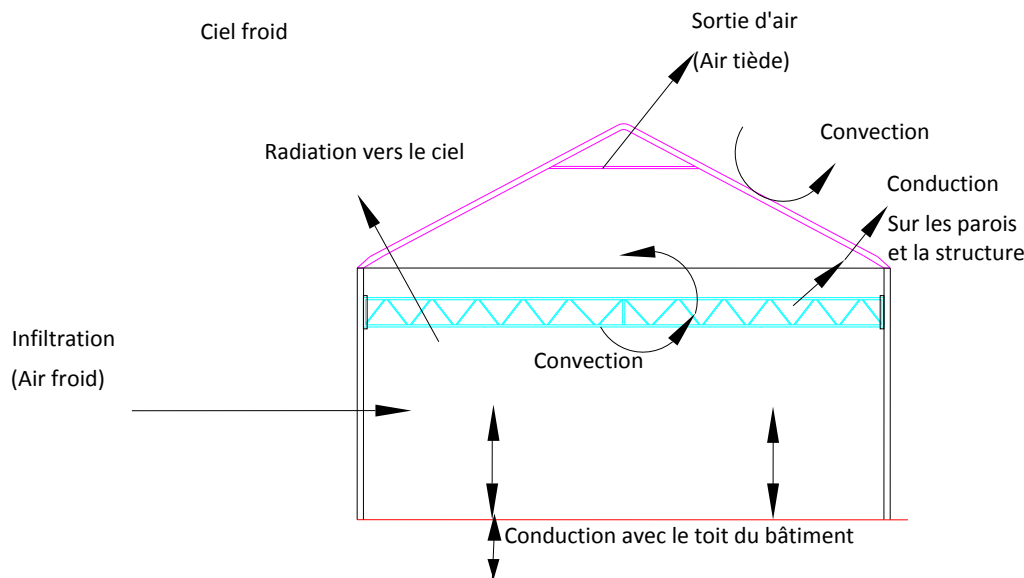


Figure 5 – Bilan thermique de la serre

En ce qui concerne les pertes de chaleur d'un bâtiment, on peut les comparer à celles d'un réservoir, plus le réservoir est plein, plus les pertes d'eau sont importantes puisque la pression exercée sur l'enveloppe est plus grande. De même, les pertes de chaleur d'un bâtiment diminuent au fur et à mesure que la température du local baisse. Les pertes de chaleur (déperditions) diminuent avec l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment. Cette notion est très importante, car la construction d'une serre sur un bâtiment de style entrepôt maintenu à température relativement basse ne permettra pas de récupérer beaucoup d'énergie. De plus, dans le cas de bureau, les besoins en chaleur se font le jour. La nuit, les consignes de température vont être réduites pour économiser de l'énergie, il y a donc moins d'énergie à récupérer.

En partant de cette base, il faut identifier les sources de pertes de chaleur des bâtiments qui peuvent devenir une chaleur utile pour la serre. Un bâtiment effectue continuellement des échanges avec son environnement et cela occasionne des pertes d'énergie qui peuvent être plus ou moins importantes. Ces pertes sont liées de près au type de bâtiment, aux matériaux de construction utilisés, à l'année de

construction et au CNB applicable à cette année, à l'automatisation et à l'instrumentation des systèmes de chauffage, de ventilation et d'air conditionné (CVAC).

En 2001, une enquête menée par l'Agence de l'efficacité énergétique (maintenant le Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques) a permis de dresser le portrait énergétique des municipalités et d'évaluer les besoins du milieu. En 2002, l'Agence de l'efficacité énergétique lançait avec l'appui financier d'Hydro-Québec et de Gaz Métro le volet « bâtiments municipaux » de son programme de promotion de l'efficacité énergétique. Dans le cadre de ce programme, une évaluation de 325 bâtiments a été effectuée à travers le Québec. Dans le cadre de cette analyse, ils ont évalué des casernes de pompier, des hôtels de ville, des garages, des bibliothèques et des centres communautaires. À partir de ces analyses, ils ont déterminé deux indicateurs, un premier est au niveau de la performance énergétique qui représente la consommation en fonction de la superficie (kWh/m²/année) et le second est un indicateur du coût de cette consommation (\$/m²/année) (les coûts se répartissent entre les formes d'énergie suivantes soit : l'électricité [72 %], les produits pétroliers [19 %] et le gaz naturel [9 %]). Le Tableau 1 détaille la consommation et les coûts de cette consommation par catégorie de bâtiments municipaux.

Tableau 5 — Valeur moyenne, consommation et coûts énergétiques de 325 bâtiments municipaux (BEIE, 2013)

	Performance énergétique (kWh/m ² /année)	Consommation énergétique (\$/m ² /année)
Caserne de pompier	282	19,2
Hôtel de ville	252	17,92
Garage	288	17,93
Bibliothèque	286	25,36
Centre communautaire	167	13,26

La consommation est similaire entre chaque type de bâtiment à l'exception des centres communautaires qui consomme entre 34 % et 42 % de moins que les autres types de bâtiments. Ceci peut s'expliquer essentiellement par un taux d'occupation inférieur dans ce type de bâtiment. De plus, l'étude a démontré qu'en général les bâtiments qui consomment le plus, sont les bâtiments qui ont entre 20 et 40 ans d'âge. Il n'existe pas de base de données nationale sur la consommation énergétique des bâtiments du Québec, par contre l'étude réalisée par le BEIE permet d'avoir une idée globale de la consommation en fonction du type de bâtiment. À partir de ces données, il est donc possible d'avoir une estimation globale d'un bâtiment commercial ayant une occupation similaire aux bâtiments évalués dans l'étude.

Lorsqu'un projet potentiel de serre urbaine sur un toit est considéré, il est important de cibler les toits des bâtiments plus âgés (20 à 40 ans) puisque leur perte énergétique est en moyenne plus élevée qu'un bâtiment récent. En ciblant ce type de bâtiment, le bénéfice sera supérieur pour la serre, mais aussi pour le bâtiment. **La serre pourra récupérer une partie de l'énergie perdue par le bâtiment et le bâtiment va consommer moins d'énergie puisque le toit va être chaud en hiver et plus frais en été.**

Si on élimine l'isolant du bâtiment, cela permet effectivement un échange d'énergie entre les deux structures, le chaud va toujours vers le froid, donc le soleil va contribuer à chauffer le bâtiment, la nuit le bâtiment va chauffer la serre. Par contre, la capacité du système de chauffage du bâtiment n'est pas suffisante pour garder la serre chaude s'il fait moins 20 à l'extérieur. La capacité serait potentiellement suffisante pour l'empêcher de geler par contre. La surface d'échange vitrée non isolée est beaucoup trop importante par rapport à la capacité d'échange par conduction du plancher.

Les données du tableau 5 donnent une image relativement précise de la consommation énergétique des bâtiments au Québec. Il existe aussi d'autres outils qui permettent d'avoir un diagnostic précis au niveau de la consommation énergétique d'un bâtiment. Hydro-Québec offre un outil (Visilec) de suivi et d'analyse de la consommation énergétique d'un bâtiment.

Ce qui est intéressant avec un outil d'analyse de la consommation électrique, c'est que cela permet d'avoir une estimation très précise des consommations des équipements de chauffage qui utilisent une énergie autre que l'électricité. Cette estimation tient compte du temps de fonctionnement des équipements à partir de leur consommation électrique.

De plus, les chercheurs du Laboratoire des technologies de l'énergie (LTE) d'Hydro-Québec ont mis au point un progiciel appelé SIMEB qui permet de simuler la consommation d'énergie des bâtiments commerciaux et institutionnels. Ce type de logiciel permet donc de faire une analyse énergétique d'un bâtiment existant et ainsi connaître les pertes de chaleur qui peuvent potentiellement être récupérées par une serre urbaine (Hydro-Québec 2, 2013).

4.6. LES BESOINS ET LES GAINS D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Afin d'estimer les besoins en énergie d'une serre sur un toit dans une ville au Québec, il s'agit de faire un bilan énergétique pour une serre type hypothétique. Pour les besoins de la cause, une évaluation sera faite à partir d'une serre de 9 900 pi² qui est recouverte de polycarbonate double. La simulation énergétique permettra aussi de détailler l'impact de l'utilisation d'un écran thermique pour le toit et pour les murs afin de réduire les pertes d'énergie la nuit dans la serre.

Il est aussi possible de faire des estimations de consommation ville par ville à l'aide des paramètres de design climatique de l'ASHRAE. Lorsqu'un design de système de CVAC est complété, on peut se référer aux données météorologiques de 43 stations d'environnement Canada. Pour chaque station, il est possible de connaître les informations suivantes :

- Le nom de la station;
- L'identifiant unique de la station selon le « World Meteorological Organization (WMO);
- La latitude de la station, °N/S;

- La longitude de la station, °E/W;
- L'altitude de la station, m;
- La pression standard à cette altitude;
- Le fuseau horaire, h ± UTC et son code;
- La période analysée (1971-2000), mise à jour en cours à Environnement Canada pour passer de 1981 à 2010;
- Les données météorologiques (le mois le plus froid, le mois le plus chaud, la vitesse du vent, les températures extrêmes et moyennes, l'humidité, les précipitations (hiver et été, moy, max).

À partir de ces données, il est possible de connaître la charge énergétique requise pour un bâtiment spécifique lorsque celui-ci se retrouve dans une région donnée. Il faut par contre procéder à une analyse bâtiment par bâtiment. Lorsque le bâtiment est existant, il est plus simple de faire un audit de la consommation de ce dernier. Les données sont par contre très pertinentes pour estimer les besoins de consommation d'une future serre à être construite sur le toit d'un immeuble.

Le détail des calculs suivants permet d'évaluer la consommation énergétique d'une serre type sur un toit à Montréal, en plus de faire des évaluations des économies d'énergie potentielles lorsque combinées à diverses mesures de réduction de la consommation énergétique. Afin de déterminer l'énergie économisée, il faut calculer la consommation totale de la serre, ensuite calculer la surface d'échange des mesures mise en place. À partir de la surface d'échange des mesures, il est alors possible de calculer la réduction en consommation d'énergie des différentes mesures.

Tableau 6 — Données sur la serre urbaine type

Données	SI	Pi
Hauteur des murs, A (m)	4,88	16,0
Largeur de la serre, B (m)	7,62	25,0
Longueur de la serre, C (m)	40,23	132,0
Longueur de l'arche, D (m)	8,61	28,3
Hauteur du pignon, G ou H (m)	1,98	6,5
Nombre de sections de serre, N	3	
Nombre de sections de serre avec écrans thermiques, N	3	
Coefficient global d'échange de chaleur sans écran (Ug) (W/m ² -°C), ASABE	3	
Coefficient global d'échange de chaleur avec écran (Ug) (W/m ² -°C), ASABE	2,8	
Valeurs calculées		po ²
Surface totale des pignons (Calcul Autocad) (m ²) (8,7 par pignon)	18,58	13 540
Surface totale de serre exposée sans écrans thermiques (m ²)	17 07	
Surface totale de serre exposée avec écrans thermiques (m ²)	920	
Surface totale de plancher de serre (m ²)	920	
Surface totale de la serre sans isolant et sans écran thermiques (m ²)	633	
Surface totale de la serre recouverte de panneaux isolants (m ²)	154	
Volume d'air dans la serre (m ³) avec écrans (3 sur 3) déployés	4 485	
Volume d'air dans la serre (m ³)	5 540	

Pour cette simulation les données météorologiques proviennent de la référence nationale d'informations et de données climatologiques d'Environnement Canada. Les données ont été prises pour la région de Montréal (campus McGill), QUÉBEC et représente une moyenne historique sur une période de 30 ans Latitude : 45°30'00.000" N Longitude : 73°35'00.000" W Altitude : 56,90 m.

Les données du mois de décembre sont utilisées pour déterminer la température la plus basse atteinte. Cette température sert à déterminer la consommation de pointe du système et n'est pas considérée dans le calcul de la consommation annuelle.

Les valeurs suivantes sont considérées dans l'analyse de la consommation :

HR	=	humidité relative (%);
Qa	=	pertes de chaleur par volumes d'échanges d'air (W);
Qc	=	Pertes de chaleur par conduction (W);
Qi	=	Perte de chaleur par infiltration (W);
Qt	=	Pertes d'échange de chaleur totales;
pi	=	la densité de l'air à l'intérieur de la serre (kg/m ³);
cpi	=	chaleur spécifique de l'air à l'intérieur de la serre (J/kg °C);
N	=	le taux d'infiltration;
V	=	le volume de la serre (m ³);
hfg	=	chaleur latente de vaporisation de l'eau (J/kg);
Wi	=	le ratio d'humidité dans l'air (Kgwater/kgair);
Wo	=	le ratio d'humidité de l'air extérieur (Kgwater/kgair);
ext	=	extérieur;
ti	=	température dans la serre (°C);
to	=	température à l'extérieur de la serre (°C);
ΔTmoy	=	Différence de température entre l'intérieur et l'extérieur;
Pv	=	Pression de vapeur (sans unités);
Pvs	=	Pression de vapeur saturante (sans unités).

Le Tableau 1 détaille la consommation d'énergie d'une serre sur un toit à Montréal, près du campus McGill selon différentes options de réduction de la consommation d'énergie. Il est possible de voir l'impact de la mise en place d'un écran thermique et de l'isolation du pourtour de la serre qui permettent une réduction globale de la consommation d'énergie de la serre de l'ordre de 35 %. Le fait d'être située sur un toit ne permet pas de réduire la consommation d'énergie de cette serre autre que le fait que le climat à Montréal est en moyenne plus chaud que les villes en périphérie de Montréal à moins de cibler un bâtiment âgé ayant des pertes d'énergie significative.

Tableau 7 — Consommation d'énergie totale d'une serre (9 900 pi²) située à Montréal

Consommation d'énergie dans la serre (kWh/an)	905 139
Consommation d'énergie dans la serre avec écrans (kWh/an)	739 066
Économie (kWh/an) pour 920 m² d'écran thermique (75 % de Réflexion des rayons IR)	100 703
Économie (kWh/an) pour 154 m² de panneaux isolants de 3"	70 108
Consommation globale d'énergie dans la serre (kWh/an)	568 255
Pourcentage d'économie d'énergie dans la serre suite au projet (%)	37,2 %

Dans le tableau 8, les vitesses de vents moyens annuels sont exprimées et permettent de constater que celles-ci sont variables d'un endroit à un autre. Il arrive parfois que dans une ville la conception des structures occasionne des corridors préférentiels de vent qui peuvent augmenter au-dessus des moyennes pour une station météo donnée. De plus, le fait construire en hauteur augmente aussi la

vitesse moyenne et la constance du vent. Il est donc possible qu'une serre construite en hauteur soit défavorisée par rapport à une serre construite au sol et que sa consommation soit supérieure à cause d'une exposition supérieure aux vents.

Tableau 8 — Vitesse de vents moyens annuels de quelques villes aux alentours de Montréal

Station	jan v.	févr.	mar s	avr.	mai	juin	juil .	aoû t	sep t.	oct.	no v.	déc .	ann ée
Vitesse horaire moyenne du vent (km/h)													
MCGILL (Montréal)	12,4	12,4	12,3	12,3	11,5	11,5	10,9	10,2	10,2	10,8	11,2	11,6	11,4
Mirabel Int'l A	13,0	12,00	12,7	12,7	10,9	9,30	8,0	7,50	8,2	9,90	11,30	11,7	10,6
ST-HUBERT A *	18,1	16,80	17,6	17,2	15,5	14,7	13,10	12,1	13,70	15,3	16,40	16,5	15,6
PIERRE ELLIOTT TRUDEAU INTL A *	16,6	15,40	15,9	15,8	14,2	13,2	12,20	11,3	12,20	13,8	15,30	15,4	14,3

4.7. LES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT ET LES SOURCES DE CHAUFFAGE.

Les sources de combustibles pour le chauffage qui peuvent donc être envisagées prioritairement en culture urbaine sont les suivantes : gaz naturel, granules de bois, électricité, chauffage solaire (thermique et photovoltaïque) et récupération de chaleur (rejets thermiques).

4.7.1. GAZ NATUREL

Puisque l'espace est contraint, ce combustible ne nécessite aucun réservoir et permet de faire de l'injection de CO₂ directement à partir des gaz de combustion. De plus, le prix du gaz naturel est très concurrentiel et son utilisation est très simple.

4.7.1.1. APPROVISIONNEMENT EN GAZ NATUREL

Le réseau gazier au Québec est desservi majoritairement par Gaz Métro. Seule la région de Gatineau reçoit du gaz naturel de Gazifère et non de Gaz Métro. Même si le réseau gazier ne rejoint pas l'ensemble des municipalités du Québec, l'avantage pour l'agriculture urbaine est que toutes les grandes villes du Québec ont accès au gaz naturel dont : Montréal, Québec, Laval, Gatineau, Longueuil, Sherbrooke, Saguenay, Lévis et Trois-Rivières.

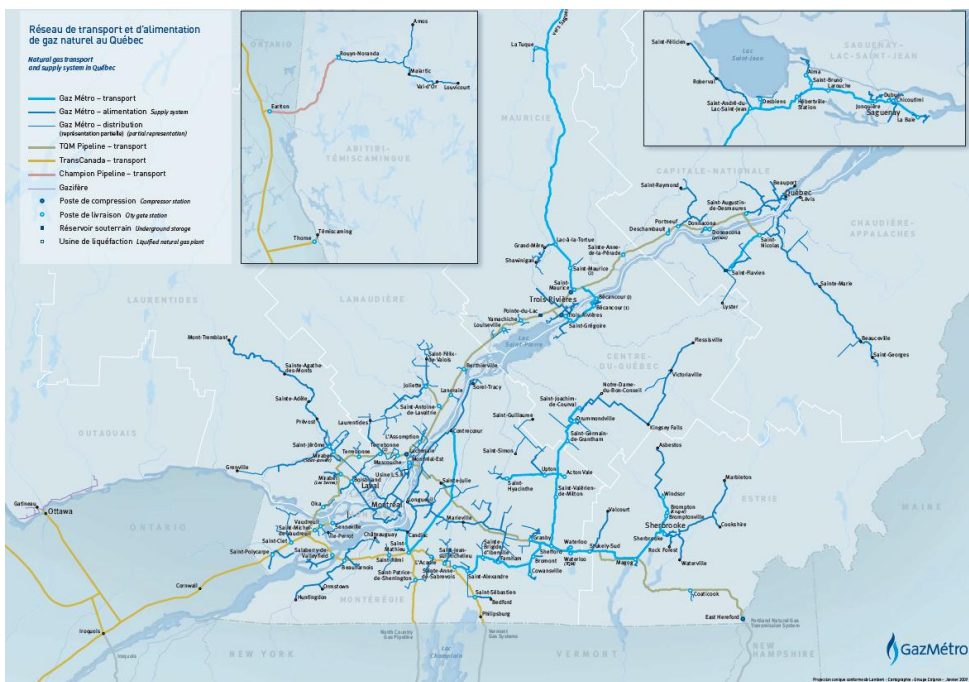


Figure 6 — La carte du réseau gazier de Gaz Métro/Gazifère en 2009.⁶

4.7.2. GRANULES DE BOIS

La deuxième source de combustible qui peut être envisagée est l'utilisation de granules de bois à condition d'utiliser des granules propres avec un faible taux de cendre et de poussière. De plus, l'efficacité de l'équipement est primordiale pour utiliser cette source d'énergie. Il faut un équipement efficace à 85 % et plus. Si l'équipement a une efficacité inférieure à 85 %, le coût des granules n'est pas suffisamment concurrentiel avec le gaz naturel. De plus, les émissions polluantes risquent d'être plus élevées et d'occasionner des problèmes de particules fines aux alentours de la serre.

Pour l'instant, les municipalités, comme Montréal, permettent l'installation d'un système de chauffage aux granules qui n'est pas considéré comme un poêle à bois standard aux bûches⁷.

Il faut prendre en considération qu'un système de chauffage à la biomasse nécessite une utilisation d'espace non négligeable, surtout si l'installation est faite sur un toit : silo d'entreposage des granules, système d'alimentation, chaudière et présence possible d'un réservoir d'hydroaccumulation afin d'emmagasiner la chaleur produite par la chaudière.

⁶ http://www.gazmetro.com/data/media/carte_reseau_gazier.pdf

⁷ http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=7237,74789570&_dad=portal&_schema=PORTAL

4.7.2.1. APPROVISIONNEMENT EN GRANULES DE BOIS

L’approvisionnement en granules de bois se fait de deux façons : en sacs et en vrac. Contrairement au gaz naturel et à l’électricité, il faut prévoir un endroit pour l’entreposage que ce soit pour les sacs ou un silo qu’il faudra remplir avec des granules en vrac. Il faut donc le prévoir et posséder un moyen de manutention afin de faire parvenir les granules (parfois des tonnes) sur le toit.

Pour se procurer des sacs de granules, on peut en trouver dans les quincailleries, les jardinerie et les boutiques spécialisées en chauffage.

Tableau 9 — Les producteurs de granules du Québec et leur emplacement géographique

Entreprises	Site Internet	Localisation
Bois énergétique recyclé Lauzon	www.lauzonpellets.com	Papineauville Saint-Paulin
Granulco	www.granulco.com	Sacré-Coeur
Granule Boréal	-	Amos
Granules Combustibles Energex	www.energex.com	Lac-Mégantic
Granules LG	www.granuleslg.com	Saint-Félicien Mashteuiatsh
Les produits Valfei	www.valfei.com	Coaticook
Trebio	www.trebio.ca	Portage du Fort

4.7.3. ÉLECTRICITÉ

En termes d’occupation de l’espace et de facilité d’installation, cette source d’énergie est idéale pour un endroit restreint tel qu’une serre urbaine. Par contre, le coût de cette énergie est trop élevé par rapport à la valeur des cultures qui sont produites dans les serres. L’électricité peut être utilisée comme une source d’énergie d’appoint pour des applications spécifiques comme l’éclairage artificiel, du chauffage radiant, ou encore le chauffage de substrat de culture avec des câbles chauffants ou des tapis chauffants.

4.7.3.1. APPROVISIONNEMENT EN ÉLECTRICITÉ

L’accès à l’électricité dans les villes se retrouve pratiquement partout par Hydro-Québec. Il faut bien déterminer les besoins en électricité afin d’avoir accès à un voltage adapté à ses besoins (120 V/240 V ou 550 V triphasés) et aussi payer le bon tarif électrique adapté à sa situation.

4.7.4. CHAUFFAGE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE ET THERMIQUE

Il existe deux utilisations de l’énergie solaire afin de fournir de l’énergie au fonctionnement des serres : électrique à l’aide de panneaux photovoltaïques et thermiques où le soleil va réchauffer un fluide (eau, air, etc.) qui va ensuite réchauffer les serres.

Chaque responsable de projet doit valider avec sa municipalité si elle permet ou encadre, avec des normes spécifiques, l’utilisation de cette source d’énergie.

Étant donné la présence de grandes surfaces de toits disponibles dans les villes, on pourrait considérer l'énergie solaire comme étant une source potentielle d'énergie pour les besoins de serres urbaines. C'est le cas des serres de Gotham Greens dans Brooklyn. Elles utilisent des panneaux solaires pour générer 55 kW d'électricité qui va combler la moitié de leur consommation de cette énergie. Comme dans le cas de l'utilisation de la biomasse, l'utilisation de panneaux solaires photovoltaïques pour produire de l'électricité nécessite beaucoup de surface de toits et peut, dans certains cas, limiter l'utilisation de cette source d'énergie. Gotham Greens utilise plus du tiers de leur superficie de serre (6 000 pi² de panneaux photovoltaïques pour 15 000 pi² de serre) pour générer l'équivalent de 65 000 kWh/an, soit la moitié de leur besoin énergétique annuel. Sans aide financière, l'accès à cette technologie demeure trop dispendieux pour l'instant afin de justifier l'investissement pour cette source d'énergie par rapport aux autres comme le gaz naturel.

La situation est semblable dans le cas de l'énergie solaire thermique. Si on prend un système à l'eau chaude, il faut emmagasiner d'immense quantité d'eau chaude dans un réservoir d'hydroaccumulation afin de pourvoir aux besoins de pointes des serres la nuit en plein hiver. Même si l'installation de ce système est moins coûteuse que pour les panneaux photovoltaïques, une grande superficie de toit reste nécessaire à l'implantation.

4.7.5. RÉCUPÉRATION DE CHALEUR

Lorsqu'on parle de récupération de chaleur de l'immeuble, on parle de rejets thermiques résultant des activités spécifiques d'entreprises qui peuvent être utilisés afin de chauffer en totalité ou en partie des serres. On peut citer en exemple les alumineries, les papetières, les usines de cogénération, les centres de serveurs, etc. qui, comme résultat de leurs procédés industriels, fournissent de la chaleur. Cette chaleur, si elle n'est pas utilisée, est bien souvent perdue, d'où l'intérêt de la valoriser. Dans le cas d'une serre chauffant à l'eau chaude par exemple, le fluide de refroidissement du procédé industriel qui a emmagasiné de la chaleur peut aller réchauffer une serre à travers son réseau de distribution de chaleur en place avant de retourner dans le réseau de l'entreprise pour recommencer son travail de refroidissement. La particularité thermique de ce fluide serait, idéalement, d'avoir une température de 90 degrés afin de chauffer adéquatement les cultures. Si le fluide fourni est moins chaud, il pourrait être partiellement utile dans le cas de tapis chauffants qui réchaufferaient les racines des plants.

Les avantages de ce type de chauffage sont que ces rejets thermiques sont souvent non valorisés, en grande quantité, à faible coût (voire gratuit) et sans génération supplémentaire de gaz à effet de serre. Les désavantages de cette technologie de chauffage dans le domaine serricole sont, tout d'abord, que les serres ont besoin de chaleur en hiver et surtout dans les pointes de froid la nuit et en continu 7 jours sur 7. Dans ce cas, les rejets thermiques doivent donc être disponibles durant ces périodes et non uniquement durant les heures de bureau la semaine ou encore le matin et le soir dans les immeubles à logements. De plus, les coûts de l'investissement initial sont souvent élevés et peuvent nuire à la rentabilité du projet. Finalement, les fournisseurs n'offrent rarement pas de garanties sur la qualité ou la quantité des rejets thermiques qui seront livrés au producteur en serre.

4.8. LES SYSTÈMES DE GÉNÉRATION DE CHALEUR ET DE DISTRIBUTION DE CHALEUR TENANT COMPTE DES PÉRIODES DE PRODUCTION ET DES CONTRAINTES URBAINES TELS QUE LES ÎLOTS DE CHALEUR

Les contraintes liées aux équipements de chauffage en milieu urbain se situent au niveau du bruit, de l'espace de plancher occupé ou la réduction de la lumière lorsque suspendus à la structure, de la pollution atmosphérique et la disponibilité du combustible. En fonction de ces contraintes, les sources d'énergie ayant le plus fort potentiel pour le chauffage des serres en milieu urbain sont le gaz naturel, les granules de bois et l'électricité. Ces trois sources d'énergie peuvent être utilisées avec des équipements silencieux, compacts, qui offrent une combustion propre et dont les sources d'énergie sont facilement disponibles.

4.8.1. SYSTÈME DE CHAUFFAGE À AIR OU AÉROTHERME

Il existe deux grandes méthodes de distribution de l'air chaud : par une soufflerie ou par des polytubes. Les principaux combustibles utilisés pour les aérothermes sont le propane, le gaz naturel et le biodiésel. Le grand avantage du système de chauffage à air est son coût, plus abordable que les systèmes à eau chaude, et il est facile à utiliser. De plus, la mise en route est rapide et la génération de chaleur est immédiate. On obtient donc de la chaleur rapidement et sur demande. Dans un système avec fournaies individuelles, plusieurs sources de chaleur sont utilisées et elles sont localisées dans chacune des serres. Ce type de système est optimal pour des surfaces sous culture de moins de 2000 m² comparativement au système central.

Il a plusieurs fabricants d'équipements de chauffage à l'air chaud et chaque entreprise a des particularités et des distinctions spécifiques au niveau des équipements disponibles sur le marché. Ce qui est important en production en serre, c'est de mettre en place des équipements qui vont avoir des composantes qui sont résistantes à la corrosion (échangeur et brûleur en acier inoxydable, carcasse recouverte de peinture cuite, etc.) puisque c'est un milieu chaud et humide qui est propice à la corrosion. Sur les figures suivantes, il a une série d'exemples de systèmes de chauffage au gaz naturel fabriqués par la compagnie Modine. Tous les modèles avec la lettre B dans le nom sont des modèles de fournaies adaptés à des systèmes de distribution de chaleur avec plénum qui est primordiale pour maintenir l'uniformité du climat dans les cultures maraîchères en serre.

Les modèles HD sont conçus pour des espaces restreints, ils ont un profil plus bas et permettent ainsi de pouvoir installer des unités de chauffage dans des bâtiments existants ou les espaces initiaux n'avaient pas été conçus pour ce type d'équipement. Les modèles sont conçus pour l'utilisation résidentielle ou commerciale et peuvent être installés à seulement 1 pouce du plafond. Ils sont équipés de ventilateur d'extraction des fumées et ont des efficacités de l'ordre de 80 %.

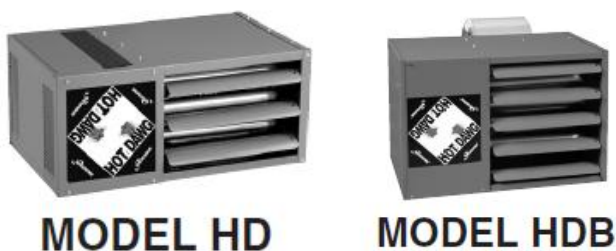


Figure 7 — Fournaise Modine à profil bas (30k à 400 k BTU/h) (Modine, 2013)

Les modèles DP sont des équipements industriels conçus pour un chauffage à l'air chaud commercial, ils sont équipés de ventilateur d'extraction des fumées et ont des efficacités de l'ordre de 80 %. Ces aérothermes à gaz sont une génération de produits qui sont peu coûteux à installer, facile à utiliser, et leur mise en service est économique.

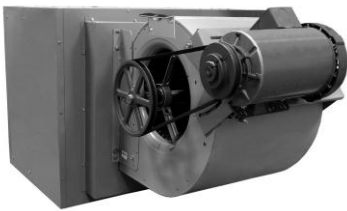


MODEL BDP

/

Figure 8 — Fournaise Modine commerciale (60k à 400 k BTU/h) (Modine, 2013)

Modine offre une gamme de produits à haute efficacité de combustion (93 %) conçue pour une utilisation pour le chauffage des serres. Ils ont deux modèles, un premier PTC (ventilateur circulateur pour pousser l'air chaud) pour des puissances de 55k-310k BTU/h et un nouveau modèle BTC (soufflante à cage d'écureuil) pour les puissances entre 215k-310k BTU/h. Les performances des modèles à soufflantes sont similaires aux modèles BDP commerciaux de Modine.



//

Figure 9 — Fournaise Modine Effinity93 PTC/BTC (55k-310k BTU/h à 93 % eff.) (Modine, 2013)

4.8.2. SYSTÈME DE CHAUFFAGE À EAU CHAUDE

Ce système repose sur l'utilisation de grandes bouilloires où l'eau est chauffée, avant d'être distribuée dans la serre par des tuyaux de métal qui diffusent la chaleur par radiation. Ce système de chauffage est habituellement séparé des serres et est situé dans un espace muni d'un système d'admission d'air frais. On produit donc la chaleur en un seul endroit et celle-ci est ensuite distribuée à travers le complexe. Ce système est très efficace, car il distribue la chaleur au niveau des plantes, là où c'est nécessaire, sans chauffer tout l'air ambiant de la serre. À l'usage, il se révèle donc plus écoénergétique que les systèmes à air chaud. Toutefois, l'investissement initial pour cet équipement est plus important et la mise en route est plus longue. La chaleur n'est pas disponible instantanément puisqu'on doit d'abord chauffer l'eau, qui sera distribuée dans la serre pour diffuser sa chaleur. Le système central est normalement utilisé dans les complexes de serres de grandes dimensions (1500 m² et plus). Généralement, on le retrouve dans des serres jumelées opérées sur une base annuelle. L'eau est habituellement utilisée comme fluide caloporteur. Il existe aussi le système central à air chaud. Ce type de systèmes doit idéalement produire de la chaleur par étape, par exemple pour une puissance de 4 MW, il est préférable d'installer 4 chaudières de 1MW. Cela permet à la fois d'avoir de la redondance en cas de bris et d'uniformiser la production de chaleur en fonction des besoins annuels.



Figure 10 — Réseau de distribution de chaleur à l'eau et l'air chaud et bouilloire à l'eau chaude.

En termes d'équipement central, l'entreprise Chrono B.V, est spécialisée dans la production de bouilloire pour le domaine de la culture en serre. La chaudière F&H Crone de type CLW est une chaudière tubulaire à triple parcours. La CLW est compacte, économique et se combine efficacement avec un réservoir thermique. Ces bouilloires compactes peuvent facilement intégrer des chaufferies où l'espace est restreint. Ce type d'équipement est idéal avec un combustible fossile comme le gaz naturel. Ces bouilloires peuvent aussi être couplées à un économiseur qui permet de réduire la consommation d'énergie, mais aussi de produire du CO₂ propre qui peut être utilisé pour augmenter les rendements dans les cultures. Chrono B.V. est une entreprise parmi bien d'autres qui fabrique des bouilloires pour des systèmes de chauffage à l'eau chaude.



Figure 11 — Bouilloire Chrono CLW à triple passe (Chrono, 2013)

Il est aussi possible de produire de la chaleur à partir de granules de bois pour chauffer les serres. La **Figure 12** présente une bouilloire Viessman aux granules, ce modèle est présenté, car il est très compact et efficace avec de faibles émissions polluantes, il est utilisé dans le projet de chauffage urbain, la cité verte à Québec.



Figure 12 — Bouilloire Pyrotec aux granules de bois

4.8.3. SYSTÈME DE CHAUFFAGE PAR RADIATION

À l'égard de la performance énergétique, le chauffage par rayonnement à infrarouge est une solution technologique optimale des bâtiments à plafond élevé et à changement d'air fréquent. C'est pourquoi les entrepôts, les garages, les arénas, les églises et certains producteurs en serre en possèdent. Les radiateurs à infrarouges longs sont idéaux dans les pièces à plafond haut, car ils ne chauffent pas l'air, mais les murs, les meubles et les personnes. Le rayonnement infrarouge est conique et se porte jusqu'à cinq (5) mètres. Les puissances disponibles pour les appareils à gaz naturel sont plus élevées et la gamme est plus étendue que pour les appareils électriques. Ce type d'équipement peut s'avérer utile où une chaleur localisée est nécessaire et où il peut y avoir des fluctuations de température importante suite à des ouvertures de portes ou de mécanisme de ventilation. Le radiateur infrarouge n'est pas adapté aux grandes pièces ou aux pièces en longueur : la chaleur produite par le radiateur se limite à un espace restreint autour de l'appareil. Ce type d'appareil crée de l'ombrage supplémentaire sur la structure déjà chargée. Il est préférable de l'utiliser près des portes et en dehors des zones de culture.



Figure 13 — Équipement de chauffage radiant (RG, 2013)

4.9. SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT ET DÉSHUMIDIFICATION (R/D) PAR AÉRATION CHAUFFAGE

La méthode traditionnelle utilisée pour abaisser le taux d'humidité de l'air des serres est l'aération-chauffage. Cette technique consiste à remplacer une partie de l'air chaud et à haute teneur en humidité de la serre par de l'air froid et à plus faible teneur en humidité de l'extérieur de la serre. Cette technique limite l'injection de dioxyde de carbone et représente de 12,6 à 18,4 % des coûts totaux de chauffage d'une serre (de Halleux 1997). Cette méthode consiste à remplacer une partie de l'air chaud et humide de la serre par de l'air froid et sec de l'extérieur. La méthode de déshumidification et de refroidissement par ventilation-chauffage peut aussi se faire par ventilation forcée, dans ce cas, le fonctionnement d'un ventilateur remplace l'ouverture des toits. Le ventilateur est utilisé pour déplacer l'air chaud vers l'extérieur de la serre. Cette méthode consomme de l'électricité en plus d'évacuer une partie de la chaleur de la serre pour faire fonctionner le ventilateur d'extraction d'air. Les ventilateurs d'extraction peuvent occasionner du gel près de l'entrée d'air en début de serre. De plus, en milieu urbain, le bruit des ventilateurs d'extraction peut devenir une nuisance, il faut donc des équipements et des mesures d'atténuation de bruit lorsqu'on utilise ce type de refroidissement.

Cette méthode est appropriée lorsque le climat extérieur est froid, son application est plus complexe l'été en conditions chaudes et humides, où l'air extérieur est déjà fortement saturé en humidité.

4.9.1. TECHNOLOGIES EXISTANTES DE REFROIDISSEMENT

Il existe aussi d'autres moyens pour refroidir une serre. Parmi ces méthodes, nous retrouvons la déshumidification et le refroidissement avec coussins d'évaporation, cette méthode consiste à faire circuler de l'eau dans des échangeurs à ailettes qui sont placés sur le long des murs de la serre; les rideaux thermiques, cette méthode consiste à limiter l'entrée de soleil dans la serre; l'utilisation d'un échangeur de chaleur avec compresseur, cette méthode consiste à combiner un gaz réfrigérant avec un puits d'échange afin de transférer de l'énergie entre la serre et le puits de captation; en utilisant un échangeur de chaleur eau-air, cette méthode consiste à faire condenser l'eau contenue dans l'air de la serre sur une surface froide en contact avec de l'air provenant de l'extérieur de la serre.

4.9.1.1. COUSSIN D'ÉVAPORATION <<COOLING PADS>>

Cette méthode de refroidissement consiste à insérer un panneau de cellulose humide dans une section de murs, idéalement celle qui est exposée aux vents dominants. En évaporant l'eau du coussin, l'air chaud se refroidit avant d'entrer dans la serre, contribuant à abaisser la température ambiante de celle-ci. Cette méthode peut être avantageuse pour une serre urbaine l'été où les îlots de chaleur d'une ville peuvent être très importants. Il est très important d'utiliser de l'eau propre, car ces systèmes posent des risques de colmatage causés par les impuretés de l'eau. ([Bucklin 2010](#)). De plus, il est nécessaire d'avoir une serre équipée de système de ventilation mécanique pour utiliser cette technique de refroidissement. Ces systèmes ont une efficacité limitée lors de journées chaudes et humides. De plus, leur utilisation doit être limitée à cause du risque accru de maladies liées à une humidité élevée dans la serre.



Figure 14 — Schéma d'utilisation des <<cooling pads>>

4.9.1.2. SYSTÈMES DE BRUMISATION

Les systèmes de brumisation à haute et à basse pression sont utilisés pour le refroidissement, mais aussi pour ajouter de l'humidité dans la serre. Les systèmes de brouillard peuvent être utilisés dans des serres avec ventilation mécanique et/ou naturelle. Ces systèmes fonctionnent en forçant l'eau à travers de buses qui pulvérisent l'eau en fines gouttelettes. Ce processus permet aux gouttelettes de s'évaporer rapidement dans l'air. L'évaporation de l'eau se fait à partir de la chaleur présente dans la serre, ce qui a pour effet de refroidir l'air. L'utilisation de ces systèmes doit être optimale pour fournir un refroidissement adéquat sans augmenter l'humidité relative au-delà des niveaux optimaux de

performance des plantes, ou de permettre la condensation de gouttelettes d'eau sur les plantes qui favoriserait le développement de maladie.

Si la qualité de l'eau utilisée pour brumisation est mauvaise, il y a alors un risque de dépôts de sels minéraux sur les feuilles et les fruits, ce qui pourrait par la suite entraîner une réduction de la qualité des fruits et des pertes de rendement.



Figure 15 — Brumisation de serres

Les toits verts et les serres sur les toits offrent de l'ombre sur la structure permettant d'éliminer de la chaleur de l'air par évapotranspiration, ce qui réduit la température de la surface du toit et l'air ambiant. Les jours chauds de l'été, la température de surface d'un toit vert peut être plus froide que la température de l'air, tandis que la surface d'un toit conventionnel peut être jusqu'à 50 °C.

4.9.2. LES ÉCRANS THERMIQUES (ÉNERGIE/OMBRE)

Dans le tableau 10, les données techniques sur les écrans thermiques sont identifiées. L'écran modèle XLS 17 est couramment utilisé en production en serre au Québec. Il est composé à 75 % de bande aluminisée et permet une économie d'énergie globale de l'ordre de 65 %. Cependant, lorsque l'écran est utilisé dans un mode d'opération normal, les économies d'énergies globales sur une période de 24 heures sont de l'ordre de 30 % à 35 % pour les écrans XLS17. L'écran peut à la fois être utilisé l'hiver pour réduire la consommation d'énergie et l'été pour réduire l'ensoleillement dans la serre.

Tableau 10 —Données techniques sur les écrans neufs

Écran thermique			
XLS 13 REVOLUX	68 %	62 %	47 %
XLS 14 REVOLUX	56 %	50 %	50 %
XLS 15 REVOLUX	45 %	41 %	55 %
XLS 16 REVOLUX	37 %	34 %	60 %
XLS 17 REVOLUX	31 %	29 %	67 %
XLS 18 REVOLUX	15 %	13 %	70 %

/Transmission de lumière lors de journée ensoleillée

/Transmission de lumière lors de journée nuageuse



Pourcentage d'économie d'énergie en fonction du type d'écran

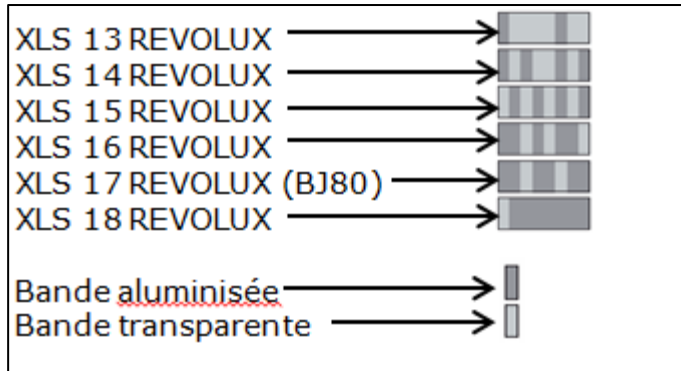


Figure 16 — Modèle d'écran thermique (Aluminium-Polyester)

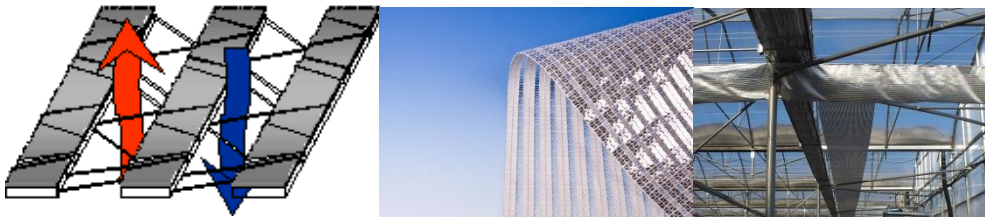


Figure 17 — Écran thermique – Principe d'échange convectif (Svensson, 2012)

4.10. INSTALLER UNE SERRE EN MILIEU URBAIN

Pour les matériaux de recouvrement de la serre, il faut des équipements qui sont adaptés au travail en hauteur de manière sécuritaire. La mise en place de recouvrement de toile de polyéthylène peut se faire de plusieurs façons, la **Figure 18** démontre deux méthodes d'installation manuelle de ces plastiques. Cette installation peut aussi être mécanisée en partie avec un chariot élévateur pour soulever les rouleaux au-dessus du pignon de serre. Ce type d'opération sur des serres urbaines est très complexe parce que l'espace pour circuler autour de la serre est limité. Le travail se fait en hauteur et la serre est installée sur le toit, le pourtour de la serre se trouve à être la rue et le trottoir, qui peut être plusieurs étages plus bas. Ce type de structure s'apprête mieux à une installation d'un matériau de recouvrement permanent, car les opérations d'installation se feront qu'une seule fois.



Figure 18 — Technique de mise en place des plastiques de serres

L'installation de matériaux de recouvrement permanent (Polycarbonate, Acrylique, verre) s'installe de manière similaire à d'autres matériaux de recouvrement de toit comme de la tôle et nécessite la mise en

place d'éléments de sécurité similaires. L'avantage d'installer un panneau rigide c'est qu'il se manipule plus facilement qu'un rouleau de polyéthylène, est léger, est rigide (possibilité de marcher dessus), peut s'installer même s'il y a du vent et ne nécessite pas de dégagement autour de la serre.

4.10.1. LES MATÉRIAUX DE RECOUVREMENT DE SERRE RIGIDE

Le polycarbonate est couramment utilisé dans les serres pour couvrir les pignons et les murs de bouts de serres. Il est aussi utilisé pour les toits dans le cas de petits projets de serre. Les panneaux en polycarbonate (Figure 16) sont fabriqués avec une teinte claire transparente, ils ont une excellente isolation thermique, ils sont très flexibles et disposent d'un système antibuée qui empêche l'accumulation de condensation et de gouttelettes d'eau sur leur surface. La structure de la feuille rigide et légère fournit une force supplémentaire sous le vent et de la neige. Les plaques sont faciles à installer et ont un revêtement anti-UV qui protège la transparence et les propriétés mécaniques des panneaux, même lorsqu'exposées à des conditions climatiques extrêmes. La transmission de lumière dans le PAR atteint jusqu'à 80 % avec ce type de panneau.

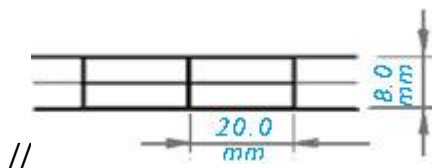


Figure 19 — Triple Clear (PC-2 & PC-3) 6, 8 mm (0,236", 0,315") POLYCARBONATE SHEETS (*Polygal, 2013*)

Afin d'être conforme au Code de construction pour bâtiment commercial, la structure de serre est très imposante et vient réduire la lumière naturelle. Il peut être avantageux de sélectionner un matériau de couverture plus transparent que le polycarbonate, tel que l'acrylique malgré son coût initial supérieur. L'acrylique est utilisé dans des applications où les niveaux de lumière élevés sont très importants, le matériau est plus cher que le polycarbonate, mais durera plus longtemps et ne jaunit pas au fil du temps. ACRYLIQUE DEGLAS HIGH IMPACT 16mm (**Figure 20**) est une feuille à double paroi avec une haute transmission de lumière, une efficacité énergétique élevée et une résistance aux intempéries supérieure. Le produit DEGLAS est fabriqué à base d'un acrylique modifié résistant au choc (polyméthacrylate de méthyle, ou PMMA). Ce matériau est utilisé quand une grande charge portante est requise ainsi qu'une longue durée de vie. Les panneaux ont un revêtement « NO DRIP » qui contrôle la condensation. La transmission de lumière dans le PAR atteint jusqu'à 94 % avec ce type de panneau.

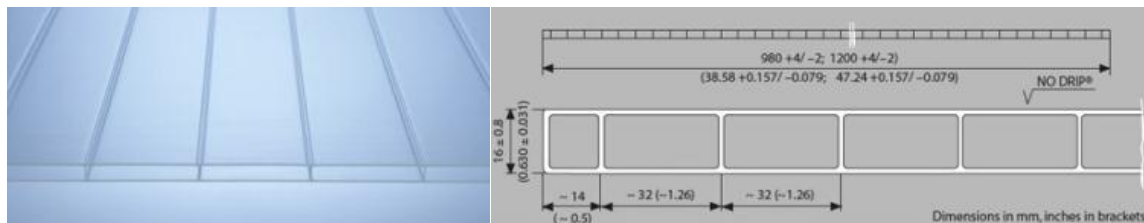


Figure 20 — Panneau en acrylique 16mm – vue de coupe. (DEGLAS, 2013)

4.10.2. NORMES DE SÉCURITÉ SUR LE TRAVAIL EN HAUTEUR

Sur les toitures ayant une pente supérieure à 22°, tous les couvreurs doivent porter un harnais de sécurité relié à un point d'ancrage prévu à cette fin. Depuis le 1er janvier 2011, les amendes sont d'au moins 600 \$ et d'au plus 1 500 \$ pour les travailleurs ou toute autre personne prise en défaut la première fois. Pour l'entreprise, l'amende grimpe à 1 500 \$ et plafonne à 3 000 \$. C'est ce que prévoit l'article 236 de la Loi sur la SST. L'article 237 est encore plus mordant : quiconque par omission ou par action agit de manière à compromettre directement et sérieusement la santé ou la sécurité d'un travailleur est passible d'une amende. Le travailleur peut devoir déboursier de 1 500 \$ à 3 000 \$; l'employeur, de 15 000 \$ à 60 000 \$. « Par exemple, un couvreur penché au bord d'un toit, au-dessus du vide, sans protection, pourrait recevoir une telle amende ». Une récidive coûtera encore plus cher. Par conséquent, tout travailleur qui se trouve à plus de trois mètres sans être protégé par un harnais, un garde-corps ou un filet est passible des amendes prévues à la loi. Son employeur également, puisqu'il s'agit d'une responsabilité double (CSST, 2013).



Figure 21 — Installation de polycarbonate en hauteur sur une serre

5. LA CONDUITE DE SERRES EN MILIEU URBAIN

5.1. LES GRANDES ÉTAPES DE L'ENTRETIEN DES SERRES

Les étapes principales d'entretien d'une serre agricole versus une serre commerciale sur un toit sont similaires. Les différences majeures se situent au niveau du nombre de pièces à vérifier qui est plus élevé pour la serre commerciale et les exigences du travail en hauteur compte tenu du fait que la serre est construite sur un toit. En ce qui concerne les systèmes d'alarme et incendie, avec le Code de construction, on doit installer un système de gicleurs automatiques dans tous les bâtiments du groupe B (établissements de soins ou de détention) et ceux de plus de 6 étages; par le fait même, tous les bâtiments de grande hauteur, sont protégés par gicleurs. Il peut être ou ne pas être requis d'installer un système de gicleurs dans une serre urbaine, le tout dépend du type de bâtiment et la hauteur de ce dernier ainsi que les règlements municipaux en vigueur qui font office de référence dans le domaine de la protection des incendies.

Lorsqu'on opère une serre agricole ou urbaine, il est important d'établir un plan de remplacement et d'entretien des immobilisations. Pour avoir un plan qui est juste et bien préparé, il faut suivre quelques

lignes directrices afin de bien connaître la serre et les exigences d'entretien de celle-ci. La liste qui suit détaille les grandes étapes pour préparer ce plan :

1. Préparer un inventaire du parc immobilier :
 - a. Emplacement et air de circulation autour du bâtiment,
 - b. Extérieur du bâtiment/structure,
 - c. Intérieur du bâtiment,
 - d. Appareils/installations et équipements spéciaux,
 - e. Installations de chauffage et de ventilation,
 - f. Installations électriques,
 - g. Installations de plomberie, d'eau et d'égout,
 - h. Garages, stationnement, escalier, ascenseurs et entrepôts,
 - i. Autres éléments ;
2. Évaluer la durée de vie utile des équipements et immobilisations ;
3. Effectuer une estimation des coûts de remplacement ;
4. L'établissement des priorités dans le calendrier de remplacement ;
5. L'organisation des documents clés :
 - a. Dessins et devis de construction,
 - b. Dessins et devis de rénovation,
 - c. Remplacements antérieurs,
 - d. Registres d'entretien préventif des composants et des installations du bâtiment,
 - e. Rapports d'inspections antérieures.

La liste qui suit décrit brièvement des éléments clés qui doivent faire partie du plan de remplacement et d'entretien des immobilisations de la serre urbaine :

- Inspection annuelle du système d'alarme et incendie et gicleurs si requis, remise du certificat de conformité aux assurances ;
- Serrer ou remplacer les vis desserrées ou usées, les boulons et tout matériel faisant partie de la structure;
- Effectuer les réparations des pièces endommagées sur la structure après un examen approfondi et un nettoyage et l'enlèvement de la rouille;
- Inspecter les matériaux de couverture (toiles de polyéthylène, polycarbonate, verre) pour des dommages et effectuer les réparations;
- Laver les surfaces transparentes intérieures et extérieures pour éliminer la poussière et favoriser le passage de la lumière;
- Désinfecter les bancs et les surfaces de culture;
- Ajuster les portes, ajouter des coupe-froids où c'est nécessaire;
- Nettoyer les gouttières et colmater les fuites avec un calfeutrage approprié;
- Vérifier les courroies de ventilateur mécanique ;
- Nettoyer et entretenir le système de refroidissement par évaporation si utilisé;
- Ajuster les mécanismes de ventilation de toit et des côtés, lubrifier les crémaillères des systèmes de ventilation.

Effectuer ces diverses étapes d'entretien des serres peuvent nécessiter une multitude d'équipements allant du tournevis au chariot sur rail pour circuler près des pignons des toits pour évaluer et réparer les

systèmes de ventilation naturelle. Il est important de considérer que le travail en hauteur doit être en respect des normes de sécurité en vigueur.

5.1.1. ÉQUIPEMENTS DE RÉCOLTE

Les équipements de récolte ne diffèrent pas de ce qui se fait habituellement dans une serre de production conventionnelle. Il faut cependant mentionner que la culture en serre sur un toit a des exigences particulières dont la nécessité d'avoir un ascenseur de service qui permet d'acheminer les intrants et extrants nécessaires à la culture.

Chaque produit cultivé en serre aura une température de conservation optimale. La section agronomique (tableau 14) touchera des particularités associées à la conservation de plusieurs types de légumes, ce qui est souvent observé dans les modèles d'affaires des serres en milieu urbain.

5.2. L'EXPERTISE TECHNIQUE NÉCESSAIRE À L'IMPLANTATION ET AU RODAGE DES SERRES URBAINES

5.2.1. LE CLIMAT URBAIN

La densification des populations crée un microclimat propre à la zone urbaine. Ce climat est caractérisé par des températures plus élevées dues aux émissions d'énergies liées à l'activité humaine, au faible albédo des structures, à leur forte émissivité, et aussi à la faible capacité de ces zones à convertir les rayons du soleil en chaleur latente telle que rencontrées dans les zones de fortes évapotranspirations en milieu rural. Ces conditions amènent des températures plus chaudes de jour et surtout, des températures encore plus chaudes la nuit, lors de la réémission des infrarouges par les structures. Le phénomène sera encore plus fortement accentué par les zones avec un faible drainage de l'air dû aux structures en hauteur (Giguère, 2009)). La gestion en milieu urbain implique donc une meilleure connaissance de la gestion des cultures sous climat chaud à basse luminosité.

Ce microclimat devrait plutôt être qualifié de multitude de microclimats, puisque des écarts de température aussi élevée que 12 °C peuvent être rencontrés en milieu urbain (Anquez et Herlem, 2011). Ces zones très chaudes sont qualifiées d'îlots de chaleur. Si la culture en serre peut servir le milieu urbain en réduisant les îlots de chaleur (figure 20), il faut éviter que ceux-ci viennent affecter la productivité de la serre. À cet effet, tout projet de serres urbaines devrait tout d'abord identifier les zones les plus propices à ce type de culture, tout en respectant les critères de proximité recherchés dans ce genre d'entreprise. À cet effet, le Québec dispose de cartes d'îlots de chaleur qui permettent au promoteur de mieux identifier les sites potentiels à la production en serre (Institut National de Santé Publique, Québec). De même, la présence de serres devrait s'inscrire dans un projet plus grand visant la végétalisation du milieu.

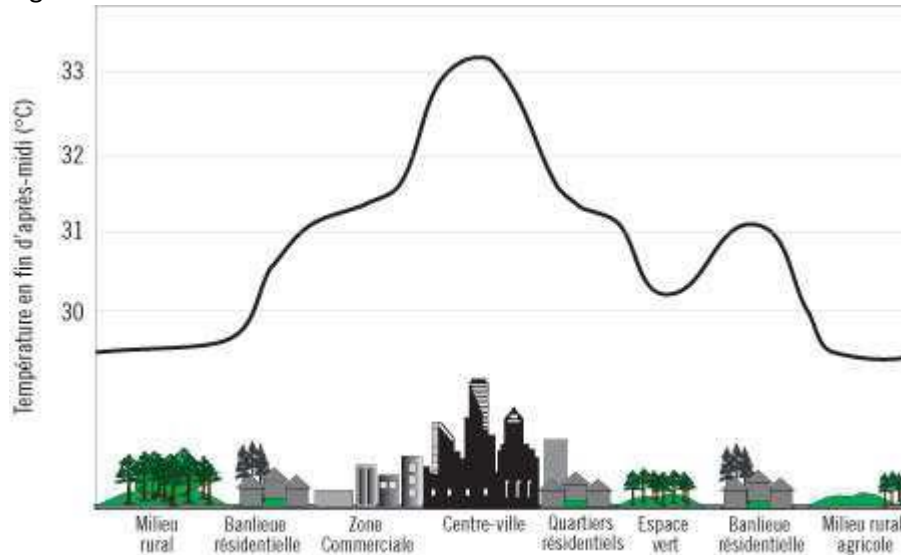
La gestion de l'humidité demande aussi une vision différente de la gestion en milieu rural. Le contexte de chaleur brute, sans transformation en chaleur latente, implique un climat plus chaud et plus sec. En plus d'accroître les facteurs de stress dans la balance hydrique de la plante, cette condition est très propice à la multiplication des populations de certains insectes nuisibles (Malais et Ravensberg, 2003).

5.2.2. GESTION DES CHALEURS ESTIVALES EN MILIEU URBAIN

5.2.2.1. CARACTÉRISTIQUES DES CONDITIONS DE TEMPÉRATURES EN MILIEU URBAIN LORS DES CONDITIONS ESTIVALES :

La gestion de la chaleur en période estivale en milieu urbain ne peut être considérée comme une condition globale, mais plutôt comme une condition microclimatique. À cet effet, 5 zones microclimatiques (figure 20) ont été définies en fonction de l'activité humaine (adapté de : « Anquez et Herlem, 2011 ») :

Figure 22 – Profil d'un îlot de chaleur urbain



(Tiré de Anquez et Herlem, 2011)

- 1- Zone rurale : Zone où l'activité humaine est très faible, et sert de référence froide pour évaluer l'impact de l'activité humaine en milieu urbain;
- 2- Espaces verts : Ces zones sont généralement très végétalisées avec peu ou pas de bâtiments (parc urbain), et sont plus chaudes que le milieu rural, mais sont les plus fraîches en milieu urbain;
- 3- Banlieue résidentielle : Cette zone est surtout composée de résidences unifamiliales et est généralement plus chaude que les espaces verts;
- 4- Zones commerciales : Ces zones sont les centres de commerce avec des bâtiments peu élevés, ce qui limite le trappage de la lumière. Elles sont plus chaudes que les zones de banlieue résidentielle;
- 5- Centre-ville : Ces zones sont habituellement composées de bâtiments en hauteur (Bâtiment d'habitation, édifices à bureau, etc.). Ces zones sont les plus chaudes, car elles conjuguent l'ensemble des facteurs de réchauffement et ne disposent pratiquement d'aucun des facteurs de refroidissement.

Les principes qui gouvernent les différences observées entre les différents microclimats sont les suivants (Anquez et Herlem, 2011; Giguère, 2009) :

- 1- Évapotranspiration : Pour se refroidir, les plantes transpirent en présence de lumière. L'eau prélève 2257 kJ/litre d'énergie à la pression atmosphérique pour passer de la phase liquide à la phase gazeuse. C'est ainsi que la chaleur sensible (effet température) est transformée en chaleur latente (enthalpie de la vapeur d'eau). C'est une des principales raisons qui expliquent que le milieu rural et les espaces végétalisés soient les zones les plus froides;
- 2- Évaporation : En milieu rural, le sol offre une porosité qui permet la rétention de l'eau puis son évaporation. En milieu urbain, la surface du sol est généralement imperméable, ce qui force l'évacuation des eaux via des systèmes de collecte et empêche donc son évaporation par la suite;
- 3- Albédo : L'albédo est la portion de la lumière solaire qui est retournée vers l'espace suite à sa réflexion sur la terre. À titre d'exemple, un toit en goudron et gravier réfléchit de 3 à 18 % de la lumière reçue alors qu'une toiture réfléchissante réfléchit de 60 à 70 %. Dans le centre-ville, en plus de la présence de plusieurs structures avec un faible albédo, la portion réfléchie est souvent réémise vers d'autres structures situées plus bas, ce qui résulte d'un trappage presque complet de la lumière;
- 4- Émissivité : C'est le transfert de chaleur, sous forme d'infrarouges, qu'un corps transmet dans son environnement. Cette émission sera d'autant plus forte que le corps est chaud. La majorité des matériaux utilisés ont une forte émissivité (>0.8) sauf le revêtement en aluminium (0.42). Encore ici, dans le centre-ville, les rayons infrarouges émis par un corps chaud sont souvent trappés par plusieurs autres corps avant de finalement retourner dans l'espace;
- 5- Émission de gaz à effet de serre : L'émission des gaz à effet de serre provient principalement des véhicules, des procédés industriels et du chauffage à partir des combustibles fossiles;
- 6- Le drainage de l'air chaud : Dans le centre-ville, avec des bâtiments hauts et des routes étroites, l'air chaud reste trappé dans des zones chaudes;
- 7- Chaleur anthropique : La chaleur anthropique provient principalement de la chaleur émise par les véhicules, les climatiseurs et les procédés industriels.

En conclusion, le centre-ville est caractérisé par peu d'outils rafraîchissants (évaporation et évapotranspiration) et beaucoup de conditions de fabrication et de trappage de chaleur (faible albédo, émissivité très forte la nuit, beaucoup de gaz à effet de serre, faible drainage de l'air et beaucoup de chaleur anthropique). Dans une ville avec une population de près de 1M d'habitants, ces différentes conditions peuvent occasionner des augmentations de température moyenne de jour de près de 1 à 3 °C plus chauds avec un pic allant jusqu'à 12 °C et une augmentation des températures moyennes de nuit de l'ordre de 12 °C (Santé Canada, 2009).

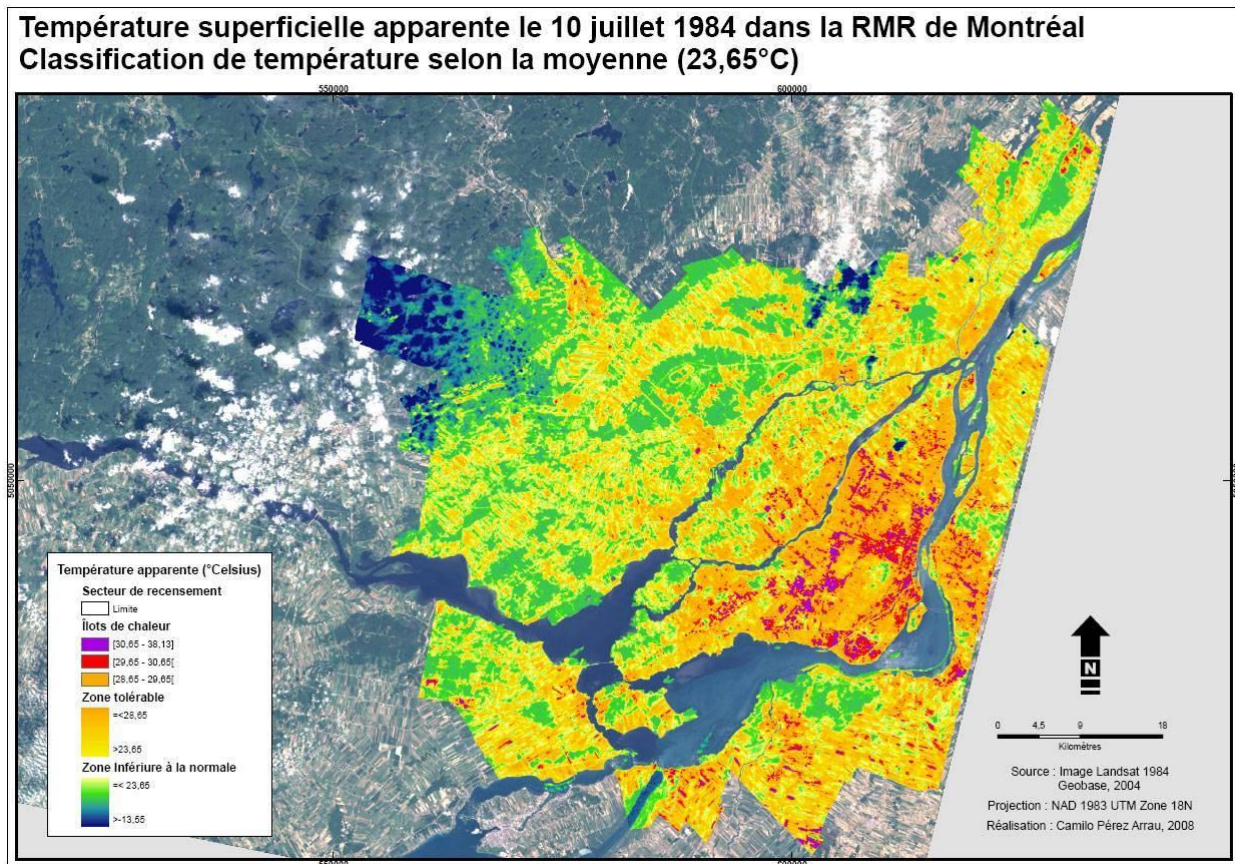
5.2.2.2. QU'EN EST-IL DES GRANDES VILLES AU QUÉBEC

En Amérique du Nord, les îlots de chaleur nocturne devraient passer de +2 °C pour une population de 1000 habitants à + 12 °C pour une population de 1M d'habitants (Masson 2009).

Pour Montréal : Selon Dandavino-Forget (2009), des écarts de 17 °C sont observés à l'intérieur d'un rayon de 500 m en condition diurne, alors que « Anquez et Herlem (2011) » indiquent qu'entre le parc du Mont-Royal et l'intersection du boulevard St-Laurent et de l'avenue du Mont-

Royal, l'écart était de 12 °C pour une distance de 1.5km. La moyenne journalière est de +5 °C. Il est à noter que ces mesures sont comparées aux données de l'aéroport Pierre-Elliott Trudeau, ce qui ne constitue pas encore une valeur rurale. De plus, ces écarts ont été notés lors de journées estivales, mais non caniculaires.

Figure 23 – Les différences de températures de surface mesurées à Montréal le 10 juillet 1984.



Tiré de : <http://www.monclimatmasante.qc.ca/%C3%AElots-de-chaueur.aspx>

Pour Québec : Bergeron (2012) a mesuré les températures nocturnes à 23 h et obtenu des écarts de + 4°C, comparativement aux températures enregistrées à l'aéroport Jean-Lesage.

PAR CONSÉQUENT, LE CHOIX D'UN SITE DE PRODUCTION EN SERRE POUR L'AGRICULTURE URBAINE DOIT SE BASER SUR L'EFFET MICROCLIMATIQUE DES DIFFÉRENTS SITES. PARADOXALEMENT, IL APPERT QUE PLUS UNE VILLE EST URBANISÉE, MOINS ELLE EST PROPICE À L'AGRICULTURE.

5.2.1. CLIMAT RÉGIONAL ET BESOINS THERMIQUES DE LA CULTURE

Les besoins annuels en énergie varient en fonction du climat régional et des besoins thermiques de la culture, de la cédule de production en fonction du marché visé, des superficies de culture et des outils d'économie d'énergie.

La gestion des températures hors chaleur, avec des densités adaptées, ne devrait pas être différente de celle en condition rurale. Cependant, en condition de forte chaleur, il faudra tout d'abord permettre l'abaissement des températures par l'utilisation d'outils adaptés à certaines cultures (voir 3.4.2). La gestion de la main-d'œuvre sera aussi affectée par la mise en place plus régulière de pauses chaleur, une plus grande difficulté de rétention du personnel, et le besoin de terminer les récoltes plus tôt pour une meilleure qualité des fruits.

Le tableau 11 indique les besoins thermiques mensuels pour les villes de Montréal et Rouyn-Noranda, selon que l'on cultive des légumes de type chaud (tomate, concombre, poivron) ou de type froid (laitue) avec ou sans écran thermique. Il est intéressant tout d'abord de constater que les écrans thermiques à Rouyn-Noranda ne font que compenser l'effet régional avec des besoins en chauffage similaires à Montréal sans écran thermique. Les légumes feuilles auront des besoins près de 40 % moins élevés à Montréal et 30 % moins élevés à Amos que les légumes fruits. Selon la cédule de production désirée, ce tableau peut ensuite permettre d'évaluer les besoins annuels en énergie pour servir de base à une évaluation technicoéconomique du système de chauffage à utiliser.

Tableau 11 – Besoins mensuels en énergie (MWh/ha) pour les villes de Rouyn-Noranda et Montréal pour une culture chaude (tomate, concombre ou poivron) ou une culture froide (laitue) avec ou sans écran thermique

Mois	Ville							
	Rouyn-Noranda				Montréal			
	Culture chaude		Culture froide		Culture chaude		Culture froide	
	Sans écran	Avec écran ¹	Sans écran	Avec écran	Sans écran	Avec écran	Sans écran	Avec écran
Jan.	1618,9	1115,5	907,2	644,6	1276,4	883,1	801,2	583,4
Fév.	1341,8	972,1	866,5	644,4	1073,0	781,0	767,0	573,7
Mars	1159,4	880,4	857,3	666,7	886,2	676,1	763,5	596,6
Avril	864,0	691,6	725,5	590,6	658,8	530,1	630,8	516,0
Mai	419,6	379,3	301,9	294,1	226,9	197,1	226,9	197,1
Juin	356,9	330,7	190,2	173,5	190,1	177,6	98,4	95,4
Juil.	243,3	235,4	138,1	116,5	119,0	103,7	50,0	43,7
Août	220,3	220,1	72,1	72,1	58,8	58,8	55,9	46,6
Sept.	416,1	388,9	197,0	178,2	237,0	236,7	135,3	135,3
Oct.	631,6	477,6	266,7	221,8	448,1	413,6	190,8	178,8
Nov.	1007,2	720,1	429,5	375,0	746,8	540,8	340,5	336,6
Déc.	1248,2	862,0	726,6	552,4	938,3	654,6	612,4	468,4
Total	9527,2	7273,7	5678,4	4529,8	6859,4	5253,1	4672,7	3771,5
	% économie	24 %	% économie	20 %	% économie	23 %	% économie	19 %

Source : Climax Conseil

5.2.1.1. IMPACT DES TEMPÉRATURES AÉRIENNES SUR LA CROISSANCE DES PLANTES

Dans le monde végétal, les températures doivent s'harmoniser avec certains processus physiologiques en fonction de certains cycles qui peuvent être journaliers ou selon le stade de la culture. Deux notions principales de gestion ressortent continuellement face à la gestion des températures : la température moyenne 24hrs (T24) et les températures de jour et de nuit (T J/N). T24 affecte surtout la vitesse de croissance qui elle, dicte les besoins en énergie de la plante. Elle sera donc surtout influencée par la luminosité reçue au cours de la journée. T J/N affecte surtout la morphologie de la plante en modifiant la distribution des sucres entre les organes de la plante et en modifiant la forme des organes végétatifs. T J/N doit aussi respecter les besoins thermiques de certaines réactions métaboliques obéissant à des cycles jour/nuit et certains effets collatéraux bénéfiques pour la culture. Ainsi, de jour, les températures sont élevées pour supporter les besoins biochimiques de la photosynthèse, le besoin en chaleur du système racinaire pour l'absorption de l'eau, la transpiration, pour favoriser l'utilisation des sucres par les organes, et pour assurer une bonne mobilité de certains insectes bénéfiques tels les prédateurs ou les bourdons. Les températures de nuit, plus fraîches, serviront à balancer T24, maintenir l'équilibre végétatif/reproductif, ou modifier la morphologie du feuillage (légumes feuilles).

Chez les légumes de serre, la capacité de maintenir les températures toujours près des conditions optimales offre donc le meilleur potentiel de rendement. Le tableau 14 indique les préférences thermiques générales des principales cultures légumières cultivées en serre.

Outre l'objectif de maintenir les conditions de températures optimales pour la culture, certaines conditions de températures excessives extrêmes doivent absolument être évitées (tableau 5).

En agriculture urbaine, les îlots de chaleur représentent donc une menace à la productivité au niveau de l'incapacité de maintenir T24 et T J/N près des températures optimales et aussi d'éviter les extrêmes de températures chaudes. Dans une perspective d'utilisation de l'éclairage artificiel, le chauffage généré par les lampes sous climat trop chaud pourra aussi limiter l'utilisation de cette technologie en forçant la ventilation, ce qui compromettra la synergie de l'éclairage artificiel et du CO₂ pour la photosynthèse. La difficulté sera encore plus importante s'il faut bloquer la pollution lumineuse à l'aide d'écrans thermiques.

5.2.1.2. IMPACT DES TEMPÉRATURES RACINAIRES

Chez la tomate, les températures racinaires élevées favorisent des plants plus longs et un développement végétatif plus fort. Les rendements sont maximaux sous fortes luminosités entre 24 °C (Gosselin et Trudel, 1984) et 28 °C (Morby et Grave, 1980). Cependant, à 28 °C, il est admis que les racines risquent l'hypoxie (Blok et Wever, 2001). Ces températures semblent aussi avoir les mêmes effets chez le concombre et le poivron, en plus de créer le brunissement des racines et augmenter les risques d'attaques par *Pythium aphanidermatum* (Sopher, 2012).

Ces conditions soulèvent un grand paradoxe de l'agriculture urbaine : les zones microclimatiques qui ont le plus besoin de l'agriculture urbaine sont les zones les moins propices à l'établissement de cette agriculture. Les régions chaudes du globe cherchent à éviter la production lors des pics de température

estivale (ou saison sèche) lorsque les températures ne permettent pas un refroidissement suffisant de la culture.

5.2.2. GESTION DU REFROIDISSEMENT

Peu importe le marché visé, toutes les entreprises sont actives en période estivale. La particularité du milieu urbain est la création de zones chaudes (îlots de chaleur) qui affectent les températures diurnes avec des écarts ponctuels de plus de 12 à 17 °C (Dandavino-Forget, 2009) et des températures nocturnes moyennes plus élevées de près de 12 °C (Anquez et Herlem, 2011). Ces données proviennent de journées chaudes, mais non caniculaires. Cette particularité rend le milieu urbain très agressif par rapport aux températures souhaitables pour la physiologie des cultures.

Contrairement à la pensée populaire, le refroidissement d'une serre en condition estivale sous de fortes luminosités provient principalement de la transformation de l'énergie solaire en chaleur latente via l'évapotranspiration de la culture. Le rôle principal de la ventilation n'est donc pas de refroidir sous ces conditions, mais de créer un effet d'assèchement dans l'air pour assurer la continuité de l'évapotranspiration (voir Letard et al. 1995). Cependant, un assèchement trop élevé entraîne la fermeture des stomates, ce qui peut réduire considérablement le taux d'évapotranspiration. Certaines limites connues doivent donc être respectées (BCMAFF 1994). Même l'utilisation de thermopompes pour le refroidissement des serres dans la serre fermée travaille principalement à partir de cette chaleur latente (De Gelder et al. 2012). D'autres outils existent aussi pour profiter de l'effet de la chaleur latente par évaporation, telle la brumisation et les matelas d'évaporation (cooling pad). Finalement, certains vont profiter de la stratification de l'air, du refroidissement du recouvrement (verre) pour réduire l'émission d'infrarouges, ou carrément réduire l'insolation.

En condition nocturne, le refroidissement doit provenir d'une source de froid, car il n'y a pas d'évapotranspiration. Ce froid peut provenir de la ventilation, dans la mesure où la température extérieure est plus fraîche que l'air intérieur ou d'une source de froid telle que les thermopompes (De Gelder et al. 2012). Les outils basés sur l'évaporation sont de peu d'utilité à cause des risques de maladies fongiques sous de fortes humidités. Finalement, la stratification de l'air demeure un outil disponible.

5.2.3. GESTION DE LA VENTILATION

En condition diurne chez une culture mature haute, il est admis que sous de fortes luminosités, l'évapotranspiration peut maintenir la température de la serre à près de 2 °C plus frais que la température extérieure en condition de ventilation naturelle par le toit. Cet écart peut passer à près de 4-5°C en ventilation mécanique (ventilateurs d'extraction). Chez les cultures basses, la serre aura plutôt tendance à se maintenir jusqu'à 7 °C plus chaud; ce qui justifie grandement l'utilisation d'outils supplémentaires de refroidissement, principalement les matelas d'évaporation ou la brumisation.

En condition nocturne, la serre se maintient généralement à au moins 2 °C au-dessus des températures extérieures, principalement parce que la chaleur accumulée de jour dans les structures et les tuyaux de chauffage à l'eau chaude est réémise la nuit.

5.2.4. L'ÉVAPORATION

En condition chaude et sous fortes luminosités, l'utilisation de la brumisation et de matelas d'évaporation sert à accroître la capacité de refroidissement chez les cultures basses (les deux technologies) ou à éviter un niveau d'assèchement trop élevé dans les cultures qui profitent d'humidités élevées tel le concombre (brumisation). Pour les cultures basses, ces technologies fonctionnent bien uniquement si l'air extérieur est sec, avec des baisses de température pouvant aller jusqu'à 5 °C (Kumar et al. 2009). Par conséquent, les conditions journalières chaudes et nuageuses n'offrent pratiquement pas de potentiel de refroidissement et peuvent même nécessiter le recours au chauffage pour contrer le développement des maladies fongiques. En période nocturne, ces outils sont pratiquement inutiles dû au risque de développement de maladies fongiques.

5.2.5. LA STRATIFICATION DE L'AIR

Les régions plus chaudes ont de plus en plus tendance à créer des serres plus hautes (Connelan, 2002) pour miser sur la stratification de l'air, ce qui empêche l'air chaud d'être trappé à la hauteur des têtes de la culture. Ce choix est de plus en plus répandu à travers le monde, car, en plus de permettre à la culture de se maintenir dans la strate la plus froide de la serre, la répartition de la lumière est meilleure par une meilleure uniformité de la distribution des facteurs d'ombrage, un climat moins fluctuant (effet tampon) et une plus grande uniformité.

5.2.6. RÉDUCTION DE L'INSOLATION

S'il est reconnu que la réduction de l'insolation réduit le stress sur la culture, leur efficacité à réduire les températures varie d'une situation à l'autre où dans certains cas, ce sera une augmentation de l'humidité qui sera observée, alors que dans d'autres, ce sera une baisse ou même une hausse de température qui sera observée. La plupart des outils d'ombrage limitent aussi la lumière utile à la photosynthèse. Dans ces cas, la balance hydrique de la plante sera plus facile à maîtriser, mais la perte de luminosité engendrera une baisse de rendement (Bakker 1995, Kumar, 2009, Mutmiwa et al. 2006, Portree 1996). Pour ces raisons, ces outils sont surtout utilisés lorsque la culture éprouve des difficultés à supporter les fortes insolation et que ce stress cause plus de dommage que la réduction de la luminosité. À cet effet, les avantages excèderaient les inconvénients en conditions chaudes et sèches d'Espagne (De Pascale et Maggio, 2008, Gazquez et al. 2006) alors que ce serait l'inverse en conditions plus humides tels la Thaïlande et le Canada (Mutmiwa et al. 2006, Portree, 1996). Les filtres NIR ont l'avantage de ne pas affecter la lumière photosynthétique. Les conditions des îlots de chaleur risquent de remettre ces stratégies en avant plan.

Cependant, chez le poivron, ces technologies sont grandement utilisées afin de réduire l'exposition des fruits à l'insolation, car la surchauffe des fruits les rend très susceptibles à la nécrose apicale ou aux dommages dus à l'insolation (Marcelis et Ho, 1999).

Chez les cultures basses, ces technologies peuvent facilement être utilisées, car la saturation lumineuse de ces cultures est relativement basse.

La réduction de l'insolation peut être réalisée à partir de 3 techniques principales : soit les écrans thermiques mobiles, les filtres NIR ou l'application de produits ombrageant sur le recouvrement de la serre :

- 1- Les écrans thermiques mobiles sont déployés lors des fortes insulations entre 10 h 30 et 14 h 30 en conditions estivales. Ces écrans offrent un pourcentage d'ombrage habituellement inférieur à 50 % afin de conserver leur pouvoir thermique en conditions froides. Au Québec, ces écrans sont surtout utilisés en serre de verre;
- 2- Les filtres NIR ont la caractéristique de réfléchir les infrarouges situés entre 800 et 2500 nm sans affecter la lumière photosynthétique. En Hollande, sous serres de verre, ces filtres permettent un refroidissement de l'air et des tissus végétaux de l'ordre de 1 à 2 °C sans affecter les rendements (Hemming et al. 2005). Le gain photosynthétique lié à une plus grande facilité à maintenir le CO₂ laisse entrevoir un gain de rendement de l'ordre de 8 à 10 % (Heuvelink, 2008b);
- 3- Les produits ombrageant : Plusieurs gammes de produits sont disponibles sur le marché. Certains bloquent l'ensemble des rayons du soleil (surtout les produits à base de chaux) et le taux d'ombrage est fixé par la densité du mélange. D'autres produits, comme le ReduHeat, ont la particularité de bloquer préférentiellement les infrarouges, ce qui réduit le stress sur la culture et peut réduire la température de la serre.

En Europe, le refroidissement actif à l'aide de thermopompes pour la serre fermée ou semi-fermée est probablement le meilleur outil potentiel pour contrôler les températures en période estivale dans les îlots de chaleur. Cependant, les coûts d'immobilisation de ce type de système n'ont pas encore démontré leur intérêt économique en climat nord-américain et ne trouvent leurs justifications en Europe que dans la mesure où l'énergie extraite peut être réutilisée en hiver pour le chauffage des serres. Cependant, les coûts d'un tel système, uniquement pour le refroidissement de nuit, auraient avantage à être évalués puisque les impacts les plus négatifs des îlots de chaleur demeurent les températures nocturnes.

5.2.7. QUALITÉ DE L'AIR

La production en milieu urbain doit aussi différencier les zones résidentielles de banlieue, les zones urbaines à forte densité de population (immeuble locatif et à bureau) et les zones industrielles.

Les zones industrielles rejettent dans l'air certains polluants tels des composés organiques volatils, des NO_x, du SO₂ et du NH₄⁺. Outre les toxicités connues de chacun de ces éléments, les températures au-dessus de 30 °C, la formation d'ozone (O₃) à partir du NO_x et du SO₂. Ce phénomène est souvent associé à la formation de smog (Anquez et Herlem (2011)).

Malheureusement, les plantes réagissent très différemment face à la toxicité d'un polluant, comparativement à l'humain (tableau 12). Ainsi, même les avis sur la qualité de l'air en période estivale ont une utilisation limitée pour les plantes.

Tableau 12 — Concentration maximale acceptable (ppm) de certains polluants pour les humains et les plantes (tiré de Heuvelink, 2005)

Polluants	Humains	Plantes	
		Court terme	Long terme
Dioxyde de carbone (CO ₂)	5000	4500	1600
Monoxyde de carbone (CO)	47	100	
Dioxyde de soufre (SO ₂)	3,5	0,1	0,015
Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	10,5	0,01	
Éthylène (C ₂ H ₄)	5	0,01	0,02
Monoxyde d'azote (NO)	5,2/5,0	0,5/0,01-0,1	0,25
Dioxyde d'azote (NO ₂)	5	0,2-2	0,1
Ozone (O ₃)	0,065 ^a		0,04 ^b
a- Ville de Montréal 2013			
b- USDA 2013			

Par conséquent, tout projet de serre en milieu urbain devra évaluer le risque chimique pour la culture.

5.2.8. GESTION DE LA CHARGE DE LA CULTURE

La plus faible luminosité des serres liées aux fortes infrastructures forcera les producteurs à réduire les densités de plantation et de charge en fruits afin de maintenir l'équilibre des cultures. L'utilisation plus importante du CO₂ peut compenser en partie le manque de luminosité, mais son utilisation en condition de forte température est à proscrire en raison de la fermeture des stomates que ce dernier peut engendrer. Le producteur devra donc avoir une planification de culture qui permet aux plantes de passer à travers les fortes chaleurs estivales.

5.2.9. CHOIX DES CULTIVARS

Le milieu plus chaud et la plus faible luminosité demanderont l'utilisation de cultivars adaptés à ces conditions, surtout si les cultures doivent traverser la période estivale. Tant que les grainetiers ne trouveront pas d'intérêt économique à développer de nouvelles génétiques mieux adaptées, les entreprises devront donc mettre en place des essais pour identifier les génétiques les plus prometteuses et travailler avec les centres de recherche pour le développement de nouvelles génétiques.

5.2.10. LUTTE ANTIPARASITAIRE

Au niveau phytosanitaire, une cohabitation obligatoire avec une diversité importante de plantes ornementales et légumières du voisinage amènera des problématiques de diversification des maladies et des insectes habituellement presque absentes en milieu agricole. Les zones résidentielles seront très propices à l'éclosion de ces problématiques, surtout par la présence de jardiniers amateurs chevronnés avec une multitude de plantes d'origines botaniques différentes. Certains de ces problèmes ne trouveront aucune solution due à l'absence d'homologation possible tant que ce type d'agriculture ne trouvera pas une place enviable sur l'échiquier agricole. De plus, l'acceptabilité et la faisabilité de l'utilisation de certains produits sont loin d'être gagnées avec un voisinage urbain; tel qu'observé dans les cas d'implantation de porcheries et l'épandage des fumiers.

Le producteur devra donc miser principalement sur les méthodes d'évitement (SAS, moustiquaire, plante-trappe, pièges) plutôt que de compter sur la venue sur le marché de produits adaptés.

5.2.11. GESTION DE L'ESPACE

La situation agronomique idéale serait de fournir à chaque culture les conditions optimales, mais en pratique, le producteur va chercher à optimiser les conditions climatiques de la culture principale dans une zone donnée et adapter la gestion des autres cultures à ces conditions.

Deux tendances sont actuellement présentes sur la gestion de l'espace :

1- Deux zones climatiques - Cultures hautes et cultures basses : dans ce modèle, toutes les cultures hautes (tomate, concombre, poivron, aubergine, haricot) sont dans la même zone climatique dite tempérée chaude. Les cultures telles la laitue et les fines herbes sont cultivées dans une serre dite froide avec un aménagement de production complètement différent pour profiter de l'optimisation de l'espace. Cet aménagement supporte des densités successives en NFT avec des gouttières à espacement variable ou sur flotteur;

2- Trois zones climatiques - Cultures hautes chaudes, cultures hautes tempérées, et cultures basses : Essentiellement, cette stratégie est similaire à la stratégie précédente sauf qu'elle segmente les cultures hautes. Dans les cultures hautes chaudes, nous retrouverons normalement le concombre, le haricot et le poivron, alors que dans les cultures hautes tempérées, ce sera la tomate.

Les cultures de poivron et d'aubergine sont difficiles à intégrer dans les différentes zones, car ces cultures ont une croissance lente et ne peuvent être abaissées. En début de saison, ces cultures vivent donc dans l'ombre des autres cultures. Plus tard en saison, ces cultures vont excéder les autres cultures (surtout les cultures en taille parapluie et en haie telles les concombres et les haricots) et vont maintenant créer de l'ombre aux autres cultures et subir une insolation compliquant la gestion des irrigations et la qualité des fruits.

5.3. LES IMPÉRATIFS DE LA POLYCULTURE EN TERMES DE GESTION DE LA FERTILISATION, DU CLIMAT, DE L'IRRIGATION ET DE LA SPÉCIALISATION DE LA MAIN-D'ŒUVRE

5.3.1. LA POLYCULTURE

La polyculture constitue une avenue très complexe, car chaque culture a son propre mode de croissance, ses propres préférences climatiques (besoins lumineux, températures, humidités, CO₂), a des besoins différents en matière de gestion des irrigations et de la fertilisation, exige des travaux différents de la part de la main-d'œuvre, exige des travaux différents pour sa mise en marché, et est affectée par différents ravageurs et maladies.

Tableau 13 —Température de gestion (°C) chez les 4 principaux légumes de serre en fonction de la période de la journée, les maximums et minimums optimaux, les températures maximales dangereuses et les températures d'entreposage.

Stade	Période	Tomate ^{1,2}	Concombre ^{2,3}	Poivron ^{2,4}	Laitue ^{5,6}
Semis	T24	25	28	25-26	16-21
Levée au repiquage	T24	22	25	22-24	na
Repiquage à espacement	T24	22	23	21-23	na
Espacement à plantation	J	21-23	23-25	20-22	na
	Nuit	20-21	21-23	19-20	na
Post plantation	J	21-23	22	20-22	16-21
	Nuit	18-20	20	19-20	13
Production (stade avant récolte dans la laitue)	Jour	19 à 28	22	20-23	13-16
	Nuit	12 à 20	20	18-20	10
	Max opt	28	28	25	25
	Min opt	12	16	16	5
	Max Danger	40 °C 4hrs ou 34/20J/N	35	30	25
Entreposage	Stade				
	Vert	12 à 15	12	10	0 °C
	Mur	10 à 12	na	7 à 8	na
	Risque	Chilling à 10	Ethylène	Éthylène	Éthylène

Adapté de : 1- Heuvelink 2005, 2- Portree 1996, 3- Brajeul 2001, 4- Turcotte 2008, 5- Thicoïpé 1997, 6 CPVQ 1996

Le tableau 14 indique les tendances générales habituelles de gestion des températures des 4 principales cultures maraîchères en serre. La laitue a des préférences de températures nettement plus fraîches que les autres cultures. La tomate est la culture qui peut travailler avec les plus grandes amplitudes thermiques, même si elle est considérée de type tempéré. Le concombre et le poivron préfèrent des températures avec des amplitudes moins importantes que la tomate, mais surtout avec des nuits généralement plus chaudes; ce qui les classe dans la catégorie des cultures chaudes. Cependant, le poivron n'aime pas les températures de nuit trop élevées alors que le concombre en profite lors de forts ensoleillements. L'entreposage des légumes en chambre froide demande aussi certains ajustements puisque les cultures ont des températures de froid différentes. Il faut aussi savoir que le besoin de froid dans le poivron est presque un incontournable dû aux fluctuations des récoltes qu'il faut moduler par l'entreposage pour assurer une régularité dans les approvisionnements. Il faut aussi noter que la tomate dégage de l'éthylène et que le concombre en est particulièrement sensible.

Le tableau 15 indique les préférences en matière de gestion des solutions nutritives. Les conductivités électriques (CE) de la tomate sont nettement plus élevées que celles du concombre et du poivron, principalement pour des raisons de qualité des fruits. Les cases en jaune indiquent les éléments que nous considérons les plus à risque dans le cas où le producteur voudrait combiner plusieurs cultures avec la même solution nutritive (avec des ajustements de dilution pour obtenir la bonne CE) ou dans le cas où la désinfection-recirculation était appliquée, suite au mélange des différentes solutions récupérées. En

pratique, les entreprises en agriculture urbaine n'auront pas les dimensions requises pour justifier financièrement l'utilisation de la désinfection-recirculation. Dans le cas des petites superficies de culture, les producteurs vont opter pour une solution qui répond bien à la culture principale, ajuster pour la culture secondaire la « CE » par dilution et choisir un cultivar qui n'est pas trop sensible au risque de déséquilibre que représente la solution appliquée.

Tableau 14 —Solution nutritive (ppm) désirée de la tomate, du concombre et du poivron de serre selon la gestion en solution perdue ou en recirculation

Éléments	Tomate			Concombre			Piment		
	Goutteur			Goutteur			Goutteur		
	Recir	Perdu	Sac	Recir	Perdu	Sac	Recir	Perdu	Sac
Ec	1,6	2,5	3,7	1,7	2,2	2,7	1,6	2,1	2,7
pH			5,5			5,2			6,2
N-NH4ppm	14	16,8	0	14	17,5	1,4	7	7	1,4
K	253,5	370,5	312	253,5	312	312	224,25	263,25	195
Na	0	0	184	0	0	184	0	0	184
Ca	150	256	400	140	200	260	180	220	340
Mg	30	64	109	39	39	73	33,4125	42,525	72,9
N-NO3	150,5	224	322	164,5	224	252	175	217	238
Cl	0	0	426	0	0	35,5	0	0	426
SO4	216	494,4	652,8	168	156	336	168	240	288
HCO3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-H2PO4	38,75	46,5	31	38,75	38,75	27,9	31	38,75	37,2
Si	0	0	0	63	63	50,4	0	0	0
Fe ppm	0,83	0,83	1,38	0,83	0,83	1,38	0,83	0,83	0,83
Mn	0,55	0,55	0,39	0,55	0,55	0,39	0,55	0,55	0,28
Zn	0,26	0,33	0,46	0,33	0,33	0,46	0,26	0,33	0,46
B	0,22	0,32	0,54	0,27	0,27	0,54	0,27	0,32	0,86
Cu	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,05	0,05	0,05
Mo	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
K/N	1,54	1,54	0,97	1,42	1,29	1,23	1,23	1,18	0,81
K/Ca	1,69	1,45	0,78	1,81	1,56	1,20	1,25	1,20	0,57
K/Mg	8,35	5,75	2,85	6,42	7,90	4,28	6,71	6,19	2,67
Ca/Mg	4,94	3,98	3,66	3,55	5,06	3,57	5,39	5,17	4,66
K/(Ca+Mg)	1,41	1,16	0,61	1,41	1,30	0,94	1,05	1,00	0,47

Adapté de CTIFL (2002)

La gestion des volumes de substrat et des irrigations constitue aussi un casse-tête non négligeable. À cet effet, le tableau donne un exemple de conciliation entre les densités de plantation appliquées à un substrat de 1.2 mètre de longueur pour un rang double espacé de 1.6 mètre. Avec ce dispositif, le producteur peut facilement faire la relation entre l'eau donnée au goutteur et le volume appliqué et lessivé par mètre carré, peu importe la culture.

5.3.2. LA GESTION DE LA MAIN-D'ŒUVRE

La gestion de la main-d'œuvre constitue un autre défi dans la gestion de la polyculture. Les tableaux 16 et 17 indiquent respectivement les besoins en apprentissage total à la production et l'emballage en fonction du nombre de cultures, de la segmentation des produits et des exigences du marché. Ainsi, en production, la tomate nécessite de développer 10 habiletés. Cependant, si vous désirez cultiver en plus du concombre abaissé, les tâches tailles des fruits et récolte sont assez différentes dans le concombre pour exiger une formation spécifique. Finalement, si vous décidez de cultiver l'ensemble des cultures présentées au tableau, vous aurez à former 24 habiletés différentes.

Tableau 15 — Différentiation des techniques de travail par tâche entre les différentes cultures à la production

Tâches	Tomate	Concombre		Poivron	Aubergine	Haricot	Total tâches
	Vrac	Abaissé	Parapluie				
Abaissage	1 ^a	1					1
Tuteurage	1	1	1	1	1		1
Drageon	1	1	2	3	1		3
Taille des fruits	1	2	3	4	5		5
Support de grappe	1						1
Effeuilage	1	1					1
Élagage vieille grappe	1						1
Départ gourmand	1		2	3	1		3
Badigeonnage	1			1	1		1
Récolte	1	2	2	3	3	4	4
Pulvérisation	1	1	2	3	3		3
Total tâches	10	7	6	7	7	1	24

Note : Pour une même tâche, une valeur différente indique que la tâche entre les différentes cultures requiert des habiletés différentes.

Au tableau 17, on constate que les tâches d'emballage ne sont pas en reste pour la complexité qui s'ajoute en polyculture, principalement parce que le marché exige des modes différents d'emballage et que les caractéristiques attendues des fruits diffèrent (ex. : longueur du fruit dans le concombre vs calibre dans la tomate).

Tableau 16 — Différentiation des techniques de travail par tâche entre les différentes cultures à l'emballage

Tâche	Tomate					Concombre			Poivron	Aubergine	Haricot	Total tâches	
	Vrac		Sur rafle			Anglais	Libanais	Américain	Vrac	Tri-Pack			
	Beef	Cerise	Grappe	Cocktail	Cerise								
Fabrication des boîtes	1 ^a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Rejets	1	1	2	2	2	3	4	3	5	5	6	7	7
Couleur	1								1	1			1
Grosseur	1					2		3	4	4		5	5
Étiquetage	1		1			1			1		1		1
Mise en cello		1		1	1		2					3	3
Sous film polyéthylène		1				2	3			4		3	3
Mise en boîte	1	2	1	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2
Pesée	1	1	1	1	1		1		1	1	1	1	1
Total tâches	6	6	5	5	5	6	6	4	7	7	5	7	23

5.3.3. LE SUIVI PHYTOSANITAIRE

Le suivi phytosanitaire constitue aussi un ajout à la complexité de la polyculture. Le tableau 18 indique que le producteur aura à faire face à près de 12 problèmes phytosanitaires (en omettant de séparer certains problèmes tels les différentes espèces de puceron). Ce tableau ne tient pas compte des risques liés à la cohabitation avec les multiples problèmes rencontrés auprès des citoyens. La connaissance très pointue des stratégies de lutte antiparasitaire doit donc être une compétence intégrée dans l'entreprise qui désire se lancer dans la polyculture, à plus forte raison si le producteur désire produire sur 12 mois, sans pouvoir profiter d'une période de désinfection. Finalement, certaines cultures ne paraissent pas dans les priorités d'homologation de pesticides et leur marginalité ne permet pas de croire qu'à moyen terme, certaines solutions seront apportées. Une implication des différents réseaux de recherche publique sera donc nécessaire pour assurer le succès de l'émergence de nouvelles productions dans le créneau de l'agriculture de diversification.

Tableau 17 —Préférences des principaux ravageurs et maladies rencontrées dans les cultures en diversification

Ravageurs	Tomate	Concombre	Poivron	Aubergine	Haricot	Laitue
Mouche blanche	x					
Pucerons		x	x	x		x
Tétranyques à deux-points		x		x	x	
Acarioses	x					
Thrips des petits fruits		x		x	x	
Thrips de l'oignon	x					x
Chrysomèle rayée du concombre		x				
Maladies						
Moississure grise	x		x	x		
Chancre gommeux		x				
Blanc (oïdium)	x	x				
Mildiou		x				x
Pythium		x				

Notons aussi que certaines cultures demandent de la pollinisation (tomate, concombre américain), et que ces bourdons ne doivent pas entrer en contact avec de vieux cultivars de concombre anglais, car les fruits de ce dernier risquent d'être déformés.

Le défi est encore plus grand lorsqu'il faut considérer que les ressources compétentes pour ce genre de production sont pratiquement inexistantes; le secteur des légumes de serre s'étant principalement orienté vers la monoculture.

6. LE MARCHÉ

Pour alléger la démarche, les hypothèses seront basées sur le marché urbain de Montréal. Les principaux produits de serre du Québec sont la tomate et la laitue. À volume beaucoup plus faible, on produit aussi du concombre, des poivrons et des fines herbes. Pour simplifier les explications sur la demande, la présente étude se concentrera sur le principal légume fruit produit en serre au Québec (la tomate) et sur le principal légume feuille produit en serre au Québec (la laitue).

6.1. CONTEXTE

Le tableau 19 démontre que plusieurs formules de mise en marché sont utilisées dans l'agriculture urbaine à échelle commerciale en Amérique du Nord. Toutefois, les similitudes sont importantes :

- La grande majorité des projets vise la vente des produits de serre vers des marchés d'alimentation haut de gamme (seul A&P pourrait être considéré un marché traditionnel) incluant : épiceries spécialisées, restaurants haut de gamme, grossistes spécialisés;
- Le produit doit être disponible au consommateur la journée même qu'il est récolté, que l'entreprise utilise un circuit long ou court, ou que son produit soit vendu en épicerie ou en restaurant;
- Les volumes vendus sont très faibles par rapport au volume total des mêmes produits écoulés dans le marché.

La plus grosse serre urbaine présentement en opération en Amérique du Nord est Fermes Lufa à Montréal. Sa superficie est de 3 200 mètres carrés, ce qui la place sous la moyenne québécoise des serres de légumes (3 800 m²). On peut donc conclure que toutes les serres mentionnées dans le tableau 19, étant diversifiées, écoulent des volumes marginaux pour chacune de leurs productions.

6.2. CIRCUITS DE MISE EN MARCHÉ

La livraison de légumes du producteur directement au lieu de vente au consommateur est classifiée comme un **circuit court**. Le projet de BrightFarms à St-Paul, Minnesota, prévoit la vente des légumes à l'entrepôt d'un distributeur, qui se chargera de l'emballage et de la livraison dans les magasins. Il s'agit ici, en théorie, d'un **circuit long**. Un circuit court est défini par la présence d'au maximum un intermédiaire entre le producteur et le consommateur⁸.

6.2.1. EXEMPLES DE CIRCUITS COURTS

- Un producteur qui vend à la ferme
- Un producteur qui vend au marché public
- Un producteur qui livre des paniers aux consommateurs à un point de chute
- Un producteur qui vend directement à un magasin de détail (épicerie, fruiterie, etc. – un seul intermédiaire = le magasin)

⁸ MAPAQ, 2009, Programme Diversification et commercialisation en circuit court en région.

6.2.2. EXEMPLES DE CIRCUITS LONGS

- Un producteur qui vend à un grossiste
- Un producteur qui vend via l'entrepôt d'une grande chaîne ou d'une fruiterie
- Les produits importés (plusieurs intermédiaires entre le producteur et le consommateur)

Tableau 18 — Exemples de circuits de commercialisation en agriculture urbaine

Entreprise	Site de production	Volume annuel produit	Clients – Mise en marché	Type de circuit
Fermes Lufa	Montréal Sur un toit de manufacture	À évaluer (3200 m2 de produits diversifiés)	Directement aux consommateurs via paniers livrés à des points de chute; restaurants haut de gamme	Court
Alterrus	Vancouver, sur un toit de stationnement	150 000 lb de légumes feuilles divers	Épicerie et restaurants haut de gamme	Court
Gotham Greens	Manhattan (NY), sur un toit	160 000 lb de légumes feuillus divers	Épicerie et restaurants haut de gamme	Court
BrightFarms 1	Yardley (PA) (milieu rural à proximité de la ville) (ouverture prévue en juin 2013)	500 000 lb de tomates et légumes feuillus divers	McCaffrey's Markets (chaîne d'épicerie haut de gamme) via une entente formelle d'approvisionnement et John Vena inc. (grossiste qui distribue dans des restaurants)	Long et court
BrightFarms 2	St Paul (MN) Parc industriel en ville, directement au sol, sur le terrain du client (ouverture prévue en 2013)	350 000 lb de tomates et légumes feuillus divers	J & J Distributing – grossiste qui conditionnera, emballera et distribuera cette production dans les supermarchés de la bannière « Cub Foods »	Long
BrightFarms 3	Brooklyn (NY) sur un toit en ville (prévu en 2013)	1 million de lb de tomates et légumes feuillus divers	A&P – grand détaillant en alimentation + épicerie et restaurants haut de gamme	Court (livraison directe)
BrightFarms 4	Huntington (NY) sur le sol, à 35 miles du lieu de livraison (prévu en 2013)	Légumes feuillus divers	Best Yet (chaîne d'épicerie dans la région de New York)	Long
BrightFarms 5	Missouri		Schnuck Markets	Long
BrightFarms 6	Oklahoma		Homeland Stores (chaîne de détaillants en alimentation)	Long

6.2.3. EXEMPLES DES ÉTATS-UNIS

Un seul des projets (BrightFarms – Brooklyn) a conclu une entente avec une grande chaîne d'alimentation, en l'occurrence A&P. La livraison des produits de la serre se fera directement dans les magasins et non via un des entrepôts de la compagnie⁹. Pour A&P, cette initiative apparaît mettre en valeur son positionnement stratégique d'être plus près des gens résidant dans les quartiers desservis par ses magasins. Le CEO en personne de cette entreprise de 9 milliards de dollars de ventes a multiplié les annonces de l'entente avec BrightFarms, dont les auteurs du présent rapport projettent les revenus de la serre de Brooklyn à un maximum de 2 millions de dollars, soit 0,02 % du chiffre d'affaires de A&P. Les annonces ont d'ailleurs été faites il y a plus d'un an, alors que le site n'est toujours pas en production aujourd'hui. Le contexte semble conséquemment illustrer que le motif du distributeur de signer une entente d'approvisionnement est principalement d'ordre de l'image et de relations publiques.

Ainsi, bien que les structures de distribution utilisées soient différentes, elles partagent une même caractéristique : elles utilisent à profusion la popularité médiatique de ce type d'agriculture pour faire la promotion de leurs produits et entreprises. Exemples des conférences de presse de BrightFarms et A&P et les autres.

De plus, il faut aussi noter que même si BrightFarms utilise la notoriété de l'agriculture urbaine pour mousser son image et ses produits, plusieurs sites de production de l'entreprise ne sont ni sur les toits, ni directement en milieu urbain. Ce qui ne veut pas dire que l'entreprise trompe ses clients ou fait de la fausse représentation. En effet, la production sous serre aux États-Unis en est à ses balbutiements par rapport au Canada, en particulier dans le nord-est des États-Unis. Donc, il est plausible de faire l'hypothèse qu'une proportion plus importante des tomates et laitues qui sont mangées à New York et Boston viennent de la Californie ou du Mexique. Conséquemment, en théorie, la production d'une nouvelle serre à proximité de ces villes vient diminuer le besoin d'importation. Une revue de presse superficielle sur des projets de serre aux États-Unis semble confirmer la nouveauté que représentent ces projets, même s'ils ne sont pas en ville.

Bref : Le choix du mode de commercialisation d'un producteur urbain semble en ÊTRE davantage UN de partenariats d'opportunismes. Les producteurs en place ont tous trouvé des clients qui mettent l'emphase sur la promotion des caractéristiques urbaines des produits concernés. La clientèle suivante paraît mieux en mesure de mettre en valeur les produits issus de l'agriculture urbaine :

Les restaurants à nappes blanches (c'est-à-dire haut de gamme)

Les épiceries haut de gamme

Les grossistes/distributeurs dont la clientèle est constituée de restaurants et d'épiceries haut de gamme

⁹ Kate Siskel, media associate, Bright Farms, octobre 2012.

6.3. ANALYSE DE LA DEMANDE (LIEUX D'ACHATS ACTUELS POUR LES LÉGUMES DE SERRE) ET IMPORTANCE DE CHAQUE CATÉGORIE

Le lieu d'achat principal des consommateurs en fruits et légumes frais est le supermarché¹⁰. Le supermarché offre des légumes importés et des légumes du Québec. Le supermarché achète ses légumes du Québec directement de producteurs du Québec ou via l'entrepôt de sa maison-mère. Il obtient ses légumes importés de courtiers, de grossistes et d'emballeurs.

Les autres lieux d'achat sont, en ordre, les Hôtels-restaurants-institutions (HRI), les fruiteries, les marchés publics, directement à la ferme et par distribution de paniers. Les HRI achètent surtout de grossistes et de courtiers importateurs. Les fruiteries privilégient les fruits et légumes produits localement ou au Québec, qu'ils achètent directement des producteurs ou par l'entremise de grossistes.

Des structures sont déjà en place pour faire circuler l'offre vers la demande. Tout nouveau projet (donc nouvelle offre) doit s'intégrer à un endroit ou un autre dans la structure d'approvisionnement. Il est donc important de connaître les flux et les structures du marché avant de fournir de nouveaux produits. Cette information permettra de relativiser chacun des marchés et chacun des canaux. Par exemple, quand on parle de circuit court :

- De quel volume de produits parle-t-on vraiment?
- Qui occupe présentement les circuits courts?
- Quand on parle du marché ethnique, quel est son véritable potentiel?

6.3.1. VOLUMES CONSOMMÉS AU QUÉBEC

Les hypothèses sont basées sur les données moyennes au Canada, telles que compilées par Statistique Canada. Des variations existent certainement par province, mais de telles données ne sont pas disponibles.

Tableau 19 — Quantités de tomates et laitues consommées annuellement au Québec

	Tomate	Laitue
Consommation par personne par année (Canada)	8,19 kg	9,65 kg
Population du Québec	7 903 001	7 903 001
Volume total estimé pour le Québec	64 725 578 kg	76 263 960 kg

Sources : Statistique Canada, recensement 2011

¹⁰ AGECO, portrait des réseaux de distribution

6.3.2. LIEUX D'ACHAT DES CONSOMMATEURS

Certaines études^{11,12,13} ont évalué l'importance relative des différents lieux d'achat d'aliments au Québec. Chaque étude comporte une segmentation distincte. Le plus souvent on étudie les aliments au complet, incluant les produits transformés. Le créneau Hôtellerie-Restaurant-Institutions n'est pratiquement jamais inclus. AGECO a publié le rapport le plus pertinent à la présente étude¹⁴ pour le compte des filières horticoles. Les hypothèses retenues dans la présente étude tiennent compte des études citées précédemment, mais se basent également sur les connaissances de l'industrie de plusieurs experts, notamment des producteurs et des représentants d'association (AJMQ, AQDFL, CQH). La firme Marcon, vient tout juste de publier un rapport, au profit de trois Tables filières horticoles, sur le réseau HRI¹⁵. Toutefois, le rapport ne se hasarde pas à évaluer les volumes écoulés dans le HRI.

Tableau 20 — Parts d'achats des consommateurs dans les différents segments

Lieu d'achat	Part du volume total
Grandes chaînes de distribution alimentaire et affiliées (inclus aussi Wal-Mart et Costco)	45 % — 55 %
HRI	30 % — 40 %
Fruiteries	10 % — 15 %
Autres (marchés publics, à la ferme, paniers, etc.)	0,5 % — 5 %

Il est de l'avis des auteurs que les fourchettes proposées dans le tableau 21 doivent être utilisées avec prudence, puisqu'elles n'ont pas été déduites à partir de données primaires. Les sections suivantes présentent les caractéristiques des différents lieux d'achat et le potentiel qu'ils représentent pour l'agriculture urbaine à échelle commerciale.

6.3.3. LE MYSTÈRE HRI (HÔTELS, RESTAURANTS, INSTITUTIONS)

Le HRI inclut trois secteurs distincts : hébergement (hôtellerie), restaurants et institutions. Ce sont trois secteurs bien distincts avec leur propre structure d'approvisionnement et il existe une approche différente pour chacun¹⁶. Chaque secteur se subdivise en plusieurs types de lieux de vente différents (tableau 4). Près de 30 % des dépenses alimentaires des Canadiens ont été réalisées au restaurant en 2010¹⁷. Il n'a pas été possible de déterminer quelles catégories de restauration étaient incluses dans le 30 %. Il semble logique de déduire qu'il s'agit du segment dont la restauration est l'activité principale (voir tableau 4).

¹¹ Petit, 2009, HEC

¹² MAPAQ, différentes présentations et études, www.mapaq.gouv.qc.ca

¹³ Équiterre, 2011, Mangez frais, mangez près

¹⁴ AGECO, 2006, portrait des réseaux de distribution de fruits et légumes au Québec

¹⁵ Marcon, 2013, Portrait québécois du secteur HRI et opportunités de développement pour les produits horticoles frais

¹⁶ AGECO, 2007. Portrait québécois des réseaux de distribution de fruits et légumes

¹⁷ Statistique Canada, tableau CANSIM 203-0029

Il n'existe aucune donnée pour chiffrer les quantités de légumes achetés par le réseau HRI, même aux États-Unis. Le Produce Marketing (PMA) Association prétend qu'aux États-Unis, 60 % de toutes les tomates fraîches sont consommées via le HRI¹⁸. D'autres sources américaines évaluent, toujours dans la tomate, la part du HRI à 50 % aux États-Unis¹⁹. Toutefois, une analyse du « USDA » tirée d'un sondage utilisant les volumes de tomates en unité de poids au lieu de la valeur monétaire a relativisé la part du HRI à 30 %, estimant ainsi que 70 % de toutes les tomates fraîches seraient consommées à la maison.

Tableau 21 — Segmentation des marchés HRI

Restauration commerciale (activité principale)				Restauration non commerciale (activité secondaire)			
Restauration				Hôtellerie	Institutionnel		
Restaurants avec service complet	Restaurants avec service restreint	Traiteurs	Débites de boissons *	Restaurants hôteliers (avec service de restauration)	Restauration collective	Restauration dans les commerces de détail	Autres services alimentaires
Restaurants à nappes blanches		Traiteurs	Bars, tavernes, pubs, boîtes de nuit	Hôtels, auberges, motels, centres de villégiature	Hôpitaux, écoles, bases militaires, centres de détention, services alimentaires d'entreprises	Dépanneurs, grands magasins, bistros de supermarchés, postes à essence	Distributrices automatiques, cinémas, stades, lieux de divertissement, exploitations saisonnières
Restaurants familiaux indépendants							
Chaînes de restaurants							

Source : MARCON, 2013

Selon une étude de Marcon²⁰, seuls les **restaurants à nappe blanche** (haut de gamme) achètent une proportion importante de leurs tomates et laitues du Québec. Or, ce segment des HRI représente, de l'avis des experts, un créneau dont le volume total requis en fruits et légumes est très faible. À l'autre extrême, les volumes requis par certaines **chaînes de restauration rapides** peuvent être faramineux, de par leur présence partout en Amérique du Nord. Lorsqu'une de ces chaînes décide d'ajouter une tranche de tomate ou de la laitue dans un sandwich, l'impact est immédiat sur le marché. Toutefois, les producteurs du Québec ne fournissent pas ces chaînes, principalement parce qu'ils n'ont pas les volumes suffisants.

Il est reconnu dans l'industrie que la grande majorité des tomates de champs importées est destinée au réseau HRI. La tomate de champs importée représente presque la moitié des tomates fraîches consommées au Québec (voir section de l'offre), ce qui tend appuyer la thèse qu'au moins 30 % de toutes les tomates fraîches sont écoulées par les HRI. Autre appui à cette thèse, les grandes chaînes ne

¹⁸ Gilvesy, George, Ontario Greenhouse Growers Association

¹⁹ COOK, Roberta, CALVIN, Lynda, 2005, Greenhouse Tomatoes Change the Dynamics of the North American Fresh Tomato Industry

²⁰ Marcon, 2011, Portrait québécois du secteur HRI et opportunités de développement pour les produits horticoles frais

vendraient plus beaucoup de tomates de champs, préférant la régularité de l'offre et l'uniformité de la qualité des tomates de serre (Québec, Ontario, Mexique). Les tomates de champs sont quant à elles perçues comme étant :

- Moins chères;
- Plus facilement tranchées par des machines, car plus dures (cueillies vertes — « mature green »);
- Durée de vie plus longue (car cueillies vertes)²¹;
- Meilleures au goût.

Ainsi, en prenant le segment HRI dans son ensemble, ce segment achète ses tomates et laitues, en ordre d'importance :

- D'importateurs et de courtiers;
- De grossistes, incluant les grandes chaînes alimentaires;
- De producteurs du Québec.

6.3.3.1. POTENTIEL DES HRI POUR L'AGRICULTURE URBAINE

Considérant les faibles volumes issus de projets de serre en milieux urbains, les restaurants haut de gamme représentent le créneau de choix parmi le réseau HRI. Selon certaines sources, Fermes Lufa vendrait déjà une partie de sa production auprès de restaurants à nappe blanche. Un des producteurs interrogés pour la présente étude, dont les serres certifiées biologiques sont à proximité de Montréal, a fait aussi de ce marché son principal créneau. Selon ce dernier, les volumes vendus à chaque restaurant sont faibles et requièrent beaucoup d'efforts de vente. La restauration haut de gamme représente déjà un segment du HRI qui s'approvisionne au Québec. Le marché y est facilement saturable. Un nouveau producteur qui arrive dans ce marché se bute non à l'importation, mais à d'autres producteurs du Québec. Les caractéristiques recherchées pour les légumes dans la restauration haut de gamme sont :

- Fraîcheur et qualité;
- Prix compétitif;
- Variété de l'offre;
- Certifié biologique un atout;
- Capacité à livrer de faibles volumes fréquemment.

La forte présence de Fermes Lufa dans les médias a pu contribuer à inciter une certaine demande de la part du créneau des restaurants à nappe blanche. Toutefois, des observateurs sur le terrain constatent que les restaurants n'ont pas encore commencé à promouvoir la nature « urbaine » des légumes venant de leur fournisseur (lorsqu'applicable). On observerait plus souvent, en général dans les restaurants de cette catégorie, de la promotion au niveau de la fraîcheur des légumes, de leur certification biologique ou de leur provenance de producteurs « locaux » ou du Québec. Les focus groups réalisés auprès des consommateurs démontrent une absence d'intérêt de baser leur choix de restaurant sur la présence ou non de légumes urbains.

²¹ COOK, Roberta, 2005, p. 10 et surtout 49

Les grands hôtels peuvent avoir des besoins importants en produits locaux pour servir la clientèle touristique. Toutefois, la demande de ce type d'acheteur varie énormément en fonction de pointes, c'est-à-dire d'événements importants tels le Grand prix de formule 1, le Festival de Jazz, de congrès, etc. La demande à d'autres moments peut descendre à zéro. Les grands hôtels doivent donc faire affaires avec des grossistes-distributeurs puisque les producteurs, de par la nature agricole de leur activité, sont dans l'obligation d'écouler des volumes réguliers sur une base constante, donc ils cherchent des clients plus stables.

6.3.4. LES GRANDES CHÂÎNES DE DISTRIBUTION

Dans le tableau 21, on retrouve l'estimation que 45 à 55 % de toutes les tomates fraîches consommées au Québec sont achetées dans des supermarchés propriétés de ou affiliés aux grandes chaînes. On entend par grandes chaînes les grands grossistes-distributeurs tels Loblaw, Sobeys et Métro. Ces grandes chaînes sont propriétaires de magasins de détail, mais certains des magasins qui leur sont affiliés ont des propriétaires indépendants. On retrouve cette formule de propriétaires indépendants surtout chez Sobeys (IGA) et Métro.

Aux fins de simplification, on regroupe Wal-Mart et Costco dans la catégorie des grandes chaînes de distribution. Du point de vue des consommateurs, toutes ces compagnies présentent une offre complète de produits alimentaires, incluant les fruits et légumes frais. Le consommateur ne fait pas de distinction si un magasin est un indépendant affilié ou un magasin corporatif, c'est-à-dire propriété de la grande chaîne.

En excluant le HRI, les différentes sources consultées pour la présente étude évaluent la part des trois grandes chaînes à 65-75 % de tous les fruits et légumes achetés au détail.

6.3.4.1. POTENTIEL DES GRANDES CHÂÎNES POUR L'AGRICULTURE URBAINE

Les représentants du milieu associatif (ex. Équiterre et le Collectif de recherche en aménagement urbain et agriculture urbaine durable) et des grandes chaînes interrogées pour le présent projet n'ont pas encore pris position sur le phénomène de l'agriculture urbaine. L'agriculture urbaine à échelle commerciale est perçue comme étant un phénomène qui suscite l'intérêt dans les médias. Personne n'a toutefois senti de demande pour ce type de produit dans leurs réseaux. On évalue en général que le phénomène est une mode et que les volumes produits en milieux urbains ne deviendront pas significatifs.

Pourtant, l'importante chaîne A&P aux États-Unis, met beaucoup d'efforts pour souligner son partenariat avec la firme BrightFarms (voir section 3, page 8). Pourquoi ne pas le faire ici? D'abord, les chaînes canadiennes sont plus intégrées que la plupart des chaînes américaines. Ici, la même compagnie occupe la fonction de grossiste, distributeur et détaillant. Aux États-Unis, on rencontre encore beaucoup de chaînes de détaillants uniquement. Ainsi au Canada, les compagnies cherchent à promouvoir les produits qui transitent par leurs entrepôts. Leurs circulaires, principal média de promotion des produits, sont provinciales.

Si elles le veulent vraiment, les grandes chaînes ont la capacité de réaliser un marketing localisé géographiquement. Des magasins pourraient insérer une publicité locale dans la circulaire provinciale. Il

est d'avis des représentants interrogés que des livraisons directes en magasins seraient vraisemblablement utilisées dans les quartiers où se trouveraient les producteurs fournisseurs de légumes urbains. Mais il est loin d'être acquis qu'un tel processus se mette en place prochainement, l'intérêt semblant mitigé. De plus, les représentants des grandes chaînes sont catégoriques : tout fournisseur, qu'il soit urbain ou non, doit respecter les mêmes critères qui sont :

- Capacité de fournir les volumes requis au moment opportun;
- Qualité (en fonction de spécifications techniques rigoureuses);
- Prix;
- Livrés avec les bons codes UPC ou PLU;
- Certification de salubrité Canada GAP;
- Certification biologique un atout;
- Être déjà connu de la chaîne ou présenter d'excellentes références.

La capacité du fournisseur à appuyer les promotions des chaînes est également un facteur important de sélection. Parallèlement, les producteurs qui ont su développer une marque forte et recherchée par les consommateurs arrivent en quelque sorte à se réserver une part des tablettes d'épicerie.

Surtout chez Métro et IGA, des magasins indépendants peuvent se faire livrer des produits directement de producteurs locaux. En théorie, ces producteurs doivent être accrédités par la maison mère et répondre aux mêmes critères que les fournisseurs à l'entrepôt. Le mode de livraison des produits directement en magasins sera abordé plus en détail dans **la section sur l'offre**. Mais comme les volumes requis pour livrer à un où quelques magasins sont moins élevés qu'à l'entrepôt, il semble raisonnable de conclure qu'un producteur en serre en milieu urbain pourrait tenter d'abord de livrer directement en magasins plutôt qu'à l'entrepôt d'une chaîne.

Les chaînes achètent présentement leurs tomates de :

- Producteurs du Québec;
- Emballeurs-grossistes (Ontario);
- Courtiers-importateurs (Mexique).

Une analyse sur la part des produits du Québec dans les chaînes sera présentée dans **la section suivante sur l'offre**.

Au niveau de la laitue, le produit du Québec est relativement moins présent dans sa catégorie que peut l'être la tomate, du moins en dehors de la saison estivale. La laitue de champs occupant une part importante des tablettes, un spécialiste de l'industrie affirme que la laitue québécoise est relativement à sa catégorie beaucoup plus présente l'été que le reste de l'année. Cette moindre présence de la laitue québécoise dans sa catégorie, sur une base annuelle, rend plus difficile l'accès aux tablettes pour les producteurs du Québec. De plus, il s'agit d'une catégorie éclatée qui comprend plusieurs produits emballés et prêts à manger (mix). Présentement, un seul producteur de laitue de serre est suffisamment important pour approvisionner les entrepôts des chaînes.

6.3.5. LES FRUITERIES

Le tableau 21 présente l'estimation que de 10 à 15 % des légumes sont achetés par les consommateurs dans des fruiteries. Comme les grandes chaînes de distribution, certaines fruiteries sont regroupées en réseau et sont fournies par un entrepôt centralisé. D'autres fruiteries sont indépendantes.

Dans l'étude de 2007 sur les réseaux de distribution, le Groupe AGECO a sondé les motifs d'achats des consommateurs qui fréquentent les fruiteries. Ces consommateurs recherchent la fraîcheur, la variété et la présence de fruits et légumes du Québec. Les consommateurs qui achètent dans les épiceries et supermarchés traditionnels recherchent davantage la proximité, les prix abordables et la variété, c'est-à-dire une offre complète de produits alimentaires (ou même autres qu'alimentaires parfois).

Puisque ce facteur tend à les distinguer des grandes chaînes, les fruiteries essaient de favoriser le plus possible le produit du Québec. On retrouve une forte concentration de fruiteries dans les principaux milieux urbains tels Montréal, Rive-Sud de Montréal, Québec et Laval²².

Les fruiteries achètent présentement leurs tomates et laitues de :

- Producteurs locaux à proximité lorsque possible;
- Producteurs du Québec;
- Grossistes-distributeurs (peut quand même être du produit du Québec en partie);
- Du marché central (de producteurs du Québec ou de grossistes).

Le secteur des fruiteries présentant davantage de variabilité dans ses structures d'approvisionnement que les grandes chaînes, il y est difficile de généraliser la proportion de produits du Québec par rapport à l'importation.

Les fruiteries recherchent de leurs fournisseurs de fruits et légumes :

- Produit local (critère très important);
- Capacité de livrer fréquemment (dans le cas de fruiteries indépendantes);
- Volumes suffisants (dans le cas de chaînes de fruiteries);
- Prix compétitif.

6.3.5.1. POTENTIEL DES FRUITERIES POUR L'AGRICULTURE URBAINE

Comme les clients des fruiteries recherchent une offre locale et que le prix n'est pas parmi les premiers facteurs de décisions quant à leur lieu d'achats de fruits et légumes, les fruiteries semblent bien positionnées pour mettre en valeur un légume urbain. D'ailleurs, la firme américaine BrightFarms vise un créneau similaire pour plusieurs de leurs projets. Le secteur des fruiteries écoulant des volumes significatifs, ce canal pourrait absorber une offre supplémentaire locale avec relativement moins d'impact sur d'autres producteurs locaux que la restauration haut de gamme, par exemple.

²² MAPAQ 2006

6.3.6. AUTRES SEGMENTS

Les principaux autres lieux de détails où les consommateurs achètent des fruits et légumes sont :

- Dans les marchés publics;
- À la ferme;
- Par paniers d'aliments distribués à des points de chute;
- Dans des épiceries ethniques.

Les volumes achetés par les clients dans ces autres lieux de détails réunis sont marginaux. En d'autres termes, une très faible part de la population totale achète une portion significative de ses fruits et légumes dans ces lieux de vente. Le tableau 21 indique que tout au plus 5 % des volumes passent par ces circuits. Plusieurs experts évaluent même ce volume à moins de 2 %. Il s'agit de circuits pour la plupart saisonniers.

Ces lieux de vente (outre les épiceries ethniques) sont structurés pour la plupart en circuits courts. La Commission sur l'avenir de l'agriculture et de l'agroalimentaire (CAAAQ, 2007) et le MAPAQ ont reconnu que le développement des circuits courts favoriserait l'accès au marché pour les producteurs agricoles du Québec. C'est pourquoi le MAPAQ a lancé le programme de « Diversification et commercialisation en circuit court en région » en 2009. Selon les représentants du MAPAQ, ce ministère n'a pas la capacité de chiffrer l'effet du programme sur les volumes écoulés par l'entremise de circuits courts. Le MAPAQ a néanmoins observé une augmentation de la mise en marché par circuits courts, sans nécessairement relier cette augmentation à son programme. Cette observation se base sur le nombre de producteurs qui ont déclaré utiliser un circuit court pour écouler une partie de leur production. Le MAPAQ a également noté une augmentation du nombre de marchés publics ces dernières années.

Il est évident que pour être en mesure d'augmenter l'offre dans les circuits courts, il faut augmenter la demande. Du côté de la distribution par paniers, plusieurs freins ont été identifiés du point de vue des consommateurs²³, notamment :

- Leur manque de connaissances sur les caractéristiques des produits et des producteurs;
- Le défi de cuisiner une variété de légumes sur une base constante;
- L'impossibilité de choisir le contenu du panier sur une base hebdomadaire;
- La qualité parfois inadéquate de certains produits ou le manque de variété dans les paniers;
- Le prix;
- Etc.

Plusieurs points positifs font la force de la distribution par paniers. Les clients apprécient la certification biologique, la fraîcheur des produits, la proximité et l'interaction avec l'agriculteur, etc.

Des organismes comme Équiterre ont pour mission de sensibiliser la population sur l'adoption d'un fermier de famille et la distribution de paniers. L'organisme, qui ne ménage pas ses efforts, **ne constate toutefois pas de véritable augmentation de la demande**. De plus, selon un représentant d'Équiterre, le

²³ Équiterre, le Marché de l'ASC au Québec, 2007

fait que Fermes Lufa choisisse ce mode de distribution leur a causé la perte de certains clients partenaires qui ont migré vers Lufa comme fournisseur de paniers.

6.3.7. LE MARCHÉ ETHNIQUE

Il y a environ 7 millions d'immigrants au Canada, dont 250 000 nouveaux arrivants par année²⁴. Le Québec se distingue du reste du Canada par une proportion plus forte d'immigrants en provenance de l'Afrique et des pays arabes. Les immigrants d'Asie et d'Amérique du Sud comptent aussi une part importante de l'immigration au Québec. Une forte proportion des immigrants s'installe dans la région de Montréal.

En raison de l'augmentation de la population immigrante au Canada, la demande pour des légumes exotiques a également augmenté. Toutefois, leur part de marché demeure toujours négligeable par rapport au marché de masse. On parle d'un marché en croissance, mais d'un petit marché. Par exemple, la consommation de carottes, de tomates et de brocolis atteint respectivement 8,63 kg, 8,19 kg et 2,37 kg par habitant par année en 2011, alors que la consommation de choux chinois et de choux-raves ne compte que pour 0,91 kg et 0,37 kg²⁵.

Le marché ethnique, est de plus, fort segmenté. Et chaque culture a tendance à maintenir ses habitudes alimentaires du pays d'origine²⁶. Ce maintien des habitudes s'estompe au fil des années passées dans le pays d'accueil.

Les immigrants maintiennent leurs habitudes alimentaires pour les raisons suivantes :

- Attachement à la culture d'origine;
- Savoir-faire culinaire;
- Préférences gustatives;
- Composition de l'entourage social;
- Manque de connaissances ou d'ouverture envers la culture d'accueil.

La demande des immigrants a principalement été comblée par les grossistes ethniques dans la région de Montréal. Certains grossistes ont connu une augmentation importante de leurs chiffres d'affaires durant les dernières années. Les grossistes approvisionnent principalement des magasins de détail et des restaurants spécialisés dans une ethnie en particulier. Les magasins de détail bien connus sont :

- Kim-Phat (Rive-Sud);
- Marché Adonis;
- Mourelatos;
- Etc.

Les immigrants achètent leurs légumes ethniques auprès des magasins spécialisés, mais aussi auprès des grandes chaînes de distribution, qui adaptent leur offre en fonction de la clientèle locale. La part des

²⁴ Statistique Canada, Recensement

²⁵ AGECO, 2013, Consommation et opportunité de développement des légumes exotiques au Québec

²⁶ Nicolov, Borislav, Ethnique Média, 2012

légumes ethniques dans l'offre de légumes des grandes chaînes est évaluée à 2 %²⁷. Sur 100 % des importations totales de légumes, 16 % sont ethniques²⁸.

Les données précédentes incluent les légumes consommés autant par les immigrants que par la population québécoise « de souche », dont la demande pour les produits ethniques a également augmenté.

Viser le marché ethnique s'avère compliqué. Premièrement, chaque culture préfère certains produits. Mais les immigrants (surtout les nouveaux) ont tendance à consulter les médias et fréquenter des établissements dans leur langue d'origine. C'est pourquoi autant les magasins de détail que les grossistes ont tendance à se spécialiser dans une ethnie en particulier.

Si on généralise, les magasins de détail et les grossistes ethniques achètent leurs légumes ethniques en fonction des critères suivants :

- Le prix le plus bas (revenu médian des immigrants inférieur);
- Le goût (par rapport à l'apparence);
- La provenance : un légume du pays d'origine suscite davantage de confiance que le même légume produit localement.

6.3.7.1. POTENTIEL DU MARCHÉ ETHNIQUE POUR L'AGRICULTURE URBAINE

Le marché des légumes ethniques à Montréal ne semble pas propice pour les légumes de serre produits au Québec. Pour des raisons agronomiques et économiques, peu de légumes offrent suffisamment de rendements en serre pour rentabiliser l'investissement. Il est encore plus difficile de rentabiliser l'investissement en milieu urbain. Le prix bas représente le critère principal d'achat pour les immigrants. Aucune donnée ou opinion n'ont pu être trouvée pour valider l'hypothèse que les clients d'une communauté culturelle précise concentrée dans un quartier privilégieraient l'achat de légumes fréquemment consommés dans leur pays s'ils étaient produits dans une serre de leur quartier. On conserve évidemment l'hypothèse que les légumes urbains locaux se détailleraient plus chers que les mêmes légumes importés.

6.4. ANALYSE DE L'OFFRE

L'offre de légumes de serre en Amérique du Nord s'est multipliée par au moins 6 fois durant les 9 dernières années selon le tableau des superficies ci-dessous. Si on ajoute les gains de rendement, cette augmentation de volume devrait plutôt se situer à 7 fois. C'est au Mexique que se situe maintenant la majorité des superficies (89 %).

²⁷ Plante, André, AJMQ

²⁸ AGECO

Tableau 22 — Évolution historique de l'industrie nord-américaine des légumes de serre

Évolution historique de l'industrie nord-américaine des légumes de serre				
Superficie en ha				
Année	Canada	États-Unis	Mexique	Total
2002	876	395	1520	2791
2004	941	400	2700	4041
2006	1043	445	4668	6156
2011	1343	529	15 016	16 888

Mise à jour sur l'industrie nord-américaine des légumes de serre

Financement Agricole Canada, 2012

http://www.fcc-fac.ca/fr/LearningCentre/Knowledge/doc/Greenhouse_study_f.pdf

Cette abondance de l'offre a fait en sorte que les prix des tomates, poivrons et concombres de serre n'ont pas vraiment augmenté durant les derniers 5 ans et qu'ils ont bien souvent été à la baisse dans les tomates et les poivrons. Les prix obtenus pour les produits influencent les revenus par mètre carré et par conséquent la rentabilité de façon importante tout particulièrement si marge d'exploitation est peu élevée.

En comparaison de l'Ontario et du Mexique, la superficie de serres au Québec a été quant à elle presque stable durant cette période. Ceci a permis également d'importants gains de part de marché pour les légumes de serre.

Comme on peut le voir ci-dessous au tableau 22, selon la FAC, ces gains de part de marché par rapport aux légumes de champs ont été réalisés en partie avec les importations pour la période 2006 à 2011.

Le rapport de la FAC ne fait pas cependant état de la laitue sans doute parce que le seul producteur d'importance se trouve au Québec et qu'il y a relativement peu d'importations de laitues de serres.

Tableau 23 — Variations sur les marchés nord-américains des légumes de serre, 2006-2011

Canada	Tomates	Concombres	Poivrons
Produits de serre en % du marché canadien	52 %	79 %	50 %
Variation de la part de marché des produits de serre (quantité)	+ 96 %	+ 204 %	+ 45 %
Variation des importations des produits de serre (quantité)	+ 41 %	+ 94 %	+ 54 %
Variation des importations des produits de serre (prix/kg)	+ 14 %	- 8 %	- 16 %
Importation en % du marché canadien (y compris les légumes de champs)	60 %	32 %	100 %

Mise à jour sur l'industrie nord-américaine des légumes de serre Financement Agricole Canada, 2012

Au tableau 23, pour la période de 2005 à 2011, la consommation par habitant de légumes frais au Canada a diminué de 8 %, cependant, la consommation de légumes frais pour le groupe des légumes dans lequel se situe la majorité de la production en serre, s'est maintenue grâce aux augmentations de consommations dans les tomates et les poivrons. C'est l'augmentation de la consommation des produits de serre qui a permis cela; les consommateurs apprécient donc les légumes de serre.

Tableau 24 — Consommation par habitant de légumes frais au Canada ¹ 2005-2011 (kg/année)

Légumes frais	Année							Variation	
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2011-2005	%
Patates blanches en équivalent frais	31,26	29,33	27,34	25,55	25,57	25,04	22,17	-9,09	- 29 %
Laitues	11,11	10,6	10,05	9,65	9,42	9,57	9,65	-1,46	- 13 %
Oignons et échalotes	8,36	8,67	8,35	7,24	10,43	7,96	9,12	0,76	9 %
Carottes	8,31	6,64	7,05	6,31	7,25	8,84	8,63	0,32	4 %
Tomates	7,45	7,39	7,94	7,69	7,77	7,58	8,19	0,74	10 %
Choux	4,81	4,88	4,99	4,59	5,33	4,9	5,48	0,67	14 %
Poivrons	3,98	4,24	4,1	4,35	4,35	4,05	4,12	0,14	4 %
Concombres	4,14	5,27	4,58	4,72	4,76	4,45	3,94	-0,2	-5 %
Maïs	3,56	3,54	2,92	3,35	3,16	3,36	3,37	-0,19	-5 %
Citrouilles et courges	2,62	2,85	2,75	2,85	3,09	3,03	3,36	0,74	28 %
Céleris	3,51	3,38	3,56	3,27	3,32	3,32	3,17	-0,34	- 10 %
Choux-fleurs	2,25	2,25	2,07	2,32	2,57	2,78	2,76	0,51	23 %
Brocolis	3,08	2,98	3,11	2,89	2,89	2,66	2,37	-0,71	- 23 %
Champignons	1,49	1,68	1,6	1,9	1,53	1,44	1,51	0,02	1 %
Rutabagas et navets	1,34	0,96	1,17	0,99	1,06	1,21	1,37	0,03	2 %
Fèves vertes et jaunes	0,92	1,08	0,99	0,95	0,96	0,92	0,92	0,00	0 %
Total	98,19	95,74	92,57	88,62	93,46	91,11	90,13	-8,06	-8 %
Tomates, concombres, laitues et poivrons	10,87	12,14	10,56	11,34	11,45	11,51	10,99	0,12	1 %

¹ Ces données ne tiennent pas compte des pertes et/ou des détériorations qui peuvent survenir dans les magasins, les foyers, les établissements privés ou les restaurants ni des pertes qui se produisent pendant la préparation.

Source : MAAARO http://www.omafr.gov.on.ca/french/stats/food/pcc_frveg.htm

Il est intéressant de noter que pour la laitue et les produits de feuilles vertes comestibles, l'offre ne se soit pas développée à travers l'explosion des superficies de serres du Mexique malgré que la laitue soit en deuxième en importance pour les légumes frais consommés.

6.4.1. TOMATE

Le tableau 25 distingue les volumes de tomates selon leur provenance et leur destination. Cette perspective permet de mieux saisir les facteurs d'influence sur le marché de la tomate.

Tableau 25 — Volumes de tomates selon leur provenance et leur destination

Quantité de tomates fraîches consommées au Canada	282 570 000 kg
Quantités de tomates de serre produites au Canada	268 502 255 kg
Quantités de tomates de serre exportées du Canada	165 500 000 kg
Quantités de tomates de champs importées au Canada	132 317 885 kg (dont 78,7M kg des É-U, le reste du Mexique)
Quantités de tomates de serre importées au Canada	57 001 755 kg (presque exclusivement du Mexique)
Quantité de tomates fraîches consommées au Québec	64 725 578 kg
Quantité de tomates de serre produites au Québec	22 467 605 kg
Quantités de tomates de serre exportées du Québec	2 246 760 kg ²⁹

Sources : Statistique Canada, Cat. 22-202-X, 2011, Agriculture et agroalimentaire Canada, rapport sur la tomate au Canada, 2011, Statistique Canada, tableau CANSIM 002-0010, 2011

Note : sur le tableau 5 : la production plus l'importation moins l'exportation n'égale pas la consommation à cause des pertes qui ne sont pas comptabilisées ici. De plus, différentes méthodologies sont utilisées pour chacune des sources.

Considérant que les plus gros producteurs livrent une grande proportion de leur production aux entrepôts des grandes chaînes, les auteurs avancent l'hypothèse que 75 % (donc 16 850 703 kg) de la production québécoise est destinée aux entrepôts des grandes chaînes. Si l'on estime la part du marché de la tomate fraîche des grandes chaînes à 50 %, leur volume total en tomates au Québec s'élève à 32 362 789 kg.

Ainsi, un peu plus de la moitié du volume de tomates fraîches vendues dans les grandes chaînes au Québec provient de moins de 10 producteurs du Québec. Le reste du volume produit au Québec est écoulé principalement dans les fruiteries, les épiceries indépendantes et à l'exportation. La formule de livraison directement en épicerie est le deuxième canal de mise en marché en importance dans la tomate au Québec. Finalement, un nombre plus important de petits producteurs utilisent les autres canaux (voir section 8) pour écouler une production totale beaucoup plus marginale en volume.

²⁹ Évaluation reconnue par les acteurs de l'industrie (10% de la production)

6.4.2. LAITUE

Il existe moins de données disponibles pour effectuer les mêmes calculs pour la laitue. Il s'agit d'une catégorie où, même au détail, la laitue de champs (principalement importée) domine largement par rapport à la laitue de serre. Au Québec, un seul producteur en serre arrive à approvisionner les entrepôts des grandes chaînes.

Tableau 26 — Volumes de laitues selon leur provenance et leur destination

Quantité de laitues fraîches consommées au Canada (serres + champs)	332 750 000 kg
Quantité totale de laitues produites au Canada	74 310 000 kg
Quantités de laitues de serre produites au Canada	Cat. 22-202
Quantités de laitues (serres + champs) exportées du Canada	23 640 000 kg
Quantités de laitues (surtout champs) importées au Canada	307 120 000 kg
Quantité de laitues fraîches consommées au Québec	76 263 960 kg
Quantité de laitues de serre produites au Québec (approximation – donnée non disponible chez Statistique Canada)	kg

La conséquence que la laitue de serre du Québec soit moins présente dans sa catégorie dans les grandes chaînes, par rapport à la tomate, est qu'il devient ainsi encore plus difficile pour de nouveaux producteurs d'écouler leur laitue de serre dans les chaînes. Il existe un cercle où les consommateurs s'habituent à un produit du Québec, ensuite les demandent et enfin la chaîne doit l'offrir pour répondre à la demande. Il est documenté que les consommateurs du Québec recherchent la tomate du Québec par rapport aux autres origines, alors que le même réflexe est beaucoup moins présent dans la laitue (AGECO). Cette demande pour la tomate du Québec s'expliquerait par une offre plus importante depuis plus longtemps et par le développement d'une marque québécoise forte (Savoura) (AGECO) développée au fil des années avec d'importants efforts publicitaires et promotionnels.

Les raisons qui font en sorte que l'offre ne se soit pas développée à travers l'explosion des superficies de serres du Mexique sont probablement que :

- La laitue tolère mal les grandes chaleurs, mais pousse assez bien sous des températures plutôt fraîches;
- Le produit est beaucoup moins dense ce qui augmente considérablement le coût de transport (transporter 1 kg de Chips vs transporter 1 kg de patates fraîches);
- La popularité (confirmée par l'espace tablette) des barquettes de salade composée de différents feuillages comestibles exige un maximum de fraîcheur et en conséquence une production à proximité. Ces produits font partie de la catégorie de produits prêts à être consommés, catégorie en croissance et dont l'espace tablette dans les supermarchés ne cesse d'augmenter.

6.4.3. CHOIX DU CANAL DE DISTRIBUTION

Les producteurs de légumes de serre du Québec vendent leur production à :

1. Entrepôts des grandes chaînes;
2. Épiceries et fruiteries indépendantes;
3. Entrepôts de chaînes de fruiterie;
4. Courtiers – exportateurs;
5. Grossistes – marché central;
6. Autres :
 - a. À la ferme,
 - b. Marchés publics,
 - c. HRI,
 - d. Paniers.

Le choix du destinataire de la production dépend avant tout des volumes produits et des infrastructures de mise en marché des producteurs (triage, emballage, entreposage, transport). Les **chaînes** écoulent de grands volumes et recherchent des fournisseurs en mesure de fournir de grands volumes. Les volumes écoulés dans les marchés publics sont en relation beaucoup plus faibles.

Les prix reçus par le producteur sont plus élevés pour les produits vendus **au détail** : à la ferme, dans les marchés publics, ou même par paniers. La demande en volume dans ces marchés est toutefois faible, c'est pourquoi on y retrouve davantage de petits producteurs. Ces producteurs dépendent des prix de vente élevés puisqu'en général ils sont diversifiés et leurs installations plus désuètes³⁰.

Les producteurs vendent rarement directement dans le réseau **HRI**. Certaines explications ont été fournies dans la section sur la demande. Le réseau HRI est approvisionné en grande partie par des grossistes-distributeurs et des courtiers-importateurs. Une part relativement significative de la production en serre du Québec est vendue aux **grossistes**. Comme les grossistes sont des intermédiaires de plus qui doivent prendre leur part de profit aussi, les prix offerts aux producteurs sont plus bas. C'est pourquoi les producteurs tentent de privilégier d'autres canaux de distribution. Plusieurs grossistes ont leur terminal de livraison au **marché central** à Montréal, où les producteurs peuvent y livrer leurs produits. Le marché central dispose également de **la place des producteurs**. Les producteurs peuvent venir offrir leurs produits sur un quai, où différents clients circulent pour y trouver ce dont ils ont besoin. Ces clients peuvent consister en restaurants, dépanneurs, fruiteries, épiceries spécialisées, grossistes, etc. Le prix reçu par les producteurs au marché central n'est pas aussi élevé qu'au détail ou même dans les chaînes.

En gros, le prix reçu par le producteur dépend du nombre d'intermédiaires entre lui et le consommateur final. Voici la liste d'acheteurs, en ordre de prix offert aux producteurs :

1. Au détail (à la ferme, kiosque, marchés publics, paniers);
2. Directement dans des épiceries et restaurants haut de gamme;
3. En livraison directe dans les épiceries et les fruiteries;

³⁰ Infrastructures et adoptions technologiques sur les entreprises serricoles du Québec. Groupe AGECO, octobre 2011.

4. À l'entrepôt des grandes chaînes;
5. À l'exportation;
6. Au marché central;
7. Grossistes.

Cette liste est une généralisation et plusieurs exceptions ou variations peuvent survenir. Par exemple, un grossiste peut se spécialiser dans un créneau et privilégier une entente avec un producteur, car il a confiance en ce dernier et en ses produits. Le prix peut alors être supérieur à la moyenne des grossistes. Un producteur qui est en situation d'écouler un surplus et contacte un grossiste se verra offrir un prix plus bas que le producteur qui a une entente à long terme avec un grossiste.

Le canal de l'exportation semble moins connu. Certains producteurs situés près de la frontière des États-Unis ont développé des contacts dans ce pays et y livrent leur production. D'autres producteurs font affaires avec des courtiers pour l'exportation. Dans certains cas connus, les courtiers ont déjà une clientèle établie aux États-Unis et recherchent des caractéristiques propres aux produits de serre du Québec.

Au niveau du volume, les canaux 1 et 2 sont sous-segmentés et chaque segment a une capacité faible en volume. Ces canaux seaturent rapidement lorsqu'il y a surproduction ou que de nouveaux producteurs se présentent. L'excès de l'offre sur la demande cause une baisse des prix et, sur une période prolongée, peut entraîner le départ de certains producteurs.

Les efforts (donc les coûts) à investir par le producteur dans sa mise en marché varient selon le canal choisi. Les exigences des grandes chaînes impliquent un tri serré de la part des producteurs, un emballage soigné (avec les codes requis) et des livraisons sans failles en termes de volumes et de fréquence. Les producteurs qui vendent aux chaînes doivent également répondre à des certifications en salubrité et traçabilité. À l'autre bout du spectre, le producteur qui vend à la ferme n'a pas à investir autant dans le classement, l'emballage et la distribution.

Dans la distribution par paniers, le producteur a beaucoup d'efforts en temps à mettre pour confectionner les paniers. On parle de plus de 20 % de plus en main-d'œuvre. Les producteurs qui vendent dans les marchés publics, par paniers, et dans les restaurants et épiceries haut de gamme doivent également offrir une plus grande diversité de produits pour répondre aux besoins des clients. La diversité entraîne un coût de production à l'unité plus élevé et oblige donc à être en mesure de vendre le produit plus cher.

Tableau 27 — Prix des paniers à Montréal³¹

Organisme	Prix des paniers
D- Trois-Pierres	22 \$ à 37,50 \$/semaine
Fermes Lufa	22 \$ à 42 \$/semaine
Santropol Roulant	32 \$/semaine
ASC (prix moyen)	15 à 25 \$/semaine

³¹ Office de consultation publique de Montréal, État de l'agriculture urbaine à Montréal, Rapport de consultation publique, 3 octobre 2012, page 11.

Le panier de base à 22 \$ de chez Lufa comprend : au moins 8 variétés de légumes et fruits (varie d'une semaine à l'autre), 1 tête de laitue Boston, 1 sac de micropousses de pois, 1 poivron rouge ou jaune, Casseau de tomates : cerises, cocktail et vigne, 3 pommes Cortland, 1 sac de radis noir, 2 gousses d'ail, 1 sac de betteraves rouges³²

Tableau 28 — Synthèse des avantages et inconvénients des différents canaux de distribution s'offrant à un nouveau producteur urbain

Canal de mise en marché	Avantages (+)	Inconvénients (-)
Par paniers	Prix de détail plus élevé Clientèle stable Revenus en début de cycle de production Potentiel de marché disponible en dehors de la saison de champs	Demande totale faible donc marché facilement saturable Compétition avec d'autres producteurs locaux Coûts de mise en marché (tri et emballages pour les paniers) élevés
Marchés publics	Achalandage Type de clientèle désirant un produit le plus frais possible	Avoir accès à un espace intéressant et en assumer les coûts Compétition avec d'autres producteurs locaux Gestion d'un lieu de détails
Grossiste ethnique	Aucun avantage pour le produit de serre du Québec	Forte compétition pour le prix La clientèle recherche des légumes provenant du pays d'origine Volumes restreints d'une multitude de produits diversifiés Difficulté de développer l'expertise agronomique pour chaque produit
À la ferme	Faibles coûts de mise en marché Prix élevés	Trouver un site générant de l'achalandage Respecter la réglementation municipale sur les lieux de détails Compétitionner avec les magasins de détail (épiceries, marchés publics, etc.)
Restaurants à nappe blanche	Prix en général plus élevés Recherche un produit frais et local Clientèle potentiellement réceptive aux arguments promotionnels des producteurs urbains	Créneau à faible volume Efforts de vente élevés Compétition avec d'autres producteurs locaux Créneau facilement saturable
Fruiteries indépendantes	Prix intéressants Avantage aux producteurs locaux et ensuite du Québec Pas d'exigences de certification	Compétition avec d'autres producteurs locaux (dépend des régions) Volume très variable d'une fruiterie

³² <https://secure.lufa.com/fr/plansandpricing/index#>

	en salubrité et traçabilité	à l'autre
Épiceries indépendantes (livraisons directes) affiliées aux grandes chaînes	Prix intéressants Avantage les producteurs locaux Volumes requis adaptés pour les producteurs de moyenne superficie	Doivent être en théorie accréditées par la maison-mère, qui gère les paiements et se garde des frais Doivent en théorie répondre aux exigences Canada GAP (salubrité)
Entrepôts des grandes chaînes	En mesure d'accepter des volumes importants Clients fiables en termes de paiements	Exigences de qualité et de constance élevées Répondre aux exigences de salubrité et de traçabilité Jouissent d'un pouvoir absolu sur leurs fournisseurs Difficulté à négocier avec les maisons-mères dans certains cas
Grossistes	Acceptent différents volumes, dépendamment des grossistes Clientèle flexible	Prix en général plus bas que les autres canaux Clientèle plus volatile Historique de faillite de certains grossistes et de non-respects d'ententes avec leurs fournisseurs

Les chaînes de fruiteries adopteraient des pratiques d'achats similaires aux chaînes de distribution alimentaire, en faisant également affaires avec des emballeurs-grossistes et des courtiers-importateurs.

6.4.4. PERCEPTIONS DES INTERVENANTS PAR RAPPORT À L'AGRICULTURE URBAINE

Presque tous les acteurs interrogés doutent que l'on puisse produire un légume de meilleure qualité en milieu urbain. Certains estiment qu'il ne soit pas possible d'obtenir la certification biologique sur un toit en ville. Les certificateurs n'ont pas été consultés pour la présente étude.

La plupart des intervenants estiment que le légume de serre du Québec arrive au magasin en milieu urbain presque aussi rapidement que s'il était produit dans la ville. Les gros producteurs effectuent trois ou quatre livraisons par semaine à l'entrepôt. Le légume a en moyenne un à deux jours lorsqu'il est rendu à l'entrepôt.

Les personnes interrogées ont toutes également mentionné leurs doutes quant à la possibilité d'opérer de façon rentable sur un toit en milieu urbain. On se questionne sur l'absence de brise-vents et l'impact sur les coûts d'énergie, sur la gestion des déchets (où composter les feuilles et les plants de tomates?), de l'eau, etc.

Finalement, la plupart des gens interrogés doutent que le phénomène prenne davantage d'ampleur au cours des prochaines années.

6.4.5. À RETENIR

Aucune serre urbaine à échelle commerciale présentement en production ou projetée (dans le cas de BrightFarms) n'écoule sa production à la ferme ou au marché public. La réglementation à respecter pour les commerces de détail limite probablement la vente à la ferme comme solution rentable en milieu urbain.

De par un investissement supérieur dans ses infrastructures de production et de par des coûts d'opération supérieurs, le producteur en serre à échelle commerciale en milieu urbain doit vendre sa production le plus cher possible. Il doit cibler les clients qui sont prêts à payer cette plus-value. Les producteurs urbains présentement en opération y arrivent en visant des créneaux d'épiceries et de restaurants haut de gamme et la distribution par paniers.

Ces créneaux accaparent des volumes faibles et sont très sensibles aux fluctuations de l'offre. Ils sont facilement saturables. Un nouveau producteur qui veut entrer dans ce créneau doit être en mesure de livrer une compétition féroce avec les autres producteurs qui y sont déjà. Le nouveau producteur doit présenter un produit bien distinct et habilement mettre en valeur cette distinction. Pour ce faire, il peut être aidé par l'engouement actuel pour la serriculture urbaine dans les médias. Le défi réside à obtenir un prix qui couvre les coûts supplémentaires.

La prochaine section traitera justement des créneaux porteurs pour ce type d'agriculture.

7. PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT DE LA SERRICULTURE URBAINE

7.1. LES MODÈLES D'AFFAIRES ET PARTENARIATS POSSIBLES:

Dans cette section nous décrivons trois types de modèles d'affaires pouvant convenir à la serriculture urbaine. Toutefois, nous vous proposons de revoir quelques éléments clefs à la base de ces plans d'affaires.

Modèle de l'agriculture d'aujourd'hui

Le rôle de l'agriculture est de procurer la nourriture ou d'autres produits pour soutenir et permettre l'existence et l'activité de l'homme. Depuis la révolution industrielle, l'agriculture, comme d'autres secteurs d'activités humaines, a réalisé d'importants gains de productivité et de rendement. Depuis les années 1800 et pour un régime alimentaire typiquement occidental, le besoin en superficie de terre arable pour nourrir une personne est passé de 0,50 ha à 0.14 ha. (Groningen Hollande)

Les systèmes de monoculture intensive dominent l'agriculture moderne. Depuis les dernières décennies, une portion significative des efforts de développements agricoles et d'autres secteurs vise à mieux harmoniser les pratiques de cette agriculture intensive avec l'environnement et même à tirer un avantage économique en améliorant notre viabilité à l'intérieur de cette harmonisation avec l'environnement.

La culture en serre s'inscrit dans ce courant. Elle permet de rendre une production disponible sur période de temps plus longue et d'intensifier la production par unité de superficie. Par exemple, plusieurs entreprises atteignent maintenant des rendements de 60 kg de tomates par m² de serre avec très peu de main-d'œuvre par m². Cependant, la performance technique en production (kg/m² et heure de travail par tonne produite) ne signifie pas toujours une saine performance économique et/ou une viabilité environnementale. Le rendement économique est principalement relié à l'investissement requis pour générer 1 \$ de marge brute (revenu moins les frais d'opération).

L'agriculture urbaine

De son côté, l'agriculture urbaine est une pratique qui existe depuis fort longtemps. Dans bien des cas, elle contribue à la sécurité alimentaire des communautés ou des familles avec des revenus modestes. Pour l'ensemble des situations, l'agriculture urbaine devrait améliorer les conditions de vie de nos communautés. En tenant compte de notre contexte climatique, les serres urbaines devraient supporter cette agriculture urbaine afin que les « urbain-culteurs » puissent profiter pleinement de la saison du jardinage et améliorer la productivité de leurs potagers. Pour l'automne, l'hiver, et le début du printemps, elles peuvent être utilisées pour les productions de légumes qui sont les plus avantageuses pour ce contexte saisonnier et tout dépendant si elles sont pourvues de système d'éclairage de photosynthèse.

Cependant, à cause des espaces limités et du coût élevé de ceux-ci, les serres de grande superficie, avec des procédés automatisés et intensifs, pourraient avoir de la difficulté à y trouver une place dans l'espace urbain.

Les populations ne cessent de se concentrer dans les plus grosses villes. Au Canada, de 2001 à 2006, les 6 principales régions métropolitaines ont connu une croissance de leur population de 8 % ce qui est 2 fois plus élevé que les autres régions urbaines et 8 fois plus élevé que les régions rurales. Pour les pays développés, 80 % de la population habitera bientôt dans les grandes villes. Pour les pays « non développés », le taux d'urbanisation est 3 à 4 fois plus rapide! Également, la population du Québec vieillit rapidement et le plus important groupe d'âge est en 2012, le groupe de 50-59 ans représentant 15 % de la population. Non seulement y a-t-il concentration de la population dans les villes, mais en même temps une concentration des aînées dans des résidences dédiées.

C'est dans ce contexte décrit ci-dessus qu'il faut examiner les différentes opportunités ou vocations que pourrait prendre le développement d'une serriculture urbaine. Mais avant, il est important de refaire le point sur quelques facteurs influençant le rendement économique soit :

- Le niveau d'investissement;
- Le rendement de produit par m²;
- Les coûts d'opérations par m²;
- L'offre et la demande des produits.

Le niveau d'investissement

La production en serre exige un investissement par m² élevé. Plus l'investissement par m² est élevé plus les revenus des produits et leur marge générée par m² doivent être élevés afin de soutenir et rémunérer le capital investi. Le tableau 1, en début de document, fait état d'un coût pour la serre urbaine sur un toit de 818 à 1000 \$/m² avec les normes CNB comparées à 226 à 260 \$/m² pour une serre en milieu agricole avec les normes CNCBA. Afin de permettre à ce capital d'être le plus productif possible, il faut également considérer l'ajout d'équipement de refroidissement pour l'été et d'éclairage artificiel pour les périodes de moindre luminosité pouvant facilement représenter 80 à 100 \$/m². Ceci nous amène avec une infrastructure dont le coût peut facilement dépasser le 1 000 \$/m² soit 4 fois plus qu'une serre en milieu agricole.

Le tableau 29 suivant résume selon les données disponibles dans l'annexe 2, l'investissement requis par kg produit pour les différentes entreprises qui y sont rapportées.

Tableau 29 — Investissements requis par kg produit selon les entreprises en Annexe 2

Nom	Localisation	Type de serre	Investissement	Production rapportée	Investissement par kg produit	Type de produits
			\$/m ²	kg/m ²	\$/kg	
Sunset Park	Brooklyn	Au toit sur propriété privée	463	48,8	9,48	Laitues, tomates et fines herbes
Minnesota Greenhouse ¹	St-Paul	Traditionnel au sol	248	45,0	5,51	Laitues, tomates et fines herbes
Gotham Green ¹	Brooklyn	Sur le toit avec EA	1 000	54,0	18,52	Feuilles comestibles
Lufa Farms	Montréal	Sur le toit avec EA	1 009	42,0	24,02	Paniers diversifiés

¹ Investissement estimé

Si on rémunère le capital, que l'on couvre correctement la dépréciation et les frais qui sont reliés directement au niveau d'investissement (taxes et assurances) on peut arriver facilement à un montant pouvant représenter 15 % du capital investi ce qui signifie 3 \$/kg si nous avons une production de 50 kg avec un investissement de 20 \$ par kg produit. Il devient évident que l'entreprise doit capturer la marge de distribution et s'impliquer très intensivement dans cette fonction (ce qui ne se fait pas sans frais) parce que les prix au gros pour la tomate ont été nettement en-dessous de ce montant en 2012.

Le rendement de produits par m²

Par rapport aux serres de production de légumes en milieu agricole, les serres urbaines sur les toits sont relativement petites et cultivent plusieurs sortes de légumes ou variétés afin d'avoir une offre diversifiée. Cette diversification de la production crée habituellement des baisses de rendements, car il faut faire des compromis sur les conditions optimales climatiques, d'opérations ou phytosanitaires. L'expertise est longue à développer et c'est encore plus le cas lorsqu'il y a diversification des cultures. Les kg/m² ne peuvent donc être les mêmes que pour les entreprises spécialisées. Il serait donc normal d'y retrouver des rendements inférieurs de 33 % aux serres commerciales expérimentées.

Les coûts d'opérations par m²

Ces coûts sont principalement influencés par le rendement des cultures, par le niveau d'automatisation, par les frais reliés à la distribution et à l'emballage des produits. Les procédés utilisés affectent de façon significative les coûts d'opérations.

La quantité d'énergie requise pour le chauffage sera négativement influencée par l'exposition au vent. Pour ce qui est des coûts reliés à l'éclairage artificiel, leur rentabilité dépend du prix de vente des produits et du coût de l'électricité et de l'entretien du système d'éclairage. Les systèmes de refroidissement ont eux aussi des coûts d'opérations non négligeables. Il serait donc difficile d'affirmer qu'une serre sur un toit a des exigences énergétiques moindres par m² ou encore moins par kilogramme produit.

Le tableau 30 et le tableau 31 illustrent comment les facteurs reliés au niveau des investissements, des rendements et des coûts de production peuvent influencer les résultats financiers d'une serre. Il s'agit

d'une modélisation qui est partiellement basée sur le catalogue de statistique Canada 22-202-X 2011 avec une adaptation des indicateurs de l'Ontario pour la région de Montréal et comportant certains ajustements de niveaux pour ceux-ci.

Les résultats de cette modélisation pourraient être considérés comme étant en cohérence avec ce que les producteurs avec des grandes superficies au Québec qui nous mentionnent que les prix ne sont pas bons. On peut y constater que les amortissements ne sont pas couverts et encore moins le rendement sur le capital qui serait requis pour remplacer les infrastructures. Cela pourrait être différent pour la laitue. La modélisation est essentiellement pour la production d'une serre de tomates. Les lignes concernant les revenus et les dépenses supplémentaires reliés aux activités de distribution ventes en sus de celles qui ont lieu pour la vente en gros aux entrepôts, ont été laissées vides.

Tableau 30 — Indicateurs techniques et financiers pour les opérations d'une serre de tomates

		Type de serre	
		Sur toit ¹	Traditionnelle industrielle ¹
Indicateurs			
Investissements sur bâtiments et équipements	\$/m ²	900	230
Rendement sur l'investissement immobilisé	%	8 %	8 %
Amortissement annuel (5 % et 10 %)	\$/m ²	51	17
Récoltes vendables	kg/m ²	38,5	55,0
Frais d'exploitation à la sortie de la serre			
Main-d'œuvre fixe	h/m ²	0,800	0,800
Main-d'œuvre variable	h/kg	0,030	0,025
Tarif main-d'œuvre tout inclus	\$/h	14,00	14,00
Matériaux variables emballages	\$/kg	0,25	0,25
Matériaux fixes (serres)	\$/m ²	7,00	6,50
Combustibles 12 mois 55 m³ de gaz à 0,55 \$/m³		31,76	30,25
Électricité 30 kWh/m² à 0,075 \$/kWh	\$/m ²	2,36	2,25
EA 100W/m² 2500 h	kWh/m ²	250	250
Contribution à la chauffe de l'EA	%	25 %	25 %

* si l'EA est utilisée le combustible chauffe est réduit de 15 %

¹ Plus de 3 hectares pour le traditionnelle industrielle et 0,5 ha pour sur le toit

Tableau 31 —Modélisation financière pour Montréal selon les valeurs des indicateurs techniques et financiers pour l'opération d'une serre de tomates sans éclairage de photosynthèse

	\$/m ²		\$/kg	
	Sur toit	Milieu agricole	Sur toit	Milieu agricole
Revenu au prix du gros à la sortie de serre	77,00	110,00	2,000	2,000
Revenu de distribution et de mise en marché et autres				
Total des revenus	77,00	110,00	2,00	2,00
Dépenses de distribution et de mise en marché et autres				
Dépenses fixes de main-d'œuvre	11,20	11,20	0,291	0,204
Dépenses variables de main-d'œuvre	16,17	19,25	0,420	0,350
Total MO	27,37	30,45	0,711	0,554
Matériaux serres et dépenses de cultures	14,00	13,50	0,364	0,245
Matériaux emballages	9,63	13,75	0,250	0,250
Total des matériaux	23,63	27,25	0,614	0,495
Combustibles (cultures de tomates)	31,76	30,25	0,825	0,550
Électricité usage générale	2,36	2,25	0,061	0,041
Électricité éclairage de photosynthèse 2 500 h				
Total énergie	34,13	32,50	0,886	0,591
Autres dépenses d'exploitations	21,00	21,00	0,545	0,382
Total des dépenses d'exploitation	106,12	111,20	2,756	2,022
Bénéfices ou pertes d'exploitations	(29,12)	(1,20)	(0,756)	(0,022)
Amortissements des immobilisations	50,75	17,25	1,318	0,314
Rémunération du capital investi	72,00	18,40	1,870	0,335
Gains ou pertes	(151,87)	(36,85)	-3,945	-0,670
Revenu ou prix d'équilibre	228,87	146,85	5,94	2,67

Donc, selon cette modélisation, le serriculteur urbain doit maintenir un prix supérieur à 5,97 \$/kg s'il veut rentabiliser son investissement. Pour ce faire, il doit miser sur les circuits courts de mise en marché, lesquels sont facilement saturables. Rappelons que ce modèle tient compte des contraintes énumérées plus tôt dans ce document, dont les impératifs de la polyculture et celle liée à la luminosité. Donc le rendement en kg/m² (récolte vendable) est inférieur à celui des entreprises conventionnelles spécialisées. Pour augmenter ce rendement, il faut compter sur une plus grande spécialisation via des produits à cycle de production plus court comme celle de la laitue.

Le marché : l'offre et la demande de légumes de serre

L'abondance de l'offre décrite au tableau 22 a fait en sorte que les prix des tomates, poivrons et concombres de serre n'ont pas vraiment augmenté durant les derniers 5 ans et qu'ils ont bien souvent été à la baisse dans les tomates et les poivrons. Les prix obtenus pour les produits influencent les revenus par mètre carré et par conséquent la rentabilité de façon importante tout particulièrement si la marge d'exploitation est peu élevée.

Il est à remarquer à l'annexe 2, portant sur les principales initiatives pour les serres urbaines sur les toits ou non, ce sont les produits de feuilles comestibles (laitues et fines herbes) qui dominent. Pour ce qui est de la demande globale pour les légumes frais, il faut tenir compte du fait que le consommateur moyen hésite à payer plus cher un produit pour lequel il ne peut saisir tangiblement les avantages ou les bénéfices. Ce consommateur moyen a un budget assez déterminé ou limité à consacrer à l'alimentation, surtout les familles. Cela a bien été démontré lors des "focus groups".

Les marchés haut de gamme et de niches occupent une portion limitée en ce qui a trait à l'ensemble du marché des légumes frais consommés; ils sont facilement saturables. Cela entraîne des conséquences importantes pour ce qui est de leur distribution. On peut remarquer une part importante de distribution directe (circuit court) dans ce type de produits.

Les produits ayant un coût de production plus élevé doivent donc démontrer des avantages pour le consommateur ou avec lesquels il peut s'associer sur le plan idéologique ou culturel.

7.1.1. MODÈLE NO 1 : SERRES SUR IMMEUBLES LOCATIFS ET COMMERCE DE DÉTAIL

Sur le plan économique, cette option pourrait être la plus difficile à réaliser. Les contraintes qu'impose la compétition des autres serres à certaines périodes de l'année limitent les prix pouvant être obtenus. Les marchés de niches doivent donc être développés afin de pouvoir soutenir les marges d'opérations requises pour rémunérer adéquatement le capital des serres urbaines.

Le produit et la distribution doivent donc procurer des avantages compensatoires développés. Ces avantages peuvent se situer dans les domaines tels que :

- La régularité des approvisionnements;
- La régularité dans les normes du produit;
- La fraîcheur et le goût;
- Des formats facilitant la conservation ou l'utilisation du produit, etc.;
- La sécurité du produit.

Il y a nécessité d'être sur des circuits les plus courts possibles et d'avoir un lien assez proche du consommateur (paniers) ou avec un supermarché ou une chaîne de restaurants. L'approvisionnement de restaurants « table à nappe blanche » ou d'hôtels avec table gastronomique pourrait être des créneaux à exploiter. C'est la stratégie commerciale qui est importante pour les circuits courts de mise en marché. Il faut aller chercher le consommateur cible, celui qui est capable de payer: c'est dans les tours à bureaux où la clientèle est susceptible d'être en mesure de payer pour des paniers bios.

Pour les supermarchés, à titre d'exemple, une serre urbaine de 500 à 1000 m² pourrait pratiquement y vendre toutes ses tomates et poivrons dans la mesure où un étalage serait spécialement identifié. Avec de l'éclairage artificiel, l'entreprise pourrait aussi avoir eu une section laitue, et ainsi écouler pratiquement tous ses produits à ce supermarché sur une base régulière. Le partenariat à long terme et une planification permettant à chaque partie d'être gagnante doivent cependant exister afin de maintenir une saine relation d'affaires.

Pour l'île de Montréal, il est à noter que la consommation de 1 kg par habitant de feuillage comestible représente une superficie de serres avec éclairage artificiel de 4,8 hectares.

7.1.2. MODÈLE NO 2 : PROJETS DE VOCATION EN CONTEXTE D'ÉCONOMIE SOCIALE

L'utilisation de serres urbaines dans un contexte d'économie sociale, est intimement liée au contexte social et économique de la population et ainsi qu'au développement de l'agriculture urbaine. Donc, bien comprendre l'essor que l'agriculture urbaine est en train de prendre à Montréal aidera à saisir la perspective de développement de la serriculture urbaine.

Montréal a un taux de 16,6 % pour les familles avec faible revenu (*tableau 32 : Profil démographique et économique par région*); ce taux est deux fois supérieur à celui de la région de Laval. L'agriculture urbaine peut aider à améliorer la sécurité alimentaire et la qualité de l'alimentation des classes sociales à faibles revenus; de plus, cela contribuerait à assurer un meilleur capital de santé à cette classe sociale tout en pratiquant une saine activité.

Tableau 32 — Profil démographique et économique par région

		13 — Laval	06 Montréal
Superficie en terre ferme (2011)	km ²	246	498
Densité de population (2012)	hab./km ²	1 666	3 978
Population totale (2012)	habitants	409 718	1 981 672
0-14 ans	habitants	68 382	298 063
15-24 ans	habitants	53 179	232 468
25-44 ans	habitants	108 668	643 787
45-64 ans	habitants	114 266	506 499
65 ans et plus	habitants	65 223	300 855
25-44 ans	%	26,5	32,5
Solde migratoire interrégional (2011-2012)	habitants	1 173	20 492
Perspectives démographiques (variation 2031/2006)	%	28,6	12,1
Emplois (avril 2013)¹	000	216,9	955,9
Taux d'activité (avril 2013)¹	%	67,7	64,7
Taux d'emploi (avril 2013)¹		63,3	58,2
Taux de chômage (avril 2013)¹	%	6,5	10,0
Taux de faible revenu des familles (2010)	%	8,1	16,6
Revenu disponible des ménages par habitant (2011)	\$	26 196	26 567
PIB aux prix de base (2011)	M\$	13 018,90	109 118,00

Dépenses en immobilisation 2013	M\$	3 154	15 856
Nombre d'établissements manufacturiers (2010)	790	790	9 064

1. Désaisonnalisés en moyennes mobiles de trois mois.

<http://www.stat.gouv.qc.ca/regions/profils/>

Tableau 33 — Population de Montréal, 2011

Année	Ville de Montréal	Île de Montréal	Région métropolitaine (RMR)	Part de la ville dans la RMR (en%)
2011	1 649 519	1 886 481	3 824 221	43,1
Source : Ville de Montréal et base de données Adhémar, Groupe de recherche sur Montréal, Statistique Canada				

Durant la dernière décennie, l'agriculture urbaine a pris un essor considérable à Montréal. En 2011, Montréal comptait 97 jardins communautaires pour une superficie de 25 ha et 75 jardins collectifs³³. De plus, les quatre universités montréalaises ont mis en marche un volet pour le développement d'agriculture urbaine. Pour l'UQUAM, c'est le CRAPAUD ([Collectif de recherche en aménagement paysager et agriculture urbaine durable](#)).

De plus en plus d'entreprises et d'organismes intègrent également l'agriculture urbaine à leur milieu de vie. C'est le cas du restaurant à vocation sociale *Le Robin des bois* qui a développé un partenariat avec Santropole Roulant et qui organise des camps d'été comprenant des visites des Serre Lufa et des fermes à vocation sociale (Santropole Roulant).

Depuis 2009, la Caisse Populaire Desjardins du Mont-Royal a mis un programme de subvention (3 000 \$) pour aménager les toits en jardin. Son programme porte pour nom « *Desjardins chez TOIT* »³⁴. *Santropol Roulant* est un organisme de développement social favorisant l'agriculture urbaine afin de permettre à tous les groupes socioéconomiques d'avoir accès à une saine alimentation et améliorer à travers les jardins collectifs, la sécurité alimentaire des classes sociales les plus défavorisées³⁵. D'autres organismes se consacrent au développement de l'agriculture urbaine existe également tels que « Les Urbainculteurs » qui offrent des services et des fournitures pour aider les jardiniers à avoir du succès avec leur potager (<http://urbainculteurs.org/>).

Pour maximiser la production de légumes produits par cette agriculture urbaine. Il faut un approvisionnement de plants de qualités et ayant les caractéristiques désirées. Ceci nécessite la production en serres de ces plants. Les laitues et plusieurs légumes à feuilles comestibles pourraient avoir 3 cycles de production en jardin. (Laitues, laitue, bok choi).

Si les serres possèdent des systèmes d'éclairage artificiel pour la photosynthèse, elles pourraient être utilisées pour produire des légumes à feuillages comestibles et des fines herbes durant l'hiver et

³³ <http://agriculturemontreal.com/historique-recent-agriculture-urbaine-montreal>

³⁴ http://www.desjardins.com/fr/votre_caisse/81530197/des-jardins-chez-toit.pdf

³⁵ <http://santropolroulant.org/site/fr/what-we-do/urban-agriculture/intro-to-ua/>

l'automne. Ainsi, leur superficie pourrait être utilisée à longueur d'année. Tantôt pour produire des plants³⁶ pour les jardins et tantôt pour produire des légumes pour la consommation. Ce genre de plan de production nécessite cependant le choix de légumes à cycles de production courts.

De fait, si la superficie de la serre était suffisamment importante, au printemps, la moitié pourrait continuer à produire des légumes et l'autre moitié pourrait se consacrer à la production de plants pour les jardins. Le 2/3 de la superficie pour laitues et feuilles comestibles et 1/3 de la superficie mars, avril pour semis et plants pour potagers pour semis potager.

Cependant, le financement de telles initiatives est des plus complexes. Une serre n'a pas vraiment de valeur aux yeux des financiers. Alors, dans le cas d'une entreprise d'économie sociale cela devient extrêmement difficile d'obtenir les fonds nécessaires à la construction des infrastructures. Un appui des gouvernements locaux et provinciaux est dans bien des cas, la seule façon de mettre de l'avant un tel projet.

7.1.3. MODÈLE NO 3 : VOCATION RÉCRÉATIVE OU MILIEU DE VIE

Plus de 33.5 % de la population de l'agglomération de Montréal était âgée de plus de 50 ans en 2006 selon Statistique Canada. Les baby-boomers arrivent à leur retraite et une proportion importante d'entre eux ont un important capital d'accumulé pouvant leur assurer une fin de vie confortable.

Ainsi, durant les dernières années, plusieurs gros blocs de résidences se sont construits pour pouvoir les accueillir. Ce sont des complexes d'habitations en hauteur pour les aînées autonomes.

Ces résidences veulent procurer une qualité de vie extraordinaire aux gens du bel âge³⁷. Une serre sur le toit serait tout à fait compatible avec l'objectif de rendre le milieu de vie agréable et sain aux aînés.

Cette serre pourrait produire des légumes frais, dont des laitues et concombres faciles à digérer pour les aînés. Elle pourrait comporter une section de plantes ornementales et tropicales facile d'accès. Également, un endroit de séjour pour diverses activités pourrait y être aménagé. Ainsi, les aînés pourraient profiter de la verdure 355 jours par année et même y pratiquer des activités horticoles.

En prenant une modeste production de légumes de 25 kg par m²/an (0,5 kg/sem./m²) et une consommation de légumes de serre de 9 kg par an par habitant, on peut constater que la superficie requise par habitant est relativement petite soit 0,3 mètre carré.

Cependant, une telle serre nécessite la présence d'une personne pour l'opérer et prendre soin des cultures pour une superficie relativement petite. C'est peut-être plus facile lorsque les résidences sont sous forme coopérative et si les résidents y participeraient avec passion.

³⁶ Identifié comme une piste de développement dans le rapport de L'Office de consultation publique, État de l'agriculture urbaine à Montréal, Rapport de consultation publique, le 3 octobre 2012

³⁷ <http://residencessoleil.ca/>

8. CONCLUSION

La construction d'une serre sur le toit d'un immeuble occasionne des contraintes diverses et une planification beaucoup plus étendue qu'en milieu rural. En fait, le promoteur doit obligatoirement s'appuyer sur des professionnels pour les plans et devis en relation avec la résistance mécanique du bâtiment notamment et pour rencontrer les exigences des règlements municipaux, les dispositions des plans d'urbanisation et les règlements en matière d'environnement. Il doit se faire accompagner également pour les aspects légaux au niveau des baux de location notamment.

Les technologies modernes aident la culture en serre à être de 5 à 20 fois plus productive que la culture extensive sur le sol. Cela prend relativement peu de superficies de serre par habitant pour s'approvisionner en légumes. Par contre, en milieu urbain, leur coût d'implantation est élevé.

Plusieurs défis et contraintes sont au rendez-vous lorsqu'il s'agit de bâtir sur le toit d'un immeuble. En effet, le Code national du bâtiment s'appliquant, la structure des serres est plus robuste entraînant des coûts supplémentaires et une perte de luminosité dans les serres. Si les villes et les provinces veulent encourager la serriculture urbaine, il serait des plus avisé de revoir avec le gouvernement fédéral certaines dispositions de ce code. Aussi, suite à nos rencontres avec des leaders de l'agriculture urbaine à Montréal, nous sommes également d'avis que des aides financières seront nécessaires pour favoriser l'essor de cette agriculture. Le rapport³⁸ portant sur l'agriculture urbaine de l'Office de consultation publique de la ville de Montréal semble identifier des pistes prometteuses soit :

- Un programme général de financement dédié aux projets d'agriculture urbaine initiés par des organismes communautaires ainsi qu'aux projets favorisant les partenariats multi-acteurs;
- Un fond capitalisé dédié aux projets d'innovation et à la recherche sur les effets de l'agriculture urbaine (indicateurs);
- Un programme récurrent de crédit de taxes foncières et scolaires pour favoriser l'implantation de cultures commerciales en serres.

Si le promoteur adopte une production diversifiée, la gestion phytosanitaire est plus complexe et les risques de contamination s'accroissent en raison de la proximité de jardins amateurs. La présence d'îlots de chaleur en milieu urbain avec des températures de pointe pouvant excéder de 12 à 17 °C la température en milieu rural et les nuits très chaudes (moyenne supérieure de plus 12 °C) exige aussi l'utilisation d'outils adaptés pour obtenir un refroidissement adéquat en période estivale. Ainsi, le producteur en agriculture urbaine devra pouvoir se démarquer par ses connaissances en gestion sous basses luminosités en conditions chaudes, évaluer le risque des polluants en fonction des productions visées, avoir une grande maîtrise de la gestion phytosanitaire. Enfin, nous avons documenté le potentiel d'économie d'énergie en construisant sur un toit et nous constatons que les pertes de chaleur pouvant être récupérées par une serre se situent essentiellement au niveau des vieux bâtiments et qu'une économie d'énergie importante est réalisable pour le bâtiment en soi en terme de chauffage et sa charge de climatisation qui se voit réduite.

³⁸ Office de consultation publique, État de l'agriculture urbaine à Montréal, Rapport de consultation publique, le 3 octobre 2012, page 118

Ces contraintes, qui n'ont rien d'insurmontable, mais elles exercent des pressions sur les rendements, ou sur les coûts pour les mesures de mitigation.

Un investissement pour avoir des serres avec les technologies du jour est très élevé. Pour rentabiliser un tel investissement, il faut produire des cultures où les rendements sont élevés et éprouvés pour le Québec, où les coûts de production sont contrôlés et produire sur la plus longue période possible (pour rentabiliser l'investissement). Au Québec, on y arrive dans la laitue et les tomates. Cependant, avec peu de volume mis en marché actuellement en milieu urbain, il est actuellement difficile de distribuer dans les supermarchés où la demande pour des produits issus de l'agriculture urbaine n'est pas encore présente. Le modèle d'affaires visant à joindre directement le consommateur avec des produits diversifiés ou encore dans les restaurants haut de gamme semble être un créneau porteur, bien que facilement saturable. Encore ici, pour se démarquer, le producteur devra compter sur des variétés différentes, mais devant le peu de volume pour intéresser un grainetier, il devra lui-même produire ses semences.

Construire une serre en milieu urbain n'est pas un gage de court-circuiter le transport sur de longues distances, c'est-à-dire le produit importé. C'est le type de marché vers lequel est destiné la production qui est le déterminant de quel produit sera évacué du marché par la nouvelle production. Car s'il n'y a pas de nouvelle demande, l'augmentation de l'offre se traduit par une baisse de prix. Si la situation se maintient, les producteurs plus endettés ou moins efficaces se retirent. Cette situation a mainte fois été observée et se produit encore. Si la nouvelle entreprise vend par paniers, on prend la place des producteurs locaux occupant ces marchés. Même chose pour les restaurants haut de gamme et les marchés publics. Pour court-circuiter le transport qui vient de loin, il faut vendre le produit dans les HRI (voir analyse du HRI plus loin) et dans les grandes chaînes d'alimentation. Pour ne pas chasser les producteurs locaux approvisionnant ces circuits courts, il faut que la demande dans ces circuits augmente, c'est-à-dire le nombre de consommateurs et le volume qu'ils achètent dans les circuits courts : marchés publics, paniers, à la ferme. Ces volumes ne sont pas mesurés³⁹. Tous les observateurs s'entendent toutefois pour qualifier les volumes transitant par les circuits courts de marginaux.

Bien que l'utilisation de serres dans les secteurs urbains représente des défis de taille sur plusieurs plans, cela demeure un défi de rentabiliser ce concept. Devant les coûts supérieurs et tenant compte de la capacité de payer des consommateurs, les villes qui veulent encourager un tel concept devront « soutenir » les entrepreneurs privés et coopératifs avec différents programmes financiers. Bref, si on veut que les produits de l'agriculture urbaine se démocratisent au plus grand nombre, les villes n'auront d'autres choix que de s'engager financièrement dans cette nouvelle forme d'agriculture. Si l'état désire également encourager ce type d'agriculture, des programmes de soutien visant les infrastructures et les équipements devront être mis en place.

Il faut rappeler en terminant que l'agriculture urbaine ne vise pas uniquement la productivité, par ses initiatives elle contribue à l'éducation et améliorer le milieu de vie de tout un chacun. Il s'agit en fait de bien rester proche de nos ressources et d'avoir un milieu de vie sain, une bonne alimentation et faire de nos villes un milieu où il fait bon vivre quel que soit notre classe sociale ou notre statut économique.

³⁹ MAPAQ 2013 (conférence téléphonique)

ANNEXE 1 — LA FICHE TECHNIQUE SYNTHÈSE

L'AGRICULTURE URBAINE QUÉBÉCOISE LES SERRES SUR LES TOITS : UN POTENTIEL POUR LE SECTEUR SERRICOLE?

Plusieurs initiatives d'agriculture urbaine ont vu le jour au cours des dernières années à Montréal, Vancouver et New York. Internationalement, nous voyons un intérêt grandissant des communautés et des entreprises à s'installer en milieu urbain. Cependant, l'agriculture urbaine au Québec est présentement une pratique marginale, mais l'intérêt des citoyens des grandes villes de la province, particulièrement la métropole, pour des produits de ce type d'agriculture est de plus en plus présent. Ce document présente une vision de l'agriculture urbaine reliée spécifiquement à la production serricole (principalement maraîchère) sur des toits en milieu urbain.

L'objectif de cette fiche est de présenter aux producteurs en serre du Québec et aux intervenants du secteur les enjeux techniques, environnementaux, sociaux et économiques de ce type d'agriculture afin d'évaluer le potentiel de construction de serres sur des bâtiments industriels, commerciaux ou résidentiels urbains.

CADRE RÉGLEMENTAIRE

Il est important de souligner que la construction de serres en hauteur est soumise au Code national du bâtiment (CNB). Celle en milieu agricole, est soumise au Code national de construction des bâtiments agricoles – Canada (CNCBA) lequel est moins restrictif que le CNB. En effet, l'application du CNB fait augmenter les coûts de construction suivants :

- Structure de serre plus résistante et solide;
- Main-d'œuvre spécialisée nécessaire.

Il faut également considérer que chaque municipalité au Québec possède ses propres règlements, politiques et façons de faire en ce qui a trait à l'agriculture en milieu urbain. Il est donc préférable de travailler de pair avec les représentants de sa municipalité afin de faciliter la réalisation du projet et connaître les contraintes existantes.

TRAVAIL EN HAUTEUR

Au Québec, la CSST exige des normes de sécurité spécifiques sur le travail en hauteur. On parle ici de la construction de serres sur les toits, mais aussi de l'entretien de celles-ci. Il s'agit, entre autres, de rampes de protection, de charriots spécialisés pour le travail en hauteur et le port d'un harnais de sécurité relié à un point d'ancrage pour les travailleurs.

INGÉNIERIE

Au niveau de l'ingénierie, il faut réaliser que le toit du bâtiment doit pouvoir supporter la charge supplémentaire des serres. De leur côté, les serres doivent respecter des contraintes particulières au niveau de la charge de neige, de pluie et de vent. Les données suivantes peuvent varier selon la municipalité où se trouvent les serres :

- Charge de neige : 265 kg/m²;
- Charge de pluie : 40 kg/m²;
- Charge de vent entre 31 kg/m² et 41 kg/m².

Il y a des similitudes structurelles quant à la préparation du toit entre les serres urbaines et les toits verts. En effet, les couches supplémentaires pour préparer le toit sont :

- Couche de drainage;
- Membrane filtrante.

ÉTAPES DE RÉALISATION D'UN PROJET

1. Contacter la municipalité où a lieu le projet;
2. Valider avec les autorités, les règlements en vigueur et leur mode d'application;
3. Prendre un rendez-vous avec les inspecteurs de la ville afin de présenter le projet et le site proposé;
4. Suivre les indications des inspecteurs municipaux;
5. Réaliser les analyses de structure requises;
6. Présenter les plans à la municipalité afin d'obtenir leur autorisation;
7. Entreprendre les travaux, une fois les autorisations obtenues.

COÛTS SUPPLÉMENTAIRES

Voici un tableau comparatif des coûts d'une serre en milieu agricole par rapport à une serre urbaine sur un toit :

Serre agricole sans équipement (CNCBA)	(\$)/pi ²	6 à 8
Serre commerciale sans équipement (CNB)	(\$)/pi²	26 à 35
Équipement pour serre agricole et/ou commerciale	(\$)/pi ²	15 à 18
Adaptation du toit pour recevoir nouvelle structure	(\$)/pi²	25
Membrane en élastomère pour recouvrir la structure	(\$)/pi²	5 à 10
Accès au toit (Ascenseur/escalier)	(\$)/pi²	5
Coûts pour une serre agricole (CNCBA)	(\$)/pi ²	21 à 26
Coûts pour une serre commerciale (CNB)	(\$)/pi²	76 à 93

Il y a aussi les coûts supplémentaires de construction :

- Frais des permis de construction;
- Assemblage (structure plus imposante), manutention et entretiens de la structure sur le toit (grue);
- Frais de sécurité supplémentaires autour du site;
- Main-d'œuvre spécialisée, détenant un certificat de compétence.

Donc un coût de construction de 30 à 40 % supérieur à une serre traditionnelle sur sol. Finalement, il faut considérer les coûts supplémentaires spécifiques à la municipalité : la tarification de l'eau, l'enfouissement des rebuts, les **taxes**, le compostage et la récupération des déchets.

MODÈLES ARCHITECTURAUX

Voici quelques particularités architecturales retrouvées dans les projets de serres sur les toits à travers le monde :

- Serres urbaines délimitées par la superficie limitée des toits des bâtiments;
- Serres souvent de type jumelé;
- Matériaux de recouvrement : permanent (verre, polycarbonate, acrylique) et polyéthylène double;
- Structure en aluminium et acier;
- Présence d'écrans thermiques;
- Chauffage au gaz naturel et électricité;
- Présence d'éclairage d'appoint;
- Production hydroponique.

ÉNERGIE ET GESTION ÉNERGÉTIQUE

Pertes de chaleur des bâtiments

Les sources de pertes de chaleur des bâtiments peuvent être des opportunités de chauffage pour les serres. Il faut cependant réussir à recueillir ces pertes. Ce sont généralement les bâtiments plus âgés qui offrent ces opportunités. Ces sources sont de 4 types :

- Pertes liées aux échangeurs thermiques (changement d'air);
- Système de ventilation de la plomberie;
- Eaux grises;
- Isolation du toit.

L'énergie des serres en milieu urbain

- Possibilité d'îlots de chaleur pouvant affecter la productivité;
- Mesures de mitigations nécessaires pour gérer la chaleur estivale;
- Construire en hauteur augmente la vitesse moyenne et la constance du vent, donc la consommation d'énergie;
- Économies d'énergie par la pose d'écrans thermiques.

Sources d'énergie pour le chauffage

- Gaz naturel;
- Biomasse (granules);
- Électricité;
- Solaire (thermique et photovoltaïque);
- Récupération de chaleur du bâtiment.

Types d'équipements de chauffage

Les contraintes se situent au niveau du bruit, de l'espace disponibles et la disponibilité des combustibles. Paramètres :

- Nature du combustible (liquide/gaz/solide, capacité calorifique, etc.);
- Entreposage du combustible;
- Puissance du système à installer;
- Système de distribution de l'énergie dans les serres :
 - Air chaud;
 - Eau chaude;
 - Radiation.

Gestion des déchets de culture et pollution lumineuse – règlements municipaux

- Prévoir des frais pour disposer des résidus de culture;
- Prévoir au moment de la construction des mesures de mitigation pour la lumière selon le site choisi.

COMMERCIALISATION

Il existe deux types de circuit de mise en marché : le circuit court et le circuit long. Le circuit court est caractérisé par le contact direct entre le producteur et le client final, comme la vente dans un marché public ou à la ferme. Alors que le circuit long est caractérisé par au moins un intermédiaire comme la vente à un grossiste ou la livraison à un entrepôt d'une grande chaîne.

Le choix du mode de commercialisation d'un producteur urbain semble davantage une question de partenariats d'opportunités. Les producteurs en place ont tous trouvé des clients qui mettent l'accent sur la promotion des caractéristiques urbaines des produits concernés. La clientèle suivante apparaît la mieux outillée afin de mettre en valeur les produits issus de l'agriculture urbaine :

- Les restaurants à nappes blanches (c'est-à-dire haut de gamme);
- Les épiceries haut de gamme;
- Les grossistes/distributeurs dont la clientèle est constituée de restaurants et d'épiceries haut de gamme.

...

MARCHÉS POTENTIELS

Canal de mise en marché	Avantages (+)	Inconvénients (-)
Par paniers	Prix de détail plus élevés Clientèle stable Revenus en début de cycle de production Potentiel de marché disponible en dehors de la saison de champs	Demande totale faible donc marché facilement saturable Compétition avec d'autres producteurs locaux Coûts de mise en marché (tri et emballages pour les paniers) élevés
Restaurants à nappe blanche	Prix en général plus élevés Recherche un produit frais et local Clientèle potentiellement réceptive aux arguments promotionnels des producteurs urbains	Créneau à faible volume Efforts de vente élevés Compétition avec d'autres producteurs locaux Créneau facilement saturable
Vente directe	Faibles coûts de mise en marché Prix élevés	Trouver un site générant de l'achalandage Respecter la réglementation municipale sur les lieux de détails Entrer en compétition avec les magasins de détail (épiceries, marchés publics, etc.)
Marchés publics	Achalandage Type de clientèle désirant un produit le plus frais possible	Avoir accès à un espace intéressant et en assumer les coûts Compétition avec d'autres producteurs locaux Gestion d'un lieu de détails
Fruiteries indépendantes	Prix intéressants Avantage aux producteurs locaux et ensuite du Québec Pas d'exigence de certification en salubrité et traçabilité	Compétition avec d'autres producteurs locaux (dépend des régions) Volume très variable d'une fruiterie à l'autre
Épiceries indépendantes (livraisons directes) affiliées aux grandes chaînes	Prix intéressants Avantage les producteurs locaux Volumes requis adaptés pour les producteurs de moyenne superficie	Doivent être en théorie accrédités par la maison-mère, qui gère les paiements et se garde des frais Doivent en théorie répondre aux exigences Canada GAP (salubrité)

ASPECTS AGRONOMIQUES

La **luminosité** est l'intrant numéro 1 de la production en serre. Il est reconnu que 1 % de lumière supplémentaire favorise l'augmentation de 1 % du rendement des cultures, principalement pour les plantes tuteurées (tomate, concombre, poivron). Un des enjeux majeurs de la compétitivité de la production en serre en climat nordique est donc d'améliorer la luminosité des structures et la pénétration de la lumière dans le couvert végétal. Les fortes structures sur les toits imposent des pertes de 22 % de luminosité, donc une diminution de la productivité des plants.

Pour pallier à cette situation, il faut miser sur l'éclairage d'appoint. La production urbaine exige donc plus d'heures de fonctionnement des lampes en plus d'une intensité plus élevée. Le tout pour un investissement supplémentaire à la production rurale de l'ordre de 10 % en infrastructure et de 37 % en énergie électrique.

Les plantes et leur besoin d'enrichissement en CO₂

L'enrichissement en CO₂ est une pratique courante en production serricole. En milieu urbain, il peut aider à combler le manque de luminosité. Il est produit de deux façons :

- Par la combustion d'un combustible fossile (gaz naturel ou propane);
- Ajout de CO₂ liquide.

Ces deux solutions contreviennent aux avantages de réduction des émissions de CO₂ en milieu urbain.

Climat urbain et gestion de la chaleur

Il est reconnu que le climat urbain est caractérisé par des températures plus élevées (îlots de chaleur), autant de jour que de nuit. Il faut donc savoir gérer ces cultures en serre sous ce type de climat. Pour ce faire, il faut permettre l'abaissement des températures dans les serres par l'utilisation de :

- Ventilateurs pour assurer l'évapotranspiration des cultures;
- Brumisation;
- Matelas d'évaporation (« cooling pad »);
- Serre haute pour la stratification de l'air;
- Gicleurs d'eau sur les toits de verre;
- Écrans thermiques mobiles, filtres NIR et produits ombrageant appliqués sur le toit;
- Recouvrement pour réduire l'émission d'infrarouges;
- Thermopompe (source de froid pour la nuit).

LES SERRES SUR LES TOITS ET LA POLYCLTURE

Si on veut pénétrer les marchés porteurs, la polyculture est une option à envisager, mais elle est très complexe. Chaque culture a son propre mode de croissance, ses propres préférences climatiques (besoin de luminosité, température, humidité, CO₂). En plus, chaque culture possède des besoins différents en matière de gestion de l'irrigation et de la fertilisation, tout en exigeant des travaux différents de la part de la main-d'œuvre, ainsi que pour la mise en marché. Finalement, il faut savoir que chaque culture est affectée par différents ravageurs et maladies.

La situation agronomique idéale serait de fournir à chaque culture les conditions optimales. En pratique, le producteur cherche à optimiser les conditions climatiques de la culture principale dans une zone donnée en plus d'adapter la gestion des autres cultures à ces conditions. Au niveau de la main-d'œuvre, cela requiert plus d'habiletés à maîtriser pour les employés réguliers.

Lutte antiparasitaire

Les serres sur les toits auront à cohabiter avec une diversité de plantes ornementales ou maraîchères du voisinage ce qui amène des problèmes de maladies et d'insectes pratiquement absents en zone agricole. Les solutions à préconiser ne sont pas de types chimiques (peu recommandé en milieu urbain), mais plutôt d'évitement (SAS, moustiquaire, plante-trappe, pièges).

Gestion de l'humidité en ville

L'humidité en milieu urbain diffère du milieu rural. En effet, en raison de la chaleur, les plantes ont un stress hydrique supplémentaire et cette condition est propice à la multiplication d'insectes nuisibles.

Qualité de l'air

Les plantes réagissent différemment des humains aux polluants atmosphériques tels que le NO_x, SO₂ et NH₄⁺. Tout projet de serre en milieu urbain doit évaluer le risque chimique pour la culture.

Choix des cultivars

Il faut choisir les cultivars adaptés aux conditions urbaines de climat chaud et de faible luminosité.

Gestion de la charge de la culture

Il faut compenser la limitation lumineuse et maintenir l'équilibre des cultures par une réduction de la densité de plantation et de charge en fruits.

OPPORTUNITÉS D’AFFAIRES

Modèle NO 1 : Serres sur Immeubles locatifs et commerce de DÉTAIL

Le serriculteur urbain doit maintenir un prix supérieur à 5,97/kg s’il veut rentabiliser son investissement. Pour ce faire, il doit miser sur les circuits courts de mise en marché, lesquels sont facilement saturables. Rappelons que ce modèle tient compte des contraintes énumérées plus tôt dans ce document, dont les impératifs de la polyculture et celle liée à la luminosité. Donc, le rendement en kg/m² (récolte vendable) est inférieur à celui des entreprises conventionnelles spécialisées. Pour augmenter ce rendement, il faut compter sur une plus grande spécialisation via des produits à cycle de production plus court comme celle de la laitue.

Il y a nécessité d’être sur des circuits le plus court possible et d’avoir un lien assez proche du consommateur (paniers) ou avec un supermarché ou une chaîne de restaurants. L’approvisionnement de restaurants « table à nappe blanche » ou hôtels avec table gastronomique pourrait être des créneaux à exploiter.

À titre d’exemple, une serre urbaine de 500 à 1000 m² pourrait pratiquement vendre toutes ses tomates et poivrons à un supermarché qui lui donnerait l’opportunité d’avoir un étalage identifié. Avec de l’éclairage artificiel, l’entreprise pourrait aussi avoir eu une section laitue, et ainsi écouler pratiquement tous ses produits à ce supermarché sur une base régulière. Le partenariat à long terme et une planification permettant à chaque partie d’être gagnant doivent cependant exister afin de maintenir une saine relation d’affaires.

Modèle NO 2 : Projets de vocation en contexte d’économie sociale

Afin de fournir les jardins communautaires et collectifs, il faut un approvisionnement de plants de qualité et ayant les caractéristiques désirées. Ceci nécessite la production en serres de ces plants. Les laitues et plusieurs légumes à feuilles comestibles pourraient avoir 3 cycles de production en jardin. (Ex. : Laitues, bok choi).

Si les serres possèdent des systèmes d’éclairage artificiel pour la photosynthèse, elles pourraient être utilisées pour produire des légumes à feuillages comestibles et des fines herbes durant l’hiver et l’automne. Ainsi, leur superficie pourrait être utilisée à longueur d’année. Tantôt pour produire des plants pour les jardins et tantôt pour produire des légumes pour la consommation. Ce genre de plan de production nécessite cependant le choix de légumes à cycles de production courts.

De fait, si la superficie de la serre était suffisamment importante, au printemps, la moitié pourrait continuer à produire des légumes et l’autre moitié pourrait se consacrer à la production de plants pour les jardins. Le 2/3 de la superficie pour laitues et feuilles comestibles et 1/3 de la superficie mars, avril pour semis et plants pour potagers pour semis potager.

Les serres opérant en hiver pour la production de légumes exigent toutefois une quantité appréciable de capital, de technologie et de savoir-faire. Étant donné qu’elles auraient une mission plutôt communautaire par rapport à l’agriculture urbaine, la forme coopérative aurait peut-être plus de chance de succès.

Modèle NO 3 : Vocation récréative ou milieu de vie

Les baby-boomers arrivent à leur retraite et une proportion importante d’entre eux ont un important capital d’accumulé pouvant leur assurer une fin de vie confortable. Ainsi, durant les dernières années plusieurs complexes d’habitations en hauteur pour les aînées autonomes ont été érigés. Ces résidences veulent procurer une qualité de vie extraordinaire aux gens du bel âge. Une serre sur le toit pourrait répondre à cet objectif. Elle pourrait produire des légumes frais, dont des laitues et concombres et comporter une section de plantes ornementales et tropicales facile d’accès. Également, un endroit de séjour pour diverses activités pourrait y être aménagé. Ainsi, ils pourraient profiter de la verdure à l’année et même y pratiquer des activités horticoles. En prenant une modeste production de légumes de 25 kg par m²/an (0,5 kg/sem./m²) et une consommation de légumes de serre de 9 kg par an par habitant, on peut constater que la superficie requise par habitant est relativement petite soit 0,3 mètre carré.

ANNEXE 2 – TABLEAUX SYNTHÈSES DES MODÈLES DE MISE EN MARCHÉ EN AMÉRIQUE

Les modèles d'affaires en serriculture urbaine sont liés directement au client, à ses valeurs et à la satisfaction de ses attentes. Celles-ci sont généralement en lien avec des valeurs liées à des priorités environnementales, donc une agriculture de proximité et à la volonté d'avoir accès à des produits de qualités, exempts de pesticides et diversifiés tant au niveau des variétés pour un même produit que de l'offre générale des fruits, et légumes. Sans prendre en compte la dimension énergétique, ce sont les modèles les plus courants aux États-Unis.

Donc, surfant sur ces nouvelles attentes et valeurs des consommateurs, ils ont décidé de rendre le concept d'agriculture de proximité accessible à tous, à même les points de vente traditionnelle comme les supermarchés. Dans la plupart des initiatives étudiées aux États-Unis, l'entreprise s'est parée contre la concurrence via des ententes d'approvisionnement avec le commerçant sur le moyen terme. Au Québec, les pionniers du domaine se sont grandement inspirés des initiatives dites « agriculture soutenue par la communauté (ASC) » et ont pris le pari de le rendre accessible en ville. Pour garder leur avantage concurrentiel, ils ont développé des ententes d'approvisionnement directement avec le consommateur (AST) tout en ayant des alliances stratégiques avec les entreprises agricoles traditionnelles, souvent bio, pour accroître leur offre de produit.

Pour quelques un de ces modèles d'affaires, l'entreprise se positionne de manière cohérente avec ce qu'elle veut projeter comme image chez le client. Sachant que la serriculture est une activité économique très énergivore, les promoteurs ont poussé le concept vers une intégration à même le tissu urbain afin de bénéficier de l'énergie résiduelle des bâtiments existants. Dans les pages qui suivent, nous présentons quelques initiatives ayant actuellement cours tant aux États-Unis qu'au Canada.

Les initiatives aux États-Unis

Les initiatives suivantes ont été développées par BrightFarms⁴⁰ :

- Sunset Park, Brooklyn Greenhouse;
- McCaffrey's Market;
- Saint Paul, Minnesota Greenhouse;
- Homeland Stores;
- Huntington Greenhouse.

Seule la première initiative est construite sur un toit. Cependant les autres ont la particularité d'être construites sur le sol, mais à proximité d'un lieu de distribution, et ce, en pleine ville. Le modèle d'affaires de la compagnie BrightFarms est inspiré d'un modèle financier courant dans le domaine des énergies renouvelables. Cette compagnie paie les sommes nécessaires pour installer et opérer les serres, sur le site choisi par le distributeur, dans la mesure où ce dernier signe un contrat d'achat des produits

⁴⁰ <http://www.brightfarms.com/projects/>

de la serre sur une période de 10 ans. Le prix contractuel est basé sur un taux fixe, mais pouvant varier selon les prix du marché. Le marchand ne paiera jamais un prix plus élevé que le marché. Fort de ce contrat, BrightFarms peut faire financer le coût de construction, lequel est évalué à 2 millions de dollars US. Selon « The Packer, décembre 2011 », BrightFarms a reçu 4,3 millions \$ de financement d'investisseurs privés dont NGEN Partners et des fondateurs Emil Capital Partners et Ted Caplow de la compagnie. Ngen partenens.

Sunset Park, Brooklyn Greenhouse

Gestionnaire	BrightFarms.
Localisation	Salmar Properties, Brooklyn.
Type de serre	Toit d'une propriété privée.
Clientèle cible	Clients des supermarchés A&P, The Food Emporium, Pathmark ou Waldbaum's de la région métropolitaine de New York.
Dimension	100 000 pi ²
Produits	Tomates, laitues et fines herbes.
Volume	1 million de livres de produit/an.
Stratégie commerciale	Production annuelle. Vente en supermarchés principalement.
Ententes contractuelles	Entente à long terme. The Great Atlantic and Pacific Tea Company, Inc. (A&P).
Positionnement sur le marché	▪ Rapprochement de la chaîne d'approvisionnement de plus de 1000 miles; ▪ Production suffisante pour combler les besoins de 5 000 New Yorkais; ▪ 25 emplois à temps plein; ▪ Récupération de 1,8 million de gallons d'eau de pluie; ▪ Fraîcheur du produit, produit local.
Citations :	"Partnering with BrightFarms is a phenomenal opportunity to provide our Customers with the freshest, local, and most sustainable produce in the supermarket aisle," "We are committed to being the number one food and drug store in the neighborhoods we serve, and this partnership gets us one step closer to achieving that goal."

McCaffrey's Market

Gestionnaire	BrightFarms
Localisation	Yardley, PA
Type de serre	<i>Probablement de type traditionnel. Actuellement en construction, production prévue en octobre 2012.</i>
Clientèle cible	Clients des épiceries McCaffrey en Pennsylvanie et New Jersey.
Dimension	50 000 pi ²
Produits	Laitues variées, Baby argula, tomates (cerises à Beef steak), fines herbes.
Volume	50 000 livres
Stratégie commerciale	Production annuelle. Vente dans les épiceries et restaurants.
Ententes contractuelles	- Entente à long terme avec McCaffrey's Market; - Entente avec des restaurants de Philadelphie en partenariat avec un grossiste. (John Vena inc.).
Positionnement sur le marché	- Marking a shift in the produce supply chain; - Livré dans les heures suivant la récolte; - Meilleur goût, durabilité du produit, et lutte intégrée.
Citations : "I am excited to break ground with BrightFarms and be that much closer to offering our customers more of the finest local produce year-round," says Jim McCaffrey, Owner and CEO of McCaffrey's Market. John Vena, President of John Vena, Inc., says, "BrightFarms will help us meet the rising demand for locally sourced produce and support our 95-year history of offering the highest quality produce."	

Saint Paul, Minnesota Greenhouse

Gestionnaire	Partenariat public/privé, mais gestion privée (imprécis qui sera le gestionnaire).
Localisation	Directement sur le terrain d'un centre de distribution de J & J Distributing.
Type de serre	Traditionnel sur sol. En construction et premiers produits prévus en octobre.
Clientèle cible	Clients des supermarchés.
Dimension	38 000 pi ²
Produits	Laitue, tomates et fines herbes.
Volume	350 000 livres
Stratégie commerciale	J & J Distributing feront le conditionnement et l'emballage; J & J Distributing entente de distribution avec 50 Cub Foods stores (Supervalu) dans les villes jumelles.
Ententes contractuelles	Investissement de l'État de Pennsylvanie de 250 000 \$ à la ville de Saint Paul pour la création de 6 emplois pour la gestion de l'entreprise et de 50 personnes à temps partiel pour la construction; J & J Distributing entente de distribution avec Cub Foods.
Positionnement sur le marché	Création d'emploi dans des environnements défavorisés d'une ville; Des producteurs locaux feront la culture.
Citations : "Consumers will have new opportunities to get fresh, locally grown and sustainable produce year-round as a result of this project." BrightFarms CEO, Paul Lightfoot says "We're thrilled to partner with J&J to grow year-round local produce for the Saint Paul community. Jim Hannigan understands that local produce not only tastes better, it strengthens local economies."	

Homeland Stores

Gestionnaire	BrightFarms
Localisation	Oklahoma
Type de serre	Traditionnel sur le sol, à proximité d'un centre de distribution. Ouverture en mars 2013.
Clientèle cible	Clientèle des supermarchés. Homelands stores possède 75 supermarchés sous les noms de Homeland, Country Mart et Supermarkets dans l'Oklahoma.
Dimension	Inconnue
Produits	Laitue, tomates et fines herbes.
Volume	Inconnue
Stratégie commerciale	Production à l'année.
Ententes contractuelles	Entente à long terme entre BrightFarms et Homelands stores; Ententes d'approvisionnement avec d'autres producteurs locaux pour l'approvisionnement en tomates, laitues et fines herbes.
Positionnement sur le marché	« Consumers are demanding more locally grown produce. In a recent study by Mintel, 52% of consumers said locally sourced products were more important to them than organic products. » Fraîcheur et engagement économique dans la communauté.
Citations :	Darryl Fitzgerald, CEO of Homeland Stores, said, "We're excited to partner with BrightFarms and offer our consumers a year-round supply of fresh local produce. This partnership supports our commitment to sell the absolute freshest produce and our commitment to the community."

Huntington Greenhouse

Gestionnaire	BrightFarms – opérée par un producteur du nom d’Andrew Carter.
Localisation	Huntingdon, NY. (Long Island)
Type de serre	Pas indiqué, mais probablement de type traditionnel. Production à l’année.
Clientèle cible	Les clients de Best Yet’s Manhattan store (35 milles).
Dimension	
Produits	Spring mixt (green oakleaf, red oakleaf, green romaine, red romaine, lollo rossa, greenleaf lettuce, redleaf lettuce, chard, baby arugula, baby spinach, kale and frisee.), Baby Argula, Baby Spinach, Basilic et basilic vivant.
Volume	Inconnu
Stratégie commerciale	Livraison
Ententes contractuelles	Entente avec un des magasins de la chaîne Best Yet’s situé au 2187 Frederick Douglass Boulevard New York, NY 10026 (212) 377-2300.
Positionnement sur le marché	Livré le jour même de la cueillette. With a deep commitment to sustainability, farmer Andrew Carter grows to conserve land, water, and the environment.
Citations :	<i>“Being a farmer means supporting life on this planet and keeping people fed, healthy, and happy. To be a hydroponic farmer means using land and water, which are becoming increasingly scarce, more efficiently.”</i> – Andrew Carter, Farmer.

Gotham Greens

Gestionnaire	Gotham Greens, Viraj Puri, co-fondateur et CEO.
Localisation	Brooklyn, NY
Type de serre	Serres fermées ultramodernes, en verre, sur un toit. Produit à l'année. En activité depuis juin 2011, investissement de 3 M. Panneaux solaires (56kW) pour besoins électriques. Source de chauffage non mentionnée.
Clientèle cible	Épiceries haut de gamme (Whole Foods, D'Agostinos, etc.) et restaurants haut de gamme locaux.
Dimension	1/3 d'acre (1350 m ²)
Produits	Légumes feuilles (laitues et fines herbes). Culture hydroponique.
Volume	80 tonnes par année
Stratégie commerciale	Produits de haute qualité. Moins de ressources utilisées par unité de production que l'agriculture conventionnelle en sol. Produit local vendu dans des magasins haut de gamme.
Ententes contractuelles	Whole Foods (6 magasins), D'Agostinos (13 magasins), Union Market (3 magasins), 4 autres magasins indépendants, un distributeur par Internet et un restaurant.
Positionnement sur le marché	▪ Cultivé localement et de façon durable; ▪ les plus hauts standards de qualité; ▪ Les produits les plus frais, les plus nutritifs et le meilleur goût dans la ville de New York; ▪ « produits récoltés avant le petit déjeuner pour être dans votre assiette pour le lunch ».
Citation :	

Les modèles canadiens

Lufa Farms

Gestionnaire	Lufa farms, Mohamed Hage
Localisation	Ahuntsic, Montréal
Type de serre	Première <u>serre commerciale</u> au monde sur un toit. En activité depuis mars 2011, au coût de 3 M.
Clientèle cible	Basée sur le concept d'agriculture soutenue par la communauté (ASC). Paniers de légumes variés livrés localement.
Dimension	32 000 pi. ca
Produits	Polyculture et culture hydroponique (120 variétés de légumes provenant d'une quarantaine de familles de légumes – 16 variétés de tomates, 8 sortes de basilic, 3 ou 4 variétés de poivrons, etc.). Les produits sont mis en vente dans les 24 heures après la cueillette.
Volume	750 à 800 paniers/semaine (prix : petit panier 22 \$, grand 30 \$).
Stratégie commerciale	Livraison à l'année de produits variés (provenant aussi d'autres producteurs agricoles) à des consommateurs membres d'une coop d'approvisionnement.
Ententes contractuelles	Compte parmi ses partenaires et collaborateurs : La Coop fédérée, le MAPAQ, la Ville de Montréal, MITACS, la Corporation de développement économique communautaire (CDEC) des ententes d'approvisionnement existent avec des producteurs agricoles dans un rayon de 75 km de Montréal, afin de garantir une variété de produits. Les fermes Lufa ont développé un partenariat avec le Groupe Montori, une entreprise de construction connue pour ses immeubles commerciaux certifiés LEED. Selon l'entente, les fermes Lufa paieraient la construction des serres et le loyer, une fois les serres mises en marché.
Positionnement sur le marché	▪ Livré dans les heures suivant la récolte; ▪ Meilleur goût, durabilité du produit, produits différenciés et lutte intégrée; ▪ Quatre principes : ○ Conservation de l'énergie (chauffage et transport), ○ Maximisation des espaces existants, ○ Réduction des déchets, ○ Sécurité alimentaire; ▪ Prix entre ceux de Savoura et du Mexique.
Citation :	Répondre aux besoins des consommateurs et à la demande de produits frais et goûteux. « Lufa Farms claims to have 'broken even' earlier this year on its prototype energy-efficient rooftop greenhouse in Montreal. The company is ready to move forward with its "ultimate goal" – to develop a turnkey urban greenhouse system that can be located in any North.” (The Packer, June 2012)

Local Garden Vancouver

Gestionnaire	Local Garden (Alterrus System inc.)
Localisation	535 Richards Street, centre-ville de Vancouver
Type de serre	4 serres jumelées
Clientèle cible	Épiceries et restaurants dans un rayon de 10 km du centre-ville.
Dimension	5 700 pi ²
Produits	Laitues, fines herbes, épinards. Production annuelle.
Volume	Hydroponique vertical (Verticrop). 3000 plateaux mobiles, sur courroie – cycles de production entre 18 et 24 jours. Rendements estimés à 4 et 10 fois la productivité des champs.
Stratégie commerciale	Restaurant à nappe blanche, produits locaux frais de la ferme. Sans pesticides, ni OGM, récoltés à la main, fraîcheur.
Ententes contractuelles	Aucune que nous ayons identifiée
Positionnement sur le marché	Récolté et livré le même jour. Un goût de fraîcheur.
Citation :	What 's growing in the garden today? Think wildly fragrant local basil, the delicate crunch of just-picked lettuce and the peppery essence of fresh baby arugula.

ANNEXE 3 – MODÈLES ARCHITECTURAUX

Lufa Farms						
Localisation	Types de serres	Superficie	Production	Matériaux	Chauffage/Climatisation	Frais
Montréal, Rue Antonio- Barbeau Sur le toit d'un édifice à bureaux de 3 étages	Serres jumelées, 7 chapelles	31 000 pi ²	Hydroponique 40 variétés Zone fraîche : laitues, fines herbes, etc. Zone chaude : tomates, poivrons, etc.	Aluminium acier Verre Écran thermique	Édifice sous les serres économise 25 % pour le chauffage Chauffage Gaz naturel Réseau d'eau chaude : sol, hauteur des fruits, toit, périmètre et fonte de la neige. Récupération de chaleur (50 % des besoins + chaleur de l'immeuble) Écrans thermiques horizontaux et verticaux Climatisation Été : Serre => effet rafraîchissant (2 à 10 °C) Cooling pad + brumisation Éclairage d'appoint Lampes HPS	Location Taxes supplémentaires Investissement : 3 M \$

Éléments techniques supplémentaires à considérer

Code du bâtiment (milieu urbain) demande une résistance du toit à une charge de neige de 55 lbs/m².

Nécessité de gicleurs.

Difficulté d'accès au toit pour la construction des serres (espace de manœuvre, acheminement des matériaux).

Nécessité de dérogation auprès de la ville pour installer les écrans (trop haut).

Gestion de l'eau difficile, car serre = aucune rétention d'eau. Le débit de renvoi à l'égout anticipé supérieur à la limite permise par la ville.

Photos extérieures et intérieures



Local Garden (Alterrus System inc.)

Localisation	Types de serres	Superficie	Production	Matériaux	Chauffage/Climatisation	Frais
Centre-ville de Vancouver Toit d'un stationnement de 6 étages (535 Richard Street)	4 serres jumelées 7 m de haut, 40 m de long et 16 m de large.	5 700 pi ²	Hydroponique vertical (Verticrop) 3000 plateaux mobiles, sur courroie – cycles de production entre 18 et 24 jours. Laitues, fines herbes, épinards. Production annuelle	Aluminium, acier et plastique Écrans thermiques	Hydroélectricité Lumière d'appoint	Coût estimé à 2 M \$

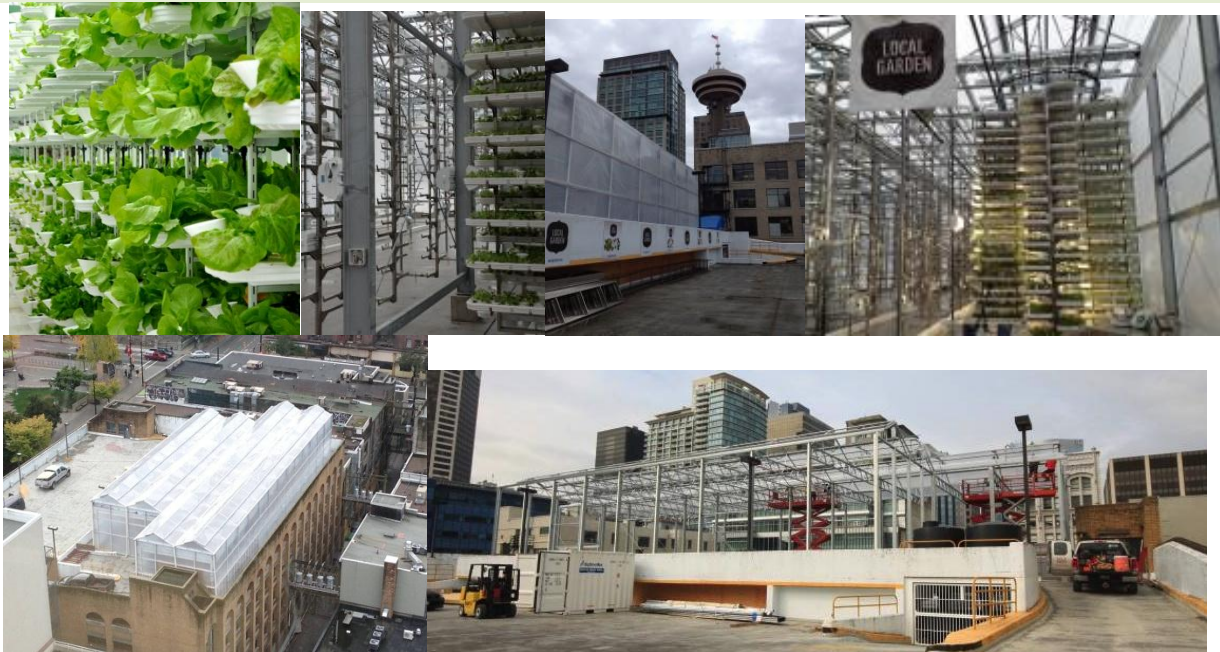
Éléments techniques supplémentaires à considérer

L'eau de culture est recyclée et réutilisée.

L'édifice n'était pas construit pour avoir une autre structure dessus.

Pour amener le matériel, il y a eu l'utilisation d'une grue et ils ont dû bloquer une rue.

Photos extérieures et intérieures



Sky Vegetables, Bronx Arbor House

Localisation	Types de serres	Superficie	Production	Matériaux	Chauffage/Climatisation	Frais
Bronx, New York (770 East, 166th Street) Sur le toit d'un immeuble à logements de 8 étages	4 serres individuelles de grandeur variable	8 000 pi ²	Hydroponique Production annuelle Laitue, fines herbes, bette à carde, bok choy, chou	Acier Aluminium Verre	Aucune mention	38 M \$, incluant immeuble à logements

Éléments techniques supplémentaires à considérer

Arbor house est certifiée LEED et NAHB Green.

L'eau de culture est recyclée et réutilisée.

Photos extérieures et intérieures



Gotham Greens						
Localisation	Types de serres	Superficie	Production	Matériaux	Chauffage/Climatisation	Frais
Greenpoint, Brooklyn. Toit d'un entrepôt de trois étages	Serres jumelées 3 chapelles	15 000 pi ²	Hydroponique Laitues, fines herbes	Aluminium, acier et verre Écrans thermiques	55 kW de panneaux solaires voltaïques, répond à 50 % des besoins énergétiques Gaz naturel Pas de récupération de chaleur en provenance de l'édifice	Coût estimé à plus de 2 M \$
Éléments techniques supplémentaires à considérer L'eau de culture est recyclée et réutilisée. Besoin d'une firme externe pour évaluer la possibilité du projet sur l'édifice existant. Préparation initiale : rendre le site sécuritaire, échafaud, remorque pour les travailleurs, travail de démolition. Besoin d'une grue pour mettre le matériel sur le toit. Construction d'un escalier pour atteindre le toit.						
Photos extérieures et intérieures 						

BrightFarms, Sunset Park, Brooklyn Greenhouse

Localisation	Types de serres	Superficie	Production	Matériaux	Chauffage/Climatisation	Frais
Salmar Properties, Brooklyn. Sur le toit d'un édifice à bureaux de 8 étages	20 pi de haut 2 blocs de serres jumelées 4 chapelles chacune	100 000 pi ²	Hydroponique Tomates, laitues et fines herbes	Possiblement verre, acier et aluminium	Pas d'information disponible	Investissement : 2 M \$

Éléments techniques supplémentaires à considérer

Récupération de 1.8 M de gallons d'eau de pluie.

Photos extérieures et intérieures (modélisation, car pas encore construite)



ANNEXE 4 – IMPÉRATIFS CONTRACTUELS



MARIE-ANDRÉE HOTTE, AVOCATE
Brodeur Hotte, avocats

LE BAIL POUR LES FINS D'UTILISATION D'UNE SERRE SUR LE TOIT D'UN IMMEUBLE / IMPÉRATIFS CONTRACTUELS

MISE EN GARDE : L'utilisation d'une serre sur le toit d'un immeuble est un usage plutôt inhabituel. Il comporte plusieurs défis, principalement techniques, mais également légaux.

Les baux commerciaux comportent une série de clauses qui sont habituellement imposées par les locateurs pour la protection de leurs droits et visant à départager clairement les obligations, responsabilités, voire même privilèges de chacune des parties.

Le présent document ne constitue pas un modèle de bail destiné à cet usage, non plus qu'une opinion juridique quant aux droits et obligations du locataire d'un immeuble aux fins d'un usage de ce type. Il vise plutôt à signaler au lecteur les clauses qui pourraient être utiles, compte tenu des défis liés à l'usage qu'il compte faire des lieux loués. D'autres clauses adaptées au contexte et à la réalité des parties devraient être incluses selon les circonstances propres à chaque cas. Le choix d'un immeuble est un aspect primordial préalable pour le locataire qui souhaite se lancer dans ce genre d'activité. Le futur locataire devrait accorder autant d'importance à la négociation du bail avec le bailleur, s'il veut protéger adéquatement ses droits.

La négociation du bail est souvent complexe. Elle peut s'avérer davantage ardue dans le cas de l'utilisation projetée d'une serre sur le toit d'un immeuble. L'avis d'un juriste (avocat, notaire) est fortement recommandé dans les circonstances, voire même essentiel

IMPÉRATIFS CONTRACTUELS :

1. Tel que mentionné précédemment, les clauses habituelles *standards* (contrepartie, taxes, superficie, etc.) ne sont pas l'objet du présent document.
 2. Définition : il sera opportun de définir les expressions techniques ou juridiques fréquemment utilisées dans le bail pour en faciliter la compréhension par les parties, et en cas de conflit, par le tribunal ou
-



MARIE-ANDRÉE HOTTE, AVOCATE
Brodeur Hotte, avocats

l'arbitre appelé à l'interpréter. Des clauses claires, librement discutées et bien assimilées permettront d'assurer une meilleure paix contractuelle.

3. Acceptation des lieux loués :

Les baux commerciaux comportent toujours une clause par laquelle le locataire déclare qu'il connaît l'état et la condition des lieux loués et qu'il s'en déclare satisfait. Le locataire doit donc s'assurer, préalablement au choix d'un immeuble (et il va sans dire à la signature du bail) que les futurs locaux correspondent en tous points à ses besoins et que la bâtisse puisse supporter ses infrastructures et permettre tous les usages projetés (capacité portante du toit, accès et utilisation à l'eau et à un quai de débarquement, capacité des systèmes électriques et de chauffage, compteur d'eau, etc.)

4. Usage des lieux loués :

Les baux prévoient habituellement une clause par laquelle les lieux loués ne pourront être utilisés à des fins autres que celles déclarées au bail, à défaut le bail pourrait être résilié. Dans ce contexte il est important d'identifier de façon complète tous les usages prévisibles (principal et accessoire) et projetés qui sont impliqués dans le cadre de la production en serre sur le toit d'un immeuble (et dans les locaux d'entreposage et/ou aires communes). Au risque de se répéter, des clauses claires et librement discutées permettront d'assurer une paix contractuelle.

5. Modifications/additions/améliorations aux lieux loués :

Les plans et devis doivent être soumis au locateur et ce dernier doit donner son consentement préalablement aux travaux. Les coûts des travaux sont habituellement à la charge du locataire, mais le locateur peut accepter de payer une allocation calculée au pied carré¹, parfois sujet à un engagement de longue durée.

¹ $\frac{\text{Superficie des Lieux loués}}{\text{Superficie totale}}$

X

montant total des Assurances, Frais
d'exploitation et Taxes foncières
attribuables à l'Immeuble



MARIE-ANDRÉE HOTTE, AVOCATE
Brodeur Hotte, avocats

6. Nettoyage et propreté :

Une clause de ce genre se retrouve habituellement dans les baux et impose au locataire que les lieux loués soient en tout temps propres et exempts de tous déchets, ordures, rebuts, vermine, rongeurs et insectes nuisibles.

7. Restrictions (odeur, bruits, fumée, etc.) :

Les baux prévoient habituellement une clause par laquelle le locataire ne doit pas permettre que ses activités gênent ou nuisent aux droits des autres locataires ou entrent en conflit avec les règlements de l'immeuble ou encore avec ceux du service d'incendie de la municipalité. Vu la nature particulière des usages projetés par le locataire, ce dernier devrait, au moment de choisir un immeuble, vérifier que les usages qu'il compte faire des lieux loués ne sont pas incompatibles avec les usages déjà présents dans l'immeuble, le tout, pour des fins de cohabitation harmonieuse et afin d'éviter des litiges coûteux.

8. Équipements et accessoires commerciaux du locataire et surcharge :

Ce genre de clause prévoit que le locataire ne doit pas installer dans les lieux loués ou dans les espaces d'entreposage des équipements ou pièces de machineries ou tout autre objet qui pourrait affecter défavorablement l'intégrité ou la solidité structurale de l'immeuble ou encore endommager toute autre structure ou surcharger les planchers. À défaut, il sera responsable de tout dommage causé à l'immeuble, aux biens du locateur ou ceux des autres locataires. Le locataire doit donc, préalablement à la signature du bail, obtenir l'opinion écrite d'un expert s'il veut pouvoir garantir au bailleur que ses activités ne risquent pas de compromettre l'intégrité de l'immeuble.



MARIE-ANDRÉE HOTTE, AVOCATE
Brodeur Hotte, avocats

9. Espace d'entreposage/salle d'emballage :

Il appartient au locataire de faire préciser au bail que des espaces suffisants lui soient accordés pour l'entreposage des biens meubles auxquels ils désirent avoir accès en tout temps (substrats et autres intrants) et que les usages autres, effectués dans les lieux d'entreposage (salle d'emballage et de compostage le cas échéant), soient des activités permises au bail.

10. Accès aux installations et aires communes/toits/comptoirs de vente :

Puisque le locataire a, en tout temps, le droit de contrôler les installations et les aires communes, le locataire devrait faire préciser certains usages, le cas échéant qui iraient au-delà d'une utilisation habituelle des aires communes (kiosques de vente, etc.).

Les lieux loués sont évidemment constitués d'un ou des locaux situés à l'intérieur de l'immeuble loué. Dans le cas d'une serre sur le toit d'un immeuble, les lieux loués sont constitués du toit, il en va de soi, mais pourraient également comprendre des locaux d'entreposage, des locaux de nettoyage. Nul besoin d'insister sur le fait que l'accès au toit doit être prévu et se faire facilement. Un accès au toit par les murs extérieurs peut aussi être requis pour des fins d'entretien des serres. L'utilisation d'encrage (ou tout autre matériel) pour les nacelles peut être indispensable. Les personnes assignées à l'entretien doivent être protégées adéquatement par une assurance spécifique.

De plus, si le locataire souhaite avoir un comptoir de vente afin de commercialiser ses produits, il devra le prévoir au bail et obtenir les autorisations nécessaires.

Il appartient au locataire de prévoir toutes ces exigences au moment de la négociation du bail. Une fois signé il pourrait être trop tard, voire même problématique (ou devenir trop onéreux) d'obtenir ces accès et autorisations.



MARIE-ANDRÉE HOTTE, AVOCATE
Brodeur Hotte, avocats

Il serait bon de faire préciser que le locataire aura accès à l'immeuble en tout temps, soit 24 h sur 24, incluant les jours fériés, vu la nature particulière de ses activités.

11. Espaces de bureaux :

À prévoir, le cas échéant.

12. Respect des lois en vigueur/obtention des autorisations nécessaires :

Le locataire est habituellement responsable de déclarer que toutes les activités qui seront effectuées dans les locaux loués sont conformes aux lois et règlements en vigueur et que tous les permis, licences ou approbations ont été délivrés par les autorités compétentes. Le locataire doit donc s'assurer préalablement à la signature du bail que tels permis, autorisations, licences ou approbations ont été délivrés ou le seront dans les meilleurs délais. À défaut, il ne pourra invoquer le fait qu'il ne puisse obtenir ces approbations, pour lui permettre de mettre fin au bail.

13. Prévention des incendies :

On exige parfois du locataire de maintenir un programme de prévention contre l'incendie et qu'il pourvoit à l'installation d'équipement de prévention et de détection contre les incendies, recommandé par l'assureur du locateur. Le Code civil du Québec prévoit (article 1862 CcQ) que le locataire pourrait être tenu d'indemniser le locateur des pertes matérielles subies, si la faute du locataire ou de ceux à qui il a permis l'accès à l'immeuble est établie.

14. Parc de stationnement :

Le locataire devra négocier des espaces de stationnement en nombre suffisant pour ses usages.



MARIE-ANDRÉE HOTTE, AVOCATE
Brodeur Hotte, avocats

15. Quai de chargement/déchargement:

Le locataire devra prévoir la présence d'un quai/plateforme de chargement/déchargement qu'il pourra utiliser en tout temps pour les besoins de ses activités, le cas échéant.

16. Ascenseur :

Le locataire devra prévoir la présence d'ascenseurs et un droit d'utilisation particulier de celles-ci, le cas échéant, pour transporter le matériel pour les besoins de son entreprise. Les frais d'entretien et de réparation devront également avoir été envisagés et discutés par les parties.

17. Durée du bail :

L'installation des infrastructures de serres sur le toit d'un immeuble comporte des défis et des coûts importants. Il importe de prévoir une durée de location qui permettra de rentabiliser les investissements effectués. Une clause de renouvellement automatique (sujette à une augmentation des loyers) est souhaitable, dépendant de la durée initiale du bail et des exigences de chacune des parties.

18. La propriété des infrastructures appartenant aux locataires :

Il est important de préciser que toutes les infrastructures installées sur le toit et appartenant au locataire demeurent en tout temps sa propriété, et ce, même si certaines infrastructures deviennent rattachées matériellement ou réunies à l'immeuble pour en faire partie intégrante (article 903 CcQ). À la fin du bail, le locataire doit être conscient qu'il devra procéder à l'enlèvement de ces infrastructures, sans toutefois endommager l'immeuble. Si l'enlèvement est impossible sans détériorer l'immeuble, le Code prévoit que le locateur peut les conserver en payant la valeur au locataire ou forcer ce dernier à les enlever et à remettre l'immeuble dans son état original. Si la remise en état est impossible, le locateur peut les conserver sans indemnité.



MARIE-ANDRÉE HOTTE, AVOCATE
Brodeur Hotte, avocats

Le locataire doit évaluer les coûts d'enlèvement des infrastructures et la dévaluation possible des équipements, dans ses choix de conserver ou non ses infrastructures à la fin du bail. Ces différentes réflexions doivent se faire, avant la conclusion du bail.

19. Sûreté réelle et garniture des lieux loués (hypothèque mobilière) :

Le locateur d'un immeuble commercial peut exiger des sûretés personnelles (cautions). Il peut également exiger de son locataire que ce dernier maintienne dans les lieux loués une quantité suffisante d'effets mobiliers pour garantir le paiement d'un nombre prédéterminé de mois de loyer et prévoir que ces biens soient grevés (affectés) d'une hypothèque mobilière qui en garantira le paiement. Comme les infrastructures du locataire risquent d'avoir une grande valeur, il peut être opportun de limiter (et identifier clairement) les biens meubles qui seront affectés par cette garantie. À cet égard, nous invitons le locataire, à être très vigilant au niveau de la limite de ce qui est concédé. Bien souvent, le locateur exigera l'universalité des biens meubles, créances ou comptes à recevoir alors que dans la majorité des cas, des biens meubles précis suffiront à couvrir le « risque ».

20. Obligations du locataire /jouissance paisible :

Le locataire est tenu de ne pas troubler la jouissance normale des autres locataires et de réparer le préjudice qui peut résulter de la violation de cette obligation. Il peut voir son bail résilié par le locateur en cas de non-respect.

21. Assurances du locataire :

La production en serre sur le toit d'un immeuble peut comporter des risques inhabituels pour un locateur (installation des serres et équipements inondation, pollution, odeur, contamination, etc.). Le locataire doit protéger sa responsabilité en contractant des polices d'assurance qui le protégeront adéquatement pour tous les risques liés aux installations de ses infrastructures, à l'usage ou l'occupation des lieux loués, et ce, tant pour la protection de ses biens (et celles des autres) que pour sa responsabilité



MARIE-ANDRÉE HOTTE, AVOCATE
Brodeur Hotte, avocats

civile (blessures incluant la mort), ainsi que tous les risques liés à la pollution (et dommages connexes à l'environnement). Il en va de la survie de l'entreprise du locataire en cas de sinistre. Le locataire se doit de bien informer son courtier des usages projetés dans les lieux loués afin que ce dernier le conseille adéquatement quant aux choix des protections d'assurance nécessaires. Le choix d'un courtier peut faire la différence.

22. Assurance du locateur :

Le coût des infrastructures étant élevés, le locataire doit également exiger de son locateur qu'il détienne des protections d'assurance responsabilité complètes protégeant non seulement sa bâtisse, mais également les biens de ses locataires et ultimement leurs revenus advenant qu'un sinistre à l'immeuble compromette la pratique de leurs activités.

23. Augmentation des risques :

Le locateur exige habituellement du locataire qu'il ne doive conserver dans l'immeuble aucune substance inflammable ni aucun explosif, ni permettre aucun acte susceptible d'augmenter le coût de ses assurances. À défaut, il devra assumer toute augmentation de primes liées à cette augmentation de risques.

Dans tous les cas, les parties vont exiger l'obtention d'une copie des polices d'assurance de l'autre et l'engagement réciproque de ne pas annuler ou diminuer les protections sans en aviser l'autre partie.

24. Obligations du locateur : Chauffage/climatisation/entretien de l'immeuble :

Des clauses sont habituellement prévues à l'effet d'obliger le locateur à entretenir les systèmes de chauffage, de climatisation ainsi que l'ensemble les infrastructures de l'immeuble.

L'installation d'une serre sur le toit d'un immeuble peut exiger que la structure de l'immeuble soit solidifiée pour en assurer l'intégrité. Tel que mentionné au paragraphe 7, l'embauche d'un expert (à frais partagés avec



MARIE-ANDRÉE HOTTE, AVOCATE
Brodeur Hotte, avocats

le locateur si possible) est fortement recommandée pour garantir que l'usage projeté pourra se faire sans danger pour le bâtiment et ses occupants.

25. Dommages ou destruction des lieux loués :

Il est habituellement prévu qu'advenant sinistre couvert par l'assurance du locateur, ce dernier doit réparer, sur réception du produit de l'assurance. Toutefois, s'il y a destruction complète ou partielle de l'immeuble, le locateur se réserve habituellement le choix de mettre fin au bail si certaines conditions sont remplies (lieux loués rendus inutilisables, couverture d'assurance incomplète, fin de bail, dommages à un % important de la valeur de l'immeuble, départ d'un locataire principal, etc.) Dans ces cas, il est prévu au bail des délais à respecter pour évacuer les lieux à compter de la réception d'un avis d'annulation du bail par le locateur.

À défaut d'envoi d'un tel avis d'annulation, le bail demeure en vigueur et les obligations du locataire s'appliquent (loyer, etc.) Il est important pour le locataire de prévoir dans quelles circonstances il pourra résilier le bail, faire suspendre (ou diminuer) le loyer ou exiger le versement d'indemnités.

26. Jouissance paisible :

Le locateur est tenu, en vertu de la loi, de délivrer au locataire le bien loué en bon état de réparation de toute espèce et de lui en procurer la jouissance paisible pendant toute la durée du bail.

27. Vente de l'immeuble :

Le bail contient habituellement une clause par laquelle le locateur est dégagé de ses obligations dans la mesure où l'acheteur ou le cessionnaire a assumé les obligations et engagements du locateur contenus au bail.



MARIE-ANDRÉE HOTTE, AVOCATE
Brodeur Hotte, avocats

28. Publication du bail :

Il est fortement suggéré au locataire de faire publier le bail au bureau de la publicité des droits pour se protéger advenant vente de l'immeuble. Le bail, d'une durée fixe (ce qui est habituellement le cas dans un bail commercial), ne peut être résilié advenant vente de l'immeuble à condition que l'inscription du bail au bureau de la publicité des droits soit antérieure à la vente. Si le bail à durée fixe n'est pas publié et qu'il reste plus de douze mois à courir, l'acheteur peut résilier le bail à l'expiration d'un délai de douze mois, mais en donnant au locataire un préavis de six mois. Si le bail est à durée indéterminée (non souhaitable) il peut être résilié par l'une ou l'autre des parties dans le même délai que le terme fixé pour le paiement du loyer, donc dans la majorité des cas, trente (30) jours.

29. Vente du fonds de commerce par le locataire :

Le locataire doit habituellement obtenir l'autorisation écrite du locateur avant de vendre son fonds de commerce. Encore faut-il que cette clause ait été prévue.

30. Élection :

Il peut être pratique de déterminer à l'avance le district judiciaire où toutes poursuites ou réclamations pourront être intentées en cas de litige.

31. Résiliation :

Il s'agit de clauses habituelles qui prévoient les raisons qui peuvent donner lieu à résiliation, soit par le locateur, soit par le locataire. Les motifs habituels réfèrent à des cas de faillite, insolvabilité, liquidation volontaire ou forcée, abandon des lieux loués, annulation de police d'assurance, vente du fonds de commerce sans autorisation, etc. Des pénalités sont habituellement prévues dans ce cas contre le locataire fautif.

D'autres motifs réfèrent aux défauts de l'un ou de l'autre de respecter l'une ou l'autre de ses obligations. Il importe au locataire de bien lire (et négocier le cas échéant) une clause de résiliation qui pourra répondre à ses besoins



MARIE-ANDRÉE HOTTE, AVOCATE
Brodeur Hotte, avocats

comme par exemple si un défaut du locateur est tel que la continuation du bail devient impossible à respecter pour le locataire (destruction complète ou partielle).

32. Annexes au bail :

Il est important d'annexer au bail les plans de l'immeuble et du toit, la liste des travaux exigés du locateur, les plans des salles d'entreposage, le cas échéant, etc. et tout autre plan ou document (esquisses, plans de salle, règlement de régie interne, etc.) que les parties veulent intégrer comme faisant partie du bail ou qui peuvent servir à l'interpréter.

33. Autres clauses à considérer :

- Qui paiera les frais d'exploitation? Qui paiera les taxes foncières?
- Comment seront décrits les lieux loués? Il est important de bien délimiter la superficie locative.
- Bien décrire en quoi consistent le loyer et le loyer additionnel, le cas échéant.
- Qui paiera pour l'enlèvement de la neige, le remplacement des néons, la vapeur, le gaz, etc.
- Vous sera-t-il possible de céder votre bail, de sous-louer les locaux?
- Existe-t-il un règlement d'immeuble détaillé qui pourrait venir soit compléter le bail ou peut-être même combler certains « silences »?

ANNEXE 5 – RÉSUMÉ DES GROUPES DE DISCUSSION

Le sujet : La serriculture urbaine sur une base commerciale (ex. les serres sur les toits)

Objectifs :

- Connaître les perceptions et attentes des consommateurs face à l'agriculture urbaine commerciale;
- Identifier les types de clientèles, les produits en demande et évaluer les possibilités offertes par les marchés ethniques :
 - Déterminer s'il existe tout simplement une demande pour de tels produits;
 - Déterminer les facteurs/contextes/circonstances qui feraient en sorte que des consommateurs recherchent des produits issus de l'agriculture urbaine.

Questions

Agriculture urbaine et achat local

Questions

ÉLÉMENTS pour relancer la discussion

Connaissez-vous l'agriculture urbaine?

En avez-vous entendu parler avant? Et si oui, depuis combien de temps?

Suivent-ils le dossier avec amusement, curiosité ou sérieux?

Comment définissez-vous l'agriculture urbaine?

Jardins communautaires vs serres sur les toits vs jardins dans leur cour.

Groupe 1

Groupe 2

Pour utiliser les espaces perdus.

Jardins communautaires.

Jardins communautaires.

Ferme Lufa.

Lien avec la terre.

Miniserre domestique.

Passion et loisir.

Bac de jardinage.

Produit d'ici et bien fait.

Pourquoi?

- Avoir un produit frais et de

Création d'emploi et réinsertion sociale.

meilleure qualité;

- Se rapprocher des consommateurs;
- Les consommateurs sont plus exigeants pour le goût;
- Côté social et éducatif pour tous, via les jardins collectifs.

Pour que vous considériez qu'un aliment soit produit en agriculture urbaine, qu'elle doit en être la provenance ou distance maximale parcourue?

Ex. : si vous habitez à Montréal, est-ce qu'un aliment cultivé en serre à Laval serait considéré comme de l'agriculture urbaine?

Groupe 1

Le milieu doit être urbanisé.

Groupe 2

Agriculture au cœur du milieu urbain :

- Achats près du consommateur.

L'agriculture à Laval n'est pas considérée comme de l'agriculture urbaine en raison du caractère champêtre de la ville.

Reconnaissance du terme d'agriculture de proximité – agriculture en périphérie des villes.

Avez-vous entendu parler du phénomène de l'achat local?

De quelle source : en magasin — Aliments du Québec — journaux — autres?

Trouvez-vous important d'acheter local?

Groupe 1

Demers et Savoura sont les plus connus.

Groupe 2

Connaissent Aliments du Québec, mais pas d'impact. On se fie plus à l'étiquetage sur le

Tomates du Mexique :	produit. Épicier qui indique la provenance.
Fermeté ;	Produit du Québec, bonne réputation : proximité et fraîcheur.
Goût ;	Connaissance du producteur est importante.
Juteuses.	Prix est important, mais il y a une préférence.
Pour reconnaître un produit d'ici on se fie principalement sur l'étiquette. Les circulaires également, mais on reproche de ne pas avoir de promotion plus visible en magasin pour les produits du Québec. Tout est pêle-mêle nous dit-on!	Bio vs conventionnel, dans la mesure où l'écart de prix n'est pas trop grand.

Comment définissent-ils un produit local?

Bas du fleuve vs Ontario.

Celui issu de l'importation?

L'aliment produit en région au Québec est-il un produit local (de proximité)?

Lien avec la question suivante.

Groupe 1

Groupe 2

Produit du Québec.

V. Réponses précédentes.

Question de fierté.

Pommes Qualité Québec sont mentionnées.

Équilibre prix vs Qualité.

Par contre – à prix égal, le prix l'emporte.

Quelles distinctions percevez-vous entre le produit issu de l'agriculture urbaine et celui issu des régions?

Groupe 1	Groupe 2
Favoriser le circuit court le plus possible. Produits concurrentiels.	Pas de réponses.
Comment voyez-vous la place de l'agriculture urbaine dans l'approvisionnement global de la ville en fruits et légumes?	Est-ce que ce serait important que plus de fruits et légumes soient produits en ville? Pourquoi?
Groupe 1	Groupe 2
À prix égal ou légèrement supérieur. Ne veulent pas se déplacer, idéalement l'offre devrait être en magasin. Les plus jeunes sont prêts à changer leurs habitudes afin de réduire son empreinte écologique, mais pas à n'importe quel prix – doit demeurer concurrentiel.	L'autonomie alimentaire est importante. Économies d'énergie pour le transport et le chauffage. Des emplois ici et cela se fait ici – par contre il ne faut pas déloger les producteurs existants. Il y a trop de contrainte d'espace pour que cela soit réaliste.

CARACTÉRISTIQUES des produits

Questions	ÉLÉMENTS pour relancer la discussion
Quelles sont les caractéristiques et attentes face aux produits issus d'une agriculture urbaine?	(Produit vert? /santé? / production avec efficacité énergétique? /moins de transport, donc moins de consommation d'essence?)
Quels avantages percevez-vous dans les produits de l'agriculture urbaine?	Pensez-vous que les produits cultivés en ville sont aussi salubres qu'en région? Est-ce que la pollution urbaine est un facteur à considérer?

Groupe 1	Groupe 2
Fraîcheur – 3 à 5 jours.	Qualité et pas trop cher.
Variété.	Proximité.
Qualité nutritionnelle – impression que produits d’ici aurait une meilleure qualité.	Accessibilité.
Réduction de l’empreinte écologique :	Concept local : ici c’est moins cher.
Transport, énergie de chauffe, réutilisation de l’eau de pluie.	Plus écologique.
Plus écologique possible, mais ne connaissent pas les termes, « lutte intégrée et agriculture durable ».	

Quels sont les légumes et autres produits comestibles pouvant être produits en serres qui devraient être offerts aux consommateurs?

Groupe 1	Groupe 2
Les produits déjà appréciés :	Les produits déjà appréciés :
○ Boston de Mirabelle; ○ Tomate de Savoura; ○ Tomate en grappe plus fraîche et plus ferme.	○ Boston — salade; ○ Tomates; ○ Concombres.
Les poivrons en serre ne sont pas connus	Nouveaux produits :
Nouveaux produits :	○ Choux-fleurs; ○ Brocoli; ○ Choux; ○ Oignons;
○ Asperges; ○ Haricots;	

- | | |
|--------------------------------|---------------|
| ○ Mescluns; | ○ Fèves; |
| ○ Laitue en feuilles; | ○ Navet; |
| ○ Ciboulettes et fines herbes; | ○ Betteraves. |
| ○ Aubergines. | |

Faites-vous une distinction entre des produits de serres et des produits de champs, si oui laquelle et quelle en est l'importance?

Groupe 1

Groupe 2

Le goût. Dès que les produits en champs arrivent, les produits de serre sont délaissés.

Non répondue.

Êtes-vous prêts à changer vos habitudes pour vous procurer des légumes issus de l'agriculture urbaine?

Par exemple, se déplacer plus loin que leur lieu d'achat habituel, ou recevoir des paniers chaque semaine, ou payer plus cher pour ces produits, etc.

Êtes-vous prêt à faire le détour pour aller chez le producteur ou préférez-vous retrouver le produit chez votre détaillant habituel?

Groupe 1

Groupe 2

Paniers :

Par curiosité, mais le prix est important.

- | | |
|--|---|
| ○ Crainte d'être pris avec un produit non connu ou désiré; | Pas l'été, on aime les produits des champs du Québec. |
| ○ Trop saisonnier; | |
| ○ Composition est importante; | |
| ○ Vont se déplacer pourvu que le produit soit là. Sinon, on va | |

se décourager;

- Pas le temps, ne veulent pas faire deux ou trois endroits pour les emplettes, sauf l'été pour les marchés publics;
- Se questionne sur l'empreinte écologique si on doit plus se déplacer – stationnement, etc.

Seriez-vous intéressés à mieux connaître vos producteurs agricoles locaux?

(journées portes ouvertes, conférences, etc.)

Groupe 1

Groupe 2

Les marchés publics de Montréal font ce travail.

On y va pour l'expérience, pour parler du produit et avec le producteur.

C'est plus cher, mais c'est plus beau.

Une initiative à mieux structurer, surtout pour les marchés de quartier (h d'ouverture, périodicité, etc).

.

Profil des participants

Groupe A – 18 h à 19 h 30 – 9 personnes

Sexe	Âge moyen	Habitude de consommation	Jardinage
6 femmes	55 ans et plus (une de 30	Supermarché, marché public et	2 en bacs, 2 jardins communautaires, 1

	ans et une de 65 ans)	panier (1)	potager
3 hommes	55 ans et plus	Supermarché, marché public et fruiterie	Aucun ne jardine
Groupe B – 20 h à 21 h 30 — 9 personnes			
Sexe	Âge moyen	Habitude de consommation	Jardinage
5 femmes	50 ans (deux de 35 ans et une de 60 ans)	Supermarché, marché public et panier (1)	4 potagers
4 hommes	50 ans (un de 35 ans et un de 60 ans)	Supermarché, marché public et Adonis	Aucun ne jardine

ANNEXE 6 – LISTE DES PERSONNES INTERROGÉES

Liste des personnes interrogées

Associations

Alexandre Bancarel, Agent de projet, Équiterre
Sébastien Brossard, Agent de projet, Conseil québécois de l'horticulture
George Gilvesy, General Manager, Ontario Greenhouse Vegetable Growers' Association
Sophie Perreault, Directrice générale, Association québécoise des distributeurs de fruits et légumes
André Plante, Directeur général, Association des jardiniers maraîchers du Québec

Membres du comité permanent de l'agriculture urbaine à Montréal⁴¹

Vikram C. Bhatt, Professor of Architecture, Mc Gill University
Josée Belleau, Agente de développement, CRÉ de Montréal
Coralie Deny, Directrice générale, Conseil régional de l'environnement de Montréal
André Trudel, Directeur général, D-Trois-Pierres
Éric Duchemin, Ph.D. en sciences de l'environnement, chargé de cours à l'Institut des sciences de l'environnement de l'Université du Québec à Montréal

Producteurs

Germain Babin, directeur des ventes, Serres Jardins Nature
Pierre-André Daigneault, propriétaire, Jardiniers du chef
Jacques Demers, PDG, Productions horticoles Demers
Marie Gosselin, PDG, Serres du St-Laurent
Kate Siskel, Media associate, Brightfarms
Sylvain Terrault, PDG, Hydroserre Mirabel

Distributeurs

Marie-Claude Bacon, directrice principale, Service des affaires corporatives, Metro
Pat Callabretta, directeur des achats fruits et légumes, Sobeys

MAPAQ

Geneviève Colombani-Lachapelle, Karine Pouliot et Élianne Fortin-Villeneuve

⁴¹ Rencontres tenues dans le cadre d'un 5 @ 7 ayant pour but de présenter les membres du comité permanent de l'agriculture urbaine à Montréal, le lundi 10 juin 2013

ANNEXE 7 — RÉFÉRENCES

Anquez, P. et A. Herlem, 2011. Les îlots de chaleur dans la région métropolitaine de Montréal : Causes, impacts et solutions. Chaire de responsabilité sociale et de développement durable ESG UQAM 19pp

Astrolab du Mont Mégantic (2013)

http://astrolab-parc-national-mont-megantic.org/fr/reserve_internationale_ciel_etoile_mont_megantic_rice.historique.htm

BEIE, 2013, Municipalités, L'efficacité énergétique dans les bâtiments municipaux,

<http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/clientele-affaires/municipalites/>, (consultée, février 2013).

Bakker, J. C., 1995. Greenhouse Climate Control, an integrated approach. Wageningen Press, 279pp.

BC Chamber. Org. 2011

http://www.bcchamber.org/advocacy/policy/provincial_gov/finance/bcs_costly_carbon_tax.html

BCMAFF (British Columbia Ministry of Agriculture, Fisheries and Food), 1994. Understanding humidity in greenhouse. Floriculture factsheet file no 400-5 8pp

Bergeron, O., 2012. **178 : Caractérisation de la variabilité intra-urbaine de la température selon une perspective géostatistique** ICUC8 – Huitième conférence internationale sur le climat urbain (*International Conference on Urban Climate*), du 6 au

Big Hanna, 2013, Big Hanna Composter is available in five different models composting food waste from 75 to 1200 kgs per week, http://www.bighanna.com/e_prod.htm, (consultée, février 2013).

Blok, C., et G. Wever, 2001. Predicting oxygen shortages in root systems. Groenten & Fruit, Week 18: 8

Brajeul, E., 2001. Le concombre monographie. CTIFL 350pp.

BrightFarms, Brooklyn

BrightFarms, 2013, BrightFarms, <http://brightfarms.com/>, consulté en février 2013.

Foderaro, L. W., 5 avril 2012, Huge Rooftop Farm Is Set for Brooklyn,

http://www.nytimes.com/2012/04/06/nyregion/rooftop-greenhouse-will-boost-city-farming.html?_r=0, The New York Times, consulté en février 2013.

TEDx Manhattan, 6 février 2012, TEDx Manhattan – Paul Lightfoot – BrightFarms : A Produce Supply Chain Revolution,

http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=3ZDLo8yNygY, consulté en février 2013.

Bucklin, R. A. e. a. (2010). Fan and Pad Greenhouse Evaporative Cooling Systems. I. E. University of Florida : 7.

CCQ, 2013, Certificat de compétence, http://www.ccq.org/E_CertificatsCompetence.aspx?sc_lang=fr-CA&profil=GrandPublic, (consultée, février 2013)

CNRC, 2013, Code national de construction des bâtiments agricoles – Canada, <http://www.nationalcodes.ca/fra/cncba/index.shtml>, (consultée, février 2013)

CPVQ 1996, Cultures abritées Guide de production pour la laitue de serre. Agdex 290/20 28pp.

Chrono B.V., 2013, Chaudières à eau chaude, CLW, <http://www.fhcrone.eu/index.php/fr/produits/chaudieres-et-de-condenseurs/chaudieres-a-eau-chaude/clw>, (consultée, février 2013)

CNBC, 2005, Données climatiques des villes au Québec selon le CNBC 2005 Charge de neige et pression de vent horaire (par région) (Code national du bâtiment du Canada), tableau C-2 de l'annexe C de la division B du CNBC 2005.

Connelan, G. J., 2002. Selection of greenhouse design and technology options for high temperature regions. *Acta Horticulturae* 578 :113-117

CSST, 2013, Prévention au travail, Faire tomber les risques de chutes de hauteur, http://www.csst.qc.ca/prevention/magazine/2011/printemps/dossier/Pages/faire_tomber_risques_chutes_hauteur.aspx (consultée, mars 2013)

CTIFL, 2002, Gestion des effluents des cultures légumières sur substrat. 199pp.

Dandavino-Forget, A., 2009. Repenser la ville de demain : Comment réduire les îlots de chaleur urbains Université de Montréal AME11 6pp.

De Gelder, A., Dieleman, J. A., Bot, G. P. A., et L. F. M. Marcelis, 2012. An overview of climate and crop yield in closed greenhouses. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* **87** (3) 193–202

De Halleux, D. (1997). "Energy Consumption Due to Dehumidification of Greenhouses under Northern Latitudes." *Journal of Agricultural Engineering Research* : 35-42.

DEGLAS, 2013, DEGLAS HIGHLUX HIGH IMPACT ACRYLIC 16mm, <http://www.deglasamericas.com/greenhouse/products/products.html>, consultée, mars 2013.

De Koning, A. N. M., 1992. Effect of temperature on development rate and length increase of tomato, cucumber and sweet pepper. *Acta Horticulturae* 305 : 51-55

De Koning, A. N. M., 1994. Development and dry matter distribution in glasshouse tomato : a quantitative approach. Thesis, Agricultural University, Wageningen, The Netherland. 240pp.

De Koning, A. N. M., 2000. The effect of temperature, fruit load and salinity on development rate of tomato fruit. *Acta Horticulturae* 519 : 85-94

De Pascale, S., Maggio, A., 2008. Plant stress management in semiarid greenhouse. *Acta Horticulturae*, 797, pp. 205-216

Dieleman, J. A. et Hemming, S., 2011. Energy saving : from engineering to crop management. *Acta Horticulturae* 893 : 65-73

García, A. Y., González, A., Espi, E., Lopez, S.J. and A. Fontech. 2006. New cool plastic films for greenhouse covering in tropical and subtropical areas. *Acta Horticulturae* 719:131-137.

Giguère, M., 2009. Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains. Institut National de la Santé Publique, Québec. 95pp.

Godin, 2012, Planter des jardins en bacs sur les toits — Guide pour les milieux institutionnel et commercial, Centre d'écologie urbaine de Montréal (Société de développement communautaire de Montréal), ISBN 978-2-924108-00-0

Gotham Greens

Co.Exist, 2013, Gotham Greens Brings Local Lettuce to New Yorkers Year Round, <http://www.fastcoexist.com/1679989/gotham-greens-brings-local-lettuce-to-new-yorkers-year-round>, Fast Co Exist, consulté en février 2013.

Gotham Greens, 2013, Gotham Greens Local Produce, <http://gothamgreens.com/>, consulté en février 2013.

Halsey, W., 10 janvier 2013, Urban Farm Gotham Greens Gives Us Brooklyn Lettuce, <http://www.businessweek.com/articles/2013-01-10/urban-farm-gotham-greens-gives-us-brooklyn-lettuce>, Bloomberg Businessweek Innovation & Design, consulté en février 2013.

TEDx Brooklyn, 31 décembre 2011, TEDx Brooklyn :: Viraj Puri : : Innovations in Urban Agriculture, <http://www.youtube.com/watch?v=ftV2mYp7Epw>, consulté en février 2013.

Gosselin, A. et J. Trudel, 1984. Interactions between root-zone temperature and light levels on growth, development and photosynthesis of *Lycopersicon esculentum* Mill. *Cultivar Vendor. Scientia Horticulturae* 23 : 313-321

GPL, 2013, Composteurs Modulaires Brome, <http://www.gcpl.ca/compostage.php?region=80> (consultée, février 2013).

Hydro-Québec 1, 2013, Outil de suivi et d'analyse de la consommation, Visilec, <http://www.hydroquebec.com/affaires/efficacite-energetique/visilec/>, (consultée, février 2013).

Hao, X., Wang, Q., et Khosla, S., 2008. Reponse of greenhouse tomatoes to summer CO₂ enrichment. *Acta Horticulturae* 797 : 241-246

Hemming, S., Kempkes, F., Braak, N., Dueck, T. and N. Marissen. 2005. Filtering natural light at the greenhouse covering: Better greenhouse climate and higher production by filtering out NIR? Acta Horticulturae 711:411-416

Heuvelink, E., 2005. Tomatoes. CAB International. 342pp.

Heuvelink, E., 2008. Biomass production and yield of tomato : physiology and simulation models. Wageningen University. Conférence tenue à l'Université Laval en 2008.

Heuvelink, E., 2008 b. Innovation in crop management and plant-greenhouse interactions. Conférence tenue à l'Université Laval en 2008.

Hydro-Québec 2, 2013, SIMEB, La consommation énergétique du virtuel au réel, <http://www.hydroquebec.com/microsite/hydro-affaires/octobre-2011/simeb.html>, (consultée, février 2013).

IGEPAC Bourgogne 11 septembre 2009, Les nitrates dans notre alimentation <http://igepac.bourgogne.over-blog.com/article-35942414.html>

Institut National de Santé Publique, Québec. Mon climat, ma santé, pour mieux s'adapter aux changements climatiques. <http://www.monclimatmasante.qc.ca/%C3%AElots-de-chaueur.aspx>

Körner, O., Challa, H., Ooteghem, R.J.C. van, 2003. **Modelling temperature effects on crop photosynthesis at high radiation in a solar greenhouse** Acta Horticulturae 593 : 137 — 144.

Kumar, K. S., Tiwari, K. N., et K. Jha MAdan, 2009. Design and technology for greenhouse cooling in tropical and subtropical regions : a review. Energy and Buildings 41 :1269-1275

Legault, L.A., 2008, Ce qu'il faut savoir avant de verdir un toit, Construire Vert, VOL. 25 | N° 4 | AOÛT 2008.

Les Fermes Lufa

K, 20 mars 2012, Fermes Lufa, <http://vievenvert.telequebec.tv/sujets/709/fermes-lufa>, La Vie en Vert, consultée en février 2013.

Les Fermes Lufa, 2013, Les Fermes Lufa, <https://lufa.com/>, consulté en février 2013.
Méthé, L., 2013, Les dessous des Fermes Lufa, <http://www.voirvert.ca/projets/projet-demonstration/les-dessous-des-fermes-lufa>, Voir vert, consulté en février 2013.

Raymond, H., 15 janvier 2013, Les Fermes Lufa de Montréal : des terres sur les toits, http://www.radio-canada.ca/emissions/bien_dans_son_assiette/2012-2013/Reportage.asp?idDoc=267831, Bien dans son assiette, consulté en février 2013.

TEDx UdeM Talks, 13 mai 2012, How rooftop farming will change how we eat : Mohamed Hage at TEDx UdeM, <http://www.youtube.com/watch?v=kSQm09twKEE>, consulté en février 2013.

Letard, M., Erard, P., Jeannequin, B., et S. Le Quillec, 1995. Maîtrise de l'irrigation fertilisante. Tomate sous serre et abris, en sol et hors-sol. CTIFL 221pp

Local Garden

Alterrus System inc., Alterrus, <http://www.alterrus.ca/>, consulté en 2013.

Local Garden, 2012, Vancouver's Local Garden, <http://www.localgarden.com/>, consulté en février 2013.

Shore, R., 21 novembre 2012, Vancouver rooftop greenhouse grower secures a high-end market for greens, Vancouver Sun,

<http://www.vancouversun.com/news/Vancouver+rooftop+greenhouse+grower+secures+high+m+arket+greens+with+video/7572632/story.html>, consulté en février 2013.

Wolak, Richard, 20 novembre 2012, Local Garden Vertical Farm Opens in Vancouver, Vancouver

Foodster, <http://vancouverfoodster.com/2012/11/20/local-garden-vertical-farm-opens-in-vancouver/>, consulté en février 2013.

L.R.Q., c. Q-2, 2011, Loi sur la qualité de l'environnement, Politique québécoise de gestion des matières résiduelles, Décret 100-2011, 16 février 2011, Gouvernement du Québec, <http://www.mddefp.gouv.qc.ca/matieres/pgmr/politique-go.pdf> (consulté, février 2013)

Malais, M. H., et W. J. Ravensberg, 2003. Knowing and recognizing The biology of glasshouse pests and their natural enemies. Koppert biological systems 288pp.

Marcelis, L. F. M., et L. C. Ho, 1999. Blossom-end rot in relation to growth rate and calcium content in fruits of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) Journal of Experimental Botany, Vol. 50, No. 332, pp. 357–363, March 1999

Masson V., 2009. Villes, climat et changement climatique. Centre National de Recherches Météorologiques, France 40pp.

MDDEP, 2008, Guide sur la valorisation des matières résiduelles fertilisantes. Critères de référence et normes réglementaires, Dépôt légal — Bibliothèque nationale du Québec, 2008 ISBN 978-2-550-54514-9 (pdf)

Modine, 2013, CHVAC&R : Modine : 06 — Gas-Fired Unit Heaters, Publications, <http://www1.modine.com/publications/litsearch.php?srchcrit=Gas-Fired+&s1=Go>, (consultée, février 2013).

Montero J. I., van Henten, E. J., Son, J. E., Castilla N., 2009. Greenhouse Engineering: New technologies and approaches. Acta Horticulturae 893 :51-63

Moorby, L., et C. J. Graves, 1980. Root and air temperature effects on growth and yield of tomatoes and lettuce. *Acta Horticulturae* 98 : 29-43

Mutwiwa, U.N., Tantau, H.J. and V.M. Salokhe. 2006. Response of tomato plants to natural ventilation and evaporative cooling methods. *Acta Horticulturae* 719:447-454.

OMAFRA, 1990, Manutention des légumes de serre après la récolte, Prévention des dommages causés par l'éthylène, Fiche technique ISSN 1198-7138

Paroli R.M et Gallagher J, 2008, Les toits verts, les toits blancs et les toits haute performance : distinguer les faits de la fiction, Institut de recherche en construction, NRCC-50444F

Peet, M. M., et D. H. Willits, 1998. The effect of night temperature on greenhouse grown tomato yields in warm climate. *Agricultural and Forest Meteorology* 92 :191-202

Portree, J. 1996. Greenhouse vegetable production guide for commercial growers. Province of British Columbia Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.118p.

Polygal, 2013, POLYCARBONATE STRUCTURED SHEETS, Triple Clear (PC-2 & PC-3) 6, 8 and 10 mm, http://www.polygal.com/index.php?option=com_content&view=article&id=113%3Atriple-clear-pc-2-a-pc-3-6-8-and-10-mm&catid=32&Itemid=92&lang=en (Consultée, Mars 2013).

Règlement numéro 395, 2007, Étant un règlement de contrôle intérimaire relatif à la protection du ciel nocturne, Ville de Sherbrooke (agissant à titre de municipalité régionale de comté), http://www.astrolab-parc-national-mont-megantic.org/files/ssparagraph/f3521155134/reglement_sherbrooke.pdf, (consulté, février 2013)

RG, 2013, Roberts-Gordon, Gas Fired Greenhouse Heaters, VANTAGE® TF Twin Fire Unitary Infrared Heater, http://www.greenhouse-heater.com/vantage_tf_infrared_heater.htm, (Consultée, Mars 2013).

R'him, T., et H. Jebari, 2008. La nécrose apicale en relation avec certains paramètres morphologiques et la teneur en calcium dans les fruits chez quatre variétés de piment (*Capsicum annuum* L.) *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2008 **12**(4), 361-366

Royal Pride, 2013, Minimum light emissions, Royal Pride Holland BV, <http://www.royalpride.nl/tomato/en/contact.php>, (consultée, février 2013)

Santé Canada 2009. Changements climatiques et santé Bulletin sur l'adaptation L'effet des îlots de chaleur urbains : causes, impacts sur la santé et stratégies d'atténuation. 2pp

Sky Vegetables

Agri-Tecture, 2012, Rooftop Farming Grows at New Bronx Housing, http://www.agri-tecture.com/post/43671822887/sky-vegetables-bronx#at_pco=cfd-1.0, consulté en février 2013.

Clark, R., 21 février 2013, Rooftop Farming Flows at New Bronx Housing Project, http://www.ny1.com/content/top_stories/177423/rooftop-farming-flows-at-new-bronx-housing-project, NY1, consulté en février 2013.

Sky Vegetables, 2013, Sky Vegetables, <http://www.skyvegetables.com/index.html>, consulté en février 2013.

Sopher, C., 2012. High temperature predisposition of sweet pepper to Pythium root rot and its remediation by Pseudomonas chlororaphis. Thèse PhD, University of Guelph 127pp.

Svensson, 2012, XLS 17 REVOLUX, Energy saving and solar reflection, <http://www.svenssonglobal.com/products/screens/xls17revolux>

Thicoïpé, J.-P., 1997. Laitue Monographie. CTIFL 281 pp.

USDA 2013. Agricultural Research Service. Effects of ozone air pollution on plants.4pp

Vertal, 2011, Les composteurs "NETER" Vertal sont disponibles en 12 modèles sur mesure. <http://www.vertal.ca/composteurs%20Neter%20composters.htm> (consultée, février 2013)

Ville de Montréal 2013.
http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=7237,74819713&_dad=portal&_schema=PORTAL