

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

CRETAU



RAPPORT DU PALAIS DES CONGRÈS **JANVIER 2020**

Cette étude a été rédigée par le CRETAU

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

200 Sherbrooke Ouest, local SH-3705
Montréal, Québec
H2X 1X5
cretau.ca

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

CRETAU

UNE SAISON DE PRODUCTION À LA FERME EXPÉRIMENTALE DU PALAIS DES CONGRÈS 2019

Janvier 2020

Document produit par le Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine (CRETAU)

Rédaction et recherche :

Marie-Josée Vézina, coordonnatrice recherche et accompagnement agronomique chez AU/LAB

Éric Duchemin, directeur scientifique et formation chez AU/LAB

Mise en page et révision :

Camille Mourier, conseillère à la communication et à la mobilisation chez AU/LAB

Sources des images :

page de couverture : Marie-Josée Vézina

pages 7, 28 et 29 : Google map

pages 8, 15,, 36 et 39 : AU/LAB

pages 13, 14, 16, 22, 24 : Marie-Josée Vézina

page 27 : Palais des congrès de Montréal

TABLE DES MATIÈRES

6	Introduction
8	La saison 2019 en bref
15	Bilan des projets 2019
16	CULTI-vert
22	VERTical
27	Mesures des températures
32	Projets de recherche techniques et économiques
37	Perspectives pour la saison 2020

INTRODUCTION

La ferme expérimentale du Laboratoire sur l'agriculture urbaine située au 5^e étage du Palais des congrès de Montréal est un lieu d'expérimentation et de recherche en agriculture urbaine. En plus de la production maraîchère en bacs (projet Culti-VERT), la ferme expérimente la production verticale à partir de structures autoportantes et de membranes de feutre (projet VERTical).

Ce bilan se veut une synthèse des activités de production et de recherche réalisées en 2019 dans les installations de cette principale vitrine d'expérimentation et de promotion des technologies et techniques en agriculture urbaine au niveau international. Des rapports scientifiques des différents projets seront réalisés et publiés indépendamment.

En 2018, une section recherche (voir Figure 1) a été ajoutée aux activités agricoles ce qui permet de développer des connaissances plus fines de la production agricole hors sol en milieu urbain. Cette section accueille le projet terreau, un projet sur plusieurs années, consistant à étudier le potentiel de certains résidus urbains comme substrat de croissance. Cette section accueille aussi une étude sur l'utilisation de fertilisants biologiques pour la production hors-sol et un espace permettant l'incubation d'entreprises agricole urbaine voulant tester différents types de production. En 2019, se fut une productrice de fleurs comestibles qui a occupé cet espace de 40 sacs de culture.

Nouveauté en 2019 dans les installations, un verger urbain a été implanté sur le toit, Dans ce verger nous retrouvons actuellement des vignes de kiwis et des plants de groseilliers et de gadeliers. Ce verger s'ajoute au vignoble du projet Vignes en ville, le premier vignoble sur toit en Amérique du Nord que la ferme expérimentale du Palais héberge depuis 2017. Si le vignoble a été vendangé pour la première fois en 2019, le verger de petits fruits commencera sa production dans les prochaines années.

Figure 1. Les différents projets de la ferme expérimentale du Palais des congrès de Montréal





**LA SAISON 2019
EN BREF**

La saison 2019 a été parsemée d'évènements climatiques extrêmement variables, avec un printemps froid et pluvieux ainsi que des épisodes de canicules prolongées, ce qui a eu un impact considérable sur les rendements de certaines productions ainsi que sur le projet VERTicale. En effet, un taux de mortalité relativement élevé a été observé dans plusieurs zones de ce projet. Toutefois, ceci nous permet de développer des connaissances sur cette réalité de la culture maraîchère sur toit.

Côté main d'œuvre, la saison dernière a vu la mise en place d'une équipe de travail dédiée aux activités quotidiennes de la ferme ainsi qu'à l'accumulation données techniques et économiques relatives aux activités agricoles d'une ferme urbaine. L'équipe était composée 2 techniciens horticoles ainsi que d'un étudiant stagiaires en agronomie de l'Université McGill. Finalement, 4 stagiaires et quelques bénévoles se sont joints à l'équipe en cours de saison.

Tableau 1. Points forts et points faibles de la saison 2019

Points forts	Points faibles
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Un début de saison hâtif avec l'utilisation de couvertures de protection ➤ Équipe de travail polyvalente ➤ Achat de transplants à l'externe ➤ Essai de nouvelles variétés (pak choï, chou miniature) ➤ Achat d'un Dosatron pour VERTical ➤ Réaménagement de VERTical 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Canicule en début de saison ➤ Beaucoup de cultivars ➤ Problématiques d'irrigation et de pH ➤ Pression importante de certaines maladies ➤ Faible productivité des tomates

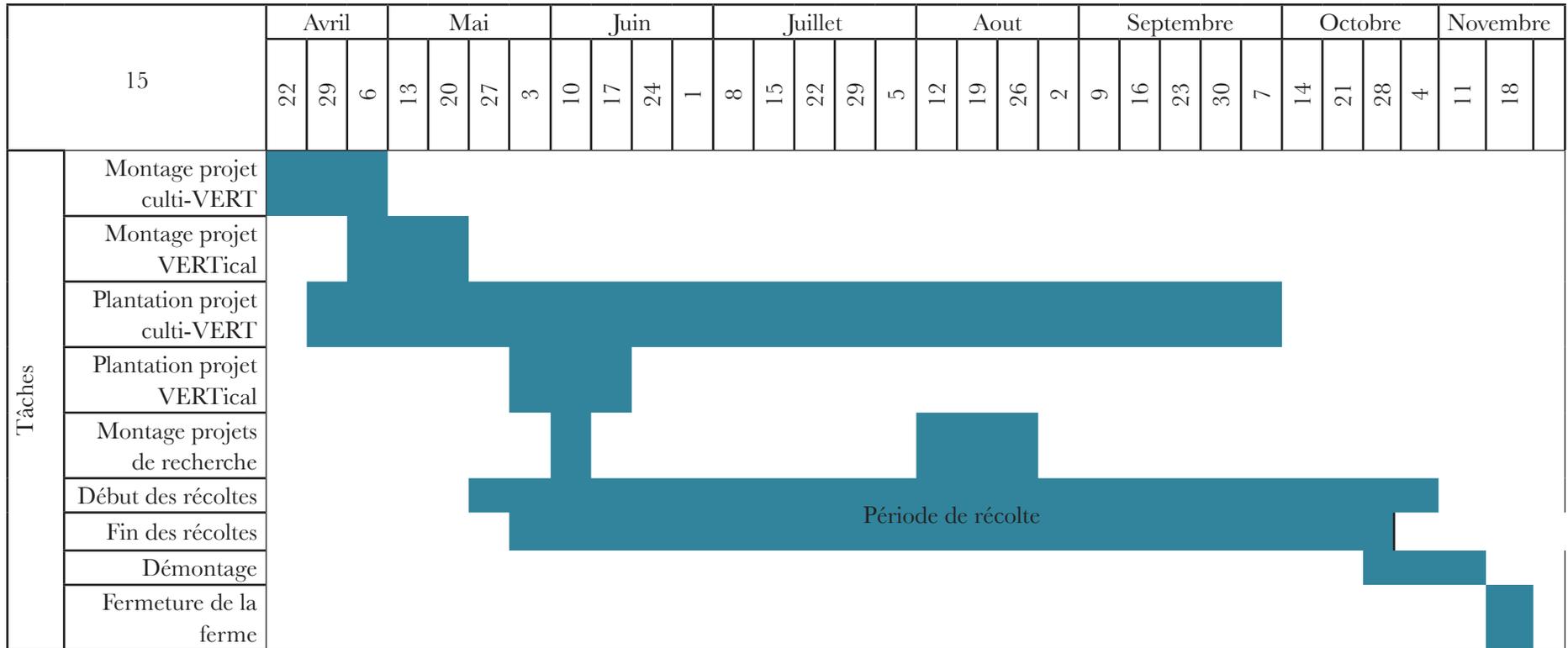
Calendrier des travaux

En 2019, les activités de la ferme ont débuté à la mi-avril avec l'installation du projet Culti-VERT (Tableau 2). Un des objectifs de la ferme était de prolonger la saison de production. À cet effet, les premières plantations ont été réalisées dans la semaine du 22 avril et ce, malgré des températures sous les normales de saison. Les premières productions étaient composées d'épinards et de pak choï. La plantation du projet Culti-VERT s'est poursuivie durant toute la saison avec une dernière plantation le 24 septembre. Quant à VERTical, la plantation s'est déroulée sur 3 semaines pour se terminer dans la semaine du 10 juin.

Les premières récoltes d'épinards et de pak choï ont été effectuées dans la semaine du 20 mai tandis que les derniers légumes de la ferme ont été récoltés le 28 octobre pour une saison de récoltes de 23 semaines.

Les activités de la ferme du Palais se sont terminées le 11 novembre après 2 semaines de réaménagement du projet VERTical (voir la section du projet VERTical). Mis à part les périodes de montage et de démontage, le calendrier des travaux inclue les activités régulières d'une ferme (tuteurage, taille, désherbage, fertilisation, récoltes), la construction d'un séchoir pour les fines herbes, la réparation et l'entretien des équipements, la prise de données ainsi que le suivi des projets de recherche.

Figure 2. Calendrier des opérations de la saison 2019



Ressources humaines

Tel que spécifié plus haut, l'équipe de travail s'est agrandie avec l'embauche de 2 techniciens agricoles (contrat de 6 mois) et d'un étudiant en agronomie de la fin mai jusqu'à la mi-août. La majorité des heures travaillées (82 %) ont été dédiées à l'installation, la plantation, l'entretien, la récolte et le démontage des projets Culti-VERT et VERTical (Tableau 3). La présence d'employés a permis d'accumuler de précieuses données tout au long de la saison sur les activités d'une ferme sur toit en milieu urbain ainsi que la réalisation de plusieurs projets de recherche (7% des heures total).

Le nombre d'heures travaillées s'élèvent à près de 2700 heures pour la saison (Tableau 4), ce qui est nettement supérieur aux autres fermes urbaines sur toit. La décision d'embaucher 3 employés a été prise en considérant le travail à effectuer sur plusieurs sites de production dont la ferme du Palais des congrès. Cependant, seule la ferme du Palais a accueilli des activités agricoles en 2019, d'où le nombre élevé d'heures.

Tableau 4. Nombre d'heures travaillées pour la saison 2019 (24 semaines)

Projets	Nombres d'heures	% du temps total
Cultivert	1531,5	57
Vertical	666	25
Centrale	88	3
Tâches cléricales	39,75	1
Projet terrea	31,5	1
Projet fertilisants	45,25	2
Fraises	61,5	2
ITHQ	6,75	0
Projet automne	42,5	2
Autre	16	1
Conteneur	37,25	1
Vigne	14,5	1
Serre	27	1
Mesures	88	3
Total saison	2695,5	

Conditions climatiques

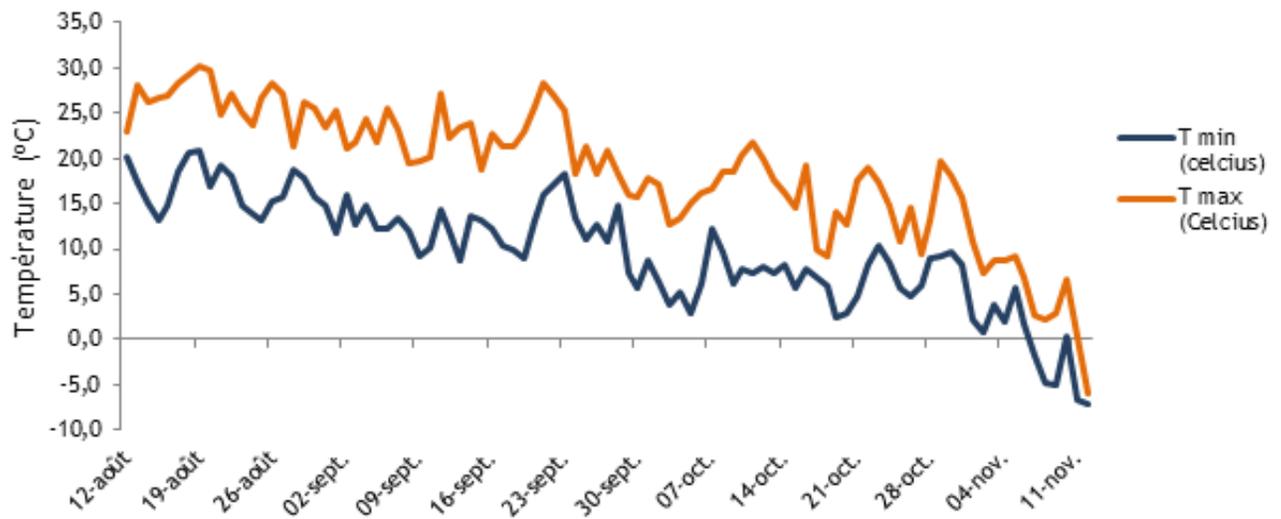
Les difficultés rencontrées en 2019 s'expliquent notamment pas les variations de températures qui ont ponctuées la saison de production. Un printemps et une fin d'été particulièrement fraîche combinée à des canicules en milieu d'été ont rendu complexe les activités agricoles.

Pour le sud de la province, le printemps a été plus froid que la normale entre mars et mai.

En avril, les moyennes de températures se situaient légèrement en dessous des normales de saison avec de fortes précipitations dans les 2 dernières semaines du mois. Ces conditions ont rendu difficile la première vague de plantation et ralenti la croissance des cultures. Le mois de mai a également représenté un défi pour la production agricole avec un apport d'eau très élevé (le second plus élevé depuis 1974) et des températures froides. En fait, 27 des 31 journées de mai ont été plus froides que la normale. Le début du mois de juin s'est avéré similaire aux mois précédents. Cependant, la dernière semaine du mois a connu une période de grande chaleur avec des températures dépassant les 30 °C dans la région de Montréal. Ces écarts de températures ont contribué au ralentissement de la saison de production 2019.

L'été a toutefois été différent du printemps faisant de juillet 2019 un des plus chauds des 10 dernières années. Pour le sud du Québec, le début du mois a été caractérisé par une canicule et en moyenne, juillet a été 1,5 °C au-dessus de la normale (période 1981-2010) avec peu de précipitations. Août a également été plus chaud avec des températures au-dessus de la normale particulièrement lors de la seconde moitié du mois (2,5 °C plus chaud) alors que la norme est plutôt au rafraîchissement graduel. La fin de l'été a été précipitée par des températures froides au début de septembre suivies par un retour des températures estivales vers la 3e semaine du mois. La Figure 2 montre la baisse des températures de la fin de l'été et du début de l'automne avec des températures en dessous des 10 °C à partir du 9 septembre.

Figure 2. Températures moyennes quotidiennes du 12 août au 11 novembre 2019 (ELCC, 2019¹)



1 Environnement et Lutte contre les Changements Climatiques (ELCC). Faits saillants 2019. <http://www.environnement.gouv.qc.ca/climat/Faits-saillants/index.htm>

Problèmes reliés aux conditions climatiques

Ces écarts de température ont considérablement influencé la croissance et le rendement de la production agricole de la dernière saison. La période de grandes chaleurs enregistrée de la fin de juin jusqu'au début de juillet ont eu plusieurs conséquences. D'abord, cette canicule coïncidait avec la période de floraison de nombreuses productions telles les Solanacées (tomates, poivrons, aubergines) et les Cucurbitacées (concombres, courgettes, melons). À la floraison, lorsque les températures sont élevées, particulièrement les températures nocturnes, le risque de chute ou de dessèchement des boutons floraux est plus élevé, ce qui se traduit inévitablement par une baisse du rendement. C'est ce qui semble s'être produit avec une récolte moindre que ce qui avait été prévu (Figure 3).

De plus, cette période chaude et humide a favorisé le développement du blanc (*Podosphaera xanthii* et *Erysiphe cichoracearum*), une maladie qui s'attaque aux Cucurbitacées et qui est présente sur le toit depuis quelques années. En 2019 particulièrement, cette maladie est apparue tôt en saison et a détruit la majorité des plants de concombres, courgettes et melons. Certains crucifères (chou kale) ont également été affectés par les maladies fongiques (Figure 3).

Figure 3. Problèmes abiotiques sur un plant de tomate et de chou Kale



La chute des températures du début septembre a presque sonné la fin de la saison agricole de la ferme. Nous espérons poursuivre la production jusqu'à la fin d'octobre, cependant les températures fraîches (nocturnes et diurnes) ont cessé la croissance de nombreuses productions. Malgré l'utilisation des couvertures de protection (Figure 4), la récolte d'automne a été en dessous des objectifs de production.

Figure 4. Couvertures de protection sur le projet Culti-VERT (2019)





BILAN DES PROJETS 2019

BILAN DES PROJETS 2019

Pour plusieurs de ces projets des rapports scientifiques distincts seront rédigés et publiés.

Culti-VERT

Le projet culti-VERT consiste à produire des fruits et des légumes en contenant, la majorité étant des bacs de géotextile (Figure 5A) d'une capacité variant entre 50 et 302 litres ainsi que des bacs Alternatifs (Figures 5B).

En 2019, la superficie du projet Culti-VERT a été agrandie par l'ajout de 56 pots de géotextile (75 litres) à l'extrémité sud de la ferme (Figure 6C). Cet ajout a permis d'augmenter les rendements de légumes, notamment en crucifères (brocoli, chou kale, pak choï). Cependant, compte tenu des immeubles à proximité qui ont créé de l'ombre relativement tôt en saison, cet espace n'a pas été aussi productif que ce qui avait été prévu au départ. De plus, les températures fraîches de la fin de l'été jumelées au faible ensoleillement ont favorisé le développement de maladies fongiques.

Pour la première fois, des couvertures de protection (NOVA 19g) ont été installées en début et en fin de saison afin de prolonger la saison de production. La technique mérite d'être reconduite la saison prochaine avec quelques ajustements. Le maintien des couvertures au sol ainsi que la protection des cultures en dessous (écrasées par le poids des couvertures) sont des détails techniques quoi seront réglés.

Figure 5. Projet culti-VERT (2019). Bacs en géotextile (A), bacs Alternatifs (B) et nouvelle section (C)



Culti-VERT a fait l'objet d'essais de variétés tout au long de la saison. Nous cherchions à documenter :

- 1) quelles productions agricoles sont les mieux adaptées au mode hors sol sur un toit en milieu urbain en situation de grandes chaleurs,
- 2) quelle est la durée éventuelle d'une saison de production sur un toit en milieu urbain et quelles variétés ont le plus grand potentiel de rendement hors saison (avril, mai, octobre, novembre).

Afin de répondre à ces questions, une grande variété de fruits et légumes ont été semés et transplantés d'avril à septembre. Le Tableau 5 regroupe les espèces cultivées en 2019. Tel que prévu, il est possible de débiter les récoltes en mai de certains légumes feuilles avec une plantation à la mi-avril. Ces mêmes variétés peuvent également être transplantées en septembre pour une récolte en octobre. Ces résultats diffèrent peu de ce qui se fait habituellement en zone péri-urbaine où l'utilisation de tunnels chenille et de couvertures de protection est largement utilisée.

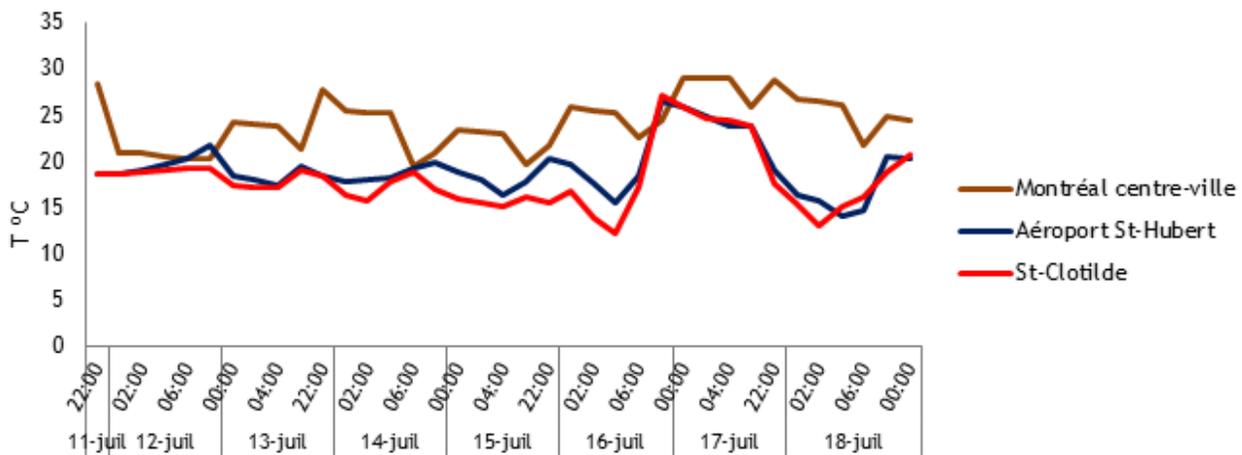
Tableau 5. Variétés cultivées à la saison 2019

Famille	Espèce	Nombre de cultivars
Solanacées	Tomate	10
	Tomate cerise	7
	Aubergine	5
	Poivron doux et fort	10
	Tomatillo	1
	Cerise de terre	2
Cucurbitacées	Concombre	4
	Courgette	3
	Melon	4
	Pâtisson	1
Brassicacées	Chou miniature	1
	Chou kale	1
	Brocoli	2
	Pak choï et Tatsoï	3
	Moutarde	1
	Navet	2
	Radis	4
Chénopodiacées	Bette à carde	2
	Épinard	2
	Betterave	3
Apiacées	Carotte	1
	Fenouil	1
Astéracées	Laitue	6
Fabacées	Pois	1
	Haricot	6

La différence la plus marquée avec la zone péri-urbaine réside dans les chaleurs extrêmement élevées des mois de juin à août, particulièrement en ce qui a trait aux températures nocturnes qui peuvent se maintenir au-delà des 25 °C durant une longue période de temps. En 2019, les rendements des tomates et de certains poivrons ont été inférieurs à ce qui était attendu. Considérant que la gestion de l'eau et des fertilisants est adéquate (système goutte-à-goutte et fertigation avec Dosatron), un des facteurs ayant pu causer la chute prématurée des boutons floraux ainsi que leur dessèchement est l'impact des fortes chaleurs nocturnes en période de floraison.

La Figure 6 ci-dessous illustre l'évolution des températures nocturnes du 11 au 18 juillet. À titre comparatif, les données de 2 stations météo situées sur la rive sud de Montréal (aéroport St-Hubert et St-Clotilde) ont été ajoutées. Les 3 courbes montrent relativement les mêmes variations, cependant les températures enregistrées au centre-ville de Montréal sont nettement supérieures à celles des autres stations. En effet, mis à part le 14 et le 15 juillet à 6 :00, toutes les mesures enregistrées se situent au-dessus des 20 °C.

Figure 6. Températures nocturnes du 11 au 18 juillet 2019



Comme à chaque printemps, la majorité des bacs du projet Culti-VERT ont été amendés avec du compost. De plus, une fertilisation à base de granules de poulet séché a été apportée avant la plantation. Par la suite, les besoins des cultures ont été comblés à l'aide d'un engrais de synthèse via le système d'irrigation (Dosatron). Une des difficultés du projet est le nombre de variétés qui composent le projet ainsi que le terreau dans les bacs. Chaque variété a des besoins nutritifs spécifiques tandis que la majorité des bacs contient le terreau d'origine ce qui complexifie la fertilisation d'une telle ferme.

Parmi les productions agricoles ayant le mieux performé en 2019, notons les laitues romaines, les haricots, les pak choï, les aubergines et les poivrons/piments. Quant aux variétés qui ont obtenu le rendement le moins élevé, nous retrouvons la totalité des cucurbitacées (concombres, courgettes, melons), les légumes racines (sauf les radis au printemps) ainsi que les tomates cerise. Les causes sont multiples : maladie fongique pour les cucurbitacées, assèchement et chute des boutons floraux pour les tomates et probablement une inadaptation du système racinaire (ainsi que des températures de sol élevées) pour la production en bac pour les légumes racines. À noter que pour ces derniers, aucune comparaison n'a été effectuée entre la production en bac et celle en pleine terre, ce qui aurait permis de valider si ces légumes sont adaptés ou non à la production hors sol.

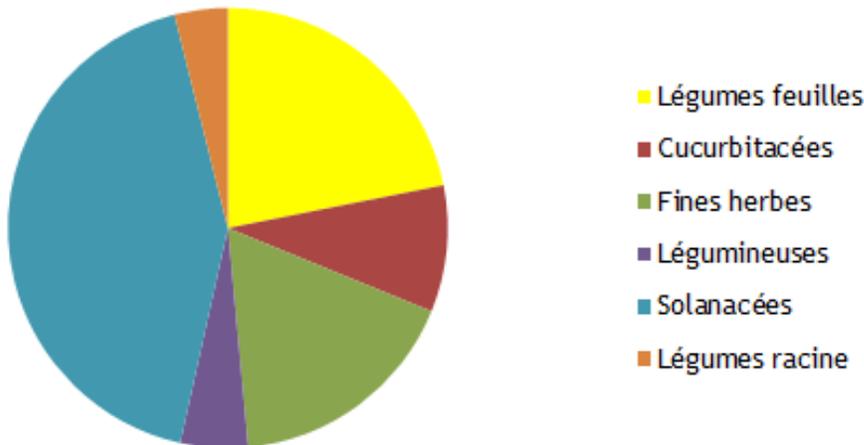
Tableau 6. Rendement total du projet Culti-VERT (2019)

	Solanacées	Cucurbitacées	Légumes feuilles	Fines herbes	Légumineuses	Légumes racines
Rendement (kg)	395.0	90.8	205.3	76.8	48.5	37.5

Tableau 7. Rendements de Culti-VERT par variété et périodes de récolte (2019)

Variété	Périodes de récolte	Rendement		
		Faible	Moyen	Élevé
Aubergine	17-07 au 23-08			√
Bette à carde	2-07 au 30-09			√
Betterave	8-07 au 30-09		√	
Brocoli	26-06 au 27-07		√	
Carotte	juillet	√		
Cerise de terre	15-07 au 23-09			√
Chou Kale	18-06 au 17-07			√
Chou miniature	19-08 au 30-09			√
Concombre	2-07 au 15-08	√		
Courgette/pâtisson	11 au 29-07	√		
Épinard	27-05 et 16-09	√		
Fenouil	19-08 au 23-09	√		
Haricot	11-07 au 8-10			√
Laitue	12-06 au 28-10			√
Melon	19-08 au 3-09	√		
Moutarde	8-07 au 28-10			√
Navet	30-07 au 6-08	√		
Pac choï/tatsoi	25-05 au 28-10			√
Piment fort/poivron doux	26-07 au 16-10			√
Pois neige	19-06 au 24-07 et 20-09			√
Radis	3 au 12-06 et 30-09		√	
Tomate	22-07 au 23-09		√	
Tomate cerise	15-07 au 23-09		√	
Tomatillo	7 au 30-08			√

Figure 8. Répartition des rendements par type de production du projet Culti-VERT (2019)



Finalement, la grande quantité de variétés et de cultivars de 2019 a permis de dégager de grandes tendances quant aux productions les mieux adaptées sur un toit. Pour la saison 2019, le rendement total du projet Culti-VERT s'élève à 853.9 kg avec les Solanacées (46%) et les légumes feuilles (24%) qui dominent (Tableau 6). Certaines variétés ont obtenu des rendements assez élevés tandis que d'autres semblent moins adaptées en mode hors sol (Tableau 4). Il faut cependant considérer quelques éléments avant de conclure à l'adaptabilité ou non de ces variétés : les conditions climatiques particulières de la saison 2019, l'utilisation d'un fertilisant unique pour l'ensemble des variétés (les doses sont ajustées selon les besoins), la présence du même terreau pour la majorité des bacs ainsi que l'absence d'essais comparatifs avec un autre mode de production (plein sol, vertical). Pour la prochaine saison, le calendrier de plantation tiendra compte de ces résultats. Cependant, des essais de variétés et/ou cultivars seront encore réalisés sur une partie de la superficie de Culti-VERT. Finalement, en ce qui concerne la distribution des récoltes, la totalité de la production de ce projet est achetée par Capital Traiteur, le traiteur officiel du Palais des congrès de Montréal.

À considérer :

- Réduire le nombre de cultivars par variété (sélectionner les meilleurs)
- Pour la nouvelle section (extrémité sud), installer des variétés tolérantes à l'ombre ou déplacer les pots à un endroit plus ensoleillé

À tester :

- Essai comparatif entre une production hors sol et une en pleine terre et/ou verticale
- Essai de couvertures offrant une meilleure protection contre le froid (P30 ou P40)
- Essai comparatif entre différents cultivars, certains mieux adaptés aux températures élevées avec les cultivars habituellement utilisés
- Analyse chimique des terreaux

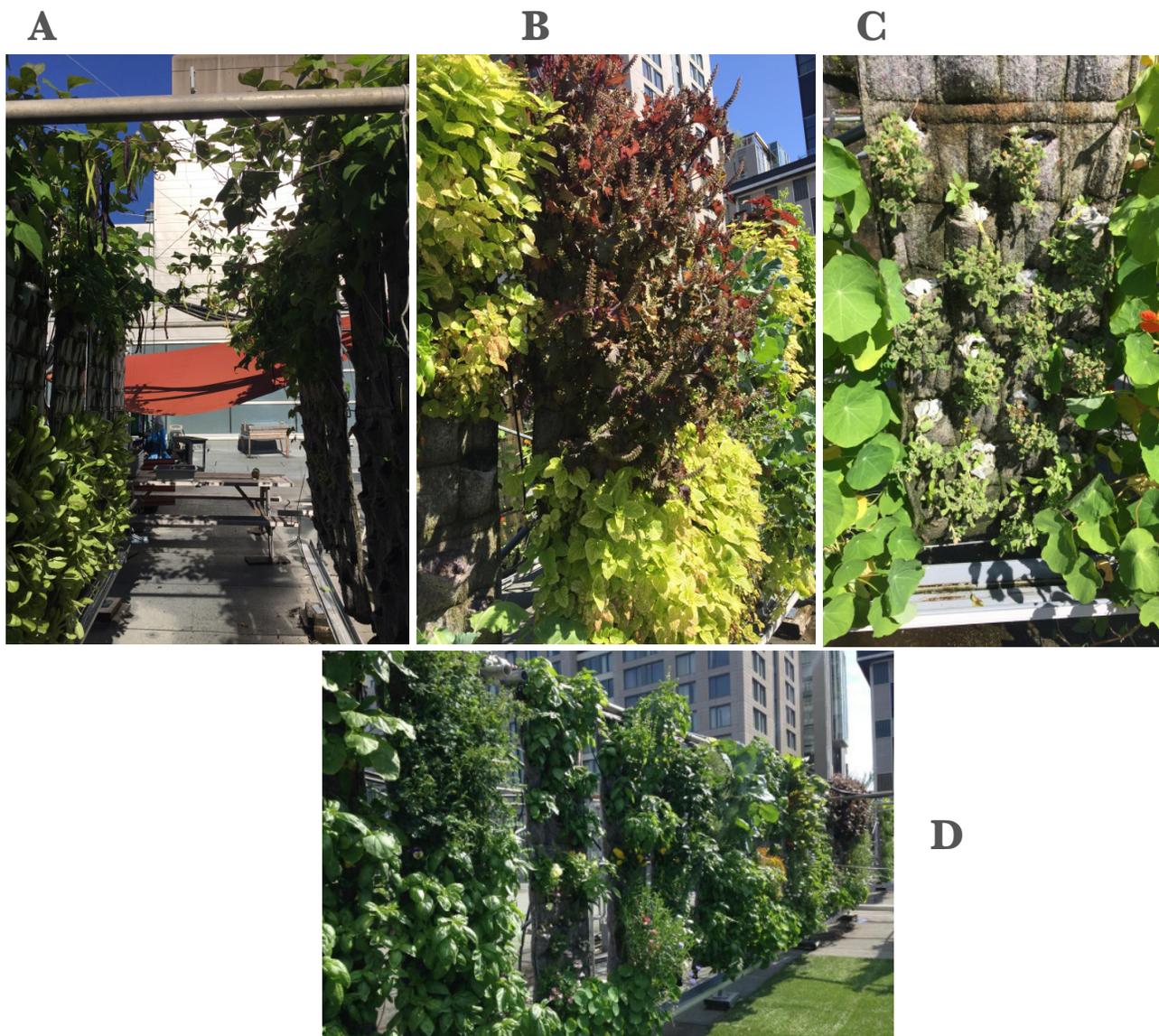
À éviter :

- Les cultivars sensibles aux maladies et peu adaptés aux températures élevées

VERTical

Le projet VERTical consiste à cultiver des légumes, fleurs et fines herbes sur des membranes de feutre posées à la verticale sur des structures autoportantes (Figure 9). Pour 2019, la totalité des structures (sauf la dernière rangée) a été utilisée afin d'optimiser la production, ce qui représente près de 10 000 transplants. Afin de combler ce besoin, des transplants ont été achetés à une entreprise agricole de la région métropolitaine et la plantation s'est échelonnée sur 3 semaines (du 27 mai au 13 juin). La majorité de la production était composée de fines herbes telles le basilic, la menthe, l'origan, la sauge, le persil avec quelques variétés moins connues comme le shiso ou la ficoïde glaciale (Figure 9 B-C).

Figure 9. Production agricole du projet VERTical. Haricots grimpants (A), shiso rouge (B), ficoïde glaciale (C), basilic (D)



À la saison dernière, ce projet a fait face à de nombreuses problématiques. Malgré une plantation hâtive, les rendements ont été inférieurs à ceux des années précédentes bien que certaines variétés aient très bien performés (Tableau 5). La première problématique est survenue rapidement avec les périodes de chaleur du mois de juin. Malgré un système d'irrigation goutte-à-goutte, la majorité des plants n'avaient pas leur système racinaire suffisamment développé pour résister à cette chaleur. Bien que le terreau utilisé possède une forte capacité de rétention d'eau (mousse de tourbe), le volume de celui-ci dans les pochetons est modeste (Figure 9 B). Par conséquent, la canicule a affecté la survie des plants et plusieurs zones du projet VERTical ont dû être transplantées une seconde fois. La seconde problématique concerne la solution fertilisante. Bien que des mesures de pH et de conductivité (EC) aient été prises de façon régulière, des pH en dessous de 5,0 ont été mesurés vers la fin de juin causant des carences majeures ainsi que d'importantes difficultés à stabiliser la solution nutritive. Pour VERTical, la fertilisation consiste en une fertigation, c'est à dire un apport en engrais solide de synthèse dans le système d'irrigation à l'aide d'un Dosatron.

Le projet est divisé en zones ce qui permet d'ajuster la fertilisation et l'irrigation selon les besoins des cultures. L'eau est apportée via un système de goutteurs qui est relié à une minuterie. En début de saison, la fréquence d'irrigation s'établit à 1 fois par heure mais elle s'accélère (5-7 minutes aux 30 minutes) avec le développement des systèmes racinaires et l'augmentation des températures. De manière à récupérer l'eau d'irrigation, un système de gouttière est installé au bas des membranes (Figure 9 D). Bien qu'imparfait, ce système de gouttières permet de recycler l'eau dans le but de créer un système en circuit fermé. La difficulté provient des goutteurs. La majorité des goutteurs en place en sont à leur 3^{ème} saison et plusieurs sont obstrués par les dépôts et les algues qui sont transportés par l'eau recyclée. L'an dernier, le taux de mortalité du projet VERTical a été plus élevé que les années précédentes entre autre à cause de l'obstruction des goutteurs.

Figure 10. Système de gouttières du projet VERTical



L'utilisation optimale de l'eau est également un enjeu primordial de la ferme expérimentale. Des tests effectués en septembre ont démontré qu'un système de production tel que celui utilisé ici (9 rangées, 350 membranes) utilise en moyenne 2329 litres d'eau à l'heure. De ce volume, difficile de chiffrer la quantité d'eau qui est recyclée cependant, des pertes sont observées quotidiennement au sol ce qui entraîne également un lessivage de fertilisants (Figure 10). C'est pour cette raison que des modifications importantes ont été apportées à la structure en octobre dernier afin de réduire la superficie du projet et de rendre le système plus performant en réduisant les pertes en eau et en fertilisant (Figure 11). En outre, les membranes ont été abaissées de manière à ce qu'elles s'appuient directement dans les gouttières. Le système d'irrigation a été nettoyé dans son intégralité et les goutteurs obstrués ont été supprimés. L'enjeu de l'eau sera mis de l'avant à la prochaine saison.

Figure 11. Projet VERTical en 2019 (A) et en 2020 (B)



Tableau 8. Espèces cultivées en 2019 pour le projet VERTical

	Espèce	Adaptabilité ¹	Rendement		
			Faible	Moyen	Élevé
Fines herbes	Aneth	B		√	
	Basilic	A			√
	Cerfeuil	A	√		
	Coriandre	B	√		
	Estragon	B		√	
	Ficoïde glaciale	A		√	
	Mélicse	A			√
	Menthe	A			√
	Origan	A			√
	Persil	A		√	
	Sarriette	C	√		
	Sauge	A			√
	Thym	A			√
Fleurs	Bourrache	C	√		
	Capucine	A			√
	Dianthus	B		√	
	Lavande	A			√
	Tagète	A			√
	Pensée	B		√	
Légumes	Bette à carde	A		√	
	Haricot	A			√
	Navet japonais	A			√
	Poivron miniature	B		√	

Note 1. Bien adaptée (A), moyennement adaptée (B), peu adaptée (C). Basée sur les saisons 2018-2019

Tel que mentionné plus haut, la production est composée majoritairement de fines herbes, de fleurs et de quelques variétés maraîchères. Bien que le rendement total du projet ait été relativement faible, certaines espèces bien adaptées à la production verticale ont obtenu des récoltes satisfaisantes. Le Tableau 8 indique les espèces cultivées à la saison 2019 et celles-ci ont été classées selon leur rendement (faible, moyen, élevé) et leur adaptabilité. La cote pour l'adaptabilité est basée sur les résultats des saisons 2018 et 2019. Quant au rendement par espèce, il peut varier d'un cultivar à l'autre. Par exemple, les basilics grec et génois ont obtenus

des rendements très élevés tandis que le basilic citron est peu adapté à la production verticale. Même constat pour le thym anglais (A) en comparaison avec le thym citron (C).

Pour ce qui est de la commercialisation des récoltes, une fraction est achetée par l'organisme la Tablee des chefs tandis qu'AU/LAB transforme certaines fines herbes issus de VERTical via le projet Récoltes de ville.

À considérer :

- Installer les membranes tôt en saison afin de transplanter en mai – hors des périodes de canicule
- Utiliser un débitmètre pour évaluer précisément les quantités d'eau utilisées pour un tel système
- Investir dans de nouveaux goutteurs
- Miser sur les espèces bien adaptées à la production verticale

À tester :

- Évaluer le potentiel de litière d'insectes (Frass) comme fertilisant
- Comparer 2 formats de pochetons – le format actuel et un format plus grand
- Expérimenter un engrais liquide biologique dans le système d'irrigation
- Continuer les essais de variétés maraichères en production verticale

À éviter :

- Transplanter en période de forte chaleur

Mesure des températures

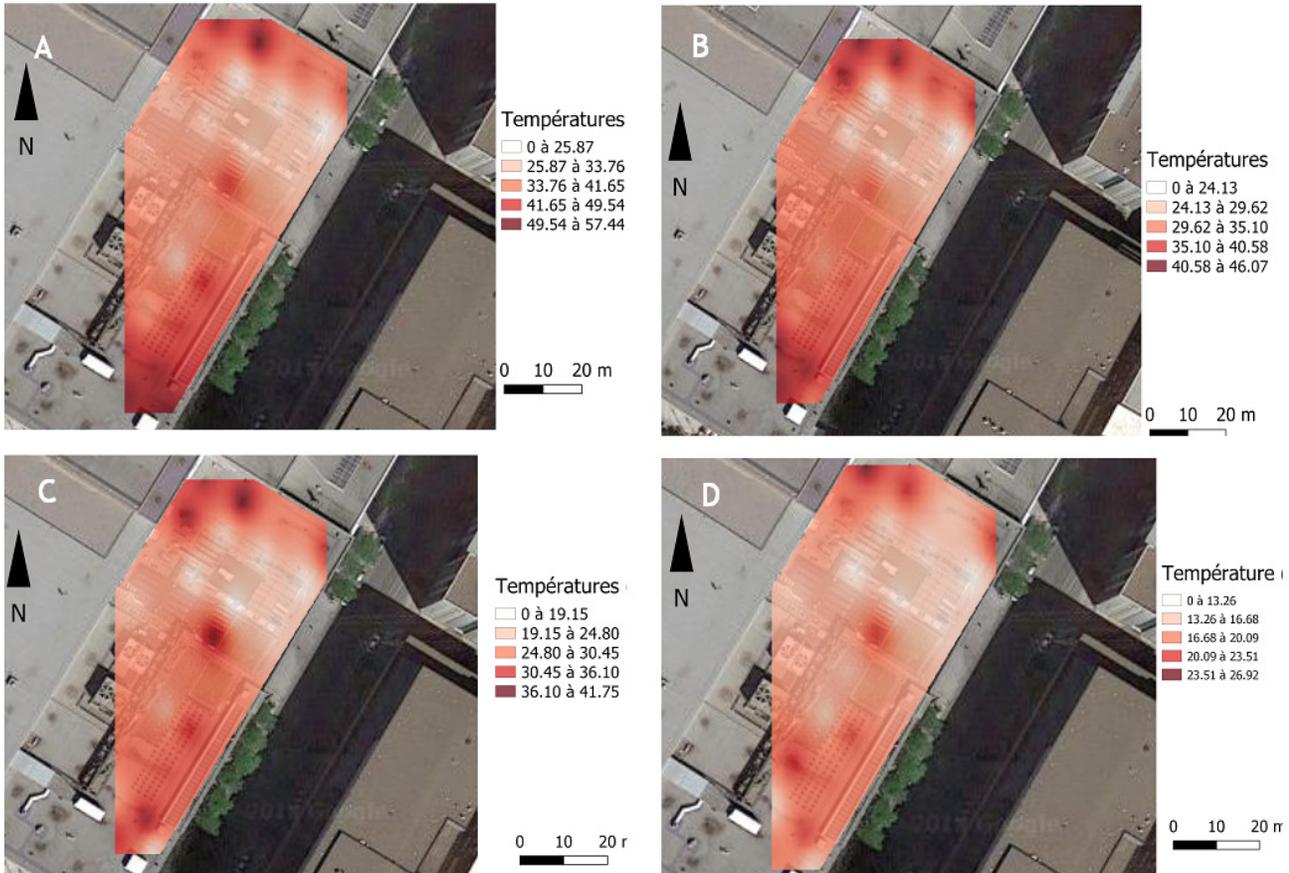
Afin de documenter la production agricole sur toit en milieu urbain, 2 séries de mesures des températures ont été prises tout au long de la saison. La première série a mesuré les températures au sol de juillet à octobre et celles-ci ont été prises 3 fois par semaine, à 2 reprises dans la journée (9 :00 et 14 :00). Les sorties de drains présentes sur le toit ont servi de points de mesure (Figure 12). La seconde série qui s'est déroulée du 17 juillet au 16 octobre a mesuré les températures à 3 élévations (0, 1.7 et 2.3 mètres) selon un transect qui traversait la ferme. Ce dernier est représenté à la Figure 17 par le trait rouge.

Figure 12. Photo aérienne montrant les numéros de station (sorties de drain) ainsi que le transect pour les mesures de température



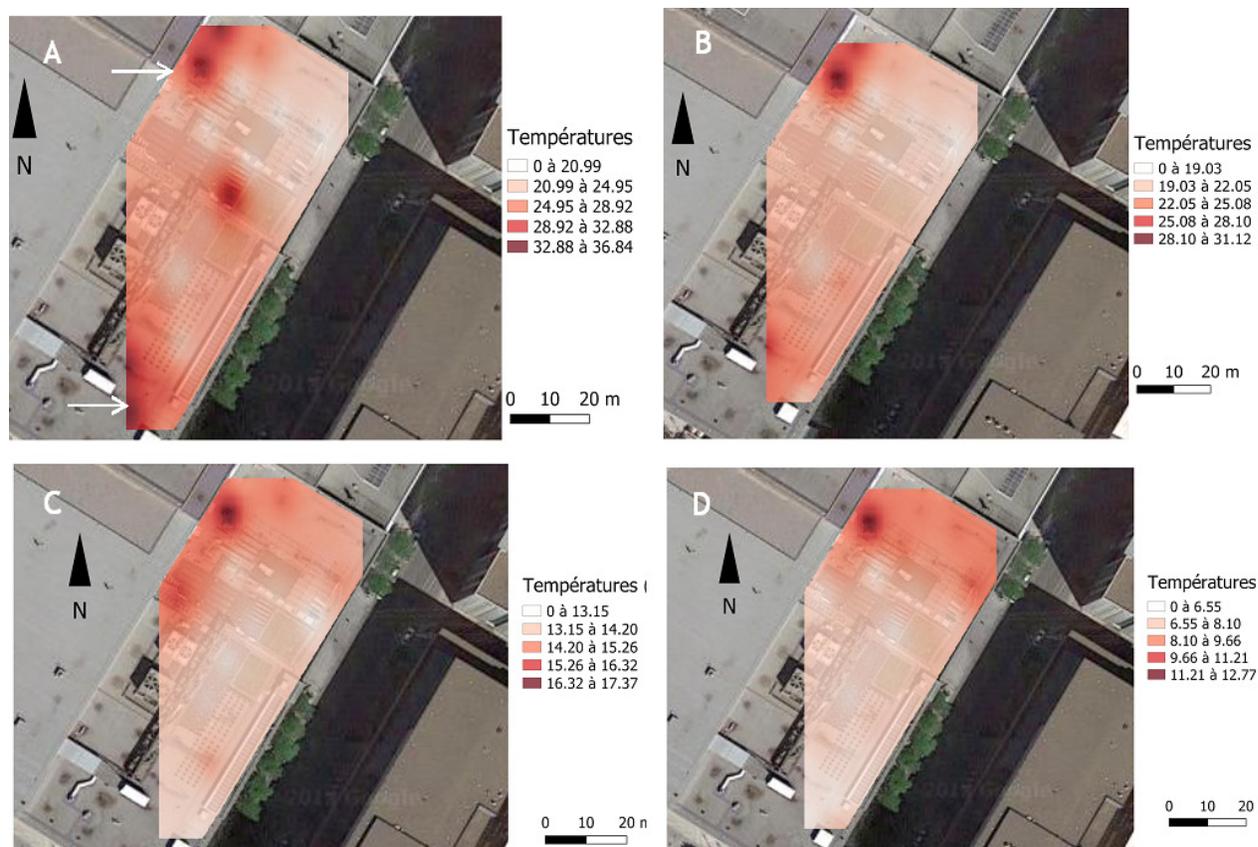
La première série de mesure a permis de corroborer ce qui avait été démontré en 2018 à partir du même exercice : des zones de fortes accumulations de chaleur se retrouvent sur les toits et la présence de végétaux permet d'en réduire l'intensité. La Figure 13 montre les températures au sol prises en matinée. Deux zones, le long du mur (plein sud) ainsi qu'à l'extrémité sud-ouest du toit, se démarquent pour leur température particulièrement élevée en juillet (A) et en août (B). La zone le long du mur demeure chaude tout au long de la saison lorsque comparée au reste du site.

Figure 13. Températures au sol prises en matinée (9 :00) pour les mois de juillet (A), août (B), septembre (C) et octobre (D) (2019)



La Figure 14 fait ressortir l'extrême chaleur d'un toit en milieu urbain en après-midi avec des températures supérieures à 50 °C en juillet et à 40°C en août pour la quasi-totalité du site. Ces zones rendent difficile la production agricole sur un toit et l'utilisation de cultivars résistants à la chaleur est fortement recommandée.

Figure 14. Températures au sol prises en après-midi (14 :00) pour les mois de juillet (A), août (B), septembre (C) et octobre (D) (2019)



La seconde série de mesures a été réalisée à partir d'un transect qui traversait la partie avant de la ferme (Figure 12). Le transect comportait 22 stations situées à 2 mètres l'une de l'autre et 3 mesures (0, 1.7 et 2.3 mètres) ont été prises à chacune des stations 3 fois semaine (lundi, mardi, vendredi à 11 :00). À noter que la seconde mesure (1.7 m) se situe au niveau de la station météo qui se trouve sur le site. Certaines stations ont arboré des variations de température éloquentes. Tel qu'attendu, les stations se situant dans les zones de forte chaleur (Figures 13 et 14) (stations 1 à 7) ont démontré des écarts de température importantes. En moyenne, les températures prises à 2.3 m étaient de 24.4 à 38.2% moins élevées que celles prises au sol. L'amplitude était moindre entre les températures du sol et celles à 1.7 m (16.9 à 30.0 %). Quant aux stations situées entre les rangées des structures de VERTICAL (stations 8 à 13), la différence entre les 3 élévations étaient moins prononcées que celles des stations plus chaudes, soit entre 0 et 24.1% pour la mesure la plus haute (2.3 m) et entre 3.9 et 22.7% pour la mesure prise à 1.7 m. L'ombrage causé par la présence des membranes mais surtout par la végétation ont contribué à réduire de façon considérable les températures aériennes et celles au sol.

Les Figures 15, 16 et 17 montrent les températures pour 3 des semaines les plus chaudes de l'été 2019. En juillet, les écarts entre les 3 élévations sont relativement faibles et toutes les mesures se situent en dessous de 30 °C. La semaine du mois d'août par contre, montre des températures considérablement plus élevées au niveau du sol atteignant presque le 40 °C tandis que celles prises à 1.7 et 2.3 m demeurent relativement constantes avec un maximum atteint de 28.5 o C à la station 6 (1.7 m). Il faut savoir que juillet dernier a été un des mois les plus chauds des 10 dernières années avec une canicule en début du mois, ce qui causé l'accumulation de chaleur à la surface du toit. Malgré les températures chaudes de la semaine de septembre représentée plus bas, la Figure 17 montre 3 courbes de température relativement fraîches avec peu de variations entre les 3 élévations. Seules les stations 7, 14 et 16 ont atteint une température au sol supérieure à 20 °C. Tel que mentionné plus haut, la fin de l'été a été soudaine, ce qui explique en partie les faibles variations des courbes de température.

Figure 15. Températures moyennes par station du 22 au 26 juillet (2019)

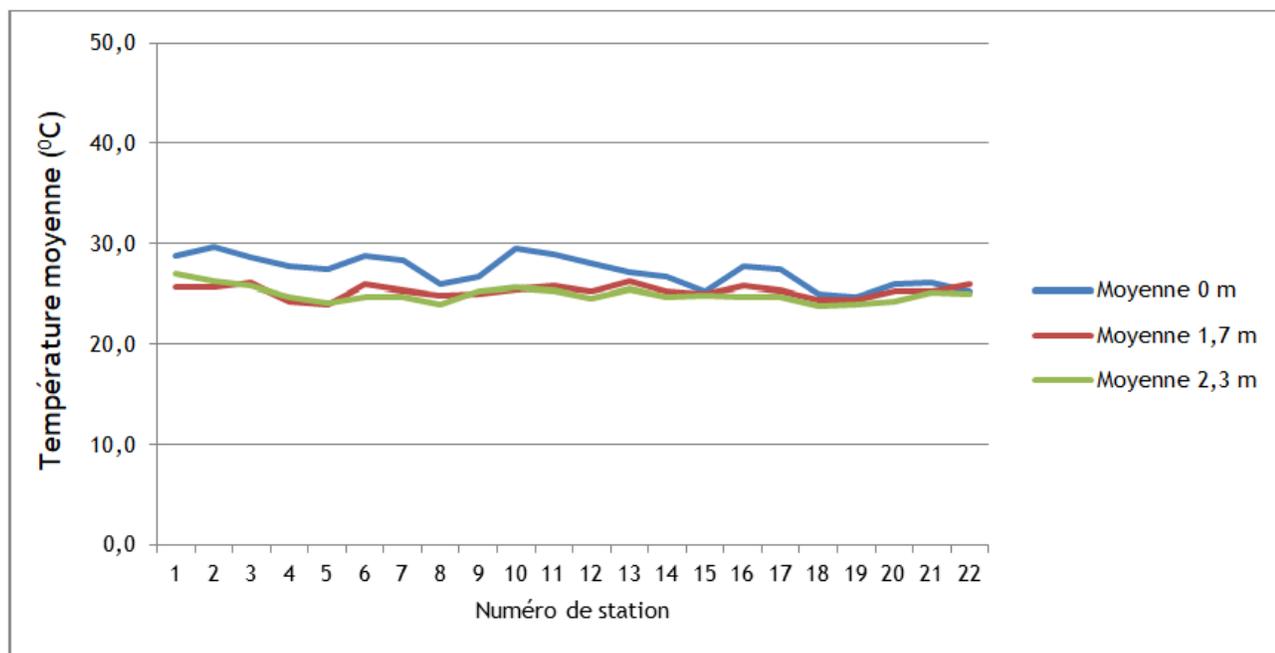


Figure 16. Températures moyennes par station du 19 au 23 août (2019)

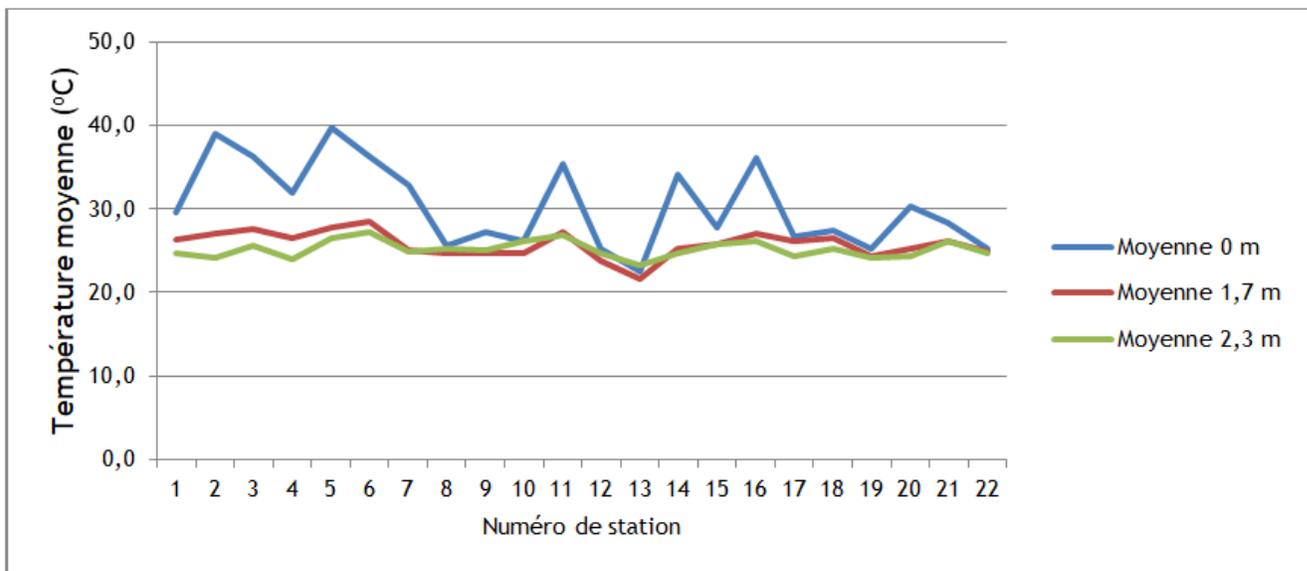
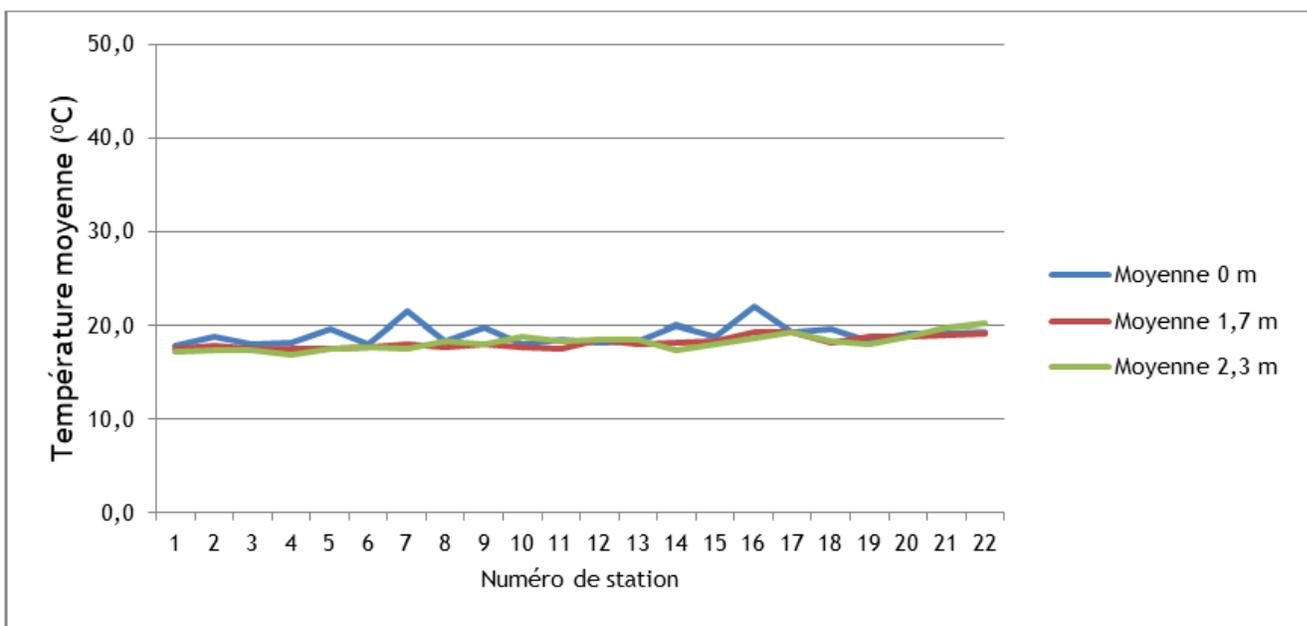


Figure 17. Températures moyennes par station du 23 au 27 septembre (2019)



Projets de recherche techniques et économiques

En 2019, 5 projets de recherche technique et une recherche économique ont pris place à la ferme expérimentale :

- 1) Étude sur la culture verticale
- 2) Étude sur la création d'un terreau urbain
- 3) Étude sur la fertilisation biologique en bacs
- 4) Étude sur la prolongation de la saison de production
- 5) Étude sur la production de petits fruits en hors sol en milieu urbain
- 6) Étude sur la production de vignes sur toit
- 7) Étude sur les coûts d'opération et des revenus d'une ferme maraîchère sur toit

Des rapports détaillés de chacun de ces projets seront rédigés et publiés au printemps 2020 , toutefois vous trouverez ci-dessous un résumé de chacun des projets.

Étude sur la culture verticale

Au début de juin, 3 variétés maraîchères (poivron nain, haricot, navet japonais) ont été installées sur 9 sections de VERTical. L'objectif du projet était de documenter la production verticale extérieure en ciblant les espèces végétales les mieux adaptées à ce type de production. En plus des observations hebdomadaires pour les maladies et ravageurs, le projet contenait 2 indicateurs de suivi, le stade phénologique et le rendement. Bien que le début de la saison se soit déroulé sans difficulté, les problèmes de pH et de salinité ont grandement affecté le projet causant une mortalité élevée des plants. Considérant la situation, la décision de ne pas poursuivre les observations a été prise à mi-parcours. Cependant, une étude parallèle sur la production de basilic et de fraises en mode verticale s'est tenu entre les mois de juillet et septembre 2019.

Étude sur la création d'un terreau urbain

La production agricole hors-sol implique généralement l'utilisation d'un substrat fabriqué à partir de mousse de tourbe, une ressource non-renouvelable. En plus du coût financier important lié à l'achat de ces terreaux, la vulnérabilité de cette matière a amené les chercheurs à s'intéresser à des alternatives potentielles à la tourbe pour la production en serre ou en conteneurs. Ce présent projet s'insère dans cette tendance avec un souci d'utiliser ou de recycler des

matériaux issus du milieu urbain tel le substrat de champignonnière épuisée, la sciure de bois, le compost de résidus verts et alimentaires. Ce projet étudie différentes alternatives à l'utilisation de la tourbe pour la production hors-sol en milieu urbain ainsi que leurs propriétés physiques et chimiques. Différentes compositions ont été évaluées ainsi que deux granulométries différentes quant à la sciure de bois. Plusieurs tests physiques et chimiques ont été réalisés au cours de la saison tels la porosité, la densité apparente, la capacité de rétention en eau, le pH, la conductivité électrique ainsi qu'une analyse chimique complète de laboratoire. Ce projet qui en est à sa 2^e année a été réalisé avec du piment d'Espelette et il se poursuivra à la saison 2020.

Étude sur la fertilisation biologique en bacs

La production biologique en bacs est une pratique agricole relativement peu développée et documentée. Elle se retrouve de façon marginale en serre où poivrons et tomates sont cultivés. Bien que l'agriculture biologique ne soit pas le seul mode de production en milieu urbain, les citoyens s'attendent à des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement et des milieux résidentiels avoisinants. L'objectif principal du projet était de comparer différents fertilisants homologués en régie biologique ainsi que d'évaluer le potentiel de la litière d'insectes comme engrais pour la production en contenants. En plus des suivis hebdomadaires sur la présence des maladies et ravageurs et sur la croissance (stade phénologiques, échelle BBCH), différents tests chimiques ont été réalisés : pH, conductivité électrique. Finalement, le rendement ainsi que la biomasse aérienne ont été notés à la fin de la saison.

Au départ, des piments d'Espelette ont été transplantés dans des pots de géotextile d'une capacité de 75 litres. Cependant, lorsque les fruits ont commencé à se former, il était évident que des semences de poivrons doux s'étaient insérées à travers celles des piments d'Espelette. Malheureusement, les plants de poivrons ont dû être retirés et le projet fertilisation s'est réalisé avec une autre variété maraîchère exigeante et tolérante aux températures fraîches, le brocoli.

Étude sur la prolongation de la saison de production

La production maraîchère automnale représente une opportunité intéressante pour les producteurs agricoles Québécois. La production de légumes feuilles et de crucifères en automne pour une récolte en novembre et décembre s'avère possible à l'aide de couvertures de protection. Bien que l'automne représente une période de production envisageable, plusieurs questions demeurent quant à la technique à utiliser. Ce projet permettait d'étudier le potentiel de 2 cultures légumières (épinard et pak choï) comme productions tardives et de comparer 2 techniques : l'utilisation d'une seule couverture (19 g/m²) à l'utilisation de 2 couvertures (19g/m²) à différentes dates de plantation. Les paramètres de suivi du projet comportaient le suivi des températures sous les couvertures, le stade phénologique (échelle BBCH) ainsi que le rendement.

Au total, 4 plantations de pak choï et 3 plantations d'épinards ont été réalisées entre le 27 août et le 18 octobre dans les bacs de géotextile d'une capacité de 302 litres remplis de terreau et de

compost. Une fertilisation à base d'algues a été apportée à 3 reprises. Les paramètres de suivi incluaient le stade phénologique (échelle BBCH) ainsi que le rendement.

Étude sur la production de petits fruits en hors sol en milieu urbain

Avec des conditions climatiques plus clémentes, la production fruitière en milieu urbain représente une opportunité de croissance et de développement pour certains producteurs agricoles actuels ou futurs. Cependant, peu d'informations existent à ce jour quant à la production de fruits en ville. Serait-il possible de cultiver des fruits moins rustiques (zones 6 et +) afin de diversifier l'offre actuelle et de se démarquer ? Serait-il envisageable de produire sur une plus longue période ? Des questions demeurent également sur la production de petits fruits en contenant quant au choix du terreau, de la fertilisation, de l'irrigation, de la taille, du tuteurage (kiwi) et de la protection hivernale. Ce projet de petits fruits en milieu urbain adresse ces questions et permettra de documenter la production hors-sol. 4 espèces fruitières sont à l'essai : la gadelle, la groseille, le kiwi et la fraise. Les 3 premières variétés sont cultivées dans des pots de géotextile de 75 litres tandis que les fraises ont été transplantées sur les membranes du projet VERTical. Une fertilisation biologique a été apportée afin de combler les besoins des végétaux.

Étude sur la production de vignes sur toit

En 2019, nous avons continué la collecte de données sur la croissance et la résistance des vignes dans un contexte urbain et sur toit. Pour la première année, nous avons réalisé une vendange des vignes. Une analyse de la qualité des raisins a été effectuée et une première vinification a été amorcée.

Depuis 2019, nous a permis aussi de continuer à obtenir des données pour une évaluation économique de cette activité agricole urbaine sur toit.

Étude sur les coûts d'opération et des revenus d'une ferme maraichère sur toit

Depuis les dernières années, la production agricole sur toit suscite un fort engouement auprès des agriculteurs désirant produire en milieu urbain. Compte tenu du nombre considérable de bâtiments pouvant accueillir ce type d'activité, la production sur toit représente un potentiel de développement énorme pour l'agriculture urbaine. Malgré de nombreux défis (portance, défis techniques, conditions climatiques), les toits maraichers sont aussi de plus en plus considérés par les instances publiques et les promoteurs immobiliers afin de répondre à des enjeux environnementaux, tels que la biodiversité, la gestion de la matière, la gestion de l'eau, la lutte aux îlots de chaleur, etc.



**PERSPECTIVES
POUR LA SAISON
2020**

Dans le cadre des activités au Palais des congrès en 2019, nous avons continué à documenter le temps de travail pour les différentes tâches liées à la production maraichère, ainsi que les revenus tirés des différentes productions. En plus de vendre notre production au traiteur de Palais des congrès (Culti-vert) et à l'ITHQ (Piment d'espelette) et a Tablee des chefs (basilic), en 2019 nous avons continué le projet Récoltes de ville en produisant des pots de fines herbes et un mélange de tisane. Un suivi sur la commercialisation sera effectué.

En 2019, nous avons aussi accueilli une productrice des fleurs comestibles dans le cadre du démarrage de son entreprise. Durant la saison elle devait, collecter des données économiques de ce type de production. Malgré un accompagnement de démarrage d'entreprises auprès d'elle, il est rapidement apparu que si elle maîtrisait la production, la commercialisation de sa production était un enjeu important. Après 5 mois de production, elle a décidé d'arrêter son projet d'entreprise de production de fleurs comestibles.

La saison 2020 sera remplie de défis pour l'équipe de la ferme expérimentale du Palais des congrès. Les projets de recherche seront reconduits à et le projet VERTical sera travaillé différemment afin d'optimiser les infrastructures en place.

Plus concrètement :

- Projet sur la création d'un terreau urbain, 3e saison
 1. Étudier les traitements 2019 ayant le mieux performés (fertilité et production)
 2. Essayer de nouveaux résidus (fibre de bois)
- Projet sur la production de petits fruits
 1. Ajouter des nouvelles variétés
 2. Étudier la croissance, la survie à l'hiver, la fertilisation, le type de taille et le tuteurage (kiwi)
- Projet VERTical
 1. Tester différentes variétés
 2. Améliorer la gestion de l'eau (pertes) et des fertilisants
- Projet sur les services écosystémiques (nouveau)
- Maximiser l'utilisation des sondes reliées à la station météo
- Documenter toutes les opérations reliées à la ferme (heures de travail, coût d'exploitation, etc.)
- 4e saison du projet Vignes en ville

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

CRETAU



RAPPORT DU PALAIS DES CONGRÈS **JANVIER 2020**

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

CRETAU
