



Portrait des infrastructures vertes et des ouvrages phytotechnologiques dans l'agglomération de Montréal

Rapport préparé par
Esther Lapierre et Stéphanie Pellerin
pour Fondation Espace pour la vie

Octobre 2018



Institut de recherche
en biologie végétale



Mise en contexte

Ce rapport a été réalisé par l'Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) pour La Fondation Espace pour la vie, qui a pour mission de contribuer au développement des missions scientifiques, éducatives, culturelles, sociales et artistiques des quatre institutions d'Espace pour la vie (Jardin botanique, Biodôme, Insectarium et Planétarium Rio Tinto Alcan). L'objectif du projet était de réaliser un inventaire des infrastructures vertes et des ouvrages phytotechnologiques présents dans l'agglomération de Montréal. Le rapport présente d'abord diverses problématiques associées à l'urbanisation. Ensuite, le concept de phytotechnologie est détaillé et certaines structures phytotechnologiques sont décrites en utilisant l'approche développée dans le cadre du *Parcours des phytotechnologies*. Les données constituant l'inventaire ont été obtenues en consultant différentes plateformes WEB et grâce à des requêtes téléphoniques et électroniques auprès, entre autres, des instances fédérales, provinciales, municipales et institutionnelles. Ce document constitue le premier inventaire exhaustif des infrastructures vertes et des ouvrages phytotechnologiques présentes sur le territoire de l'agglomération de Montréal.

Table des matières

Les problématiques associées à l'urbanisation	4
Les infrastructures vertes	5
La phytotechnologie	6
Domaine d'action des phytotechnologies	7
Gestion intégrée des eaux usées	7
Lutte contre les îlots de chaleur, la pollution de l'air et le bruit	10
Décontamination des sols	11
Stabilisation des pentes et des berges	12
Lutte contre les espèces exotiques envahissantes	12
Méthodologie	13
Infrastructures vertes	15
Les milieux naturels	15
Les parcs et espaces verts	17
La forêt urbaine	19
Les initiatives de verdissement	21
L'agriculture urbaine	22
Les ouvrages de phytotechnologie	23
Toitures végétalisées	23
Pratiques de gestion optimales des eaux	23
Les marais filtrants	25
Les structures verticales végétalisées	26
La décontamination des sols par la phytoremédiation	27
La stabilisation des pentes et des berges	27
Lutte contre les espèces exotiques envahissantes	27
Discussion	29
Les infrastructures vertes	29
Protection des infrastructures vertes	30
Valeurs économiques des infrastructures vertes	31
Les initiatives de verdissement et l'agriculture urbaine	31
Les toitures végétalisées	32
Les outils de gestion des eaux pluviales	33
Les marais filtrants	35
Murs végétalisés	35
Écrans verts	36
La phytoremédiation	36
La lutte contre les espèces envahissantes et la stabilisation des berges	37
Sommaire des contraintes	38
Le rôle secondaire des espèces	38
L'ambiguïté des termes	39
Le manque de données scientifiques et le transfert des connaissances	39
Autres contraintes	39
Conclusion	40
Références	41
Remerciements	43





Les problématiques associées à l'urbanisation

L'urbanisation engendre de nombreuses problématiques environnementales, notamment la fragmentation et l'isolement des écosystèmes naturels et le déclin de la biodiversité indigène (McKinney, 2006). Les activités industrielles, commerciales et domestiques ainsi que les déplacements automobiles qui y sont associés polluent les sols, l'air et les cours d'eau favorisant notamment l'implantation d'espèces exotiques envahissantes.

En ville, les surfaces minéralisées et imperméables sont partout : rues, autoroutes, stationnements, toits des immeubles, etc. L'eau de pluie s'y accumule et ruisselle jusqu'aux canalisations municipales, emmagasinant sur son passage

poussières, métaux, huiles et bien d'autres contaminants. Lors d'épisodes pluviaux importants, les quantités substantielles d'eau qui ne s'infiltrent pas contribuent à la saturation et à la surcharge des canalisations et ultimement au déversement d'eau contaminée dans le réseau hydrique naturel.

Les surfaces minéralisées ont aussi le désavantage d'accumuler la chaleur des rayons solaires, ce qui contribue à la formation d'îlots de chaleur urbains, un fléau ayant plusieurs impacts négatifs sur la santé, la biodiversité et les infrastructures (Giguère, 2009). Par exemple, ils détériorent la qualité de l'air et haussent les demandes en énergie (p. ex., pour la climatisation) et en eau

potable. Les personnes ayant des problèmes de santé, les personnes âgées, les enfants et les personnes sportives sont particulièrement à risque de subir les effets néfastes des îlots de chaleur.

La pollution atmosphérique est aussi un désagrément majeur pour les citoyens. Les causes de cette pollution sont diverses et proviennent notamment du domaine biologique (moisissures et bactéries), des particules fines d'origine minérale et des composés chimiques. Selon Santé Canada, 14 400 décès prématurés sont causés annuellement par la pollution de l'air dans les centres urbains en Amérique du Nord (Santé Canada, 2017).

Les infrastructures vertes

Les infrastructures vertes regroupent l'ensemble des milieux naturels tels que les forêts, les prairies et les milieux humides et aquatiques (le terme « infrastructure bleue » est parfois utilisé pour les milieux hydriques). Elles englobent aussi les milieux semi-naturels comme les friches, les parcs récréatifs, les jardins, les espaces végétalisés et les aménagements paysagers. Cette nature offre plusieurs bénéfices pour les humains, bénéfiques regroupés sous le concept de services écologiques. Ce concept développé dans les années 1970 visait à promouvoir

l'utilisation de la valeur socio-économique des bénéfices générés par les écosystèmes (Westman, 1977).

Les services écologiques sont généralement divisés en quatre grandes catégories : les services de support (cycles géochimiques, pollinisation, etc.), les services de régulation (climat, hydrologie, érosion, etc.), les services d'approvisionnement (nourriture, eau, médicaments, etc.) et les services socio-culturels (récréation, esthétisme, tourisme, etc.). De plus en plus des chercheurs tentent d'attribuer une valeur économique

aux services écologiques. Par exemple, pour la ceinture verte de la grande région métropolitaine de Montréal, la valeur économique de neuf services écologiques non marchands (régulation du climat, qualité de l'air, approvisionnement en eau, régulation des crues et inondations, pollinisation, habitat pour la biodiversité, loisirs et tourisme, contrôle de l'érosion et contrôle biologique) a été évaluée à 4,3 milliards de dollars par année (Dupras et al., 2013).

« Les infrastructures vertes représentent l'ensemble des systèmes naturels et semi-naturels, de l'arbre à la trame verte, qui rendent des services essentiels au bien-être des individus et des communautés. »

Fondation David Suzuki



Photo: Marie-Hélène Brice



La phytotechnologie

La phytotechnologie repose sur le concept que puisque les plantes et les écosystèmes fournissent des services écologiques, nous pouvons les utiliser de façon spécifique et de manière réfléchie afin de bénéficier de leurs actions bienfaitantes (Henry et al., 2013). La phytotechnologie repose donc sur l'emploi de végétaux vivants et des microorganismes qui y sont associés (bactéries et champignons) pour atténuer ou résoudre des problématiques environnementales. La Société Québécoise de Phytotechnologie (www.phytotechno.com) définit plus spécifiquement celle-ci comme

« l'ensemble des technologies bâties par l'intervention humaine qui utilisent les plantes vivantes pour optimiser la livraison de divers services écologiques ».

Parmi les services écologiques rendus par les ouvrages phytotechnologiques figurent l'assainissement de l'air, la captation des gaz à effet de serre, la rétention des eaux pluviales, l'épuration des eaux contaminées, la décontamination des sols, le contrôle de l'érosion, la réduction des îlots de

chaleur, la maîtrise des plantes envahissantes, la diminution des dommages causés par le vent et le soutien à la biodiversité. Ce dernier est toutefois de moins en moins reconnu comme étant un service écologique à proprement dit (Faith, 2018).

Il est important de distinguer le concept de verdissement de celui de la phytotechnologie, bien que les deux concepts soient souvent des alliés en milieu urbain et que dans les deux cas leurs résultantes peuvent être considérées comme des infrastructures vertes. En effet, dans un contexte urbain fortement minéralisé, le simple fait de verdir un secteur permet l'obtention de services écologiques. Par exemple, l'élaboration d'une platebande, par l'assemblage d'espèces floristiques variées, contribue au soutien des pollinisateurs qui sont importants pour les cultures. Toutefois, bien que le verdissement puisse contribuer à la production de services écologiques, il est souvent fait sans l'objectif précis de répondre à une problématique environnementale, ce qui ne correspond donc pas au sens propre à une phytotechnologie. Dans le milieu urbain, la ligne entre le verdissement et la phytotechnologie est donc très mince. La phytotechnologie emmène toutefois le concept de verdissement plus loin en priorisant des actions ciblées réalisées par les végétaux lors de l'élaboration du projet, et ce, dans la volonté de résoudre une problématique environnementale.

Photo: Furax

Domaine d'action des phytotechnologies

Gestion intégrée des eaux usées

L'eau usée désigne une multitude de solutions aqueuses souillées par l'utilisation humaine. L'eau usée résidentielle (ou eau sanitaire) se divise en deux catégories, soit les eaux grises et les eaux noires (Godmaire et al., 2009). Les eaux grises sont les eaux souillées par les usages domestiques, notamment le lavage corporel, des vêtements et de la vaisselle tandis que les eaux noires regroupent les eaux de toilette contenant des matières fécales. L'eau usée désigne aussi les eaux industrielles de toutes sortes, les eaux de drainage et de ruissellement (ou eau pluviale) ainsi que les sous-produits d'épuration (boues d'épuration). Les principaux contaminants dans l'eau usée sont les nutriments (p. ex., azote et phosphore), les agents pathogènes, les éléments traces métalliques et les matières en suspension.

Avant 1984, l'ensemble des eaux usées de l'agglomération de Montréal était rejeté dans les cours d'eau sans traitement préalable. Maintenant, il existe deux types de réseaux d'égouts, soit le réseau unitaire, composant les 2/3 du système, et le réseau séparatif (Montréal, 2018). Dans le réseau unitaire les eaux sanitaires et les eaux pluviales sont mélangées et acheminées vers l'usine d'épuration. Lors d'épisodes pluviaux importants, ce réseau présente des risques élevés de surcharge qui provoquent les débordements et les problèmes de surverses. Le réseau séparatif où les eaux sanitaires et de pluie sont récoltées séparément est surtout présent dans l'ouest de l'île. Dans ce réseau, l'eau de pluie est déversée directement dans les cours d'eau sans traitement, et ce, même si elle accumule sur son parcours des polluants.

Les ouvrages phytotechnologiques visant la gestion intégrée des eaux usées ont pour but de réduire le volume, le débit et la pollution des eaux par le biais de l'interception, la captation, le stockage, le traitement, l'infiltration ou l'évapotranspiration (Autixier, 2012). Ils s'inscrivent dans les différentes *Pratiques de Gestion Optimale* (PGO) des eaux pluviales (MDDELCC, 2015).

▼ Exemples de cellules de biorétention



Photo: Danielle Dagenais



Photo: Danielle Dagenais



Photo: Jacques Brisson



Photo: Judith Lachartre, 2018

◀ Bassins de rétention du pavillon d'accueil du Parcours Guoin.

▼ Toiture végétalisée de Centre de Biodiversité

Les **cellules de biorétention** (aussi appelées jardins de pluie) englobent plusieurs types d'ouvrages conçus en périphérie ou au sein même de zones imperméables. Ces ouvrages sont généralement des structures de petite superficie qui visent à capter et traiter des précipitations de faible importance. L'eau y est habituellement dirigée grâce à une légère dénivellation du sol. Le type de substrat ainsi que les végétaux

sont sélectionnés afin d'optimiser les performances de l'ouvrage et à imiter les processus hydrologiques naturels. Selon la conception de l'ouvrage, la cellule peut être munie ou non d'une retenue permanente ou d'un drain.

Les **bassins de rétention** sont des bassins végétalisés de plus grande envergure que les cellules de biorétention qui permettent l'accumulation des eaux sur une plus longue période. Les **bandes filtrantes** désignent les ouvrages végétalisés linéaires de plus petite taille, habituellement sans retenue et dont la principale fonction est la filtration et l'infiltration de l'eau. La **noüe végétalisée** (ou fossé végétalisé) est une dépression (souvent simplement gazonnée) qui permet de recueillir de façon temporaire les eaux pluviales et de faciliter son infiltration et son évaporation.

Les **toitures végétalisées** (aussi appelées toits verts) sont des infrastructures pérennes à même la toiture d'un bâtiment. Leur fonction première est la rétention des eaux de pluie. Elles sont composées d'une matrice de composantes techniques comportant notamment une membrane d'étanchéité, une barrière anti-racines, une membrane d'irrigation, un substrat d'enracinement, une membrane de géotextile et des végétaux. Dépendamment de l'épaisseur du substrat, il est possible de distinguer les toitures extensives (substrat d'une épaisseur de 2 à 20 cm) et les toitures intensives (substrat de 30 cm et plus). Lorsque le substrat varie de 15 à 20 cm, il est parfois question de toitures semi-intensives. La capacité de rétention d'un toit vert varie en fonction de l'épaisseur du substrat, allant de 25 % pour un



Photo: Jacques Brisson

substrat de type extensif à 75 % pour un substrat de type intensif (Moran et al., 2004; Fuamba et al., 2010). En plus de la rétention des eaux pluviales, les toitures végétalisées contribuent à la diminution des îlots de chaleurs en agissant comme barrière physique isolant la structure du bâtiment (Kumar et Kaushik, 2005). L'évapotranspiration réalisée par les végétaux contribue aussi au phénomène de rafraîchissement.

Les **marais filtrants** sont des ouvrages qui s'inspirent des milieux humides naturels, ceux-ci étant reconnus pour leur grande biodiversité et pour leur fonction épurative des eaux grâce à la complexité des processus biochimiques s'y produisant (Keddy, 2010). Il existe plusieurs types de marais filtrants, mais ils sont généralement constitués d'un bassin recevant un effluent d'eaux usées dans lequel flottent ou sont enracinés des végétaux dans un substrat de croissance, par exemple du sable et du gravier. En fonction de leur conception, les marais peuvent être alimentés par un écoulement vertical, horizontal, surfacique, sous-surfacique ou hybride. L'épuration des effluents est réalisée par l'action synergique des plantes et des microorganismes induisant des processus physiques, biologiques, chimiques et biochimiques (Kivaisi, 2001).



Photo: Jacques Brisson

▲ Marais filtrant, Auberge Le Baluchon, Saint-Paulin

Lors du passage de l'eau dans un marais filtrant, les particules en suspension sont filtrées par les éléments du substrat enchevêtrés avec le système racinaire dense des végétaux. Elles vont soit sédimenter, précipiter ou s'adsorber aux éléments du substrat. Viennent ensuite les processus biochimiques majoritairement réalisés par les microorganismes. Par exemple, en condition oxygénée, la matière organique est minéralisée et transformée en différentes molécules azotées (nitrification) qui seront éliminées en condition anaérobie (dénitrification). Les nutriments générés dans le bassin servent à la croissance et au soutien des végétaux, ce qui contribue au maintien des fonctions de l'écosystème créé. Dépendamment de l'effet recherché, certains marais sont totalement saturés en eau alors que d'autres reçoivent des entrées ponctuelles.

Les marais filtrants s'inspirent des milieux humides naturels reconnus pour leur fonction épurative des eaux.

Lutte contre les îlots de chaleur, la pollution de l'air et le bruit

Les îlots de chaleurs, la pollution de l'air et le bruit sont omniprésents dans les régions urbaines créant de nombreuses problématiques environnementales et de santé publique. Par exemple, la température dans les zones fortement minéralisées peut être de 5 à 10°C supérieurs à celle de l'environnement immédiat (Guay et Baudouin, 2005). Pour leur part, les toits foncés à faible albédo peuvent atteindre jusqu'à 80°C lors des journées ensoleillées réchauffant ainsi les bâtiments (Gendron-Bouchard, 2013). Parmi les différentes structures phytotechnologiques utilisées pour contrer ces problématiques, il y a les murs végétalisés et les écrans verts.

Les **murs végétalisés extérieurs** (ou façades végétales) sont généralement très simples à réaliser et peu coûteux. Ils peuvent être réalisés en pleine terre, en pochette ou en bac (Bernier, 2016). Les végétaux employés doivent être résistants aux conditions climatiques de la zone de rusticité où ils sont plantés. Les espèces choisies peuvent être des plantes grimpantes qui s'accrochent aux surfaces par l'entremise d'organes modifiés tels que des vrilles ou racines aériennes. À Montréal, les plus communes sont la vigne vierge à cinq folioles (*Parthenocissus*

quinquefolia), la vigne vierge tricuspidée (*Parthenocissus tricuspidata*) et l'hortensia grimpante (*Hydrangea petiolaris*). D'autres espèces nécessitent un support afin de les maintenir en place dont les clématites (*Clematis* spp.), le houblon commun (*Humulus lupulus*), la vigne cultivée (*Vitis vinifera*) et la glycine du Kentucky (*Wisteria macrostachya*).

Les murs végétalisés extérieurs agissent comme une barrière physique contre les rayons solaires en couvrant l'enveloppe du bâtiment. Puisque les végétaux font de l'évapotranspiration et que leur température n'excède pas 30°C, ils contribuent au phénomène de rafraîchissement de l'air ambiant et permettent de temporiser les écarts de températures (Baudouin et al., 2007). Ils contribuent aussi à la captation des eaux pluviales lors de pluies de faible intensité, assainissent l'air des molécules chimiques et des particules en suspension (Bernier, 2016) et

participent à la fixation du carbone (Figuerola et al., 2008).

Les **murs végétalisés intérieurs** (ou murs vivants) sont plus complexes à créer et à entretenir. Ils sont généralement des murs hydroponiques constitué d'une armature de soutien contenant une matrice absorbante dans laquelle sont installées les plantes (Perini et al., 2013). Le système est alimenté en boucle par une réserve d'eau et de nutriments, idéalement de l'eau pluviale. Plusieurs variantes sont disponibles sur le marché et une large gamme de plantes tropicales peuvent être utilisées. Pour les endroits plus ombragés, les mousses peuvent être utilisées et elles s'avèrent tout aussi efficaces pour la filtration de l'air intérieur (Soreanu et al., 2013). Le principal avantage de ces murs est l'amélioration de la qualité de l'air (Feng et al., 2014; Torpy et al., 2017). En plus de procurer les mêmes bénéfices que les murs extérieurs, les systèmes racinaires

Photo: Alain Cogliastro



Écran vert : haies brise-vent ►

dans la structure hydroponique hébergent des communautés microbiennes bénéfiques qui contribuent à la dégradation de composés organiques volatils présents dans l'air. Ces murs permettent aussi la régulation de l'humidité ambiante et l'isolation thermique et acoustique.

Les écrans verts englobent les **murs anti-bruit**, les **haies brise-vent** et autres ouvrages linéaires utilisant des végétaux ligneux afin, entre autres, de réduire le bruit en provenance des axes routiers, les odeurs des

zones agricoles ou industrielles, d'améliorer la vue des résidents près des zones industrielles ou de ralentir la vitesse du vent (Vézina, 2001). Les murs anti-bruit sont habituellement constitués, en plus des végétaux, de matières hautement isolantes (p. ex., laine de roche acoustique) permettant l'absorption du son et limitant la réflexion sonore. Ils permettraient d'absorber jusqu'à 95 % du bruit provenant des autoroutes et des voies ferrées (Les écrans verts, 2018). Les haies brise-vent sont constituées d'une série de végétaux alignés qui réduisent les

dommages et l'érosion du sol par le vent. La haie, implantée de façon à faire face au vent dominant, peut être constituée d'une ou deux rangées d'arbres ou d'arbustes en fonction de l'effet recherché (Vézina, 2001). L'ensemble des écrans verts fournissent les mêmes avantages que les murs végétaux pour la captation des eaux pluviales, l'assainissement de l'air et la réduction des îlots de chaleur. De plus, ils demandent peu d'entretien et embellissent le secteur.

Photo: Patrick Benoist



Décontamination des sols

▲ Site de phytoremédiation de Rivière-des-Prairies

Les techniques de décontamination des sols basées sur les plantes et leurs interactions avec les sols et les microorganismes constituent la **phytoremédiation**. Plusieurs mécanismes sont impliqués en phytoremédiation (Juhász et Naidu, 2000; Singh et Ward, 2004). La *phytoextraction* des contaminants inorganiques survient lorsque la charge contaminante est absorbée par le système racinaire et mobilisée vers les parties aériennes des végétaux. La charge contaminante est ensuite retirée du site lors de

la coupe de la biomasse aérienne. La *phytostabilisation* survient lorsque la charge contaminante est absorbée par le système racinaire et y est immobilisée au lieu de migrer vers les parties aériennes. Parmi les autres mécanismes d'importance, il y a la *rhizodégradation*, c'est-à-dire la dégradation des contaminants organiques au niveau de la rhizosphère par les exsudats racinaires des végétaux, et la *biodégradation* qui est la dégradation des contaminants par l'action des microorganismes colonisant

la rhizosphère. Dans une moindre mesure, la *phytovolatilisation* se produit lorsque les molécules contaminantes absorbées sont transformées en sous-produits métaboliques et évaporées par les parties aériennes des plantes. En plus des services écologiques associés à l'utilisation des végétaux, la phytoremédiation offre l'avantage de s'effectuer directement sur le lieu de la contamination; elle ne requiert donc aucun déplacement de sol ni aucune injection de produits chimiques dans le sol.



◀ Ouvrage de stabilisation d'une berge impliquant plusieurs techniques mixtes

Stabilisation des pentes et des berges

L'érosion est un processus naturel qui tend à s'accroître avec la dégradation des habitats et les perturbations occasionnées par l'urbanisation. Les techniques de phytotechnologie pour stabiliser les pentes et les berges consistent en la végétalisation des zones à risque ou font appel à des techniques de stabilisation du sol par des végétaux ou des ouvrages d'armatures (Frossard et Évette, 2009). En France, de tels travaux sont regroupés sous le vocable de *génie végétal*. Au Québec, l'appellation «génie» relève toutefois de l'ordre professionnel des ingénieurs et est une appellation protégée; elle ne peut donc pas être employée.

La végétalisation des sites peut se réaliser par ensemencement, bouturage ou plantation, de façon manuelle, mécanique ou hydraulique. En fonction des caractéristiques du terrain et de l'effet désiré, les espèces choisies peuvent être ligneuses, arbustives ou herbacées. Les techniques de stabilisation nécessitant des ancrages de soutien consistent en l'installation d'armatures végétales telles que des lits de plançons, des

tressages de saule et des fascines afin de maintenir fermement le sol en place (MDDELCC, 2011). Ces armatures sont majoritairement réalisées avec des plantes vivantes. Les plançons sont des fragments d'arbres ou d'arbustes de dimension supérieure à une bouture, mais qui sont plantés à cette même fin, c'est-à-dire dans un but d'enracinement afin de générer un nouvel individu. Les autres ouvrages tels que les tressages et les fascines sont plus techniques dans leur conception et interviennent souvent avec d'autres techniques de stabilisation.

Lutte contre les espèces exotiques envahissantes

Une plante exotique devient envahissante lorsqu'elle s'étend et persiste au détriment des communautés floristiques indigènes (Hébert et Thiffault, 2014). Les plantes envahissantes sont généralement des espèces qui se reproduisent végétativement au moyen d'organes facilitants (rhizomes, stolons) et sexuellement par une production et une dissémination importante de graines (Lavoie et al., 2014).

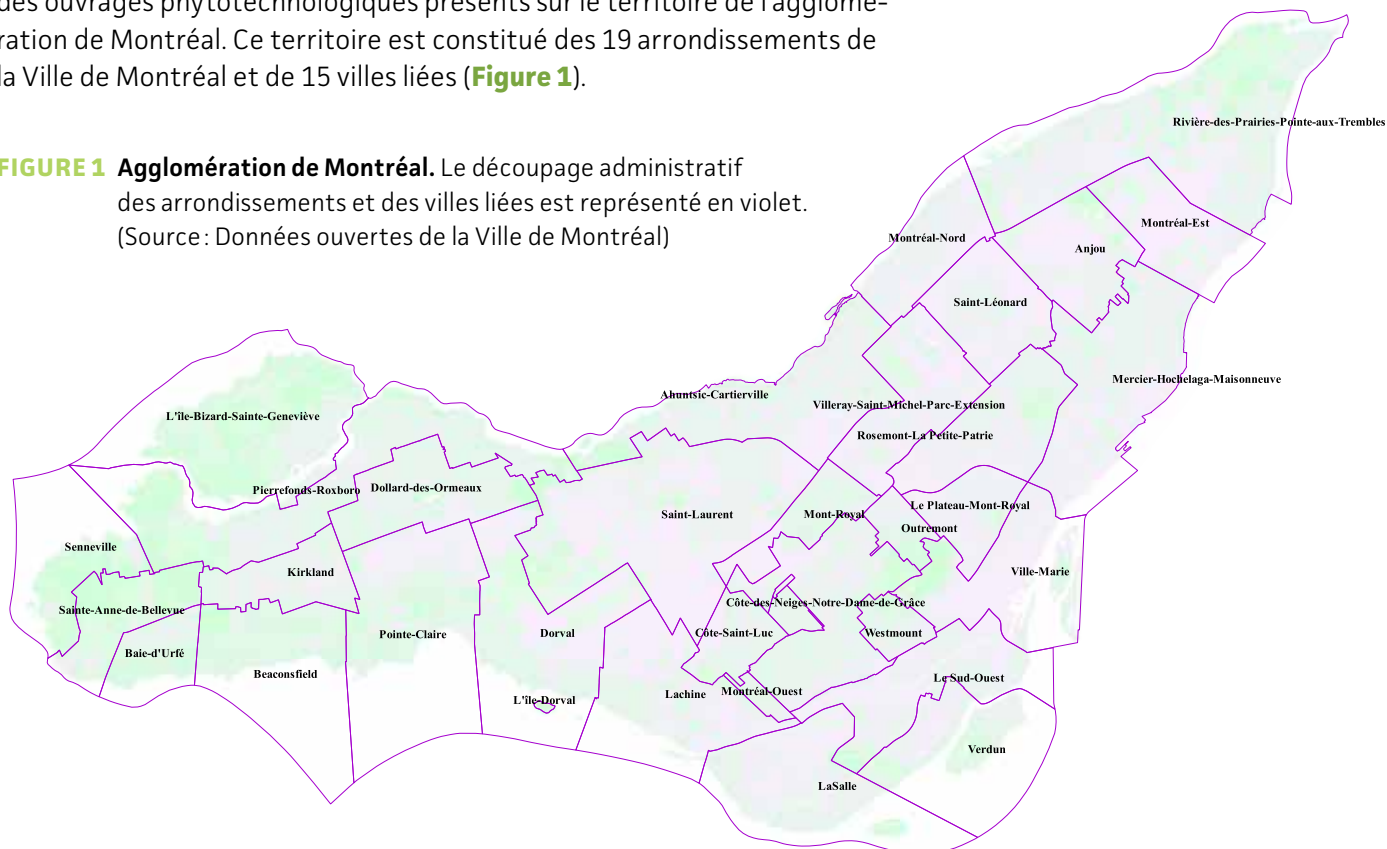
L'absence d'agent pathogène ou de prédateur, un cycle de vie court, une croissance rapide et une forte capacité d'acclimatation seraient autant de facteurs facilitants l'envahissement (Rejmánek et Richardson, 1996).

Les phytotechnologies pour lutter contre les espèces envahissantes englobent différentes techniques de prévention, de maîtrise et de contingence des populations des espèces non désirées. Dans un premier temps, les sols à nu doivent être rapidement ensemenés puisque ceux-ci facilitent la dispersion des plantes envahissantes. Les espèces utilisées pour l'ensemencement doivent être idéalement d'origine indigène avec une forte capacité de colonisation et une croissance rapide. Il s'agit souvent d'herbacées annuelles. Suite à l'obtention d'un couvert dense, un second type de couvert plus durable doit être créé par l'ajout d'espèces herbacées ou arbustives pérennes. Un suivi régulier doit être fait afin d'assurer les correctifs nécessaires. Un plan de gestion intégré de la végétation soutenu par les techniques de phytotechnologie est donc une étape essentielle en amont afin de lutter efficacement contre les plantes envahissantes nuisibles.

Méthodologie

Le présent document constitue un portrait des infrastructures vertes et des ouvrages phytotechnologiques présents sur le territoire de l'agglomération de Montréal. Ce territoire est constitué des 19 arrondissements de la Ville de Montréal et de 15 villes liées (**Figure 1**).

FIGURE 1 Agglomération de Montréal. Le découpage administratif des arrondissements et des villes liées est représenté en violet. (Source : Données ouvertes de la Ville de Montréal)



Les données sur les infrastructures vertes et l'utilisation du territoire ont été extraites des données ouvertes de la Ville de Montréal (donnees.ville.montreal.qc.ca) et de la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM; cmm.qc.ca/donnees-et-territoire/observatoire-grand-montreal). Cette partie de l'inventaire est plus limitée que ce qu'elle devait être à l'origine puisque l'IRBV a été informé que la Fondation David Suzuki travaille présentement à faire ce travail. Une rencontre entre l'IRBV et la Fondation a eu lieu afin de mettre en commun les

informations récoltées. Pour éviter le dédoublement du travail et des informations, seule une synthèse courte des infrastructures vertes dans l'agglomération de Montréal sera présentée dans le présent ouvrage.

En ce qui concerne les données sur les ouvrages phytotechnologiques, une revue de littérature et une recherche documentaire web ont d'abord été réalisées. Une attention particulière a été accordée aux mémoires et aux thèses réalisés par des étudiants en sciences de l'environnement,

sciences biologiques, architecture du paysage et ingénierie des différentes universités du territoire à l'étude (Université de Montréal, Université du Québec à Montréal, Université Concordia et Université McGill). Les différents documents sur la biodiversité, sur les services écologiques ainsi que sur les infrastructures vertes et phytotechnologiques de la Fondation David Suzuki, de la Ville de Montréal et de la Société Québécoise de Phytotechnologie ont également été épluchés. Plusieurs plateformes web ont aussi été consultées notamment :

Biopolis (www.biopolis.ca), le Conseil régional de l'environnement de Montréal (CRE-Montréal; cremtl.qc.ca), les données ouvertes de la Ville de Montréal et de la CMM, de même que les archives de journaux.

Afin d'obtenir les informations sur les différents projets d'ouvrages phytotechnologiques auxquels ils ont collaboré ou pour lesquels ils ont délivré des permis, des requêtes ont été formulées au ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports (MTQ) et au MDDELCC. Des demandes ont également été faites aux différents services administratifs de la Ville de Montréal (Service de l'eau, Service des infrastructures, de la voirie et des transports, Service de la mise

en valeur du territoire, Service des grands parcs, du verdissement et du mont Royal), des 19 arrondissements et des villes liées.

Des requêtes téléphoniques ou par courriel ont été faites auprès des organismes privés du territoire œuvrant en architecture, urbanisme, aménagement paysager, verdissement, immobilier ainsi qu'aux différents partenaires institutionnels de Montréal Durable 2016-2020. Différents organismes à but non lucratif œuvrant en environnement ont également été contactés, notamment les écoquartiers, la Société de verdissement du Montréal métropolitain, le CRE-Montréal, Sentiers urbains, le Centre d'écologie urbaine de Montréal et le groupe de recherche appliquée en macroécologie.

Les informations recueillies sur les ouvrages phytotechnologiques lors de cet inventaire ont été intégrées dans un fichier Excel joint au présent document. Les données récoltées comprennent, lorsque disponibles, les coordonnées géographiques, l'année de mise en place, le nom du ou des concepteurs et l'état de la structure. L'ensemble des infrastructures vertes et des ouvrages phytotechnologiques ont été cartographiées à l'aide du logiciel Quantum GIS 2.18.2 (QGIS, Open Source Geospatial Foundation Project).

▼ Aire de biorétention du Centre de carrosserie Legendre de la Société de Transport de Montréal



Photo: Annie Julien, STM



Photo : Alexandre Campeau-Vallée

◀ Parc-nature Bois-de-Liesse

Infrastructures vertes

Les milieux naturels

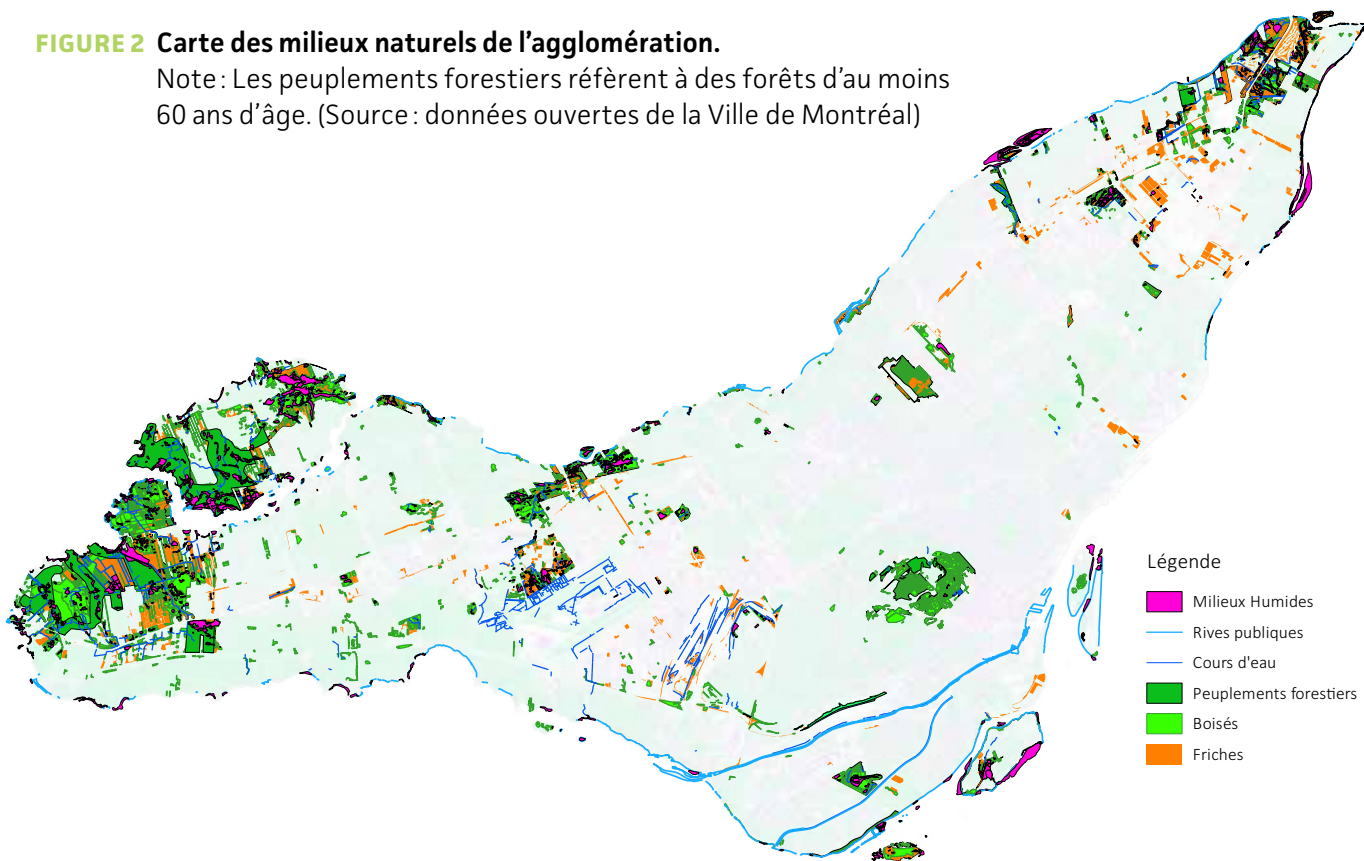
L'agglomération de Montréal couvre une superficie de 62 470 ha. Les milieux terrestres naturels ou semi-naturels (p. ex. : les friches) représentent environ 9,7 % du territoire (**Figure 2**). La majorité sont des forêts caractéristiques du domaine bioclimatique de

l'érablière à caryer cordiforme. La plupart des grands peuplements forestiers sont préservés dans le réseau des parcs-nature (voir section suivante). En 2015, la proportion du territoire intérieur protégé par l'administration municipale était de 6 %, alors que

la cible est de 10 % (Agglomération de Montréal, 2015). En incluant les rives et les aires protégées par les juridictions provinciale et fédérale ainsi que par des organismes privés, le pourcentage du territoire protégé s'élève à 17 % (Bourg, 2016).

FIGURE 2 Carte des milieux naturels de l'agglomération.

Note : Les peuplements forestiers réfèrent à des forêts d'au moins 60 ans d'âge. (Source : données ouvertes de la Ville de Montréal)



Légende

- Milieux Humides
- Rives publiques
- Cours d'eau
- Peuplements forestiers
- Boisés
- Friches

L'île de Montréal est la plus grande de l'archipel d'Hochelaga qui compte environ 320 îles, dont près de 90 se trouvent en périphérie de celle de Montréal. Plusieurs de ces îles constituent des sites d'importance pour des oiseaux migrateurs comme le Refuge d'oiseaux migrateurs de l'île aux Hérons, l'île Haynes dans le parc-nature de la Pointe-aux-Prairies, l'île aux Chats dans le parc-nature du Bois-de-Saraguay et les îles Lapierre et Gagné dans le parc-nature du Ruisseau-De Montigny. Plusieurs de ces îles servent aussi d'habitat pour de nombreuses espèces fauniques et floristiques en situation précaire tel que le chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*), le pygargue à tête blanche (*Haliaeetus leucocephalus*), le hibou des marais (*Asio flammeus*), la tortue géographique (*Graptemys geographica*) et l'arisème dragon (*Arisaema dracontium*; Tardif et al., 2005). Le chevalier cuivré est particulièrement intéressant car il s'agit d'une espèce endémique au Québec.

▼ Dans les milieux naturels, on trouve entre autres la grenouille léopard et le pygargue à tête blanche



Il est désigné «menacée» selon la Loi sur les espèces menacées et vulnérables du gouvernement du Québec et «en voie de disparition» selon la Loi sur les espèces en péril du gouvernement du Canada.

L'agglomération de Montréal comporte environ 266 km linéaires de berges. La majorité des berges sont anthropisées, mais on y trouve encore plusieurs marécages arbustifs et arborescents, marais, herbiers aquatiques et prairies humides. Ces berges naturelles se concentrent dans les parties ouest et nord de l'agglomération. En incluant la section hydrique du fleuve Saint-Laurent, l'agglomération compte environ 834 milieux humides, couvrant une superficie approximative de 1 000 ha ou 1,6 % du territoire (données ouvertes, Ville de Montréal). De ces milieux humides, 56 % sont des marécages, 18 % des marais, 4 % des prairies humides et 22 % des zones d'eau peu profonde (Canards Illimités Canada, 2012).

Les milieux humides du territoire intérieur de l'île de Montréal représentent 334 ha (0, 9% du



territoire terrestre); il s'agit surtout de marécages (280 ha). La majorité de ces milieux humides sont présents à l'intérieur des éco-territoires définis dans la *Politique de protection et de mise en valeur des milieux naturels* de la Ville de Montréal (Montréal, 2004). Les villes ou arrondissements qui possèdent les plus importantes superficies de milieux humides sont : l'Île-Bizard-Sainte-Genève (22 %), Rivière-des-Prairies-Pointe-aux-Trembles (9,6 %), Senneville (5,4 %), Sainte-Anne-de-Bellevue (4,9 %), Saint-Laurent (3,9 %) et Ahuntsic-Cartierville (3,8 %).

Bien que près de 70 cours d'eau aient jadis sillonné le territoire de Montréal, la plupart ont été canalisés au cours des siècles derniers. La seule rivière toujours présente se situe dans le parc-nature de l'Anse-à-l'Orme (**Tableau 1**). D'autres cours d'eau intérieurs d'intérêt sillonnent encore le territoire tel que le ruisseau Bertrand dans l'arrondissement de Saint-Laurent (Technoparc). Celui-ci est connecté à une diversité de milieux humides de grande importance écologique abritant par exemple la grenouille léopard (*Lithobates pipiens*), la salamandre à points bleus (*Ambystoma laterale*) et l'épinoche à cinq épines (*Culaea inconstans*). Un plan de renaturalisation des ruisseaux perdus et de réalisation de ruelles bleues est en cours d'étude à la Ville de Montréal afin de révéler certains cours d'eau qui ont été enfouis, et ce, en partenariat avec, entre autres, le Fonds mondial pour la nature (WWF-Canada).

TABLEAU 1 Liste non-exhaustive des cours d'eau de l'agglomération de Montréal.

Nom	Latitude	Longitude	Arrondissement* / Ville liée
Rivière à l'Orme	45.44364	-73.91529	PIRO, Sainte-Anne-de-Bellevue
Ruisseau Bertrand	45.49448	-73.76998	SLA, Dollard-des-Ormeaux
Ruisseau Bouchard	45.47478	-73.73798	Dorval
Ruisseau Brook	45.50455	-73.75187	SLA
Ruisseau de la Coulée-Grou	45.68388	-73.50368	RDPPAT
Ruisseau de la Traverse	45.51552	-73.87761	IBSG
Ruisseau De Montigny	45.61403	-73.60017	RDPPAT
Ruisseau Denis	45.47190	-73.78643	Pointe-Claire
Ruisseau Lauzon	45.46215	-73.93716	PIRO
Ruisseau Meadowbrook	45.42570	-73.87025	Beaconsfield
Ruisseau Pinel	45.67253	-73.54130	RDPPAT
Ruisseau Saint-James	45.46579	-73.77948	Dorval
Ruisseau Terra-Cotta	45.45270	-73.80499	Pointe-Claire

* Pour les abréviations des arrondissements voir l'annexe 1 à la page 42.

Les parcs et espaces verts

L'agglomération de Montréal compte 1 559 parcs et espaces verts municipaux couvrant une superficie approximative de 3 536 ha, soit 5,7 % du territoire (**Figure 3**). Pour la Ville de Montréal, la superficie totale de ces infrastructures est de 2 823 ha soit 7,7 % du territoire (**Tableau 2**). Parmi les villes liées, Senneville (26,3 %), Dollard-Des-Ormeaux (11,3 %), Beaconsfield (10,3 %) et Westmount (8,1 %) dépassent cette proportion (**Tableau 2**). La vaste majorité des parcs sont des espaces gazonnés comportant du mobilier urbain, des aménagements paysagers (arbres et parterres), des aires récréatives et des aires de détente.

FIGURE 3 Parcs et espaces verts de l'agglomération de Montréal.

Les limites des arrondissements de Montréal et des villes liées sont présentées en violet. La carte est une interprétation des données de la ville de Montréal mises à jour en 2017.

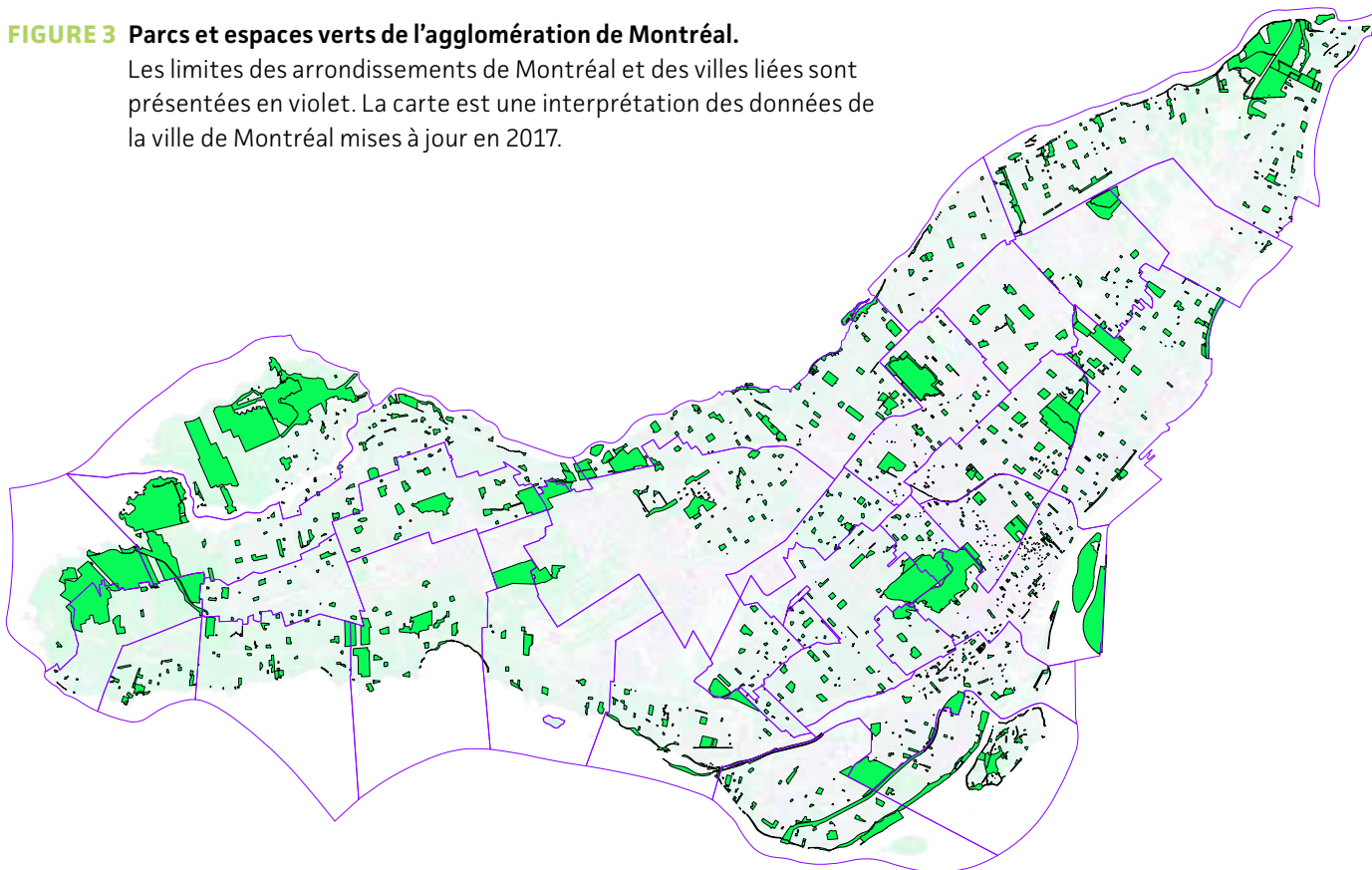




Photo: Jean Gagnon

▲ Parc linéaire aux abords du Canal Lachine

TABLEAU 2 Superficie totale (ha) et proportion du territoire (%) occupées par des parcs et espaces verts pour les principales villes de l'agglomération de Montréal.

	Superficie (ha)	Proportion (%)
Ville de Montréal	2 823	7,7
Baie d'Urfé	15	2,6
Beaconsfield	114	10,3
Côte-Saint-Luc	11	1,7
Dollard-de-Ormeaux	170	11,3
Dorval	21	1
Hampstead	10	5,5
Kirkland	8	0,9
Montréal-Est	8	0,7
Montréal-Ouest	3	1,8
Mont Royal	16	2,2
Pointe-Claire	48	2,5
Sainte-Anne-de-Bellevue	63	5,9

Au sein de l'agglomération, 24 parcs font partie du réseau des Grands parcs totalisant une superficie de 2 644 ha (**Tableau 3**). Ce réseau est constitué de 11 parcs-nature et de quatre grands parcs métropolitains qui relèvent du conseil d'agglomération ainsi que de neuf grands parcs urbains qui relèvent du conseil de la Ville de Montréal. Les milieux naturels dans ces parcs sont gérés en accord avec la *Politique de protection et de mise en valeur*

des milieux naturels de la Ville de Montréal (Montréal, 2004). Cette politique vise notamment à maximiser la biodiversité et à assurer la pérennité des milieux naturels. Les parcs-nature vise également l'éducation à l'environnement, le loisir de plein air et le partenariat. Les grands parcs sont soit situés en bordure de l'eau pour rappeler aux citoyens qu'ils vivent sur une île ou présentent une valeur socioculturelle importante, comme le parc Lafontaine (Plateau-Mont-Royal).

Parmi les autres parcs ou espaces verts d'importance ne figurant pas dans ce réseau, mentionnons la piste cyclable des Berges du Saint-Laurent (Sud-Ouest, Verdun, LaSalle) qui forment une bande linéaire fortement végétalisée de 15 km. Il y a aussi le parc du Lieu historique national du Canal-de-Lachine administré par Parcs Canada, qui longe le canal Lachine à partir du Vieux Montréal sur une bande linéaire de 13,4 km. Plusieurs parcs municipaux de superficie moindre abritent aussi un patrimoine naturel d'importance tel que le Domaine Saint-Paul sur L'île-des-Sœurs dans Verdun (26 ha) et le Parc Thomas-Chapais (15 ha; Mercier-Hochelaga-Maisonneuve). Au sein des villes liées mentionnons le parc naturel Terra-Cotta dans Pointe-Claire (39 ha) et le parc du bois Angell dans Beaconsfield et Baie d'Urfé (112 ha).

TABLEAU 3 Parcs figurant dans le réseau des grands parcs de la Ville de Montréal
(GPU = grand parc urbain; PM = parc métropolitain; PN = parc-nature).

Nom	Type	Arrondissement / Ville liée*	Superficie (ha)
Angrignon	GPU	SO	96
de Dieppe	GPU	VM	4
de l'Anse-à-l'Orme	PN	PIRO	233
de la Pointe-aux-Prairies	PN	RDPPAT	248
de la Promenade-Bellerive	GPU	MHM	23
de l'île-de-la-Visitation	PN	AC, MN	32
des Rapides	GPU	LAS	30
des Rapides-du-Cheval-Blanc	PN	PIRO	38
du Bois-d'Anjou	PN	ANJ, Montréal-Est	40
du Bois-de-la-Roche	PN	Senneville	193
du Bois-de-L'île-Bizard	PN	IBSG	291
du Bois-de-Liesse	PN	PIRO	158
du Bois-de-Saraguay	PN	AC	93
du Cap-Saint-Jacques	PN	PIRO	330
du Mont-Royal	PM	CDNNDG, PMR, VM, OUTR, Westmount	190
du Ruisseau-De Montigny	PN	RDPPAT, ANJ	30
Frédéric-Back	PM	VSMPE	157
Jarry	GPU	VSMPE	35
Jean-Drapeau	PM	VM	259
Jeanne-Mance	GPU	PMR	14
La Fontaine	GPU	PMR	34
Maisonneuve	GPU	MHM	80
René Lévesque	GPU	LAC	13
Tiohtià:ke Otsira'kéhne	PM	OUTR	23

* Pour les abréviations des arrondissements voir l'annexe 1 à la page 42.

La forêt urbaine

La forêt urbaine comprend autant les arbres situés en milieux naturels que les arbres de rue. L'étendue de cette forêt est calculée à l'aide de l'indice de canopée qui correspond à la superficie occupée par la couronne des arbres et donne une évaluation sommaire de l'ombrage procuré par ceux-ci sur un territoire donné.

Selon les données les plus récentes, l'indice de canopée de la Ville de Montréal oscillait autour de 20 % en 2015 (**Tableau 4**), ce qui est inférieur à la moyenne des villes de l'agglomération qui est d'environ 27 %. Les villes de l'ouest de l'agglomération sont celles avec les indices de canopée les plus élevés, tandis que Montréal-Est

est le territoire où cet indice est le plus faible, atteignant tout juste 5 %. D'ailleurs, la carte du couvert végétal de plus de 3 m (**Figure 4**), illustre bien l'hétérogénéité territoriale concernant la forêt urbaine et la disparité entre les villes de l'ouest de l'agglomération et le reste du territoire.

TABLEAU 4 Superficie (ha) et proportion du territoire occupées par la végétation de plus de 3 m de hauteur (indice de canopée) pour les principales municipalités de l'agglomération de Montréal en 2015.

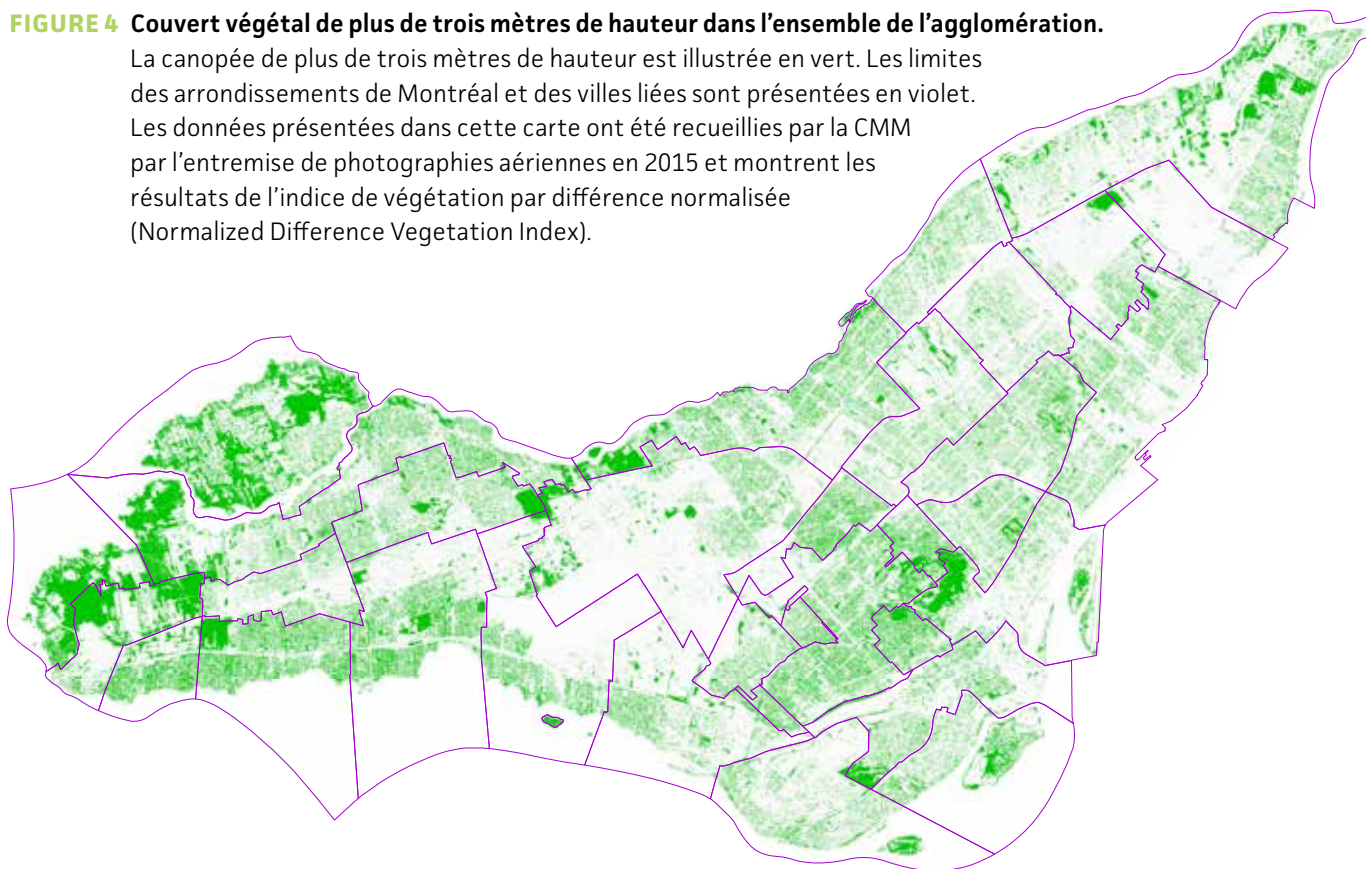
	Superficie (ha)	Proportion (%)
Montréal	7409	20,4
Baie d'Urfé	217	36,0
Beaconsfield	460	41,9
Côte-Saint-Luc	113	16,5
Dollard-Des Ormeaux	361	24,1
Dorval	235	11,3
Hampstead	51	29,1
Kirkland	147	15,3
Montréal-Est	65	5,4
Montréal-Ouest	44	20,4
Mont-Royal	174	23,4
Pointe-Claire	472	24,9
Sainte-Anne-de-Bellevue	445	42,1
Senneville	417	57,9
Westmount	153	38,1



Photo: Demosa

FIGURE 4 Couvert végétal de plus de trois mètres de hauteur dans l'ensemble de l'agglomération.

La canopée de plus de trois mètres de hauteur est illustrée en vert. Les limites des arrondissements de Montréal et des villes liées sont présentées en violet. Les données présentées dans cette carte ont été recueillies par la CMM par l'entremise de photographies aériennes en 2015 et montrent les résultats de l'indice de végétation par différence normalisée (Normalized Difference Vegetation Index).

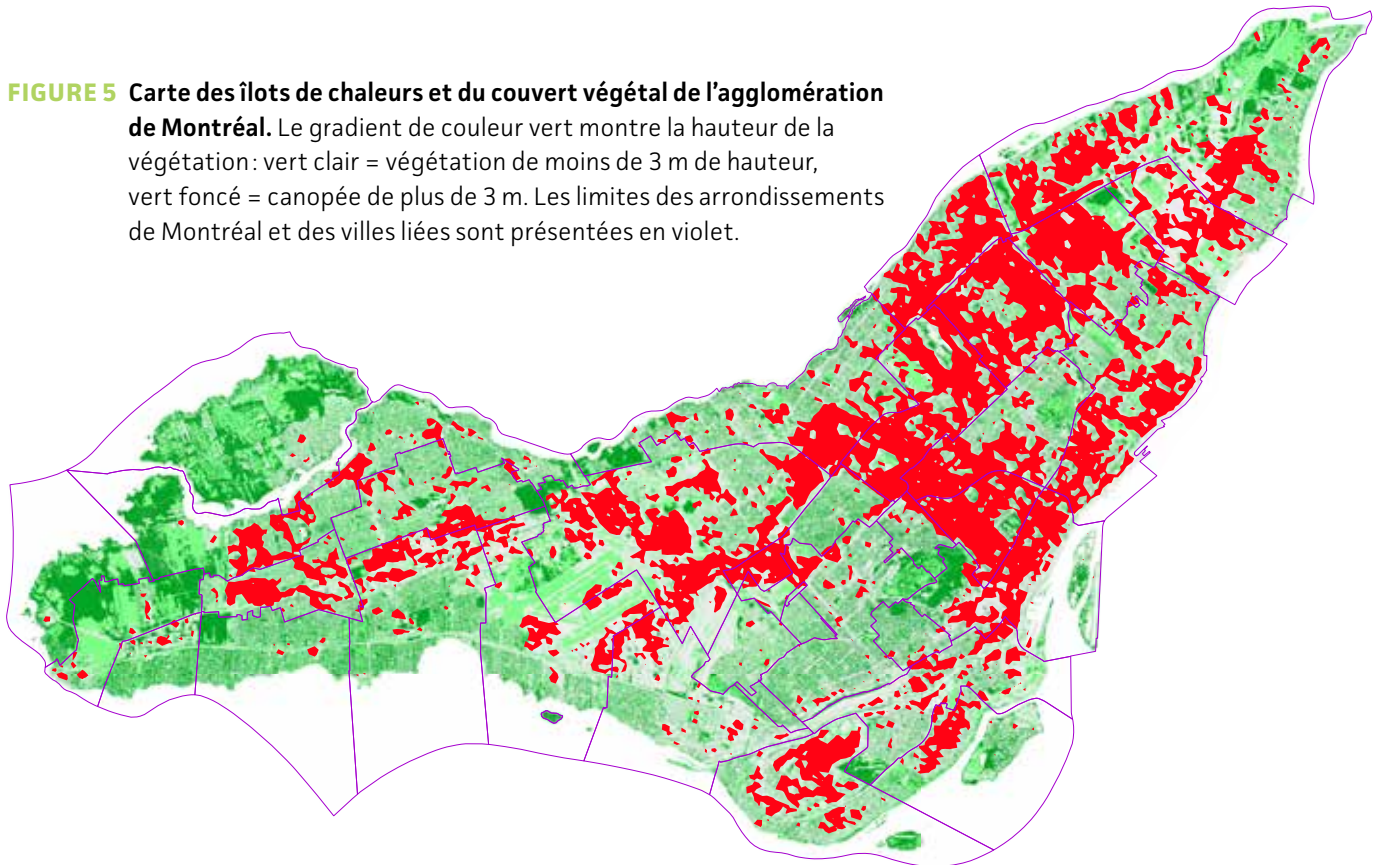


Les îlots de chaleurs urbains représentent des zones localisées d'élévation de chaleur. Ils sont la contrepartie extrême de l'indice de canopée, car ils sont surtout présents dans les secteurs faiblement couverts de végétation et où le sol est constitué de

matériaux imperméables. Les îlots de chaleur couvrent 28 % de l'agglomération (**Figure 5**). Ils sont essentiellement présents dans la portion est de l'île ainsi que dans la portion centrale de l'ouest, dans le secteur de l'aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau de Montréal.

Cette répartition correspond grossièrement aux arrondissements et aux villes liées où l'indice de canopée et le couvert végétal sont aussi généralement les plus faibles (**Tableau 4**; **Figure 4**).

FIGURE 5 Carte des îlots de chaleurs et du couvert végétal de l'agglomération de Montréal. Le gradient de couleur vert montre la hauteur de la végétation : vert clair = végétation de moins de 3 m de hauteur, vert foncé = canopée de plus de 3 m. Les limites des arrondissements de Montréal et des villes liées sont présentées en violet.



Les initiatives de verdissement

Lors de cet inventaire, près de 270 projets de verdissement ont été répertoriés, excluant les saillies de trottoir avec plantation et les projets d'agriculture urbaine (fichier Excel : Initiatives de verdissement). Ces projets ne représentent qu'une infime portion des projets réalisés.

Depuis, 2008, les initiatives de verdissement se sont accentuées par l'entremise d'organismes

piliers tels que La Société de verdissement du Montréal métropolitain (SOVERDI), le CRE-Montréal, Le Jour de la Terre et les écoquartiers. Par exemple, de 2013 à 2016, la SOVERDI aurait planté 40 000 arbres via la réalisation de près de 400 projets de verdissement (www.soverdi.org/nouvelles). De 2008 à 2014, la campagne « Révélez votre nature » a permis à 64 projets de verdissement institutionnel d'être

réalisés (cremtl.qc.ca/realisation/revelez-votre-nature). Les projets de la campagne ILEAU, Plan d'action canopée, Un arbre pour mon quartier, Faites comme chez vous et Quartier 21 furent d'autres leviers d'action ayant contribué substantiellement à l'essor des projets de verdissement.

L'essor des ruelles vertes témoigne de l'intérêt des Montréalais à s'approprier l'espace afin de générer de

L'agriculture urbaine

nouveaux milieux de vie sécuritaires et communautaires, par l'entremise du verdissement comme levier rassembleur. Les ruelles vertes sont des initiatives citoyennes mises en place en collaboration avec les écoquartiers. Le nombre approximatif de ruelles vertes à l'échelle de l'agglomération était de 360 en 2016, 87 % d'entre-elles ont été créées après 2010 (Regroupement des écoquartiers, 2018). Au total, 41 ruelles vertes ont vu le jour en 2017, dont six dans l'arrondissement le Plateau Mont-Royal, une dans Côte-des-Neiges-Notre-Dame-de-Grâce et deux dans Montréal-Nord. L'arrondissement de Rosemont-La Petite-Patrie a inauguré dix nouvelles ruelles vertes au courant de l'été 2018 et cinq étaient prévues pour Mercier-Hochelaga-Maisonneuve.

L'agglomération de Montréal compte une centaine de jardins communautaires majoritairement administrés par les écoquartiers (fichier Excel: Agriculture urbaine). Nous avons aussi recensé 46 projets de jardins collectifs ou institutionnels, ce qui est, encore une fois, fort probablement qu'une infime portion des projets existants. En effet, au moins 1078 projets d'agriculture urbaine seraient réalisés dans l'agglomération selon la carte interactive de *Cultive ta ville* (cultivetaville.com). D'ailleurs, selon AU/LAB, plus de 700 000 montréalais pratiqueraient l'agriculture urbaine et une quinzaine d'entreprises privées auraient aménagé des jardins collectifs pour leurs employés (www.au-lab.ca). Par ailleurs, un certain engouement existe concernant l'agriculture sur toit. Parmi les projets importants de ce type, mentionnons le campus vivant du collège Dawson (Westmount), les serres sur toits de la ferme Luffa (Ahuntsic-Cartierville, Anjou), le jardin maraîcher du Santropol roulant (Plateau-Mont-Royal), la toiture

agricole du palais des congrès (Ville-Marie) et le plus grand potager bio sur un toit de supermarché au Canada au IGAextra de la Famille Duchemin (Saint-Laurent). L'apiculture urbaine est aussi en croissance avec plus de 360 ruchers sur l'île (www.alveole.buzz).

Enfin, l'agglomération comporte encore quelques zones agricoles permanentes totalisant 2 047 ha, soit 4% de la superficie de l'agglomération (Montréal, 2015a). Ces zones sont surtout situées dans l'extrémité ouest du territoire, notamment dans les arrondissements de l'Île-Bizard-Sainte-Geneviève (1 087 ha), Pierrefonds-Roxboro (71 ha) ainsi qu'à Senneville (449 ha) et Sainte-Anne-de-Bellevue (440 ha). Ces zones permanentes ne sont pas toutes en exploitation. Les activités agricoles sont principalement de type maraîcher et plusieurs sont à vocation biologique comme la ferme du Santropol roulant, le McGill Permaculture Food Forest et Les Jardins Carya, toutes localisées à Senneville.

▼ Le Projet Vert-Harmonie, HLM La Pépinière



Photo: Conseil régional de l'environnement de Montréal



Photo: La ligne verte

Les ouvrages de phytotechnologie

Toitures végétalisées

Nous avons identifié 228 toitures végétalisées (**Figure 6**). Celles-ci sont majoritairement sur des bâtiments institutionnels ou sur des constructions neuves de condominium (fichier Excel: Toitures végétalisées). L'arrondissement Ville-Marie est celui comportant le plus de ces ouvrages (54). Aucune toiture végétalisée n'a été recensée sur un bâtiment à logements locatifs à l'exception des coopératives d'habitation.

La superficie moyenne des toitures végétalisées identifiées est de 610 m², mais leur taille est très variable. Les plus petites sont de moins de 5 m² tandis que la plus grande, qui se situe sur le garage STINSON de la Société

des transports de Montréal dans Saint-Laurent, couvre une superficie de 6 500 m². Un peu plus de 54 % des toitures végétalisées étaient de type extensif (l'information n'était disponible que pour 179 toitures).

Pratiques de gestion optimales des eaux

Au total 65 ouvrages de pratiques de gestion optimales des eaux ont été identifiés (Fichier Excell: PGO), excluant les toitures végétalisées et les marais filtrants qui sont respectivement présentés dans les sections précédentes et suivantes. La majorité des ouvrages étaient des bassins de rétention (41). Ils sont

principalement situés dans les quartiers centraux (**Figure 7**). Seulement 7 projets de cellules de biorétention (jardins de pluie), 4 bandes filtrantes et 3 noues végétalisées ont été identifiées. Toutefois, les différents projets identifiés comportaient souvent plus d'un ouvrage et plus d'un type d'ouvrage. Aussi, la nomenclature utilisée variait selon les projets rendant difficile la catégorisation des ouvrages.

▲ Photo aérienne du toit vert du IGA extra de la Famille Duchemin dans l'arrondissement Saint-Laurent

FIGURE 6 Toitures végétalisées dans l'agglomération de Montréal en date de août 2018.

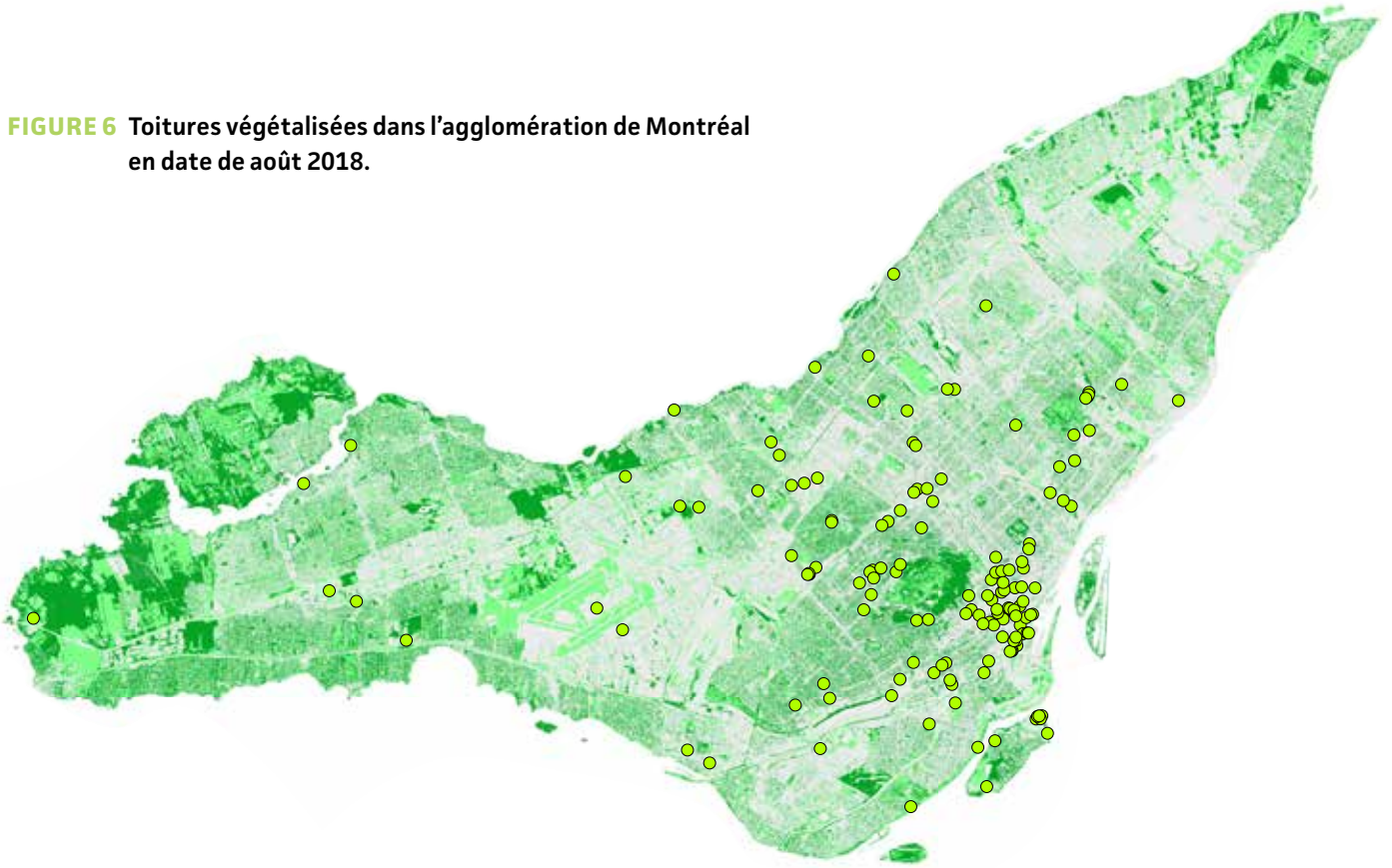


Photo: Jacques Brisson

▲ Le toit vert de la Biosphère

Selon les informations obtenues par le Service de l'eau de la Ville de Montréal, l'intervalle de coûts raisonnables associés aux projets de gestion des eaux pluviales varie de 50 à 150 \$ par m³ pour les simples dépressions végétalisées, de 200 à 600 \$ pour les bassins de rétention de surface, de 250 à 350 \$ pour les tranchées d'infiltration et de 1250 à 1 500 \$ pour un bassin de rétention conventionnel de béton. Lors d'une étude sur les PGO montréalaises, les coûts estimés étaient plutôt de l'ordre de 200 à 330 \$ par m³ pour les simples dépressions végétalisées, de 420 à 2 840 \$ pour les bassins de rétention et de 590 à 690 \$ pour les tranchées d'infiltration (Montréal, 2015b). À titre d'exemple précis, le coût total du bassin de rétention du stationnement Jeanne-Mance s'est élevé à 135 100 \$ (1 850 \$/m³); ceux des deux cellules de biorétention du quartier Peter-McGill à 109 615 \$ et 35 334 \$ (5 624 \$/m³); celui de la cellule de biorétention du boulevard Décarie à 682 344 \$ (3 412 \$/m³); et celui des tranchées d'infiltration de la rue Chabanel à 386 631 \$ (5 545 \$/m³).



▲ Parc Gewurz-Remer, dans l'arrondissement Verdun.

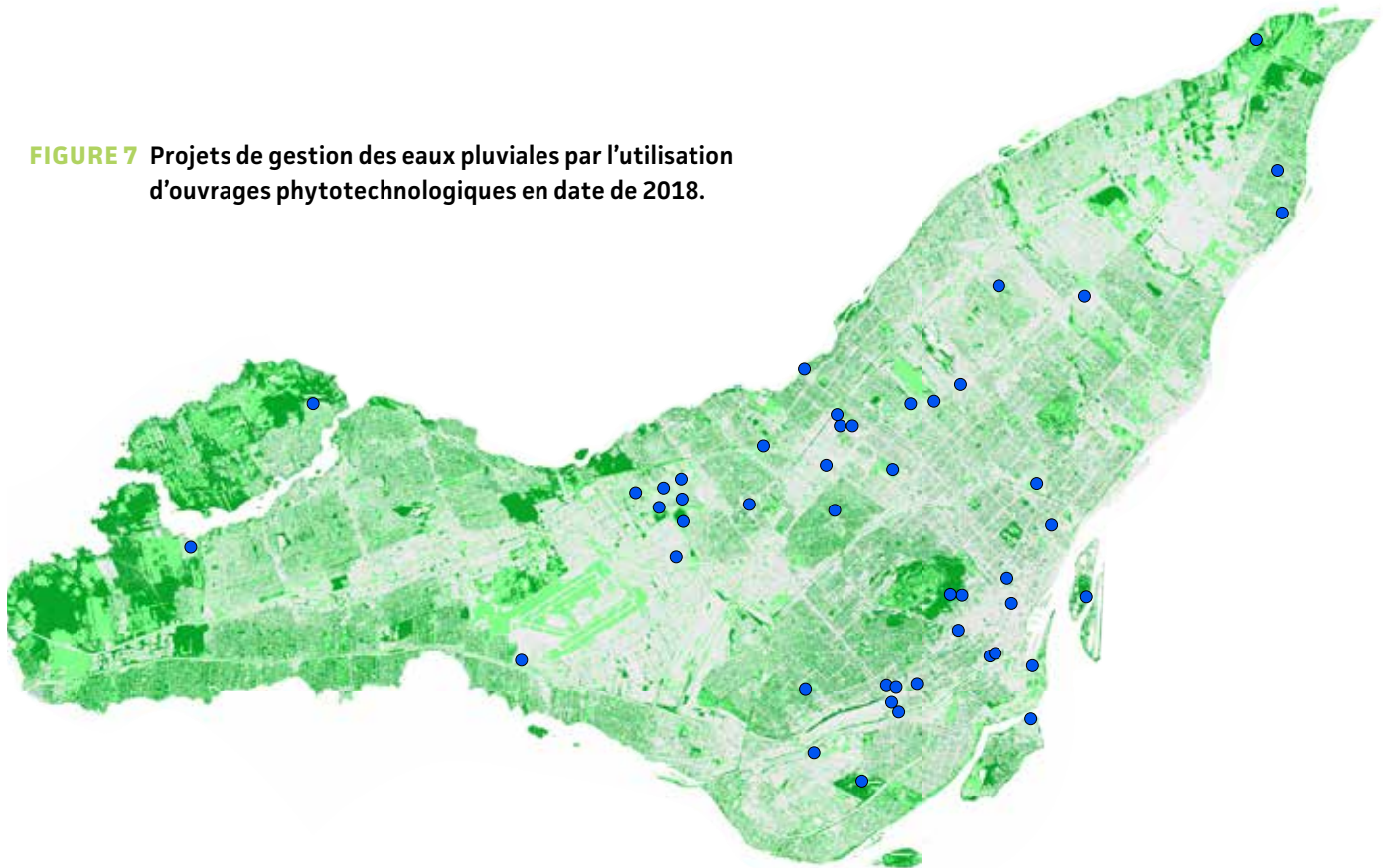
Les marais filtrants

Au total, 10 marais filtrants ont été identifiés sur le territoire de l'agglomération (fichier Excel, Marais filtrant). Le plus connu et le plus ancien est celui de la Biosphère (Ville-Marie). Il est, à notre connaissance, le seul de l'agglomération traitant les eaux sanitaires. Le marais de la ferme biologique du

Cap Saint-Jacques (Pierrefonds-Roxboro) a traité les eaux usées de la ferme pendant une vingtaine d'années, mais il a été mis hors service lors de la création du système d'aqueduc il y a quatre ans. Les autres marais filtrants sont alimentés par les eaux de ruissellement ou les eaux grises. Parmi ceux-ci mentionnons le

marais filtrant de la Tohu (Villeray-Saint-Michel-Parc-Extension) ainsi que ceux du nouveau Havre (Sud-Ouest) et du parc Gewurz-Remer (Verdun). Un projet d'envergure (projet K-8) est aussi en cours de réalisation à Montréal-Est et vise la décontamination des eaux sous-terraines contaminées. Ce nouveau marais filtrant est la propriété de la compagnie ParaChem alors que la Fiducie des Installations pétrochimiques de Montréal-Est est responsable de la gestion de la contamination sur le site. Ce projet est réalisé en collaboration avec l'IRBV et vise à récupérer les eaux souterraines chargées de divers contaminants, notamment de phénol et de cumène, pour permettre leur traitement dans un bassin agissant comme un marais filtrant.

FIGURE 7 Projets de gestion des eaux pluviales par l'utilisation d'ouvrages phytotechnologiques en date de 2018.



Les structures verticales végétalisées

Au total, 140 structures verticales végétales intégrées au sein de 57 projets ont été déclarées lors de l'inventaire (fichier Excel, Murs et écrans verts). Seule une fraction de ces structures a pu être localisées de façon précise. La majorité des projets sont des murs végétaux extérieurs. La plupart se trouve dans les secteurs résidentiels, et plusieurs ont été réalisés dans les ruelles vertes. La majorité de ces murs ont vu le jour à partir de 2015 afin de lutter contre les îlots de chaleur dans les quartiers des portions nord et est de l'île (Figure 8), notamment sous l'égide de la campagne ILEAU et de l'organisme Y'A Quelqu'Un L'Autre Bord Du Mur. Avant cette période, les murs végétaux extérieurs ont surtout été réalisés pour des raisons esthétiques, il a été impossible d'en faire l'inventaire.

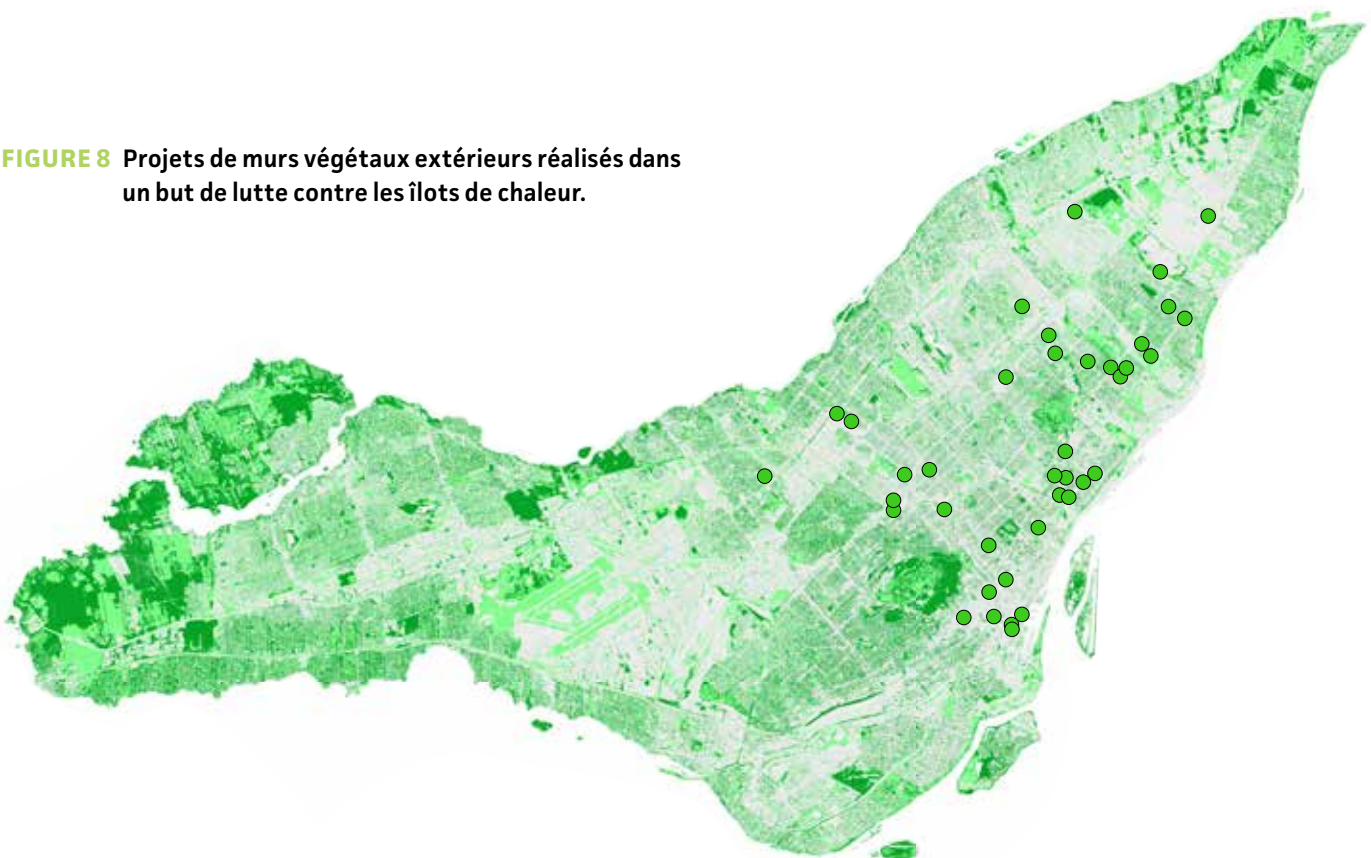
Seuls huit projets de murs intérieurs et neuf d'écrans verts ont été identifiés, dont un projet éphémère. Les murs intérieurs recensés sont surtout situés dans des bâtiments institutionnels ou dans de nouvelles constructions. Parmi les projets d'écrans verts d'envergure, mentionnons le mur anti-bruit de l'Agence Métropolitaine des Transports d'une longueur de 400 m et d'une hauteur de 7 m sur la rue Khalil Gibran. Un autre écran acoustique d'une longueur de 350 m et d'une hauteur de 6 m a été réalisé aux abords de l'autoroute transcanadienne, en 2016, à la hauteur de la place l'Acadie. Ce projet de 3,5 M\$ a été payé par le MTQ et la Ville de Montréal. Les saules utilisés dans la conception de cet écran sont toutefois non-vivants.



Photo: Jacques Brisson

▲ Mur intérieur végétalisé à la Maison du développement durable

FIGURE 8 Projets de murs végétaux extérieurs réalisés dans un but de lutte contre les îlots de chaleur.



La décontamination des sols par la phytoremédiation

Neuf projets de phytoremédiation ont été recensés dans l'agglomération, essentiellement des essais expérimentaux (fichier Excel, Phytoremédiation). Le Banc d'essai conduit par l'IRBV dans l'arrondissement Rivière-des-Prairies-Pointe-aux-Trembles constitue le plus récent exemple pour l'agglomération de Montréal et le plus grand projet de phytoremédiation au Canada. Pour sa part, la compagnie Enutech a réalisé trois projets : le premier visant l'extraction d'éléments traces (de 2002 à 2003), le second la dégradation d'hydrocarbure pétrolier (de 2001 à 2004) et enfin un essai de phytoremédiation d'une contamination mixte (de 2010 à 2012). Le Centre d'excellence de Montréal en réhabilitation de sites a également conduit un essai de 2006 à 2011. À la suite de cet essai, ils ont estimé que la phytoremédiation d'un hectare pourrait réduire les émissions de gaz à effet de serre de 25 tonnes par année, les éléments traces (métaux lourds) de 20 g/m²/an et les hydrocarbures aromatiques de 4 g/m²/an (FCM, 2018).



Photo: Cécile Frenette-Dussault

La stabilisation des pentes et des berges

Vingt projets de stabilisation ont été identifiés (**Figure 9**) et concernent pour la plupart des projets de stabilisation des berges (fichier Excel, Stabilisation). Parmi les projets d'envergure, mentionnons ceux réalisés au parc René-Levesque (Lachine), au parc du Vieux-Moulin (Rivière-des-Prairies-Pointe-aux-Trembles) et au parc Raimbault (Ahuntsic-Cartierville). Certains projets sont en cours de processus (consultation citoyenne, caractérisation du site, etc.). Il s'agit de ceux de la plage de l'est (Rivière-des-Prairies-Pointe-aux-Trembles), de la plage de Verdun (Verdun), du parc Nicolas-Viel (Ahuntsic-Cartierville) et de la vague éternelle (LaSalle). La plupart des projets impliquent des travaux de reprofilage des berges, d'empierrement, d'installation de gabions et de revégétalisation

Photo: Sam Karathanos



▲ Section du banc d'essai de phytoremédiation dans Rivière-des-Prairies-Pointe-aux-Trembles

▼ Roseau commun, une espèce exotique envahissante

(soit par plantation ou hydroensemencement). Certains projets utilisent des fascines de saules ou d'autres espèces indigènes.

Lutte contre les espèces exotiques envahissantes

Une trentaine de travaux en lien avec la lutte contre les espèces exotiques envahissantes (**Figure 10**) ont été répertoriés (fichier Excel, Plantes envahissantes). Quatre espèces sont principalement visées : le nerprun cathartique (*Rhamnus cathartica*), la renouée du Japon (*Reynoutria japonica*), le roseau commun (*Phragmites australis* subsp. *australis*) et le myriophylle à épis (*Myriophyllum spicatum*).

Les projets de gestion de ces espèces s'effectuent surtout dans les grands parcs. Il s'agit souvent de collaboration entre le service des grands parcs, du verdissement et du MontRoyal et des organismes

à but non-lucratifs impliqués dans la mise en valeur et la protection des milieux naturels de ces espaces verts. Le comité Zip Jacques-Cartier est particulièrement actif dans la lutte aux espèces exotiques

envahissantes, notamment pour le myriophylle à épis dans le fleuve Saint-Laurent et de la renouée du Japon (www.zipjc.org/fr/revue-de-presse).

FIGURE 9 Principaux projets de stabilisation des berges.



FIGURE 10 Endroits où des projets de lutte contre les espèces envahissantes ont eu lieu. Note : certains parcs ont réalisé plus d'une intervention en raison de la présence de plusieurs espèces envahissantes.

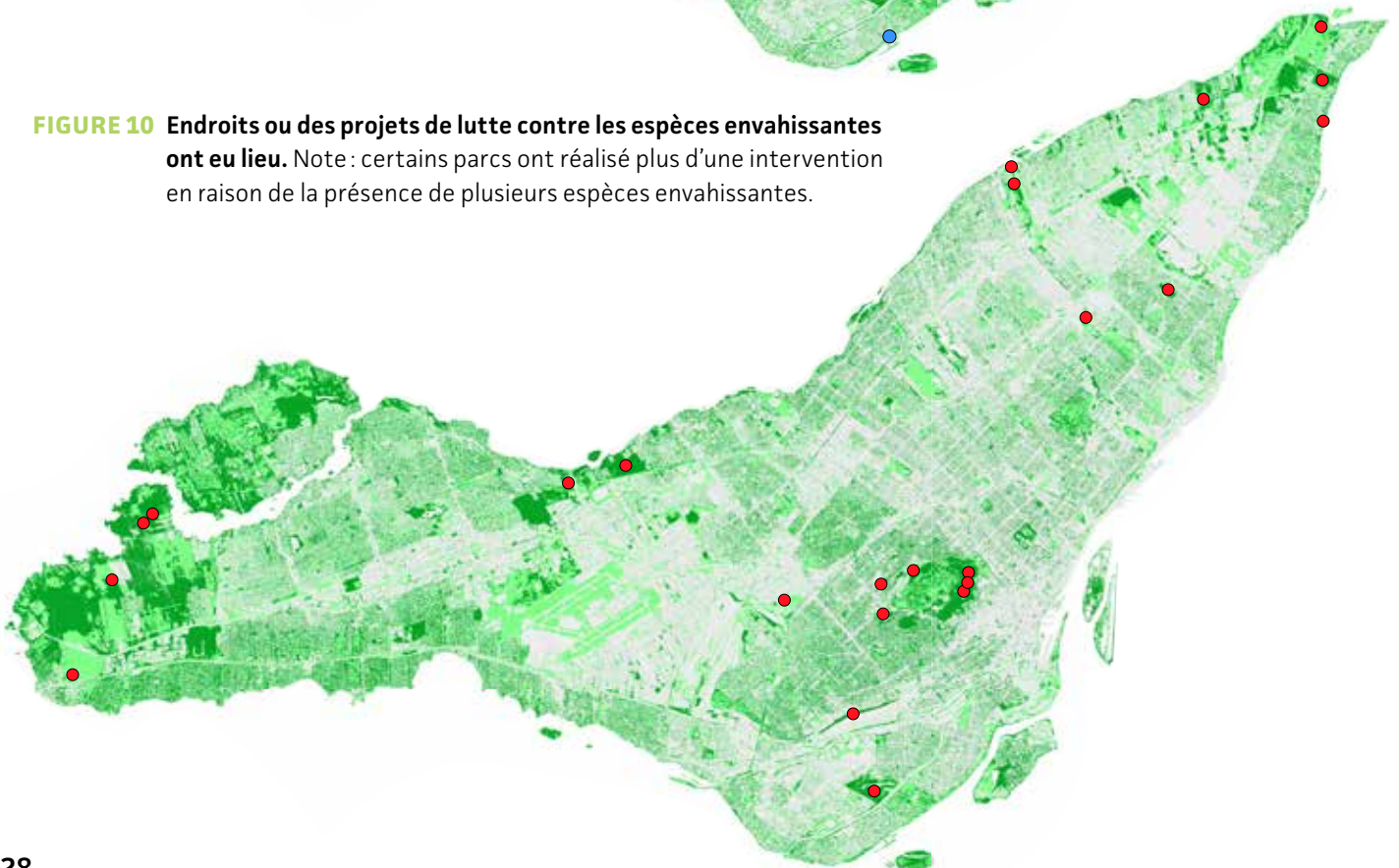




Photo : Jean Gagnon, Le Devoir

Discussion

Les infrastructures vertes

Le présent inventaire ne présente pas une liste exhaustive de toutes les infrastructures vertes de l'agglomération de Montréal, mais illustre tout de même un portrait réaliste de la situation actuelle. Il est intéressant de comparer certains chiffres obtenus pour l'agglomération de Montréal avec ceux d'autres villes au Québec. Par exemple, alors que l'indice de canopée de la Ville de Montréal est actuellement de 20 %, celui de la Ville de Laval est de 23 % (CMM, 2017) tandis que celui de la Ville de Québec est de 32 % (Ville de Québec, 2018). Les nombreux projets de verdissement recensés aideront certainement Montréal à atteindre son objectif de 25 % en 2020 (Montréal, 2012). Toutefois,

la présence de l'agrile du frêne (*Agilus planipennis*) qui cause d'importants dommages aux frênes rendra sans doute cette cible plus difficile à atteindre, puisque les frênes figurent parmi les principaux arbres de rue de la Ville.

Les milieux humides représentent 1,6 % du territoire de l'agglomération, ce qui est moins que pour les villes de Laval (4,3 %; Pellerin et Poulin, 2013) et de Québec (7,5 %; Beaulieu et al., 2014). Ces chiffres montrent la nécessité d'investir dans des projets de conservation des milieux humides restants, mais surtout dans des projets de création et de restauration. D'ailleurs, la nouvelle *Loi concernant la conservation des milieux humides*

ou hydriques (2017) rend désormais obligatoire la compensation des milieux humides détruits ou perturbés, et ce, dans un objectif d'aucune perte nette.

D'autre part, bien qu'une trentaine de ruisseaux et plans d'eau naturels soient encore présents dans l'agglomération, ils ne représentent qu'une infime partie de ceux qui étaient présents historiquement. En effet, environ 82 % des cours d'eau seraient disparus au cours des 150 dernières années, ce qui représente 330 km linéaires

▲ Rivière à l'Orme

de réseaux hydriques qui auraient été enterrés ou intégrés au réseau d'égout (Mahaut, 2018). D'autre part, l'eau de ces infrastructures bleues n'est pas toujours de bonne qualité. En effet, selon le programme de suivi RUISSO qui vise à caractériser la qualité bactériologique et physico-chimique de 25 ruisseaux et plans d'eau intérieurs de l'agglomération (52 stations d'échantillonnage), le pourcentage de stations où l'eau est de qualité mauvaise ou polluée en 2017 était respectivement de 16 % et 29 % (Montréal, 2017). La détérioration de la qualité de l'eau est principalement liée aux eaux pluviales et à la contamination par des eaux sanitaires. Cette détérioration est particulièrement importante dans les ruisseaux en partie canalisés et à vocation pluviale. Le développement de

projets phytotechnologiques visant la gestion et la décontamination des eaux pluviales à proximité de ces cours d'eau serait donc très pertinent.

Protection des infrastructures vertes

À l'heure actuelle, 6 % du territoire terrestre est protégé par réglementation. L'objectif est d'atteindre 10 % à moyen terme (Agglomération de Montréal, 2015). En incluant les aires protégées créées par les gouvernements provincial et fédéral, principalement des milieux aquatiques, et les organismes de conservation, le niveau de protection s'élève à 17 %. Parmi ces aires protégées, il y

a cinq réserves naturelles en milieu privé reconnues par le MDDELCC, soit celles du Bois-Angell (Association pour la protection du Bois Angell), de la Forêt-de-Senneville (Conservation de la Nature-Québec), de l'Île Bonfoin (Conservation de la Nature-Québec et Ville de Montréal), du Père-Louis-Trempe (Oratoire Saint-Joseph du MontRoyal) et des Rapides-de-Lachine (Conservation de la Nature-Québec). Dans un contexte où les pressions de développement et les spéculations foncières sont importantes, comme c'est le cas pour plusieurs secteurs forestiers du village de Senneville, de la Ville Sainte-Anne-de-Bellevue et des arrondissements de Pierrefonds-Roxboro et Rivière-des-Prairies-Pointe-aux-Trembles, ce type de protection est essentiel pour préserver les milieux naturels restants. L'implication citoyenne est aussi importante dans les sites déjà protégés, puisque leurs actions peuvent permettre d'assurer l'intégrité écologique des milieux naturels qui y sont présents. À titre d'exemples, mentionnons les nombreuses corvées visant la maîtrise des espèces exotiques envahissantes dans les boisés des parcs Thomas-Chapais et du Mont-Royal réalisées en collaboration avec des groupes de bénévoles.



Photo: Demesg

◀ Parc du Mont-Royal

Valeurs économiques des infrastructures vertes

La valeur économique de certains services non marchands des infrastructures vertes de l'agglomération a été évaluée de façon approximative (fichier Excel, Services écologiques) grâce à la méthode de calcul présentée dans le rapport *Le capital écologique du Grand Montréal* (Dupras et al. 2013). En considérant uniquement les peuplements forestiers de la Ville de Montréal (8,4 % du territoire), la valeur monétaire estimée pour les différents services (régulation du climat, contrôle des eaux de ruissellement, qualité de l'eau, biodiversité, pollinisation) s'élèverait à 75,7 M\$ annuellement. En considérant l'ensemble du couvert forestier de l'agglomération, cette somme s'élèverait à près de 122 M\$. En comparaison, ces mêmes services écologiques rendus par les parcs et espaces verts municipaux (aménagés majoritairement de pelouses et d'arbres urbains plus ou moins dispersés) sont estimés à un peu plus 5 M\$ par année.



Photo: Danielle Dagenais

Les milieux humides constituent 1,6 % du territoire de l'agglomération et représentent 0,9 % du territoire intérieur. En émettant l'hypothèse qu'ils soient en bonne santé environnementale afin d'accomplir leur fonction écosystémique, la valeur monétaire estimée pour les services associés à l'approvisionnement en eau, à l'enlèvement des polluants, à la prévention des inondations, à l'habitat pour la biodiversité et pour l'esthétisme du paysage s'élèverait à 9,8 M\$ annuellement à l'échelle de l'agglomération. De cette estimation, les milieux humides intérieurs contribueraient à 3,3 M\$ de services non marchands annuellement.

Les initiatives de verdissement et l'agriculture urbaine

Plus de 2 000 projets de verdissement et d'agriculture ont été identifiés sur le territoire de l'agglomération. Bien qu'il soit impossible de tous les recenser, les résultats suggèrent une certaine effervescence pour ce type de projets. Notre inventaire

a toutefois montré qu'il existe des disparités entre les différents secteurs de l'agglomération concernant ces initiatives. Par exemple, les ruelles vertes se concentrent essentiellement dans les arrondissements centraux alors qu'il y a des lacunes dans le nord, l'est et l'ouest de l'agglomération. Bien qu'il soit possible de réellement parler de lacune pour Montréal-Nord, l'aménagement urbain de l'ouest de l'île avec ses quartiers résidentiels constitués de maisons unifamiliales rend les besoins moindres.

D'autre part, la présence élevée d'îlots de chaleur dans l'est et le centre-ouest de l'agglomération montre la nécessité de poursuivre les actions de verdissement à ces endroits. Le verdissement des toits plats, qui sont omniprésents, pourrait être une avenue à valoriser. Toutefois, bien que plusieurs organismes communautaires ou entreprises privées semblent intéressés par la valorisation de leurs toits (création de jardins sur bac, toitures végétalisées, etc.), les coûts associés à leur transformation et les contraintes réglementaires sont les principaux freins qui ont été identifiés lors de nos entrevues.

▲ Passerelle Parc du Bassin-à-Gravier (Bassin de rétention: Sud-Ouest)

▼ Les initiatives de verdissement et l'agriculture urbaine



Photo: Brigade verte de Dohamme



Photo: Port de Montréal

▲ Toit vert du grand quai du Port de Montréal

Les toitures végétalisées

Plus de 200 toitures végétalisées ont été identifiées dans l'agglomération, principalement dans les quartiers centraux. Bien que ces ouvrages bénéficient d'un jugement favorable, plusieurs barrières entravent leur déploiement. La réglementation de la Régie du bâtiment du Québec (RBQ) semble être le facteur le plus contraignant. En effet, la réglementation stipule que «*la couverture sur laquelle est construit le toit végétalisé ne doit pas être de type multicouche (asphalte et gravier)*». Or, ce type de revêtement est celui utilisé chez la vaste majorité des toits plats. De plus, afin d'être autorisées, les toitures végétalisées doivent répondre aux critères de la RBQ en ce qui concerne les composantes techniques, les charges structurales, la résistance au soulèvement due au vent et à l'érosion ainsi qu'à la protection contre la propagation des incendies. Considérant ces critères, la construction d'une telle toiture est plus simple pour les nouvelles constructions que pour les bâtiments déjà existants. Un autre élément majeur freinant

l'expansion de ces toitures qui a été soulevé lors des entrevues est leur coût d'installation et d'entretien. À titre d'exemple, en 2005, la réfection d'une toiture traditionnelle en bitume coûtait de 54 à 97 \$/m² alors que l'installation d'une toiture extensive oscillait entre 162 et 194 \$/m² et entre 535 à 3 323 \$/m² dans le cas d'une toiture intensive (Boucher, 2006).

Malgré les coûts et les contraintes associés à l'établissement d'une toiture végétalisée, celle-ci augmenterait la durée de vie du toit en le protégeant contre les dommages dus à la chaleur et aux écarts de température. Selon une étude réalisée sur une toiture végétalisée à Montréal et comprenant trois zones expérimentales (toiture intensive irriguée, toiture extensive non irriguée et toiture sans couverture végétale), la température maximale atteinte par la membrane d'étanchéité était réduite de 26 % pour la zone extensive non irriguée et de 33 % pour la zone extensive irriguée par rapport à la section sans végétation (Jacquet, 2010). Une

étude similaire menée à Vancouver a montré une réduction de 64 % de la température maximale (Roehr et Kong, 2010). D'autre part, une toiture végétalisée permettrait de diminuer les fluctuations thermiques de 60 à 70 % comparativement à une toiture conventionnelle (VanWoert et al. 2005; Jacquet, 2010) et diminuerait jusqu'à 96 % l'entrée de chaleur dans le bâtiment (Jacquet, 2010). En ce qui concerne la rétention des eaux pluviales, deux études réalisées à Vancouver suggèrent que les toitures végétalisées pourraient contribuer à réduire d'environ 95 % les eaux de ruissellement en saison estivale; une réduction d'environ 30 % surviendrait sur une base annuelle (Connelly, 2006; Roehr et Kong, 2010). Malgré ces données encourageantes, il y a encore peu d'études sur le sujet, notamment en climat froid, et celles existantes ont peu de réplification ce qui restreint pour le moment les possibilités de généraliser leurs résultats.

Les outils de gestion des eaux pluviales

Le réseau d'égout municipal de l'agglomération de Montréal a été construit au début du 20^e siècle et fut conçu en fonction des données pluviométriques de l'époque. Selon les données du Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques (OURANOS), les pluies devraient augmenter en fréquence, en intensité et en abondance au cours des 50 prochaines années (DesJarlais et al., 2010). Or, une grande partie du réseau est déjà considérée vulnérable aux pluies abondantes (**Figure 11**).

Lors du présent inventaire, nous avons répertorié un peu plus de 60 projets de PGO à l'échelle de l'agglomération (en excluant les toitures végétalisées). Cette liste n'est toutefois pas exhaustive

puisque de nombreux projets relève du domaine privé et qu'il n'existe pas de liste officielle de ces ouvrages. Parmi les facteurs qui semblent favoriser ces ouvrages, mentionnons la volonté politique, tant municipale que provinciale. À titre de leader, l'arrondissement Saint-Laurent (**Figure 12**) a entrepris un virage vert en 2004 où les nouvelles constructions ont l'obligation d'obtenir l'accréditation LEED. Puisque des points pour cette accréditation peuvent être obtenus pour la gestion de l'eau pluviale et l'application de mesures efficaces pour l'utilisation de l'eau, la politique locale de Saint-Laurent incite la création de projets de PGO.

En plus de l'interception des eaux pluviales, les PGO sont reconnues



Photo: Danielle Dagenais

▲ Bassin de rétention d'eau à niveau permanent au marché public de Longueuil.

pour leur capacité à assainir les eaux. Selon les données issues de la littérature concernant la performance des cellules de biorétention en climat froid, celles-ci seraient peu efficaces pour l'élimination du phosphore, mais adéquates pour l'azote total si l'ouvrage est doté d'une zone anoxique (Muthanna et al., 2007; Kratky et al. 2017).

FIGURE 11 Les zones à risques lors de fortes précipitations.

La figure est une interprétation des données géoréférencées de la communauté métropolitaine de Montréal.

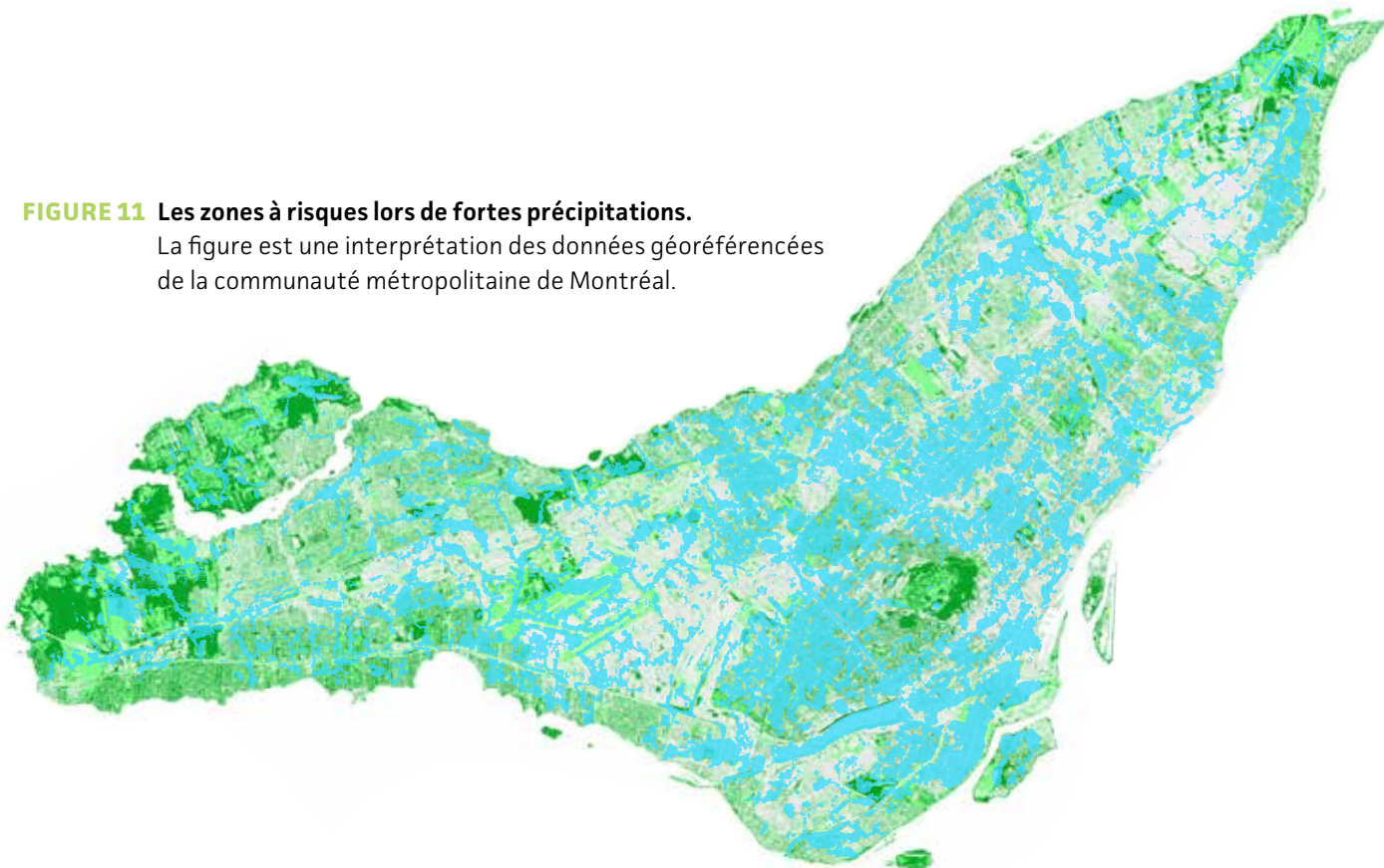
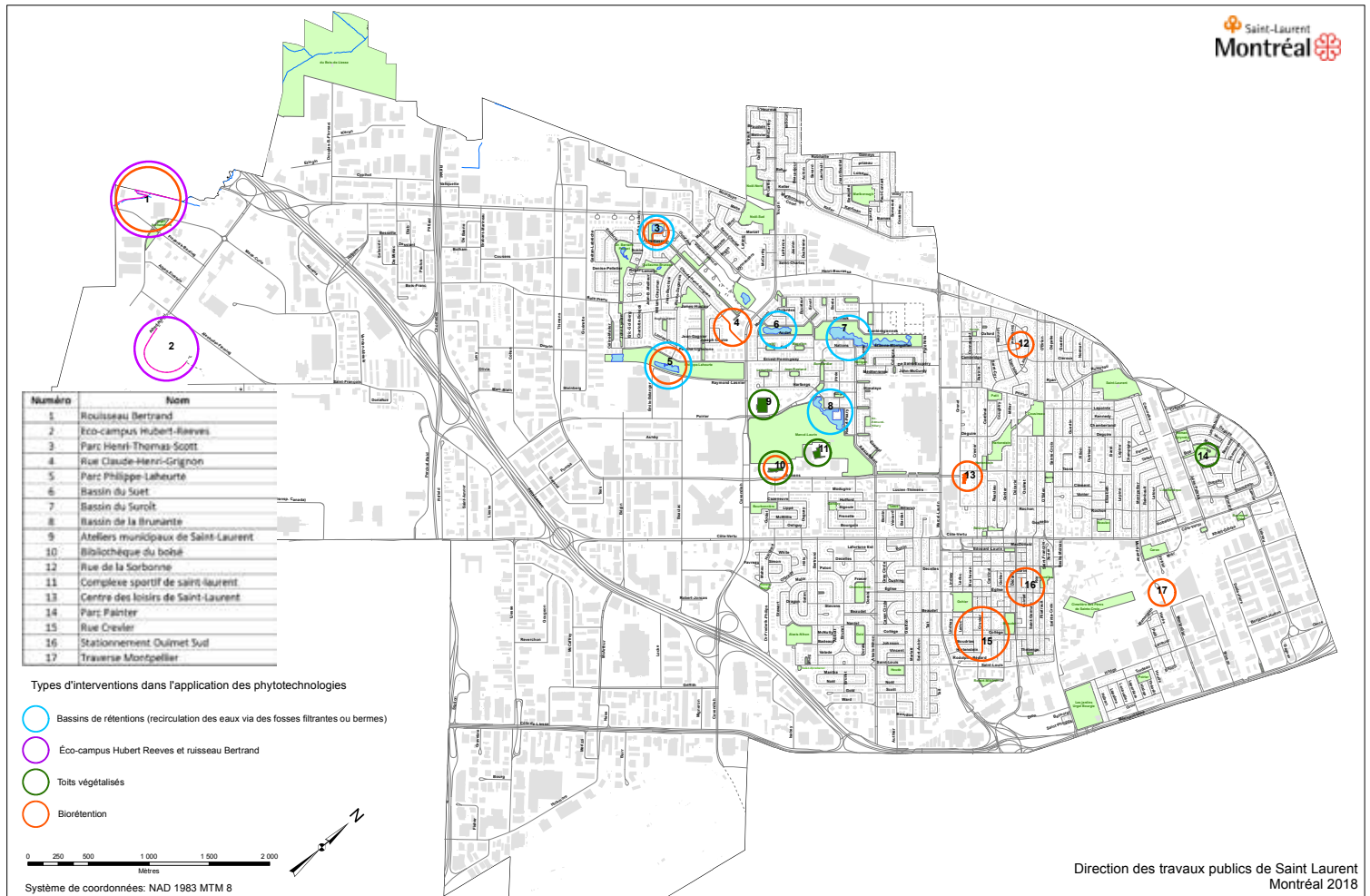


FIGURE 12 Projets de phytotechnologie de l'arrondissement Saint-Laurent. Les 17 projets illustrés sont des projets de gestion optimale des eaux pluviales. La carte a été préparée par la direction des travaux publics dans le cadre de cet inventaire.



L'élimination des métaux et des matières en suspension serait efficace d'après l'ensemble des études consultées. À titre d'exemple, les performances des cellules de biorétention dans le stationnement de l'entreprise Montain Equipment Coop ont été suivies pendant 15 mois par une équipe de l'École Polytechnique de l'Université de Montréal. L'ouvrage a été très efficace pour diminuer

les concentrations des matières en suspension, des coliformes fécaux et des hydrocarbures pétroliers. En contrepartie, le système n'avait pas une grande capacité de rétention des sels de déglacage constitués principalement de chlorure de sodium, de chlorure de calcium, de chlorure de magnésium et de composés organiques (Gehenau, 2014). D'ailleurs, un problème concerne la présence importante

de contaminants dans la neige usée (Muthanna et al., 2007), ce qui restreint le choix des végétaux. Un autre problème est la perte d'infiltration des précipitations dans le substrat gelé. Dans ce contexte, il apparaît que davantage d'études soient nécessaires afin de maximiser l'efficacité des cellules de biorétention sous un climat froid. Enfin, mentionnons ici aussi le manque d'études sur le sujet.

Les marais filtrants

Un seul marais actif traitant l'eau sanitaire est présent dans l'agglomération de Montréal. La quasi-absence de ce type de marais est principalement attribuable au système d'égout déjà en place. D'autre part, l'implantation de nouveau marais filtrants pour les eaux sanitaires dans l'ensemble de la province est limitée par l'interdiction d'utiliser le roseau commun, une plante exotique envahissante. En effet, à ce jour, le seul dispositif de marais permettant la filtration des eaux sanitaires domiciliaires homologué dans la province utilise cette espèce (le Roseau épurateur). Afin de proposer un nouveau modèle de marais, il faudrait le faire certifier en exécutant un banc d'essai au Bureau de normalisation du Québec. Le processus pour l'accréditation se chiffrerait entre 200 000 à 300 000\$. Pour le moment, il ne semble pas y avoir

d'entreprise désireuse de faire accréditer un modèle de marais filtrant pour le traitement des eaux sanitaires.

Les autres marais filtrants dans l'agglomération traitent surtout les eaux grises et pluviales. Certains secteurs, notamment ceux près des ruisseaux, pourraient bénéficier de l'installation de ce type d'ouvrage phytotechnologique. En effet, plusieurs cours d'eau intérieurs sont contaminés par les eaux de ruissellement qui représentent une source importante de perturbation pour les milieux naturels récepteurs. Toutefois, un des freins à l'implantation des marais filtrants est d'ordre méthodologique. En effet, l'analyse ponctuelle de l'eau à la sortie de l'effluent, comme elle se fait pour les infrastructures conventionnelles d'épuration, tend à sous-estimer l'efficacité des marais filtrants puisqu'elle ne tient pas compte, entre autres, des pertes d'eau par l'évapotranspiration via les végétaux (Jacques Brisson, détenteur de la chaire de recherche Hydro-Québec en phytotechnologie, comm. pers.).

Murs végétalisés

Très peu d'information concernant le nombre de murs végétalisés sont disponibles. D'ailleurs, ils relèvent souvent davantage de l'aménagement paysager et du design que des phytotechnologies. Ils sont en effet surtout effectués dans ou sur des résidences privées ou institutionnelles dans un but

esthétique. Bien que plusieurs compagnies produisant ces ouvrages promeuvent l'assainissement de l'air par les végétaux, les résultats des études sur le sujet sont mitigés, notamment en ce qui concerne la captation des molécules de formaldéhyde (Schmitz et al., 2000; Weidner et da Silva, 2006). D'autres recherches semblent toutefois confirmer leur efficacité pour la captation des composés organiques volatils (Torpy et al., 2018) et du CO₂ (Torpy et al., 2017). Il y a néanmoins une nécessité d'approfondir les recherches afin de mieux comprendre et de justifier l'usage d'un mur végétal comme moyen de purification de l'air intérieur. Par ailleurs, le verdissement des façades extérieures des bâtiments représente une façon simple et peu coûteuse d'embellir les secteurs, de lutter contre le vandalisme et de fournir des services écologiques (Sheweka et Arch, 2012; Perini et al., 2013; Elgizawy, 2016). Une étude effectuée dans les villes de Athènes, Beijing, Hong Kong, Brasilia, Montréal, Moscou et Mumbai a montré un potentiel élevé de diminution de la température urbaine à l'échelle du microclimat lorsque les enveloppes des bâtiments sont couvertes de végétation (Alexandri et Jones, 2008).



Photo: Jacques Brisson

◀ Mur végétalisé de l'Institut de technologie agroalimentaire, Saint-Hyacinthe.



▲ Écran vert: mur anti-bruit de saule

Photo: Michel Labrecque

Écrans verts

L'inventaire réalisé n'a permis d'identifier que très peu d'écrans verts de tout type. Ces ouvrages sont sans contredit plus nombreux, mais il faudrait un effort d'inventaire beaucoup plus intenses pour les localiser. Le petit nombre de ces structures au pourtour des axes routiers de l'agglomération, alors qu'elles y sont fréquentes dans certaines banlieues comme à Boisbriand, peut s'expliquer par le

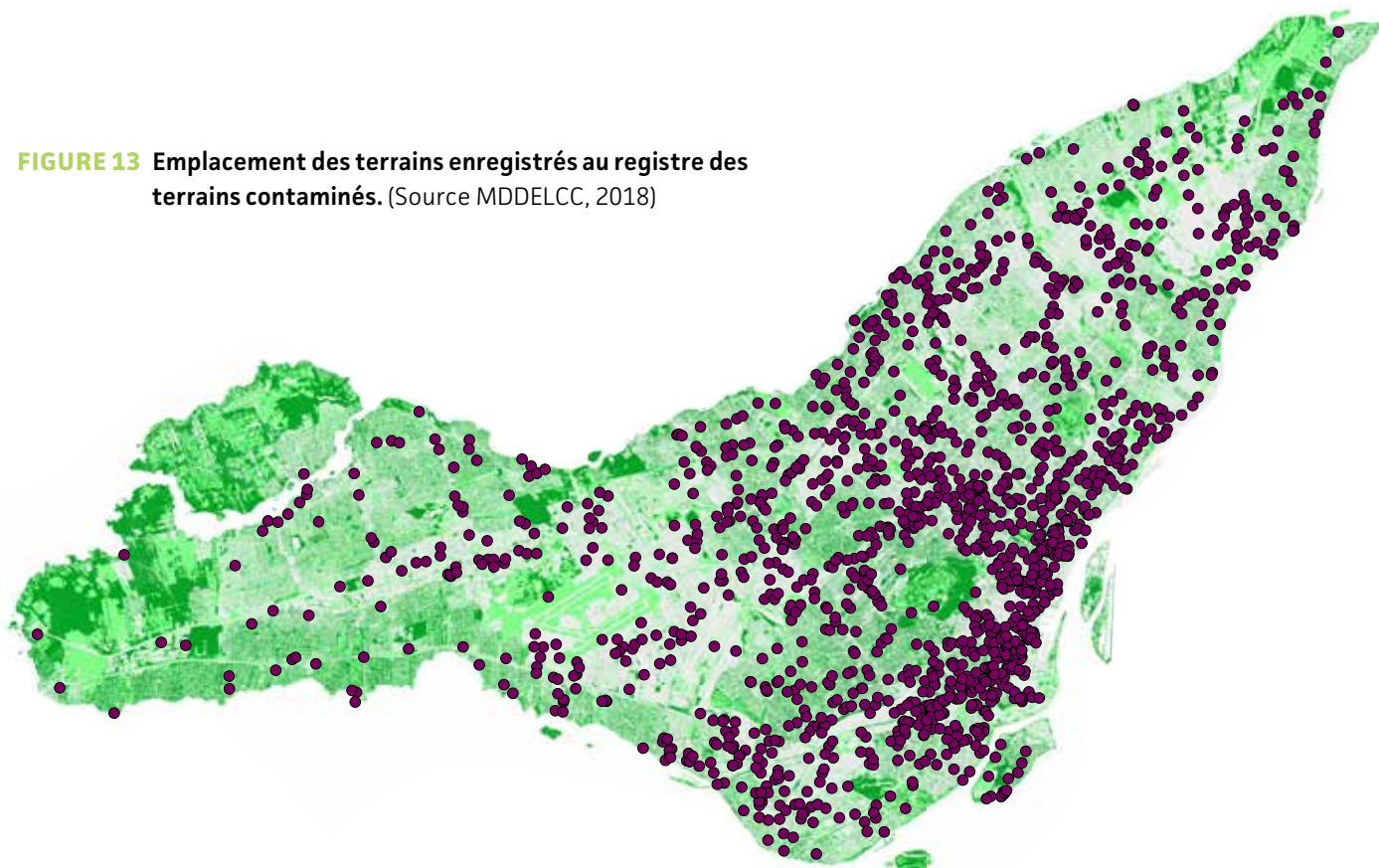
fait que les principales autoroutes de l'agglomération ont été conçues à une époque où ce type d'ouvrages n'était pas vraiment développé. Les municipalités seraient aussi réticentes à mettre en place de telles structures en raison de résultats non concluants concernant leur entretien et leur durabilité (MTQ, comm. pers.). La Ville de Baie d'Urfé envisage néanmoins l'implantation d'une barrière naturelle végétalisée, projet d'une valeur de 1M\$, afin

de réduire le bruit au pourtour de l'Autoroute 20. Ce projet ferait suite au refus du MTQ concernant la construction d'un mur coupe-son traditionnel en date de 2017.

La phytoremédiation

Les initiatives en phytoremédiation dans l'agglomération de Montréal sont essentiellement des projets pilotes visant à alimenter les connaissances et

FIGURE 13 Emplacement des terrains enregistrés au registre des terrains contaminés. (Source MDDELCC, 2018)



à maximiser les retombées des méthodes. Un facteur qui pourrait toutefois contribuer à leur essor est l'abondance d'anciens sites industriels contaminés. En effet, selon le MDDELCC (2018), il y aurait 1 948 terrains contaminés connus dans l'agglomération (Figure 13). Puisque les techniques conventionnelles de remédiation des sols sont onéreuses, plusieurs terrains industriels abandonnés demeurent dans cet état pendant de nombreuses années. Dans un contexte où le temps n'est pas une contrainte, la phytoremédiation devient alors une alternative intéressante, notamment dans un contexte de réappropriation citoyenne des espaces verts non-conventionnels tel que le Champ des possibles (Plateau-Mont-Royal). D'ailleurs la phytoremédiation est généralement bien perçue de la part des citoyens et des autorités municipales.

Une contrainte au développement des projets de phytoremédiation est la nécessité d'estimer l'échéancier de décontamination afin d'obtenir un certificat d'autorisation. En effet, le cahier d'exécution est incertain puisqu'il dépend de multiples facteurs d'ordre biologique, géochimique et météorologique. La gestion de la biomasse produite est aussi problématique puisque les végétaux (légèrement ou sévèrement contaminés) sont, la plupart du temps, simplement traités comme des déchets biologiques et doivent être incinérés. Trouver des avenues pour la valorisation de la biomasse produite serait un sérieux avantage pour l'essor de cette phytotechnologie.



Photo: Champ des possibles

La lutte contre les espèces envahissantes et la stabilisation des berges

Une trentaine de projets de lutte contre les plantes envahissantes ont été répertoriés. Ces travaux nécessitent une implication soutenue et des suivis réguliers. Les interventions font généralement partie d'un plan global de restauration écologique de l'écosystème. Différentes méthodes ont été développées et testées au cours des dernières décennies. Elles demandent souvent un fort investissement en ressources humaines et matérielles alors que leur niveau d'efficacité est souvent très variable (Lavoie et al., 2014). Au Québec, des formations sur la gestion des plantes envahissantes nuisibles sont offertes régulièrement par le biais du programme de formation continue de l'Université Laval (www.plantesenvahissantes.ulaval.ca). De manière générale, pour venir à bout des espèces envahissantes

nuisibles, des interventions doivent être faites de façon simultanée avec de la plantation ou l'ensemencement d'espèces indigènes pour végétaliser le secteur et éviter le retour des espèces non désirées.

En ce qui concerne les ouvrages phytotechnologiques de stabilisation, ils concernaient surtout les berges. Puisque les berges et le fleuve relèvent légalement des juridictions provinciales et fédérales, il y a donc nécessité d'entente entre les parties, ce qui peut occasionner des délais avant l'élaboration des projets.

▲ Champ des Possibles



Photo: Marie-Hélène Brice

Sommaire des contraintes

Le rôle secondaire des espèces

La première observation s'étant dégagée pendant l'élaboration de cet inventaire est la place secondaire qu'occupe souvent le choix des espèces dans les infrastructures phytotechnologiques. En effet, les informations sur les espèces utilisées étaient quasi-inexistantes. De plus, les traits physiologiques, morphologiques et fonctionnels associés aux espèces sont rarement évoqués. En ce sens, les végétaux semblent être relayés au deuxième rang derrière les services attendus de l'aménagement. Enfin, l'action des microorganismes, les interactions écosystémiques et la connectivité avec le milieu naturel sont d'autres éléments qui n'ont jamais été soulevés en dehors de l'avis des experts.

L'ambiguïté des termes

La perception de la phytotechnologie variait de façon marquée en fonction de la conception idéologique et des connaissances des personnes questionnées. Pour certaines personnes, le verdissement est perçu comme une phytotechnologie alors que pour d'autres il n'y a aucune phytotechnologie associée au verdissement. Souvent les interlocuteurs n'avaient jamais entendu le mot phytotechnologie, ou ils avaient vaguement entendu parler du *travail effectué par les végétaux* en termes de mécanismes quantifiables et distincts. Plusieurs personnes sondées encourageaient les initiatives vertes, connaissaient la notion de services écologiques prodigués par les écosystèmes et les végétaux, mais ne connaissaient pas la phytotechnologie en tant que terme englobant ces concepts. De plus, plusieurs interlocuteurs connaissaient généralement certains aménagements phytotechnologiques tels que les toitures végétalisées ou les marais filtrants, mais ne les regroupaient pas sous le vocable «phytotechnologie». La désignation des ouvrages phytotechnologiques faisant en effet plus souvent référence à des termes relatifs à l'urbanisme et à l'architecture du paysage comme «urbanisme vert» ou «aménagement écologique». De plus, il était parfois difficile de distinguer les dispositifs phytotechnologiques et certains aménagements paysagers. Il en ressort donc une nécessité de mettre des balises claires sur le concept de phytotechnologie.

► Verdissement de stationnement, Ville Saint-Laurent

Le manque de données scientifiques et le transfert des connaissances

De façon générale, les services attribués aux végétaux et l'efficacité des aménagements phytotechnologiques relèvent souvent d'informations anecdotiques (Rivard, 2017; Dagenais et al., 2018). Ce manque de données probantes expliquerait en partie la réticence de certaines instances municipales ou gouvernementales au développement de certains ouvrages phytotechnologiques en lien avec la possibilité de litiges et de poursuites. Ainsi, les données quantitatives et fiables sur l'efficacité des ouvrages doivent être mieux diffusées afin de justifier leur utilisation. Pour ce faire, le transfert de connaissances techniques dans le parcours académique des étudiants dans les domaines d'études associés aux phytotechnologies (urbanisme, architecture du paysage, ingénierie) devrait être mieux encadré, comme cela fut soulevé lors du colloque annuel 2018 de la société Québécoise de Phytotechnologie.



Autres contraintes

Certaines contraintes au développement des phytotechnologies dans le secteur privé seraient liées au manque d'incitatifs, aux coûts d'implantation élevés, au manque de données concernant les coûts de maintenance et d'entretien ainsi que des bénéfices économiques à long terme (Rivard, 2017). Du côté des instances municipales, les contraintes relèveraient surtout de la nouveauté, du manque d'expérience (par exemple pour l'inspection), de la difficulté de mesurer et de quantifier les bénéfices, des conflits avec les règlements en vigueur et, encore une fois, du manque de données, plus particulièrement celles concernant l'opération, l'entretien et la sécurité des ouvrages.



Photo: Patrick Benoist

Conclusion

Les infrastructures vertes et les ouvrages phytotechnologiques en milieu urbain bénéficient d'une grande acceptabilité sociale. Toutefois, selon nos travaux, le terme phytotechnologie demeure grandement méconnu. Ce concept gagnerait à être mis de l'avant afin d'appuyer la volonté des gouvernements, des citoyens et des entreprises à mettre en place des pratiques environnementales plus responsables et de lutter contre les changements climatiques.

Il est aussi essentiel de favoriser la collaboration entre les experts puisque la phytotechnologie repose sur des principes relevant de divers domaines des sciences naturelles tout en dépendant de développements technologiques. Il y a aussi le besoin d'intégrer les demandeurs de phytotechnologies (p. ex., industriels, municipalités) dans les projets afin d'assurer un bon

transfert des connaissances et une applicabilité des ouvrages.

Enfin, il est aussi important de considérer les ouvrages phytotechnologiques comme des maillons dans un plus grand réseau collectif d'infrastructures vertes. Un réseau dense d'infrastructures vertes contribue de façon notoire à fournir des services écologiques dont bénéficient les citoyens. Puisque les politiques en vigueur influencent sans contredit la présence ou l'absence d'aménagement phytotechnologiques et d'infrastructures vertes dans leur ensemble, il en va de ces instances de prendre les dispositions adéquates afin de favoriser leur établissement et de convaincre les parties prenantes résistantes et réfractaires afin de développer de véritables villes vertes et plus résilientes aux changements climatiques.

Références

- Agglomération de Montréal (2015) *Schéma d'aménagement et de développement de l'agglomération de Montréal*. Disponible en ligne à : ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=9517,133997570&_dad=portal&_schema=PORTAL
- Alexandri E, P Jones (2008) Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. *Building and Environment* 43: 480-493.
- Desjarlais C, M Allard, A Blondot, A Bourque, D Chaumont, P Gosselin, D Houle, C Larrivée, N Lease, R Roy, J-P Savard, R Turcotte, C. Villeneuve (2010). Savoir s'adapter aux changements climatiques. Ouranos, 128 p.
- Autixier, L (2012) *Gestion des eaux pluviales et mise en place de cellules de bio-rétention: étude de cas pour un secteur urbain du Québec*. MSc Génie Civil, École Polytechnique de Montréal, 136 p.
- Baudouin Y, J Leprince, C Perez (2007) Représentation cartographique de la Communauté métropolitaine de Montréal. Conseil régional de l'environnement de Laval, 200 p.
- Beaulieu J, P Dulude, I Falardeau, S Murray, C Villeneuve (2014) *Cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec* (mise à jour 2013). Canards Illimités Canada et ministère du Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, 54 p.
- Bernier, A.-M. (2016). *Les plantes grimpantes: une solution rafraîchissante*. Centre d'écologie urbaine de Montréal. Disponible en ligne à : ileau.ca/sites/default/files/upload/presentation_plantes_grimpantes_ceum_ileau.pdf
- Boucher, I (2006) *Les toits verts*. ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire. Disponible en ligne à : www.mamot.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/observatoire_municipal/veille/toits_verts.pdf
- Bourg, MC (2016) Le nouveau plan de développement durable de la collectivité montréalaise. *Vecteur Environnement* 49: 24.
- Canards Illimités Canada. (2012). *Portrait des milieux humides, Région administrative de Montréal (06)*. Disponible en ligne à : www.ducks.ca/assets/2016/12/PRCMH_R06_MTRL_2012_portrait_texte.pdf
- CMM (2017) Indice canopée métropolitain 2015. Disponible en ligne à : cmm.qc.ca/fileadmin/user_upload/geomatique/IndiceCanopee/2015/65005_IndiceCanopee_2015.pdf
- Connelly, M. (2006). *BCIT Green Roof Research Program (Phase 1): Summary of Data Analysis*. Centre for the Advancement of Green Roof Technology, British Columbia Institute of Technology, 59 p.
- Dagenais, D, J Brisson, TD Fletcher (2018) The role of plants in bioretention systems; does the science underpin current guidance? *Ecological Engineering* 120: 532-545.
- Dupras, J, C Michaud, I Charron, K Mayrand, J Revêret (2013) *Le capital écologique du grand Montréal: une évaluation économique de la biodiversité et des écosystèmes de la ceinture verte*. Fondation David Suzuki. Disponible en ligne à : fr.davidsuzuki.org/publication-scientifique/capital-ecologique-de-ceinture-verte-evaluation-economique-de-biodiversite-ecosystemes/
- Elgizawy, EM (2016) The effect of green facades in landscape ecology. *Procedia Environmental Sciences* 34: 119-130.
- Faith, D (2018) Avoiding paradigm drifts in IPBES: reconciling "nature's contributions to people," biodiversity, and ecosystem services. *Ecology and Society* 23: 40.
- FCM (2018) *Modèle d'aménagement de sites urbains abandonnés ou contaminés par le réaménagement écologique et l'approche de phytoremédiation*. Fonds municipal vert. Disponible en ligne à : [fcm.ca/accueil/programmes/fonds-municipal-vert/projets-approuves?lang=fr&project=6460b300-ce45-e111-968a-005056bc2614&srch=phytoremediation%](http://fcm.ca/accueil/programmes/fonds-municipal-vert/projets-approuves?lang=fr&project=6460b300-ce45-e111-968a-005056bc2614&srch=phytoremediation%20)
- Feng, H, K Hewage (2014) Lifecycle assessment of living walls: air purification and energy performance. *Journal of Cleaner Production* 69: 91-99.
- Figuerola, JD, T Fout, S Plasynski, H McIlvried, RD Srivastava (2008) Advances in CO2 capture technology—the US Department of Energy's Carbon Sequestration Program. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 2: 9-20.
- Frossard, P.-A., & A. Évette (2009) Le génie végétal pour la lutte contre l'érosion en rivière: une tradition millénaire en constante évolution. *Ingénieries-Eau Agriculture Territoires* 2009: 99-109.
- Fuamba, M, T Walliser, M Daynou, J Rousselle, G Rivard (2010) Vers une gestion durable et intégrée des eaux pluviales: Application des propositions d'action publique au Québec. *Canadian Journal of Civil Engineering* 37: 209-223.
- Geheia, N (2014) Évaluation expérimentale de la performance d'un jardin de pluie et d'un toit vert en climat froid. M.Sc. École Polytechnique de Montréal, 163 p.
- Giguère, M (2009) *Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains*. Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels, Institut national de santé publique Québec. 95 p.
- Gendron-Bouchard, J-P (2013) *Analyse des outils administratifs et des mesures de lutte aux îlots de chaleur dans les milieux de vie des communautés thermiquement vulnérables à Montréal*. M.Env., Université de Sherbrooke, 133 p.
- Godmaire, H, A Demers (2009) *Eaux usées et fleuve Saint-Laurent: problèmes et solutions*. Union Saint-Laurent Grands Lacs et Eau Secours! 28 p.
- Guay, F, Y Baudouin (2005) *Portrait des îlots de chaleur urbains à Montréal*. Disponible en ligne à : www.vivreenville.org/pdf/bulletin_vol2no3.pdf
- Hébert, F, N Thiffault (2014) Le nerprun bourdaine: un envahisseur exotique qui menace l'établissement des plantations. *Canadian Field-Naturalist* 108: 305-310.
- Henry, HF, JG Burken, RM Maie, LA Newman, S Rock, JL Schnoor, WA Suk (2013) Phytotechnologies—preventing exposures, improving public health. *International Journal of Phytoremediation* 15: 889-899.
- Jacquet, S (2010) Étude de la performance énergétique d'une toiture végétale extensive installée au centre-ville de Montréal. M.Sc. École de technologie supérieure. 151 p.
- Juhasz, A L, R. Naidu (2000) Bioremediation of high molecular weight polycyclic aromatic hydrocarbons: a review of the microbial degradation of benzo[a]pyrene. *International Biodeterioration & Biodegradation* 45: 57-88.
- Keddy, PA (2010) *Wetland ecology: principles and conservation*. Cambridge University Press. 497 p.
- Kivaisi, AK (2001) The potential for constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in developing countries: a review. *Ecological Engineering* 16: 545-560.
- Kratky, H, Z Li, Y Chen, C Wang, X Li, T Yu (2017) A critical literature review of bioretention research for stormwater management in cold climate and future research recommendations. *Frontiers of Environmental Science & Engineering* 11: 16 (doi.org/10.1007/s11783-017-0982-y).

- Kumar, R, SC Kaushik (2005) Performance evaluation of green roof and shading for thermal protection of buildings. *Building and Environment* 40: 1505-1511.
- Lavoie, C, G Guay, F Joerin (2014) Une liste des plantes vasculaires exotiques nuisibles du Québec : nouvelle approche pour la sélection des espèces et l'aide à la décision. *Écoscience* 21: 133-156.
- Les Écrans Verts 2018
- Mahaut, V (2018) Cartographie des anciens cours d'eau, lignes de creux et des bassins versants de l'île de Montréal. Disponible en ligne à : <https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/handle/1866/16314>
- McKinney, ML (2006) Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* 127: 247-260.
- MDDELCC (2011) *Fiche technique sur la stabilisation des rives*. Québec. Gouvernement du Québec, 9 p.
- MDDELCC (2015) *Guide de gestion des eaux pluviales*. Disponible en ligne à : mddelcc.gouv.qc.ca/eau/pluviales/guide.htm
- MDDELCC (2018) *Répertoire des terrains contaminés*. Disponible en ligne à : mddelcc.gouv.qc.ca/sol/terrains/terrains-contamines/recherche.asp
- Montréal (2012) Plan d'action canopée 2012-2021. Direction des grands parcs et du verdissement, 12 p.
- Montréal (2015a) *Plan de développement de la zone agricole de l'agglomération de Montréal*. Service de la mise en valeur du territoire, 48p.
- Montréal (2015b) *Quelles infrastructures vertes pour la gestion des eaux de ruissellement ?* Service de l'eau, Division de la gestion durable de l'eau, 45 p.
- Montréal (2017) *Portrait de la qualité des plans d'eau à Montréal*. Bilan environnemental 2017. Service de l'environnement, 12 p.
- Montréal (2018) Réseau d'égout. Disponible en ligne à : ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=6497,54245574&_dad=portal&_schema=PORTAL
- Moran, A, B Hunt, G. Jennings (2004) *A North Carolina field study to evaluate greenroof runoff quantity, runoff quality, and plant growth*. Proceedings of the 2nd North American Green Roof Conference, pp.446-460.
- Muthanna, TM, M Viklander, G Blecken, ST Thorolfsson (2007) Snowmelt pollutant removal in bioretention areas. *Water Research* 41: 4061-4072.
- Pellerin, S, M Poulin (2013) *Analyse de la situation des milieux humides au Québec et recommandations à des fins de conservation et de gestion durable*. Ministère du développement durable, de l'environnement, de la faune et des parcs. 104 p.
- Perini, K, P Rosasco (2013) Cost-benefit analysis for green façades and living wall systems. *Building and Environment* 70: 110-121.
- Regroupement des écoquartiers (2018) *Carte interactive des ruelles vertes*. Disponible en ligne à : www.eco-quartiers.org/ruelle_verte
- Rejmánek, M, DM Richardson (1996) What attributes make some plant species more invasive ? *Ecology* 77: 1655-1661.
- Rivard, G. (2017). *Barrière, opportunités et défis pour la gestion des infrastructures vertes*. Disponible en ligne à : ceriu.qc.ca/bibliotheque/barriere-opportunités-defis-gestion-infrastructures-vertes
- Roehr, D, Y Kong (2010) Runoff reduction effects of green roofs in Vancouver, BC, Kelowna, BC, and Shanghai, PR China. *Canadian Water Resources Journal* 35: 53-68.
- Santé Canada (2017). *Les impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada. Une estimation des décès prématurés*. Gouvernement du Canada. 14 p.
- Schmitz, H, U Hilgers, M Weidner (2000) Assimilation and metabolism of formaldehyde by leaves appear unlikely to be of value for indoor air purification. *New Phytologist*, 147: 307-315.
- Sheweka, SM, NMM Arch (2012). Green facades as a new sustainable approach towards climate change. *Energy Procedia* 18: 507-520.
- Singh, A, OP Ward (2004) *Applied bioremediation and phytoremediation*. Springer Science & Business Media, 329 p.
- Soreanu, G, M. Dixon, A. Darlington (2013) Botanical biofiltration of indoor gaseous pollutants—A mini-review. *Chemical Engineering Journal* 229: 585-594.
- Tardif B, G Lavoie, Y Lachance (2005) *Atlas de la biodiversité du Québec: les espèces menacées ou vulnérables*. Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs, Direction du développement durable, du patrimoine écologique et des parcs. 62 p.
- Torpy, F, M Zavattaro, P Irga (2017) Green wall technology for the phytoremediation of indoor air: a system for the reduction of high CO2 concentrations. *Air Quality, Atmosphere & Health* 10: 575-585.
- Torpy, F, N Clements, M Pollinger, A Dengel, I Mulvihill, C He, P Irga (2018) Testing the single-pass VOC removal efficiency of an active green wall using methyl ethyl ketone (MEK). *Air Quality, Atmosphere & Health* 11: 163-170.
- VanWoert, ND, DB Rowe, JA Andresen, CL Rugh, RT Fernandez, L Xiao (2005) Green roof stormwater retention. *Journal of Environmental Quality* 34: 1036-1044.
- Vézina, A (2001). Les haies brise-vent. Ordre des ingénieurs forestiers du Québec. 18 p.
- Ville de Québec (2018) *Place aux arbres. Vision de l'arbre 2015-2025*. Disponible en ligne à : ville.quebec.qc.ca/apropos/planification-orientations/environnement/milieuxnaturels
- Weidner, M, JAT da Silva (2006) *Potential and limitations of ornamental plants for indoor-air purification*. Dans: JAT da Silva (Ed), Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology, Advances and Topical, pp. 54-63.
- Westman, WE (1977). How much are nature's services worth ? *Science* 197: 960-964.

ANNEXE 1: Abréviation des 19 arrondissements de la Ville de Montréal.

Arrondissements	Abréviation
Ahuntsic-Cartierville	AC
Anjou	ANJ
Côte-des-Neiges-Notre-Dame-de-Grâce	CDNNDG
Lachine	LAC
LaSalle	LAS
Le Plateau-Mont-Royal	PMR
Le Sud-Ouest	SO
L'Île-Bizard-Sainte-Geneviève	IBSG
Mercier-Hochelaga-Maisonneuve	MHM
Montréal-Nord	MN
Outremont	OUT
Pierrefonds-Roxboro	PIRO
Rivière-des-Prairies-Pointe-aux-Trembles	RDPPAT
Rosemont-La Petite-Patrie	RPP
Saint-Laurent	SLA
Saint-Léonard	SLE
Verdun	VER
Ville-Marie	VM
Villeray-Saint-Michel-Parc-Extension	VSMPE

Remerciements

Les auteures de ce rapport tiennent à remercier Louise Hénault-Ethier de la Fondation David Suzuki, Jean-François Dallaire de Nature Action Québec, Brahim Amarouche du Service de l'eau de Montréal, Chakib Benramdane de la Direction des travaux publics de l'arrondissement de Saint-Laurent, Sylvie Comtois du Service des grands parcs, du verdissement et du Mont-Royal, Jacques Brisson de l'Institut de recherche en biologie végétale, Danielle Dagenais de l'École d'architecture de paysage de l'Université de Montréal, Michel Rousseau et Daniel Lefebvre du Groupe Rousseau Lefebvre, ainsi que l'administration des arrondissements et des villes liées de l'agglomération de Montréal pour leur précieuse coopération lors de la rédaction de ce rapport.

[Alliance forêt urbaine](#)

[Association des architectes paysagistes du Québec](#)

[AU/LAB Le Laboratoire sur l'agriculture urbaine](#)

[Aubier Environnement](#)

[Biocité](#)

[Biopolis](#)

[Canards Illimités Canada](#)

[Cégep Gérald-Godin](#)

[Centre d'écologie urbaine de Montréal \(CEUM\)](#)

[Civiliti](#)

[Collège Ahuntsic](#)

[College Dawson](#)

[Collège de Maisonneuve](#)

[Comité de Surveillance Louis-Riel](#)

[Comité Écologique du Grand Montréal](#)

[Comité Zip Jacques-Cartier](#)

[Communauté métropolitaine de Montréal \(CMM\)](#)

[Conseil régional de l'environnement de Montréal](#)

[Conservation de la nature Canada \(CNC\)](#)

[Cultive ta ville](#)

[Éco de la Pointe-aux-Prairies](#)

[Éco-Campus Hubert Reeves](#)

[École de technologie supérieure](#)

[Enutech](#)

[Envirozone](#)

[Fiducie des Installations pétrochimiques de Montréal-Est](#)

[Fondation Cowboys Fringants](#)

[Fondation David Suzuki](#)

[Future earth](#)

[Groupe de recherche appliquée en macroécologie \(GRAME\)](#)

[Groupe Rousseau Lefebvre](#)

[Héritage Laurentien](#)

[Hôpital Marie-Clara](#)

[Hydro Québec](#)

[Incubateur Ferme Bord-du-Lac](#)

[La Fédération Canadienne des municipalités](#)

[La Ferme écologique du Parc-Nature Cap Saint-Jacques](#)

[La ligne verte](#)

[La Maison du développement durable](#)

[La Société de développement environnemental de Rosemont SODER](#)

[La Société de verdissement du Montréal Métropolitain \(Soverdi\)](#)

[Les Amis de la montagne](#)

[Les Amis du Champs des Possibles](#)

[Les Écrans verts](#)

[Les Toits Vertige](#)

[MicroHabitat](#)

[Miel Montréal](#)

[Ministère des affaires municipales et Occupation du territoire \(MAMOT\)](#)

[Ministère des Transports de la Mobilité durable et de l'Électrification des Transports du Québec \(MTQ\)](#)

[Ministère du développement durable et de la lutte aux changements climatiques \(MDDELCC\)](#)

[Mouvement Ceinture Verte](#)

[Nature Action](#)

[NIPpaysage](#)

[Office de consultation publique de Montréal](#)

[Ouranos](#)

[Polytechnique](#)

[Québio](#)

[Regroupement des éco-quartiers](#)

[Réseau de transport métropolitain \(RTM\)](#)

[Réseau des milieux naturels protégés](#)

[Rose architecture](#)

[Sentier Urbain](#)

[Service de la mise en valeur du territoire de Montréal](#)

[Service des grands parcs, du verdissement et du Mont-Royal](#)

[Service des infrastructures, de la voirie et des transports de Montréal](#)

[Société de transport de Montréal \(STM\)](#)

[Société québécoise de phytotechnologie](#)

[Technoparc Montréal](#)

[Technopôle Angus](#)

[Université Concordia](#)

[Université de Montréal](#)

[Université de Sherbrooke](#)

[Université du Québec à Montréal](#)

[Université McGill](#)

[Vert cube](#)

[VertCité](#)

[Ville en vert](#)

[Vinci consultant](#)

[Y'a QuelQu'un l'aut'bord du mur \(YQQ\)](#)



Institut de recherche
en **biologie végétale**