

QUEL AVENIR POUR LES PHYTOTECHNOLOGIES AU QUÉBEC ?

Un rapport sur les forces, faiblesses, limites et opportunités
des phytotechnologies accompagné de recommandations
pour leur déploiement à grande échelle

SOMMET SUR LES
INFRASTRUCTURES
NATURELLES
PHYTOTECHNOLOGIES

ORGANISATEUR



**FONDATION
DAVID SUZUKI**
Un monde. Une nature.

NOS PARTENAIRES



QUEL AVENIR POUR LES PHYTOTECHNOLOGIES AU QUÉBEC ?

Un rapport sur les forces, faiblesses, limites et opportunités des phytotechnologies accompagné de recommandations pour leur déploiement à grande échelle



**FONDATION
DAVID SUZUKI**
Un monde. Une nature.



SOCIÉTÉ
QUÉBÉCOISE DE
PHYTO
TECHNOLOGIE

INTRODUCTION	9
CONTEXTE	9
MÉTHODOLOGIE	11
OBJECTIFS DU RAPPORT	12
SYSTÈMES DE BIORÉTENTION	13
DÉFINITION	14
ÉTAT DES LIEUX	14
MATRICE D'ANALYSE	15
SOLUTIONS À METTRE EN PLACE	19
RÉFÉRENCES	21
STABILISATION DE PENTES À L'AIDE DE VÉGÉTAUX	22
DÉFINITION	23
ÉTAT DES LIEUX	23
MATRICE D'ANALYSE	23
SOLUTIONS À METTRE EN PLACE	26
RÉFÉRENCES	28
MARAIS FILTRANTS	29
DÉFINITION	30
ÉTAT DES LIEUX	30
MATRICE D'ANALYSE	31
SOLUTIONS À METTRE EN PLACE	33
RÉFÉRENCES	34
TOITURES VÉGÉTALISÉES	35
DÉFINITION	36
ÉTAT DES LIEUX	36
MATRICE D'ANALYSE	37
SOLUTIONS À METTRE EN PLACE	39
RÉFÉRENCES	40
RECOMMANDATIONS	41
FÉDÉRAL	41
PROVINCIAL	41
MUNICIPAL	43
ORGANISATIONS	44
REMERCIEMENTS	47

AUTEURS :

Didier Marquis, MSc

Louise Hénault-Ethier, PhD

SOMMAIRE EXÉCUTIF

ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

L'accentuation des perturbations environnementales liées aux changements climatiques force nos sociétés à affronter des problèmes grandissants, comme la multiplication et l'intensification des îlots de chaleur urbains et l'augmentation de la fréquence des événements de précipitations intenses. Ces événements ont des répercussions tant sur le plan de la dégradation des milieux naturels que sur la santé de la population, et donc sur notre économie.

PHYTOTECHNOLOGIES

Les phytotechnologies sont des solutions technologiques axées sur les plantes qui viennent répondre à une grande diversité des problèmes environnementaux. Elles utilisent les plantes vivantes afin d'optimiser la livraison de divers services écosystémiques comme l'épuration de l'eau, de l'air et du sol ainsi que le contrôle de l'érosion et du ruissellement. Elles peuvent atténuer l'impact des événements météorologiques extrêmes, renforçant ainsi la résilience de nos milieux de vie. Il apparaît essentiel de promouvoir l'implantation de telles pratiques, non seulement de façon sporadique, mais à la grandeur du territoire québécois. La présente étude vise ainsi à fournir une vision holistique des éléments positifs et négatifs liés aux principales pratiques d'aménagement issues des phytotechnologies dans le but de mieux cerner les freins à leur diffusion à l'échelle du Québec.

MÉTHODOLOGIE

Lors du 12^e colloque annuel de la Société québécoise de phytotechnologies, en avril 2018, les propos des conférenciers, panélistes et de l'audience ont été enregistrés et compilés par des rapporteurs. Quatre types de phytotechnologies ont été analysées, soit les systèmes de biorétention végétalisés (BR), les ouvrages de stabilisation de pentes à l'aide de végétaux (SPV) ainsi que les toitures végétalisées (TV) et les marais filtrants (MF). Une analyse stratégique des différentes phytotechnologies inspirée de l'analyse SWOT (acronyme anglais pour Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats) a permis de détailler les forces, faiblesses, limites et opportunités des phytotechnologies. Les résultats sont compilés ici sous forme de matrices bidimensionnelles pour mieux distinguer les points positifs (forces et opportunités) des éléments négatifs (faiblesses et limites) qui sont inhérents à la technologie (interne) ou qui relèvent du contexte (externe). Quatre fiches ont donc été créées pour définir, présenter un état des lieux et la matrice d'analyse ainsi que compiler des pistes de solutions à mettre en place pour chaque phytotechnologie. Enfin, une synthèse des recommandations à l'attention de divers acteurs est présentée à la fin.

BIORÉTENTIONS

Les biorétentions (BR) sont des pratiques d'aménagement visant la gestion et le traitement des eaux pluviales. Tout comme les bassins de rétention traditionnels (en béton, par exemple), les systèmes de BR peuvent retenir l'eau de pluie de façon temporaire ou permanente, mais ils peuvent en plus contribuer à la filtration ou à l'infiltration de l'eau dans le sol, en fonction de leurs caractéristiques techniques. Bien que les techniques de biorétention existent depuis plus de 20 ans, ce n'est que depuis la fin des années 2000 que l'on voit apparaître des BR au Québec. Parmi les recommandations clés propres aux BR notons :

- Promouvoir une co-conception des BR qui inclut les concepteurs et les responsables de l'entretien.
- Sensibiliser la population à l'utilité des BR, leur fonction n'étant pas tributaire de leur esthétisme.
- Compiler des explications scientifiques vulgarisées pour répondre aux appréhensions ou aux mythes communément formulés au sujet des BR.
- Freiner la minéralisation des nouvelles surfaces et compléter, là où cette option n'est pas envisageable, avec des ouvrages de BR.
- À l'instar de 1 500 villes aux États-Unis et de quelques villes ontariennes, étudier la possibilité d'instaurer une taxe modulaire sur la gestion des eaux pluviales en fonction des caractéristiques du cadre bâti, comme le taux d'imperméabilisation.

STABILISATION DES PENTES À L'AIDE DE VÉGÉTAUX

La stabilisation des pentes à l'aide de végétaux (SPV) consiste à utiliser les plantes (herbacées, arbustives et arborescentes) soit seules ou en combinaison avec des composantes statiques organiques ou minérales, pour maintenir en place les horizons de sol superficiels sur des pentes sensibles à l'érosion. C'est principalement par le biais de leurs racines que les végétaux auront un effet mécanique positif sur la stabilisation du sol, en agissant comme des ancrages. Traditionnellement, les municipalités emploient davantage les végétaux de façon esthétique au-dessus de talus déjà stabilisés à l'aide de roche, mais on réalise peu de réels ouvrages de protection et de stabilisation à l'aide des végétaux. Les pratiques de SPV sont davantage employées au niveau du Ministère des Transports ou des grandes municipalités que dans les petites et moyennes municipalités.

- Mettre à jour les guides du MDDELCC favorisant les SPV afin de s'assurer que les municipalités ainsi que les entreprises qui les conçoivent et les construisent disposent de termes de référence clairs et actualisés.
- Revoir les règlements d'aménagement et d'urbanisme, parfois trop permissifs en matière de stabilisation minéralisée et de construction à proximité des cours d'eau (entraînent des inondations et donc des indemnisations).

- Dresser un bilan québécois des SPV afin d'obtenir un portrait des pratiques et des types de végétaux à privilégier et à éviter, en s'inspirant notamment du long historique disponible au Ministère des Transports.
- Ne pas chercher à intervenir dans toutes les situations (respecter l'espace de liberté des cours d'eau). Vérifier si des usages en amont peuvent être contrôlés pour limiter les causes de l'érosion au lieu de consolider à outrance les berges (p. ex. limiter la vitesse de circulation des bateaux).
- Voir comment la directive européenne sur les inondations de 2016 a favorisé l'adoption de règlements régionalisés incorporant les SPV.

MARAIS FILTRANTS

Les marais filtrants (MF) reproduisent les phénomènes biologiques, chimiques et physiques des marais naturels dans un environnement contrôlé. Il s'agit d'une alternative durable, écologique et souvent économique aux méthodes conventionnelles de traitement de l'eau usée. Ils prennent la forme d'un bassin étanche, avec ou sans substrat filtrant, planté de végétaux (ou avec plantes flottantes) et équipé d'une zone d'alimentation et d'évacuation. Au début des années '90, les marais artificiels pour le traitement des eaux usées ont été introduits au Québec. Environ 350 systèmes de traitement par MF pour les eaux usées domestiques résidentielles existent actuellement au Québec, en plus d'une centaine de stations à l'échelle municipale, commerciale, industrielle, institutionnelle ou communautaire. En outre, une dizaine de systèmes de MF pour le traitement des eaux usées industrielles sont installés dans la province.

- Documenter les approches de MF en place à l'international dans des milieux où le climat est similaire au Québec.
- Financer la recherche et le développement dans le secteur universitaire et industriel afin de développer et faire certifier de nouvelles technologies de MF reconnues et plus économiques.
- Soutenir les entreprises québécoises en développement.
- Faire connaître les MF auprès des Organismes de bassins versants (OBV) du Québec.
- Évaluer l'influence des politiques et règlements municipaux sur l'implantation des MF à travers le Québec.

TOITURES VÉGÉTALISÉES

Les toitures végétalisées comprennent tout type de toiture recouverte de végétaux, communément appelée toit vert. Elles peuvent être de type extensif, intensif ou semi-intensif. On répertorie plusieurs centaines de TV au Québec, ce qui la place au deuxième rang des provinces canadiennes derrière l'Ontario, qui possède deux fois plus de surfaces de TV. Néanmoins, 228 toits verts ont été recensés en 2018 sur l'île de Montréal.

- Reconnaître la multifonctionnalité des TV et ne pas les présenter uniquement comme un outil de gestion des eaux de pluie.
- Dresser un inventaire des sites d'intérêt aux endroits nécessitant des interventions critiques pour la régulation de la température et du ruissellement.
- Chiffrer des objectifs clairs en ce qui a trait à l'implantation des TV.
- Surmonter les préjugés défavorables aux TV en prônant une meilleure diffusion des connaissances aux fonctionnaires municipaux et entrepreneurs.
- S'inspirer des politiques adoptées ailleurs dans le monde et les adapter à la réalité climatique et des infrastructures québécoises.

RECOMMANDATIONS

Ce rapport contient des recommandations qui s'adressent aux divers paliers de gouvernement, à différentes organisations ainsi qu'au milieu de la recherche et de l'enseignement. Au Ministère des infrastructures et des collectivités, on recommande d'accroître le financement des infrastructures naturelles et des phytotechnologies tout en précisant l'importance des végétaux dans les nouveaux grands projets d'infrastructure. Au Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire, on recommande de favoriser la mise en place des meilleures pratiques mises de l'avant dans le Guide de gestion des eaux pluviales et de consacrer un pourcentage de ses budgets à un fonds spécial dédié à la création d'infrastructures naturelles et de phytotechnologies. Au Comité de gestion du Fonds vert, on recommande de financer les projets d'adaptation aux changements climatiques, à l'aide des IN&P. Au Ministère des Transports, on recommande de procéder à une analyse historique des ouvrages végétalisés bordant les infrastructures de transport pour faire ressortir les conditions favorables à leur succès et d'établir une politique sur l'utilisation des phytotechnologies sur les emprises au sol non-asphalté le long des routes québécoises. Au Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, on recommande d'intégrer le développement de compétences à propos des phytotechnologies au niveau collégial et de favoriser l'implantation des phytotechnologies dans les écoles et campus d'enseignement supérieur. Au Ministère de l'Économie, des Sciences et de l'Innovation, on recommande de soutenir les entreprises et organismes de recherche québécois dans le domaine des phytotechnologies et de poursuivre la mise en œuvre du Plan d'action pour la croissance et les technologies propres en y incluant les phytotechnologies.

Aux gouvernements municipaux, on recommande de revoir les règlements d'aménagement et d'urbanisme en s'inspirant des meilleures pratiques au pays pour favoriser l'essor des infrastructures naturelles et des phytotechnologies; de financer des projets de gestion d'eaux pluviales à l'aide de phytotechnologies et autres infrastructures naturelles, pour diminuer les risques de surverses; de

dresser l'inventaire des phytotechnologies sur leur territoire pour mieux comprendre à quels endroits elles sont actuellement déployées en vue d'établir une stratégie pour leur implantation à l'échelle des MRC ou des bassins versants; et enfin de promouvoir le dialogue entre tous les intervenants (c.-à-d. ingénieurs, pompiers, promoteurs) afin de faire avancer les réglementations contraignantes à l'implantation des phytotechnologies et des projets de verdissement urbain.

Aux organisations environnementales et organismes de bassins versants, on recommande d'informer le grand public sur les bénéfices des phytotechnologies en milieu résidentiel comme en milieu public. Aux ordres des ingénieurs et des architectes du Québec, on recommande de bonifier la formation des professionnels pour y inclure les phytotechnologies. À la Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale du Québec (FIHOQ) on recommande de dresser un inventaire des types de végétaux à privilégier et des pratiques d'entretien optimales pour les différents ouvrages phytotechnologiques. Aux universités, on recommande de bonifier la formation universitaire de divers professionnels et spécialistes pour y inclure plus de compétences pour la planification, la construction et l'entretien des phytotechnologies.

CONCLUSION

Le rôle des phytotechnologies dans l'adaptation de nos villes aux changements climatiques est indéniable. Interconnectées aux infrastructures naturelles à grand déploiement, comme des boisés ou des marais, les phytotechnologies peuvent aider à contrecarrer l'effet des îlots de chaleur urbain et à minimiser les problèmes de surverses ou d'inondations. Les phytotechnologies sont donc complémentaires aux infrastructures naturelles : chacune a sa place dans le cocktail de solutions. Elles constituent le meilleur outil pour développer les infrastructures naturelles dans les zones fortement urbanisées et à l'intérieur du cadre bâti, permettant d'en augmenter la valeur, tout comme celle des services écosystémiques rendus.

INTRODUCTION

CONTEXTE

L'accentuation des perturbations environnementales liées aux changements climatiques force nos sociétés à affronter des problèmes grandissants, comme la multiplication et l'intensification des îlots de chaleur urbains et l'augmentation de la fréquence des événements de précipitations intenses. Ces événements ont des répercussions tant sur le plan de la dégradation des milieux naturels que sur la santé de la population, et donc sur notre économie.

L'augmentation de la fréquence et du débit des pluies occasionne de nombreux problèmes. Selon le Bureau d'assurance du Canada, les enjeux météorologiques extrêmes ont fait augmenter les précipitations de 12% en moyenne au pays¹. Les dégâts d'eau sont la principale cause de sinistre en assurance habitation. Pour pallier ces coûts grandissants, les assureurs canadiens ont commencé à offrir des assurances contre les inondations dans certaines régions. Par ailleurs, 70 à 80% des indemnités versées par le gouvernement du Canada depuis les années 1970 dans le cadre des accords d'aide financière en cas de catastrophe sont liés aux inondations, représentant une somme faramineuse de 3,7 milliards \$ entre 2010 et 2014. Les précipitations sont aussi liées à la fois à des surverses d'égout en milieu urbain et à des problèmes d'érosion du sol en zone non minéralisée. Il importe donc de faire une gestion plus efficace de l'eau de surface, notamment en renforçant les capacités d'absorption de l'eau par les milieux naturels ou encore en déployant à grande échelle des techniques naturelles, comme les phytotechnologies, pouvant être implantées en milieu urbain.

Parallèlement, la concentration des îlots de chaleur urbains requiert une attention particulière. La canicule de l'été 2018 aurait entraîné quelque 150 décès prématurés au Québec et des coûts de 300 millions \$². La pollution atmosphérique entraînerait pour sa part quelque 2 000 décès prématurés et coûterait 8 milliards \$ aux Québécois annuellement³. À l'horizon de 2100, on attribue la hausse moyenne des températures urbaines (modélisation sur 1 492 villes) non seulement aux changements climatiques (5°C), mais aussi aux îlots de chaleurs urbains (3°C)⁴.

¹ Bureau d'assurance du Canada. Assurances de dommages au Canada, 2016, http://assets.ibc.ca/Documents/Facts%20Book/Facts_Book/2016/FactBook2016-FR.pdf

² Dr Pierre Gosselin, INSPQ, Communication personnelle

³ Dr Pierre Gosselin, INSPQ, Communication personnelle

⁴ Estrada, F., W. W. Botzen, et al. (2017). "A global economic assessment of city policies to reduce climate change impacts." *Nature Climate Change* 7(6): 403-406.

² Dr Pierre Gosselin, INSPQ, Communication personnelle

³ Dr Pierre Gosselin, INSPQ, Communication personnelle

⁴ Estrada, F., W. W. Botzen, et al. (2017). "A global economic assessment of city policies to reduce climate change impacts." *Nature Climate Change* 7(6): 403-406.

Ceci pourrait entraîner des réductions du PIB médian de l'ordre de 2,3 à 5,6%, voire jusqu'à 19,9% pour la ville la plus affectée. Il est pourtant bien connu que la présence accrue de végétation dans les villes permet d'abaisser les températures ambiantes et ainsi diminuer les coûts économiques associés aux problèmes de santé lors de canicules⁵.

Bref, pour la gestion des îlots de chaleur, il apparaît essentiel d'assurer un meilleur verdissement du cadre bâti. Dans le Grand Montréal, 10,7% du territoire est urbanisé et n'offre pratiquement aucun service écosystémique⁶. Et qu'en est-il des milliers de kilomètres d'autoroutes au Québec, dont les bordures pourraient être mieux aménagées afin de fournir des bénéfices écologiques importants ?

Le développement des infrastructures naturelles d'une ville comporte quatre axes principaux : 1) la protection des espaces et des éléments naturels existants (maintien des acquis), 2) l'implantation de nouveaux espaces, aménagements et éléments naturels, 3) l'amélioration des espaces verts existants et 4) l'intégration des citoyens dans une perspective de ville plus verte (consultations publiques, engagement citoyen, éducation, incitatifs, etc.). Les phytotechnologies sont des outils clefs pour le développement des infrastructures naturelles du Grand Montréal, autant pour l'amélioration des espaces verts existants que pour la création de nouveaux espaces, aménagements et éléments naturels. Elles sont l'outil principal pour augmenter les retombées et bénéfices des services écosystémiques au sein du cadre bâti.

Les phytotechnologies sont des solutions technologiques axées sur les plantes qui viennent répondre à une grande diversité des problèmes environnementaux⁷. Elles utilisent les plantes vivantes afin d'optimiser la livraison de divers services écosystémiques comme l'épuration de l'eau, de l'air et du sol ainsi que le contrôle de l'érosion et du ruissellement. Elles peuvent atténuer l'impact des événements météorologiques extrêmes, renforçant ainsi la résilience de nos milieux de vie. Il apparaît essentiel de promouvoir l'implantation de telles pratiques, non seulement de façon sporadique, mais à la grandeur du territoire québécois. La présente étude vise ainsi à fournir une vision holistique des éléments positifs et négatifs liés aux principales pratiques d'aménagement issues des phytotechnologies dans le but de mieux cerner les freins à leur diffusion à l'échelle du Québec.

⁵ https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2265_verdir_villes_sante_population.pdf

⁶ Dupras, J., et al. (2013). Le capital écologique du Grand Montréal: Une évaluation économique de la biodiversité et des écosystèmes de la ceinture verte. Fondation David Suzuki et Nature-Action Québec, 61p.

⁷ <http://www.phytotechno.com/definitions/>

MÉTHODOLOGIE

En avril 2018 s'est tenu le 12e colloque annuel de la Société québécoise de phytotechnologies⁸. En plus des conférences ont eu lieu trois panels interactifs durant lesquels des experts ont échangé avec les membres de la société à propos des contraintes et des opportunités de diverses phytotechnologies. En tout, trois phytotechnologies ont été discutées, soit les systèmes de biorétention végétalisés (BR), les ouvrages de stabilisation de pentes à l'aide de végétaux (SPV) ainsi que les toitures végétalisées (TV). Des rapporteurs ont noté les interactions qui ont aussi été filmées. De plus, les propos tenus lors d'une présentation sur les marais filtrants (MF) ont permis la réalisation d'une quatrième fiche. Le présent rapport fait état des échanges entendus durant le colloque, mais repose aussi sur des entretiens et des commentaires par les experts et le public présents lors du colloque ainsi que d'autres experts du domaine.

L'analyse stratégique des différentes phytotechnologies s'inspire librement de l'analyse SWOT (acronyme anglais pour Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats) qui détaille les forces, faiblesses, limites et opportunités des phytotechnologies. Ce type d'analyse contribue à l'étude de la pertinence et de la cohérence des actions futures : dans le cas présent, le déploiement des phytotechnologies au Québec. L'analyse matricielle en deux dimensions est donc structurée pour mieux distinguer les points positifs (forces et opportunités) des éléments négatifs (faiblesses et limites) qui sont inhérents à la technologie (interne) ou qui relèvent du contexte (externe). Ce type d'analyse permet de réduire les incertitudes et d'affiner les stratégies futures pour le déploiement des phytotechnologies au Québec, un développement important dans le cadre des mesures de mitigation et d'adaptation aux changements climatiques.⁹

⁸ Quand le ciel nous tombe sur la tête : Contraintes et opportunités des phytotechnologies. 26 avril 2018. Jardin botanique de Montréal. <http://www.phytotechno.com/colloques-anterieurs/>

⁹ Marilyn M. Helms, Judy Nixon, (2010) "Exploring SWOT analysis – where are we now?: A review of academic research from the last decade", *Journal of Strategy and Management*, Vol. 3 Issue: 3, pp.215-251, <https://doi.org/10.1108/175542510>.
<https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/17554251011064837>

OBJECTIFS DU RAPPORT

Ce rapport se veut donc une synthèse couvrant la définition de quatre phytotechnologies, leur état des lieux au Québec en 2018, une analyse de leurs forces, faiblesses, limites et opportunités ainsi que des recommandations spécifiques pour un meilleur déploiement de ces phytotechnologies à l'échelle du Québec. En conclusion, une compilation des recommandations transversales applicables à diverses phytotechnologies et s'adressant à différentes parties prenantes, dont les trois paliers de gouvernements et d'autres organisations, est présentée.



SYSTÈMES DE BIORÉTENTION

CRÉDIT PHOTO : LOUISE HÉNAULT-ETHIER

SYSTÈMES DE BIORÉTENTION

DÉFINITION

Les biorétentions (BR) sont des pratiques d'aménagement visant la gestion et le traitement des eaux pluviales. Tout comme les bassins de rétention traditionnels (en béton, par exemple), les systèmes de BR peuvent retenir l'eau de pluie de façon temporaire ou permanente, mais ils peuvent en plus contribuer à la filtration ou à l'infiltration de l'eau dans le sol, en fonction de leurs caractéristiques techniques. Les eaux pluviales ainsi captées peuvent être soit complètement infiltrées sur place, ou bien une partie peut être redirigée vers le réseau municipal, un cours d'eau ou tout autre type de bassin. En présence d'un réseau d'égout unitaire, les eaux pluviales sont acheminées vers les usines d'épuration. Les systèmes de BR utilisent les propriétés chimiques, biologiques et physiques des plantes et des sols pour effectuer un contrôle qualitatif et quantitatif des eaux pluviales, lequel se traduit par une réduction des volumes, des débits de pointe et des charges polluantes de celles-ci. Les mécanismes à l'œuvre incluent la décantation, la filtration, l'infiltration, l'assimilation biologique et la rétention par les plantes et le substrat.

ÉTAT DES LIEUX

Depuis les années 1800, l'évacuation rapide et efficace de l'eau issue des précipitations en milieu urbain a été généralisée¹⁰. Cette méthode appelée « rationnelle » a été utilisée jusque dans les années 1960. Dans les années 1980, on a vu apparaître des réseaux de drainage séparant le ruissellement des égouts sanitaires et enfin, dans les années 1990, une emphase a été mise sur le contrôle de la qualité des effluents issus du drainage urbain. Enfin, c'est au tournant des années 2000 qu'on a pris en compte le développement durable et les écosystèmes dans la gestion du drainage urbain, forçant une transition vers une gestion par bassin avec des approches intégrées en milieu urbain. L'emphase sur le drainage rapide pour la protection des propriétés a donc fait place à une gestion écosystémique reproduisant au maximum les processus naturels. Les techniques de biorétention sont donc apparues comme des méthodes de contrôle à la source des précipitations. Bien que les techniques de biorétention existent depuis plus de 20 ans, ce n'est que depuis la fin des années 2000 que l'on voit apparaître des BR au Québec. Cette apparition, somme toute récente, des BR dans le paysage québécois soulève l'intérêt et la réflexion chez de nombreux intervenants des

¹⁰ Rivard, Gilles. 2009. Intégration des techniques vertes pour la gestion des eaux pluviales: planification et critères de conception. Colloque Gestion écodurable de l'eau pluviale: L'apport des phytotechnologies. Société Québécoise de Phytotechnologie. Montréal. 4 juin 2009.

milieux municipaux et de l'aménagement. Voyons comment des villes comme Québec et Montréal ont implanté des projets de BR sur leur territoire.

Dans l'objectif de protéger la qualité de la prise d'eau de la rivière Saint-Charles, la ville de Québec a adopté diverses mesures afin de protéger le mieux possible cette source d'approvisionnement en eau potable. La ville a donc établi un processus pour évaluer les fossés existants à l'aide de critères basés sur des aspects environnementaux et de sécurité pour les résidents et les usagers de la route. L'Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord (APEL) a contribué à l'évaluation de plusieurs tronçons de fossé afin d'en évaluer la conformité et a proposé des aménagements alternatifs aux conduites pluviales. Par la suite, une étude de faisabilité pour l'aménagement des fossés avec des pratiques de gestion optimale a permis de développer une méthodologie ainsi que des approches qui sont applicables ailleurs sur le territoire de la municipalité. En complément, la ville a aussi développé une analyse multicritères visant à rendre les rues plus conviviales. Lors de réfections ou de réaménagements, des BR peuvent être aménagées si elles contribuent à certains facteurs tels que l'accroissement de la résilience de la ville, la gestion durable des eaux pluviales et l'amélioration de la convivialité du milieu.

La ville de Montréal, par exemple, exécute plusieurs tests de conception pour les BR, notamment des tests sur différents substrats. À certains endroits, il a été jugé préférable de ne pas transformer les saillies végétalisées en bassins de BR. Les projets peuvent prendre plusieurs années à se mettre en branle (ex. le projet sur Papineau a été conçu en 2008 mais construit seulement en 2017). Même si à l'heure actuelle les projets semblent dispersés sur le territoire, un plan de drainage a été réalisé dernièrement, permettant de mieux concerter l'implantation des ouvrages de gestion des eaux pluviales (incluant les BR), pour un impact significatif à l'échelle du bassin versant. Un inventaire daté du printemps 2018 suggère qu'aucune phytotechnologie visant la rétention des eaux de ruissellement sur le pourtour des grands axes routiers de l'agglomération de Montréal n'existe (données du Ministère des Transports).¹¹

De plus en plus de municipalités s'intéressent également aux pratiques de BR et ce depuis près d'une décennie. Certaines arrivent à les intégrer (par exemple Trois-Rivières, Granby, Mont-St-Hilaire, Longueuil et Boucherville), en plus d'en assurer un suivi serré par une approche scientifique s'échelonnant sur plusieurs années.

¹¹ Lapierre, Esther et Stéphanie Pellerin. 2018. Portrait des infrastructures vertes et des projets de phytotechnologie dans l'agglomération de Montréal. Fondation Echo et Fondation Espace pour la vie. Document préliminaire. 79 pps.

MATRICE D'ANALYSE

	POSITIF +	NÉGATIF -
	<u>FORCES</u>	<u>FAIBLESSES</u>
<u>INTERNE</u>	<p>Ouvrage de gestion des eaux pluviales à valeur ajoutée : esthétique, diminution des îlots de chaleur, filtration des polluants de surface et autres services écosystémiques</p> <p>Diminution des surverses et des refoulements d'égouts</p> <p>Peuvent aisément être intégrées dans des projets de développement immobilier axés sur des pratiques de développement durable</p> <p>Rationalisation des investissements en infrastructures par une allocation des ressources qui valorise la multifonctionnalité des espaces</p> <p>Bénéfices collatéraux touchant plusieurs activités de la ville</p> <p>Attirent l'attention du public sur la valeur de l'eau de pluie et l'importance de sa protection</p> <p>Possibilité de s'insérer aisément à l'intérieur des trames urbaines existantes</p> <p>Milieux propices à la plantation d'arbres (les arbres plantés dans les BR grandissent plus rapidement que les autres)</p> <p>Requièrent souvent moins d'espace et d'éléments essentiels que les bassins de rétention traditionnels (p. ex. espace de dégagement, clôtures et membranes d'étanchéité)</p>	<p>Efficacité limitée pour les événements de pluie de plus de 25 mm</p> <p>Lorsqu'implantées aux mauvais endroits, elles pourraient favoriser la dégradation de la chaussée (ex. nids de poule)</p> <p>Souvent entretenues comme de simples aménagements paysagers, alors qu'il faut aussi assurer une inspection et un entretien qui permet le maintien du bon fonctionnement à long terme de la prestation de services (p. ex : retirer les sédiments pouvant gêner la performance du système)</p> <p>Retrait des détritiques pouvant être plus difficile dans les BR dû à la présence de végétaux, comparativement aux ouvrages traditionnels minéralisés</p>

	<p>Les ouvrages de rétention traditionnels sont des milieux récepteurs plus favorables à l'établissement et à la prolifération de certaines espèces envahissantes comme le phragmite, comparativement aux BR déjà densément végétalisées</p> <p>Meilleur esthétisme comparativement aux ouvrages de rétention traditionnels (clôturés pour éviter les risques de noyade)</p> <p>La littérature récente tend à démontrer que pour la durée de vie utile des ouvrages, il demeure plus économique d'opter pour des infrastructures vertes¹²</p>	
EXTERNE	<p style="text-align: center;"><u>OPPORTUNITÉS</u></p> <p>Prise de conscience depuis une dizaine d'années au Québec de l'importance de la gestion durable des eaux pluviales et des mesures d'adaptation aux changements climatiques</p> <p>Besoin de remplacer les infrastructures vieillissantes</p> <p>Nécessité d'accroître la qualité de l'eau servant à l'approvisionnement en eau potable</p> <p>Souhait de retrouver une certaine qualité des cours d'eau récepteurs permettant des usages à des fins récréatives (milieu urbain et villégiature)</p> <p>Révision des normes de conception du réseau routier et de zonage menant parfois à l'adoption d'une réglementation municipale favorable à</p>	<p style="text-align: center;"><u>LIMITES</u></p> <p>Difficile de quantifier les services écosystémiques rendus</p> <p>Résistance au changement de la part de certains gestionnaires de projet</p> <p>Approvisionnement limité en ressources (substrat, végétaux, etc.)</p> <p>Matériaux et méthodes de construction souvent inappropriés</p> <p>Déneigement et soufflage de la neige plus difficiles à exécuter.</p> <p>Modifications réglementaires facilitant l'implantation des bassins de rétention classiques, ce qui peut être un désavantage par rapport aux autorisations nécessaires pour la construction de BR¹⁴</p> <p>Plusieurs ouvrages d'aménagement</p>

¹² Les coûts de construction des infrastructures grises sont supérieurs à ceux des BR, mais les coûts d'inspection et d'entretien peuvent être moindres. Mais de manière générale, plus on intervient à la source pour traiter les problèmes de pollution, plus les mesures de gestion des eaux pluviales ont un rapport coûts-bénéfices avantageux.

¹⁴ L'adoption de la LQE a mené à un règlement d'exemption à déposer une demande d'autorisation ministérielle. Le concepteur peut signer une attestation de conformité des travaux par rapport à l'article 32 de la LQE, permettant au projet de commencer dans les 30 jours au lieu de plusieurs mois, et ce pour les bassins de rétention, les noues gazonnées et les séparateurs hydrodynamiques.

<p>l'essor des BR, lorsqu'il y a volonté d'être reconnu comme une ville verte (p. ex. ville St-Laurent, Mont-St-Hilaire)</p> <p>Plus appropriées dans les endroits où l'on privilégie l'utilisation de sable au lieu du sel pour l'entretien hivernal des routes</p> <p>Favorisent l'infiltration de l'eau dans le sol, ce qui pourrait s'avérer bénéfique pour certains sols argileux, dont l'assèchement peut entraîner le craquement des surfaces minérales sus-jacentes (p. ex. à Montréal)¹³</p> <p>Favorisent la recharge des nappes phréatiques</p> <p>Peuvent être jumelés aux réseaux de parcs et d'espaces verts, de ruelles vertes et bleues, de rues conviviales, etc. ou être implantés au sein des stationnements</p> <p>Les décisions se prenant plus rapidement avec un carcan administratif restreint, l'implantation des BR peut être facilitée dans les petites municipalités</p>	<p>paysager réalisés récemment ont mis l'emphasis sur l'embellissement ou l'amélioration de la sécurité des piétons (saillies végétalisées), négligeant l'aspect de gestion des eaux pluviales</p> <p>Comme pour tout ouvrage végétalisé en bordure de route, les plantes utilisées doivent être sélectionnées en fonction de leur capacité à filtrer le sel de voirie (il faut adapter le choix des végétaux) Dû à leur coût d'entretien, il faut considérer les associer au budget global des travaux publics et non seulement au budget horticole des municipalités</p> <p>Très peu de spécialistes des BR au Québec, alors que le développement de cette pratique nécessite une grande expertise, particulièrement en regard du choix des végétaux et des substrats</p> <p>Certaines appréhensions non nécessairement fondées reviennent fréquemment lors d'exercices de planification : coût d'entretien élevé, sel de déglacage qui risque d'abîmer la végétation, infiltration d'eau qui risque d'endommager les routes, substrat rocheux pouvant être utilisé comme projectile par d'éventuels vandales, accumulation d'eau pouvant entraîner la prolifération de moustiques, risques de noyades en eau libre en l'absence de clôtures, mauvaise infiltration d'eau en sol argileux, performance anticipée déficiente en raison du climat froid et désintérêt pour la filtration de l'eau lorsque le réseau municipal l'achemine dans une usine d'épuration</p>
---	---

¹³ Mais potentiellement néfaste dans le cas où d'autres types d'argiles pourraient être liquéfiées dans les sols sous-jacents à des infrastructures avec un apport d'eau par infiltration

SOLUTIONS À METTRE EN PLACE

- Élaborer de guides de conception et d'implantation des BR en fonction des différents milieux. Faire connaître les différences fondamentales entre l'entretien esthétique d'aménagements paysagers et l'entretien fonctionnel des BR aux professionnels.
- Exiger un plan d'entretien long terme complet lors de la remise des pratiques de gestion optimisées (PGO) et développer des guides pour l'intégration paysagère des PGO. Faire usage des outils de planification et non pas seulement des outils réglementaires.
- Revoir les techniques d'entretien hivernal (déneigement et soufflage) des routes, notamment pour minimiser l'utilisation de sel de déglacage lorsque possible en présence de BR.
- Mettre en place des équipes de travail chargées d'assurer la conception, la planification, la réalisation, l'inspection et l'entretien des systèmes de BR à l'intérieur des municipalités. Assurer le suivi de la performance des ouvrages (monitoring) pour modifier les futurs ouvrages et pour réduire les risques.
- Réduire les coûts d'entretien des BR en misant sur leur fonctionnalité ainsi que leur durabilité plutôt que leur esthétisme.
- Sensibiliser la population à l'utilité des BR, leur fonction n'étant pas tributaire de leur esthétisme.
- Promouvoir une co-conception des BR qui inclut les concepteurs et les responsables de l'entretien.
- À l'instar de certaines grandes villes comme New York, promouvoir la création d'unités organisationnelles plurisectorielles chargées de l'instauration d'infrastructures vertes.
- À l'instar de 1 500 villes aux États-Unis et de quelques villes ontariennes, étudier la possibilité d'instaurer une taxe modulaire sur la gestion des eaux pluviales en fonction des caractéristiques du cadre bâti, comme le taux d'imperméabilisation¹⁵.
- Former les professionnels impliqués dans la conception intégrée des BR (ingénieurs, architectes, paysagistes, etc.) dès le début de leur scolarité et offrir de la formation continue aux plus expérimentés. Développer des outils pédagogiques pour la prise en compte des eaux pluviales dans l'urbanisme et l'aménagement.
- Porter une attention particulière au développement des normes de conception des BR afin de ne pas freiner l'innovation tout en facilitant leur acceptation auprès des élus et des professionnels.

¹⁵ Cependant, au Québec, les taxes municipales ne sont admissibles que si un service est livré (on ne peut taxer l'eau du ciel), ce qui diminue les possibilités de créer des incitatifs financiers pour l'adoption de BR sur les terrains privés

- Freiner la minéralisation des nouvelles surfaces et compléter, là où cette option n'est pas envisageable, avec des ouvrages de BR.
- Réviser les normes de géométrie des rues pour prévoir suffisamment d'espace afin d'y incorporer des BR.
- Compiler des explications scientifiques vulgarisées pour répondre aux appréhensions ou aux mythes communément formulées au sujet des BR.
- Dans tout projet de développement, mettre en place des pratiques de gestion des eaux de pluie qui incluent les biorétentions afin de garder le niveau de ruissellement des territoires similaire à celui d'avant leur développement.

RÉFÉRENCES

Credit Valley Conservation: Low impact development stormwater management planning and design guide

<http://www.creditvalleyca.ca/low-impact-development/low-impact-development-support/stormwater-management-lid-guidance-documents/low-impact-development-stormwater-management-planning-and-design-guide/>

Grey to Green Road Retrofits: Optimizing your infrastructure assets through low Impact development

<http://www.creditvalleyca.ca/wp-content/uploads/2015/01/Grey-to-Green-ROW-Road-Right-Of-Way.pdf>

MDDELCC et MAMOT: Guide de gestion des eaux pluviales

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/pluviales/guide-gestion-eaux-pluviales.pdf>

Minnesota Stormwater Manual: Design criteria for bioretention

https://stormwater.pca.state.mn.us/index.php?title=Design_criteria_for_bioretention

National Association of City Transportation Officials: Urban street stormwater guide

<https://nacto.org/publication/urban-street-stormwater-guide/>

New York City Environmental Protection: Standard design and guidelines for green infrastructure practices

http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/green_infrastructure/bioswales-standard-designs.pdf

Philadelphia Water Department: Green streets design manual

http://www.phillywatersheds.org/what_were_doing/gsdm

San Mateo Countywide Water Pollution Prevention Program: Sustainable Green Streets and Parking Lots Design Guidebook

<http://www.flowstobay.org/gsdesignguide>

Société québécoise de phytotechnologie : Les aires de biorétentions

http://www.phytotechno.com/wp-content/uploads/2018/04/Fiche-bior%C3%A9tention-finale_LHEb-ilovepdf-compressed.pdf

A tall, modern glass skyscraper with many balconies, surrounded by other city buildings and a grassy slope in the foreground. The building is the central focus, with its glass facade reflecting the sky. To its left is a darker, more industrial-looking building, and to its right is a building with a red facade. In the foreground, there is a grassy slope with some trees and a road with a yellow curb.

STABILISATION DE PENTES À L'AIDE DE VÉGÉTAUX

CRÉDIT PHOTO : LOUISE HÉNAULT-ETHIER

STABILISATION DE PENTES À L'AIDE DE VÉGÉTAUX

DÉFINITION

La stabilisation des pentes à l'aide de végétaux (SPV) consiste à utiliser les plantes (herbacées, arbustives et arborescentes), soit seules ou en combinaison avec des composantes statiques organiques ou minérales, pour maintenir en place les horizons de sol superficiels sur des pentes sensibles à l'érosion. C'est principalement par le biais de leurs racines que les végétaux auront un effet mécanique positif sur la stabilisation du sol, en agissant comme des ancrages.

ÉTAT DES LIEUX

Traditionnellement, les municipalités emploient davantage les végétaux de façon esthétique au-dessus de talus déjà stabilisés à l'aide de roche, mais on réalise peu de réels ouvrages de protection et de stabilisation à l'aide des végétaux. Pour lutter contre l'érosion des berges et les glissements de terrain superficiels en pente, les propriétaires ont aussi davantage tendance à utiliser des pratiques minéralisées dans l'espoir de limiter les pertes et glissements de terrain de terrain et ainsi préserver leur valeur foncière, malgré le fait que celles-ci ne soient généralement pas permises. Il semble que le sentiment de sécurité associé à l'utilisation de la pierre explique que ces ouvrages soient encore les plus répandus, même si les ouvrages végétalisés sont tout à fait convenables dans de nombreuses situations.

Les pratiques de SPV sont davantage employées au niveau du Ministère des Transports ou des grandes municipalités que dans les petites et moyennes municipalités. On commence d'ailleurs à observer des projets d'envergure, avec une approche régionale et non seulement localisée, tel que le programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean (2017-2026, MDDELCC – Rio Tinto Alcan)¹⁶.

¹⁶ <https://www.consultationberges.com/consultation-citoyenne-PSBL>)

MATRICE D'ANALYSE

	POSITIF +	NÉGATIF -
	<u>FORCES</u>	<u>FAIBLESSES</u>
<u>INTERNE</u>	<p>Nécessite peu de machinerie</p> <p>Permet l'amélioration de la qualité de l'environnement et de la vie des citoyens et ainsi que l'amélioration du paysage</p> <p>Peut permettre de supporter une bonne succession végétale (biodiversité élevée)</p> <p>Température de l'air ambiant et des cours d'eau inférieure autour d'une SPV par rapport à un ouvrage minéral (bénéfique pour la santé de la faune et la qualité de l'eau)</p> <p>Amélioration avec le temps, contrairement aux pratiques minéralisées qui restent stables (aucune succession végétale sur du remblai dynamité) ou dépérissent avec le temps (béton fissuré)</p> <p>Possibilité d'adopter des approches mixtes (p. ex. avec des enrochements au bas des talus pour faire contrepoids au glissement du terrain, ainsi qu'une végétalisation comme finition en haut de talus)</p>	<p>Difficile à appliquer partout (parfois les pentes ou le type de sol ne s'y prêtent pas)</p> <p>Nécessité de rester flexible dans la mise en œuvre du projet, car il est difficile de prévoir les SPV à mettre en place sur les plans et devis dû aux incertitudes du terrain avant l'excavation</p> <p>Le manque de confiance ou de familiarité peut résulter en l'augmentation inutile des surfaces de SPV, haussant ainsi les coûts associés à leur implantation</p> <p>Défis reliés à la gestion de l'eau souterraine (nappes perchées) et au ruissellement de surface dans les zones à forte pluviométrie</p> <p>Peu adéquates en situation d'urgence</p> <p>L'implantation requiert une main-d'œuvre importante (pas entièrement mécanisable) et qualifiée (déficit de formations existantes) et l'entretien peut s'étaler sur quelques années (p. ex. désherbage)</p> <p>Les architectes paysagistes doivent souvent faire approuver leur plan d'implantation de SPV en pente par un ingénieur (lesquels sont chapeautés par un ordre, ce qui contribue à assurer une certaine sécurité au projet)</p> <p>Confiance fragile (il ne suffit que d'un échec pour détruire leur réputation)</p> <p>Difficile d'uniformiser les pratiques, car elles impliquent la manipulation du vivant, les résultats étant ainsi fortement corrélés aux spécificités de l'environnement</p> <p>La réussite des projets dépend souvent des conditions météorologiques (p. ex. pluviométrie/température au printemps et à</p>

		<p>l'été)</p> <p>Au Québec, peu de compétences actuellement et beaucoup de savoir-faire reste à acquérir</p>
EXTERNE	<p><u>OPPORTUNITÉS</u></p> <p>Pratiques bien connues à l'international (génie végétal en Europe) pouvant être adaptées à la réalité du climat québécois</p> <p>En expansion au Québec (de plus en plus demandée par les clients et les donneurs d'ouvrages)</p> <p>La réglementation en place au Québec ne constitue pas un frein à leur adoption</p> <p>Les grands chantiers du Ministère des Transports qui adoptent les SPV contribuent au rayonnement de la technologie</p> <p>Certains contextes se prêtent plus à leur usage, notamment lorsque le risque pour les infrastructures est faible (p. ex. le long d'un ruisseau, mais pas aux abords d'un pont)</p> <p>Les organismes de bassin versant sont déjà en place et pourraient promouvoir leur utilisation en tenant compte de la réalité biophysique de la région représentée</p> <p>La période de dormance des végétaux en climat tempéré permet leur entreposage facile jusqu'au moment de l'implantation</p>	<p><u>LIMITES</u></p> <p>Confort avec les pratiques d'enrochement (plus faciles à installer et perception de sécurité accrue par les ingénieurs responsables des plans et devis)</p> <p>Manque de connaissances par les entrepreneurs responsables du remblai/déblai/excavation et les architectes paysagistes</p> <p>Les ingénieurs ont tendance à appliquer des calculs de charge/force sur des matériaux inertes, les équations à l'aide des végétaux étant peu connues dans leur profession</p> <p>Pratiques non standardisées, chaque concepteur disposant de sa propre façon de procéder</p> <p>Requiert la présence du concepteur pour la surveillance du chantier, ce qui augmente les coûts</p> <p>Climat hivernal restreignant la fenêtre d'implantation en dehors de la période de dormance et de grande chaleur (végétalisation restreinte au printemps et à l'automne)</p> <p>Les zones riveraines marines nécessitent des ouvrages extrêmement solides (force des vagues/glaces) et limitent grandement le choix de végétaux pouvant être utilisés (eau salée)</p> <p>Bilan d'intervention qui requiert un suivi sur quelques années, se prêtant ainsi davantage aux travaux publics qu'aux travaux exécutés par des consultants embauchés à court terme</p> <p>Fenêtre de temps administrative pour l'approbation des projets parfois mal adaptée à la réalité du monde végétal (l'octroi des budgets arrivant alors que la saison de croissance est déjà démarrée, la planification des projets et leur réalisation arrivent parfois trop tard en saison)</p>

SOLUTIONS À METTRE EN PLACE

- Voir comment la directive européenne sur les inondations de 2016 a favorisé l'adoption de règlements régionalisés incorporant les SPV. Prendre exemple du GEMAPI¹⁷: transfert de responsabilité aux instances locales (produit des solutions mieux adaptées au milieu) et obligation légale de produire des résultats.
- Mettre à jour les guides du MDDELCC favorisant les SPV afin de s'assurer que les municipalités ainsi que les entreprises qui les conçoivent et les construisent disposent de termes de référence clairs et actualisés (retrait du chapitre 7 du Guide des bonnes pratiques de 2005 pour l'application de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables du Ministère de l'Environnement).
- Revoir les règlements d'aménagement et d'urbanisme, parfois trop permissifs en matière de stabilisation minéralisée et de construction à proximité des cours d'eau (entraînent des inondations et donc des indemnisations).
- Promouvoir l'accréditation des pratiques de SPV.
- Informer les donneurs d'ouvrages sur les bénéfices multiples que procurent les phytotechnologies, au-delà de leur rôle de stabilisation des pentes (restauration ou diversification écologique des milieux, infrastructures naturelles pour l'eau pluviale en milieu urbain, etc.).
- Dresser un bilan québécois des SPV afin d'obtenir un portrait des pratiques et des types de végétaux à privilégier et à éviter, en s'inspirant notamment du long historique disponible au Ministère des Transports.
- Promouvoir la recherche et le développement dans les pratiques de SPV, en améliorant les connaissances sur la résistance des ouvrages et des végétaux (espèces, formations végétales) aux contraintes de pente, ainsi que sur leur efficacité pour stabiliser les pentes (ne pas oublier le milieu marin, où l'on cherche à contrer l'érosion liée à la force des vagues et au retrait de la couverture de glace dans un contexte de changements climatiques).
- Catégoriser les motifs de stabilisation car ceux-ci influencent le spectre des pratiques applicables (p. ex. stabilisation d'un talus pour protéger la structure d'une maison ou pour protéger un cours d'eau).
- Mieux définir les critères de réussite des projets de SPV pour en évaluer adéquatement le succès et les paramètres à mesurer (p. ex. résistance aux contraintes mécaniques).
- Promouvoir le partage des connaissances entre les différents organismes, institutions et ministères en lien avec les pratiques de SPV, ainsi qu'à

¹⁷ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/gestion-des-milieux-aquatiques-et-prevention-des-inondations-gemapi>

l'international avec d'autres sociétés ou associations nationales sur les phytotechnologies.

- Ne pas chercher à intervenir dans toutes les situations (respecter l'espace de liberté des cours d'eau). Vérifier si des usages en amont peuvent être contrôlés pour limiter les causes de l'érosion au lieu de consolider à outrance les berges (p. ex. limiter la vitesse de circulation des bateaux).
- Promouvoir l'interdisciplinarité dans le secteur des SPV (les ingénieurs et géotechniciens ne doivent pas être les seuls impliqués dans la conception et l'implantation des pratiques).
- Étoffer l'offre de formation, tant initiale (universités) que continue (formations techniques).
- Mieux éduquer la population par rapport aux bénéfices associés aux pratiques de SPV comparativement aux méthodes conventionnelles (perçues comme étant plus propres et sécuritaires).
- Améliorer la diffusion des ouvrages de référence en matière de SPV.

RÉFÉRENCES

ADAM P., DEBIAIS N., GERBER F., LACHAT B. 2008. Le génie végétal : un manuel technique au service de l'aménagement et de la restauration des milieux aquatiques. La documentation française, 290 p.

Bonin L., Evette A., Frossard P.-A., Prunier P., Roman D., Valé N. 2013. Génie végétal en rivière de montagne – Connaissances et retours d'expériences sur l'utilisation d'espèces et de techniques végétales : végétalisation de berges et ouvrages bois. Grenoble, 318 p.

FIHOQ: Aménagement et techniques de restauration des bandes riveraines : guide de bonnes pratiques

http://banderiveraine.org/wp-content/uploads/2013/07/FIHOQ_guide_2013_web_spread.pdf

FIHOQ-AQPP: Répertoire des végétaux recommandés pour la végétalisation des bandes riveraines du Québec

<https://www.fihq.qc.ca/medias/D1.1.5B-1.pdf>

MDDELCC: Fiche technique sur la stabilisation des rives

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/fiche-tech-stabilisation-rives.pdf>

MDDELCC: Protection des rives, du littoral et des plaines inondables : guide des bonnes pratiques (ch.7 : techniques de stabilisation des rives)

http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/stabilisation_rives.pdf

MDDELCC: Végétalisation de la bande riveraine

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/vegetalisation-bande-riveraine.pdf>

REY F. 2018. Restaurer les milieux et prévenir les inondations grâce au génie végétal. Editions Quae. 114 p.

Société Québécoise de Phytotechnologies: Fiche technique sur la stabilisation des pentes

www.phytotechno.com

UNEP-AGÉBIO-FFP-AITF-HORTIS. 2014. Règles professionnelles : travaux de génie végétal. 32 p.



MARAIS FILTRANTS

CRÉDIT PHOTO : JACQUES BRISSON

MARAIS FILTRANTS

DÉFINITION

Les marais filtrants (MF) reproduisent les phénomènes biologiques, chimiques et physiques des marais naturels dans un environnement contrôlé. Il s'agit d'une alternative durable, écologique et souvent économique aux méthodes conventionnelles de traitement de l'eau usée. Ils prennent la forme d'un bassin étanche, avec ou sans substrat filtrant, planté de végétaux (ou avec plantes flottantes) et équipé d'une zone d'alimentation et d'évacuation.

L'alimentation en eau peut se faire en surface ou sous la surface du substrat filtrant, de même qu'en continu ou par intermittence. La granulométrie et la composition du substrat filtrant (lorsque présent) varient selon le type de MF ou la nature de l'eau usée à traiter. On peut y ajouter au besoin une aération forcée pour optimiser les paramètres d'oxydoréduction. L'eau usée qui s'écoule soit horizontalement ou verticalement en ressort filtrée. Les MF peuvent être à cellule unique ou multiple et leur agencement peut être en parallèle ou en série en fonction des besoins et de l'efficacité attendue.

Les MF sont utilisés pour des applications résidentielles, commerciales, institutionnelles, industrielles et communautaires. Les eaux pouvant être traitées par les MF sont de nature très variée (p. ex. eaux usées domestiques, eaux de procédés, lixiviats et effluent agroalimentaire).

ÉTAT DES LIEUX

La technique ayant été développée dans les années 50 en Europe, puis répandue en Amérique du Nord au milieu des années 80, on compte maintenant plus de 500 installations de traitement des eaux usées par marais filtrants en Europe et 600 en Amérique du Nord¹⁸. Au début des années 90, les marais artificiels pour le traitement des eaux usées ont été introduits au Québec. Environ 350 systèmes de traitement par MF pour les eaux usées domestiques résidentielles existent actuellement au Québec, en plus d'une centaine de stations à l'échelle municipale, commerciale, industrielle, institutionnelle ou communautaire. En outre, une dizaine de systèmes de MF pour le traitement des eaux usées industrielles sont installés dans la province. À Montréal, le seul marais filtrant destiné au traitement des eaux

¹⁸ MDDELCC. 2010. Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique. 36 pps. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/EAU/eaux-usees/domestique/Chap5.pdf>

sanitaires semble être celui de la Biosphère selon un inventaire de 2018.¹⁹ Pour le traitement des eaux de ruissellement ou des eaux grises, il y a le marais de la ferme biologique du Cap Saint-Jacques, le marais filtrant de la Tohu et le marais filtrant du parc Jarry. Enfin, d'autres marais d'envergure sont en cours de réalisation, soit celui du parcours des phytotechnologies du Jardin botanique de Montréal ainsi que le marais filtrant dans Rivière-des-Prairies-Pointe-aux-Trembles.

MATRICE D'ANALYSE

	POSITIF +	NÉGATIF -
	<u>FORCES</u>	<u>FAIBLESSES</u>
<u>INTERNE</u>	<p>Technologie connue et éprouvée partout dans le monde, dont au Québec</p> <p>Aménagement possible pour des applications en climat nordique (existence de certains systèmes avec flux horizontal sous-surfacique, moins risqués en cas de gel)</p> <p>Procédé naturel, simple et performant nécessitant peu de qualification pour l'opération et l'entretien</p> <p>Caractère naturel et esthétique très avantageux d'un point de vue de l'intégration au milieu</p> <p>Grande adaptabilité pour cibler des polluants spécifiques (p. ex. métaux lourds, résidus</p>	<p>Problème de disponibilité de la technologie au Québec suite à la faillite du seul fournisseur²⁰</p> <p>En général, l'espace requis pour leur implantation est significativement plus important que pour d'autres technologies plus complexes²¹</p> <p>Rigueur du climat québécois : certaines technologies, notamment les plus performantes (p. ex. à écoulement vertical, communes en France), ne peuvent être implantées sans adaptation spéciale à cause des risques de gel en surface</p> <p>La plante la plus communément utilisée dans les MF (le phragmite ou roseau commun) est une plante exotique identifiée comme</p>

¹⁹ Lapierre, Esther et Stéphanie Pellerin. 2018. Portrait des infrastructures vertes et des projets de phytotechnologie dans l'agglomération de Montréal. Fondation Echo et Fondation Espace pour la vie. Document préliminaire. 79 pps.

²⁰ La nouvelle compagnie actuellement propriétaire de la certification envisage de relancer prochainement la commercialisation des MF pour les applications résidentielles

²¹ Les versions françaises des MF résidentiels sont beaucoup plus compactes, mais significativement moins performantes

	<p>pharmaceutiques, toxines et nutriments)</p> <p>Flexibilité d'implantation en milieu éloigné des infrastructures centralisées de gestion des eaux usées (p. ex. haltes routières et chalets)</p> <p>Bonne alternative compensatoire lors de travaux en milieux sensibles (p. ex. milieux humides et zones de préservation)</p> <p>Alternative avantageuse lorsque l'espace disponible pour les champs d'épuration est plus restreint</p>	<p>envahissante au Québec²²</p> <p>Efficacité limitée pour l'enlèvement du phosphore, dont les normes sont très contraignantes au Québec²³</p> <p>L'évapotranspiration nuit à l'évaluation de l'efficacité des MF (basée sur la concentration du polluant à la sortie et non sur le bilan de masse)</p> <p>Réputation entachée par des exemples ayant connu des problèmes opérationnels liés à un mauvais choix de matériau filtrant et un manque de suivi et d'entretien</p>
EXTERNE	<p><u>OPPORTUNITÉS</u></p> <p>Important développement des applications à l'international au cours des dernières années</p> <p>Plusieurs recherches en cours au Québec pour surmonter certaines contraintes techniques²⁴</p> <p>Intérêt renouvelé chez l'Industrie (p. ex. EnviroStep et Biofiltra)</p> <p>Intérêt manifeste de la part des étudiants en ingénierie concernant les alternatives écologiques</p> <p>Plus grande conscientisation envers les enjeux environnementaux, entraînant une plus grande demande pour des systèmes offrant d'autres services écosystémiques en plus de leur fonction principale de filtration de l'eau (p. ex. accroissement de la biodiversité,</p>	<p><u>LIMITES</u></p> <p>Faible adoption au Québec pour les applications résidentielles (utilisation généralisée des fosses septiques et des toilettes sèches²⁵)</p> <p>Inventaire des systèmes de traitement résidentiel permis et des paramètres de base de fonctionnement daté de 2001²⁶</p> <p>Pour le volet résidentiel, il est requis d'obtenir une certification du BNQ suite à un essai de 12 mois, lequel est excessivement coûteux (une seule technologie de MF certifiée à ce jour)</p> <p>Aucune modification permise à la technologie lorsqu'un certificat du BNQ a été émis, décourageant ainsi l'innovation</p> <p>Contrat d'entretien obligatoire pour tout</p>

²² Quoiqu'il soit aisé de contrôler la propagation des graines en taillant les hampes florales au début de chaque automne, le Ministère n'autorise plus de nouveaux systèmes de marais artificiels utilisant cette plante. Les marais artificiels déjà existants n'ont pas à être remplacés, mais tout agrandissement doit utiliser des plantes non-envahissantes, selon le Guide pour l'étude des technologies conventionnelles du traitement des eaux usées d'origine domestique.

²³ Peut nécessiter l'ajout d'une unité supplémentaire dans la chaîne de traitement, comme la trappe à phosphore à base de scories d'acier ou par précipitation chimique.

²⁴ Par exemple, recherche d'alternatives au roseau commun (*Phragmites australis* ssp. *australis*/ssp. *americanus*, *Salix* sp.), recherches en vue d'adapter le système vertical français aux conditions climatiques québécoises et expérimentation sur les systèmes passifs pour l'enlèvement du phosphore

²⁵ MDDELCC. 2015. Guide technique – Traitement des eaux usées des résidences isolées. 22 pps. http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/EAU/eaux-usees/residences_isolees/guide_interpretation/PartieA.pdf

²⁶ MDDELCC. 2010. Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique. 36 pps. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/EAU/eaux-usees/domestique/Chap5.pdf>

	<p>verdissement et séquestration de carbone)</p> <p>système certifié BNQ installé sur une propriété qui représente une exigence raisonnable, mais avec des conséquences financières à prendre en considération</p> <p>Manque de familiarité avec les MF de la part des firmes de génie-conseil et des autorités résultant en un approvisionnement lent dans le portrait québécois de l'assainissement</p> <p>La commercialisation de MF de niveau secondaire avancé ou meilleur nécessite l'obtention d'une fiche de reconnaissance technologique (validation pour assurance qualité) émise par le BNQ²⁷ afin de pouvoir en faire la commercialisation pour les applications commerciales, institutionnelles et communautaires</p> <p>Au niveau industriel, chaque technologie permise est évaluée au cas par cas, nécessitant un certificat d'autorisation par le MDDELCC</p> <p>Absence de formation adéquate: le traitement de l'eau relève du domaine de l'ingénierie, où la formation pour l'utilisation des MF est insuffisante ou absente, selon l'école d'ingénierie</p>
--	---

SOLUTIONS À METTRE EN PLACE

- Documenter les approches de MF en place à l'international dans des milieux où le climat est similaire au Québec
- Évaluer l'influence des politiques et règlement municipaux sur l'implantation des MF à travers le Québec (certaines villes comme Val-d'Or sont surreprésentées à l'échelle Québécoise avec 43 MF sur 350 en milieu résidentiel)
- Adapter les politiques et règlements au Québec de façon à favoriser l'innovation
- Financer la recherche et le développement dans le secteur universitaire et industriel afin de développer et faire certifier de nouvelles technologies de MF reconnues et plus économiques
- Soutenir des projets pilotes sur l'utilisation des MF pour réduire les apports en nutriments des lacs (marais réactif en tranchée le long des rives)
- Soutenir les entreprises québécoises en développement
- Faire connaître les MF auprès des Organismes de bassins versants (OBV) du Québec

²⁷ Bureau de normalisation du Québec

- Cibler la clientèle plus « verte » en soutenant les bénéfices potentiels des MF (p. ex. récupération d'eau de pluie et traitement in-situ des eaux pluviales et de ruissellement)
- Promouvoir l'utilisation des MF comme mode de compensation lorsqu'il y a altération des milieux humides dans les projets de développement

RÉFÉRENCES

Gagnon, V., Brisson, J. Les marais filtrants (eaux usées). 2013. Fiche. Société Québécoise de phytotechnologie.

http://www.phytotechno.com/fiches-techniques/fiches/20160528_SQP_Fiche_maraisfiltrants.pdf

Kroeger, A. C., Madramootoo, C. A., Enright, P., Laflamme, C., Francoeur-Leblond, N., & D'AUTEUIL, C. (2009). Les marais filtrants: une solution pour restaurer les cours d'eau agricoles. Agro Solutions. 11 pps. https://www.irda.qc.ca/assets/documents/Publications/documents/kroeger-et-al-2009_article_marais_filtrants.pdf

MDDELCC. 2015. Guide technique – Traitement des eaux usées des résidences isolées. 22 pps. http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/EAU/eaux-usees/residences_isolees/guide_interpretation/PartieA.pdf

MDDELCC. 2010. Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique. 36 pps. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/EAU/eaux-usees/domestique/Chap5.pdf>



TOITURES VÉGÉTALISÉES

CRÉDIT PHOTO : LOUISE HÉNAULT-ETHIER

TOITURES VÉGÉTALISÉES

DÉFINITION

Les toitures végétalisées comprennent tout type de toiture recouverte de végétaux, communément appelée toit vert. Elles peuvent être de type extensif, intensif ou semi-intensif. Le toit végétalisé extensif se distingue par sa légèreté (mince couche de substrat variant de 5 à 15 cm d'épaisseur), son coût relativement faible (environ 100\$ par mètre carré) et une sélection d'espèces végétales limitées, tel que des crassulacées, bryophytes et certaines herbacées. Le toit végétalisé intensif est constitué d'une épaisseur de substrat plus profonde (couche de substrat excédant 30 cm d'épaisseur), ce qui permet l'utilisation d'une plus grande diversité de plantes. Ce type de toit végétalisé permet d'optimiser la majorité des fonctions recherchées. Généralement accessibles aux usagers, les TV permettent d'augmenter les superficies récréatives et utilitaires.

ÉTAT DES LIEUX

On répertorie plusieurs centaines de TV au Québec, ce qui la place au deuxième rang des provinces canadiennes derrière l'Ontario, qui possède deux fois plus de surfaces de TV. Au Canada, certaines villes comme Toronto disposent de plus de TV que d'autres villes comme Montréal, dû à la réglementation municipale. Néanmoins, 228 toits verts ont été recensés en 2018 sur l'île de Montréal.²⁸ Leur taille moyenne de 528m² varie énormément (le plus petit étant d'à peine 18m² et le plus grand de 6680m² sur le toit du garage Stinson de la Société des transports de Montréal dans Saint-Laurent.) De surcroît, bien que les toits verts soient des outils appréciables de lutte contre les îlots de chaleur urbains, ils sont notoirement absents dans les quartiers les plus touchés (Montréal-Nord, Saint-Léonard, Anjou, Mercier-Hochelaga-Maisonneuve et Le Sud-Ouest).

²⁸ Lapierre, Esther et Stéphanie Pellerin. 2018. Portrait des infrastructures vertes et des projets de phytotechnologie dans l'agglomération de Montréal. Fondation Echo et Fondation Espace pour la vie. Document préliminaire. 79 pps.

MATRICE D'ANALYSE

	POSITIF +	NÉGATIF -
INTERNE	<u>FORCES</u>	<u>FAIBLESSES</u>
	<p>Permettent de lutter contre les surverses</p> <p>Permettent de s'attaquer aux îlots de chaleur urbains</p> <p>Améliorent l'isolation des bâtiments (diminue le besoin de chauffage en hiver et de climatisation en été)</p> <p>Réduisent le bruit ambiant et insonorisent la toiture du bâtiment</p> <p>Améliorent la qualité de vie et la santé des citoyens en captant la poussière en suspension dans les airs et en convertissant le CO2 en O2</p> <p>Multifonctionnalité des espaces pour l'agriculture urbaine : peuvent permettre l'implantation d'un potager, contribuant ainsi à améliorer la sécurité alimentaire urbaine et à encourager la consommation locale</p> <p>Peuvent servir de lieu de rencontre afin de briser l'isolement social</p> <p>Prolongent la durée de vie des toitures en utilisant des produits plus durables (moins de produits pétroliers, lesquels aboutissent dans les sites d'enfouissement)</p> <p>Permettent de végétaliser des surfaces inertes et donc d'offrir un refuge à la biodiversité</p> <p>Création d'une plus-value foncière pour les propriétés avec TV et même pour celles aux alentours.</p>	<p>Besoin de renforcer la structure des bâtiments existants</p> <p>Plus coûteux qu'une toiture standard</p> <p>Besoins en entretien et arrosage</p> <p>Efficacité limitée lors de pluies très abondantes (bien qu'avec un substrat de 30 cm on puisse retenir jusqu'à 90% du volume des précipitations)</p> <p>Pas nécessairement visibles ni accessibles aux usagers des bâtiments, à moins d'y aménager une terrasse</p> <p>Bien que certains essais semblent démontrer que le substrat de croissance d'une TV constitue une bonne couche de protection contre les incendies, les risques liés à l'inflammabilité de la matière ligneuse sèche sont pour certains inquiétants</p>

	<u>OPPORTUNITÉS</u>	<u>LIMITES</u>
<u>EXTERNE</u>	Création d'un groupe de travail sur les toitures végétalisées (GGTV) composé de manufacturiers, d'installateurs et de professionnels du domaine dans le but d'unifier les intervenants dans la promotion des toitures végétalisées	Nouvelle réglementation contraignante de la Régie du bâtiment du Québec (RBQ) pour la sécurité contre les incendies qui freine leur développement (de façon générale, seule une TV d'une profondeur de 4 pouces est permise par la RBQ) ²⁹
	Possibilité de s'inspirer de l'organisme Green Roof for Healthy Cities qui existe depuis 2006 pour l'élaboration de stratégies visant à promouvoir les TV	Un aménagement paysager favorisant une forte biodiversité requiert une certaine profondeur de sol qui va souvent au-delà 4 pouces, ce qui requiert une structure plus résistante et des coûts d'implantation plus élevés
	Montréal compte de nombreux toits plats qui pourraient être végétalisés : potentiel élevé de réappropriation de surfaces à forte valeur foncière qui sont non seulement sous-utilisées, mais dont la minéralisation contribue actuellement à accentuer les problèmes environnementaux urbains	Le dégagement requis en bordure des toits limite l'espace disponible pour leur construction et l'obligation d'étendre une couche de roche à la base de la TV diminue l'espace disponible pour le substrat de croissance et les plantes
	Urbanisation accélérée: les avantages liés aux TV sont pertinents particulièrement en contexte de haute densité démographique	<p>Compétitivité variable des coûts par unité d'eau retenue (selon les projets) face aux autres techniques de mitigation des inondations/surverses</p> <p>Retour sur l'investissement pas solidement démontré</p> <p>Certains règlements/politiques/incitatifs favorisent plutôt l'installation de toitures blanches pour diminuer les îlots de chaleur urbains</p> <p>Le voisinage qui bénéficie des avantages esthétiques et climatiques liés aux TV n'assume pas les coûts associés à leur implantation, de même que ceux qui les implantent ne sont pas ceux qui bénéficient le plus de l'embellissement paysager</p> <p>Étant donné le climat froid au Québec, la période dont on bénéficie des TV est moindre qu'elle ne peut l'être à d'autres endroits</p> <p>Il est nécessaire d'hiverner la TV (par exemple drainer les systèmes d'irrigation s'il y a lieu) et procéder à un entretien</p>

²⁹ Il est toutefois possible d'installer d'autres systèmes plus légers, à condition que ceux-ci prouvent leur résistance au climat québécois (possibilité d'obtenir une dérogation suite à une demande d'exemption).

		printanier (par exemple ramasser les végétaux morts)
--	--	--

SOLUTIONS À METTRE EN PLACE

- Reconnaître la multifonctionnalité des TV et ne pas les présenter uniquement comme un outil de gestion des eaux de pluie (p. ex. contrôle des îlots de chaleur et des eaux de ruissellement, assainissement de l'air, réduction des nuisances phoniques, agriculture urbaine, création d'habitats naturels, amélioration de la performance énergétique, prolongation de la durée de vie des toitures, valorisation du parc immobilier, surfaces de vie supplémentaires, aspect identitaire et tourisme accru).
- Dresser un inventaire des sites d'intérêt aux endroits nécessitant des interventions critiques pour la régulation de la température et du ruissellement.
- Chiffrer des objectifs clairs en ce qui a trait à l'implantation des TV.
- Outiller les TV d'équipements capables de quantifier en temps réel leur impact sur le bilan hydraulique (p. ex. système Hydroventiv³⁰).
- Évaluer les capacités hydrauliques des différents types de TV pour en arriver à un meilleur contrôle du ruissellement et des surverses à l'échelle du bassin versant (possibilité d'utiliser le système Stock & Flow de Vegetal i.D.³¹).
- Faire connaître les études portant sur la mesure des bénéfices des TV par rapport aux toitures blanches en ce qui a trait à la réduction des îlots de chaleur urbains (Centre d'écologie urbaine de Montréal).
- Tirer profit de la télédétection afin de dresser un inventaire exhaustif des TV dans les villes québécoises ainsi qu'observer les impacts sur la réduction des îlots de chaleur urbains à l'échelle régionale.
- Évaluer la performance économique des TV selon les fonctions recherchées, particulièrement pour les projets financés par le public.
- Surmonter les préjugés défavorables aux TV en prônant une meilleure diffusion des connaissances aux fonctionnaires municipaux et entrepreneurs.

³⁰ <http://www.toiture-hydroactive-connectee.com>

³¹ <http://www.vegetalid.ca/fr/solutions-toits-verts/gestion-eaux-pluie.html>

- S'inspirer des politiques adoptées ailleurs dans le monde et les adapter à la réalité climatique et des infrastructures québécoises (p. ex. 100 hectares de TV d'ici 2020 à Paris et incitatifs financiers à Toronto).
- Tirer profit de la plus-value foncière et de la surface supplémentaire utilisable suite à la végétalisation des toitures afin de financer les projets de TV.
- Déterminer de façon claire le potentiel de combustibilité des différents types de TV, en fonction notamment de la présence ou non de matière ligneuse sèche.
- Promouvoir le dialogue entre tous les intervenants (i.e. ingénieurs, architectes, architectes paysagistes, pompiers, promoteurs) afin de faire avancer les réglementations contraignantes à l'implantation des TV.

RÉFÉRENCES

Bélanger, C. 2015. Critère technique visant la construction de toits végétalisés. Régie du bâtiment du Québec. 24 pps.

<https://www.rbq.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/Publications/francais/guide-criteres-techniques-construction-toits-vegetalises.pdf>

La construction de toits végétalisés : guide technique pour une solution de rechange

http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/AFFAIRES_FR/MEDIA/DOCUMENTS/TOITSVEGETALISES_CAHIEREXPLICATIF_JANVIER2014.PDF

Gaudry, É., Lacombe, S., Dupras, I., Gobeille, L., Rousseau, M., Vallée, C. Les toits végétalisés. 2015.

Fiche. Société Québécoise de phytotechnologie. http://www.phytotechno.com/fiches-techniques/fiches/20160528_SQP_Fiche_toitsvegetalises.pdf

Peck, S. and M. Kuhn. (sans date) Lignes directrices de conception de toits verts. Ontario Association of Architects. SCHL. 22 pps.

<https://www.cebq.org/documents/Lignesdirectricesdeconceptiondetoitsverts.pdf>

RECOMMANDATIONS

FÉDÉRAL

Ministère des infrastructures et des collectivités - Accroître le financement des infrastructures naturelles et des phytotechnologies en reconduisant les budgets accordés pour le financement des infrastructures vertes dans le budget 2018 et en précisant l'importance des végétaux dans les nouveaux grands projets d'infrastructure.

PROVINCIAL

Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire (MAMOT - Tout projet d'infrastructure permanente (routes, aqueducs, égouts, stationnement, bâtiments, etc.) de plus de 100 000 \$ devrait consacrer un pourcentage de ses budgets à un fonds spécial dédié à la création d'infrastructures naturelles et de phytotechnologies afin de rendre les villes plus adaptées et résilientes aux changements climatiques.

Favoriser la mise en place des meilleures pratiques recommandées dans le Guide de gestion des eaux pluviales à l'aide des IN&P.³²

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) - Favoriser l'utilisation des IN&P dans l'adaptation du Québec aux changements climatiques. Recommander l'évaluation environnementale des IN&P dans tous projets de développement, et leur priorisation si les bénéfices sont présents. Procéder à une revue des politiques et règlements adoptées ailleurs dans le monde pour l'utilisation des phytotechnologies en contexte de lutte et d'adaptation aux changements climatiques afin de dresser une politique québécoise adaptée à notre réalité climatique. Développer des guides et normes pour la conception et l'entretien des ouvrages phytotechnologiques avec différents partenaires (Société québécoise de phytotechnologie, Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale du Québec, Association des architectes paysagistes du Québec, Association des Paysagistes Professionnels du Québec, Ordre des architectes du Québec, Conseil canadien du bâtiment durable, etc.)

Comité de gestion du Fonds vert - Financer les projets d'adaptation aux changements climatiques, à l'aide des IN&P. Accroître l'accompagnement pour les demandes et améliorer le suivi des résultats.

³² Guide de gestion des eaux pluviales. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/pluviales/guide-gestion-eaux-pluviales.pdf>

Ministère des Transports - Le ministère des Transports étant un des plus gros utilisateurs des phytotechnologies pour la stabilisation des pentes ou la rétention des eaux de ruissellement au Québec, il faut procéder à une analyse historique des ouvrages végétalisés bordant les infrastructures de transport pour faire ressortir les conditions favorables à leur succès tant du point de vue botanique que de celui des contraintes physiques. Il faut en même temps établir une politique sur l'utilisation des phytotechnologies sur les emprises au sol non-asphalté le long des routes québécoises.

Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur - Intégrer le développement de compétences à propos des phytotechnologies au niveau collégial pré-universitaire (Sciences de la nature) et développer un programme d'études techniques menant au diplôme d'études collégiales (DEC) intégrant les phytotechnologies dans les secteurs des Bâtiment et travaux publics et de l'Environnement et aménagement du territoire.

Conformément à l'enjeu du Plan stratégique concernant l'offre de milieux de vie et d'apprentissage innovants, stimulants, accueillants et sécuritaires, favoriser l'implantation des phytotechnologies dans les écoles et campus d'enseignement supérieur en vue de les rendre plus adaptés et résilients aux changements climatiques.

Ministère de l'Économie, des Sciences et de l'Innovation (MESI) - Les phytotechnologies touchent à plusieurs secteurs d'activité ciblés par le MESI, notamment l'agroalimentaire, les bioproduits industriels, la construction, l'énergie et l'environnement. Soutenir les entreprises et organismes de recherche québécois dans le domaine des phytotechnologies au niveau de la recherche et du développement, du démarrage, de la croissance et de la diversification des activités d'affaires.

Poursuivre la mise en œuvre du Plan d'action pour la croissance et les technologies propres en y incluant les phytotechnologies dans chacun des axes stratégiques puisqu'il faut déployer les phytotechnologies dans toutes les régions du Québec, donner de la visibilité aux projets d'innovation existants, et surtout, développer les compétences des entreprises et de la main-d'œuvre dans le secteur des phytotechnologies.

MUNICIPAL

Revoir les règlements d'aménagement et d'urbanisme en s'inspirant des meilleures pratiques au pays³³ pour favoriser l'essor des infrastructures naturelles et des phytotechnologies pour rendre les villes plus adaptées et résilientes aux changements climatiques. Par exemple, voir les Politiques des toits blancs ou verts dans Rosemont Petite-Patrie et Ville St-Laurent. Appliquer les règlements d'urbanisme qui préviennent l'imperméabilisation des surfaces sur les terrains privés et l'obligation de préserver des bandes riveraines végétalisées.

Considérer les phytotechnologies dans les critères du Règlement sur les plans d'implantation et d'intégration architecturale au niveau des critères de respect de la conception architecturale (murs extérieurs, revêtements, toitures, etc.) ou de l'aménagement paysager.³⁴

Financer des projets de gestion d'eaux pluviales à l'aide de phytotechnologies et autres infrastructures naturelles, pour diminuer les risques de surverses.

Incorporer les phytotechnologies dans les plans d'information géographiques utilisés par les villes pour prioriser les réaménagements et les réfections.

Produire des cartes et outils géomatiques pour identifier et prioriser les endroits où implanter les phytotechnologies. Ces cartes et outils doivent être compatibles au schéma d'aménagement des MRC pour y être intégrés.

Dresser l'inventaire des phytotechnologies sur leur territoire pour mieux comprendre à quels endroits elles sont actuellement déployées en vue d'établir une stratégie pour leur implantation à l'échelle des MRC ou des bassins versants.

Promouvoir le dialogue entre tous les intervenants (i.e. ingénieurs, pompiers, promoteurs) afin de faire avancer les réglementations contraignantes à l'implantation des phytotechnologies et des projets de verdissement urbain.

³³ La ville de Toronto a mis en place des subventions pour la construction de toits verts dès 2006 tant pour les propriétaires que pour les opérateurs d'édifices industriels, commerciaux, institutionnels et résidentiels. Dans Rosemont-La Petite-Patrie, c'est un règlement qui exige un permis pour la réparation des toitures, assorti de l'obligation de construire une toiture blanche ou végétalisée. En 2010, c'était la première municipalité au Canada à développer une réglementation compréhensive sur les toitures blanches et végétalisées. Guilbault, Sophie, Paul Kovacs, Peter Berry and Gregory Richardson. 2016. Cities adapt to extreme heat. Celebrating local leadership. Institute for Catastrophic Loss Reduction. Health Canada. 110 pps.

³⁴ MAMOT. Guide La prise de décision en urbanisme. Règlement sur les plans d'implantation et d'intégration architecturale. Règlement sur les plans d'implantation et d'intégration architecturale. <https://www.mamot.gouv.qc.ca/amenagement-du-territoire/guide-la-prise-de-decision-en-urbanisme/reglementation/reglement-sur-les-plans-dimplantation-et-dintegration-architecturale/>

CMM, UMQ, FCM, ADGMQ, etc. - Évaluer l'influence des politiques et règlements municipaux sur l'implantation des phytotechnologies à travers le Québec et le Canada afin de comprendre pourquoi et comment certaines municipalités sont devenues des championnes dans l'implantation de certaines phytotechnologies sur leur territoire et ainsi favoriser leur déploiement concerté à travers le territoire. Surmonter les préjugés défavorables aux phytotechnologies en prônant une meilleure diffusion des connaissances parmi les fonctionnaires municipaux et les entrepreneurs. Organiser des événements de partage de connaissances destinés aux élus et aux professionnels.

ORGANISATIONS

Organisations environnementales et organismes de bassins versants - Informer le grand public sur les bénéfices des phytotechnologies en milieu résidentiel comme en milieu public. Informer les donneurs d'ouvrages sur les bénéfices multiples que procurent les phytotechnologies dans la lutte et l'adaptation aux changements climatiques.

Ordre des ingénieurs du Québec - Bonifier la formation des ingénieurs pour y inclure les phytotechnologies en complément des cursus académiques pour la conception et la construction des infrastructures destinées à la gestion des eaux pluviales ou des eaux de pluie.

Ordre des architectes du Québec - Bonifier la formation des architectes pour y inclure les phytotechnologies en complément des cursus académiques pour le design de bâtiments résilients et adaptés aux changements climatiques.

Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale du Québec (FIHOQ) - Dresser un inventaire des types de végétaux à privilégier et des pratiques d'entretien optimales pour les différents ouvrages phytotechnologiques. Poursuivre les efforts de vulgarisation sur les phytotechnologies auprès de ses membres.

Régie du bâtiment du Québec - Revoir le code du bâtiment afin de favoriser l'essor sécuritaire et économique des phytotechnologies dans les nouvelles constructions et lors de projets de réfection.

Organismes subventionnaires - Investir davantage dans la recherche et le développement visant à combler les lacunes (faiblesses internes) des phytotechnologies. Améliorer la rédaction et la diffusion des ouvrages de référence en matière de phytotechnologies.

Universités, Chercheurs et Professeurs - Évaluer le potentiel de bonifier la formation universitaire de divers professionnels et spécialistes pour y inclure plus de compétences pour la planification, la construction et l'entretien des

phytotechnologies que ce soit dans des programmes d'architecture, d'architecture du paysage, de biologie, d'ingénierie, d'urbanisme, ou autres.

Étudier le potentiel des phytotechnologies pour connecter et favoriser la biodiversité entre les milieux naturels, au sein de la trame urbaine.

Étudier le potentiel de faire adapter les cursus académiques tant au niveau professionnel, pré-universitaire qu'universitaire afin d'y intégrer davantage les concepts nécessaires à l'utilisation technologique des végétaux pour lutter et s'adapter aux changements climatiques.

Évaluer la performance économique des phytotechnologies selon les fonctions recherchées, particulièrement pour les projets financés par le public. Mieux quantifier les retombées économiques de leur déploiement en termes d'économies de construction et/ou d'entretien, mais aussi en termes de lutte et d'adaptation aux changements climatiques et de création d'emplois.

CONCLUSIONS

Le rôle des phytotechnologies dans l'adaptation de nos villes aux changements climatiques est indéniable. Interconnectées aux infrastructures naturelles à grand déploiement, comme des boisés ou des marais, les phytotechnologies peuvent aider à contrecarrer l'effet des îlots de chaleur urbain et à minimiser les problèmes de surverses ou d'inondation. Les phytotechnologies sont donc complémentaires aux infrastructures naturelles : chacune a sa place dans le cocktail de solutions. Elles constituent le meilleur outil pour développer les infrastructures naturelles dans les zones fortement urbanisées et à l'intérieur du cadre bâti, permettant d'en augmenter la valeur, tout comme celle des services écosystémiques rendus.

Les phytotechnologies représentent de nombreux avantages, mais bien évidemment, on ne peut privilégier leur application dans tous les contextes. Par exemple, il vaut parfois mieux privilégier les techniques simples et efficaces tels que les arbres à grand déploiement pour ombrager les édifices et les dépressions végétalisées pour gérer efficacement les eaux de pluie. Néanmoins, il est évident qu'un plus grand déploiement des phytotechnologies sur le territoire québécois serait désirable.

Plusieurs parties prenantes seront interpellées dans le déploiement des phytotechnologies au Québec dans les années à venir. Plusieurs règlements et politiques émergeant de divers ministères pourraient être revus, notamment en matière d'urbanisme, d'architecture et de construction. Plusieurs ordres professionnels et associations auraient avantage à mieux renseigner et former leurs membres sur les bénéfices et les façons de concevoir, construire et entretenir les phytotechnologies. Les acteurs du milieu de l'éducation collégiale et universitaire pourraient bonifier l'offre des formations sur les phytotechnologies. Enfin, il reste plusieurs sujets de recherche cruciaux pour perfectionner la conception et optimiser le fonctionnement des phytotechnologies en contexte québécois.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier les conférenciers et panélistes du 12e Colloque de la Société québécoise de phytotechnologie dont les propos ont été recueillis pour la production du présent rapport. Nous sommes aussi redevables aux rapporteurs qui ont noté les propos échangés ainsi qu'aux vidéastes bénévoles qui ont documenté les sessions. Un merci particulier à tous les intervenants sollicités qui ont accepté de bonifier le contenu du rapport.

CONFÉRENCIERS, PANÉLISTES ET MODÉRATEURS

- Brahim Amarouche, M.Sc. architecture, Service de l'eau, Ville de Montréal
- Alexandre Baker, conseiller en environnement, Ville de Québec
- Yves Bédard, biologiste retraité du Ministère des Transports
- Chakib Benramdane, conseiller en planification, Arrondissement Saint-Laurent, Ville de Montréal
- Jacques Brisson, Titulaire - Chaire de recherche industrielle CRSNG/Hydro-Québec en Phytotechnologie, Institut de recherche en biologie végétale, Université de Montréal et président co-fondateur de la Société québécoise de phytotechnologies
- Isabelle Dupras, architecte paysagiste, Chargée de projet, stratégie communication et marketing chez Aiglon Indigo et membre du conseil d'administration de la Société québécoise de phytotechnologies
- Benoit Gariépy, architecte, Section expertise technique en bâtiment, Ville de Montréal
- Mathieu Gendreau, ingénieur agronome, entreprise Écogénie
- Mélanie Glorieux, architecte paysagiste, Groupe Rousseau Lefebvre
- Louise Hénault-Ethier, cheffe des projets scientifiques à la Fondation David Suzuki et membre du conseil d'administration de la Société québécoise de phytotechnologies
- Xavier Laplace, ingénieur en génie mécanique, Les Toits Vertige
- Claire Lemieux, membre du conseil d'administration de la Société québécoise de phytotechnologies
- Freddy Rey, chercheur à l'Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture, France
- Michel Rousseau, architecte paysagiste, Associé fondateur Groupe Rousseau Lefebvre

RAPPORTEURS ET VIDÉASTES

- Catherine Chabot
- Étienne Dumais
- Adrien Frémont
- Vanessa Grenier
- Didier Marquis

INTERVENANTS AYANT CONTRIBUÉ À LA RÉVISION DES FICHES

- Brahim Amarouche, M.Sc. architecture, Service de l'eau, Ville de Montréal
- Alexandre Baker, conseiller en environnement, Ville de Québec
- Jacques Brisson, Titulaire - Chaire de recherche industrielle CRSNG/Hydro-Québec en Phytotechnologie, Institut de recherche en biologie végétale, Université de Montréal et président co-fondateur de la Société québécoise de phytotechnologies
- Benoit Gariépy, architecte, Section expertise technique en bâtiment, Ville de Montréal
- Mélanie Glorieux, architecte paysagiste, Groupe Rousseau Lefebvre
- Kimberly McCormick, Les Toits Vertige
- Dominic Mercier, EnviroStep
- Freddy Rey, chercheur à l'Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture, France
- Xavier Francoeur, étudiant au doctorat, Institut des Sciences de la Forêt Tempérée, Université du Québec en Outaouais