



# Guide de sélection des végétaux pour les infrastructures végétalisées

NOVEMBRE 2025

## ÉDITION

**Éditeur :** Québec Vert  
3230, rue Sicotte, local E-300 Ouest  
Saint-Hyacinthe (Québec) J2S 2M2  
Tél. : 450 774-2228  
[[renseignement@quebecvert.com](mailto:renseignement@quebecvert.com)]

## RÉDACTION

**Rédaction :** Chloé Frédette, Ph. D., biol., Québec Vert,  
Benoit St-Georges, chargé de projets, Québec Vert  
et Isabelle Dupras, M. Sc. A., Rousseau Lefebvre  
**Édition des textes :** Geneviève Clément, M. Sc., chercheuse, rédactrice et analyste technique, Québec Vert  
et Élisabeth St-Gelais, M. Éd., éditrice et rédactrice en chef, Québec Vert  
**Révision linguistique :** Nathalie Thériault

## COMITÉ DE RÉVISION

Danielle Dagenais, Ph. D., agr., Université de Montréal  
Édith Lachapelle, M. Sc., biologiste, Soverdi  
Isabelle Dupras, architecte paysagiste, Rousseau Lefebvre  
Joëlle Thibeault, architecte paysagiste, Hydro-Québec

## DIRECTION ARTISTIQUE :

**Agente de communication :** Marilyne Désy, B. Sc. comm., Québec Vert  
**Révision artistique :** Nathalie Deschênes, B.A.A., M. Sc., Québec Vert  
et Élisabeth St-Gelais, M. Éd., Québec Vert  
**Photos :** Québec Vert/Marilyne Désy  
**Graphiste :** VILLA infographie design

### Remerciements

Québec Vert tient à remercier les entreprises suivantes pour leur contribution à l'élaboration de ce document :  
Ramo, Savaria Matériaux Paysagers et Sika Canada.



Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation dans le cadre du Programme de développement territorial et sectoriel 2023-2026.

© Québec Vert  
Dépôt légal : Novembre 2025  
Bibliothèque et Archives nationales du Québec  
Bibliothèque et Archives Canada  
ISBN : 978-2-9821754-4-0 [PDF]

Pour toutes les questions relatives au contenu de ce document : [[renseignement@quebecvert.com](mailto:renseignement@quebecvert.com)].

# Table des matières

<b>Mise en contexte</b>	<b>4</b>	<b>Analyse des spécificités du site</b>	<b>13</b>
Rôle des végétaux dans les IV	4		
Approche fonctionnelle	5	<b>Caractéristiques et conditions de croissance particulières selon le type d'infrastructures végétalisées</b>	<b>19</b>
Analyse des types d'IV	5	Plantation en milieu minéralisé	20
Tableaux synthétiques	5	Bandes riveraines et stabilisation végétale de sol et de berges	22
Méthodologie de sélection	5	Biorétention	25
<b>Les végétaux dans les infrastructures végétalisées</b>	<b>6</b>	Haies brise-vent	28
Infrastructures végétalisées	6	Marais filtrants	30
Le rôle des végétaux	7	Murs végétalisés	32
<b>Démarche de sélection des végétaux</b>	<b>8</b>	Phytoremédiation	34
1- Caractériser les conditions de croissance	8	Plantations filtrantes	36
2- Définir les fonctions et les traits/caractéristiques recherchés	9	Toitures végétalisées	38
3- Identifier les considérations d'aménagement	9	Résumé des conditions de croissance dans les IV	40
4- Identifier des espèces potentielles	9		
5- Effectuer la sélection finale	10	<b>Traits fonctionnels et caractéristiques utiles selon les fonctions recherchées</b>	<b>43</b>
<b>Approche fonctionnelle</b>	<b>11</b>	<b>Considérations d'aménagement</b>	<b>46</b>
Trait et groupe fonctionnel	11	<b>Conclusion</b>	<b>50</b>
Écologie et diversité fonctionnelle	12	<b>Bibliographie</b>	<b>51</b>
Sélection basée sur l'approche fonctionnelle	12		

# Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Types d'alimentation en eau des différentes infrastructures végétalisées associés à la quantité et la fréquence de cette alimentation.	14
<b>Tableau 2.</b> Caractéristiques physicochimiques et structurales des différents types de sols et substrats et infrastructures végétalisées reliées.	17
<b>Tableau 3.</b> Conditions de croissance particulières selon les différents types d'infrastructures végétalisées ainsi que les traits à considérer pour l'adaptation à ces conditions.	40
<b>Tableau 4.</b> Synthèse des traits fonctionnels et caractéristiques à rechercher selon les fonctions souhaitées et le type d'infrastructure végétalisée.	43
<b>Tableau 5.</b> Considérations d'aménagement potentielles selon le type d'infrastructure végétalisée.	49



## Mise en contexte

Ce guide, élaboré par Québec Vert, propose une méthode rigoureuse et contextualisée pour sélectionner les végétaux adaptés à différents types d'infrastructures végétalisées (IV). Considérées comme des solutions basées sur la nature, ces infrastructures ont pour but de fournir des services écosystémiques en répliquant ou en optimisant des processus naturels à l'aide de plantes vivantes, de sols (ou substrats) et de microorganismes.

## Rôle des végétaux dans les IV

Les végétaux jouent un rôle fondamental dans les écosystèmes, fournissant des services de régulation (gestion des eaux, qualité de l'air, contrôle de l'érosion, séquestration du carbone), de soutien (habitat, biodiversité), d'approvisionnement (ressources comestibles, biomasse) et socioculturels (amélioration du cadre de vie, santé, attractivité des milieux).

## Méthodologie de sélection

La démarche de sélection des végétaux adaptés comprend **cinq étapes** :

1. **Caractérisation des conditions de croissance** (sol, lumière, eau, température, infrastructures techniques, etc.).
2. **Définition des fonctions visées et des traits végétaux associés** (tolérance au sel, au vent, enracinement, hauteur, évapotranspiration, etc.).
3. **Identification des considérations d'aménagement** (visibilité, entretien, biodiversité, qualité esthétique, densité de plantation, etc.).
4. **Identification des espèces potentielles** par consultation de répertoires spécialisés ou de fournisseurs.
5. **Sélection finale** fondée sur la compatibilité interspécifique, la diversité fonctionnelle et les contraintes de disponibilité.

## Approche fonctionnelle

Le guide encourage l'usage d'une approche fonctionnelle, qui repose sur les traits morphologiques, physiologiques et phénologiques des espèces, plutôt que sur leur seule identité taxonomique. Deux types de traits sont distingués : les traits de réponse (capacité d'adaptation à l'environnement) et les traits d'effet (impact sur l'écosystème). L'objectif est d'assurer la résilience, la performance et la polyvalence des aménagements végétalisés.

## Analyse des types d'IV

Neuf types d'infrastructures sont détaillés dans ce guide :

- Plantation en milieu minéralisé
- Bandes riveraines et stabilisation végétale de sol et de berges
- Biorétention
- Haies brise-vent
- Marais filtrants
- Murs végétalisés
- Phytoremédiation
- Plantations filtrantes
- Toitures végétalisées

Pour chacun, le guide précise les types de végétaux recommandés, leurs formats, les contraintes spécifiques (sols pauvres, salinité, compaction, sécheresse, inondations, exposition au vent, etc.) ainsi que les traits fonctionnels à privilégier.

## Tableaux synthétiques

Au fil du présent guide, des tableaux détaillés résument les caractéristiques à considérer selon le type d'infrastructure, les fonctions écologiques recherchées et les contraintes d'aménagement. Ces outils permettent une sélection éclairée, adaptée à la réalité du site et aux objectifs du projet.



# Les végétaux dans les infrastructures végétalisées

## Infrastructures végétalisées

Les IV sont un type d'infrastructures vertes, regroupant les phytotechnologies et les pratiques de verdissement, utilisées pour résoudre diverses problématiques environnementales, économiques et sociales et dont les fonctions sont basées sur l'action de plantes vivantes en combinaison avec le sol (ou autre milieu de croissance) et ses microorganismes. Les IV peuvent prendre diverses formes, mais sont toujours des aménagements conçus dans le but de recréer et d'optimiser des processus naturels permettant d'obtenir des services écosystémiques et de répondre à des problématiques précises. En ce sens, les IV font partie de ce que l'on appelle les solutions basées sur la nature (« *nature based solution* »). L'attrait des IV est décuplé lorsque celles-ci sont intégrées dans un réseau d'infrastructures urbaines et périurbaines et d'infrastructures naturelles (boisés, milieux humides et hydriques, etc.).

## Le rôle des végétaux

Les plantes sont des organismes autotrophes ayant un rôle crucial dans les écosystèmes terrestres et aquatiques, notamment en étant à la base de la chaîne alimentaire et en fournissant un habitat à une multitude d'autres organismes. En plus d'entretenir des relations dynamiques avec leur environnement (symbioses, pollinisation, etc.), leurs fonctions vitales et processus physiologiques (exsudation, reproduction, respiration, transpiration, photosynthèse, nutrition, prospection racinaire, etc.) ont également des impacts significatifs sur des facteurs non vivants tels que la lumière, la température, l'eau, l'air, le sol et les éléments chimiques. Par ce rôle fondamental dans l'écosystème, les végétaux fournissent de nombreux services écosystémiques et ceux-ci sont à la base du concept des infrastructures végétalisées.

Les services écosystémiques offerts par les végétaux incluent des services dits de régulation, qui se traduisent comme suit :

- influence sur le microclimat par l'ombrage et la transpiration;
- maintien de la qualité de l'air par le rejet d'oxygène et la captation de polluants atmosphériques;
- séquestration et stockage de carbone par la production de biomasse et le transfert de carbone dans le sol;
- atténuation des impacts des phénomènes climatiques extrêmes notamment par la stabilisation des sols et la captation des eaux de pluie et de ruissellement;
- traitement des eaux usées par la filtration et l'absorption des contaminants et l'association avec des microorganismes qui agiront sur la biodégradation des polluants;
- prévention de l'érosion et maintien de la fertilité des sols par l'interception du vent et le développement racinaire, de même que le support à la vie microbienne du sol;
- pollinisation et lutte biologique par la fourniture d'abris et de nourriture aux pollinisateurs et aux prédateurs naturels des insectes ravageurs.

### Végétaux et adaptation aux changements climatiques

Grâce à leur fonction de régulation dans l'écosystème, les végétaux sont de formidables alliés dans l'adaptation aux changements climatiques. On peut, par exemple, les utiliser pour aider à gérer les eaux pluviales lors d'événements météorologiques extrêmes, atténuer les impacts des vagues de chaleur ou encore contrôler les phénomènes croissants d'érosion, trois enjeux majeurs liés aux changements climatiques.

Outre les services de régulation, les végétaux apportent également des services de soutien (p. ex. fourniture d'habitat, maintien de la biodiversité, etc.), d'approvisionnement (p. ex. plantes comestibles, biomasse ligneuse, etc.) et socioculturels (p. ex. contribution à la santé physique et mentale, augmentation de l'attractivité et de l'activité économique des collectivités, accès à la nature, etc.).

### Végétaux et biodiversité

Par leur rôle central dans l'écosystème, les végétaux participent grandement au support de la biodiversité, notamment animale. L'utilisation d'aménagements végétalisés, que ce soit ou non directement lié à des questions de biodiversité, constitue donc un moyen efficace de promouvoir la présence d'espèces animales tels les pollinisateurs, les oiseaux et les petits mammifères.

Par ailleurs, les végétaux étant extrêmement diversifiés et adaptés à une grande variété d'environnement, il est possible de sélectionner des végétaux non seulement pour leurs fonctions, mais également pour des caractéristiques spécifiques telles que la résistance au stress urbain, à la sécheresse, à la pollution ou au sel, ou leur potentiel ornemental, pour ne nommer que ces exemples. Cette diversité végétale confère également aux infrastructures végétalisées une très grande flexibilité; tout type d'aménagement peut être adapté aux conditions et aux enjeux locaux en adaptant également la sélection des végétaux.



## Démarche de sélection des végétaux

Afin de sélectionner les végétaux pour différents types d'IV, une démarche en **cinq étapes** permet de faire les choix les plus adaptés.

### 1 Caractériser les conditions de croissance

Comme pour tout type de plantation, il est crucial de bien comprendre les conditions de croissance dans lesquelles seront implantés les végétaux. Le présent document expose des considérations de base (voir section *Analyse des spécificités du site*) et les conditions de croissance particulières à 9 types d'IV (voir section *Caractéristiques et conditions de croissance particulières selon le type d'infrastructures végétalisées* et le [tableau 3](#)).

Exemple : Vous devez effectuer la sélection de végétaux pour la conception d'une cellule de biorétention. Afin d'assurer la survie des plantes et de garantir une meilleure pérennité de l'infrastructure, vous prenez en considération les conditions de croissance spécifiques à ce type d'ouvrage végétalisé et comprenez que différentes zones d'humidité caractérisent la cellule. Vous identifiez qu'*Achillea millefolium* peut se retrouver et performer dans la zone plus xérique et la zone mésique également.

## 2 Définir les fonctions et les traits/caractéristiques recherchés

Tel que décrit dans ce document, les IV ont de nombreuses fonctions, et les traits à rechercher chez les végétaux varient selon les fonctions ciblées. Il est possible de se référer au [tableau 4](#) pour évaluer les traits à prioriser selon le type d'IV et les fonctions principalement recherchées.

Exemple : Vous comprenez que la cellule de biorétention offre de nombreux services de régulation. La fonction d'Interception des eaux de pluie/ruissellement, visible au tableau 4 dans la section « Service de régulation », est l'une des fonctions principales de ce type d'IV.

## 3 Identifier les considérations d'aménagement

En plus des conditions de croissance et des traits liés aux fonctions recherchées, différentes considérations d'aménagement peuvent se présenter selon le contexte et le type d'IV (voir section *Considérations d'aménagement*). Le tableau 5 de ce document présente les considérations les plus fréquentes selon le type d'IV.

Exemple : En examinant la localisation de la cellule de rétention et l'échelle du lieu, vous remarquez que l'espace de dégagement ne sera pas suffisant pour les besoins de l'arbre initialement sélectionné lorsqu'il arrivera à maturité. Vous modifiez votre choix en conséquence et sélectionnez un arbre qui remplira la même fonction, mais qui atteindra des dimensions appropriées.

## 4 Identifier des espèces potentielles

Une fois les 3 premières étapes complétées, il est alors temps de déterminer les espèces répondant potentiellement aux besoins. Pour ce faire, il est possible de consulter certains catalogues de fournisseurs. Cependant, il sera probablement essentiel de contacter directement le producteur ou le distributeur pour s'enquérir des espèces qui répondent aux critères spécifiques identifiés aux étapes précédentes. Il est également pertinent de se référer à des ouvrages spécialisés tels que les répertoires de végétaux pour les infrastructures végétalisées produits par Québec Vert.

Exemple : Vous vous réferez au Répertoire de végétaux pour biorétention de Québec Vert afin de trouver rapidement et efficacement un arbre qui pourra remplir la même fonction que le choix initial, c'est-à-dire du même groupe fonctionnel, mais de dimensions adéquates et disponible chez votre fournisseur.



**Bandes riveraines**  
et stabilisation végétale des sols



**Plantation en milieu minéralisé**



**Biorétention**



**Toitures végétalisées**



**Murs végétalisés extérieurs**

Pour télécharger les répertoires de végétaux pour les IV :



## 5 Effectuer la sélection finale

Une fois les espèces potentielles identifiées, quelques considérations permettront d'effectuer la sélection finale. Voici quelques exemples :

- Validation auprès du client/décideur : dans plusieurs cas, la personne qui effectuera la sélection des végétaux n'est pas le propriétaire final de l'aménagement. Celui-ci (p. ex. une municipalité ou un propriétaire institutionnel ou commercial) peut donc avoir un droit de regard sur la sélection finale des végétaux selon ses préférences personnelles.
- Disponibilité en pépinière/jardinerie : évidemment, les espèces sélectionnées devront être disponibles auprès des producteurs/distributeurs. Dans le cas contraire, l'identification des traits recherchés selon les étapes 1 à 3 de cette méthode permettront de faciliter la recherche d'équivalences acceptables.
- Compatibilité entre espèces : certains végétaux sont moins compatibles que d'autres ensemble, par leur compétitivité ou encore d'autres caractéristiques comme l'allélopathie (p. ex. le noyer sécrète une substance dans le sol qui peut inhiber la croissance d'autres espèces sensibles). Une bonne connaissance de l'écologie des plantes peut s'avérer utile pour déterminer la compatibilité entre espèces.
- Diversité fonctionnelle : il est généralement reconnu qu'une diversité de traits fonctionnels permet à un assemblage de plantes de mieux résister à des perturbations et d'être globalement plus performant (voir section Approche fonctionnelle). Ainsi, il est recommandé de sélectionner une bonne diversité de types et de formes de végétaux pour augmenter la résilience et la performance de l'aménagement.



# Approche fonctionnelle

## Trait et groupe fonctionnel

Un trait fonctionnel représente une caractéristique morphologique, physiologique ou phénologique propre à une espèce. Les traits fonctionnels définissent la performance des individus dans l'environnement et sont généralement classés en 2 catégories, soit les traits de réponse et les traits d'effet. Les traits de réponse illustrent la manière dont l'espèce s'adapte et répond aux caractéristiques de l'environnement. Les traits d'effet indiquent la façon dont les individus affectent leur écosystème. Par exemple, la tolérance à l'ombre est un trait de réponse qui indique comment une espèce performera selon divers niveaux de luminosité disponible. La forme de la canopée quant à elle nous renseigne sur l'ombrage créé par cette espèce sur les autres de plus petite taille (trait d'effet).

Des groupes fonctionnels peuvent être créés par analyse statistique pour regrouper entre elles des espèces ayant des traits fonctionnels similaires. En raison de la très grande variété de traits fonctionnels, on choisit généralement un nombre de traits restreint pour procéder aux groupements. En conséquence, la composition des groupes fonctionnels varie en nombre d'espèces selon les traits sélectionnés. Il s'agit donc d'un concept très variable. Par exemple, deux espèces pourraient être regroupées ensemble sur la base de leur similarité au niveau du système racinaire, mais présenter des distinctions importantes au niveau des traits reliés à la reproduction. On réalise donc les analyses statistiques de groupement fonctionnel selon le contexte d'application.

## Écologie et diversité fonctionnelle

L'écologie fonctionnelle étudie la manière dont les traits fonctionnels des plantes influencent leur rôle et leurs interactions dans les écosystèmes. On peut notamment penser à la façon dont les combinaisons de traits spécifiques à chaque espèce déterminent leur rôle dans les écosystèmes. Par exemple, les plantes qui sont bien adaptées à des conditions sèches peuvent influencer la structure du sol et la disponibilité de l'eau, tandis que les plantes à croissance rapide peuvent correctement coloniser les environnements perturbés. Cela inclut également les interactions avec d'autres organismes, comme les herbivores et les polliniseurs, ainsi que les effets sur les processus écologiques tels que la fertilité du sol et la dynamique des nutriments.

La diversité fonctionnelle réfère à la variété des traits fonctionnels au sein d'un écosystème. De façon générale, une grande diversité fonctionnelle présente plusieurs avantages importants tels que la résilience aux perturbations, aux ravageurs ainsi qu'aux changements climatiques et environnementaux. La performance générale de l'écosystème via l'utilisation plus efficace des ressources disponibles, la stabilité de la productivité, la richesse des interactions biologiques et l'amélioration de la qualité du sol sont des aspects qui seront également influencés par la diversité des traits.

## Sélection basée sur l'approche fonctionnelle

Dans le contexte de la sélection des végétaux, l'approche fonctionnelle permet d'identifier les espèces potentielles selon leurs traits, plutôt que selon leur identité, et de regrouper entre elles les espèces similaires. Cette méthode permet également de faciliter l'atteinte d'une diversité fonctionnelle intéressante.

D'abord, il est intéressant de connaître les traits fonctionnels permettant à une espèce de s'adapter aux conditions de croissance qui seront présentes dans l'aménagement, ainsi qu'aux traits qui maximisent les fonctions de l'aménagement. En théorie, les traits sont plus importants que l'identité de l'espèce, c'est-à-dire que tant que l'espèce choisie possède les traits recherchés et respecte les considérations d'aménagement, l'identité finale importe peu. Cela peut d'ailleurs faciliter la recherche d'équivalence (ou substitution), par exemple lorsque les espèces choisies ne sont pas disponibles. En ce sens, il est recommandé, au moment de commander des végétaux, d'indiquer au fournisseur les caractéristiques générales recherchées afin qu'il puisse vous proposer des substitutions acceptables au besoin.

Ensuite, la réalisation de groupements fonctionnels permet d'identifier les espèces qui partagent entre elles des similarités fonctionnelles. Il est souhaitable de regrouper les espèces selon les traits particulièrement importants pour un type d'aménagement donné. Par exemple, on groupera les espèces pouvant être utilisées en biorétention selon leur tolérance à l'humidité et à la salinité (entre autres), alors qu'on choisira plutôt la période de floraison et la masse des graines pour un aménagement visant la promotion de la biodiversité. Cela implique de créer des groupements différents pour chaque type d'aménagement, tout en permettant d'augmenter la pertinence des groupes ainsi créés. En ce qui a trait à la gestion des équivalences auprès des fournisseurs de végétaux, il peut être plus facile d'indiquer le type d'aménagement réalisé au fournisseur qui pourra ensuite se référer aux groupements déjà réalisés (tels que les *Répertoires de végétaux pour les infrastructures végétalisées* produits par Québec Vert) pour proposer des substitutions satisfaisantes.

Finalement, une sélection basée sur les traits et/ou les groupes fonctionnels permet d'estimer rapidement et simplement la diversité fonctionnelle selon les espèces choisies, l'objectif étant de maximiser cette diversité afin d'augmenter la résilience et la performance des aménagements.



## Analyse des spécificités du site

Avant de procéder à toute plantation, quel que soit le type d'aménagement, il est crucial de bien analyser les conditions de croissance et les spécificités du site d'implantation (ce qui correspond à la première étape de la démarche de sélection des végétaux). Cette section rappelle les éléments à prendre en considération avant de procéder à la sélection des végétaux, quel que soit le type d'infrastructure végétalisée.

### Exposition

La notion d'exposition fait référence au concept de plein soleil, mi-ombre, ombre et vise à déterminer la quantité de lumière requise pour la croissance des végétaux. En guise de rappel, la règle de pouce à laquelle cette notion réfère est la suivante :

- Plein soleil : 6 heures et plus d'exposition directe
- Mi-ombre : entre 4 et 6 heures de luminosité
- Ombre : entre 2 et 4 heures de soleil

Il est important de mentionner qu'il existe plusieurs nuances à considérer en termes de classification d'exposition lumineuse chez les plantes. L'intensité solaire, la tolérance des plantes aux différents types d'ombre (ombre dense vs ombre légère), les variabilités saisonnières et les microclimats sont tous des facteurs qui peuvent entrer dans l'équation.

Dans certains cas, l'exposition nécessite aussi une attention différente, car elle représente un facteur supplémentaire limitant le choix des végétaux (voir les sections *Murs et toitures végétalisées*, *Plantation en milieu minéralisé* et *Biorétention*).

## Température, vent et climat

La localisation de l'ouvrage, en matière de climat, aura un impact définitif sur les végétaux. Il importe, lors de l'analyse, de se référer à la zone de rusticité dans laquelle le site se trouve. De plus, analyser les particularités climatiques du site, c'est-à-dire son microclimat, aura également une incidence majeure sur la conception. On pense par exemple à l'exposition au vent et au phénomène d'îlot de chaleur dû à l'abondance de surfaces minéralisées.

Lors de l'évaluation d'un site pour l'établissement d'un ouvrage végétalisé, le vent et les intempéries sont des éléments à considérer dans l'équation. En plus d'une augmentation des rafales due aux changements climatiques, le milieu urbain est par exemple propice à l'effet de corridor de vent engendré par l'alignement de bâtiments. Ces deux phénomènes peuvent avoir des impacts nombreux sur les végétaux. Le positionnement géographique peut aussi influencer cet aspect.

D'autres phénomènes météorologiques dommageables, comme les pluies verglaçantes, engendreront les mêmes impacts en milieu urbain qu'en milieu naturel. Les arbres endommagés, entre autres, nécessitent fréquemment des travaux d'élagage, mais aussi d'haubanage pour remédier aux bris et la fragilisation causée par les averses. Des interventions qui peuvent avoir des répercussions significatives sur le développement et la survie de ces végétaux.

## Alimentation en eau

Quel que soit le type d'aménagement, une estimation des quantités d'eau qui alimenteront les végétaux sera requise à l'étape de conception. Les types d'alimentation en eau, les quantités et la fréquence moyenne sont affichés dans le tableau 1.

À noter que même si une IV ne requiert pas de système d'irrigation, un suivi et un plan d'arrosage sont essentiels suite à la construction d'un ouvrage afin d'assurer une bonne reprise des plantes et remédier à des conditions météorologiques inadéquates (p. ex. canicules, périodes de sécheresse) qui pourraient survenir.

Dans le même ordre d'idées, la sécheresse du sol ou de l'air peut affecter significativement les végétaux en milieu urbain. Une combinaison des deux (sol sec et air chaud et sec) peut entraîner des embolies et causer la mort des arbres. Ce stress environnemental est principalement occasionné par la compaction et l'imperméabilisation des sols ainsi que les phénomènes d'îlots de chaleur. Il est à noter que les périodes de sécheresse et de variation extrême de température sont de plus en plus fréquentes.

**Tableau 1. Types d'alimentation en eau des différentes infrastructures végétalisées associés à la quantité et la fréquence de cette alimentation.**

Types d'alimentation en eau	Quantité			Fréquence			Infrastructures végétalisées liées
	Faible	Moyenne	Élevée	Variable	Au besoin	Constante	
<b>Gestion des eaux de pluie/ruissellement</b>	●	■	■				Biorétention
<b>TraITEMENT DES EAUX USÉES</b>		■		●	■		Marais filtrant, plantation filtrante
<b>Système d'Irrigation</b>	●	■		■			Toiture végétalisée de type intensive et semi-intensive, mur végétalisé, phytoremédiation*
<b>Précipitations seulement</b>	●	■		■			Toiture végétalisée de type extensive, plantation en milieu minéralisé, bandes riveraines et stabilisation végétale de sol et de berge, phytoremédiation, haies brise-vent

\*Lorsque requis

Légende : ■ Situation typique ● Situation potentielle

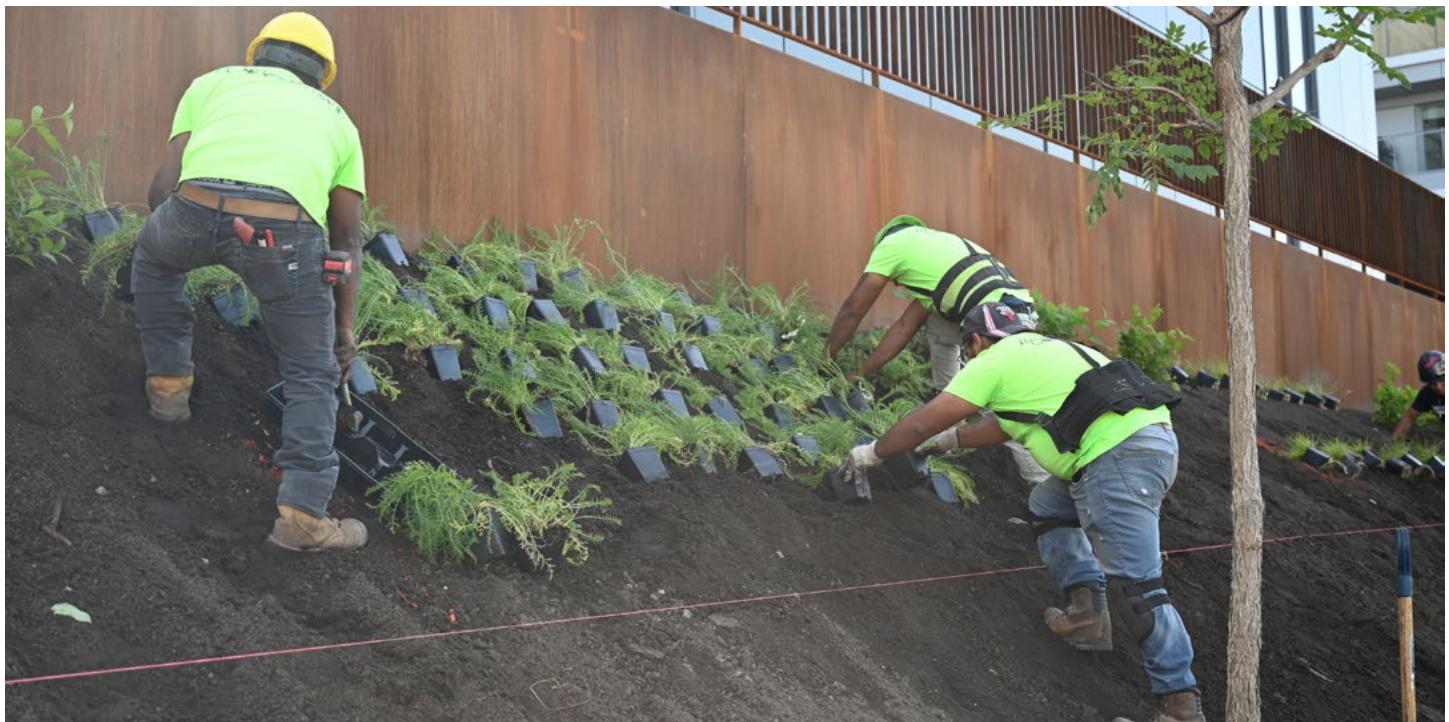
Quantité faible : moins que les précipitations normales

Quantité moyenne : plus ou moins équivalente aux précipitations normales

Quantité élevée : supérieure aux précipitations normales

## Le sol et les substrats

Le sol joue un rôle fondamental pour la croissance des plantes, c'est pourquoi il a une importance capitale et nécessite une analyse approfondie. Il importe de comprendre que plusieurs types de sols sont employés pour la mise en œuvre des IV. Les caractéristiques physicochimiques de ceux-ci sont spécifiquement adaptées pour chaque type d'ouvrage. La section suivante décrit brièvement ces différents sols et substrats ainsi que les spécificités à considérer lors de l'évaluation d'un site pour la construction d'un ouvrage végétalisé. Le tableau 2 résume ces propriétés.



### • Les substrats horticoles

Les substrats horticoles désignent les mélanges spécialisés élaborés par les pépinières et les entreprises de matériaux paysagers. Ces derniers peuvent être appropriés pour un grand nombre d'aménagements et d'IV. Bien que leurs particularités varient, ils sont identiques ou similaires aux substrats retrouvés en pépinière et jardinerie. Toutefois, leurs propriétés, excellentes pour le développement et le maintien des végétaux, devraient être examinées avec soin avant d'en faire usage pour la construction d'une IV. Ils ne sont pas tous aptes à remplir les objectifs spécifiques de chaque aménagement.

### • Les substrats structuraux

Ces types de sols ont été conçus pour répondre à des critères de construction (p. ex. capacité portante), de même qu'aux exigences des arboriculteurs. En effet, leur composition distinctive est principalement fondée sur une majorité de pierres concassées anguleuses, d'agent liant (faible quantité), mais également d'une part de terre (de type loam argileux). Cet ajout au mélange, environ 20 % de celui-ci, permet un développement racinaire adéquat pour les arbres.

### • Les substrats pour toitures végétalisées

Parfois appelés sols minéraux, terme qui fait normalement référence à la grande majorité des sols sur le territoire québécois, on parle plutôt ici de sol dont le pourcentage de matière organique est fréquemment sous la barre du 5 %, mais qui présente surtout une classe texturale graveleuse. Ce sont des substrats essentiellement employés dans la conception des toitures végétalisées.

- **Substrat d'infiltration**

Il existe certains sols conçus spécifiquement pour répondre à des besoins d'infiltration (p. ex. dans des cellules de biorétention). Ils sont généralement caractérisés par un excellent drainage, notamment grâce à une grande proportion de sable, et une composition propice, en termes de matière organique et autres caractéristiques physicochimiques, au développement des plantes adaptées à de tels milieux.

- **Substrat de marais filtrant**

Les mélanges de sols employés dans la mise en œuvre des marais filtrants ne sont pas présentés dans le tableau 2, mais il importe d'en faire mention. En effet, selon le type d'ouvrage, la composition peut changer drastiquement. Certains seront organisés en couches successives de particules de différents formats (graviers et sables) et, en général, exempts de matière organique. D'autres peuvent être additionnés d'une strate de substrat horticole drainant. Les marais de type surfacique à flux horizontal, entre autres, peuvent être composés uniquement d'un bassin d'eau libre qui fait office de médium de croissance pour les plantes aquatiques flottantes.

- **Sol en place**

Il est question ici du sol d'origine, celui qui est présent initialement sur le site ou sous les infrastructures de surface (p. ex. la chaussée d'une route). Leur classe texturale et leurs caractéristiques variables peuvent avoir une incidence majeure sur la mise en œuvre des ouvrages végétalisés. On les regroupe généralement selon leurs caractéristiques texturales (fine, moyenne ou grossière).

- **Anthroposol**

Les anthroposols ne sont pas présentés dans le tableau 2, mais représentent une réalité commune dans la mise en place des IV. Ces types de sol ont été fortement altérés par l'activité humaine, soit-elle de nature industrielle, agricole ou urbaine. Les horizons d'origine ont été grandement perturbés ou sont complètement enfouis. Leur composition peut être caractérisée par la présence de divers matériaux et substances exogènes (p. ex. gravier, ordures, débris de construction, polluants) qui modifieront plusieurs propriétés physicochimiques du sol, changeront le régime hydrique (p. ex. drainage inadéquat) et l'activité microbienne. Dans un contexte d'ouvrage végétalisé, leur occurrence peut signifier une difficulté supplémentaire à prendre en considération selon leurs caractéristiques.

**Tableau 2. Caractéristiques physicochimiques et structurales des différents types de sols et substrats et infrastructures végétalisées reliées.**

Types de sols	Caractéristiques							Infrastructures végétalisées liées
	pH	pH tampon	Conductivité (mS/cm)	Pourcentage (%) de matière organique	Classe texturale	Drainage	Résistance à la compaction	
<b>Substrat horticole</b>	6-7	7	< 1,25	10-15 %	Sable loameux, Loam sableux	Bon	Moyenne	Biorétention, toitures végétalisées de type intensive, plantations en milieu minéralisé, bandes riveraines et stabilisation végétale de sol et de berges, murs végétalisés
<b>Substrat structural</b>	6-7,5	7,3	< 1,25	< 5 %	Inclassable	Bon	Élevée	Plantations en milieu minéralisé
<b>Substrat pour toitures végétalisées</b>	6-8	n/d	< 3	5-20 %	Sol graveleux à texture sableuse	Bon	Élevée	Toitures végétalisées
<b>Substrat d'infiltration</b>	6-7,5	n/d	< 1,25	3-10 %	Loam sableux, sable loameux	Bon	Moyenne	Biorétention
<b>Sol en place du groupe de texture 1 (texture fine)</b>	Variable	Variable	Variable	Variable	Loam sablo-argileux, loam argileux, loam limono-argileux, argile sableuse, argile limoneuse, argile, argile lourde	Faible	Faible	Bandes riveraines et stabilisation végétale de sol et de berges, phytoremédiation, haies brise-vent, plantations filtrantes
<b>Sol en place du groupe de texture 2 (texture moyenne)</b>	Variable	Variable	Variable	Variable	Loam, loam limoneux, limon	Faible à Moyen	Moyenne	
<b>Sol en place du groupe de texture 3 (texture grossière)</b>	Variable	Variable	Variable	Variable	Sable, sable loameux, loam sableux	Bon	Moyenne	

\* Les données affichées dans ce tableau sont à titre indicatif. Elles sont basées sur des caractéristiques moyennes de sols et substrats employés sur le marché québécois ou mentionnées dans le Guide de référence en fertilisation, 2<sup>e</sup> édition, CRAAQ (2010).

- **Topographie**

Outre les caractéristiques chimiques et physiques du sol, le relief sur lequel doivent être construites certaines IV nécessitera d'être examiné. Typiquement, les inclinaisons des fossés, talus, berges et bandes riveraines auront un impact important sur l'alimentation en eau et le drainage. Ainsi, ils soumettront les végétaux à des contraintes érosives.

- **Infrastructure technique**

La présence d'infrastructures du réseau technique est une réalité à évaluer pour beaucoup d'aménagements, autant en milieu urbain qu'en milieu industriel. Ces installations, en usage ou non, auront un impact important sur le choix des végétaux, leur entretien, leur développement et, ultimement, le bon fonctionnement des IV. Les végétaux peuvent, inversement, endommager les infrastructures (p. ex. bris, pannes, obstructions) et générer des risques pour la sécurité (p. ex. incendies, entraves, pertes de visibilité, accès aux services d'urgence). En présence d'infrastructure de cet ordre, il est donc essentiel d'effectuer une planification adaptée qui pourra garantir la pérennité des aménagements et la sécurité du public. La consultation des règlements municipaux et des limites de dégagements prescrites par les différents services publics est recommandée.

### Évolution et entretien

Peu importe la qualité du sol et des infrastructures, ces éléments et leur milieu évolueront. Qu'il soit question de la variation du pH, de la conductivité, la concentration et la composition des éléments présents ou encore de l'accumulation de sédiments, ces changements devront être pris en considération et, idéalement, traités. Il est donc important de prévoir un suivi des IV, tant des végétaux que du substrat.

Dans la même optique, la gestion des adventices est un élément qui ne sera jamais assez pris en considération. Le fonctionnement optimal des installations repose en partie sur l'état de santé et le bon développement des végétaux. Les mauvaises herbes sont des vecteurs de maladie et d'insectes ravageurs importants. Elles entrent également en compétition avec les plantes sélectionnées pour les besoins de l'ouvrage et peuvent nuire considérablement à leur croissance, au point de les supplanter. L'inaction peut aussi contribuer à l'établissement et la propagation de plantes exotiques envahissantes. Leur élimination devrait être priorisée. En résumé, pour assurer la pérennité des IV, il est non seulement nécessaire de bien comprendre les spécificités initiales du site, mais également primordial de planifier un suivi et un entretien afin de maintenir des conditions de croissance optimales.

# Caractéristiques et conditions de croissance particulières selon le type d'infrastructures végétalisées

Dans cette section, nous présentons les applications potentielles et les principaux types et formats de végétaux employés pour 9 types d'infrastructures végétalisées. À cela s'ajoutent également des conditions de croissance particulières et des considérations d'aménagement propres au type d'IV, qu'il sera essentiel de considérer au moment de sélectionner des végétaux.



Plantation en milieu minéralisé



Bandes riveraines et stabilisation végétale de sol et de berges



Biorétention



Haies brise-vent



Marais filtrants



Murs végétalisés



Phytoremédiation



Plantations filtrantes



Toitures végétalisées



## Plantation en milieu minéralisé

**Applications :** trottoir et saillie, terre-plein, îlot routier central, carrefour giratoire, bordure de piste cyclable ou de voie ferrée, stationnement, place publique pavée, autres surfaces minéralisées.

**Types de végétaux :** arbres et arbustes feuillus ou conifères et vivaces, de différents calibres et aux ports variés, tolérants aux conditions urbaines et spécifiques à chaque site (rusticité, sels de déglaçage, vent, etc.).

### Formats recommandés :

- Arbres : moyen (calibre de 30 à 70 mm pour les feuillus ou 20 à 125 cm pour les conifères) ou grand (calibre de plus de 70 mm pour les feuillus ou plus de 125 cm pour les conifères).
- Arbustes : moyen (pot de 2,5 à 12 L) ou grand (pot de 13 L et plus).
- Vivaces : petit (pot de 0,05 à 2,2 L) ou moyen (pot de 2,5 à 12 L).

### Conditions de croissance particulières

#### • Sols pauvres

Les sols (horticoles, d'ingénierie ou structuraux) utilisés peuvent varier en matière de qualité de substrat de croissance (pH, quantité d'éléments nutritifs, etc.). De plus, si l'infrastructure n'est pas liée au sol en place, isolée par des membranes et géotextiles ou encore du béton, le milieu s'appauvrira sans ajout d'amendements. Les besoins nutritifs des végétaux demeurent donc un facteur important à considérer. Le type de sol, définie dans nos répertoires comme exprimant les classes texturales favorables au développement de chaque plante, constitue un repère utile pour la sélection, bien qu'il ne reflète qu'en partie cette dimension.

### • Espace racinaire restreint

L'espace disponible pour la croissance racinaire peut également être limité selon le type d'ouvrage et de fosse de plantation. Il est donc important d'adapter le choix des végétaux en considérant leur type d'enracinement.

### • Compaction

Sans protection (grillage, délimitation ou couvert végétal, par exemple), on observe fréquemment la compaction des sols en raison du piétinement, du passage de machinerie et de véhicule, de l'accumulation de déchets de grande taille ou autres. Les vibrations, par exemple dues à la circulation routière, peuvent aussi contribuer à la compaction du sol. Finalement, le sol en place sous les infrastructures minéralisées et auquel les plantations peuvent avoir accès selon la compaction est souvent déjà compacté. Dans ce cas-ci, le type de racines et le type de sol auquel les plantes sont adaptées sont des facteurs à considérer lors de la sélection.

### • Dommages physiques

Un milieu urbain soumet les végétaux à l'activité humaine, ce qui implique qu'ils subiront potentiellement des dommages causés par des véhicules en tout genre, les activités de déneigement, le manque d'entretien (p. ex. tuteurs et colerettes non retirés) ou encore du vandalisme.

### • Rongeurs et cervidés

La présence croissante des cerfs de Virginie en milieu urbanisé a un impact de plus en plus significatif sur les plantations. Les rongeurs peuvent également causer des dégâts considérables. Les dommages aux feuillages et aux troncs peuvent mener à un ralentissement de croissance et une mort prématuée des plants (broutage, annelage, etc.). Il est donc important de prévoir la mise en place de protecteurs individuels ou de méthodes dissuasives, comme les clôtures, selon l'aménagement, sa localisation et le risque associé à la densité de populations de cerfs de Virginie.

### • Contamination potentielle, sel de déglaçage, embruns salins et abrasifs

L'eau de ruissellement provenant des chaussées est chargée en éléments traces, hydrocarbures et autres polluants, soit en contaminants qui pourront se retrouver dans l'infrastructure selon la conception. Les végétaux utilisés seront donc potentiellement contaminés, car exposés à ces éléments. À certains endroits, l'application de pesticide peut également représenter une menace directe (p. ex. lessivage de traitements de pelouse à l'aide d'herbicide). Le sel de déglaçage, les embruns salins et les abrasifs provenant des épandages hivernaux affecteront quant à eux autant le sol et les racines que les parties aériennes des végétaux, et occasionnent différents dégâts selon leur localisation. La tolérance à ce type d'élément est à privilégier.

### • Pollution diffuse

Qu'elle se retrouve au niveau de l'air ou du sol, la contamination peut affecter les végétaux urbains. Dans l'air, on parle notamment de l'ozone, du dioxyde de soufre, de l'oxyde nitreux et des particules de poussières. Promouvoir une sélection de plantes avec une bonne résistance à ces facteurs abiotiques (pollution) sera bénéfique.

### • Chaleur radiative

La combinaison du phénomène d'îlots thermiques, les changements climatiques et la chaleur accumulée par les surfaces imperméables exposées a un impact sur les plantes et leur performance générale dans les IV en milieu minéralisé. La zone de rusticité, l'indice des températures les plus chaudes enregistrées et la capacité de résister à la sécheresse seront des caractéristiques déterminantes pour un choix éclairé.

### • Infrastructures techniques

Les plantations en milieu minéralisé impliquent plus fréquemment qu'autrement une intervention en milieu urbain. Les infrastructures environnantes (en surface et souterraines) peuvent représenter un frein au bon développement des végétaux et limiter le choix des plantes appropriées. Ces installations peuvent créer un obstacle à la croissance racinaire et aérienne ou miner la performance de certains aménagements en diminuant le volume de sol. Il est également conseillé de respecter les limites de dégagement prescrites par les propriétaires de ces infrastructures techniques. S'informer sur la présence et le type d'infrastructures à proximité de l'IV est capitale. Connaître la hauteur et la largeur des végétaux à maturité, leur type de racines, leur développement maximal et leur densité fait également partie d'une démarche raisonnée.



## Bandes riveraines et stabilisation végétale de sol et de berges

**Applications :** toutes les surfaces de sol, talus ou berge sujettes ou susceptibles à l'érosion, qu'elle soit éolienne, hydrique ou autre, incluant les abords d'infrastructures routières, les terrains aménagés en pente, les rives sujettes à l'érosion et les berges de fossés et canaux de drainage.

**Types de végétaux :** arbres ou arbustes à croissance rapide, à système racinaire important et à reproduction végétative pour les phytotechnologies de stabilisation avec ou sans combinaison avec des espèces herbacées complémentaires. Graminées et/ou autres herbacées dans le cas de couverts à établissement rapide. Tous types de végétaux dans le cas de la végétalisation simple, en adéquation avec les caractéristiques du milieu.

### Formats recommandés :

- Arbres : multicellules, petit (calibre de moins de 30 mm pour les feuillus ou moins de 30 cm pour les conifères) ou moyen (calibre de 30 à 70 mm pour les feuillus ou 20 à 125 cm pour les conifères).
- Arbustes : boutures, petit (pot de 0,05 à 2,2 L) ou moyen (pot de 2,5 à 12 L).
- Vivaces : semences, petit (pot de 0,05 à 2,2 L) ou moyen (pot de 2,5 à 12 L).

## Conditions de croissance particulières

### • Ruisseaulement important et érosion de surface

En contexte de pente et de sol à nu, le ruissellement important peut provoquer de l'érosion de surface, miner les efforts d'ensemencement et de plantation. En fonction de l'intensité, l'érosion peut mener au lessivage des semences et la perte de végétaux par déchaussement. De plus, les mouvements de terrain peuvent déraciner les arbres et entraîner la perte de terre. Pour pallier ces contraintes, il est important d'adapter la méthode de plantation et d'ensemencement au contexte d'érosion et cibler des espèces à établissement rapide, caractérisées par un développement racinaire étendu et profond. Une production abondante de semences et un bon taux de germination peuvent également lutter contre les pertes potentielles et la colonisation d'espèces indésirables.

### • Inondation ou sécheresse prolongée

Selon la situation, et en particulier dans le cas des travaux en berge, des variations de niveau d'eau importantes peuvent exposer les végétaux à des périodes d'inondation prolongées. La fréquence de ces inondations peut également fluctuer dans le temps, en fonction de la localisation de l'ouvrage. Les végétaux doivent être adaptés à des conditions de submersion totale ou partielle temporaire et à un milieu de croissance saturé selon leur emplacement dans le talus. Pour une pente sèche (non adjacente à un plan d'eau), des conditions de sécheresse accrue peuvent au contraire être présentes en raison du drainage rapide de l'eau vers le bas de la pente. La tolérance aux inondations et la sécheresse, de même que le type de sol auquel les plantes sont adaptées seront des caractéristiques clés dans le processus de sélection. La rusticité des végétaux apportera également des informations sur leur capacité à résister à ces conditions.

### • Sels de déglaçage

En milieu urbain, près des chaussées, l'exposition à des sels de déglaçage, des embruns salins et des abrasifs est une possibilité pour les végétaux de talus et pentes. Les caractéristiques physicochimiques du sol pourraient être altérées et la croissance des plantes, ainsi que leur performance, serait susceptible de décliner. Les embruns salins pourraient également provoquer des dommages aux parties aériennes. Des végétaux, notamment caractérisés par une bonne tolérance au sel, performeront mieux dans un tel type d'IV.

### • Différentes zones d'humidité

La conception d'une infrastructure ayant pour objectif de stabiliser une pente ou une berge implique de prendre en considération un gradient d'humidité selon la berge, le talus ou la bande riveraine (p. ex. le bas du talus sera plus humide que le haut). Le type de sol auquel les plantes sont adaptées, la tolérance aux inondations et la zone de rusticité sont toutes des caractéristiques qui permettront de faire un choix raisonné en termes de plantes.

### • Glaces

Plus fréquent le long du fleuve, de ses grands tributaires et des rivières, l'action mécanique des glaces sur la végétation et le sol est une contrainte environnementale importante. Les débâcles printanières, notamment, peuvent provoquer des pertes de sol majeures, déchaussant les racines des arbres et écorchant les troncs. Le sol peut être décapé par les crues et les glaces et ainsi mener à la perte de végétaux. Similaires aux contraintes d'érosion de surface, les multiples traits fonctionnels des plantes qui les caractérisent comme ayant une bonne vitesse de croissance, un enracinement profond et dense, la capacité de se reproduire végétativement ou une grande production de graines, peuvent tous être d'importance dans l'élaboration d'une liste de végétaux ciblant la stabilisation de berges en présence de glaces.

### • Possibilité de sols pauvres ou de milieu appauvri

L'érosion des sols peut mener à un appauvrissement du milieu de croissance, augmentant la difficulté des travaux liés à l'établissement d'IV. Il peut alors être requis de prévoir plus d'amendements et/ou de substrats de plantation sur le terrain. Des plantes répondant aux caractéristiques du sol en place, en réponse à sa qualité et son volume (type de sol et type d'enracinement), sont primordiales pour assurer l'établissement de tel ouvrage.

- **Adventices**

Dans le cas de la stabilisation de pente et de berges, les mauvaises herbes peuvent rapidement envahir les aménagements et nuire à l'établissement des techniques de stabilisation employant du matériel végétal. Il est notamment question d'un recouvrement qui peut freiner drastiquement le développement des espèces sélectionnées, même celles à croissance rapide comme les saules. Ces espèces non désirées peuvent également prendre le dessus sur les ensemencements employés comme méthode de végétalisation. La connectivité des écosystèmes que procurent les berges peut également être menacée par la propagation des plantes exotiques envahissantes qui peuvent s'établir à travers l'infrastructure. Dans ce contexte, la vitesse de recouvrement et de croissance, la capacité de reproduction végétative, la masse des graines ainsi que les dimensions à maturité constituent des critères déterminants pour orienter le choix des végétaux.



## Bioréention

**Applications :** bordures d'infrastructures routières de tous types, stationnements, places publiques, parcs et espaces verts, ruelles, et tout autre type de terrain public, institutionnel ou privé souhaitant gérer de façon durable des eaux de pluie.

**Types de végétaux :** Haut de l'ouvrage : herbacées et graminées tolérantes à des variations d'humidité fréquentes (incluant des périodes de sécheresse) et autres stress liés au site; Milieu de l'ouvrage : arbres et arbustes feuillus ou conifères, herbacées et graminées, tolérants aux inondations ponctuelles et autres stress liés au site; Bas de l'ouvrage : arbres et arbustes feuillus ou conifères et herbacées tolérants aux inondations et autres stress liés au site.

### Formats recommandés :

- Arbres : moyen (calibre de 30 à 70 mm pour les feuillus ou 20 à 125 cm pour les conifères) ou grand (calibre de plus de 70 mm pour les feuillus ou plus de 125 cm pour les conifères).
- Arbustes : petit (pot de 0,05 à 2,2 L) ou moyen (pot de 2,5 à 12 L) ou grand (pot de 13 L et plus).
- Vivaces : petit (pot de 0,05 à 2,2 L), moyen (pot de 2,5 à 12 L) ou grand (pot de 13 L et plus).

## Conditions de croissance particulières

### • Exposition à des variations d'humidité importantes

La réalisation d'une aire de biorétention, peu importe le type, implique de contraindre les végétaux à des variations de périodes de sécheresses et d'humidité de différents degrés selon l'ouvrage. En effet, ces installations étant autant conçues afin de retenir temporairement les surplus d'eau de pluie que pour les infiltrer ou les rediriger, sont assujetties aux précipitations et leur variabilité. Les caractères tels que la tolérance à la sécheresse, aux inondations, la zone de rusticité et le type de sol auquel les plantes sont adaptées peuvent vous renseigner sur leur aptitude à performer dans des conditions de biorétention. L'évapotranspiration relative aidera quant à elle à cibler avec plus d'efficacité cette sélection selon l'objectif de l'IV.

### • Différentes zones d'humidité

Variables d'un type à l'autre, les aires de biorétention peuvent être composées de différentes zones d'humidité à prendre en considération lors de la sélection des végétaux. Au bas de l'ouvrage se retrouvent des zones plus humides, mais caractérisées par un drainage adapté (p. ex. les aires de rétention de surface). Le milieu de ces infrastructures est soumis à une succession de périodes où le sol sera temporairement saturé en eau et des périodes de sécheresse. Conçu afin d'avoir d'excellentes qualités drainante, le haut sera exposé à des épisodes de sécheresse prolongée (p. ex. zone de prétraitement). En prenant compte de cette répartition au sein de l'infrastructure et en la corrélant à des traits tels que l'évapotranspiration relative, le type de sol auquel les plantes sont adaptées, la zone de rusticité, la tolérance aux inondations et la sécheresse, il sera possible de faire un choix plus judicieux au niveau des végétaux.

### • Potentiel de contamination

L'eau de ruissellement provenant des chaussées et autres surfaces minéralisées est chargée en éléments traces métalliques, hydrocarbures et autres polluants qui se retrouveront dans l'infrastructure et auxquels les végétaux seront exposés. Il est donc important de sélectionner des végétaux reconnus comme étant tolérants aux contaminants présents.

### • Sels de déglaçage, embruns salins et abrasifs

Les sels de déglaçage, les embruns salins et les abrasifs provenant des épandages hivernaux affectent autant le sol, la partie racinaire que la partie aérienne des végétaux selon leur localisation. La tolérance au sel est un caractère des plantes bien indiqué pour répondre à cette contrainte.

### • Chaleur radiative

La combinaison du phénomène d'îlots thermiques, les changements climatiques et la chaleur accumulée par les surfaces imperméables exposées a un impact sur les plantes et leur performance générale dans les IV. Les biorétentions installées dans des milieux fortement minéralisés (p. ex. stationnement, bordure de route, etc.) seront soumises à ce stress. Afin d'assurer la pérennité d'un ouvrage comme ce dernier, il importe de sélectionner des végétaux susceptibles de résister à ces conditions, notamment en étant caractérisé par une bonne tolérance à la sécheresse et dont la zone de rusticité est adaptée à l'environnement immédiat.

### • Infrastructures techniques

Les installations du réseau technique, comme les conduites et les lignes électriques aériennes, peuvent influencer le choix des végétaux et nuire à l'efficacité des biorétentions. Ces infrastructures peuvent constituer un obstacle à la croissance des végétaux et miner la performance de certains aménagements en diminuant le volume de sol. À l'inverse, les végétaux peuvent représenter un risque pour le réseau technique. Il est donc important de vérifier la présence et le type d'infrastructures techniques afin d'adapter la conception en conséquence. La hauteur et la largeur des végétaux à maturité, ainsi que le type, la profondeur et la densité de leur système racinaire sont tous des traits importants à considérer dans ce processus.

### • Adventices

Les mauvaises herbes peuvent freiner le développement des espèces sélectionnées pour le fonctionnement de l'IV. De plus, selon le type d'ouvrage (p. ex. noues et fossés végétalisés), ces aires de biorétention peuvent servir de corridor biologique mais également participer à la propagation de plantes indésirables vers d'autres écosystèmes possiblement vulnérables à leur colonisation. Afin de limiter les pertes de végétaux et de performances dues à la présence d'adventices et la propagation d'espèces indésirables, une vitesse élevée de croissance et de recouvrement sont des caractéristiques qui devraient être ciblées dans le choix des plantes pour les biorétentions. Il est également question de leurs dimensions maximales, leur capacité de reproduction végétative et de propagation par semis.



## Haies brise-vent

**Applications :** abords des infrastructures routières, abords de bâtiments agricoles ou autre bâtiment, bordure de terres agricoles ou toute autre application jugée pertinente.

**Types de végétaux :** arbres feuillus ou conifères de grande taille, parfois en combinaison avec des arbustes et/ou des herbacées selon les fonctions recherchées.

### Formats recommandés :

- Arbres : moyen (calibre de 30 à 70 mm pour les feuillus ou 20 à 125 cm pour les conifères) ou grand (calibre de plus de 70 mm pour les feuillus ou plus de 125 cm pour les conifères).
- Arbustes : moyen (pot de 2,5 à 12 L) ou grand (pot de 13 L et plus).
- Vivaces : petit (pot de 0,05 à 2,2 L).

### Conditions de croissance particulières

#### • Vents

L'exposition à des vents forts peut provoquer divers types de dommages sur les végétaux, tant ligneux qu'herbacés. Il peut s'agir de défoliation prématuée, de dégâts physiques, mais également de déformation morphologique (ploiemment, altérations des racines et du tronc, anémomorphose). La résistance à cet élément, un caractère identifié sous le terme de *tolérance au vent* dans les répertoires de Québec Vert, prend en compte la profondeur d'enracinement, la densité des tiges ou du bois, ainsi que la hauteur des plantes. Ces attributs doivent être priorisés lors de la sélection des végétaux pour les haies brise-vent, afin d'assurer leur résilience face aux conditions venteuses. Les traits retenus afin de calculer cette résistance reflètent ceux pour lesquels des données fiables et des corrélations claires avec la tolérance au vent ont été établies dans la littérature scientifique.

### • Exposition à des contaminants

En milieu agricole, les haies brise-vent peuvent être soumises à la dérive des pesticides appliqués en champ. Il est principalement question de gouttelettes volatiles à la suite de la pulvérisation, mais également la migration de pesticide qui pourrait atteindre la haie par ruissellement de surface. Selon le contexte, cette exposition peut mener à des dommages d'intensité variable, allant jusqu'à la perte de végétaux. Si l'objectif est effectivement de réduire la dérive pour protéger un habitat sensible ou un autre champ, plusieurs facteurs supplémentaires seront à considérer lors de sa conception, notamment les caractéristiques agroécologiques du site, les exigences de l'espèce, l'interaction potentielle avec les cultures et les besoins de protection (Vézina et al., 2007).

En milieux industriel et urbain, les haies brise-vent peuvent être exposées à d'autres types de contaminants. Les éléments traces métalliques, les hydrocarbures et autres polluants peuvent contaminer l'eau et le sol des plantations, en particulier à proximité des routes, autoroutes et zones industrielles. Les gaz polluants tels que les oxydes d'azote, le dioxyde de soufre, ainsi que les particules fines provenant des émissions industrielles ou de véhicules, peuvent également affecter la croissance des végétaux. De plus, des solvants, des acides ou des bases peuvent se retrouver dans l'environnement et nuire à la santé de ces infrastructures. Il est donc essentiel de sélectionner des espèces végétales adaptées aux conditions spécifiques de ces milieux, en tenant compte de leur tolérance aux contaminants présents.

### • Sels de déglaçage, embruns salins et abrasifs

Employée près des routes et chaussées (p. ex. en bordure d'autoroute), l'exposition à des sels de déglaçage, des embruns salins et des abrasifs est également possible. Ces particules et matériaux affectent autant les caractéristiques physicochimiques du sol, la partie racinaire que la partie aérienne des végétaux selon leur localisation. Un ralentissement de croissance et une perte de feuillage prématuée peuvent grandement affecter les performances d'une haie brise-vent. La résilience à l'exposition de ces substances et leur accumulation potentielle est à préconiser chez les plantes sélectionnées lors de la planification de l'IV.

### • Rongeurs et cervidés

Une haie composée de jeunes arbres, arbustes et herbacées peut être la cible de rongeurs et cervidés selon la localisation. Les dommages au feuillage et au tronc peuvent mener à un ralentissement de croissance et une mort prématuée de plants (broutage, annelage, etc.). Il est donc essentiel de planifier l'installation de protecteurs individuels ou de dispositifs dissuasifs, tels que des clôtures, adaptés à l'aménagement, à sa localisation et au risque associé à la densité des populations de cerfs de Virginie.



## Marais filtrants

**Applications :** traitement secondaire ou tertiaire d'eau usée de tous types, incluant les eaux usées domestiques, agricoles ou industrielles, les lixiviats miniers ou industriels et les eaux de ruissellement et de lessivage (pollution diffuse).

**Types de végétaux :** herbacées aquatiques ou semi-aquatiques pour les marais surfaciques, herbacées (ou parfois arbustes) obligatoires ou facultatives de milieux humides pour les marais sous-surfaciques.

### Formats recommandés :

- Arbustes : boutures ou petit (pot de 0,05 à 2,2 L).
- Vivaces : petit (pot de 0,05 à 2,2 L) ou moyen (pot de 2,5 à 12 L).

### Conditions de croissance particulières

- **Inondation constante (anoxie)**

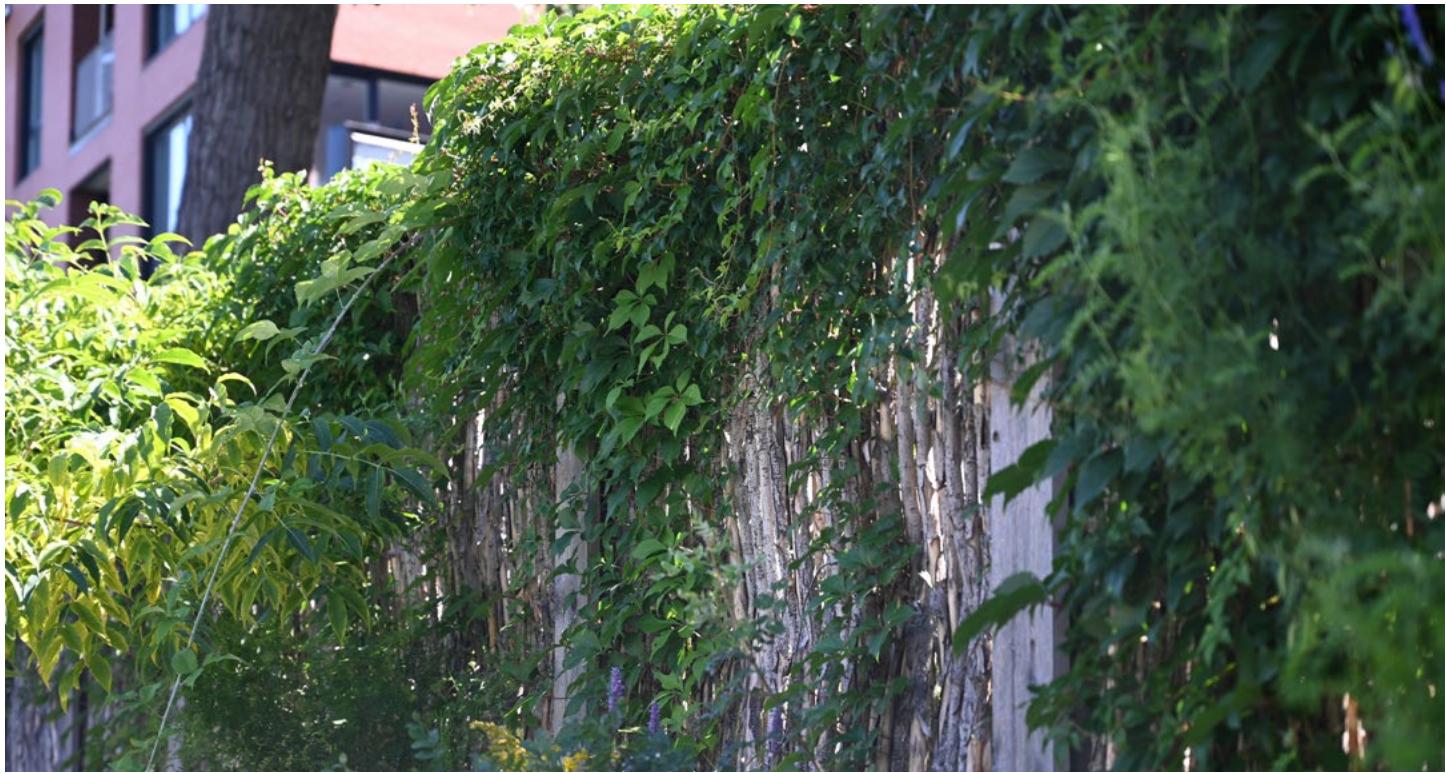
L'alimentation constante en eau et un environnement saturé caractérisent la plupart des marais filtrants. Le milieu de croissance, constitué soit d'un bassin d'eau libre, de lit de gravier et/ou de sable (additionné à une fraction d'un substrat horticole ou non) aura une incidence sur cette contrainte. Peu importe le type d'ouvrage et sa composition, ils seront régulièrement inondés pendant des périodes plus ou moins prolongées. Il est donc primordial d'exécuter la sélection des plantes en considérant leur tolérance aux inondations et le type de sol auquel elles sont adaptées en parallèle avec le type de marais et les conditions d'humidité spécifiques à sa conception.

- **Potentiel de contamination**

L'objectif principal de ces ouvrages végétalisés étant le traitement des eaux usées, l'exposition à des contaminants est systématique. Les plantes sélectionnées devront être caractérisées par leur tolérance aux polluants présents dans la charge (p. ex. éléments traces métalliques, composés toxiques), mais également aux conditions agroécologiques changeantes (p. ex. pH, conductivité) qui pourraient devenir phytotoxiques par l'influence de cette même charge. Il est donc important de sélectionner des végétaux reconnus comme étant tolérants aux contaminants présents.

- **Milieu pauvre selon la charge**

Initialement composé d'un substrat minéral pauvre ou exempt de matière organique pour son bon fonctionnement, il est fréquent que le milieu de croissance du marais ne contienne pas suffisamment de nutriments pour combler les besoins des végétaux. L'alimentation en eaux usées peut répondre à certains besoins nutritifs, mais ce n'est pas toujours le cas. Il s'avère primordial de faire une sélection adaptée à cette contrainte environnementale, d'une part, mais également de faire un suivi sur les conditions de croissance qui changent d'un ouvrage à l'autre et dans le temps, d'autre part. Le caractère *type de sol* exprime les classes texturales favorables au développement des plantes et peut aider à orienter la sélection dans ce contexte, même partiellement.



## Murs végétalisés

**Applications :** mur aveugle (sans ouverture), extérieur ou intérieur de l'enveloppe d'un bâtiment, clôture, muret, filet, treillis ou toute autre surface verticale.

**Types de végétaux :** plantes grimpantes ou à palisser (façade végétalisée), herbacées, graminées ou fougères, parfois des plantes potagères ou des arbustes nains (mur vivant extérieur) ou plantes vertes variées (mur vivant intérieur).

### Formats recommandés :

- Arbustes : petit (pot de 0,05 à 2,2 L) ou moyen (pot de 2,5 à 12 L).
- Vivaces : tapis précultivé, petit (pot de 0,05 à 2,2 L) ou moyen (pot de 2,5 à 12 L).

### Conditions de croissance particulières

#### • Faible volume de sol (murs vivants)

Parmi les types de murs végétalisés, le mur vivant peut impliquer l'emploi de substrat traditionnel où la quantité de sol sera limitée, ou encore pas de sol du tout dans le cas des murs hydroponiques. Un volume de terreau réduit signifie un espace restreint pour la croissance racinaire. Une contrainte qui doit être exprimée dans la sélection. La majorité des murs vivants utilise des systèmes de fertigation automatisés, mais certains modèles permettent de le faire manuellement. Dans les deux cas, un suivi modulé (par des sondes et un système de contrôle informatisé ou non) sera nécessaire. Afin d'adapter la planification du projet à ces conditions de croissance, le type, la profondeur et la densité du système racinaire, l'évapotranspiration relative ainsi que le type de sol auquel les plantes sont adaptées doivent être examinés parmi les traits à considérer.

- **Sols compactés et/ou pauvres (façade végétalisée)**

Les façades végétalisées, selon l'installation sélectionnée, peuvent se retrouver avec des problèmes de compaction de sol. En effet, si les plantes sont enracinées dans une fosse au niveau du trottoir, elles peuvent être exposées aux phénomènes similaires observés dans les ouvrages implantés en milieu minéralisé. Les problèmes seront dus, en moindre proportion, aux passages des piétons, mais surtout aux opérations de déneigement sur les surfaces adjacentes. Dans le même ordre d'idées, installé au niveau du sol, sans suivi et ajout d'amendement, le milieu de croissance s'appauvrira. Le caractère type de sol aidera à définir l'aptitude des plantes à s'adapter et à croître dans ces conditions.

- **Sels de déglaçage, embruns salins et abrasifs**

Employés près des chaussées, les murs végétalisés pourraient être exposés à des sels de déglaçage, des embruns salins et des abrasifs. Les travaux d'épandage affectent autant le sol, la partie racinaire que les parties aériennes des végétaux et occasionnent différents dégâts selon leur localisation. Dans l'objectif d'assurer la survie des plantes et le bon fonctionnement de l'infrastructure, il devient important de considérer le caractère de tolérance aux sels, lors de leur sélection.

- **Exposition accrue (murs extérieurs)**

Le soleil et les intempéries soumettent les plantes à des conditions difficiles à l'extérieur. Une exposition aux rigueurs des saisons hivernales et à un ensoleillement soutenu aura un impact sur les installations, notamment une augmentation des besoins en eau, une réduction de la durée de vie de certains matériaux et la possibilité de causer des dommages de dessiccation hivernale et des gelures. Les plantes seront plus vulnérables à ce type de dégât dû à la couverture de neige insuffisante et au volume réduit ou à l'absence de substrat. Dans ce contexte, il est crucial de privilégier des végétaux adaptés à une zone de rusticité plus froide, tolérants au vent et à la sécheresse, possédant une bonne densité racinaire ainsi qu'une vitesse de croissance favorisant un établissement rapide.



## Phytoremédiation

**Applications :** sols contaminés de nature diverse, incluant les sols contaminés aux hydrocarbures, aux métaux lourds et à contamination mixte.

**Types de végétaux :** plantes herbacées ou arbustives identifiées comme hyperaccumulatrices ou arbres et arbustes à croissance rapide, à forte production de biomasse.

### Formats recommandés :

- Arbres : multicellules
- Arbustes : boutures
- Vivaces : semences

### Conditions de croissance particulières

#### • Contamination

La phytoremédiation étant un ensemble de techniques *in situ* (pouvant être implantées directement sur le site contaminé) misant sur les plantes pour extraire, dégrader ou immobiliser des contaminants, les végétaux seront systématiquement exposés à des composés toxiques. De plus, puisque ce type d'IV regroupe diverses techniques de décontamination, il sera primordial d'effectuer la sélection des plantes selon l'évaluation préliminaire (contaminants présents, concentrations, etc.), mais également en fonction de la ou des méthodes recommandées (phytoextraction, phytostabilisation, etc.) pour un site donné. Il est donc important de sélectionner des végétaux reconnus comme étant tolérants aux contaminants présents.

### • Propriétés physicochimiques des friches industrielles

Les sites ciblés par des travaux de phytoremédiation comportent fréquemment des caractéristiques physicochimiques inadéquates pour la culture des plantes. En effet, les friches industrielles et terrains incultes sont souvent des lieux qui nécessitent un travail de préparation pour l'établissement des végétaux. Il peut s'agir d'un travail mécanique du sol où l'on doit altérer la couche superficielle, voire la retirer, étant parfois moins fertile, compactée et plus contaminée. Il peut également être question de l'ajout d'amendement spécialisé pour la technique employée ou de substrat. Dans la même optique, l'objectif étant la survie des plantes, les sites caractérisés par des conditions extrêmes, comme des milieux particulièrement saturés en eau ou très secs, nécessiteront d'être pris en considération lors de la planification. Il est alors primordial d'adapter la sélection des plantes, en corrélation avec l'analyse préliminaire du site, selon le type de sol auquel elles sont adaptées, leur tolérance à la sécheresse et évidemment d'examiner leur capacité à gérer les contaminants d'après la méthode de phytoremédiation prescrite. Il pourrait être, également inévitable de procéder à des installations spécialisées (irrigation, oxygénéation, etc.) pour mitiger les conditions du site nuisibles à l'établissement de l'IV.

### • Présence de débris enfouis et/ou d'infrastructures souterraines

Enfouissement de déchets, activité industrielle ou militaire, les sous-sols des sites contaminés sont parfois occupés par divers débris ou même des infrastructures souterraines. Leur présence peut interférer avec les plantations et/ou demander plus de travail de préparation du sol, selon leur nature. En examinant le type, la profondeur et la densité du système racinaire des plantes, il sera possible d'effectuer une sélection appropriée à la situation.

### • Adventices

Les friches industrielles, des terrains incultes et parfois négligés pendant de longues périodes, sont fréquemment propices à l'établissement d'une variété de végétaux indésirables pour l'installation d'un ouvrage de phytoremédiation. Avec la préparation du sol, la banque de semences laissées par les espèces qui ont colonisé les lieux se retrouvera dans des conditions adéquates pour germer et elles auront tôt fait de s'établir. La présence de ces mauvaises herbes aura un impact négatif sur l'implantation et la croissance de plantes sélectionnées pour l'infrastructure. Il n'est pas seulement question de compétition interspécifique, mais également de vecteurs d'insectes ravageurs et de maladies. Diverses méthodes sont employées afin de limiter ou d'éliminer les adventices, notamment le travail mécanique du sol, l'arrachage manuel, la fauche, l'utilisation de paillis et l'emploi de pesticide pré-émergent et post-émergent. Cependant, lorsqu'il est possible de le faire selon le contexte de contamination, la sélection d'espèces présentant des traits compétitifs, tels qu'une vitesse de croissance et de recouvrement élevée, une forte capacité de reproduction végétative ou, dans certains cas, une production importante de semences (p. ex. cultures intercalaires), est à favoriser parmi les caractéristiques recherchées.



PHOTO : RAMO

## Plantations filtrantes

**Applications :** traitement primaire, secondaire ou tertiaire d'eau usée de divers types et en grand volume, incluant les eaux usées domestiques, agricoles ou industrielles et les lixiviats miniers, industriels ou de lieu d'enfouissement technique.

**Types de végétaux :** arbres et arbustes à croissance rapide, à forte production de biomasse pouvant être récoltée.

### Formats recommandés :

- Arbres : multicellules
- Arbustes : boutures
- Vivaces : semences

### Conditions de croissance particulières

#### • Alimentation en eau et milieu saturé

Comme les marais filtrants, les plantations filtrantes sont soumises à des conditions d'humidité similaires. L'alimentation en eau, cependant, n'est pas constante et est adaptée aux besoins des végétaux et leur capacité d'évapotranspiration, qui change et évolue à travers le temps et la période de l'année. Le choix des plantes devrait reposer, notamment, sur les caractères de tolérance aux inondations et le type de sol auquel elles sont adaptées pour pallier les conditions particulières d'alimentation en eau de l'IV.

### • Potentiel de contamination

L'objectif principal de ces ouvrages végétalisés étant le traitement des eaux usées, l'exposition à des contaminants est systématique. Les plantes sélectionnées devront être caractérisées par leur tolérance aux polluants présents dans la charge (p. ex. éléments traces métalliques, composés toxiques), mais également aux conditions agroécologiques changeantes (p. ex. pH, conductivité) par l'influence de cette même charge. Il est donc important de sélectionner des végétaux reconnus comme étant tolérants aux contaminants présents.

### • Infrastructures souterraines

Malgré leur localisation en champ ou directement sur un site industriel, la possibilité de repérer la présence d'infrastructures souterraines n'est pas à écarter. Il est notamment question de puits, conduits (p. ex. biogaz) et de débris d'enfoncement. Ces installations peuvent représenter un obstacle à la croissance racinaire et créer des chemins préférentiels potentiellement indésirables dans le processus de traitement d'eaux usées. Le type, la profondeur ainsi que la densité du système racinaire sont des caractéristiques importantes pour adapter la sélection à la présence d'infrastructures souterraines en tout genre.

### • Eaux usées et fertilisation

L'alimentation en lixiviat de sites industriels peut combler certains besoins nutritifs, mais il est nécessaire de planifier un programme de fertilisation complémentaire. Comme pour toute grande culture en champ, une analyse agronomique de l'emplacement est essentielle. Des mesures correctives du sol avant l'établissement et pour toute la durée de service de l'ouvrage peuvent être requises. Afin de faire un choix de végétaux informé, il est alors pertinent de considérer le caractère *type de sol*, qui exprime les classes texturales favorables au développement des plantes et peut, en partie, orienter la sélection dans ce contexte de besoin nutritif.

### • Adventices

Les emplacements sur lesquels sont habituellement conçues les plantations filtrantes, notamment champs, sites ou friches industrielles, impliquent la présence d'une végétation établie et d'une banque de semences dormantes. Ces mauvaises herbes peuvent rapidement envahir la plantation ou l'espace entre les rangs. Elles mineront la capacité de la culture à s'implanter et le fonctionnement optimal de l'ouvrage végétalisé. Un facteur à prendre en considération dans la planification, le choix des plantes, mais également le suivi de l'IV. Il est donc important de baser la sélection sur des traits misant sur la vitesse de croissance et de recouvrement, des dimensions adaptées, la capacité de reproduction végétative, mais aussi la production de graines, s'il y a lieu.



## Toitures végétalisées

**Applications :** toits plats ou à pente faible, sur tout type de structure ayant une capacité de charge portante minimale.

**Types de végétaux :** plantes succulentes, certaines graminées, plantes herbacées, possibilité d'arbustes feuillus ou conifères, et plus rarement d'arbres, sélectionnés selon l'épaisseur du substrat et la présence ou non d'irrigation, et adaptés aux conditions particulières des toitures végétalisées.

### Formats recommandés :

- Arbres : multicellules ou petit (calibre de moins de 30 mm pour les feuillus ou moins de 30 cm pour les conifères)
- Arbustes : petit (pot de 0,05 à 2,2 L) ou moyen (pot de 2,5 à 12 L)
- Vivaces : semences, tapis précultivé, petit (pot de 0,05 à 2,2 L) ou moyen (pot de 2,5 à 12 L)

### Conditions de croissance particulières

- **Radiation solaire intense**

La localisation sur les toits, les caractéristiques de l'infrastructure et les nécessités structurales peuvent soumettre les plantes à des conditions atypiques. En particulier, l'exposition à des radiations solaires intenses sur de longues périodes. Le type de toiture (extensif, semi-intensif et intensif) aura un impact sur la gestion de cette contrainte. Par exemple, bien que l'arrosage soit recommandé dans la première année d'établissement, l'installation d'un toit extensif ne nécessite pas l'installation d'un système d'irrigation, puisque les plantes adaptées à des milieux plus xériques sont priorisées. Dans le cas des toits semi-intensifs et intensifs, le choix des plantes est plus grand, mais des systèmes d'irrigation peuvent être requis. C'est en se reposant sur la tolérance à la sécheresse ainsi que sur la zone de rusticité des plantes qu'il sera possible de faire un choix adapté au microclimat de l'IV.

### • Exposition au vent et aux intempéries

Comme les murs végétalisés, les toitures végétalisées ne sont pas à l'abri des intempéries et des conditions saisonnières difficiles. En hiver, le microclimat, en altitude, expose les végétaux à des températures plus basses qu'à la normale dues au refroidissement éolien plus prononcé. Parallèlement, les risques de dessiccation hivernale et de gelure peuvent également augmenter si le couvert de neige n'est pas suffisant pour les protéger du vent. Une couche de neige plus importante est un avantage dont disposent les plantes établies dans ce type d'ouvrage, comparativement aux murs. En été, le vent accentue les conditions arides des toits en asséchant les terreaux et en augmentant l'évapotranspiration des plantes. Selon le type d'installation, il est également possible d'observer de l'érosion éolienne. Lors de la conception, il est recommandé de sélectionner des végétaux provenant d'une zone de rusticité plus froide que la zone locale pour garantir une tolérance plus élevée aux conditions (p. ex. en zone 5 b, on sélectionnera des végétaux de rusticité 4 et moins) et présentant une tolérance à la sécheresse adaptée aux réalités particulières de ce type d'infrastructure.

### • Substrat minéral et volume de sol réduit

Le substrat ciblé pour ce type d'IV est communément, et dans une large proportion, minéral. Il possède peu de matière organique pour diverses raisons (poids, instabilité dans le temps, plus susceptible à la compaction, etc.) et représente une autre difficulté dans le choix des espèces. Le volume de sol peut également être limité à moins de 15 cm, comme dans le cas des toitures végétalisées de type extensif. Un faible volume signifie qu'il y a peu de réserve d'eau dans le sol et avec les conditions plus chaudes et venteuses, cela expose les plantes à des stress hydriques plus fréquents. Les plantes qui ne sont pas appuyées par un système d'irrigation seront soumises à des variations de période humide et sèche, assujetties aux précipitations. Dans l'ensemble, ces conditions nécessitent un choix de plantes adapté au milieu xérique (faible besoin en eau et en nutriments, système racinaire peu profond, horizontal et non agressif, etc.). Il est donc essentiel d'examiner les traits qui expriment ces caractéristiques : évapotranspiration relative, type de sol, type, profondeur et densité du système racinaire ainsi que tolérance à la sécheresse.

## Résumé des conditions de croissance dans les IV

**Tableau 3. Conditions de croissance particulières selon les différents types d'infrastructures végétalisées ainsi que les traits à considérer pour l'adaptation à ces conditions**

Infrastructures végétalisées	Conditions de croissance particulières	Caractéristiques à considérer lors de la sélection des végétaux
<b>Plantation en milieu minéralisé</b>	Sols pauvres	Type de sol, tolérance au sel
	Espace racinaire restreint	Profondeur et densité racinaire, type de racines
	Compaction	Type de racines, type de sol
	Dommages physiques	Aucun trait à considérer face à cette contrainte
	Rongeurs et cervidés	Aucun trait à considérer face à cette contrainte
	Contamination potentielle, sels de déglaçage, embruns salins et abrasifs	Tolérance au sel
	Pollution diffuse	Tolérance à la pollution
	Chaleur radiative	Zone de rusticité, tolérance à la sécheresse
	Infrastructures techniques	Profondeur et densité racinaire, type de racines, hauteur et largeur maximale
<b>Bandes riveraines et stabilisation végétale de sol et de berges</b>	Ruisseaulement important et érosion de surface	Profondeur et densité racinaire, type de racines, vitesse de recouvrement, masse des graines, vitesse de croissance
	Inondation ou sécheresse prolongée	Tolérance à l'inondation et à la sécheresse, zone de rusticité, type de sol
	Sels de déglaçage	Tolérance au sel
	Différentes zones d'humidité	Tolérance à l'inondation, zone de rusticité, type de sol
	Glaces	Vitesse de croissance, vitesse de recouvrement, type de racines, profondeur et densité racinaire, masse des graines, reproduction végétative
	Possibilité de sols pauvres ou de milieu appauvri	Type de sol, type de racines, profondeur et densité racinaire
	Adventices	Vitesse de croissance, vitesse de recouvrement, hauteur et largeur maximale, reproduction végétative, masse des graines

Infrastructures végétalisées	Conditions de croissance particulières	Caractéristiques à considérer lors de la sélection des végétaux
<b>Biorétention</b>	Exposition à des variations d'humidité importantes	Tolérance à l'inondation et à la sécheresse, zone de rusticité, type de sol, évapotranspiration relative
	Différentes zones d'humidité	Tolérance à l'inondation, zone de rusticité, type de sol, évapotranspiration relative, tolérance à la sécheresse
	Potentiel de contamination	Tolérance aux contaminants concernés
	Sels de déglaçage, embruns salins et abrasifs	Tolérance au sel
	Chaleur radiative	Zone de rusticité, tolérance à la sécheresse
	Infrastructures techniques	Profondeur et densité racinaire, type de racines, hauteur et largeur maximale
<b>Haies brise-vent</b>	Adventices	Vitesse de croissance, vitesse de recouvrement, hauteur et largeur maximale, reproduction végétative, masse des graines
	Vents	Tolérance au vent
	Exposition à des contaminants	Tolérance aux contaminants concernés
	Sel de déglaçage, embruns salins et abrasifs	Tolérance au sel
<b>Marais filtrant</b>	Rongeurs et cervidés	Aucun trait à considérer face à cette contrainte
	Inondation constante (anoxie)	Type de sol, tolérance à l'inondation
	Potentiel de contamination	Tolérance aux contaminants concernés
<b>Murs végétalisés</b>	Milieu pauvre selon la charge	Type de sol
	Faible volume de sol (murs vivants)	Profondeur et densité racinaire, type de racines, évapotranspiration relative, type de sol
	Sols compactés et/ou pauvres (façade végétalisée)	Type de sol
	Sels de déglaçage, embruns salins et abrasifs	Tolérance au sel
<b>Phytoremédiation</b>	Exposition accrue (murs extérieurs)	Zone de rusticité, tolérance à la sécheresse et au vent, type de racines et densité racinaire, vitesse de croissance
	Contamination	Tolérance aux contaminants concernés
	Propriétés physicochimiques des friches industrielles	Type de sol, tolérance à la sécheresse
	Présence de débris enfouis et/ou d'infrastructures souterraines	Profondeur et densité racinaire, type de racines
	Adventices	Vitesse de croissance, vitesse de recouvrement, hauteur et largeur maximale, reproduction végétative, masse des graines

Infrastructures végétalisées	Conditions de croissance particulières	Caractéristiques à considérer lors de la sélection des végétaux
<b>Plantations filtrantes</b>	Alimentation en eau et milieu saturé	Type de sol, tolérance à l'inondation
	Potentiel de contamination	Tolérance aux contaminants concernés
	Infrastructures souterraines	Profondeur et densité racinaire, type de racines
	Eaux usées et fertilisation	Type de sol
	Adventices	Vitesse de croissance, vitesse de recouvrement, hauteur et largeur maximale, reproduction végétative, masse des graines
<b>Toitures végétalisées</b>	Radiation solaire intense	Zone de rusticité, tolérance à la sécheresse
	Exposition au vent et aux intempéries	Zone de rusticité, tolérance au vent
	Substrat minéral et volume de sol réduit	Type de sol, besoin d'entretien, type de racines, profondeur et densité racinaire, tolérance à la sécheresse

# Traits fonctionnels et caractéristiques utiles selon les fonctions recherchées

Un trait fonctionnel représente une caractéristique d'une espèce qui peut notamment influencer son effet dans l'écosystème (pour plus d'information sur les traits fonctionnels, voir section Approche fonctionnelle à la p. 13). On peut donc déduire que certains de ces traits, parfois représentés par des caractères horticoles, auront un impact sur les services écosystémiques rendus par les végétaux, et donc sur leurs fonctions dans les infrastructures végétalisées. Ce tableau recense les différents traits fonctionnels potentiellement associés aux nombreuses fonctions des IV selon la littérature scientifique et les connaissances empiriques actuellement disponibles.

**Tableau 4. Synthèse des traits fonctionnels et caractéristiques à rechercher selon les fonctions souhaitées et le type d'infrastructure végétalisée.**

Type de fonction	Fonction	Plantation en milieu minéralisé	Bandes riveraines et stabilisation végétale de sol et de berges	Biorétention	Haies brise-vent	Marais filtrants	Murs végétalisés	Phytoremédiation	Plantations filtrantes	Toitures végétalisées	Caractères/traits fonctionnels associés
Services de régulation	Interception des eaux de pluie/ruissellement	■	■	■	●	●	◆	●	●	■	Hauteur et largeur maximales, surface foliaire, vitesse de recouvrement
	Atténuation et décalage des débits de pointe lors de crues subites et des pluies intenses	●	●	■	◆	◆	◆	◆	◆	■	Hauteur et largeur maximales, vitesse de recouvrement, tolérance à l'inondation, type de sol, évapotranspiration relative
	Infiltration des eaux de pluie/ruissellement	●	■	■	●		◆				Profondeur racinaire, type de racines, densité racinaire
	Traitemennt des eaux usées ou pluviales	◆	◆	■	◆	■	◆	●	■	◆	Densité racinaire, tolérance à la pollution, teneur en matière sèche des feuilles, teneur en matière sèche racinaire
	Recharge des eaux souterraines	◆	◆	■	■			◆			Profondeur racinaire, type de racines
	Amélioration de la qualité de l'air	■	◆	◆	■		■	●	●	◆	Surface foliaire
	Rafraîchissement de l'air et des surfaces	■	■	●	●	●	■	●	●	■	Évapotranspiration relative, surface foliaire, hauteur et largeur maximales
	Diminution de la vitesse du vent	●				■					Hauteur et largeur maximales, tolérance au vent, densité spécifique des tiges ou du bois, surface foliaire

■ Fonction principale ● Fonction secondaire ◆ Fonction potentielle (selon l'emplacement, les choix de conception, etc.)

Type de fonction	Fonction	Plantation en milieu minéralisé	Bandes riveraines et stabilisation végétale de sol et de berges	Biorétention	Haies brise-vent	Marais filtrants	Murs végétalisés	Phytoremédiation	Plantations filtrantes	Toitures végétalisées	Caractères/traits fonctionnels associés
Services de régulation	Contrôle de l'érosion des sols et des berges	◆	■		■			■	◆		Densité racinaire, profondeur racinaire, type de racines, vitesse de croissance, vitesse de recouvrement, masse des graines
	Traitement des sols contaminés	◆						■	◆		Densité racinaire, teneur en matière sèche des feuilles, teneur en matière sèche racinaire, tolérance à la pollution
	Séquestration et stockage de carbone	■	●	●	●	●	●	●	●	●	Teneur en matière sèche des feuilles, teneur en matière sèche racinaire, densité spécifique des tiges ou du bois
	Support aux populations de polliniseurs et de prédateurs naturels	●	●	●	●	◆	◆	◆	◆	●	Couleur des fleurs, période de floraison, masse des graines, polliniseurs, surface foliaire, couleur des feuilles, origine
	Contrôle des espèces indésirables	◆	●	◆				◆			Vitesse de recouvrement, vitesse de croissance, masse des graines
Services économiques et matériels	Protection des matériaux et des surfaces	●		◆	◆		■			■	Surface foliaire, hauteur et largeur maximales
	Revitalisation et stimulation de l'activité économique	■	●	●			●			◆	Couleur des fleurs, période de floraison, couleur des feuilles
	Augmentation de l'attractivité des collectivités	■	●	●	●	◆	●	◆	◆	●	Fonction liée surtout à la qualité visuelle de l'aménagement.
	Augmentation de la valeur foncière	●	●	◆	◆		●			●	Couleur des fleurs, période de floraison, couleur des feuilles
	Réduction des coûts de traitement (eau ou sol)	●	●	■	◆	■	◆	■	■	●	Évapotranspiration relative
	Isolation thermique et économie d'énergie	■			■	■			■	◆	Surface foliaire, surface foliaire spécifique, hauteur et largeur maximales, densité spécifique des tiges ou du bois, type de racines, densité racinaire, évapotranspiration relative
	Réduction des dégâts aux infrastructures	◆	■	■	◆	◆	◆	◆	◆	●	Liés aux fonctions de contrôle de l'érosion et de gestion des eaux pluviales

■ Fonction principale ● Fonction secondaire ◆ Fonction potentielle (selon l'emplacement, les choix de conception, etc.)

Type de fonction	Fonction	Plantation en milieu minéralisé	Bandes riveraines et stabilisation végétale de sol et de berges	Biorétention	Haies brise-vent	Marais filtrants	Murs végétalisés	Phytoremédiation	Plantations filtrantes	Toitures végétalisées	Caractères/traits fonctionnels associés
Services de support et d'approvisionnement	Fourniture d'habitat, de refuge et de nourriture pour la biodiversité	■	■	●	■	◆	●	◆	◆	■	Type de fruit, couleur des fleurs, période de floraison, pollinisateur, masse des graines, hauteur maximale, origine, forme
	Amélioration de la connectivité écologique	●	■	●	●	●	◆	●	●	●	Liée à la forme et l'emplacement de l'aménagement ainsi qu'aux fonctions de support de la biodiversité
	Aide à la compensation de la perte de milieux naturels en milieu très urbain	■	◆	●			◆	◆		●	Vitesse de croissance, tolérance à la pollution
	Production de ressources utilisables	◆	◆	◆	●	◆	◆	●	■	◆	Pollinisateur, type de fruit, couleur des fleurs, période de floraison, forme, densité des tiges ou du bois
	Sécurisation des sources d'eau potable	◆	●	■	◆	■		■	■	◆	Liée aux fonctions de gestion des eaux pluviales et de traitement des eaux et des sols contaminés
Services socio-culturel	Amélioration du cadre de vie	■	●	■	●	●	■	●	●	●	Fonction assurée surtout par la présence durable de l'aménagement et sa qualité visuelle
	Amélioration de la santé physique	■	◆	●	◆	◆	■	◆	◆	●	Fonction issue des bénéfices généraux des espaces verts
	Amélioration de la santé mentale	■	◆	●	◆	◆	■	◆	◆	●	Fonction assurée surtout par la présence de l'aménagement
	Support à l'éducation des enfants	●	◆				◆			◆	Fonction découlant surtout des usages pédagogiques possibles
	Amélioration de la sécurité routière	●		◆	■		◆				Surface foliaire, densité des tiges ou du bois, teneur en matière sèche des feuilles
	Augmentation des surfaces utilisables	●			◆		■	◆		■	Liés à l'emplacement de l'aménagement
	Réduction de la criminalité	●		◆			◆	◆			Fonction assurée surtout par la présence de l'aménagement
	Atténuation du bruit	●	◆		■		●			■	Surface foliaire, surface foliaire spécifique, densité des tiges ou du bois, teneur en matière sèche des feuilles, hauteur et largeur maximales
	Augmentation de la cohésion sociale	●	◆	◆	◆	◆	●	◆	◆	●	Fonction issue de l'utilisation collective des aménagements

■ Fonction principale ● Fonction secondaire ◆ Fonction potentielle (selon l'emplacement, les choix de conception, etc.)



## Considérations d'aménagement

### Dimensions à maturité

Pour tout projet de plantation en IV, il importe de se questionner sur l'échelle du lieu afin de sélectionner une palette végétale appropriée. Y a-t-il assez d'espace pour des arbres de grandes dimensions, de dimensions moyennes, des arbres colonnaires ou seulement des arbustes? Il est facile de négliger l'impact des dimensions à maturité en s'appuyant trop fortement sur l'aspect et les dimensions des végétaux à la plantation, mais il faut trouver le juste équilibre entre l'effet à la plantation et la pérennité des végétaux pour toute la vie utile de l'infrastructure.

### Hauteur de dégagement requis du sol aux premières branches

Au moment de fournir les spécifications pour l'approvisionnement des arbres, il est important d'indiquer la hauteur souhaitée des premières branches. Cette hauteur varie selon les besoins en visibilité et le type de circulation (piétonne, à vélo, etc.) qui se fera à proximité des nouveaux arbres.

### Visibilité de la signalisation

Les dimensions des végétaux sélectionnés ne doivent pas entrer en conflit avec les panneaux et les équipements de signalisation. Respectez les distances exigées ou choisissez des plantes aux dimensions appropriées.

### Visibilité entre les types d'usagers

La sécurité des usagers passe entre autres par une bonne visibilité. Effectuez votre sélection d'espèces en gardant en tête les besoins de visibilité, surtout lorsqu'il y a des intersections. Sélectionnez de plus petites espèces au besoin ou encore des plantes au port léger et aéré.

## Qualités esthétiques

Même dans les IV, la recherche de la beauté et du plaisir est une intention tout à fait valable. N'hésitez pas à prendre en considération des aspects esthétiques traditionnels tels que le port, les couleurs, dont celles du feuillage, des fleurs et des fruits, la texture du feuillage ainsi que l'apparence hivernale.

## Présence tolérée ou absence de fruits au sol

Les fruits des arbres sont à la fois un bienfait et un potentiel désagrément. Si des piétons, des cyclistes ou des voitures sont susceptibles de recevoir ces fruits, certains y verront une nuisance, même sur un pavage pour certains d'entre eux. Les mêmes fruits qui tombent dans des fosses de plantation ou sur un gazon ne poseront probablement pas de problème, il s'agit donc d'une question de contexte à considérer.

## Déneigement

Il est important de choisir les végétaux en considérant les lieux de stockage de la neige ainsi que les équipements de déneigement qui seront utilisés sur les lieux du projet. Les lieux de stockage, même temporaires, ne conviennent pas aux espèces ligneuses. Les équipements tels que les chenillettes peuvent aussi endommager les arbres et les arbustes. Bien connaître les intentions en termes de déneigement est une considération à ne pas négliger.

## Besoins d'entretien adaptés aux ressources disponibles

Il est préférable de sélectionner les espèces en fonction de l'entretien qui pourra leur être prodigué, une fois le projet complété. Certains projets sont ambitieux lors de la conception, mais peuvent se détériorer si les budgets d'entretien sont limités ou inexistant ou si la main-d'œuvre n'a pas les compétences nécessaires. Ceci est valable pour les végétaux et les mélanges de semences.

## Objectifs de biodiversité

Les IV sont des ouvrages qui peuvent produire un impact non négligeable sur la faune. Choisir des espèces pour les polliniseurs est certainement le geste le plus fréquent en la matière, mais chaque type et famille de plantes ont une faune plus ou moins dépendante. On n'a qu'à penser aux liens étroits entre les papillons monarques et le genre *asclepias* pour s'en convaincre, mais de tels liens existent pour une grande variété de plantes et d'animaux. Il est donc souhaitable de considérer ces liens au moment de sélectionner les espèces pour un aménagement.

## Objectifs spatiovisuels

Si des vues sur un plan d'eau doivent être aménagées ou encore si des écrans visuels doivent être mis en place pour diminuer l'impact visuel d'une nuisance quelconque, il est important de sélectionner des végétaux qui permettront d'atteindre ces objectifs.

## Récoltes potentielles

Est-il souhaitable de proposer des espèces à fruits ou à noix qui peuvent être récoltées? Les bandes riveraines et les haies brise-vent sont très certainement le genre d'IV où cela peut être pris en considération.

## Densité de plantation

Il est judicieux de se pencher sur l'établissement d'une densité optimale pour les projets de plantation en IV. Parfois, déterminer l'espacement en fonction de la largeur à maturité n'est pas une stratégie optimale. Certaines plantes se développent lentement, d'autres ont besoin de conditions parfaites pour atteindre leur plein potentiel, alors que d'autres n'atteignent jamais la largeur attendue. Pour limiter la pression des espèces adventices qui pourraient coloniser l'IV, il est souhaitable d'augmenter quelque peu la densité de plantation afin de combler plus rapidement les espaces libres. Cela permet également de réduire les besoins en entretien et, dans certains cas, la performance de l'IV s'en voit améliorée.

## Compatibilité avec les cultures à proximité

Lors de la planification d'une haie brise-vent en milieu agricole, il est important de se renseigner sur les cultures qui avoisineront les plantations afin de ne pas nuire à leur croissance. Évitez les plantes hôtes de ravageurs des cultures.

## Potentiel nourricier

Selon le contexte, il est possible de proposer des espèces comestibles dont pourront profiter les usagers. Lors des premières rencontres avec le client, il est facile d'évaluer l'intérêt et la faisabilité, pour ensuite faire une sélection appropriée.

**Toxicité**

Chez plusieurs espèces de plantes, une ou plusieurs parties sont plus ou moins toxiques. S'il y a possibilité que la plante soit consommée par un utilisateur, éviter de choisir des végétaux toxiques.

**Allergénicité**

Le pollen est un allergène et le choix des plantes doit se faire en considérant le potentiel allergène des différentes espèces.

**Désagréments**

Certaines plantes peuvent représenter des désagréments qui nécessitent une attention particulière lors de l'aménagement. Parmi ces éléments, on retrouve les plantes épineuses, urticantes, ou encore celles dont la chute de feuilles peut poser problème, notamment dans certaines IV.

**Contraintes liées aux équipements du bâtiment**

Les végétaux sélectionnés ne doivent pas entrer en conflit avec les équipements de mécanique du bâtiment (ventilation, climatisation, etc.) et avec les accès. Aussi, ils ne doivent pas coloniser les zones tampons minérales généralement présentes au pourtour de la toiture.

Tableau 5. Considérations d'aménagement potentielles selon le type d'infrastructure végétalisée.

	Plantation en milieu minéralisé	Bandes riveraines et stabilisation végétale de sol et de berges	Bioretention	Haies brise-vent	Maraîchage	Murs végétalisés	Phytoremédiation	Plantations filtrantes	Toitures végétalisées
Dimension à maturité	■	■							
Contraintes liées aux infrastructures techniques	■		■	■					
Hauteur de dégagement requis du sol aux premières branches	■			■					
Visibilité de la signalisation	■								
Visibilité entre les types d'usagers	■								
Qualités esthétiques	■	■	■	■		■			■
Présence tolérée ou absence de fruits au sol	■								
Déneigement	■	■	■						■
Besoins d'entretien adaptés aux ressources disponibles	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Objectifs de biodiversité	■	■	■	■					
Objectifs spatiovisuels		■	■						
Récoltes potentielles		■		■					
Diversité de type et profondeurs racinaires	■	■	■						
Adapté aux mouvements des glaces		■							
Adapté à l'emplacement en termes de fluctuation d'eau		■	■						
Densité de plantation		■	■						
Position dans l'ouvrage				■					
Compatibilité avec les cultures à proximité					■				
Potentiel nourricier	■					■			■
Toxicité	■		■	■		■			■
Allergénicité	■		■	■		■			■
Désagrément	■	—	■	■	—	■	—	—	■
Contraintes liées aux équipements du bâtiment	■								■



## Conclusion

Ce guide offre une approche systémique et scientifique pour guider les professionnels dans la sélection de végétaux pour les infrastructures végétalisées, en tenant compte des multiples variables environnementales, fonctionnelles et esthétiques. En misant sur une méthode rigoureuse et une lecture fonctionnelle des traits des végétaux, il permet d'optimiser la résilience, l'efficacité écologique et la pérennité des aménagements.

Les IV sont appelées à jouer un rôle central dans la transition écologique des milieux urbains, périurbains et agricoles. Grâce à leur capacité à fournir des services écosystémiques et à soutenir la biodiversité, tout en répondant à des enjeux concrets comme la gestion des eaux pluviales ou la réduction des îlots de chaleur, elles représentent des solutions durables et adaptatives face aux changements climatiques.

En intégrant la diversité fonctionnelle des végétaux, les concepteurs d'aménagements ne se contentent pas de répondre aux besoins actuels des collectivités : ils préparent des milieux vivants capables d'évoluer, de résister aux perturbations et d'enrichir la qualité de vie humaine et non humaine. Ce guide constitue donc un outil incontournable pour appuyer une démarche d'aménagement écologique et performante, ancrée dans les connaissances scientifiques les plus récentes et dans une compréhension fine des réalités de terrain.

# Bibliographie

- Bassuk, N., Curtis, D. F., Marranca, B. Z., & Neal, B. (2009). *Recommended Urban Trees: Site Assessment and Tree Selection for Stress Tolerance*. Cornell University.
- Bassuk, N., Denig, B. R., & Haffner, T. (2015). *CU-Sol Structural : Guide complet*. Cornell University.
- Bassuk, N., Grabosky, J., & Trowbridge, P. (2005). *Utiliser le CU-Sol StructuralMD dans un environnement urbain*. Cornell University.
- Bédard, L., & Brisson, J. (2025). *Les marais filtrants* [Fiche technique]. Université de Montréal & Société québécoise de phytotechnologie. <http://www.phytotechno.com>
- Bédard, L., & Brisson, J. (2025). *Les marais filtrants à effluent nul* [Fiche technique]. Université de Montréal & Société québécoise de phytotechnologie. <http://www.phytotechno.com>
- Bédard, L., & Brisson, J. (2025). *Les marais filtrants flottants* [Fiche technique]. Université de Montréal & Société québécoise de phytotechnologie. <http://www.phytotechno.com>
- Bélanger, C. (2015). *Critères techniques visant la construction de toits végétalisés*. Régie du bâtiment du Québec.
- Bilodeau, J.-P. (2009). *Optimisation de la granulométrie des matériaux granulaires de fondation des chaussées* [Thèse de docto- rat]. Université Laval.
- CLU-IN. (s.d.). *Aerobic Bioremediation* (Direct). [https://clu-in.org/techfocus/default.focus/sec/bioremediation/cat/Aerobic\\_Bioremediation\\_\(Direct\)/](https://clu-in.org/techfocus/default.focus/sec/bioremediation/cat/Aerobic_Bioremediation_(Direct)/)
- CPVQ. (s.d.). *Guide des pratiques de conservation en grandes cultures : Module 2 – Travail du sol*. CPVQ.
- CRAAQ. (2010). *Guide de référence en fertilisation* (2e éd.). CRAAQ.
- Écovegetal. (s.d.). *Toiture végétalisée : Choisir le bon substrat*. <https://www.ecovegetal.com/toiture-vegetalisee-choisir-le-bon-substrat/>
- Poulin, M., Evette, A., Tisserant, M., & Keita, N. (2019). Le génie végétal pour la protection des berges de cours d'eau au Québec : État des lieux et perspectives pour les Basses-terres du Saint-Laurent. *Sciences Eaux & Territoires*, 2019(HS), 61–66. <https://doi.org/10.14758/set-revue.2019.hs.06>
- FIHOQ. (2013). *Guide de bonnes pratiques : Aménagement et techniques de restauration des bandes riveraines*. FIHOQ.
- Frédette, C. (2023). *Guide d'introduction aux infrastructures végétalisées : Informations générales et bonnes pratiques*. Québec Vert.
- Frédette, C., & Trickey-Massé, M. (s.d.). *Fiche informative sur les infrastructures végétalisées – Biorétention*. Québec Vert & Société québécoise de phytotechnologie.
- Frédette, C., & Trickey-Massé, M. (s.d.). *Fiche informative sur les infrastructures végétalisées – Murs végétalisés*. Québec Vert & Société québécoise de phytotechnologie.
- Frédette, C., & Trickey-Massé, M. (s.d.). *Fiche informative sur les infrastructures végétalisées – Plantation en milieu minéralisé*. Québec Vert & Société québécoise de phytotechnologie.
- Frédette, C., & Trickey-Massé, M. (s.d.). *Fiche informative sur les infrastructures végétalisées – Stabilisation végétale de sol et de berges*. Québec Vert & Société québécoise de phytotechnologie.
- Frédette, C., & Trickey-Massé, M. (s.d.). *Fiche informative sur les infrastructures végétalisées – Toitures végétalisées*. Québec Vert & Société québécoise de phytotechnologie.
- Hamel, C. ; Fédération des producteurs maraîchers du Québec. (2010, 21 septembre). *La haie brise-vent : Ses effets sur la réduction de la dérive et de la migration des pesticides*. FPMQ.
- Hydrotech. (2022). *Fiche technique – Substrat Lite Top*. Hydrotech.
- Info-Ex. (s.d.). *Info-Ex*. <https://www.info-ex.com>

- Lachapelle, X. (2021, septembre). *Plantation filtrante de saules : Une solution innovante*. Revue Vecteur Environnement.
- Lachapelle, X., Labrecque, M., & Comeau, Y. (2019). *Treatment and Valorization of a Primary Municipal Wastewater by a Short Rotation Willow Coppice Vegetation*. Ecological Engineering, 129, 97–106.
- Lachapelle, X., Lacombe, G., Labrecque, M., & Comeau, Y. (2019, décembre). *PhytoVaLix : Des saules pour valoriser le lixiviat des lieux d'enfouissement*. L'Exploitant – Réseau Environnement.
- Lemieux, J., & Vézina, A. (s.d.). Aménagement de brise-vent pour réduire la dérive de pesticides lors de l'utilisation de pulvérisateurs à jet porté. Bioperte.
- MAPAQ. (s.d.). *Tolérance au gel hivernal : Votre survie de vos plants*. <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Regions/mauricie/info-lettreMAPAQ/Mauricie/productionsvegetales/Pages/toleranceaugelhivernalvoyezalasurviedevosplants.aspx>
- MAPAQ, Prime-Vert. (2023–2026). *Fiche technique – Haies brise-vent*. MAPAQ.
- Malaviya, P., Sharma, R., & Sharma, P. (2019). *Rain Gardens as Stormwater Management Tool. In Advances in Biological Treatment of Industrial Wastewater and Their Recycling for a Sustainable Future* (pp. 139–152). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-2772-8\\_7](https://doi.org/10.1007/978-981-13-2772-8_7)
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. (2005). *Protection des rives, du littoral et des plaines inondables : Guide des bonnes pratiques*. MDDEP.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. (2011). *Fiche technique sur la stabilisation des rives*. MDDEP.
- Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. (s.d.). *Le cerf de Virginie : Comment faire face aux dommages qu'il peut causer dans la région de la Chaudière-Appalaches* (Fascicule 3).
- Paquet, G., & Jutras, J. (1996). *Plantation de haies brise-vent pour la faune*. Ministère de l'Environnement et de la Faune.
- Pilon-Smits, E. (2005). *Phytoremediation*. Annual Review of Plant Biology, 56, 15–39.
- Régie du bâtiment du Québec. (s.d.). *Évitez les bris d'infrastructures souterraines* [PDF]. Régie du bâtiment du Québec. <https://www.rbg.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/Publications/francais/evitez-bris-infrastructures-souterraines.pdf>
- Robinson, N. (2016). *The planting design handbook* (3rd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315734928>
- Savaria Matériaux Paysagers Ltée. (s.d.). *Rapports d'analyse de sol et granulométrique – CU-Sol structural, Mélange no 1 et no 2, Natureaufiltre (3130), Natureausol (3129)*. Savaria.
- Société québécoise de phytotechnologie. (2016). *La phytoremédiation* [Fiche technique]. Société québécoise de phytotechnologie. <http://www.phytotechno.com>
- Société québécoise de phytotechnologie. (2018). *Les aires de biorétention* [Fiche technique]. Société québécoise de phytotechnologie. <http://www.phytotechno.com>
- Société québécoise de phytotechnologie. (2019). *La stabilisation des pentes* [Fiche technique]. Société québécoise de phytotechnologie. <http://www.phytotechno.com>
- Société québécoise de phytotechnologie. (2022). *Les murs végétalisés* [Fiche technique]. Société québécoise de phytotechnologie. <http://www.phytotechno.com>
- Société québécoise de phytotechnologie. (2024). *Les toits végétalisés* [Fiche technique]. Société québécoise de phytotechnologie. <http://www.phytotechno.com>
- Société québécoise de phytotechnologie. (2024). *L'entretien des phytotechnologies* [Fiche technique]. Société québécoise de phytotechnologie. <http://www.phytotechno.com>
- Soprema. (s.d.). *Fiches techniques Sopranature Sopraflor AU, X & I*. Soprema.
- Sustainable Technologies Evaluation Program. (s.d.). *Low Impact Development Stormwater Management Planning and Design Guide*. [https://wiki.sustainabletechnologies.ca/wiki/Main\\_Page](https://wiki.sustainabletechnologies.ca/wiki/Main_Page)
- Tisserant, M. (2020). *Biodiversité et génie végétal : Réponse taxonomique et fonctionnelle de la flore vasculaire riveraine à la stabilisation de berge* [Thèse de doctorat, Université Laval]. <https://hdl.handle.net/20.500.11794/40081>

- Toit Végétalisé. (s.d.). Le substrat : Une couche déterminante pour réussir une belle toiture végétalisée. <https://www.toit-vegetalise.fr/toiture-vegetalisee/vegetalisation-classique/le-substrat-une-couche-determinante-pour-reussir-une-belle-toiture-vegetalisee/>
- Vézina, A. (2001). *Les haies brise-vent : Cours présenté dans le cadre de la formation continue de l'Ordre des ingénieurs forestiers du Québec* [PDF]. Institut de technologie agricole de La Pocatière. [https://www.agrireseau.net/agroenvironnement/documents/haies%20brise%20vent\\_oifq.pdf](https://www.agrireseau.net/agroenvironnement/documents/haies%20brise%20vent_oifq.pdf)
- Vézina, A., Desbiens, P., & Nadeau, N. (2007). *Choix des arrangements des végétaux en haies brise-vent et en bandes riveraines*. Institut de technologie agroalimentaire, campus de La Pocatière.
- Ville de Montréal. (2013). *La construction des toits végétalisés : Guide technique pour préparer une solution de rechange*. Service de la mise en valeur du territoire.



3230, rue Sicotte, local E-300 Ouest  
Saint-Hyacinthe (Québec) J2S 2M2  
T. : 450 774-2228 | F. : 450 774-3556

[quebecvert.com](http://quebecvert.com)