

FICHES INFORMATIVES SUR LES INFRASTRUCTURES VÉGÉTALISÉES

Stabilisation végétale de sol et de berges



ÉDITION

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

RÉDACTION :

Rédaction : Chloé Frédette, Ph. D., biol., Québec Vert, Madeleine Trickey-Massé, B. Sc., biol., Société québécoise de phytotechnologie*

Édition des textes : Luce Daigneault, M. Sc., agr., Québec Vert, Élisabeth St-Gelais, Québec Vert

Révision linguistique : Nathalie Thériault

COMITÉ DE TRAVAIL ET DE RÉVISION

Jean-Michel Bédard, architecte paysagiste, Opaysage Architectes paysagistes

Guy Boulet, Québec Vert

Jacques Brisson, Ph. D., biol., Université de Montréal

Jeanne Camirand, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

Émilie Chagnon, agr., Matériaux paysagers Savaria

Jessica Champagne-Caron, M. Sc., agr., Québec Vert

Sébastien Cordeau, Printemps Vivace inc.

Luce Daigneault, M. Sc., agr., Québec Vert

Marc Fecteau, dta, Québec Multiplants

Guillaume Grégoire, Ph. D., agr., Université Laval

Marilou Hayes, ministère des Transports et de la Mobilité durable

Mélanie L. Lévesque, B. Sc., biol., ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

Catherine Lavoie, M. Sc., ing., CERIU

Bob Lussier, agr.

Pierre Malo, urbaniste, PM Urbaniste

Jonathan Marion, ing., M. Ing., Ville de Saint-Charles-Borromée

Albert Mondor, dta, B. Sc., biol., Les Jardins d'Albert – Horticulture extrême

Nathalie Oum, Société québécoise des infrastructures

Philippe Roch, M. Sc., agr., Institut québécois du développement de l'horticulture ornementale

Jonathan Rondeau, architecte, Ville de Saint-Charles-Borromée

Owen Rose, architecte, ^{PA}LEED, Rose architecture

Michel Rousseau, architecte paysagiste, Rousseau Lefebvre

Danielle St-Jean, architecte paysagiste, Ville de Granby

Julien St-Laurent, M. Sc. Env., CCO, Ville de Trois-Rivières

Maxime Tisserant, Ph. D., biol., Groupe de recherche et d'études en biostatistique et en environnement

Jean-François Vadeboncoeur, Québec Vert

William Verge, M. Sc. Eau, Agiro*

DIRECTION ARTISTIQUE :

Agente de communication : Maryline Désy, B. Sc. comm., Québec Vert

Révision artistique : Nathalie Deschênes, B.A.A., M. Sc., Québec Vert

Graphiste : VILLA infographie design

Illustrations : Maryline Désy, B. Sc. comm. Québec Vert

* Employeur différent au moment de la publication



Infrastructures végétalisées

Les infrastructures végétalisées (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 et ses micro-organismes. 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.



Végétalisation de berge

Concept et fonctionnement

Concept

La stabilisation végétale consiste à utiliser des végétaux afin d'empêcher l'érosion du sol. En se développant, le système racinaire des plantes offre une stabilité mécanique alors que la biomasse aérienne réduit les risques d'érosion par le vent ou le ruissellement. Plusieurs techniques d'implantation des végétaux existent et procurent différents niveaux de stabilisation. L'un des principaux avantages de la stabilisation végétale est son caractère écologique, notamment au niveau des matériaux employés et par le fait qu'elle recrée des environnements proches des milieux naturels dans lesquelles elle s'insère.

Composantes

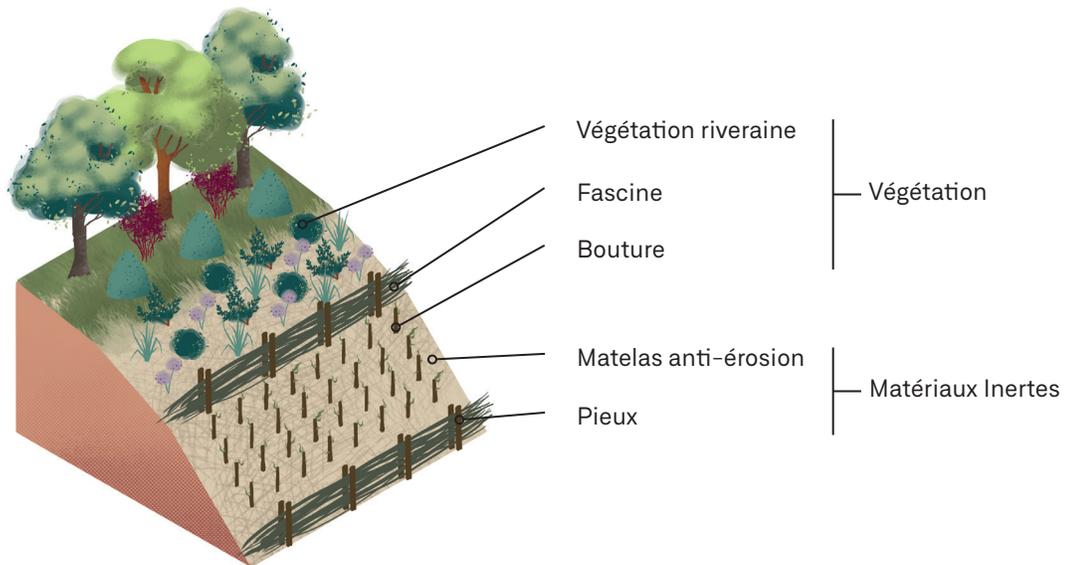
Structures inertes

Selon le type de techniques utilisées, différentes structures de support pourront être nécessaires afin de maintenir le matériel végétal en place le temps de son établissement et éviter la perte de sol, ou encore pour prévenir l'herbivorie ainsi que la propagation d'adventices (mauvaises herbes). Il peut s'agir de pieux et piquets de bois, de matelas et disques de fibres naturelles, de structures d'ancrage, de grillages et de géotextiles. Le recours à des matériaux naturels et biodégradables est alors à privilégier. Dans le cas des caissons végétalisés, une structure de billots de bois est mise en place et permet la stabilisation du sol. Dans le cas des techniques mixtes, soit la combinaison du minéral et du végétal, des matériaux inertes tels que des pierres de calibre variable peuvent également être utilisés.

Végétation

Les végétaux représentent une composante essentielle du processus de stabilisation. Pour la plupart des techniques, ce sont les végétaux qui procurent le potentiel de stabilisation mécanique du sol ou de la berge. Dans les autres cas, les végétaux procurent à l'aménagement une variété de fonctions écologiques autrement non disponibles pour les aménagements composés de matériaux inertes seulement.

Représentation schématique d'un ouvrage de stabilisation (végétalisation, boutures et fascines) et de ses différentes composantes



Fonctions principales



Contrôle de l'érosion des sols et des berges

- Les racines des végétaux offrent un potentiel de stabilisation mécanique des sols. Le degré de résistance dépend du type de technique employée, mais équivaut dans certains cas, voire dépasse celui de techniques minéralisées telles que l'enrochement (Frossard et Evette, 2009).



Interception des eaux de pluie/ruissellement



Infiltration des eaux de pluie/ruissellement



Rafraîchissement de l'eau

- Lorsqu'implantée en bordure d'un plan d'eau, la végétation crée de l'ombrage sur une partie du littoral, ce qui a pour effet de rafraîchir l'eau. Ce phénomène est important pour une foule d'organismes vivants qui utilisent cette partie de la berge. Entre autres, l'effet galerie créé par la végétation riveraine, en diminuant la température de l'eau, augmente la quantité d'oxygène dissous dans l'eau.



PHOTO : OPAYSAGE ARCHITECTES PAYSAGISTES/AUBIER ENVIRONNEMENT

Matelas de branches avec base d'énrochement

Réduction des dégâts aux infrastructures

- En prévenant l'érosion des sols, les techniques végétales de stabilisation préviennent les dommages aux infrastructures adjacentes telles que les routes ou les bâtiments. Lorsqu'elles sont implantées en bandes riveraines, ces techniques procurent également une certaine zone tampon qui peut avoir un effet de diminution des impacts des inondations si elles sont utilisées à grande échelle au niveau d'un bassin versant.



Fourniture d'habitat, de refuge et de nourriture pour la biodiversité



Amélioration de la connectivité écologique

Fonctions secondaires



Atténuation et décalage des débits de pointe lors de crues subites et des pluies intenses



Séquestration et stockage de carbone



PHOTO : MUNICIPALITÉ DE L'YSER

Enrochement végétalisé



Support aux populations de pollinisateurs et de prédateurs naturels



Contrôle des espèces indésirables

- En procurant un couvert végétal dense, la stabilisation végétale de sol et de berge ralentit ou prévient l'établissement d'autres espèces floristiques envahissantes telles que la renouée du Japon ou le roseau commun.



Réduction des coûts de traitement en eau



Sécurisation des sources d'eau potable

- Les techniques de stabilisation végétale participent à l'amélioration de la qualité des plans d'eau, notamment en filtrant les eaux de ruissellement. Les aménagements participent ainsi à la réduction de la pollution diffuse dans l'environnement (ruissellement routier, sédiments, fertilisants agricoles, etc.) et à la sécurisation de certaines sources d'eau potable.



Amélioration du cadre de vie



Revitalisation et stimulation de l'activité économique



Augmentation de l'attractivité des collectivités



Augmentation de la valeur foncière



PHOTO : OPANSAGE ARCHITECTES PAYSAGISTES/AUBIER ENVIRONNEMENT

Caissons végétalisés

Types d'ouvrages et variantes

Végétalisation

Plantation ou ensemencement de végétaux dans un talus ou une berge, sans utilisation de techniques particulières. La végétalisation peut s'utiliser ou non en combinaison avec une approche de phytotechnologie ou de stabilisation minérale (p. ex. végétalisation d'un enrochement; techniques mixtes). On utilise généralement cette technique en haut de talus ou dans les pentes douces.

Phytotechnologies (BNQ, 2019; MELCCFP, 2005)

Les phytotechnologies destinées à la stabilisation de talus ou de berges se déclinent en plusieurs techniques qui s'appliquent à une grande variété de situations, de pentes et de types d'érosion.

Boutures

Implantation de boutures (segments de tiges ligneuses) provenant d'espèces à forte capacité de reproduction végétative, afin qu'elles forment de nouveaux individus. Cette technique est recommandée sur des talus qui présentent une problématique d'érosion faible.

Rangs de plançons

Alignements de branches à rejets (plançons), enfouis à 75 % dans une tranchée ou sous un remblai. Plusieurs alignements sont ainsi étagés. La capacité de stabilisation des rangs de plançons est grande, même sur des pentes fortes.

Fagots

Branches à rejets attachées solidement ensemble et formant un boudin uniforme. Les fagots sont maintenus en place par des pieux solidement ancrés dans le sol et disposés parallèlement aux courbes de niveau de façon à créer une barrière protectrice et une armature pour le sol. On utilise également cette technique pour stabiliser la base ou la pente d'un talus affecté par une érosion de faible à modérée.

Fascines

Rangées de branches à rejets fixées solidement entre deux rangées de pieux et dont la base est renvoyée dans le pied de berge. Les rangées sont placées parallèlement à la base du talus pour le stabiliser. Cette technique est recommandée pour contrer les problèmes d'érosion de moyenne à sévère.

Matelas de branches

Couverture de branches à rejets retenues à l'aide d'un matelas de fibres biodégradables et de fils métalliques, placée perpendiculairement aux talus. Cette technique est recommandée pour protéger les rives fortement menacées ou dégradées par l'érosion fluviale. Une variante du matelas de branches est la couche de branches à rejets, dans laquelle les branches sont recouvertes d'une fine couche de terre.

Caissons végétalisés

Structure étagée faite de poutres ou de rondins de bois, remplie d'un substrat de croissance et plantée de branches à rejets ou de végétaux enracinés. Les caissons végétalisés sont considérés comme une technique mixte au Québec. Cette technique est utilisée pour protéger les talus affectés par une érosion sévère et dont la pente ne peut être reprofilée.

Techniques mixtes

Combinaison de différentes techniques de stabilisation, incluant parfois des techniques minéralisées. Il peut, par exemple, s'agir d'un enrochement végétalisé, d'une combinaison d'enrochement et de phytotechnologies, ou encore de phytotechnologies et de végétalisation.

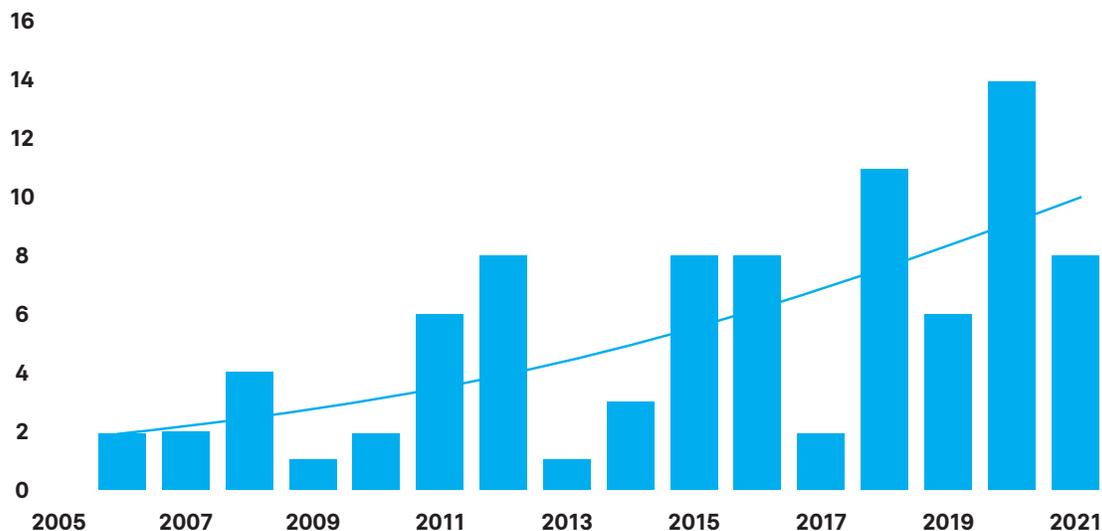
Principales caractéristiques des différents types de stabilisation végétale

	Végétalisation	Phytotechnologies	Techniques mixtes
Facilité de conception et de réalisation	+++	++	++
Potentiel de stabilisation	++	+++	+++
Pourcentage de pente adapté à l'utilisation de cette technique	+	++ à +++	+++
Coûts de réalisation	+	++ à +++	++ à +++
Diversité de végétaux possibles	+++	++	++ à +++

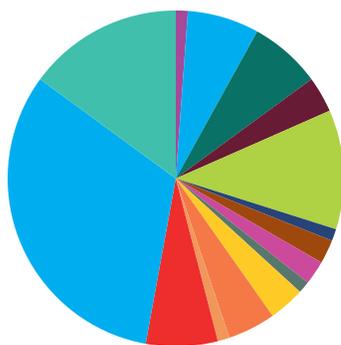
Situation au Québec

Un inventaire des projets québécois de stabilisation par des techniques végétales a permis de constater une tendance à la hausse (faible, mais constante) du nombre de projets réalisés chaque année (Frédette, 2023; Tisserant et al., 2021). Contrairement à d'autres types d'infrastructures végétalisées répondant à des enjeux plus urbains, les projets de stabilisation sont répartis dans toutes les régions du Québec. On remarque cependant que les projets de génie végétal sont encore peu nombreux par rapport à la simple végétalisation des talus et des berges.

Nombre de projets réalisés par année au Québec

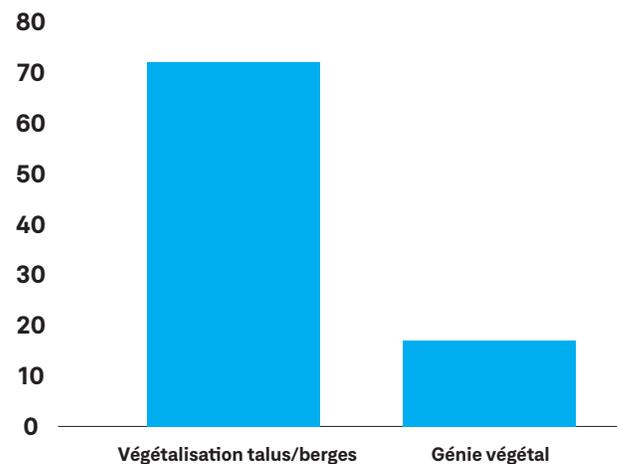


Répartition des projets



Abitibi-Témiscamingue	1%	Laurentides	1%
Capitale-Nationale	7%	Laval	3%
Centre-de-Québec	7%	Mauricie	5%
Chaudière-Appalaches	3%	Montréal	15%
Côte-Nord	11%	Montréal	68%
Estrie	1%	Outaouais	1%
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	2%	Saguenay-Lac-St-Jean	7%
Lanaudière	2%		

Type de projets réalisés



Mise en œuvre

1. Financement

Estimer les coûts de la stabilisation végétale

Les coûts de réalisation d'un projet de stabilisation végétale dépendront évidemment du type de technique utilisée et des matériaux requis, ainsi que de la surface à stabiliser. Les végétaux coûtent en général moins cher que les matériaux inertes comme les pierres. Par ailleurs, le recours à de la machinerie pour préparer le site (excavation, nivellement, etc.) est un élément essentiel à considérer dans le coût de réalisation.

Tableau comparatif des coûts de réalisation* des différentes techniques de stabilisation végétale (ECCC, 1996)

Techniques	Coût de réalisation
Végétalisation (plantation)	4 à 12 \$/plant
Végétalisation (ensemencement)	0,75 à 1 \$/m ²
Boutures	3 à 4 \$/m ²
Fascines	50 à 60 \$/m ²
Fagots	15 à 20 \$/m ²
Rangs de plançons	25 à 30 \$/m ²
Matelas de branches	20 à 25 \$/m ²
Caissons végétalisés	350 à 500 \$/m ²
Enrochement végétalisé	12 à 15 \$/plant (en plus des coûts de l'enrochement)
Enrochement	200 à 500 \$/m ²

* Ces valeurs sont à titre de comparaison des techniques entre elles seulement et pourraient ne pas être représentatives des coûts actuels.



PHOTO : CHLOÉ FRÉDETTE

Plantation de boutures

Exemples d'éléments à inclure dans une analyse coûts-avantages de la stabilisation végétale

Coûts	Avantages
<ul style="list-style-type: none"> • Autorisations ministérielles, permis ou autres documents préalables • Préparation du site • Installation de structures de gestion des sédiments (s'il y a lieu) • Achat et installation des structures/matériaux inertes de support (s'il y a lieu) • Achat et installation des substrats de croissance (s'il y a lieu) • Achat et plantation/ensemencement des végétaux • Entretien pendant la période d'établissement • Suivi et entretien à long terme 	<ul style="list-style-type: none"> • Coûts évités de réalisation par rapport à l'utilisation de techniques minérales de stabilisation • Diminution des coûts de traitement aux prises d'eau potable par l'amélioration de la qualité de l'eau • Participation à la diminution des impacts des inondations (lorsqu'en bande riveraine) • Potentiel de génération de crédits carbone • Aide au contrôle de la propagation d'espèces floristiques exotiques envahissantes • Fourniture de services écologiques divers

2. Planification

Évaluation du type et de la sévérité de l'érosion

L'évaluation initiale du site permettra de déterminer la fenêtre d'action, notamment temporelle, pour l'implantation de techniques de stabilisation. Il pourra être nécessaire de recourir aux services d'un expert, tel un géomorphologue. Une bonne compréhension des forces érosives en jeu et du type de sol en place est également essentielle pour le choix subséquent de la technique de stabilisation à utiliser.

Obtention de certificat d'autorisation

Dans la majorité des cas, une demande d'autorisation municipale ou gouvernementale est requise pour effectuer des travaux de stabilisation, particulièrement si ceux-ci sont réalisés sur la rive d'un cours d'eau ou d'un lac. Plus de détails sont disponibles dans les différents documents législatifs associés, notamment le Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement (REAFIE) (Gouvernement du Québec, 2022). Des délais de traitement d'environ un an sont à prévoir dans le cas des demandes d'autorisations ministérielles.

Définition d'objectifs clairs

Comme les fonctions des techniques végétales de stabilisation sont nombreuses, une définition claire des objectifs du projet, outre les aspects de stabilisation, permettra d'adapter la conception. Cela pourra se traduire notamment par le choix des végétaux.

Identification d'enjeux spécifiques au site

Pour compléter une bonne planification, des consultations devraient être effectuées afin d'identifier tous les enjeux potentiels du site projeté de l'aménagement (conservation de vues, besoins des utilisateurs, etc.). Cela permettra d'ajuster la conception en conséquence.

Planification participative

Avant même de débiter la conception, une ou plusieurs consultations peuvent être effectuées auprès des parties prenantes du projet. On cherchera notamment à consulter les responsables de l'entretien de l'aménagement ainsi que les utilisateurs (p. ex. les citoyens riverains au projet), mais aussi d'autres planificateurs (p. ex. le directeur du service des travaux publics consulté lors de la planification d'un projet par le service de l'environnement). Évidemment, les responsables de la conception et de la réalisation devront également participer au processus de consultation afin d'encadrer les discussions selon ce qui est réalisable et ce qui ne l'est pas. Ce type de consultation permet d'identifier, en amont des projets, les enjeux mais aussi les opportunités et offre également la possibilité de bonifier les projets, d'en améliorer la performance, ainsi que l'acceptabilité sociale. À titre de référence, un guide sur l'urbanisme participatif est rendu disponible par le Centre d'écologie urbaine de Montréal (CEUM, 2015).

Analyse des conditions agroécologiques du site

Comme pour tout projet impliquant la plantation de végétaux, une bonne analyse du site et des conditions de croissance est nécessaire afin de choisir les végétaux les mieux adaptés et qui auront le plus de chance de survie. Cette analyse comprend notamment la caractérisation du type de sol (structure, taux de matière organique, capacité de rétention en eau, etc.), l'ensoleillement, l'exposition au vent et aux intempéries et le type de drainage.

3. Conception

Choix du type de technique

La sélection du type de stabilisation végétale dépendra principalement du type de pente et de la sévérité de l'érosion. La végétalisation simple s'utilisera en haut de talus et sur les pentes douces, alors que les phytotechnologies peuvent être utilisées dans un large éventail de situations.

Choix des matériaux inertes

Selon le type de technique sélectionnée, les matériaux requis pourront être définis. Il pourrait s'agir de pierres dans le cas des techniques mixtes, de différentes couches de géotextile et de matelas anti-érosion ou de structures d'attaches métalliques et d'ancrages en bois (pieux et piquets) pour les phytotechnologies. La plantation simple et l'ensemencement pourraient nécessiter des disques en fibre (à installer à la base des plantes pour supprimer les adventices), des structures de protection contre les herbivores ou des matelas anti-érosion. Les matériaux requis pour plusieurs techniques sont décrits dans le chapitre 7 du *Guide de bonnes pratiques sur la Protection des rives, du littoral et des plaines inondables* (MELCCFP, 2005).

Choix des végétaux

La sélection des végétaux dépend évidemment du type de technique utilisée, mais également des objectifs et des enjeux précédemment identifiés ainsi que des conditions agroécologiques du site. La végétalisation simple offre de multiples options alors que les phytotechnologies reposent essentiellement sur l'utilisation de branches à rejets d'espèces ayant une forte capacité de reproduction végétative.

Le choix des végétaux dans les infrastructures végétalisées : une spécialité !

Les végétaux jouent un rôle central dans le fonctionnement des infrastructures végétalisées. Pour chaque projet, une sélection minutieuse doit être réalisée, car la performance des aménagements dépend en grande partie de cette sélection. Pour ce faire, il est recommandé de toujours se référer à un professionnel du végétal qui sera à même de comprendre les enjeux de croissance propre à un site et de choisir les espèces aux traits fonctionnels les plus adaptés. À titre d'exemple, il pourra s'agir d'un architecte paysagiste, d'un paysagiste, d'un horticulteur, d'un biologiste, d'un agronome ou encore d'un producteur de végétaux.

Plan de gestion des sédiments

Le travail du sol lors de travaux de stabilisation de pente peut générer des quantités importantes de sédiments. Il est donc important de prévoir, en amont de la réalisation des travaux, comment seront gérés ces sédiments pour protéger le milieu récepteur. Les techniques de gestion varieront selon si l'on se trouve dans (ou à proximité) d'un cours d'eau ou non ainsi que selon les exigences ministérielles en vigueur.

4. Réalisation

Préparation du site

La préparation du site dépend du type de technique utilisée et des conditions du site. Elle comprend souvent l'excavation et le nivellement du sol et des pentes. La préparation du site se fait généralement par section et en alternance avec les autres étapes de réalisation afin de limiter les zones de sol à nu à un même moment.

Gestion des sédiments

Tout au long de la réalisation des travaux, mais particulièrement pendant la préparation du site, il importe de respecter le plan de gestion des sédiments préalablement mis en place, et ce, afin de protéger le milieu récepteur.

Gestion efficace de l'érosion et des sédiments

Un plan de travail efficace pour des réalisations dans l'eau ou près de l'eau devrait tenir compte des éléments suivants (TRCA, 2019) :

- une évaluation des risques d'érosion et l'installation de pratiques de gestion optimales dans les zones les plus à risque;
- un empiètement réduit sur le milieu naturel et une destruction minimale des habitats;
- une bonne connaissance du site (p. ex. Comment les conditions du site pourraient-elles changer pendant la construction ? Où sont les éléments écologiques sensibles ? Qu'est-ce qui nécessite une protection ?);
- une planification de la gestion de l'eau pour chaque étape de la construction, y compris le traitement et les canaux d'évacuation;
- une priorisation des contrôles d'érosion et un suivi des contrôles de sédiments;
- une gestion des phases de construction qui minimise l'étendue et la durée des sols exposés;
- une approche multibarrière (soyez proactif et ayez des contrôles de secours en place);
- une isolation complète de la zone de travail de l'influence des eaux de surface;
- une stabilisation des sols exposés au fur et à mesure;
- une gestion dynamique (il faut gérer les conditions imprévues et mettre à jour les plans en conséquence);
- des inspections régulières, de la documentation, de la maintenance et du suivi.

Installation des structures inertes

Le phasage des travaux et de l'installation des matériaux (incluant les végétaux) dépendra de la technique utilisée. La mise en place des différentes techniques de stabilisation végétale est décrite dans le chapitre 7 du *Guide de bonnes pratiques sur la Protection des rives, du littoral et des plaines inondables* (MELCCFP, 2005).

Implantation des végétaux

Les différentes techniques de stabilisation requerront différentes méthodes de plantation ou de disposition du matériel végétal. Ces méthodes sont décrites dans la norme BNQ *Aménagement paysager à l'aide de végétaux* (BNQ, 2019) ainsi que dans le chapitre 7 du *Guide de bonnes pratiques sur la Protection des rives, du littoral et des plaines inondables* (MELCCFP, 2005). Un arrosage doit être effectué pendant et/ou juste après l'implantation des végétaux.

5. Opération et entretien

Suivi de la survie des végétaux

La principale tâche d'entretien des techniques végétales de stabilisation est de s'assurer de la survie des végétaux implantés pendant la période d'établissement. Puisque les travaux sont généralement effectués en milieux naturels et avec des espèces spécifiquement adaptées aux conditions, aucune irrigation ni fertilisation ne devrait être nécessaire à long terme. Il est toutefois possible qu'une irrigation d'appoint soit nécessaire pendant la période d'établissement, particulièrement dans le cas de la stabilisation de talus secs.

Remplacement des végétaux morts

Dans le cas de la végétalisation avec des arbres ou des arbustes individuels, il est recommandé de remplacer les végétaux qui ne survivent pas à la période d'établissement. Il sera lors nécessaire de déterminer les causes potentielles et de modifier la sélection au besoin. Pour la plantation d'herbacées, l'ensemencement ou l'utilisation de branches à rejets (phytotechnologies), le remplacement ou l'ajout de végétaux se fera si le taux de recouvrement n'est pas satisfaisant après la période d'établissement.

La période d'établissement

Les fonctions des IV étant principalement basées sur l'action des végétaux, il est essentiel d'assurer non seulement leur survie mais aussi leur croissance. Une des meilleures méthodes pour y parvenir est de porter une attention particulière au suivi des végétaux pendant leur période d'établissement. Cette période est généralement d'une à deux saisons pour les vivaces et les arbustes, et de deux à trois saisons pour les arbres. Des végétaux bien implantés seront non seulement plus performants mais demanderont également moins d'entretien par la suite. Respecter la période d'établissement permet aussi de réduire les pertes et d'augmenter la performance des aménagements. Ce point est primordial pour l'utilisation de boutures, qui doivent être implantées en dormance dans l'ouvrage. Il est à noter qu'un entretien particulier peut être recommandé dans les ouvrages employant des phytotechnologies, comme le recépage des saules quatre ou cinq ans après la construction, pour stimuler la croissance du système racinaire.

Suivi de la performance de l'aménagement

Le suivi périodique du site du projet fournira des informations précieuses sur le processus de stabilisation et des informations importantes pour les projets à venir. Différentes méthodes de suivi peuvent être mises en place selon la technique utilisée et selon les objectifs initiaux du projet. Une section du *Guide pratique pour la stabilisation de berges par le génie végétal* du département de l'agriculture des États-Unis (Bentrup et Hoag, 1999) traite du suivi des ouvrages de stabilisation.



PHOTO : OBY/RSPN

Caissons végétalisés

Questions fréquemment posées

? Est-ce que la stabilisation végétale fonctionne sur tous les types de cours d'eau, même les grandes rivières ou les fleuves ?

Oui. Toutefois les contraintes érosives devront être bien caractérisées avant de choisir le type de technique à mettre en place. L'aide d'un spécialiste de la géomorphologie peut pour cela être utile. Dans certains cas, l'ajout d'une technique minérale telle que l'enrochement pourrait être approprié, mais dans tous les cas l'ajout de végétation, soit sous forme de végétalisation, soit de phytotechnologie, peut être réalisé. Plusieurs projets ont été réalisés avec succès dans les grands cours d'eau du Québec, tels que la rivière Richelieu ou le fleuve Saint-Laurent (Frédette, 2023; Tisserant et al., 2021).

? Est-ce que la stabilisation végétale peut remplacer les techniques minérales comme l'enrochement ?

Certaines techniques, comme les caissons végétalisés ont une résistance mécanique théorique plus élevée que les techniques les plus conventionnelles, telles que l'enrochement (Frossard et Evette, 2009). On peut donc conclure qu'il est techniquement possible, et en toute circonstance, de recourir à des techniques entièrement végétales pour la stabilisation de pente ou de berge. Ce n'est toutefois pas le cas pour toutes les techniques de stabilisation végétale et une bonne caractérisation des contraintes érosives est donc requise pour tous les projets.

Boîte à outils

- 📄 Bureau de normalisation du Québec. (2019). *Aménagement paysager à l'aide de végétaux (BNQ 0605-100)*. Bureau de normalisation du Québec, 182 p.
- 📄 Desjardins, D. (2019). *La stabilisation des pentes*. Société québécoise de phytotechnologie, 16 p.
- 📄 Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. (2005). *Guide des bonnes pratiques, chapitre 7, Protection des rives, du littoral et des plaines inondables – Techniques de stabilisation des rives*. Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, 14 p.
- 📄 Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. (2011). *Fiche technique sur la stabilisation des rives*. Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, 9 p.
- 📄 Bentrup, G., & Hoag, J. C. (1999). *The Practical Streambank Bioengineering Guide*. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. Ecological Sciences Division, 150 p.
- 📄 Québec Vert. (2008). *Répertoire des végétaux recommandés pour la végétalisation des bandes riveraines du Québec*. Québec vert, 28 p.
- 📄 Québec Vert. (2013). *Guide de bonnes pratiques – Aménagement et techniques de restauration des bandes riveraines*. Québec Vert, 59 p.
- 📄 Frédette, C. (2022). *Fiches IV – Rivière Bécancour*. Extrait de l'Inventaire des infrastructures végétalisées au Québec. Québec Vert, 2 p.
- 📄 Frédette, C. (2022). *Fiches IV – Club de golf Le Riviera*. Extrait de l'Inventaire des infrastructures végétalisées au Québec. Québec Vert, 2 p.
- 📄 Frédette, C. (2022). *Fiches IV – Parc des Pionniers (ruisseau Charron)*. Extrait de l'Inventaire des infrastructures végétalisées au Québec. Québec Vert, 2 p.
- 📄 Frédette, C. (2022). *Fiches IV – Renaturation de la bande riveraine, Parc du Rocher Percé*. Extrait de l'Inventaire des infrastructures végétalisées au Québec. Québec Vert, 2 p.
- 📄 Québec Vert. (2022). *Liste des entreprises œuvrant dans les différentes phytotechnologies au Québec*. Extrait du Guide de l'acheteur 2023, Québec Vert, 6 p.
- 📄 Frédette, C. (2023). *Fiche IV – Restauration du milieu humide du Montagnard*. Extrait de l'Inventaire des infrastructures végétalisées au Québec. Québec Vert, 2p.
- 📄 Frédette, C. (2023). *Fiche IV – Restauration des habitats côtiers et stabilisation de berges*. Extrait de l'Inventaire des infrastructures végétalisées au Québec. Québec Vert, 2p.
- 📄 Frédette, C. (2023). *Inventaire des infrastructures végétalisées au Québec (2^e édition)*. Québec Vert, 106 p.

Bibliographie

- Bentrup, G., & Hoag, J. C. (1999). *The Practical Streambank Bioengineering Guide*. United States Department of Agriculture, 150 p.
- Bureau de normalisation du Québec (BNQ). (2019). *Aménagement paysager à l'aide de végétaux (BNQ 0605-100)*. Bureau de normalisation du Québec, 182 p.
- Centre d'écologie urbaine de Montréal (CEUM). (2015). *L'urbanisme participatif, aménager la ville avec et pour ses citoyens*. Centre d'écologie urbaine de Montréal, 56 p.
- Environnement et changements climatiques Canada (ECCC). (1996). *Guide d'interventions – Restauration naturelle des rives du Saint-Laurent... entre Cornwall et l'île d'Orléans...* Environnement et changements climatiques Canada, 170 p.
- Frédette, C. (2023). *Inventaire des infrastructures végétalisées au Québec (2^e édition)*. Québec Vert, 106 p.
- Frossard, P. A., & Évette, A. (2009). Le génie végétal pour la lutte contre l'érosion en rivière : une tradition millénaire en constante évolution. *Sciences Eaux & Territoires, Spécial Ingénieries-EAT-29*, 99-109.
- Gouvernement du Québec. (2022). *Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement (REAFIE)*. Gouvernement du Québec, 162 p.
- Ministère de l'Environnement, de la lutte contre les Changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2005). *Protection des rives, du littoral et des plaines inondables – Techniques de stabilisation des rives*. Ministère de l'Environnement, de la lutte contre les Changements climatiques, de la Faune et des Parcs, 14 p.
- Tisserant, M., Poulin, M., Evette, A., Biron, P. & Hurson, M. (2021). *Étude des potentiels structurels et écologiques du génie végétal dans les travaux de stabilisation riveraine dans les Basses terres du Saint-Laurent*. Ministère des Transports et de la Mobilité durable du Québec, 131 p.
- Toronto and Region Conservation Authority (TRCA). 2019. *Erosion and Sediment Control Guideline for Urban Construction*. Toronto and Region Conservation Authority, 236 p.