

GUIDE D'ÉLABORATION D'UN PROJET DE RESTAURATION OU DE CRÉATION DE MILIEUX HUMIDES ET HYDRIQUES

DÉCEMBRE 2021



Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction adjointe de la conservation des milieux humides, en collaboration avec la Direction de l'aménagement, du milieu hydrique et de l'agroenvironnement, le Centre de contrôle environnemental du Québec et le Pôle d'expertise des secteurs hydrique et naturel du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). Elle a été produite par la Direction des communications du MELCC.

Renseignements

Pour tout renseignement, vous pouvez communiquer avec le Centre d'information.

Téléphone : 418 521-3830
1 800 561-1616 (sans frais)

Télécopieur : 418 646-5974
Formulaire : www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp
Internet : www.environnement.gouv.qc.ca

Pour obtenir un exemplaire du document

Direction adjointe de la conservation des milieux humides. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
675, boul. René-Lévesque Est, 4^e étage, boîte 21
Québec (Québec) G1R 5V7

Téléphone : 418 521-3848

Ou

Visitez notre site Web au www.environnement.gouv.qc.ca.

Référence à citer

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. *Guide d'élaboration d'un projet de restauration ou de création de milieux humides et hydriques - décembre 2021*, 32 p. + annexe [En ligne], <https://environnement.gouv.qc.ca/eau/milieux-humides/guide-elaboration-projet-restauration-creation-milieux-humides-hydriques.pdf>.

Photographie de la page couverture : Groupe de recherche en écologie des tourbières, 2021

Description : Suivi du retour de la végétation post-restauration d'une tourbière ombrotrophe utilisée pour l'extraction de tourbe sur la Côte-Nord.

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
Dépôt légal – 2021
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN 978-2-550-90840-1 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec, 2021

Équipe de réalisation

Rédaction

Émilie Larochelle
Direction adjointe de la conservation des milieux humides

Collaboration

Marianne Lessard
Direction adjointe de la conservation des milieux humides

Stéphane Valois
Direction de l'aménagement, du milieu hydrique et de l'agroenvironnement

Jean-Daniel Trottier
Marie-Christine Saulnier
Virginie Bolduc
Pôle d'expertise des secteurs hydriques et naturels

Marc Labrecque
Olivier Benoit
Priscilla Côté
Centre de contrôle environnemental du Québec

Révision

Geneviève Dufour Tremblay
Martin Joly
Direction adjointe de la conservation des milieux humides

Nathalie Lafontaine
Direction de l'aménagement, du milieu hydrique et de l'agroenvironnement

Table des matières

Équipe de réalisation	3
1. Mise en contexte	1
2. Portée du document et mise en garde	3
3. Distinction des approches conceptuelles	4
3.1 Création	4
3.2 Restauration	4
3.3 Régénération spontanée	5
3.4 Réhabilitation	5
3.5 Remise en état	6
3.6 Amélioration	6
3.7 Mise en valeur	6
3.8 Mesures d'atténuation	6
4. Situations menant à des projets de restauration et de création de milieux humides et hydriques	8
4.1 Projets réalisés dans le cadre du Programme de restauration et de création de milieux humides et hydriques	8
4.2 Travaux de restauration ou de création en remplacement de la contribution financière	9
4.3 Travaux de restauration ou de création volontaires	9
4.4 Mesures correctives réalisées à la suite de la notification d'un manquement	10
5. Notions fondamentales liées à la restauration et la création	11
5.1 Milieux humides	11
5.1.1 Hydrologie	11
5.1.2 Sols hydromorphes	12
5.1.3 Végétation dominée par les espèces hygrophiles	12
5.2 Milieux hydriques	12

6. Acceptabilité des travaux proposés	14
6.1 Expertise pertinente	14
6.2 Objectifs du projet	15
6.3 Localisation et choix du site	16
6.4 Description du site et diagnostic environnemental	18
6.5 Écosystème de référence	19
6.6 Acceptabilité sociale	20
6.7 Conception du projet et description des travaux	20
6.8 Minimisation	21
6.9 Suivi et indicateurs	21
6.10 Pérennisation des milieux restaurés ou créés	23
6.11 Échéancier des travaux et planification budgétaire	24
7. Conclusion	25
Références bibliographiques	26
Annexe 1 : Modèle détaillé de plan des travaux	1

1. Mise en contexte

L'importance des milieux humides et hydriques n'est plus à démontrer. Il est reconnu que les milieux humides sont considérés comme les éléments les plus productifs et les plus riches des écosystèmes puisqu'ils constituent des zones de transition entre le milieu terrestre et le milieu aquatique. Ils rendent de précieux services à la société en contribuant entre autres à épurer les eaux et à prévenir l'érosion et les inondations. Les biens et services écologiques qu'ils procurent à la société représentent aussi un moteur pour l'économie locale, régionale et nationale (Joly et collab., 2008). Les milieux hydriques jouent également un rôle important en ce qui concerne les habitats et les sources d'approvisionnement en eau. Ils supportent aussi une vaste gamme d'activités économiques et récréatives, par exemple la villégiature, la baignade, la pêche, la navigation, etc.

Or, les milieux humides des basses-terres du Saint-Laurent ont connu d'importantes pertes de superficies depuis la colonisation européenne. Plusieurs organisations et chercheurs mentionnent qu'entre 40 et 80 % des superficies humides auraient aujourd'hui disparu (Groupe Dryade, 1986; ECCC, 2013). Ces pertes de superficies se poursuivent encore aujourd'hui (Pellerin et Poulin, 2013) et les effets en sont mesurables. Ainsi, Ouranos (2013) souligne le rôle majeur des milieux humides dans la régulation des crues et, du même souffle, précise que ces écosystèmes sont aujourd'hui trop peu nombreux pour atténuer les impacts attendus du réchauffement climatique dans de nombreux bassins versants des basses-terres du Saint-Laurent.

Les milieux hydriques ont également subi d'importantes transformations au cours des dernières décennies. En effet, le redressement et le recalibrage des cours d'eau ont été subventionnés au Québec de 1917 à 1986 afin d'augmenter l'efficacité du drainage et la productivité des terres agricoles, si bien que plus de 30 000 km de cours d'eau ont été perturbés entre 1944 et 1976 (Beaulieu, 2001; Boutin, Jobin et Bélanger, 2003). En fait, la majeure partie des cours d'eau des basses-terres du Saint-Laurent ont un degré de naturalité généralement faible, ce qui les contraint dans les fonctions écologiques qu'ils peuvent remplir. La perturbation des cours d'eau a notamment entraîné une uniformisation des faciès d'écoulement et des habitats aquatiques, des modifications au régime hydrologique, des contraintes hydrauliques et un déséquilibre dans les processus naturels d'érosion et de sédimentation (MELCC, 2020).

La conservation des milieux humides et hydriques est au cœur de la mission du Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (ci-après, le Ministère) puisqu'ils remplissent d'indispensables fonctions écologiques et qu'ils constituent un maillon déterminant de la biodiversité du Québec. La simple protection des milieux restants n'est pas suffisante pour compenser l'importance des superficies perdues et dégradées au cours des dernières décennies, principalement dans le sud du Québec. En revanche, la restauration écologique permet de ralentir la perte de ces milieux et même de renverser ce déclin en contribuant au rétablissement des écosystèmes dégradés, endommagés ou détruits (SER, 2004). C'est d'ailleurs une approche qui est mise de l'avant à l'échelle internationale, entre autres par l'Organisation des Nations Unies, qui a lancé un appel mondial à l'action en décrétant la décennie 2020-2030 comme étant la *Décennie des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes*.

Ainsi, depuis quelques années, le Ministère actualise son cadre légal et réglementaire pour refléter l'importance de cet enjeu en prévoyant des mesures pour freiner la perte des milieux humides et hydriques, voire faire des gains en la matière. Avec l'adoption de la [Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques](#) (LCMH) en 2017, le gouvernement du Québec a introduit la section V.1, propre à ces milieux, dans la [Loi sur la qualité de l'environnement](#) (LQE) et a inscrit l'objectif d'aucune perte nette dans la [Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et favorisant une meilleure gouvernance de l'eau et des milieux associés](#). Pour ce faire, la restauration et la création sont dorénavant privilégiées afin de contrebalancer les pertes de ces écosystèmes sensibles sur le territoire québécois.

Malgré un cadre légal en constante évolution, il demeure que les outils et les connaissances en restauration, adaptés au territoire québécois et aux différents types de milieux humides et hydriques, n'ont pas tous été développés à l'heure actuelle. Les efforts de recherche s'accroissent toutefois au sein de la communauté scientifique et des organisations concernées, faisant de la restauration écologique un champ d'expertise en expansion. Par exemple, des universités effectuent des recherches scientifiques sur le sujet,

d'autres réalisent des projets pilotes de restauration ou de création, d'autres encore élaborent des guides de bonnes pratiques. Certains acteurs approfondissent même leur réflexion pour utiliser des techniques d'aménagement plus naturelles que ce qui existait auparavant. L'émergence éventuelle d'une communauté de pratique dans le domaine pourrait aussi favoriser les échanges et le partage des connaissances, permettant ainsi d'accroître les avancées sur le sujet.

La restauration et la création de milieux humides et hydriques constituent désormais le moyen privilégié pour contrebalancer les pertes encourues. Quatre cas de figure peuvent y mener :

- En premier lieu, lorsqu'un projet porte atteinte à ces écosystèmes, une contribution financière est exigée en fonction de différents paramètres présentés dans le [Règlement sur la compensation pour l'atteinte aux milieux humides et hydriques](#) (RCAMHH). Les contributions financières sont versées au Fonds de protection de l'environnement et du domaine hydrique de l'État et servent de levier financier pour financer des projets de restauration ou de création dans le cadre du [Programme de restauration et de création de milieux humides et hydriques](#). D'autres programmes provinciaux ou fédéraux peuvent également financer des projets de restauration et de création.
- En second lieu, sous certaines conditions prévues à l'article 10 du RCAMHH, l'initiateur de projet peut, une fois qu'il est informé du montant de la contribution financière, proposer des travaux de restauration ou de création en remplacement du paiement de cette contribution financière.
- En troisième lieu, les initiateurs de projets qui souhaitent contribuer volontairement à la restauration ou à la création peuvent le faire en obtenant une autorisation du Ministère pour la réalisation d'un tel projet ou en intégrant volontairement des travaux de restauration ou de création à leur projet de développement sur leur propriété. De façon générale, la restauration ou la création volontaire permettent d'améliorer la qualité et la quantité de milieux naturels sur un territoire, ainsi que de faire des gains en fonctions et en biodiversité. Elles peuvent aussi favoriser chez les acteurs et les usagers du milieu une perception plus positive du projet en rendant celui-ci plus acceptable sur le plan environnemental.
- En quatrième lieu, la réalisation d'un plan des mesures correctives peut être demandée à la suite de la notification d'un manquement conformément à la [Directive sur le traitement des manquements à la législation environnementale](#) (MELCC, 2021c).

Le Ministère rend disponible le présent guide afin de contribuer à l'essor des connaissances en matière de restauration et de création au Québec, de guider les acteurs du milieu pour concevoir des projets pertinents qui s'inscrivent dans l'objectif d'aucune perte nette et reflètent adéquatement les grands concepts essentiels en la matière, ainsi que d'uniformiser les éléments à considérer lors de la conception d'un projet.

2. Portée du document et mise en garde

Le présent document a pour objectif de faire part des grands concepts qui permettent une planification, une conception et un suivi adéquats et pertinents des travaux de restauration ou de création de milieux humides et hydriques en général. Ainsi, en tout temps, les pouvoirs conférés par les lois et règlements prévalent sur les dispositions indiquées au présent guide, qui n'a aucune portée légale. Le présent document, de nature administrative, n'engage pas le Ministère à s'y limiter. D'ailleurs, selon les obligations réglementaires ou autres cas de figure menant à des projets de restauration et création de milieux humides et hydriques, un encadrement particulier à chaque mécanisme existe et est présenté à la section 4.

Les renseignements contenus dans le présent guide y sont donc exposés seulement à titre indicatif, pour guider les initiateurs de projets à concevoir des projets viables et fonctionnels qui contribueront à contrebalancer la perte de milieux humides et hydriques ou à faire des gains en la matière. La prise en compte des différents principes permet de garantir la conception de projets le plus complet possible de façon à en maximiser la qualité et le taux de succès et à réduire au minimum les erreurs et les oublis.

Liste des acronymes

IQM :	Indice de qualité morphologique
LCMHH :	Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques
LCPN :	Loi sur la conservation du patrimoine naturel
LQE :	Loi sur la qualité de l'environnement
MRC :	Municipalité régionale de comté
RCAMHH :	Règlement sur la compensation pour l'atteinte aux milieux humides et hydriques

3. Distinction des approches conceptuelles

3.1 Création

La création est l'ensemble des actions qui visent à convertir des milieux terrestres en nouveaux milieux humides et hydriques. Pour ce faire, il faut approvisionner le site en eau là où il n'y en a pas naturellement, selon la profondeur et la durée de temps de rétention souhaitées. L'objectif, pour les milieux humides, est d'établir de nouvelles conditions hydrologiques et d'implanter une végétation typique sur des sols qui ont la capacité de devenir hydromorphes afin de créer un habitat fonctionnel. Par exemple, un sol sableux sur un terrain avec une pente n'aurait pas le même potentiel de devenir hydromorphe qu'un sol argileux sur un terrain plat. L'objectif, pour les milieux hydriques, pourrait être l'excavation d'une nouvelle zone inondable.

À superficie égale, la création demande habituellement beaucoup plus d'efforts et de ressources que la restauration d'un milieu perturbé ou dégradé. Les projets de création de certains types de milieux humides ont nettement moins de succès que ceux d'autres types de milieux. Par exemple, les milieux humides forestiers (marécages arborescents et tourbières boisées) sont plus difficiles à créer, car la durée de leur établissement est plus longue en raison du temps requis pour la croissance des espèces arborescentes (Mitsch et Wilson, 1996; Gorham et Rochefort, 2003). Il y a également un risque accru de colonisation par les espèces exotiques envahissantes à la suite de travaux de création, puisqu'elles s'installent généralement plus rapidement que les communautés végétales indigènes.

Les aménagements visant à remplir une fonction particulière autre qu'environnementale ne correspondent habituellement pas à des milieux humides et hydriques créés (par exemple, un étang artificiel servant de point d'eau pour des bornes sèches d'incendie ou pour le prélèvement d'eau). Ces structures nécessitent un entretien régulier pour maintenir leurs fonctionnalités (enlèvement des sédiments, contrôle de la végétation, etc.), ce qui en fait des ouvrages plus artificiels que naturels. Sauf exception, ils n'accomplissent pas toujours naturellement l'ensemble des fonctions écologiques comme les milieux naturels pérennes et fonctionnels peuvent le faire. Cela dit, des aménagements comme des marais filtrants, s'ils dépassent l'objectif initial de gestion des eaux pour viser l'établissement d'un milieu humide pérenne et fonctionnel, pourraient conduire à une création de milieux humidex réussie, notamment si leur conception tient compte des éléments suivants :

- Objectif de rétablir les conditions naturelles représentatives d'un milieu humide fonctionnel;
- Aménagements proposés pour la faune, en complément avec d'autres mesures;
- Diversité et représentativité de la flore qui sera plantée, pour les trois strates de végétation;
- Garantie d'apport en eau suffisant et pérenne;
- Entretien minimal pour assurer la pérennité du milieu.

La création d'habitats fauniques, qui est plus apparentée à l'amélioration du potentiel piscicole ou à l'amélioration d'habitats d'autres groupes fauniques, ne permet pas, de façon générale, l'établissement de l'ensemble des fonctions écologiques que fournissent normalement les milieux humides et hydriques. Ces aménagements, présentés comme seule mesure, ne sont pas considérés comme de la création en soi, mais plutôt comme des améliorations visant un objectif faunique. Toutefois, s'ils sont accompagnés d'autres mesures adéquates, de tels aménagements peuvent contribuer à la création d'un écosystème plus complet.

3.2 Restauration

La restauration est une activité menée de façon intentionnelle et qui implique une intervention sur le milieu (SER, 2005). Les travaux de restauration visent à amorcer ou à accélérer la régénération naturelle d'un écosystème dégradé, artificialisé ou détruit (SER, 2004) en modifiant les fonctions écologiques, la structure, les processus, la dynamique et les caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques d'un site. Ainsi, la restauration vise à rétablir l'ensemble des conditions biotiques et abiotiques du type d'écosystème qui existait ou qui est dégradé à un endroit donné. Cette activité est réalisée dans le but de favoriser le retour des composantes biophysiques et des attributs de l'écosystème de référence (Quinty, Leblanc et Rochefort,

2020). Pour les milieux humides, les travaux devraient prioritairement garantir un retour des conditions hydrologiques (afin d'assurer la pérennité de l'alimentation en eau) et de la végétation hydrophyte. Pour les milieux hydriques, les travaux devraient garantir un retour d'un état compatible avec le régime hydrologique (état hydrologique et hydraulique) et la dynamique hydrosédimentaire (état hydromorphologique) et rétablir les continuités écologiques le long des cours d'eau. Dans tous les cas, il est souhaité retrouver l'hétérogénéité des habitats et la dynamique naturelle de ces écosystèmes. La restauration peut se présenter en deux principales formes : la restauration active et la restauration passive.

La **restauration d'un ancien milieu humide** comprend, par exemple, le remouillage d'une tourbière, l'obstruction de fossés, le démantèlement de conduites de drainage ou le retrait de remblais pour retrouver la topographie d'origine. Elle vise une récupération de superficie et de fonctions du milieu humide perdu.

La **restauration d'un milieu humide dégradé** consiste, par exemple, à supprimer un ouvrage de retenue dans le but de reconnecter le milieu humide dégradé à la zone inondable ou à retirer des éléments qui l'ont fragmenté. Elle entraîne généralement une bonification des fonctions et de la biodiversité du milieu humide.

La **restauration d'un milieu hydrique** inclut, par exemple, le retrait de constructions (remblais, enrochements, seuils, ouvrages de retenue), la reconnexion d'un bras mort d'un cours d'eau à celui-ci, la recharge sédimentaire, le rétablissement de la sinuosité d'un tronçon d'un cours d'eau, etc. Elle vise le retour des processus naturels, principalement d'érosion et de sédimentation. Elle comprend aussi le rétablissement de l'espace de bon fonctionnement d'un cours d'eau (espace d'inondabilité et de mobilité, milieux humides riverains, etc.), ainsi que la restauration de la continuité écologique. Cette continuité se définit par la libre circulation des espèces biologiques et par le bon déroulement du transport naturel des sédiments. La restauration active sera parfois nécessaire pour des cours d'eau peu dynamiques n'ayant pas ou plus la capacité d'autoajustement.

La **restauration passive** vise à faciliter la reprise des processus naturels permettant à l'écosystème de se régénérer par lui-même. Pour que cela soit possible, le site doit présenter des conditions favorables à la reprise de ces processus. Par exemple, une banque de graines dans le sol devrait être disponible dans les sols, même s'ils sont perturbés, ou sur un site à proximité, afin de permettre la reprise naturelle de la végétation (Jones et collab., 2018). De plus, la restauration passive implique principalement le retrait des sources de dégradation ou de perturbation (démantèlement de barrages, retrait de remblais, abandon de cultures, etc.) de l'écosystème (IWWR, 2003; Pasqualini, 2019). Elle privilégie des interventions les plus simples possible (IWWR, 2003; Mitsch et Gosselink, 2015) et une diminution, voire l'absence d'entretien une fois les travaux de restauration effectués (arrêt de l'entretien des fossés). Pour ce faire, les travaux doivent être réalisés avant que la dégradation du milieu ne soit trop importante (IWWR, 2003; Gallet, Bioret et Sawtschuk, 2011). Dans le cas contraire, une restauration plus active est souvent requise et nécessite généralement plus de travaux d'aménagement et d'entretien, entraînant des coûts plus élevés et des risques accrus de complications (IWWR, 2003).

3.3 Régénération spontanée

La régénération spontanée désigne le rétablissement naturel d'un milieu perturbé, sans aucune intervention humaine. Des espèces végétales, particulièrement dans certaines tourbières, ont la capacité de coloniser par elles-mêmes des habitats, de stabiliser la surface du sol et de faciliter l'établissement d'autres espèces en y créant des microconditions climatiques (Lavoie et collab., 2003). Bien que celle-ci soit souhaitable pour l'écosystème même si elle se réalise sur plusieurs décennies, la régénération spontanée n'est pas considérée comme une mesure de restauration en soi puisque les concepts élaborés dans le présent guide ne sont pas applicables pour cette situation.

3.4 Réhabilitation

La réhabilitation est un mode d'intervention pour gérer les impacts et les risques associés à un terrain contaminé (MERN, 2017). La réhabilitation permet ainsi de stabiliser les sols, d'améliorer certaines fonctions écologiques ainsi que d'assurer la sécurité et l'aspect naturel d'un site donné. D'autres concepts peuvent être considérés à l'intérieur de cette approche. Par exemple, la réhabilitation peut viser à remettre

un site perturbé ou contaminé dans un état acceptable et sécuritaire qui comporte des caractéristiques naturelles minimales, sans égard à l'écosystème original. La plantation d'arbres en tourbière à la suite d'extraction de tourbe ou l'établissement d'un couvert végétal sur un parc à résidus miniers sont des exemples de projet de réhabilitation (Quinty, Leblanc et Rochefort, 2020). La réhabilitation comme seule mesure est une forme d'aménagement qui n'est pas considérée comme de la restauration en soi. Toutefois, si elle est accompagnée d'autres mesures adéquates, la réhabilitation peut contribuer à la restauration d'un écosystème.

3.5 Remise en état

La remise en état regroupe les interventions effectuées à la suite de travaux portant atteinte à des milieux humides et hydriques. Ces interventions visent à remettre le site dans un état se rapprochant de l'état initial précédant la réalisation des travaux. Certains travaux autorisés peuvent nuire aux milieux situés sur le site, notamment en raison de la circulation de la machinerie. Ces atteintes temporaires n'ont pas pour effet d'altérer considérablement les fonctions écologiques, comme c'est le cas pour un site dégradé après plusieurs années de perturbations plus importantes. Les travaux effectués à la suite de l'obtention d'une autorisation peuvent tout de même laisser des traces et il importe de remettre en état les milieux qui ont été endommagés temporairement. Il en est de même pour les travaux réalisés en contravention à la législation environnementale.

La remise en état comprend, entre autres, le démantèlement d'ouvrages temporaires, la stabilisation naturelle des talus, la remise en état du sol avec les matériaux excavés ou le substrat d'origine, la revégétalisation du site lorsque la végétation a été retirée ou décapée, le retrait des débris et des autres matières résiduelles et le rétablissement des conditions de drainage d'origine.

La remise en état est davantage considérée comme une mesure d'atténuation qu'une mesure de restauration ou de création, car le retour aux conditions d'origine est très improbable sur des sites perturbés depuis plusieurs années. Les sites dégradés et perturbés pendant plusieurs années nécessitent de réelles mesures de restauration pour retrouver leur fonctionnalité, tandis que les sites altérés durant des travaux peuvent être simplement remis en état. Cependant, des techniques de restauration peuvent être employées pour contribuer à remettre en état un site perturbé et à redémarrer les processus naturels.

3.6 Amélioration

L'amélioration consiste au rétablissement d'une ou de plusieurs fonctions écologiques, par exemple par la création d'un habitat faunique ou la gestion des espèces exotiques envahissantes. L'amélioration comme seule mesure est une forme d'aménagement qui n'est pas considérée comme de la restauration en soi. Toutefois, si elle est accompagnée d'autres mesures adéquates, l'amélioration de certaines fonctions peut contribuer à la restauration d'un écosystème.

3.7 Mise en valeur

La mise en valeur consiste généralement à aménager un milieu afin de lui donner de nouvelles fonctionnalités, de le rendre plus accessible ou d'améliorer sa valeur esthétique en y intégrant des structures anthropiques. Par exemple, des sentiers, des points de vue, des tables à pique-nique, etc. sont des structures anthropiques qui mettent le milieu en valeur par l'amélioration des services culturels et de loisirs ou du paysage. La mise en valeur peut être complémentaire à un projet de restauration ou de création, mais ce type d'intervention n'est pas considéré comme de la restauration ou de la création en soi, puisque les travaux ne permettent pas de rétablir directement des fonctions écologiques ou la biodiversité.

3.8 Mesures d'atténuation

Les mesures d'atténuation visent à limiter les impacts sur l'environnement lors de la réalisation d'un projet portant atteinte à des milieux humides et hydriques. Celles-ci comprennent l'évitement, les efforts de minimisation mis en place durant la réalisation de travaux portant atteinte aux milieux et les mesures de compensation pour les pertes inévitables de ces milieux.

La minimisation vise à réduire le plus possible la durée, l'intensité ou l'étendue des impacts du projet sur les milieux qui ne peuvent être complètement évités (CGDD, 2013). L'optimisation de la conception du projet pour réduire l'empiètement sur les milieux, la limitation de l'implantation de surfaces imperméabilisées près des milieux humides et hydriques et l'implantation d'une zone tampon autour des milieux humides sont des exemples de mesures de minimisation. Pour plus de précisions concernant les mesures d'atténuation et d'autres exemples, on peut consulter la section 3.2.2 du document [Les milieux humides et hydriques – L'analyse environnementale](#) (MELCC, 2021b). L'évitement et la minimisation ne sont pas considérés comme des mesures de restauration ou de création.

4. Situations menant à des projets de restauration et de création de milieux humides et hydriques

Quatre cas de figure menant à la restauration et à la création de milieux humides et hydriques découlent des différentes mesures mises en place par la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) en vue de favoriser le principe d'aucune perte nette de ces milieux : les projets réalisés dans le cadre du Programme de restauration et de création de milieux humides et hydriques, les travaux réalisés en remplacement d'une compensation sous forme de contribution financière, les travaux réalisés volontairement et les mesures correctives réalisées selon la [Directive sur le traitement des manquements à la législation environnementale](#) (MELCC, 2021c).

4.1 Projets réalisés dans le cadre du Programme de restauration et de création de milieux humides et hydriques

Lorsqu'un projet porte atteinte aux milieux humides et hydriques, une contribution financière est demandée en vertu du RCAMHH et est versée au Fonds de protection de l'environnement et du domaine hydrique de l'État. L'argent ainsi cumulé sert de levier financier pour financer des projets de restauration ou de création dans le cadre du Programme de restauration et de création de milieux humides et hydriques (ci-après Programme).

Le Programme dispose d'un budget équivalent aux superficies qui ont été perdues pour une période donnée et vise à retourner prioritairement les sommes disponibles dans les municipalités régionales de comté (MRC) et les bassins versants où ont eu lieu les pertes. L'objectif principal du Programme est de restaurer et de créer des écosystèmes pérennes dans le temps en finançant la réalisation de projets qui maximiseront les gains en superficies et en fonctions écologiques de ces milieux.

Les conditions d'admissibilité, les critères d'analyse et des exemples de projets souhaitables sont disponibles dans le cadre normatif. Ce cadre et la liste des projets sélectionnés jusqu'à maintenant sont disponibles sur la [page Web du Programme](#). Les demandeurs qui souhaitent présenter un projet dans le cadre du Programme doivent le faire durant les appels à projets à l'aide du formulaire prévu à cette fin. Ce formulaire et le document d'appel à projets sont fournis durant la période ciblée et balisent les attentes à respecter pour l'élaboration d'un projet de restauration ou de création.

Dans le cas d'un projet déposé, les travaux n'ont pas à être liés directement à un projet ayant porté atteinte. De plus, le demandeur est responsable d'obtenir toutes les autorisations requises pour la réalisation de son projet. Toutefois, si le projet est sélectionné au volet 2 du Programme, l'autorisation du Ministère pour des interventions dans des milieux humides et hydriques en vertu du paragraphe 4° du premier alinéa de l'article 22 de la LQE est remplacée par une entente de réalisation des travaux.

Les projets qui seront réalisés dans le cadre du Programme contribueront à contrebalancer les pertes subies sur le territoire au fil du temps. De plus, en sélectionnant les meilleurs projets à l'échelle de la province, tant sur le plan des superficies que des fonctions écologiques, le Programme contribue à soutenir une meilleure planification et un aménagement durable et structurant du territoire. Cette réflexion territoriale s'inscrit également dans le cadre de la conception des [plans régionaux des milieux humides et hydriques](#), qui visent à intégrer la conservation à la planification territoriale des MRC. Ceux-ci permettront de cibler les zones les plus favorables à la conservation sur le territoire en fonction des enjeux régionaux et du contexte local. De bons projets de restauration et de création soumis au Programme concorderont davantage avec les objectifs du Ministère et des MRC s'ils sont situés dans des zones ciblées et reconnues comme présentant un intérêt pour la conservation.

4.2 Travaux de restauration ou de création en remplacement de la contribution financière

Au terme de l'[analyse environnementale](#) (MELCC, 2021b) lorsque l'activité est considérée comme acceptable selon l'approche « éviter-minimiser-compenser », une contribution financière peut être exigée dans le cadre du RCAMHH s'il n'est pas possible, aux fins d'un projet, d'éviter de porter atteinte aux fonctions écologiques et à la biodiversité des milieux humides et hydriques (articles 46.0.1 et 46.0.5 de la LQE).

Pour les activités à risque modéré (autorisation ministérielle) visées à l'article 10 du [RCAMHH](#), le paiement de la contribution financière peut être remplacé, en tout ou en partie, par l'exécution de travaux de restauration ou de création réalisés directement par l'initiateur du projet. Le plan des travaux de restauration ou de création transmis à cet effet doit être approuvé par le ministre. Les travaux proposés en compensation doivent permettre, minimalement, de restaurer ou de créer les superficies affectées par le projet, d'assurer le retour des conditions propices pour les espèces animales ou végétales affectées et les fonctions écologiques perdues, de même que d'assurer l'intégrité, la viabilité ou la résilience du ou des milieux qui seront restaurés ou créés. L'objectif demeure de contrebalancer les pertes le plus rapidement possible. Les articles 10 et 10.1 à 10.3 du [RCAMHH](#) et la section 3.2.3 du document [Les milieux humides et hydriques – L'analyse environnementale](#) (MELCC, 2021b) apportent plus de précisions par rapport au plan des travaux de restauration ou de création.

La section V.1 de la LQE concerne également les décisions qui sont prises par décret en vertu de la [Procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement](#) pour les activités à risque élevé. C'est l'autorisation gouvernementale, dans l'application de cette procédure, qui détermine si une contribution financière est exigible ou si le paiement de cette contribution financière peut être remplacé, en tout ou en partie, par des travaux visant la restauration ou la création.

4.3 Travaux de restauration ou de création volontaires

Le troisième cas de figure concerne les initiateurs de projets qui souhaitent effectuer volontairement des travaux de restauration ou de création de milieux humides et hydriques. Cela peut se faire en déposant un tel projet au Ministère et en obtenant l'autorisation requise en vertu du paragraphe 4° du premier alinéa de l'article 22 de la LQE.

Des initiateurs de projets pourraient également réaliser des travaux de restauration ou de création volontaires en intégrant de tels travaux à la compensation requise sur les sites qu'ils projettent de développer et pour lesquels une autorisation ministérielle est nécessaire. À cette étape-ci, il ne s'agit pas d'appliquer l'approche d'atténuation en évitant des milieux sensibles ou en minimisant les impacts du projet puisque cette approche a déjà été réalisée en vue d'autoriser le projet. Il s'agit plutôt de bonifier la proposition de compensation acceptée par l'analyste de la direction régionale, une fois que l'analyse environnementale (MELCC, 2021b) du projet a été effectuée et que l'avis de contribution financière a été émis. Par exemple, les initiateurs pourraient effectuer des travaux de restauration ou de création en plus de payer la contribution financière demandée afin d'améliorer l'insertion de leur projet dans la trame de milieux naturels présents. Si la contribution financière vise plutôt à être remplacée par des travaux, les initiateurs pourraient restaurer une superficie ou obtenir des gains en fonctions écologiques de plus grande importance que ce qui est prévu par les travaux de compensation associée aux travaux autorisés. Il s'agit d'une amélioration de la qualité du projet qui peut favoriser une meilleure perception par les acteurs et les usagers du milieu, tout en contribuant au bon fonctionnement des écosystèmes qui seront maintenus en place.

Pour que les travaux supplémentaires soient considérés comme volontaires, l'initiateur de projet présente une distinction claire entre les travaux de compensation acceptés (zone de restauration en remplacement de la contribution financière, zone de remise en état demandée pour des impacts temporaires lors de la réalisation du projet portant atteinte à ces écosystèmes) et les travaux supplémentaires en fournissant, par exemple, une délimitation des différents types de projets par cartographie.

4.4 Mesures correctives réalisées à la suite de la notification d'un manquement

Le quatrième et dernier cas de figure concerne les mesures correctives qui peuvent être demandées à la suite de la notification d'un manquement conformément à la [Directive sur le traitement des manquements à la législation environnementale](#) (MELCC, 2021c). Ce cas de figure s'applique aux travaux qui ont eu lieu dans des milieux humides et hydriques sans obtenir l'autorisation préalable en vertu du paragraphe 4° du premier alinéa de l'article 22 de la LQE, ou aux travaux qui ont été effectués dans ces milieux de façon non conforme par rapport à ce qui était indiqué dans l'autorisation ministérielle.

Les correctifs demandés à la suite de la notification d'un manquement devraient généralement débiter dans l'année suivant l'approbation du plan des mesures correctives. Les suivis devraient être effectués minimalement pour chacune des deux années suivant la réalisation des travaux. Selon les circonstances et en fonction des saisons, l'échéancier de réalisation des travaux proposés acceptable et des suivis à effectuer propres à chaque cas seront convenus dans le cadre des [mesures d'application de la LQE](#).

5. Notions fondamentales liées à la restauration et la création

Les milieux humides et hydriques sont définis comme des lieux d'origine naturelle ou anthropique qui se distinguent par la présence d'eau de façon permanente ou temporaire, laquelle peut être diffuse, occuper un lit ou saturer le sol et dont l'état est stagnant ou en mouvement. Lorsque l'eau est en mouvement, elle peut s'écouler avec un débit régulier ou intermittent (article 46.0.2 de la LQE). Le guide [Identification et délimitation des milieux humides](#) (Lachance, Fortin et Dufour Tremblay, 2021) et la fiche [Identification et délimitation des milieux hydriques et riverains](#) (MDDELCC, 2015) fournissent plus de précisions sur les aspects fondamentaux de ces milieux.

Ces aspects fondamentaux, soit l'hydrologie, la végétation, le sol et la dynamique particulière, devraient être pris en compte lors de l'élaboration de projets de restauration ou de création afin de s'assurer que les milieux restaurés ou créés représentent l'état naturel et typique de ces écosystèmes. Cette science complexe fait en sorte que certains projets de restauration peuvent mener à des résultats très variables malgré des habitats et des techniques de restauration similaires (Berkowitz, 2013; Matthews et collab., 2009). Le succès des projets de restauration ou de création nécessite des connaissances théoriques et pratiques approfondies sur la végétation, les sols, l'hydrologie, la qualité des eaux, l'ingénierie des milieux humides et la faune (Mitsch et Gosselink, 2015). Certaines de ces notions sont présentées ci-dessous et peuvent alimenter les réflexions quant à la définition des objectifs des travaux de restauration ou de création.

5.1 Milieux humides

5.1.1 Hydrologie

Puisque les milieux humides sont principalement régis par les apports en eau, rétablir une hydrologie semblable à celle d'un milieu humide naturel est souvent au cœur des objectifs de restauration (Sims et collab., 2013). En effet, l'hydrologie a une importance relative estimée à 50 % par rapport aux autres facteurs environnementaux qui régissent les propriétés des milieux humides (Keddy, 2000). L'atteinte de cet objectif favorisera l'établissement des communautés végétales typiques du milieu humide souhaité. À l'inverse, une trop grande différence entre l'hydrologie du type de milieu humide de référence et de celui restauré ou créé générerait des divergences dans la structure (p. ex., ratio entre les espèces arborescentes et herbacées) et dans la composition (p. ex. associations végétales) du milieu humide en question. Il est important de tenir compte du fait que les niveaux d'eau et l'écoulement de l'eau subissent des variations annuelles, saisonnières et quotidiennes. Bien que des différences de profil hydrologique soient normales d'une période à l'autre ou d'une année à l'autre, les différentes conditions hydrologiques du milieu restauré ou créé devraient être représentatives de celles qui caractérisent l'écosystème de référence (Martineau et Higgins, 2018). Les sites approvisionnés par des eaux souterraines, quant à eux, sont plus prévisibles et plus stables étant donné que les variations saisonnières sont moins importantes (Mitsch et Gosselink, 2015).

Aux États-Unis, l'U.S. Army Corps of Engineers (2005) a mis au point une méthode standardisée de suivi de la nappe phréatique pour établir si une hydrologie typique des milieux humides existe sur un site donné. La méthode suggère que cette hydrologie peut être déterminée en analysant la saturation en eau du sol en fonction de l'ensemble des critères suivants :

- 1) Profondeur : le site est inondé ou la nappe phréatique est située à moins de 30 cm;
- 2) Durée : l'inondation ou la saturation a lieu pendant 14 jours consécutifs ou plus;
- 3) Période : l'inondation ou la saturation a lieu durant la saison de croissance végétale;
- 4) Fréquence : de telles conditions hydrologiques sont observées au moins une année sur deux.

Il est possible de se baser sur cette méthode pour déterminer les conditions hydrologiques minimales propices à l'implantation d'un milieu humide pérenne. Une autre méthode possible serait d'utiliser une modélisation hydrologique de la zone d'intérêt afin de démontrer l'existence d'un bilan hydrique

excédentaire au site d'implantation. En effet, en calculant différents paramètres tels que les apports en eau (précipitations) dans un bassin versant et les pertes (évapotranspiration, écoulement souterrain et écoulement de surface (débit) des cours d'eau), il est possible de déterminer la quantité d'eau qui peut être stockée dans le sol pour une période donnée. La modélisation hydrologique permet donc de simuler le cycle hydrologique de l'eau dans un bassin versant et de définir la proportion en eau qui demeure disponible dans le sol pour contribuer à maintenir en place un milieu humide pérenne. Cette modélisation devrait idéalement tenir compte des effets des changements climatiques à moyen ou long terme pour s'assurer de la pérennité du milieu restauré ou créé. La présence d'une hydrologie typique des milieux humides, démontrée par les méthodes proposées précédemment, est un facteur essentiel au succès des activités de restauration et de création de milieux humides.

5.1.2 Sols hydromorphes

L'obtention d'un sol hydromorphe est un autre facteur important à considérer pour que le milieu restauré ou créé puisse accomplir naturellement ses fonctions écologiques. Toutefois, l'atteinte ou le retour de conditions hydrologiques favorables et stables dans le temps menant à un sol hydromorphe s'effectue habituellement sur une période de temps plus ou moins longue.

Le choix du site pour le projet de restauration ou de création est un élément crucial pour favoriser l'atteinte de cet objectif. La consultation des données existantes, par exemple les classes de drainage, la granulométrie, les données dérivées du LiDAR, comme l'[indice d'humidité topographique](#) (MFFP, 2021), etc. permet d'identifier différents sites potentiels de restauration ou de création. Ces données permettent aussi de choisir le meilleur site parmi les sites potentiels, soit celui où la nature des sols est le plus propice au maintien d'un sol hydromorphe. Les sites où des sols hydromorphes sont encore présents malgré les perturbations favoriseront une bonne restauration des milieux humides (Martineau et Higgins, 2018).

5.1.3 Végétation dominée par les espèces hygrophiles

L'atteinte d'une composition de la végétation typique d'un milieu humide ou hydrique de référence, qui est présent dans la même région écologique que celle du site de restauration ou de création, est un objectif important à prendre en compte dans la conception des travaux de restauration (voir la section 5.5 pour en savoir davantage). La disponibilité de la banque de graines et la présence des espèces dominantes, des espèces indicatrices et des espèces exotiques envahissantes seront à considérer (Government of Alberta, 2016). L'écosystème de référence et l'abondance relative de chaque espèce qui s'y trouve peuvent être utilisés pour déterminer le choix et la quantité des espèces à planter.

5.2 Milieux hydriques

Le milieu hydrique comporte des composantes hydrologiques, hydrauliques, hydrogéomorphologiques, physicochimiques et biologiques. L'hydrologie concerne le transport de l'eau dans le bassin versant, tandis que la composante hydraulique considère plus directement le transport dans le cours d'eau et sa plaine inondable. Pour sa part, l'hydrogéomorphologie tient compte du transport du bois et des sédiments qui crée diverses formes de cours d'eau et considère l'équilibre dynamique entre les processus d'érosion et de sédimentation. Les paramètres physicochimiques sont les propriétés physiques et chimiques de l'eau, issues naturellement des processus de transport et de transformation biogéochimiques qui se produisent dans le bassin versant et le milieu aquatique lui-même et qui servent de support à la vie aquatique (oxygénation, température, pH, conductivité, matière organique et en suspension, turbidité, nutriments, etc.). La biologie vise quant à elle la biodiversité aquatique et riveraine. L'ensemble de ces composantes devrait être pris en compte dans l'élaboration d'un projet de restauration ou de création afin que le milieu tende le plus possible vers un état naturel et qu'il remplisse les fonctions associées à ces composantes (Harman et collab., 2012).

Dany (2016) présente entre autres certains éléments de connaissance sur le fonctionnement global des rivières, sur les fonctions et services rendus par les différentes composantes des rivières ainsi que sur les effets des aménagements visés par un projet de restauration. Il s'agit des connaissances qui soutiennent le besoin de restauration et l'élaboration d'objectifs précis.

Il existe de nombreux documents de référence sur la restauration des cours d'eau (Adam, Deblais et Malavoi, 2007; Onema, 2010; Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse, 2011; Biron, 2017; Yochum, 2018, Wheaton et collab., 2019; The River Restoration Centre, 2020). Il convient d'être prudent dans la consultation de tels documents, car les connaissances ont largement évolué ces dernières décennies (Biron, 2017; Biron, Buffin-Bélanger et Massé, 2017). Les approches passées visaient principalement la restauration d'habitats aquatiques et la création de formes, tandis que les approches actuelles tendent maintenant vers le retour des processus (Beechie et collab., 2010; Biron, Buffin-Bélanger et Massé, 2017). Ces divers documents permettront toutefois de guider le praticien dans les éléments à considérer lors de l'élaboration d'un projet de restauration.

6. Acceptabilité des travaux proposés

Comme mentionné à la section 3, l'encadrement des travaux proposés varie selon les mécanismes propres à chaque situation. Leurs spécificités sont présentées de façon plus détaillée dans leurs outils respectifs :

- [Programme de restauration et de création de milieux humides et hydriques](#) – Cadre normatif, documents d'appels à projets et formulaires de dépôt d'une demande, conventions d'aide financière et ententes de réalisations des travaux;
- Remplacement de la contribution financière par des travaux de restauration et de création – [Article 10 du RCAMHH](#), document [Les milieux humides et hydriques – L'analyse environnementale](#) (MELCC, 2021b) et autorisations émises propres à chaque projet;
- Restauration ou création volontaire – Autorisations émises propres à chaque projet;
- Mesures correctives réalisées à la suite d'une notification d'un manquement, [Directive sur le traitement des manquements à la législation environnementale](#) (MELCC, 2021c).

Comme souligné dans la mise en garde en début du présent guide, celui-ci n'a aucune portée légale. De plus, certains des concepts présentés ci-dessous ne s'appliquent pas directement à chacune des situations, mais peuvent tout de même servir à alimenter la réflexion entourant l'élaboration d'un projet. Les grands concepts qui sont présentés aux sections suivantes le sont à titre indicatif seulement afin de guider les initiateurs de projets à concevoir et élaborer des projets de restauration ou de création complets, pertinents et porteurs, qui pourront s'intégrer aux milieux naturels et contribuer à accroître la quantité et la qualité des fonctions écologiques associées à ces milieux sur un territoire donné. De plus, les lignes directrices sur la restauration élaborées par la Society for Ecological Restoration (SER, 2005) constituent un bon complément au présent guide pour approfondir davantage la réflexion.

6.1 Expertise pertinente

L'expertise des professionnels qui participeront à la planification ou à la réalisation des travaux joue un grand rôle dans le succès d'un projet de restauration ou de création. Les collaborations multidisciplinaires permettent de considérer plusieurs champs d'expertise, d'intégrer divers aspects et de contribuer à améliorer la pertinence et le succès des travaux, selon les différents besoins et composantes des projets. Il est généralement admis que cela permet de s'assurer que tous les volets d'un projet de restauration ou de création sont pris en compte.

Des partenaires peuvent également être identifiés pour contribuer à l'une ou l'autre des étapes du projet de restauration. Par exemple, un chargé de projet principal peut gérer et coordonner les tâches des membres de l'équipe multidisciplinaire. Un professionnel en restauration peut être responsable du suivi de l'avancement du projet, tout en apportant son expertise à la conception. Un biologiste peut être chargé d'intégrer les aspects fauniques, floristiques et écologiques au projet, tandis qu'un ingénieur peut proposer les plans et devis et s'assurer de la faisabilité technique. Un architecte-paysagiste aura une vue d'ensemble du projet afin de favoriser sa bonne insertion sur le territoire, tout en collaborant avec l'ingénieur sur la conception de l'aménagement. Un chercheur universitaire peut participer au projet pour partager les plus récentes connaissances dans le domaine, par exemple. Un chargé de projets en conservation peut être utile pour déterminer la meilleure option de protection pour pérenniser les travaux afin de s'assurer que les investissements réalisés perdurent à long terme.

Dans le cas des projets hydriques, un professionnel en hydrogéomorphologie s'avère généralement indispensable afin de définir les mesures de restauration propres à la morphologie particulière de chaque cours d'eau. Celui-ci peut s'assurer d'un bon diagnostic quant aux dysfonctionnements ou impacts sur la dynamique fluviale et de la prise en compte des processus naturels d'érosion et de sédimentation dans la conception.

6.2 Objectifs du projet

Les objectifs généraux et particuliers du projet de restauration ou de création doivent être établis et bien définis afin d'orienter tous les autres aspects du projet.

Objectifs généraux

Les objectifs généraux de conception gagnent à miser, dans la mesure du possible, sur la restauration ou la création de milieux de grande superficie. Cela augmente le taux de succès des travaux et permet de bénéficier d'une économie d'échelle (Mateos et collab., 2012). Bien sûr, il ne s'agit pas seulement de favoriser de grandes superficies. Le projet devrait également permettre de restaurer ou de créer un maximum de fonctions écologiques qui sont adaptées au contexte écologique du site choisi. À terme, les projets de restauration ou de création devraient viser à obtenir un maximum de gains, tant en superficies qu'en fonctions écologiques pérennes dans le temps.

La section 6.3 du cadre normatif du premier programme de restauration et de création de milieux humides et hydriques (MELCC, 2019) présente des exemples de projets qui permettent de répondre à ces objectifs, tandis que la section 6.4 liste des exemples de projets qui ne sont pas considérés comme de la restauration ou de la création.

Certaines études suggèrent que des travaux qui entraînent l'amélioration d'écosystèmes existants, tant par des mesures de restauration que par des mesures de création, offrent de meilleures chances de succès que des travaux qui visent uniquement la création (Mitsch et Gosselink, 2015; Lessard, 2021; Weinstein et collab., 2001). La réussite d'un projet de création est plus difficile à garantir et nécessite un suivi rigoureux pendant plusieurs années. Ainsi, les travaux de restauration sont généralement à privilégier par rapport aux travaux de création, selon la situation ou le contexte (NRC, 2001; Batzer et Sharitz, 2006).

Dans le même ordre d'idée, les travaux de restauration passive sont également à privilégier lorsque cela est possible (IWWR, 2003). Ce type de restauration permet de retirer les sources de perturbations et de pressions qui nuisent au bon fonctionnement de l'écosystème et de favoriser le retour à des conditions naturelles, tout en limitant la mise en place d'infrastructures et les entretiens requis. Les travaux devraient donc idéalement permettre un retour à la dynamique naturelle des milieux et éviter le plus possible les interventions humaines et l'artificialisation de l'écosystème (NRC, 2001; Batzer et Sharitz, 2006). Des aménagements complexes nécessitant des pompes à eau, par exemple, sont peu appropriés (Mitsch et Gosselink, 2015).

Les travaux visant à restaurer ou à créer un type de milieu humide en particulier devraient tenir compte de ses composantes naturelles, c'est-à-dire l'hydrologie, la végétation et le sol, comme il est décrit à la section 4. La réalisation de travaux de restauration ou de création visant les milieux humides, tels que définis dans le guide [Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional](#) (Lachance, Fortin et Dufour Tremblay, 2021) dépend du maintien de la nappe d'eau pour assurer un régime hydrologique typique d'un milieu humide et une reprise de la végétation hygrophile (au plus tard trois ans après les travaux).

Les travaux concernant les milieux hydriques devraient améliorer l'état hydrogéomorphologique du cours d'eau et redonner de la connectivité et de l'hétérogénéité aux conditions d'habitats en misant sur le rétablissement de la dynamique naturelle des milieux hydriques sur le site. Les processus hydrogéomorphologiques contribuent à créer et à maintenir les habitats aquatiques. Ainsi, un bon projet de restauration vise le retour des processus plutôt que des formes (Mitsch et Jorgensen, 2003; Mitsch et Gosselink, 2015; Biron, Buffin-Bélanger et Massé, 2017). Les formes recrées lors de travaux de restauration pourront s'ajuster à la dynamique fluviale en ne limitant pas les capacités d'ajustement géomorphologique, contrairement à l'enrochement des berges. De manière générale, il convient de rétablir les processus physiques, chimiques et biologiques qui créent et soutiennent les écosystèmes hydriques et la biodiversité, ainsi que leurs amplitudes naturelles, par exemple, les taux d'érosion et de dépôt, la migration des canaux, la croissance et la succession de la végétation riveraine (Beechie et collab., 2010; Wheaton et collab., 2019).

Objectifs particuliers

Des objectifs particuliers de chaque projet peuvent répondre, par exemple, à des enjeux régionaux ou locaux pour un site donné. Outre rétablir la dynamique naturelle typique, un projet pourrait permettre de diminuer le risque d'inondation, de restaurer des types de milieux humides et hydriques raréfiés sur le territoire, d'augmenter la qualité de l'eau ou les débits d'étiage, de rétablir la connectivité écologique et un couvert forestier développé en rive, d'atténuer les îlots de chaleur ou autres conséquences des changements climatiques, de contribuer à la conservation d'habitats adéquats pour des espèces menacées ou vulnérables, etc.

À cet effet, la taille et le type du milieu restauré ou créé devaient être pris en considération pour atteindre les objectifs, car ils peuvent avoir une incidence sur les fonctions écologiques à rétablir. Les petits milieux humides (moins d'un hectare) peuvent jouer un rôle dans la réduction des sédiments, tandis que ceux de taille moyenne, d'une dizaine d'hectares, permettent davantage de filtrer des quantités importantes de phosphore. Quant aux milieux de plus de dix hectares, il est connu qu'ils sont efficaces pour réguler le débit des cours d'eau (Cohen et Brown, 2007). De plus, certains types de milieux se démarquent par leur contribution importante à certaines fonctions écologiques. Par exemple, les étangs favorisent la recharge de la nappe phréatique, filtrent les sédiments et réduisent l'érosion des sols. Les marais et marécages de la plaine inondable peuvent atténuer les débits de crues et réduire les inondations en aval et en milieu urbain, filtrer l'eau et recharger la nappe phréatique (Plamondon et Jutras, 2019). Les tourbières, pour leur part, sont reconnues pour leur capacité à séquestrer et à accumuler le carbone (Loisel, Gallego-Sala et Amesbury, 2021) et pour leur biodiversité unique.

Selon le contexte régional et les objectifs du projet, il peut être tout aussi envisageable de restaurer ou de créer plusieurs petits milieux que de le faire pour un seul grand milieu (Moilanen et collab., 2009). Quoi qu'il en soit, la restauration écologique intégrée comme une approche écosystémique, plutôt que l'amélioration d'une fonction en particulier, permet de mieux rétablir la dynamique naturelle du milieu. Par exemple, en ce qui concerne le milieu hydrique, les travaux de restauration ou de création devraient viser des gains en superficies sur plusieurs milieux du même cours d'eau (littoral, rive, zone inondable et zone de mobilité) afin de restaurer un nombre maximal de fonctions écologiques. De plus, des travaux de restauration d'une longueur minimale supérieure à 100 fois la largeur du cours d'eau permettraient d'atteindre des effets substantiels. À l'inverse, des travaux sur un tronçon linéaire inférieur à environ 20 fois la largeur du cours d'eau n'ont un effet que très local (Adam, Deblais et Malvoï, 2007).

Des indicateurs d'objectifs particuliers du projet sont incontournables pour évaluer le succès et l'atteinte des objectifs de départ. La section 6.9 présente de plus amples informations à ce sujet.

Afin de s'assurer que les travaux sont durables à long terme, il est important de prendre en compte les effets des changements climatiques sur la conception du projet (p. ex., modification des patrons de précipitation). À ce sujet, on peut consulter les [Fiches synthèses régionales d'adaptation aux changements climatiques](#), produites par Ouranos, le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation et le ministère de la Sécurité publique (2020), pour visualiser les projections climatiques pour chaque région.

6.3 Localisation et choix du site

Choix du bassin versant et fonctions écologiques

Les travaux de restauration ou de création devraient être prioritairement réalisés au sein du même bassin versant ou sous-bassin versant que celui où ont eu lieu les pertes de milieux humides et hydriques. Cette priorisation est d'ailleurs mentionnée à l'article 46.0.5 de la LQE.

Différents scénarios peuvent être examinés dans le bassin versant afin de déterminer la meilleure option pour réaliser le maximum de gains en superficies et en fonctions écologiques, tout en répondant aux enjeux environnementaux particuliers sur le territoire. La localisation d'un projet de restauration dans le bassin versant peut jouer un grand rôle par rapport aux fonctions écologiques qui pourront être restaurées. Par exemple, la restauration ou la création d'un milieu humide situé en tête de bassin versant pourra être bénéfique principalement pour la recharge des nappes phréatiques (Environnement Canada, 2013). Les

milieux situés en amont dans le bassin versant et qui sont dotés d'un faible débit peuvent quant à eux permettre de répondre à des objectifs de filtration de l'eau (Batzer et Sharitz, 2006).

La réalisation de travaux de restauration ou de création au sein du bassin versant affecté permet de conserver les milieux s'y trouvant et d'y préserver en autant que possible les fonctions écologiques. Les travaux pourraient donc être situés directement sur le site du projet portant atteinte aux milieux (*in situ*), sur un terrain adjacent du projet (*ex situ*) ou sur un site situé dans le même bassin versant (de niveau approprié).

Contexte régional et local

Le contexte régional joue un grand rôle pour la sélection du site de restauration. Les planifications régionales comme les [plans régionaux des milieux humides et hydriques](#) ou les plans de conservation des milieux humides des municipalités, lorsque disponibles, fournissent un éclairage essentiel sur les possibilités de sites à restaurer ou à créer pour répondre à un maximum d'enjeux en lien avec le territoire concerné. Il est donc préférable d'élaborer les travaux de restauration ou de création en se basant sur une approche globale et territoriale, laquelle s'appuie notamment sur une cartographie récente des milieux humides et hydriques. D'autres outils peuvent également être utilisés pour choisir le ou les sites pertinents selon les enjeux territoriaux, notamment le plan de gestion intégrée du Saint-Laurent, le plan directeur de l'eau, le plan de gestion intégrée régional, le plan de développement de la zone agricole, l'atlas de l'eau, le Cadre de référence hydrologique du Québec pour la détermination des cours d'eau linéarisés) et [L'atlas des territoires d'intérêt pour la conservation dans les basses-terres du Saint-Laurent](#) (Jobin et collab., 2020) pour soutenir la détermination de sites prioritaires pour la conservation.

Différents facteurs peuvent être cernés dans les outils disponibles et être pris en compte afin de concevoir un projet adapté aux réalités territoriales. Par exemple, si des travaux de restauration ou de création sont effectués près d'un site industriel ou urbanisé, il faut s'assurer d'être en mesure de faire en sorte que les milieux restaurés ou créés soient le moins possible affectés par la présence de polluants toxiques à l'affluent. Le site sur lequel les travaux de restauration ou de création ont lieu devrait alors comporter minimalement des superficies perméables et poreuses et une certaine proportion de végétation naturelle ou de superficies non bâties, et être connecté aux milieux naturels environnants. Le milieu restauré ou créé est conçu de façon à éviter de devenir une trappe écologique en y attirant, par exemple, des populations fauniques. Le site restauré pourrait attirer la faune dans des secteurs où il y a des risques accrus de collision, alors que des habitats plus propices pourraient être situés à proximité.

La présence d'une bande tampon autour des milieux restaurés ou créés devrait aussi être prise en compte. Cette bande peut avoir entre 4 et 30 m de largeur selon les fonctions souhaitées et gagne à atteindre plusieurs dizaines de mètres dans certains cas (Montbriand-Leduc, 2020). La présence d'un corridor de connectivité entre les sites restaurés ou créés et le milieu naturel, le type d'occupation du sol, l'utilisation future des terres environnantes, les dysfonctionnements et les pressions environnantes méritent également d'être évalués. Par exemple, un secteur où le paysage est fragmenté et où il y a peu de connectivité au milieu naturel, où il y a un apport excessif en nutriments et une proportion importante d'espèces exotiques envahissantes, etc., s'avère généralement un site potentiel intéressant pour amorcer des travaux de restauration.

La localisation d'un site pertinent peut dépendre de plusieurs paramètres locaux, comme la localisation dans le bassin versant, la nature des dépôts de surface, la classe de drainage, la perméabilité et la texture des sols, l'accès à l'eau souterraine, la connectivité au réseau hydrographique, les interactions entre les eaux souterraines et les eaux de surface, la présence d'une banque de semences sur place et à proximité, le ruissellement, la qualité environnementale des sols, la faisabilité technique. La microtopographie joue également un rôle très important pour la sélection du site et des types d'aménagements requis, car elle est directement reliée à la quantité d'eau de surface et à la profondeur d'eau possible (Batzer et Sharitz, 2006; Canards Illimités, 2005). Une topographie suffisamment hétérogène devrait être conservée afin de favoriser la richesse spécifique et les fonctions de l'écosystème (Batzer et Sharitz, 2006; NRC, 2001). Toutefois, même une petite variation topographique, de 10 cm par exemple, peut induire des changements dans les assemblages de végétation (Zedler et collab., 1999; Bledsoe et Shear, 2000; Batzer et Sharitz, 2006). C'est

pourquoi il est important de prendre en compte cette variable lorsqu'on souhaite rétablir les conditions d'origine du milieu.

Identification de sites potentiels et évaluation de leur pertinence

La sélection du meilleur site de restauration ou de création peut s'appuyer sur l'identification des différents sites potentiels à partir des paramètres présentés ci-dessus. L'évaluation de la pertinence des sites s'effectue en tenant compte des besoins écologiques et spatiaux en restauration, des contraintes environnementales et socioéconomiques ainsi que de la viabilité des projets potentiels. La comparaison des sites potentiels permet de prioriser les sites à restaurer (RAMSAR, 2002). La prise en considération des éléments suivants peut faciliter la prise de décision quant au choix du meilleur site :

- La localisation des sites potentiels;
- Une évaluation du besoin de restauration ou de création et du potentiel offert par un site;
- Les avantages et les inconvénients environnementaux des travaux en tenant compte des gains attendus en matière de superficies et de fonctions écologiques;
- Les usages permis par la municipalité en application d'un règlement de zonage.

À la suite de cette évaluation de pertinence, le site choisi fera l'objet d'un diagnostic environnemental complet (voir la section 6.4). Il importe de s'assurer que le site choisi est disponible pour la réalisation des travaux. Une lettre officielle d'entente avec le propriétaire, une preuve d'achat du terrain ou une preuve de propriété sont des exemples de documents qui sont essentiels à la poursuite du projet. Un appui de la MRC peut également être pertinent dans certains cas. Les travaux à effectuer peuvent nécessiter des autorisations ou des permis (autorisation de la Commission de protection du territoire agricole du Québec, du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs ou du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, permis municipal, etc.). Il est recommandé d'entreprendre les démarches auprès des instances concernées le plus tôt possible afin de s'éviter des délais et de pouvoir s'assurer de la faisabilité du projet. L'initiateur de projet est responsable d'obtenir les autorisations et les permis requis avant de commencer les travaux sur le terrain. Enfin, une cartographie détaillée des milieux existants et de ceux à restaurer ou à créer, permet de bien comprendre le contexte et la localisation du site choisi.

6.4 Description du site et diagnostic environnemental

Une caractérisation écologique des milieux naturels présents sur le site, comme définie au paragraphe 1° du premier alinéa de l'article 46.0.3 de la LQE, permet d'établir le portrait actuel des milieux (délimitation, identification et description). De plus amples informations concernant la caractérisation écologique (sources de données pouvant être utilisées en amont avant de se rendre sur le terrain, éléments à évaluer, objectifs, périodes d'inventaire, durée de la validité d'une caractérisation, etc.) sont présentées dans le document [Les milieux humides et hydriques – L'analyse environnementale](#) (MELCC, 2021b). La caractérisation permet également de déterminer le niveau de dégradation des milieux. Les annexes 2 et 3 du RCAMHH ainsi que la section 3 des [Lignes directrices sur le calcul de la contribution financière pour l'atteinte aux milieux humides et hydriques](#) (MELCC, 2021a) présentent un exemple de méthode qui peut être utilisée pour définir l'état initial du milieu et son niveau de dégradation en fonction de différents paramètres tels la végétation, le sol et le régime hydrologique.

La caractérisation écologique peut être améliorée par la réalisation d'un diagnostic environnemental complet. Ce diagnostic permet de documenter l'état initial, mais aussi de comprendre l'historique du site, souvent à l'aide de cartographies et de photographies aériennes. Cet exercice aide à mieux comprendre l'écologie et l'évolution du site. Les données dérivées du Lidar donnent aussi un aperçu du passé d'un cours d'eau (anciens méandres d'un cours d'eau rectifié). Grâce au diagnostic environnemental, on peut documenter les pressions, les perturbations et dysfonctionnements existants (remblais, fragmentation, drainage, barrages, etc.), les causes de dégradation du milieu, de même que les besoins écologiques en restauration et le potentiel de création ou de restauration du site en fonction de l'état du bassin versant et des contraintes du milieu.

La réalisation d'un diagnostic environnemental complet permet de préciser l'orientation des travaux de restauration et les actions pertinentes à mettre en œuvre pour que le milieu restauré tende à se rapprocher de son état naturel avant l'arrivée des perturbations (Agence de l'eau Seine-Normandie, 2016). Ainsi, ce diagnostic s'avérera essentiel pour comprendre la dynamique naturelle du site, en considérant, par exemple, les éléments suivants :

- Évolution historique des superficies;
- Végétation et communautés naturelles (épaisseur de la tourbe et degré de décomposition, espèces dominantes, densité du couvert végétal, etc.);
- Sol (pH, conductivité hydraulique, granulométrie du lit, etc.);
- Hydrologie et hydrogéologie (hauteur de la nappe phréatique, connexion entre les eaux souterraines et de surface, débits, etc.);
- Dynamique et état hydrogéomorphologique;
- Fonctions écologiques;
- Position et rôle hydrologique dans le bassin versant;
- Présence d'éléments sensibles (espèces à statut précaire, habitats fauniques, aires protégées, etc.);
- Perturbations et dysfonctionnements affectant le site (ouvrages anthropiques bloquant le transit sédimentaire, remblais, etc.)
- Espèces fauniques présentes (communes et rares) et état de la continuité écologique;
- Espèces exotiques envahissantes, bande tampon, milieu environnant, utilisation du sol, etc.;
- Études préliminaires (photographies du milieu actuel, photographies aériennes, relevés topographiques, étude hydrogéomorphologique, etc.) pouvant être utiles dans certains cas et contextes.

Il est important de définir à l'avance les indicateurs de suivi des objectifs particuliers du projet pour évaluer la dynamique du milieu. Lors de l'étape de la caractérisation sur le terrain, le relevé des indicateurs choisis, au temps initial avant les travaux de restauration ou de création, pourra être effectué. Par exemple, si un des objectifs du projet vise à contrôler les espèces exotiques envahissantes, la proportion de ces espèces par rapport à celle des espèces indigènes pourrait être un indicateur choisi. Lors de la caractérisation du milieu, le relevé de cet indicateur au « temps 0 » permettra de constater l'amélioration ou non de la proportion d'espèces exotiques envahissantes lors des relevés qui seront pris pour les suivis subséquents, une fois les travaux réalisés. De plus amples informations concernant les suivis et les indicateurs sont présentées à la section 6.9.

6.5 Écosystème de référence

Comme mentionné précédemment, les travaux de restauration devraient avoir pour objectif principal de favoriser le rétablissement de la dynamique écologique des milieux humides et hydriques (végétation, sol, hydrologie et processus typiques) dans des milieux dégradés ou qui ont déjà existé. Afin de définir la dynamique écologique à rétablir, un site servant de modèle peut être ciblé et documenté. Par exemple, le milieu sélectionné, lorsqu'il a été caractérisé avant les perturbations, ou un milieu non dégradé à proximité, peut servir de modèle de référence. La documentation de cet écosystème permettra d'établir une cible de restauration, puis de comparer le site restauré avec ce modèle lors des suivis effectués après les travaux.

Toutefois, bien que la restauration écologique vise à rétablir des conditions naturelles et des écosystèmes dynamiques et fonctionnels, l'état initial peut s'avérer difficile à atteindre. En effet, en raison de la nature dynamique des milieux humides et hydriques, de la succession végétale, du réchauffement climatique, des contraintes et des conditions contemporaines, la dynamique et les processus écologiques de ces écosystèmes sont variables dans le temps. Plutôt que de viser à atteindre l'état initial qui prévalait seulement à un moment précis, la restauration écologique pourrait viser l'atteinte d'un des stades évolutifs du milieu de référence, en tenant compte de son historique (SER, 2004). Ainsi, l'écosystème de référence et la cible de restauration peuvent être représentés par l'éventail des associations végétales présentes et des conditions abiotiques d'un ensemble de milieux humides d'un même type, mais à différents stades

d'évolution, se trouvant à proximité et dans un même contexte territorial (Fennesy, Jacobs et Kentula, 2004; Steyer et collab., 2003; Sueltenfuss et Cooper, 2019; Marineau et Higgins, 2018). Par exemple, une tourbière à sphaignes utilisée pour l'extraction de tourbe pourrait être restaurée en tourbière dominée par les carex, sachant que le site, avec le temps, évoluera vers une tourbière à sphaignes qui était en place avant l'extraction de la tourbe (Quinty, Leblanc et Rochefort, 2020).

Les milieux hydriques suivent des trajectoires complexes qui dépendent de la dynamique hydrogéomorphologique du cours d'eau et de diverses échelles spatiales. Cela rend souvent impossible le retour à un état antérieur ou à un de ses stades évolutifs étant donné que l'état physique, chimique et biologique est largement tributaire du développement de son bassin versant. Les objectifs de restauration sont alors davantage basés, lorsque cela est possible, sur un référentiel qui reflète un potentiel de fonctionnement en terme de processus et devraient également tenir compte de l'importance des services écosystémiques (Dufour et Piégay, 2009).

L'identification d'un ensemble d'écosystèmes de référence, en tenant compte de l'évolution temporelle et des différentes déclinaisons dans le temps, plutôt que l'utilisation d'un seul site, peut donc s'avérer une méthode plus représentative pour fixer les objectifs de restauration ou de création et pour définir des indicateurs de succès de restauration et de suivi (Matthews et collab., 2009). Des indicateurs représentatifs et mesurables devraient être définis et utilisés tant pour la documentation de l'écosystème de référence que pour les suivis de l'évolution du milieu restauré ou créé afin de pouvoir les comparer entre eux. De plus amples informations concernant les suivis et les indicateurs sont présentées à la section 6.9.

6.6 Acceptabilité sociale

Dans certains cas, [l'acceptabilité sociale du projet](#) peut aussi jouer un rôle important puisqu'elle favorise une meilleure perception du projet par les usagers et une meilleure intégration du projet dans le milieu. Pour des projets de grande envergure, des consultations publiques peuvent être bénéfiques pour optimiser le choix des sites de restauration et de création, pour adapter les travaux aux réalités du terrain et pour cerner et prendre en considération les préoccupations de la population, des usagers et des communautés autochtones, par exemple. Certains sites peuvent être aménagés en y intégrant des sentiers et des points de vue afin de faire bénéficier la population des milieux naturels, en prenant soin de privilégier l'accès aux zones moins sensibles. D'autres mécanismes peuvent contribuer à l'acceptabilité sociale des projets soumis, comme la participation publique à la prise de décision ou à des comités de suivi, etc. Le document [Démarches participatives](#) (L'Atelier Social, 2021) présente des exemples inspirants applicables au contexte des milieux humides et hydriques.

6.7 Conception du projet et description des travaux

La conception du projet correspond généralement aux premières phases du projet au cours desquelles les besoins du milieu et la volonté de l'initiateur prennent forme. Cette étape s'exprime par la transformation des résultats des études de préconception (besoin en restauration, objectifs, relevés topographiques, études de sol, inventaires floristiques, conditions du site, etc.; voir les sections 6.2 à 6.6) en aménagements concrets sur un site à l'aide d'esquisses. L'initiateur de projet peut s'inspirer de l'Institut royal d'architecture du Canada qui présente des informations sur [l'élaboration d'une esquisse de projet](#) (IRAC, 2020) pour les adapter au contexte de conception d'un projet de restauration de milieu naturel. Les plans sommaires, les schémas conceptuels ou les esquisses visant à illustrer, minimalement, le milieu actuel, les interventions prévues de manière conceptuelle et les superficies en question sont accompagnés de la description préliminaire des travaux. Cette étape favorise une bonne compréhension des objectifs en déterminant les actions qui seront mises en œuvre afin de contribuer à la durabilité des écosystèmes qui seront restaurés ou créés. La méthodologie choisie devrait idéalement être reconnue ou documentée afin d'optimiser le succès du projet. Elle détermine les activités préparatoires au terrain (délimitation des milieux, aménagement d'un chemin d'accès, etc.), de même que les travaux de restauration en tant que tels, comme la documentation des besoins de démolition des infrastructures et de remise en place de la topographie, des matériaux et des types de plantation envisagés, de la présence d'espèces exotiques envahissantes et de canaux de drainage, etc.

La description des travaux de restauration ou de création présente la réponse aux objectifs poursuivis, les mesures prévues pour réaliser le projet et la nature des interventions. Par exemple, certaines activités visent la restauration passive, alors que d'autres nécessitent un plus grand nombre d'interventions. Il devient pertinent, en pareil cas, d'expliquer les interventions requises pour répondre à chacun des objectifs du projet. Dans certains cas, notamment pour les sites où des utilisateurs du milieu peuvent faire pression sur le milieu, les travaux peuvent aussi prévoir l'aménagement de panneaux de sensibilisation et de passerelles non imperméabilisées. Ces aménagements aident à la préservation du milieu. La sensibilisation des utilisateurs sur l'importance des milieux restaurés ou créés permet de limiter le piétinement, qui peut souvent être dommageable pour la végétation en régénération en causant la compaction du sol.

Ultérieurement, une description détaillée des divers travaux pourra être présentée par secteur à restaurer ou à créer. Celle-ci devrait également faire état de la personne responsable de la surveillance du chantier, de même que la firme qui sera chargée d'effectuer les travaux. Les plans et devis techniques pourraient contenir, entre autres, les éléments suivants :

- Plan de démolition des infrastructures;
- Plan de la topographie et du drainage (p. ex., localisation des secteurs visés pour l'accumulation des eaux de pluie en tenant compte de l'écoulement naturel des eaux sur le site);
- Sites de dépôts des matériaux retirés;
- Type de machinerie utilisé;
- Matériaux utilisés (géotextile, types de substrat, importation de sols arables, etc.);
- Plan de plantation (liste des espèces par strate, quantité, positionnement, espacement, méthode de plantation, etc.);
- Localisation et méthodes de gestion des espèces exotiques envahissantes;
- Localisation des canaux de drainage à bloquer et méthode appliquée;
- Localisation des relevés topographiques et des piézomètres.

La [page Web de l'Association des architectes paysagistes du Québec](#) présente de plus amples informations concernant les plans et devis et la surveillance du chantier (AAPQ, 2021).

6.8 Minimisation

Bien que les travaux de restauration ou de création visent à améliorer les fonctions écologiques des milieux humides et hydriques, ils peuvent avoir des répercussions sur les milieux naturels environnants, notamment en raison du déplacement de la machinerie. Il importe d'y porter attention en déployant des efforts pour limiter les impacts sur l'environnement lors de la réalisation des travaux.

Les mesures adéquates à mettre en œuvre varient d'un projet à l'autre en fonction du type de travaux à réaliser. Néanmoins, il est important de prévoir, s'il y a lieu, un plan de gestion des espèces exotiques envahissantes, des sédiments, des matières résiduelles, des déblais et des remblais, de même que les mesures à prendre en lien avec la circulation de la machinerie et le choix de la période des travaux pour éviter en autant que possible les milieux sensibles et les espèces associées. La section 3.2.2 du document [Les milieux humides et hydriques – L'analyse environnementale](#) (MELCC, 2021b) présente de plus amples informations concernant la minimisation.

6.9 Suivi et indicateurs

Choix des indicateurs

Il est essentiel de définir les indicateurs de suivi avant même d'entreprendre les travaux de restauration ou de création pour documenter l'état initial du site et suivre son évolution au fil du temps lors des suivis réalisés après les travaux. Ces indicateurs devraient aussi, idéalement, être utilisés pour la documentation de l'écosystème de référence (voir la section 5.5; Ehrenfeld, 2008; Kentula, 2000). De cette façon, les relevés des indicateurs de l'écosystème de référence, de l'état initial du milieu et de l'état de ce milieu après les travaux pourront être comparés entre eux. Cette procédure et le maintien d'un suivi régulier permettent d'apprécier l'évolution du milieu avant et après les travaux, mais aussi de constater si la trajectoire tend

bien vers l'objectif de départ. Le choix d'indicateurs adéquats est primordial pour suivre l'évolution du milieu et détecter des problèmes ou des paramètres qui ne répondent pas aux objectifs du projet, car la trajectoire que suivra le site restauré ou créé n'est pas toujours simple et prévisible. Par exemple, l'établissement d'espèces exotiques envahissantes ou l'introduction de parasites peuvent conduire le site à évoluer selon une tendance non souhaitée au départ (Matthews et collab., 2009). En cas de besoin, les mesures correctives prévues lors de la conception du projet pourront être appliquées pour rediriger le milieu vers l'orientation souhaitée (Taddeo et Dronova, 2018; Lessard, 2021).

Afin de suivre adéquatement l'évolution du milieu, les indicateurs choisis devraient être facilement mesurables, centrés sur les objectifs du projet (Doren et collab., 2009; Matthews et collab., 2009), simples d'utilisation et utilisables à une échelle temporelle réaliste par rapport au calendrier des travaux et des suivis. Les indicateurs devraient également réagir rapidement aux changements environnementaux ou aux perturbations (Diefenderfer et collab., 2011; Noss, 1990). Un intervalle de valeurs acceptables peut également être défini pour chacun de ces indicateurs afin de tenir compte des variations naturelles de l'écosystème (IWWR, 2003; Keddy, 2000). Keddy (2000) suggère de définir des intervalles comportant une valeur-seuil d'un niveau tolérable et une valeur-seuil d'un niveau désirable. Ces seuils permettront d'adapter les actions si un indicateur se retrouve à l'extérieur de l'intervalle de valeur désirée (Keddy, 2000). Par exemple, l'indicateur *taux de survie de 60 à 70 % des arbres plantés en tourbière* pour les années suivant les travaux peut servir à évaluer l'établissement d'une strate arborescente typique de ce milieu (Hugron, Bussièrès et Rochefort, 2011). Une mesure corrective à appliquer en cas de décès lors du dépassement de ces seuils pourrait consister à remplacer les individus morts par d'autres individus ou d'évaluer la possibilité de planter des espèces mieux adaptées aux conditions du site.

Les initiateurs de projets peuvent collaborer avec une organisation expérimentée dans ce domaine. Par exemple, une collaboration avec un organisme de conservation est avantageuse puisque l'expérience acquise par celui-ci maximise les perspectives de succès des travaux de restauration ou de création.

Indicateurs des objectifs particuliers du projet

Des indicateurs d'atteinte des objectifs particuliers du projet (voir la section 6.2) devraient être utilisés afin de vérifier si les choix de conception répondent bien aux besoins établis au départ (maintien intégrité de la zone tampon, retour de processus physique comme l'érosion naturelle de berges et la sinuosité, etc.). Il s'agit aussi de valider que les composantes du milieu évoluent dans le sens de la trajectoire souhaitée au fil des ans. Des indicateurs sur la composition spécifique, la structure (répartition de la végétation) et la fonctionnalité de l'écosystème permettent généralement d'avoir une vue d'ensemble d'un milieu et de son évolution au fil du temps. La qualité d'un milieu peut être évaluée en couplant différents indicateurs, comme la proportion d'espèces exotiques envahissantes, la présence d'espèces menacées ou vulnérables, la densité de la régénération et la superficie restaurée ou créée (ACRSD, 2019).

Des indicateurs de suivi des éléments typiques des milieux humides et hydriques devraient également être proposés :

- Végétation (recouvrement de la végétation, taux de survie, nombre d'espèces indicatrices des milieux humides et hydriques, abondance d'espèces indigènes, présence et taux de colonisation d'espèces exotiques envahissantes, degré de ressemblance avec la végétation du milieu humide de référence, etc.). Malgré ce qu'on pourrait penser, la richesse spécifique ne semble pas être un indicateur réellement approprié puisque la diversité végétale peut augmenter très rapidement dans certains cas, et plutôt lentement dans d'autres, pouvant nécessiter jusqu'à 100 ans avant d'être représentative de celle de l'écosystème de référence (Balcombe et collab., 2005; Meyer et collab., 2010; Mateos et collab., 2012). De plus, une augmentation de la diversité est souvent observée à la suite de la perturbation d'un milieu. L'utilisation d'un indicateur de richesse peut donc induire une surestimation de la biodiversité lors des premières années suivant la réalisation de travaux modifiant l'écosystème, tels que des travaux de restauration ou de création (Matthews et collab., 2009);
- Hydrologie (réponse du sol à de fortes précipitations, évaluation du contenu en eau du sol, hauteur de la nappe phréatique et autres indicateurs présentés notamment dans le guide [Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional](#) de Lachance, Fortin et Dufour Tremblay (2021), etc.);

-
- Sols (taux d'accumulation de la matière organique, texture, pH, classe de drainage, présence de mouchetures, etc.);
 - Indicateurs biologiques ([Qualitative Habitat Evolution Index](#) de Taft et Koncelik, 2006), présence de frayères, communautés d'insectes, mollusques, crustacés et vers, [indice de santé du benthos](#), etc.);
 - État hydromorphologique (indice de qualité morphologique [IQM]). Cette méthode d'évaluation de l'état hydromorphologique des cours d'eau par l'IQM peut être employée pour évaluer le potentiel de restauration, le succès des activités de restauration ou les gains environnementaux associés. Cet indice, élaboré à partir de plusieurs indicateurs, compare l'état d'un cours d'eau à un état de référence jugé optimal, au regard des pressions déterminées ou des aménagements projetés. L'IQM est une transcription du *Morphological Quality Index* (MQI) développé en Europe (Rinaldi et collab., 2015). Cet indice est intégré à un [outil d'aide à la décision](#) disponible sur le Portail des connaissances sur l'eau pour l'analyse et la conception des projets en milieux hydriques à partir de concepts en géomorphologie fluviale (Demers et collab., 2018). Des travaux ont aussi été effectués afin d'adapter l'IQM traditionnel au contexte québécois. Celui-ci a été simplifié pour une utilisation de vingt indicateurs et est corrélé avec la qualité de l'habitat du poisson (Lemay et collab., 2021).

Suivi de l'évolution du site

L'initiateur de projet devrait préciser les mesures de suivi de l'évolution du site, en limitant les entretiens requis, afin de tendre vers un milieu le plus naturel possible. Une méthode simple et efficace de suivi consiste à prendre des photographies au même endroit lors de chaque année de suivi pour observer l'évolution du site. La taille et le type de milieu restauré ou créé devraient également être évalués lors de chaque suivi.

Un suivi devrait être effectué avant le début des travaux, de même que, minimalement, lors de la première, troisième et cinquième année suivant les travaux. Un suivi sur plusieurs années s'avère fondamental pour s'assurer que les travaux répondent aux objectifs fixés au départ, pour évaluer le taux de succès ou les changements importants dans la structure végétale par rapport aux fluctuations annuelles, entre autres (Taddeo et Dronova, 2018; Lessard et Cyr, 2021), et pour déterminer si des mesures correctives ou d'entretien sont nécessaires. Par exemple, le rétablissement de l'hydrologie des tourbières et des prairies humides à un état représentatif de l'écosystème de référence peut prendre environ quatre ans, tandis que celui des étangs vernaux peut nécessiter près de dix ans (Sueltenfuss et Cooper, 2019).

Pour la première année suivant les travaux, le suivi est conseillé au moins à l'automne et au printemps suivant, périodes particulièrement importantes en ce qui concerne la dynamique hydrologique. Ces suivis permettront entre autres de vérifier plus facilement les paramètres d'inondabilité des milieux humides restaurés ou créés (p. ex., profondeur de la nappe phréatique, durée, période et fréquence de l'inondation), s'il y a lieu. En raison des importantes fluctuations hydrologiques quotidiennes, saisonnières et annuelles, des relevés hydrologiques effectués à différents moments clés au cours de l'année permettent de dresser un portrait hydrologique représentatif.

La section 2 du document [Les milieux humides et hydriques – L'analyse environnementale](#) (MELCC, 2021b) fournit plus de précisions concernant, entre autres, les périodes propices à l'identification des espèces floristiques. Certains ouvrages, tels le [Guide de restauration des tourbières](#) (Quinty, Leblanc et Rochefort, 2020), le document [La restauration de l'habitat du poisson en rivière](#) (Biron, 2017), le document [Aide à la définition d'une étude de suivi – Recommandations pour les opérations de restauration de l'hydromorphologie des cours d'eau](#) (Navarro, Peress et Malavoi, 2012), peuvent être consultés pour obtenir plus de précisions sur certains aspects techniques et de suivi.

6.10 Pérennisation des milieux restaurés ou créés

Une fois les travaux réalisés, les milieux humides ou hydriques restaurés ou créés devraient être pérennisés de façon légale, pour faire en sorte qu'ils soient connus et protégés à long terme. Un tel moyen de pérennisation devrait donc être prévu à même le plan des travaux de restauration ou de création.

Le Ministère souhaite privilégier la pérennisation des milieux humides et hydriques restaurés ou créés par la désignation sur plan prévue à l'article 13 de la Loi sur la conservation du patrimoine naturel (LCPN; article 55 du chapitre V de la LCMHH). Cet outil légal constitue un mécanisme de désignation pour assurer le maintien à long terme de la biodiversité et des fonctions écologiques de milieux naturels, particulièrement les milieux humides et hydriques. Certaines activités compatibles avec le maintien de l'état naturel des milieux peuvent y être autorisées. Préalablement à la désignation d'un milieu naturel en vertu de l'article 13 de la LCPN, le ministre peut avoir à consulter les autres ministères, les autorités municipales, les communautés autochtones, les organismes de bassin versant et les conseils régionaux de l'environnement. Pour plus d'information à ce sujet, il est souhaitable de contacter le Ministère tôt dans le processus à l'adresse suivante : dacmh@environnement.gouv.qc.ca.

Des mécanismes de conservation volontaire pourraient être examinés, notamment le don ou la vente de propriété à des fins de conservation, ou encore la réalisation de travaux de restauration ou de création à l'intérieur d'une réserve naturelle existante, sous certaines conditions. La page Web sur la [conservation volontaire](#) peut être consultée pour plus de détails.

6.11 Échéancier des travaux et planification budgétaire

Un calendrier des activités accompagne généralement le plan des travaux ou de restauration ou de création afin de bien planifier les différentes étapes du projet. L'initiateur de projet y définit entre autres les responsables pour les activités prévues et les échéanciers associés. Les activités y sont planifiées selon les étapes de la réalisation des travaux (coordination, conception, réalisation des travaux, suivis et entretien), tout en considérant l'intégration des délais pour les démarches à effectuer en vue d'obtenir les préoccupations des usagers, l'appui des propriétaires et de la MRC, de même que les autorisations requises. Le calendrier des activités prévoit également les périodes de travail en fonction des périodes sensibles pour certaines espèces.

Il est aussi judicieux d'effectuer une planification budgétaire lors de l'élaboration d'un projet de restauration ou de création en engageant entre autres les montants requis pour chacune des phases des projets (planification, coordination, conception, réalisation, suivis et entretien). Cela peut inclure les salaires, les frais pour des spécialistes, les autorisations, les déplacements, la réalisation d'une caractérisation, la conception des plans et devis, l'acquisition de terrain, la réalisation des travaux (location ou achat de machinerie, achat de matériaux, etc.), la surveillance du chantier, les suivis, les mesures correctives, etc.

Des modèles de calendrier des travaux et de planification budgétaire, en format Excel, sont disponibles sur la [page Web du Programme de restauration et de création de milieux humides et hydriques](#).

7. Conclusion

En conclusion, la restauration et la création de milieux humides et hydriques sont les interventions dorénavant privilégiées par le Ministère pour contrebalancer la perte de ces milieux et faire des gains environnementaux. Pour ce faire, divers mécanismes ont été mis en place pour contribuer à l'atteinte de l'objectif d'aucune perte nette, notamment :

- Les projets réalisés dans le cadre du Programme de restauration et de création de milieux humides et hydriques;
- Les travaux réalisés en guise de remplacement de la contribution financière pour l'atteinte à des milieux humides et hydriques en vertu de l'article 10 du RCAMHH;
- Les travaux réalisés volontairement par l'obtention d'une autorisation en vertu paragraphe 4° du premier alinéa de l'article 22 de la LQE ou par l'ajout d'une portion de travaux de restauration ou de création à un projet portant atteinte aux milieux humides et hydriques;
- Les mesures correctives réalisées à la suite de la notification d'un manquement, conformément à la [Directive sur le traitement des manquements à la législation environnementale](#) (MELCC, 2021c).

Le présent guide présente divers principes et éléments pour élaborer un projet de restauration ou de création pertinent en maximisant le taux de succès en vue de reproduire au mieux un ou des milieux fonctionnels et bien intégrés dans leur environnement. Il ne s'agit pas de mesures réglementaires ou obligatoires puisque celles-ci sont exprimées dans chacun des outils propres à chacun des types de mécanismes menant à la restauration ou à la création. Il importe de se rappeler que la restauration et la création sont des approches complexes et que chaque projet est unique, avec ses particularités et son contexte régional. Une réflexion approfondie veillera à bien documenter le site et à poser le bon diagnostic environnemental. Ce dernier permettra ensuite de déterminer et de sélectionner les scénarios de travaux de restauration ou de création les plus adéquats pour un projet donné en fonction des objectifs souhaités.

Bien que les objectifs diffèrent d'un projet à l'autre, les travaux de restauration ou de création visent à obtenir un maximum de gains en superficies et en fonctions écologiques et d'assurer le retour des conditions propices pour les espèces animales ou végétales. Le milieu humide restauré ou créé devrait notamment viser à rétablir les conditions hydrologiques qui favorisent notamment le retour d'une végétation dominée par des espèces hygrophiles, des sols hydromorphes typiques et des habitats fonctionnels. Les travaux concernant les milieux hydriques sont des possibilités d'améliorer l'état hydrogéomorphologique du cours d'eau, ainsi que la connectivité et l'hétérogénéité des habitats.

Il faut aussi considérer que la réalisation d'un projet de restauration ou de création nécessite du temps, avant, pendant et après les travaux. En effet, la planification et la conception sont déterminantes pour le succès du projet. Dans le cadre d'un tel projet, il conviendra de laisser à la nature le temps de faire son œuvre. Les suivis subséquents permettront de s'assurer que le milieu évolue selon les orientations souhaitées.

La conception d'un projet adéquat prendra en compte, dans la mesure du possible, les éléments suivants :

- Expertise pertinente;
- Objectifs du projet;
- Localisation et choix du site;
- Description du site et diagnostic environnemental;
- Écosystème de référence;
- Acceptabilité sociale;
- Conception du projet et description des travaux;
- Minimisation;
- Suivi et indicateurs;
- Pérennisation des milieux restaurés ou créés;
- Échéancier des travaux et planification budgétaire.

L'annexe 1 présente un modèle détaillé des réflexions qui peuvent être tenues autour de chacun des éléments ci-dessus.

8. Références bibliographiques

- AAPQ (2021). *Services professionnels*, Association des architectes paysagistes du Québec, [En ligne], <https://aapq.org/la-profession/services-professionnels/>.
- ACRSD (2019). *Zéro perte nette de biodiversité*, Montréal, Association canadienne de réhabilitation des sites dégradés Chapitre-Québec, [En ligne], <http://www.acrsd-quebec.org/wp-content/uploads/2019/10/ZPNB.pdf>.
- ADAM, P., N. DEBLAIS ET R. MALAVOI (2007). *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau*, Nanterre, Agence de l'eau Seine-Normandie, Direction de l'eau, des milieux aquatiques et de l'agriculture, Service eaux de surface, 60 + 100 p.
- AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MÉDITERRANÉE ET CORSE (2011). *Guide technique SDAGE – Restauration hydrogéomorphologique et territoires : concevoir pour négocier*, [En ligne], 105 p. <http://www.trameverteetbleue.fr/documentation/references-bibliographiques/guide-technique-sdage-restauration-hydromorphologique>.
- L'AGENCE DE L'EAU SEINE-NORMANDIE (2013). La boîte à outils « zones humides » : Connaître, protéger, gérer et communiquer. Fiche Objectifs 1 : Soutien et restauration du caractère humide. [En ligne], http://www.forum-zones-humides.org/iso_album/26_-_objectifs_1_-_2015.pdf.
- BALCOMBE, C. K., J.T. ANDERSON, R.H. FORTNEY, J.S. RENTCH, W.N. GRAFTON ET W.S. KORDEK (2005). « A Comparison of Plant Communities in Mitigation and Reference Wetlands in the Mid-Appalachians ». *Wetlands*, 25(1), 130-142.
- BATZER, D., ET R. SHARITZ (2006). « Ecology of Freshwater and Estuarine Wetlands », University of California Press, 581 p.
- BEAULIEU, R. (2001). *Historique des travaux de drainage au Québec et état du réseau hydrographique*, Québec, Colloque régional sur les cours d'eau, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Direction régionale de la Montérégie, secteur Ouest, 12 p.
- BEECHIE, T., D.A. SEAR, J.D. OLDEN, G.R. PESS, J.M. BUFFINGTON, H. MOIR, P. RONI ET M.M. POLLOCK (2010). « Process-Based Principles for Restoring River Ecosystems », *Bioscience*, vol. 60, n° 3, p. 209-222, doi: 10.1525/bio.2010.60.3.7.
- BERKOWITZ, J. F. (2013). « Development of Restoration Trajectory Metrics in Reforested Bottomland Hardwood Forests Applying a Rapid Assessment Approach ». *Ecological indicators*, 34, 600-606.
- BIRON, P. (2017). *La restauration de l'habitat du poisson en rivière : Une recension des écrits*, Université Concordia, Rapport scientifique présenté à la Fondation de la faune du Québec, [En ligne], <https://admin.robvq.qc.ca/uploads/d399bdb17a351b282743c63c57f8d355.pdf>.
- BIRON, P., T. BUFFIN-BÉLANGER ET S. MASSÉ (2017). « The Need for River Management and Stream Restoration Practices to Integrate Hydrogeomorphology: Stream Restoration and Hydrogeomorphology ». *The Canadian Geographer / Le Géographe canadien*, vol. 62, doi: 10.1111/cag.12407.
- BOUTIN, C., B. JOBIN ET L. BÉLANGER (2003). « Importance of Riparian Habitats to Flora Conservation in Farming Landscapes of Southern Québec, Canada », *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 94, n° 1, p. 73-87.
- CANARDS ILLIMITÉS CANADA (2005). « Wetland habitat management : A guide for landowners ».

-
- CGDD (2013). *Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels*, Commissariat général au développement durable du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, en partenariat avec le CETE de Lyon et la Direction de l'eau et de la biodiversité, [En ligne], <http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0079/Temis-0079094/20917.pdf>.
- COHEN, M. J. ET M.T. BROWN (2007). « A Model Examining Hierarchical Wetland Networks for Watershed Stormwater Management ». *Ecological Modelling*, 201(2), 179-193.
- DANY, A. (2016). *Accompagner la politique de restauration physique des cours d'eau : éléments de connaissance*, Agence de l'eau Rhône-Méditerranée Corse, 304 p. (Collection «eau & connaissances»).
- DEMERS, S., M.A. ROY, S. MASSE, C. BESNARD ET T. BUFFIN-BÉLANGER (2018). *Outils d'aide à la décision pour l'analyse des projets hydriques à partir de concepts en géomorphologie fluviale*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Portail des connaissances sur l'eau, [En ligne], <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/portail/index.htm>.
- DIEFENDERFER, H. L., R.M., THOM, G.E. JOHNSON, J.R. SKALSKI, K.A. VOGT, B.D. EBBERTS, G.C. ROEGNER ET E.M. DAWLEY (2011). « A Levels-of-Evidence Approach for Assessing Cumulative Ecosystem Response to Estuary and River Restoration Programs ». *Ecological Restoration*, 29(1-2), 111-132.
- DOREN, R. F., J.C. TREXLER, A.D. GOTTLIEB ET M.C. HARWELL (2009). « Ecological Indicators for System-Wide Assessment of the Greater Everglades Ecosystem Restoration Program ». *Ecological indicators*, 9(6), S2-S16.
- DUFOUR, S., ET H. PIÉGAY (2009). « From the Myth of a Lost Paradise to Targeted River Restoration: Forget Natural References and Focus on Human Benefits », *River Research and Applications*, vol. 25, n° 5, p. 568-581, doi:10.1002/rra.1239.
- ECCC (2013). *Les milieux humides riverains du Saint-Laurent : des écosystèmes au contact de la terre et de l'eau*, Environnement et changement climatique Canada, [En ligne], <http://www.ec.gc.ca/stl/default.asp?lang=Fr&n=4710F858-1>.
- EHRENFELD, J. G. (2008). « Exotic Invasive Species in Urban Wetlands : Environmental Correlates and Implications for Wetland Management ». *Journal of Applied Ecology*, 45(4), 1160-1169.
- ENVIRONNEMENT CANADA (2013). *Quand l'habitat est-il suffisant?* [En ligne], http://publications.gc.ca/collections/collection_2013/ec/CW66-164-2013-fra.pdf.
- FENNESSY, M. S., A.D. JACOBS ET M.E. KENTULA (2004). « Review of Rapid Methods for Assessing Wetland Condition ». EPA/620/R-04/009. *US Environmental Protection Agency*, Washington, DC.
- GALLET, S., F. BIORET ET J. SAWTSCHUK (2011). *La restauration des végétations des hauts de falaise du littoral atlantique, vers une évaluation globale*, *Sciences, eaux et territoires*, n° 5, p. 12-19, [En ligne], <https://www.cairn.info/revue-sciences-eaux-et-territoires-2011-2-page-12.htm>.
- GORHAM, E. ET L. ROCHEFORT (2003). « Peatland Restoration : A brief Assessment with Special Reference to Sphagnum Bogs ». *Wetlands Ecology and Management*, 11(1), 109-119.
- GOVERNMENT OF ALBERTA (2016). « Alberta Wetland Restoration Directive », Water Policy Branch, Alberta Environment and Parks, 18 p.
-

-
- GRUPE DRYADE (1986). *Milieux humides le long du fleuve Saint-Laurent 1950-1978*, Environnement Canada, Service de conservation de l'environnement, Direction générale des terres, Document de travail n° 45, 29 p.
- HARMAN, W., R. STARR, M. CARTER, K. TWEEDY, M. CLEMMONS, K. SUGGS ET C. MILLER (2012). « A Function-Based Framework for Stream Assessment and Restoration Projects », Washington, D.C., US Environmental Protection Agency, Office of Wetlands, Oceans, and Watersheds, EPA 843-K-12-006, [En ligne], <https://stream-mechanics.com/stream-functions-pyramid-framework/>.
- HUGRON, S., J. BUSSIÈRES ET L. ROCHEFORT (2011). *Plantation d'essences forestières dans le contexte de la restauration écologique des tourbières : Un guide pratique*, Québec, Université Laval, Groupe de recherche en écologie des tourbières, 88 p. [En ligne], https://www.gret-perg.ulaval.ca/uploads/tx_centrecherche/Guide_Plantations_arbres_03.pdf.
- IRAC (2020). *Manuel canadien de pratique de l'architecture, chapitre 6.2 : Esquisse du projet*, Institut royal d'architecture du Canada, [En ligne], <https://chop.raic.ca/fr/chapter-6.2>.
- IWWR (2003). « An Introduction and User's Guide to Wetland Restoration, Creation, and Enhancement ». p. 102.
- JOBIN, B., L. GRATTON, M.-J. CÔTÉ, O. PFISTER, D. LACHANCE, M. MINGELBIER, D. BLAIS, D. A. BLAIS, ET D. LECLAIR (2020). *L'atlas des territoires d'intérêt pour la conservation dans les basses-terres du Saint-Laurent : un outil pour orienter la conservation des milieux naturels dans le sud du Québec*, *Le Naturaliste canadien*, vol. 144, n° 2, p. 47-64, [En ligne], <https://www.environnement.gouv.qc.ca/biodiversite/cadre-ecologique/rapports/atlas-territoires-interet-conservation-basses-terres-saint-laurent.pdf>.
- JOLY, M., S. PRIMEAU, M. SAGER ET A. BAZOGE (2008). *Guide d'élaboration d'un plan de conservation des milieux humides*, première édition, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, 68 p. [En ligne], <http://belsp.uqtr.ca/id/eprint/1179/1/Joly%20et%20al%202008%20Guide%20plan%20conservation%20milieux%20humides%20A.pdf>.
- JONES, H.P., P.C. JONES, E.B. BARBIER, R.C. BLACKBURN, J.M. REY BENAYAS, K.D. HOLL, M. MCCRACKIN, P. MELI, D. MONTOYA ET D.M. MATEOS (2018). « Restoration and Repair of Earth's Damaged Ecosystems », *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 285, n° 1873, 20172577.
- KEDDY, P. (2000). « Wetland Ecology: Principles and Conservation », Cambridge University Press, 632 p.
- KENTULA, M. E. (2000). « Perspectives on Setting Success Criteria for Wetland Restoration ». *Ecological Engineering*, 15(3-4), 199-209.
- LACHANCE, D., G. FORTIN ET G. DUFOUR TREMBLAY (2021). *Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional*. Version décembre 2021. Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction adjointe de la conservation des milieux humides, 70 p. + annexes, [En ligne], <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rives/guide-identif-dellimit-milieux-humides.pdf>.
- L'ATELIER SOCIAL (2021). *Démarches participatives – Exemples inspirants applicables dans le contexte des plans régionaux des milieux humides et hydriques*, [En ligne], <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/milieux-humides/plans-regionaux/demarches-participatives-exemples-inspirants-prmhh.pdf>.
-

-
- LAVOIE, C., P. GROSVERNIER, M. GIRARD ET K. MARCOUX (2003). « Spontaneous Revegetation of Mined Peatlands: an Useful Restoration Tool? » *Wetlands Ecology and Management*, vol. 11, p. 97-107.
- LEMAY, J., P.M. BIRON, M. BOIVIN, N. STÄMPFLI ET K. FOOTE, K. (2021). « Can the Morphological Quality Index (MQI) be Used to Determine the Ecological Status of Lowland Rivers? », *Geomorphology*, vol. 395, n° 7, 108002, [En ligne],
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169555X21004104>.
- LOISEL, J., A.V. GALLEGOS-SALA, M.J. AMESBURY ET G. MAGNAN (2021). « Expert Assessment of Future Vulnerability of the Global Peatland Carbon Sink », *Nature Climate Change*, vol. 11, n° 1, p. 70-77, [En ligne],
https://www.researchgate.net/publication/346708871_Expert_assessment_of_future_vulnerability_of_the_global_peatland_carbon_sink.
- MARINEAU, K., ET K. HIGGINS (2018). *Revue de littérature sur la sélection d'écosystèmes de référence aux fins de la restauration écologique*, rapport final présenté au Service canadien de la faune, Environnement et Changement climatique Canada, 40 p.
- MATEOS, D. M., M.E. POWER, F.A. COMAN ET R. YOCKTENG (2012). « Structural and Functional Loss in Restored Wetland Ecosystems ».
- MATTHEWS, J. W., G. SPYREAS ET A.G. ENDRESS (2009). « Trajectories of Vegetation-based Indicators Used to Assess Wetland Restoration Progress ». *Ecological Applications*, 19(8), 2093-2107. [En ligne],
<https://doi.org/10.1890/08-1371.1>.
- MDDELCC (2015). *Identification et délimitation des milieux hydriques et riverains*, Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne],
<https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rives/delimitation.pdf>.
- MELCC (2020). *Rapport sur l'état des ressources en eau et des écosystèmes aquatiques du Québec*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 480 p. [En ligne],
<https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rapport-eau/rapport-eau-2020.pdf>.
- MELCC (2021a). *Lignes directrices sur le calcul de la contribution financière exigible à titre de compensation pour l'atteinte aux milieux humides et hydriques* - décembre 2021 Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de la protection des espèces et des milieux naturels et Direction de l'agroenvironnement et du milieu hydrique, 16 p. [En ligne], <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/milieux-humides/Lignes-directrices-contribution-financiere.pdf>.
- MELCC (2021b). *Les milieux humides et hydriques – L'analyse environnementale*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques - décembre 2021, 15 p. [En ligne], <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/milieux-humides/analyse-environnementales-milieu-humides-hydriques.pdf>.
- MELCC (2021c). *Directive sur le traitement des manquements à la législation environnementale*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Centre de contrôle environnemental du Québec, [En ligne],
<https://www.environnement.gouv.qc.ca/lqe/renforcement/directive-traitement-manquements.pdf>.
- MERN (2017). *Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers du Québec*, Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, [En ligne],
https://mern.gouv.qc.ca/mines/restauration/documents/Guide-restauration-sites-miniers_VF.pdf.
-

-
- MEYER, C. K., M.R. WHILES ET S.G. BAER (2010). « Plant Community Recovery following Restoration in Temporally Variable Riparian Wetlands ». *Restoration Ecology*, 18(1), 52-64.
- MFFP (2021). *Indice d'humidité topographique issu du LiDAR*, Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Partenariat Données Québec, [En ligne], <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/indice-humidite-topographique-issu-du-lidar>.
- MITSCH, W., ET J. GOSELINK (2015). « Wetlands », 5th edition, [En ligne], <https://www.wiley.com/en-gb/Wetlands%2C+5th+Edition-p-9781118676820>.
- MITSCH, W. J. ET S.E. JØRGENSEN (2003). « Ecological Engineering and Ecosystem Restoration ». John Wiley & Sons.
- MITSCH, W. J. ET R.F. WILSON (1996). « Improving the Success of Wetland Creation and Restoration with Know-How, Time, and Self-Design ». *Ecological applications*, 6(1), 77-83.
- MONTBRIAND-LEDUC, C. (2020). *Analyse du régime de conservation des milieux humides instauré par la Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques en vertu de son objectif d'aucune perte nette*, essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement et développement durable, Université de Sherbrooke, [En ligne], https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/17223/Montbriand_Leduc_Charles_MEnv_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- MOILANEN, A., A. J. A. VAN TEEFFELN, Y. BEN-HAIM ET S. FERRIER (2009). « How Much Compensation is Enough? A Framework for Incorporating Uncertainty and Time Discounting When Calculating Offset Ratios for Impacted Habitat ». *Restoration Ecology*, 17(4), 470-478.
- NAVARRO, L., J. PERESS ET J. R. MALAVOI (2012). *Aide à la définition d'une étude de suivi – Recommandations pour des opérations de restauration de l'hydromorphologie des cours d'eau*, Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse (AERMC), Office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA) et Pole Onema Irstea, [En ligne], <https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/pdf/aide-preco-suivis-restauration-v20121022.pdf>.
- NOSS, R. F. (1990). « Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach ». *Conservation biology*, 4(4), 355-364.
- NRC (2001). « Compensating for Wetland Losses under the Clean Water Act ». National Academies Press.
- ONEMA (2010). *Le portail technique – Recueil d'expériences sur l'hydromorphologie*, Office français de la biodiversité, [En ligne], <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/217>.
- OURANOS (2013). *Outils d'analyses hydrologique, économique et spatiale des services écologiques procurés par les milieux humides des basses terres du Saint-Laurent : adaptations aux changements climatiques*, Montréal, 105 p. + annexes.
- OURANOS, MAMH, ET MSP (2020). *Fiches synthèses régionales d'adaptation aux changements climatiques*, Ouranos, ministère des Affaires municipales et de l'Habitation et ministère de la Sécurité publique, [En ligne], <https://www.mamh.gouv.qc.ca/amenagement-du-territoire/lutte-contre-les-changements-climatiques/fiches-syntheses-regionales-dadaptation-aux-changements-climatiques/#c25193>.
- PASQUALINI, V. (2019). *Les lagunes méditerranéennes, espaces fragiles et indispensables*, Université de Corse Pascal-Paoli, [En ligne], <https://theconversation.com/les-lagunes-mediterraneennes-espaces-fragiles-et-indispensables-122605>.
-

-
- PELLERIN, S., ET M. POULIN (2013). *Analyse de la situation des milieux humides au Québec et recommandations à des fins de conservation et de gestion durable*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 85 p. + annexes.
- PLAMONDON, A., ET S. JUTRAS (2019). *Fonctions hydrologiques des milieux humides boisés en relation avec l'aménagement forestier*, Laboratoire d'hydrologie forestière de l'Université Laval, document présenté au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques et au ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 85 p.
- QUINTY, F., M.-C. LEBLANC ET L. ROCHEFORT (2020). *Guide de restauration des tourbières – Planification de la restauration*, Groupe de recherche en écologie des tourbières, Association des producteurs de tourbe horticole du Québec et Association de tourbe de sphaigne canadienne, 24 p. [En ligne], https://tourbehorticole.com/wp-content/uploads/2020/10/Guide_4.1_Planification_restaurations_FR_Web-1.pdf.
- RAMSAR (2002). *Principes et lignes directrices pour la restauration des zones humides*.
- RINALDI, M., N. SURIAN, F. COMITI, M. BUSSETTINI, B. BELLETTI, L. NARDI, B. LASTORIA ET B. GOLFERI (2015). « Guidebook for the Evaluation of Stream Morphological Conditions by the Morphological Quality Index (MQI) », Deliverable 6.2, Part 3, de REFORM (Restoring Rivers for Effective Catchment Management), un projet de collaboration (projet intégrateur à grande échelle) financé par la Commission européenne dans le cadre du 7^e programme-cadre, sous la convention de subvention n° 282656, 163 p.
- SER (2004). « The SER International Primer on Ecological Restoration », Society for Ecological Restoration International Science et Policy Working Group, Society for Ecological Restoration, [En ligne], https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/ser_publications/ser_primer.pdf.
- SER (2005). « Guidelines for Developing and Managing Ecological Restoration Projects », Society for Ecological Restoration International, [En ligne], https://www.ctahr.hawaii.edu/LittonC/PDFs/682_SERGuidelines.pdf.
- SIMS, A., Y. ZHANG, S. GAJARAJ, P.B. BROWN ET Z. HU (2013). « Toward the Development of Microbial Indicators for Wetland Assessment ». *Water Research*, 47(5), 1711-1725. [En ligne], <https://doi.org/10.1016/j.watres.2013.01.023>.
- STEYER, G. D., C.E. SASSER, J.M. VISSER, E.M. SWENSON, J.A. NYMAN ET R.C. RAYNIE (2003). « A proposed Coast-Wide Reference Monitoring System for Evaluating Wetland Restoration Trajectories in Louisiana ». In *Coastal Monitoring through Partnerships* (p. 107-117). Springer.
- SUELTFUSS, J., ET D. COOPER (2019). « A New Approach for Hydrologic Performance Standards in Wetland Mitigation », *Journal of Environmental Management*, vol. 231, n° 1, p. 1154-1163, [En ligne], <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.001>.
- TADDEO, S., ET I. DRONOVA (2018). « Indicators of Vegetation Development in Restored Wetlands », *Ecological Indicators*, vol. 94, p. 454-467, [En ligne], <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.07.010>.
- TAFT, B., ET J. P. KONCELIK (2006). « Methods for Assessing Habitat in Flowing Waters: Using the Qualitative Habitat Evaluation Index (QHEI) », Ohio EPA Technical Bulletin EAS/2006-06-1, révisé par le Midwest Biodiversity Institute pour la State of Ohio Environmental Protection Agency, Division of Surface Water, [En ligne], <https://www.epa.state.oh.us/portals/35/documents/QHEIManualJune2006.pdf>.

-
- THE RIVER RESTORATION CENTRE (2020). « Manual of River Restoration Techniques », [En ligne], <https://www.therrc.co.uk/manual-river-restoration-techniques>.
- U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS (2005). « Technical Standard for Water-Table Monitoring of Potential Wetland Sites », WRAP Technical Notes Collection (ERDC TNWRAP-05-2), Vicksburg, U.S. Army Engineer Research and Development Center.
- WEINSTEIN, M., J. TEAL, J. BALLETO, J., ET K. STRAIT (2001). « Restoration Principles Emerging from One of the World's Largest Tidal Marsh Restoration Projects », *Wetlands Ecology and Management*, vol. 9, n° 5, p. 387-407.
- WHEATON, J.M, S.N. BENNETT, N. BOUWES, J.D. MAESTAS ET S.M. SHAHVERDIAN (2019). « Low-Tech Process-Based Restoration of Riverscapes: Design Manual », Version 1.0, Logan, Utah State University Restoration Consortium, 10.13140/RG.2.2.19590.63049/2, [En ligne], <http://lowtechpbr.restoration.usu.edu/manual/>;
https://www.researchgate.net/publication/332304757_Low-Tech_Process-Based_Restoration_of_Riverscapes_Design_Manual_Version_10?channel=doi&linkId=5d1a9abc_a6fdcc2462b73123&showFulltext=true.
- YOCHUM, S. (2018). « Guidance for Stream Restoration », Fort Collins, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, National Stream & Aquatic Ecology Center, Technical Note TN-102.4.

Annexe 1 : Modèle détaillé de plan des travaux

1. EXPERTISE PERTINENTE

- Choix des collaborations et des partenaires, s'il y a lieu, en fonction des besoins du projet;
- Diversité et expérience des professionnels : biologiste, ingénieur, architecte-paysagiste, chercheur universitaire, ingénieur, hydrogéomorphologue, etc.

2. OBJECTIFS DU PROJET

2.1 Objectifs généraux

- Gains attendus en superficie;
- Gains attendus en fonctions écologiques selon le type de milieu restauré ou créé. Par exemple : filtre contre la pollution, rempart contre l'érosion, rétention des sédiments, régulation du niveau d'eau (réduction des risques d'inondation, etc.), conservation de la biodiversité, écran solaire, brise-vent naturel, séquestration du carbone, atténuation des impacts des changements climatiques et qualité du paysage, amélioration de l'état hydromorphologique, de la connectivité et de l'hétérogénéité des habitats. D'autres fonctions écologiques spécifiques à chaque projet peuvent également être mises de l'avant;
- Objectifs distinctifs des différentes approches possibles (restauration passive ou active, création);
- Objectifs distinctifs des milieux humides et des milieux hydriques;
- Objectifs en ce qui concerne les composantes : végétation, sol, hydrologie et équilibre dynamique, etc.

2.2 Objectifs particuliers

- Réponse à des enjeux régionaux ou locaux (diminution du risque d'inondation, restauration des types de milieux perdus sur le territoire, augmentation de la qualité de l'eau ou des débits d'étiage, retour d'une espèce menacée ou vulnérable, atténuation des changements climatiques, etc.);
- Objectif de taille et de type de milieu selon les fonctions écologiques recherchées;
- Identification des indicateurs des objectifs particuliers du projet;
- Prise en compte des changements climatiques dans la conception du projet (voir les [Fiches synthèses régionales d'adaptation aux changements climatiques](#) [Ouranos, MAMH et MSP, 2020]).

3. LOCALISATION ET CHOIX DU SITE

3.1 Choix du bassin versant et fonctions écologiques

- Priorisation pour réaliser les travaux de restauration ou de création dans le même bassin versant que celui où ont eu lieu les pertes de milieux humides et hydriques :
 - Directement sur le site même du projet portant atteinte aux milieux (*in situ*);
 - Sur un terrain adjacent du projet portant atteinte aux milieux (*ex situ*);
 - Sur un site situé dans le même bassin versant (de niveau approprié) que celui où est situé le projet portant atteinte aux milieux;
- Localisation du site dans le bassin versant en fonction des gains attendus en fonctions écologiques.

3.2 Contexte régional et local

- Utilisation d'outils de planification régionale pour choisir le meilleur site (plans régionaux des milieux humides et hydriques, plans de conservation des milieux humides, plan de gestion intégrée du Saint-Laurent, plan directeur de l'eau, plan de gestion intégrée régional, plan de développement de la zone agricole, cadre de référence hydrologique du Québec, Atlas des territoires d'intérêt pour la conservation dans les basses-terres du Saint-Laurent, etc.);

-
- Présence d'une bande tampon autour des milieux restaurés ou créés, présence d'un corridor de connectivité entre les milieux restaurés ou créés et le milieu naturel, type d'occupation du sol, utilisation future des terres environnantes, pressions environnantes, dynamique fluviale, etc.;
 - Localisation dans le bassin versant, topographie du site, nature des dépôts de surface, classe de drainage, accès à l'eau souterraine, connectivité au réseau hydrographique, ruissellement, qualité environnementale des sols, perméabilité et texture des sols, présence d'une banque de semences, faisabilité technique.

3.3 Identification de sites potentiels et évaluation de leur pertinence

- Identification de sites potentiels et évaluation de leur pertinence (besoins spatiaux et écologiques en restauration, contraintes environnementales et socioéconomiques, viabilité des projets potentiels);
- Priorisation des sites à restaurer : localisation, besoins de restauration et potentiel offert par le site, avantages et inconvénients environnementaux, gains attendus en superficies et en fonctions écologiques, usages permis par la municipalité;
- Disponibilité du site (lettre d'entente avec le propriétaire, preuve d'achat ou de propriété, etc.)
- Appui de la MRC;
- Identification des autorisations requises;
- Cartes complètes à différentes échelles qui superposent le plus possible les différentes composantes : localisation des milieux affectés et de ceux qui seraient restaurés ou créés, superficies, type de milieux, délimitation des bassins versants, position topographique du [Cadre écologique de référence](#) du Ministère, réseau hydrographique, réseau routier, limites municipales, éléments sensibles, aires protégées, superficie et proportion (%) de milieux humides et hydriques restants dans le bassin versant, etc.

4. DESCRIPTION DU SITE ET DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL

4.1 Méthodologie utilisée pour la description du site et la caractérisation des milieux

- Le Ministère recommande d'utiliser minimalement les documents suivants :
 - [Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional](#) (Lachance, Fortin et Dufour Tremblay, 2021)
 - [Identification et délimitation des milieux hydriques et riverains](#) (MDDELCC, 2015);
 - [Lignes directrices sur le calcul de la contribution financière exigible à titre de compensation pour l'atteinte aux milieux humides et hydriques](#) (MELCC, 2021a);
- D'autres sources sont présentées dans le document [Les milieux humides et hydriques – L'analyse environnementale](#) (MELCC, 2021b).

4.2 Description des milieux où sont projetés les travaux

- Tous les types de milieux :
 - Caractérisation écologique des milieux naturels : portrait actuel des milieux, délimitation, identification, niveau de dégradation;
 - Caractéristiques générales des milieux humides et hydriques présents sur le site: superficie, position et rôle dans le bassin versant, type de milieu, fonctions écologiques des milieux;
 - État naturel avant perturbation, pour autant qu'on puisse en juger à l'aide de cartes ou d'inventaires passés ou de photos aériennes d'époque (en l'absence de données historiques, un écosystème similaire, c.-à-d. même type de milieu, même valeur écologique, etc., se trouvant dans le même contexte régional (pressions anthropiques similaires, etc.) peut servir de site pour la description de l'état passé);
 - Compréhension de l'historique et de l'évolution du site;
 - Pressions, perturbations, causes de dégradation du milieu, besoins écologiques en restauration, potentiel de restauration ou de création;
 - Végétation et communautés naturelles (épaisseur de la tourbe et degré de décomposition, espèces dominantes, densité du couvert végétal, etc.);
 - Sol (pH, conductivité hydraulique, etc.);
-

-
- Hydrologie et hydrogéologie (hauteur de la nappe phréatique, connexion entre les eaux souterraines et de surface, débits, etc.);
 - Dynamique et état hydrogéomorphologique;
 - Éléments sensibles : habitats fauniques, habitat du poisson, aires protégées, espèces menacées, vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées, etc.;
 - Espèces fauniques présentes (communes et rares) et état de la continuité écologique;
 - Espèces exotiques envahissantes, bande tampon, milieu environnant, utilisation du sol, etc.;
 - Études préliminaires : photographies du milieu actuel, relevés topographiques, étude hydrogéomorphologique, inventaires fauniques, etc.;
 - Description des indicateurs utilisés et relevés au « temps 0 » avant les travaux.

5. ÉCOSYSTÈME DE RÉFÉRENCE

- Localisation et identification d'un ou de plusieurs milieux humides de référence servant de modèle et de cible à atteindre pour le projet de restauration ou de création :
 - Milieu humide à restaurer, s'il a pu être caractérisé avant les perturbations;
 - Milieu non dégradé à proximité;
 - Éventail des associations végétales présentes et des conditions abiotiques d'un ensemble de milieux humides d'un même type, à différents stades d'évolution, se trouvant à proximité et dans un même contexte territorial;
 - Référentiel d'un milieu hydrique reflétant un potentiel de fonctionnement en terme de processus et d'importance des services écosystémiques;
 - Identification et documentation d'un ensemble d'écosystème de référence
- identification des indicateurs qui seront également utilisés pour la description du site et le suivi du projet de restauration.

6. ACCEPTABILITÉ SOCIALE

- Consultations publiques ou ciblées :
 - Optimisation du choix des sites de restauration et de création;
 - Adaptation des travaux aux réalités du terrain;
 - Prise en considération des préoccupations de la population, des usagers et des communautés autochtones;
- Aménagements de sentiers, points de vue ou autres installations pour favoriser l'accès public;
- Participation publique à la prise de décision ou à des comités de suivi, etc.;
- [Démarches participatives](#) (L'Atelier Social, 2021).

7. CONCEPTION DU PROJET ET DESCRIPTION DES TRAVAUX

- Nature des interventions requises pour chacun des objectifs du projet;
 - Aménagement de panneaux de sensibilisation et de passerelles non imperméabilisées pour les sites où des utilisateurs peuvent faire pression sur le milieu;
 - Description préliminaire des travaux :
 - Activités préparatoires au terrain (délimitation des milieux, aménagement de chemins d'accès, etc.);
 - Travaux de restauration ou de création : besoins de démolition d'infrastructures, remise en place de la topographie et du drainage, matériaux et types de plantation envisagés, présence d'espèces exotiques envahissantes et de canaux de drainage, etc.;
 - Plans sommaires, schémas conceptuels, esquisses illustrant le milieu actuel, interventions prévues de manière conceptuelle et superficies en question;
 - Description détaillée des travaux :
 - Personne et firme responsables des travaux et de la surveillance du chantier;
 - Plans et devis, entre autres :
 - ✓ Plan de démolition des infrastructures;
 - ✓ Plan de la topographie et du drainage à mettre en place;
 - ✓ Sites de dépôts des matériaux retirés;
 - ✓ Type de machinerie utilisé;
-

-
- ✓ Matériaux utilisés (géotextile, types de substrat, importation de sols arables, etc.);
 - ✓ Plan de plantation (liste des espèces par strate, quantité, positionnement, espacement, méthode de plantation, etc.);
 - ✓ Localisation et méthode de gestion des espèces exotiques envahissantes;
 - ✓ Localisation des canaux de drainage à bloquer et méthode appliquée;
 - ✓ Localisation des relevés topographiques et des piézomètres.

8. MINIMISATION

- Efforts de minimisation des impacts sur les milieux lors de la réalisation des travaux (p. ex., circulation de la machinerie)
 - Plan de gestion des espèces exotiques envahissantes, des sédiments, des matières résiduelles, des déblais et des remblais, etc.;
 - Circulation de la machinerie;
 - Période de réalisation des travaux;
 - Autres (voir le document [Les milieux humides et hydriques – L'analyse environnementale](#) (MELCC, 2021b)).

9. SUIVI ET INDICATEURS

9.1 Choix des indicateurs

- Indicateurs centrés sur les objectifs du projet (maintien de l'intégrité de la zone tampon, retour de processus physique, érosion de berge et sinuosité, etc.).
- Indicateurs mesurables, centrés sur les objectifs du projet, simples d'utilisation, utilisables à une échelle temporelle réaliste par rapport au calendrier des travaux et des suivis et sensibles aux changements environnementaux ou aux perturbations;
- Indicateurs pour l'écosystème de référence, l'état initial du milieu à restaurer ou à créer et l'évolution de l'état du milieu après les travaux;
- Mesures correctives prévues si, pour différentes raisons, les travaux ne permettent pas de répondre aux objectifs fixés;
- Collaboration possible avec une organisation expérimentée.

9.2 Indicateurs des objectifs particuliers du projet

- Végétation (recouvrement de la végétation, taux de survie, nombre d'espèces indicatrices des milieux humides et hydriques, abondance d'espèces indigènes, présence et taux d'invasion d'espèces exotiques envahissantes, degré de ressemblance avec la végétation du milieu de référence, etc.);
- Hydrologie (réponse du sol à de fortes précipitations, évaluation du contenu en eau du sol, hauteur de la nappe phréatique, indicateurs présentés dans le [Guide d'identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional](#) (Lachance, Fortin et Dufour Tremblay, 2021), etc.);
- Sols (taux d'accumulation de la matière organique, texture, pH, classe de drainage, présence de mouchetures, etc.);
- Indicateurs biologiques ([Qualitative Habitat Evolution Index](#) (Taft et Koncelik, 2006), présence de frayères, communautés d'insectes, mollusques, crustacés et vers, [indice de santé du benthos](#), etc.);
- État hydromorphologique (indice de qualité morphologique [IQM]).

9.3 Suivi de l'évolution du site

- Suivi avant le début des travaux et lors de la première, troisième et cinquième année après les travaux :
 - Mesures de suivi et indicateurs;
 - Mesures correctives;
 - Photographies, évaluation du type de milieu présent et de l'évolution des superficies.
- Périodes de suivi :
 - Première année : printemps et automne pour l'hydrologie;

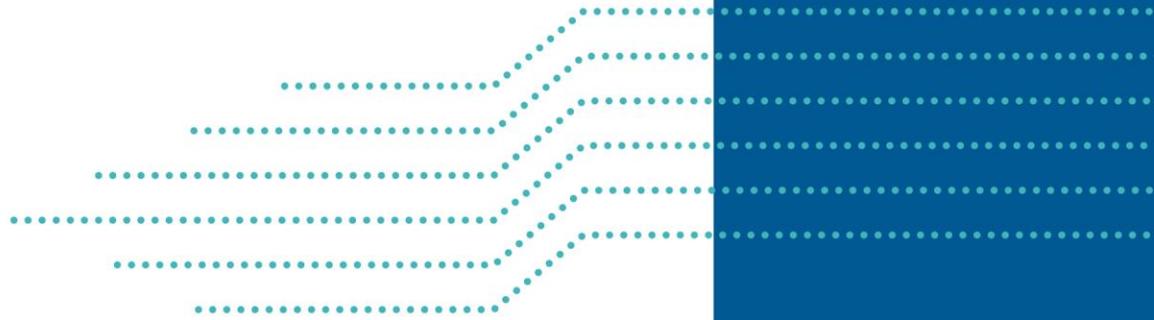
-
- Périodes d'inventaire - voir [Les milieux humides et hydriques – L'analyse environnementale](#) (MELCC, 2021b).

10. PÉRENNISATION DES MILIEUX RESTAURÉS OU CRÉÉS

- Moyen envisagé pour la protection légale à long terme des milieux restaurés ou créés :
 - Désignation sur plan (article 13 de la LCPN);
 - [Conservation volontaire](#) (L'Atelier Social, 2021) : don ou vente de propriété à des fins de conservation, réalisation de travaux dans une réserve naturelle existante, sous certaines conditions.

11. ÉCHÉANCIER DES TRAVAUX ET PLANIFICATION BUDGÉTAIRE

- Calendrier des activités :
 - Coordination, conception, réalisation des travaux, suivis et entretien;
 - Périodes prévues pour approcher les propriétaires et usagers;
 - Obtention de l'appui de la MRC et des autorisations requises;
 - Périodes sensibles pour certaines espèces.
 - Planification budgétaire :
 - Montants requis pour chacune des phases des projets;
 - Salaires et frais pour des spécialistes, les autorisations, les déplacements, la réalisation d'une caractérisation, la conception des plans et devis, l'acquisition de terrain, la réalisation des travaux (location ou achat de machinerie, achat de matériaux, etc.), la surveillance du chantier, les suivis, les mesures correctives, etc.).
 - Modèles de calendrier des travaux et de planification budgétaire : [page Web du Programme de restauration et de création de milieux humides et hydriques](#).
-



*Environnement
et Lutte contre
les changements
climatiques*

Québec 