

**MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT
ET DE LA LUTTE CONTRE
LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

Lignes directrices sur le calcul de la contribution financière exigible à titre de compensation pour l'atteinte aux milieux humides et hydriques

Décembre 2019

Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction de la protection des espèces et des milieux naturels et la Direction de l'agroenvironnement et du milieu hydrique 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 de la protection des espèces et des milieux naturels
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 : www.environnement.gouv.qc.ca

Référence à citer

LACHANCE, DANIEL, S. VALOIS, C. BOUCHARD ET F. BOURRET. *Lignes directrices sur le calcul de la contribution financière exigible à titre de compensation pour l'atteinte aux milieux humides et hydriques*. 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, Québec, 2019, 30 p. [En ligne].

Dépôt légal – 2019
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN 978-2-550-85611-5 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec - 2019

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Rédaction

Daniel Lachance
Direction de la protection des espèces et des milieux naturels

Stéphane Valois
Direction de l'agroenvironnement et du milieu hydrique

Chantal Bouchard
Direction de la protection des espèces et des milieux naturels

Francis Bourret
Direction de l'agroenvironnement et du milieu hydrique

Révision et collaboration

Geneviève Dufour-Tremblay
Direction de la protection des espèces et des milieux naturels

Martin Joly
Direction de la protection des espèces et des milieux naturels

Jean-Daniel Trottier
Pôle d'expertise des secteurs hydrique et naturel

Production graphique

Cédric Villeneuve
Direction de la connaissance écologique

Sophie Benoît
Direction de la connaissance écologique

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
1. Définition des milieux humides et hydriques	2
2. Méthodologie d'inventaire des milieux humides	3
2.1 Analyse préalable à l'inventaire	3
2.1.1 Détermination des unités de végétation homogènes et des limites des milieux humides	3
2.1.2 Détermination de l'effort d'inventaire	5
2.1.3 Position des stations d'inventaire et autres considérations	6
2.2 Réalisation de l'inventaire	7
2.2.1 Validation de la présence d'un milieu humide	8
2.2.1.1. Végétation hygrophile	8
2.2.1.2. Sols hydromorphes	9
2.2.1.3. Indices hydrologiques	9
2.2.2 Identification des classes de milieux humides	10
2.2.3 Caractérisation des associations végétales	10
2.2.4 Collecte d'informations supplémentaires	10
3. Interprétation des annexes II et III du RCAMHH	12
3.1 Atteinte à un milieu humide (annexe II)	13
3.1.1 État initial du milieu humide (annexe II, section I)	15
3.1.1.1. Une seule station d'inventaire	16
3.1.1.2. Autres considérations liées à l'état initial	16
3.1.2 Impact de l'activité sur le milieu humide (annexe II, section II)	16
3.1.2.1. Exemple de calcul de la contribution financière en milieu humide et prise en compte de l'impact du drainage	17
3.2 Atteinte à un milieu hydrique (annexe III)	19
3.2.1 État initial du milieu hydrique (annexe III, section I)	20
3.2.2 Impact de l'activité sur le milieu hydrique (annexe III, section II)	20

3.2.2.1. Autres considérations liées au niveau d'impact _____	21
3.2.2.2. Exemple de calcul de la contribution financière en milieu hydrique _____	21
Glossaire _____	25
Références bibliographiques _____	28

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Nombre de stations d'inventaire par unité de végétation homogène par hectare	5
Tableau 2 :	Nombre de stations d'inventaire par unité de végétation homogène par hectare, en situation de végétation présentant une forte homogénéité	6
Tableau 3 :	Statut des plantes selon leur affinité pour les milieux humides	8

LISTE DES CARTES

Carte 1:	Unités de végétation homogènes et stations d'inventaire	4
Carte 2:	Projet d'agrandissement en territoire agricole	14

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Exemple de projet servant au calcul de la contribution financière en milieu humide	18
Figure 2 :	Exemple de projet servant au calcul de la contribution financière en milieu hydrique	22

ACRONYMES, SIGLES, SYMBOLES ET ABRÉVIATIONS

cb :	Coût de base de création ou de restauration d'un milieu humide ou hydrique (voir Glossaire).
ct :	Coût, au mètre carré, de création ou de restauration d'un milieu humide ou hydrique (voir Glossaire).
ΔI_f :	Facteur représentant l'atteinte au milieu humide ou hydrique (voir Glossaire).
FACH :	Plantes facultatives des milieux humides. Ces plantes sont généralement restreintes aux milieux humides.
I_{fINI} :	Facteur représentant l'état initial de la partie du milieu humide ou hydrique affectée par l'activité (voir Glossaire).
I_{fFIN} :	Facteur représentant l'état final de la partie du milieu humide ou hydrique affectée par l'activité (voir Glossaire).
LCMHH :	Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques.
LHE :	Ligne des hautes eaux.
LQE :	Loi sur la qualité de l'environnement.
MC :	Montant de la contribution financière exigible à titre de compensation pour l'atteinte au milieu humide ou hydrique (voir Glossaire).
MELCC :	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.
MHH :	Milieux humides et hydriques.
NI :	Facteur représentant l'impact de l'activité sur la partie du milieu humide ou hydrique affectée par celle-ci (voir Glossaire).
OBL :	Plantes obligées des milieux humides. Ces plantes sont presque exclusivement restreintes aux milieux humides.
R :	Facteur de modulation régional (voir Glossaire).
RCAMHH :	Règlement sur la compensation pour l'atteinte aux milieux humides et hydriques.
S :	Superficie de la partie du milieu humide ou hydrique dans laquelle l'activité est réalisée (voir Glossaire).
UVH :	Unité de végétation homogène.
vt :	Valeur du terrain, au mètre carré, sur lequel l'activité est réalisée (voir Glossaire).

INTRODUCTION

Les milieux humides et hydriques (MHH) remplissent d'indispensables fonctions écologiques et constituent un maillon déterminant de la biodiversité du Québec. La *Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques* (LCMHH), adoptée à l'unanimité par l'Assemblée nationale le 16 juin 2017, reconnaît ce rôle prépondérant des MHH. La LCMHH adopte le principe d'aucune perte nette, facilite la conservation des MHH de grande valeur, favorise la gestion intégrée de ces milieux par la mise en place des plans régionaux et précise le cadre d'analyse des projets visant ces écosystèmes, par la séquence d'atténuation éviter-minimiser-compenser.

Afin d'encadrer le régime de compensation introduit par la LCMHH, le gouvernement a édicté, le 17 août 2018, le *Règlement sur la compensation pour l'atteinte aux milieux humides et hydriques* (RCAMHH). Celui-ci soustrait certaines activités à l'obligation de compenser, prévoit dans quels cas une contribution financière peut être remplacée par la réalisation de travaux de restauration ou de création de MHH et expose la méthode de calcul du montant de la contribution financière exigible à titre de compensation.

Cette méthode de calcul repose sur l'évaluation de plusieurs paramètres, dont l'état initial du milieu humide ou hydrique et l'impact que l'activité envisagée fera peser sur l'écosystème. Les tableaux des annexes II et III du RCAMHH permettent d'établir ces paramètres. L'emploi de ces tableaux nécessite cependant des informations précises sur les écosystèmes visés. Cette information doit provenir des caractérisations écologiques produites par des professionnels de l'environnement compétents en la matière.

Afin de guider les professionnels dans la réalisation des inventaires, le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) a déjà produit un guide sur l'identification et la délimitation des milieux humides (Bazoge et collab., 2015) et une fiche d'information sur l'identification et la délimitation des milieux hydriques et riverains (MDDELCC, 2015).

S'ajoutent à ces outils les présentes lignes directrices dont la fonction est de préciser comment les méthodes mises de l'avant par le ministère dans ses publications antérieures sur les milieux humides peuvent servir au calcul de l'état initial et de l'ampleur de l'impact. Ce document fournit également des précisions sur l'interprétation des annexes liées à l'état initial et au niveau d'impact des milieux hydriques. Ainsi, l'analyste du ministère disposera des informations nécessaires pour établir le montant de la contribution financière, tel que le prévoit le 3^e alinéa de l'article 46.0.5 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE).

1. DÉFINITION DES MILIEUX HUMIDES ET HYDRIQUES

En vertu du premier alinéa de l'article 22 de la LQE (RLRQ, chapitre Q-2), nul ne peut réaliser tous travaux, toutes constructions ou toutes autres interventions dans des milieux humides et hydriques sans obtenir au préalable une autorisation du ministre.

L'expression « milieux humides et hydriques » (MHH) est par ailleurs définie à l'article 46.0.2 de la même loi :

Pour l'application de la présente section, l'expression « milieux humides et hydriques » fait référence à 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 encore 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.

Un milieu humide est également caractérisé par des sols hydromorphes ou une végétation dominée par des espèces hygrophiles.

Sont notamment des milieux humides et hydriques :

1. un lac, un cours d'eau, y compris l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent et les mers qui entourent le Québec;
2. les rives, le littoral et les plaines inondables des milieux visés au paragraphe 1, tels que définis par règlement du gouvernement;
3. un étang, un marais, un marécage et une tourbière.

Les fossés de voie publique ou privée, les fossés mitoyens et les fossés de drainage, tels que définis aux paragraphes 2 à 4 du premier alinéa de l'article 103 de la Loi sur les compétences municipales (chapitre C-47.1), ne constituent pas des milieux humides et hydriques.

2. MÉTHODOLOGIE D'INVENTAIRE DES MILIEUX HUMIDES

La définition des « milieux humides et hydriques » exposée à la section précédente comporte trois composantes clés qui définissent les milieux humides. Ces trois composantes clés font également l'objet d'un large consensus dans la littérature scientifique traitant des milieux humides. Ce sont :

- a. l'eau, c'est-à-dire la fréquence, la durée et la profondeur des inondations ou des épisodes de saturation des sols;
- b. les sols, et plus précisément les sols hydromorphes, c'est-à-dire les sols dont la chimie et l'apparence sont nettement influencées par la présence d'eau;
- c. la végétation, et plus précisément la présence d'espèces hygrophiles, c'est-à-dire ayant développé des stratégies particulières pour arriver à croître en sol hydromorphe.

Ces composantes clés, décrites dans Tiner (2017), sont utilisées entre autres dans la classification américaine des milieux humides (Cowardin et collab., 1979), dans la classification québécoise (Buteau et collab., 1994), dans la classification canadienne (National Wetlands Working Group, 1997), dans la 4^e édition de Wetlands (Mitsch et Gosselink, 2007), ainsi que dans la définition de l'expression « wetland » adoptée par l'US Army Corps of Engineers (U.S. Army Corps of Engineers, 2012).

Il découle de cette définition que ces trois composantes clés doivent être prises en considération pour identifier et délimiter un milieu humide. Les règles d'identification et de délimitation des milieux humides employées par le MELCC sont décrites dans le guide Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional (Bazoge et collab., 2015) (ci-après : le Guide). Elles sont reprises dans les prochaines sous-sections.

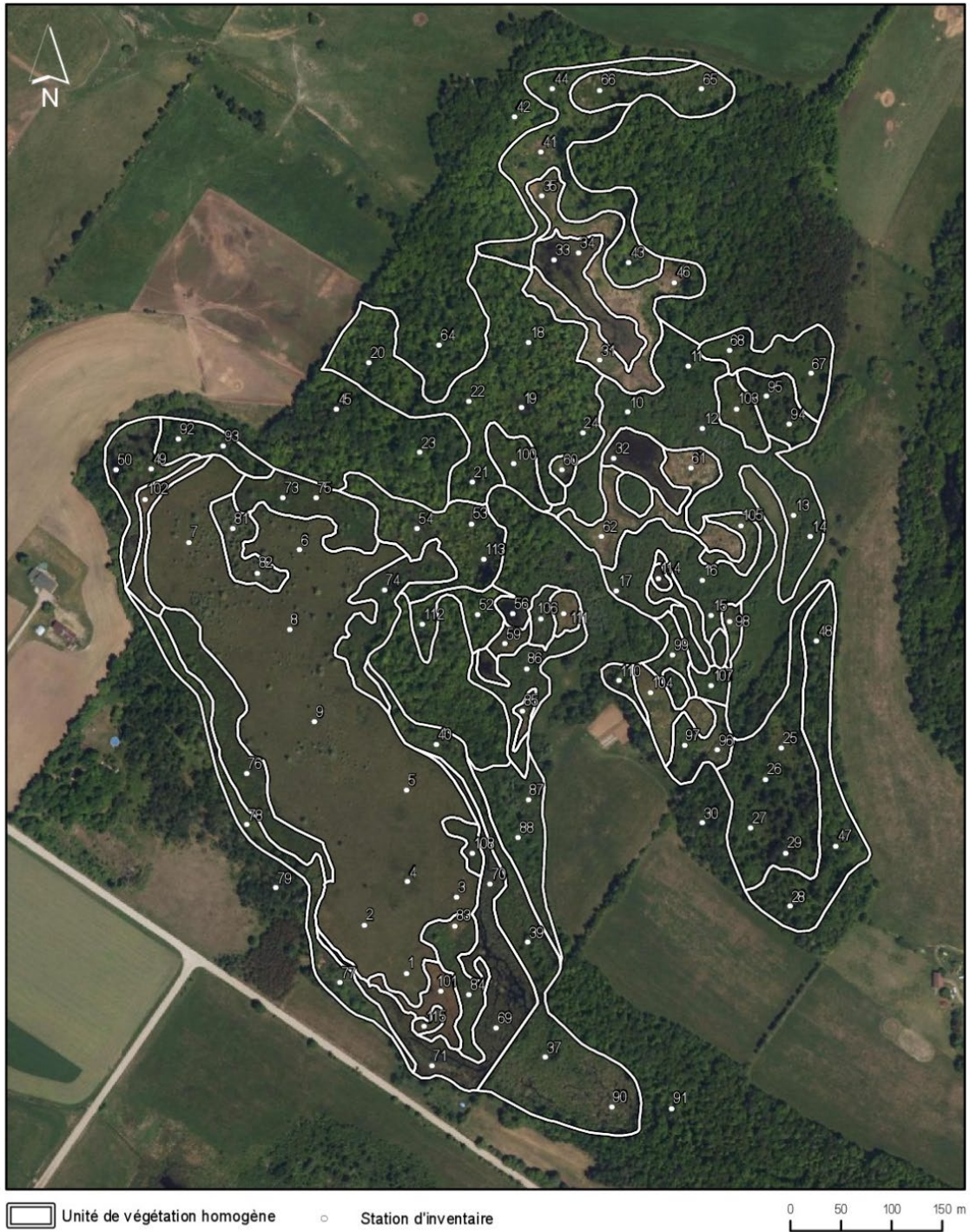
2.1 Analyse préalable à l'inventaire

Le Guide précise, entre autres, la méthode avec laquelle on calcule le nombre de stations d'inventaire devant être visitées dans un écosystème humide pour le décrire adéquatement. Ce calcul doit être effectué de façon préalable à l'inventaire et comporte deux étapes : la détermination des unités de végétation homogènes (UVH) et la détermination de l'effort d'inventaire.

2.1.1 Détermination des unités de végétation homogènes et des limites des milieux humides

L'identification des UVH s'effectue par photo-interprétation de modèles photogrammétriques, c'est-à-dire des images aériennes voisines traitées de façon à pouvoir être affichées en trois dimensions.

Dans un premier temps, les limites des milieux humides de la zone d'étude sont tracées sur la base de la teinte des sols, du relief, de la microtopographie et de la végétation observable. Plusieurs espèces caractéristiques des milieux humides peuvent en effet être observées sur les images aériennes (Ladouceur, 1977). Dans un deuxième temps, les limites des UVH sont tracées sur la base des peuplements forestiers présents dans chaque milieu humide. La carte 1 illustre le résultat d'une analyse préalable à l'inventaire.



Carte 1: Unités de végétation homogènes et stations d'inventaire

2.1.2 Détermination de l'effort d'inventaire

La stratégie d'inventaire doit être adaptée au contexte biophysique révélé par la photo-interprétation. L'effort d'inventaire doit être stratifié en fonction des UVH déterminées à la section 2.1.1, l'objectif étant de rendre compte de manière objective de la végétation qui compose chaque unité.

Il est reconnu dans la littérature scientifique que la superficie inventoriée devrait correspondre à environ 10 % de la superficie du milieu naturel (Perron et collab., 2009; Tiner, 2017, Natural Park Service, 1994). Il convient donc de transposer cette recommandation à chaque UVH pour en obtenir un portrait adéquat. Le Guide recommande un inventaire minimal de trois stations pour chaque hectare d'UVH. Dans le cas d'un milieu humide de superficie inférieure à un hectare, l'inventaire résulte en une superficie supérieure à 10 %. Le tableau 1 illustre l'effort d'inventaire recommandé.

Tableau 1 : Nombre de stations d'inventaire par unité de végétation homogène par hectare

Superficie (ha) de l'unité homogène	Stratégie d'inventaire	Nombre de stations d'inventaire
≤0,003	pas d'inventaire requis ¹	0
]0,003-0,03]	1 station de taille réduite	1
]0,03-0,3]	1 station de taille normale	1
]0,3-0,6]	2 stations de taille normale	2
]0,6-1]	3 stations de taille normale	3
]1-10[3 stations par hectare additionnel	4 à 30
≥10	proposée par le professionnel	variable

1. Un milieu humide qui occupe plus de 0,003 ha, mais dont toutes les UVH occupent moins de 0,003 ha, doit néanmoins faire l'objet d'un inventaire. Le cas échéant, le professionnel chargé du dossier propose une méthode appropriée.

Il peut également survenir que la superficie combinée des stations d'inventaire aille bien au-delà de 10 % de la superficie du milieu naturel. C'est le cas si la partie affectée du milieu humide est occupée par un grand nombre de petites UVH, chacune de celles-ci devant faire l'objet d'un inventaire adéquat.

Dans certaines situations, il est admis que l'effort puisse décroître avec l'augmentation de la superficie, surtout lorsque l'unité de végétation est très homogène en matière d'espèces floristiques, de conditions des sols et d'indicateurs biophysiques. Le tableau 2 illustre l'effort d'inventaire recommandé selon la superficie de l'unité de végétation homogène. Pour les UVH de plus de 10 ha, le biologiste ou le professionnel compétent en la matière chargé de l'étude peut proposer une stratégie d'échantillonnage adaptée au site qui répond à des critères scientifiques reconnus.

Même en situation de végétation homogène, il est possible que la superficie combinée des stations d'inventaire aille au-delà de 10 % de la superficie du milieu naturel. C'est le cas si le milieu humide est de superficie inférieure à un hectare ou si la partie affectée du milieu humide est occupée par un grand nombre de petites UVH, chacune de celles-ci devant faire l'objet d'un inventaire adéquat.

Tableau 2 : Nombre de stations d'inventaire par unité de végétation homogène par hectare, en situation de végétation présentant une forte homogénéité

Superficie (ha) de l'unité homogène	Stratégie d'inventaire	Nombre de stations d'inventaire
≤0,003	pas d'inventaire requis ¹	0
]0,003-0,03]	1 station de taille réduite	1
]0,03-0,3]	1 station de taille normale	1
]0,3-0,6]	2 stations de taille normale	2
]0,6-1]	3 stations de taille normale	3
]1-10[1 station par hectare additionnel	4 à 12
≥10	proposée par le professionnel	variable

1. Un milieu humide qui occupe plus de 0,003 ha, mais dont toutes les UVH occupent moins de 0,003 ha, doit néanmoins faire l'objet d'un inventaire. Le cas échéant, le professionnel chargé du dossier propose une méthode appropriée.

2.1.3 Position des stations d'inventaire et autres considérations

L'emplacement choisi pour chaque station d'inventaire doit être représentatif de l'UVH ciblée. On doit prendre soin, dans la mesure du possible, de la placer loin des routes ou des perturbations pouvant affecter l'hydrologie du site (fossés, drain, ligne électrique, sentiers, etc.). Il faut également éviter de positionner les stations près des limites du milieu humide ou d'un écotone entre deux UVH. Lors de la visite sur le terrain, les stations peuvent être déplacées lorsque la position initiale est inaccessible ou si des perturbations absentes des photographies aériennes sont détectées.

Les inventaires sont souvent réalisés préalablement à la production des plans et devis d'un projet donné. Il arrive ainsi fréquemment qu'une même UVH s'étende à la fois dans la partie du milieu humide affectée par les travaux et au-delà de celle-ci, sans que l'on trouve de stations d'inventaire dans la partie du milieu humide affectée par les travaux. Dans une telle situation, une station positionnée à l'extérieur de la partie affectée d'un milieu humide, mais se situant dans la même UVH que celle qui occupe la partie affectée du milieu humide, est réputée se trouver dans la partie affectée du milieu humide. Il ne serait ainsi pas nécessaire de retourner sur le terrain dans la mesure où la qualité des données fournies est jugée satisfaisante et où les résultats obtenus ne soulèvent pas de doute sur la nature humide de l'UVH.

Dans le cas des UVH de plus de 0,6 ha situées à la frontière entre le milieu humide et le milieu terrestre, il est recommandé qu'une station d'inventaire soit déplacée à l'extérieur du milieu humide, afin de caractériser le milieu dans lequel s'insère l'écosystème humide. Le cas échéant, une telle station n'est pas prise en compte dans le calcul de l'état initial et du niveau d'impact (voir section 3.1). Elle pourrait être considérée s'il s'avère qu'elle confirme la nature humide du secteur préalablement évalué comme terrestre.

Au bénéfice de l'inventaire, des UVH identiques, mais séparées dans l'espace, voient leur superficie additionnée aux fins du calcul de l'effort d'inventaire. Par exemple, trois UVH identiques occupant respectivement 0,7 ha, 0,5 ha et 1,1 ha devront faire l'objet de sept stations d'inventaire, plutôt que des huit stations qui seraient attendues de trois UVH différentes.

Un inventaire doit être réalisé à une période de l'année permettant l'acquisition de données fiables. Les inondations sont plus fréquentes au printemps et peuvent fournir des observations précises sur le régime

hydrologique en place. Cependant, les périodes de floraison sont généralement privilégiées lors des inventaires floristiques, car elles sont plus propices à l'identification des espèces. Certaines espèces menacées ou vulnérables peuvent également commander un inventaire à une date particulière. Le moment de l'inventaire doit être adapté aux objectifs de la campagne de terrain, et une caractérisation complète peut nécessiter plusieurs visites de terrain. Un inventaire réalisé en dehors de la période de croissance de la végétation peut être refusé.

Certains milieux humides s'étirent le long des cours d'eau, parfois sur des kilomètres. Dans une telle situation, le professionnel doit proposer une stratégie d'inventaire appropriée au milieu. L'approche par transects est habituellement privilégiée. Cependant, si l'inventaire vise précisément le calcul de la contribution financière (c'est-à-dire que les étapes éviter et minimiser ont déjà été franchies), on peut se limiter à dresser un inventaire des UVH situées dans les limites de la partie du milieu humide affectée par les travaux. Dans ce cas, la méthode décrite aux sections 2.1.1 et 2.1.2 convient.

Il est entendu que, lors de l'inventaire, les UVH peuvent être fusionnées (si elles présentent la même organisation végétale) ou subdivisées (si la photo-interprétation a omis certaines unités) afin de fournir un portrait réaliste de la structure et de la composition de la végétation. Les limites des UVH sont également modifiées en fonction des observations faites sur le terrain.

2.2 Réalisation de l'inventaire

Il est recommandé que l'inventaire au terrain couvre toutes les UVH d'un milieu humide visé par une activité humaine, même si cette dernière ne vise qu'une toute petite partie de l'écosystème. En effet, une information de qualité relative à la totalité de l'écosystème facilite l'analyse de l'acceptabilité environnementale. Cependant, dans certaines situations, il est admissible que l'inventaire se limite aux UVH occupant la partie du milieu humide affectée par l'activité. Ces situations sont les suivantes :

- a. lorsque le milieu humide est d'une telle taille qu'il est inconcevable que l'activité l'affecte dans sa totalité;
- b. lorsque le milieu humide chevauche plusieurs lots dont les propriétaires, autres que ceux qui sont affiliés au projet, sont opposés au passage des professionnels de l'environnement.

Néanmoins, dans de telles situations, le travail de détermination des UVH et des limites des milieux humides par photo-interprétation (section 2.1.1) doit être réalisé pour la totalité du milieu humide visé par l'activité.

La réalisation de l'inventaire permet :

1. de valider la présence d'un milieu humide et d'en préciser les limites tracées par photo-interprétation (section 2.2.1);
2. de valider l'identification de la ou des classes de milieux humides (section 2.2.2);
3. de caractériser la végétation de chaque UVH et d'identifier l'association végétale présente (section 2.2.3);
4. de collecter toute information complémentaire requise pour un dossier particulier (relevés de végétation particuliers, inventaires des espèces menacées ou vulnérables, inventaires des espèces exotiques envahissantes, identification de liens hydrologiques, perturbations et pressions subies par le milieu, etc.) (section 2.2.4).

On trouve, dans le Guide, les informations techniques nécessaires à l'atteinte de ces objectifs. Les sous-sections qui suivent rappellent les concepts fondamentaux à la base des techniques recommandées par

Bazoge et ses collaborateurs (2015). Ces notions sont également utiles à la compréhension des annexes II et III du RCAMHH (voir section 3).

2.2.1 Validation de la présence d'un milieu humide

La définition de l'expression « milieu humide » employée par le Ministère (voir section 1) s'appuie sur les trois composantes clés qui définissent les milieux humides, soit la végétation hygrophile, les sols hydromorphes et l'hydrologie. Le diagnostic rendu à chaque station d'inventaire prend en considération chacune de ces composantes.

Les moyens par lesquels ce diagnostic est rendu sont mentionnés dans le guide *Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional* (Bazoge et collab., 2015) et sont résumés dans les trois sous-sections suivantes.

2.2.1.1. Végétation hygrophile

La plupart des plantes ne peuvent supporter les conditions anaérobiques prolongées associées à la présence d'eau à proximité ou à la surface du sol. Cependant, pour certaines espèces végétales, la présence d'eau associée à une nappe phréatique élevée ou à un mauvais drainage crée une niche écologique qui leur est favorable. Certaines espèces ont d'ailleurs des caractéristiques uniques qui leur donnent un avantage compétitif afin de coloniser les milieux humides. Par exemple, l'orme d'Amérique (*Ulmus americana*) comporte des cannelures à la base du tronc qui lui permettent un meilleur support sur un substrat instable. De son côté, le frêne de Pennsylvanie (*Fraxinus pennsylvanica*) peut développer en quelques jours des lenticelles hypertrophiées lorsque ses racines sont inondées.

La mise en commun de divers travaux de recherche scientifique réalisés tant par des universités nord-américaines que par des agences gouvernementales américaines et canadiennes a permis de dégager une classification des espèces végétales selon leur probabilité de coloniser des milieux humides ou terrestres (Tiner, 2017; Lichvar et collab., 2014). La probabilité de voir apparaître une plante dans un milieu humide conduit à l'attribution d'un statut particulier (tableau 3).

Tableau 3 : Statut des plantes selon leur affinité pour les milieux humides

Statut	Description qualitative	Désignation québécoise aux fins du diagnostic
Obligées des milieux humides (OBL)	Presque exclusivement restreintes aux milieux humides	Espèces indicatrices de la présence d'un milieu humide
Facultatives des milieux humides (FACH)	Généralement restreintes aux milieux humides	Espèces indicatrices de la présence d'un milieu humide
Facultatives (FAC)	Se trouvent autant dans les milieux humides que dans les milieux terrestres	Espèces non indicatrices de la présence d'un milieu humide
Facultatives des milieux terrestres (FACT)	Généralement restreintes aux milieux terrestres	Espèces non indicatrices de la présence d'un milieu humide
Obligées des milieux terrestres (T)	Presque exclusivement restreintes aux milieux terrestres	Espèces non indicatrices de la présence d'un milieu humide

Inspiré de Tiner (1991), Gauthier (1997), Tiner (2017) et MDDEFP (2008).

Le ministère a dressé une liste des espèces végétales obligées (OBL) et facultatives (FACH) des milieux humides du Québec. Ces espèces sont décrites à l'annexe 1 du Guide, où sont également listées bon nombre d'espèces non indicatrices, mais abondantes au Québec.

Les espèces obligées et facultatives des milieux humides sont dites hygrophiles. Une végétation dominée par des espèces hygrophiles est considérée comme typique des milieux humides. Le Guide décrit la méthode avec laquelle on évalue la dominance de la végétation hygrophile.

2.2.1.2. Sols hydromorphes

La présence d'eau dans les sols, due à des inondations récurrentes ou à la persistance d'une nappe haute, influe fortement sur les processus de formation de ces sols.

La présence d'eau dans le sol limite les échanges gazeux entre le sol et l'atmosphère. L'oxygène dissous dans le sol est rapidement utilisé par les microorganismes présents, ce qui rend alors la plupart des sols anaérobies (c'est-à-dire pauvres en oxygène). Lorsque les bactéries aérobies responsables de la décomposition de la matière organique meurent, elles sont remplacées par une flore bactérienne capable de fonctionner en milieu anaérobie. Ces nouvelles bactéries ont elles aussi la capacité de décomposer la matière organique, mais les résultats de cette décomposition présenteront des propriétés chimiques différentes de celles des produits de la décomposition aérobie.

Les sols inondés fréquemment ou pendant de longues périodes développent donc des propriétés chimiques particulières, et ces dernières se manifestent par des indices visibles et reconnaissables. Les sols dont la dynamique de mise en place est dominée par la présence de l'eau sont dits hydromorphes. Il existe deux catégories de sols hydromorphes : des sols hydromorphes minéraux et des sols hydromorphes organiques (communément appelés « tourbes »).

Les indices visibles et reconnaissables témoignant de la présence de sols hydromorphes sont décrits dans le Guide.

2.2.1.3. Indices hydrologiques

La présence d'eau est la composante clé permettant l'établissement d'un milieu humide. Elle modifie la nature chimique du sol, ce qui entraîne une transformation des communautés végétales en surface. En clair, l'eau met en place les sols hydromorphes et la végétation hygrophile. Cependant, il faut que l'eau soit présente pendant une période suffisamment longue ou à une fréquence suffisamment élevée pour que les modifications du sol et de la végétation se manifestent.

Si l'eau est le critère déterminant, c'est également le plus difficile à évaluer, puisque l'hydrologie varie beaucoup sur une base journalière, saisonnière et annuelle. C'est pourquoi la démonstration de la présence d'eau à un moment donné ne suffit pas à attester de l'existence d'un milieu humide. C'est également pour cela que le ministère a adopté une méthode qui considère la présence d'une végétation hygrophile ou d'un sol hydromorphe comme une preuve de la présence d'un milieu humide (Bazoge et collab., 2015). Par contre, les manifestations de la présence d'eau, telles l'inondation d'un site au printemps ou la saturation en eau d'un sol, ne constituent que des indices venant appuyer, ou mettre en doute, un diagnostic basé sur les sols ou la végétation.

Pris seuls, des indices hydrologiques ne permettent donc pas d'établir avec certitude la présence et la délimitation d'un milieu humide. Ces indices sont néanmoins importants : l'information qu'ils transmettent est utile au biologiste. Ainsi, un sol tourbeux qui n'est pas saturé en eau fait possiblement l'objet d'un drainage, ce dernier pouvant parfois se manifester seulement en amont de l'écosystème. À l'inverse, une forêt dominée par des espèces terrestres et connaissant des inondations récurrentes subit peut-être les contrecoups de la mise en place récente d'un barrage de castor, sans toutefois être elle-même un milieu humide.

Les indices témoignant d'une hydrologie caractéristique des milieux humides sont décrits dans le Guide.

2.2.2 Identification des classes de milieux humides

Une fois la présence d'un milieu humide confirmée par l'examen des trois composantes clés, la classe de milieu humide peut être identifiée sur la base des caractéristiques des sols et de la végétation dominante. Ces caractéristiques sont décrites dans le Guide.

2.2.3 Caractérisation des associations végétales

La méthode d'inventaire de Bazoge et ses collaborateurs (2015) recommande que l'association végétale de chaque UVH soit dûment identifiée. Une association végétale est un groupement type de plantes aux exigences écologiques voisines, organisé dans l'espace, statistiquement défini et qui sert de base aux classifications phytosociologiques (Parent, 1990).

La caractérisation des associations végétales présente plusieurs avantages :

- a. En absence de perturbation, une UVH n'abrite généralement qu'une seule association végétale. Ainsi, à partir d'un inventaire se limitant à la partie d'un milieu humide visée par une activité, il est possible d'extrapoler rapidement sur la nature de la végétation en place dans le reste de l'écosystème si l'on y trouve des UVH en apparence identiques.
- b. On peut tirer des conclusions sur l'intégrité d'une UVH ou sur son « état de santé » à partir de l'information écologique liée à son association végétale. Par exemple, la divergence entre la végétation observée et celle qui est typiquement associée à l'association végétale peut être révélatrice d'une perturbation.
- c. Lorsqu'un inventaire est réalisé à une période ne convenant pas tout à fait à l'identification d'espèces menacées, vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées, on peut poser des hypothèses sur leur présence si l'on constate la présence d'associations végétales auxquelles elles sont liées.

Divers outils sont disponibles aux fins de l'identification des associations végétales. Outre une abondante littérature scientifique, il existe un outil d'identification en ligne des associations végétales nord-américaines offrant un moteur de recherche par mots clés et noms latins, conçu par NatureServe. Il se trouve à l'adresse suivante : <http://explorer.natureserve.org/servlet/NatureServe?init=Ecol>.

Le Guide propose également, à l'annexe 2, une liste des associations végétales obligées des milieux humides recensées au Québec.

2.2.4 Collecte d'informations supplémentaires

Chaque demande d'autorisation est unique, et il est impossible de prédire toutes les questions de nature environnementale qui peuvent être soulevées. C'est pourquoi un inventaire nécessite souvent la collecte d'informations supplémentaires allant au-delà de celles qui sont requises pour l'identification et la délimitation des milieux humides. Par exemple, depuis quelques années, certaines informations semblent de plus en plus utiles à l'analyse environnementale et feront sans doute l'objet d'ajouts dans la prochaine mouture du Guide. Notons, entre autres :

- a. le pH du sol;
- b. le relevé des canaux de drainage (fossés, présence de drains, etc.);
- c. les traces d'érosion;
- d. la texture du sol;

- e. la caractérisation du sol au-delà des limites du milieu humide;
- f. l'épaisseur du dépôt organique au-delà de 30 cm et les indications sur le degré de décomposition (échelle de Von Post);
- g. la caractérisation du sol minéral sous du dépôt organique si celui-ci est d'une épaisseur inférieure à 1 m;
- h. le contenu en eau de la tourbe;
- i. le régime hydrologique (alimentation en eau du milieu, aire de recharge approximative, durée de l'inondation, régime des précipitations, etc.).

3. INTERPRÉTATION DES ANNEXES II ET III DU RCAMHH

Les annexes II et III du RCAMHH présentent des tableaux servant au calcul du facteur représentant l'ampleur de l'atteinte au milieu humide ou hydrique (ΔI_f), causée par une activité donnée.

Ce facteur (ΔI_f) de la formule de calcul proposée dans le RCAMHH s'inspire d'une réflexion menée depuis plusieurs années par le ministère. Cependant, les documents consultés font généralement référence à un vocabulaire technique et à des inventaires particuliers, et nécessitent des moyens géomatiques et l'application d'algorithmes mathématiques qui peuvent paraître complexes.

À des fins de simplification, un choix a été fait de s'en tenir aux aspects de ces travaux qui 1) font consensus dans la littérature scientifique, 2) réfèrent à un vocabulaire déjà utilisé dans les publications du ministère et 3) sont suffisamment simples pour être compris par tous.

Ainsi, le calcul du ΔI_f considère l'état initial ($I_{f\text{INI}}$) et l'état final ($I_{f\text{FIN}}$) de la partie affectée du milieu visé par l'activité, de même que l'ampleur de l'impact de l'activité sur la partie du milieu humide ou hydrique affectée par celle-ci (NI). Les prochaines sections offrent plus de détails sur l'évaluation de l'état initial et du niveau d'impact.

En l'absence d'un nouveau règlement d'application de la LQE, l'article 15 du RCAMHH prévoit que certains paragraphes de ce règlement, concernant la rive et la plaine inondable, demeurent inactifs. Ainsi, durant cette période transitoire, lorsqu'une autorisation en vertu de l'article 22 de la LQE est nécessaire et qu'un milieu humide, ou une partie de celui-ci, est situé dans la rive ou la plaine inondable, la contribution financière des superficies humides superposées aux milieux hydriques est calculée comme s'il s'agissait d'un milieu humide isolé (RCAMHH, annexe II, sections 1 et 2). De même, il n'est pas pour l'instant possible de percevoir une contribution financière pour une activité réalisée dans la rive ou la plaine inondable d'un lac ou d'un cours d'eau en l'absence de milieu humide.

3.1 Atteinte à un milieu humide (annexe II)

La méthode utilisée à l'annexe II estime globalement l'ampleur des fonctions écologiques en examinant l'état des composantes clés « végétation-eau-sols » et le niveau de dégradation de l'écosystème. Il existe une abondante littérature sur l'importance des composantes clés (voir section 2). L'effet nocif des perturbations sur les écosystèmes fait également consensus. Ces éléments ont donc été inclus dans les outils de l'annexe II.

Par ailleurs, trois concepts figurent dans le règlement et dans les sections I et II de l'annexe II :

Superficie (S) : superficie, en mètres carrés, de la partie du milieu humide dans laquelle l'activité est réalisée, à l'exclusion de la superficie occupée par des constructions ou des ouvrages déjà existants (voir également le Glossaire).

Il importe de noter que des activités découlant d'un même projet, mais séparées dans l'espace, peuvent voir leur contribution financière calculée de manière séparée. Voir à cet effet l'exemple de calcul de la contribution financière en milieu hydrique, à la section 3.2.2.2.

Superficie inventoriée : somme de la superficie des stations d'inventaire réalisées dans la partie affectée d'un milieu humide ou réputées s'y trouver (voir également la section 3.1.1 et le Glossaire).

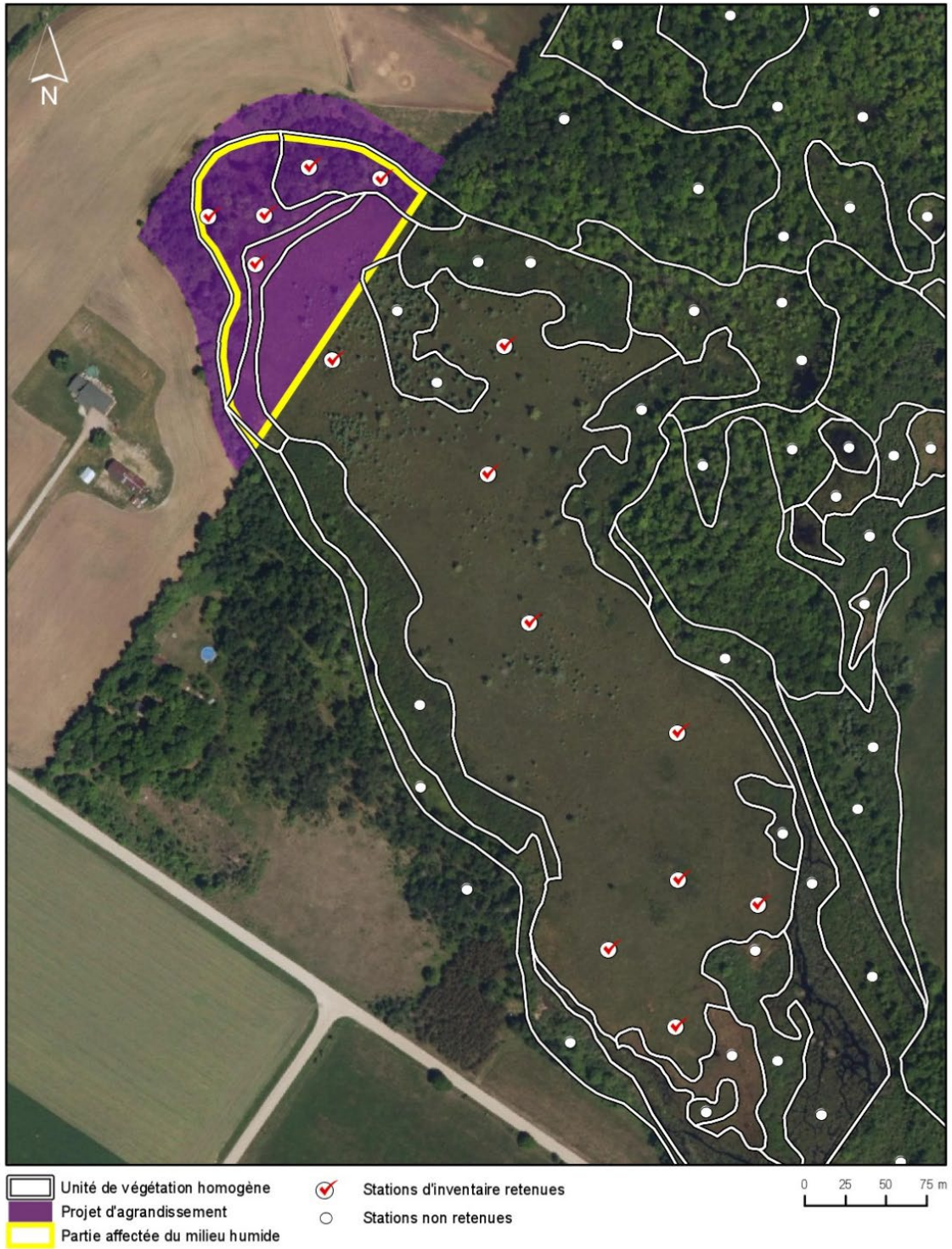
Partie affectée d'un milieu humide : correspond à la superficie (S) (voir également la section 3.1.2 et le Glossaire).

La carte 2 offre une illustration concrète de ces trois concepts. Il s'agit d'un projet d'agrandissement d'une terre agricole.

Par ailleurs, il est intéressant de noter que la carte 2 illustre également une situation particulière mentionnée à la section 2.1.3. En effet, on y voit une UVH qui s'étend à la fois dans la partie du milieu humide affectée par les travaux et au-delà de celle-ci, mais dont toutes les stations d'inventaire sont situées en dehors de la partie du milieu humide affectée par les travaux.

Tel que l'indique la section 2.1.3, les stations positionnées à l'extérieur de la partie affectée du milieu humide, mais se situant dans la même UVH que celle qui occupe la partie affectée du milieu humide, sont réputées se trouver dans la partie affectée du milieu humide et servent conséquemment à l'évaluation de l'état initial (section 3.1.1).

S'il advenait qu'un consultant ou un initiateur de projet ne souhaite pas profiter de cette mesure, il a bien sûr la possibilité d'aller réaliser les stations manquantes dans la partie du milieu humide affectée par les travaux. Il n'aura pas alors à considérer l'état des stations s'étendant au-delà de la partie affectée du milieu humide.



Carte 2: Projet d'agrandissement en territoire agricole

3.1.1 État initial du milieu humide (annexe II, section I)

Le facteur représentant l'état initial du milieu humide est déterminé selon le tableau qui se trouve à l'annexe II, section I du RCAMHH. Ce facteur est celui qui correspond à la composante du milieu, soit l'eau, la végétation ou les sols, qui est **la plus dégradée**.

La décision d'accorder la priorité au facteur le plus dégradé découle d'une volonté de refléter adéquatement la perte des fonctions écologiques encourue par le passé. Par exemple, un milieu humide dont la végétation a été retirée a perdu une partie de sa fonction de conservation de la diversité biologique. L'état de dégradation d'un écosystème fera qu'il ne contribuera pas à son plein potentiel aux fonctions écologiques ou à la biodiversité. Cet état doit être apprécié, même si les sols n'ont pas été drainés.

Dans la plupart des cases du tableau de l'annexe II, section I, l'état initial d'une composante – végétation, sols ou eau – s'évalue à partir de la **superficie inventoriée**. Celle-ci correspond généralement à trois stations par hectare de chaque UVH présente dans le milieu humide. Ce nombre peut cependant être plus ou moins élevé, en fonction des caractéristiques du milieu humide. La section 2.1.2 prévoit en effet :

1. qu'une UVH très homogène puisse faire l'objet d'un inventaire plus réduit;
2. qu'un inventaire puisse, sous certaines conditions, être limité à la partie affectée du milieu humide;
3. qu'un milieu humide de petite superficie doive quand même faire l'objet d'un effort d'inventaire, ce dernier pouvant aller au-delà de 10 % de la superficie de chaque UVH;
4. qu'un milieu humide occupé par un grand nombre de petites UVH doive quand même faire l'objet d'un inventaire de chacune de celles-ci, quitte à ce que l'effort d'inventaire aille au-delà de 10 % de la superficie de l'écosystème.

Quel que soit le nombre de stations réalisées ou leur position dans l'écosystème, la détermination du facteur « I_f » initial repose sur les conditions observées dans les stations d'inventaire réalisées dans la **partie du milieu humide affectée par l'activité** ou réputées s'y trouver (voir section 2.1.3).

Conséquemment, la **superficie inventoriée** correspond à la superficie des stations d'inventaire réalisées dans la partie affectée d'un milieu humide ou réputées s'y trouver. Ce sont ces superficies qui témoignent de l'état initial du milieu humide.

Pour établir le niveau de dégradation des composantes « végétation-sols-eau », il suffit d'établir la proportion des stations répondant aux conditions stipulées¹. Par exemple, un inventaire où les quatre stations font état d'un sol hydromorphe et d'un régime hydrologique caractéristique (100 %), mais où seulement trois stations présentent une végétation hygrophile (75 %), se verra attribuer un statut « peu dégradé ».

¹ Les cases portant la mention N/A ne peuvent être sélectionnées.

3.1.1.1. Une seule station d'inventaire

Dans une situation où une seule station d'inventaire est réalisée dans la partie du milieu humide affectée par l'activité (voir les tableaux 1 et 2 de la section 2.1.2), les règles suivantes s'appliquent :

- a. Pour la végétation : on utilise le recouvrement relatif de toutes les espèces hygrophiles dominantes. C'est-à-dire que l'on établit le rapport entre la somme des recouvrements absolus de toutes les espèces hygrophiles dominantes et la somme des recouvrements absolus de toutes les espèces dominantes.
- b. Pour les sols : le professionnel de l'environnement responsable de la caractérisation écologique doit fournir une estimation de la proportion du milieu humide occupée par des sols hydromorphes. Il est attendu de ce professionnel qu'il base son estimation à la fois sur la station d'inventaire et sur des sondages supplémentaires effectués en dehors de la station.
- c. Pour le régime hydrologique : le professionnel de l'environnement responsable de la caractérisation écologique doit fournir une estimation de la proportion du milieu humide présentant des signes d'un régime hydrologique typique des milieux humides. À cet effet, un inventaire printanier est recommandé.

3.1.1.2. Autres considérations liées à l'état initial

Dans les cases réservées aux sols dégradés ou très dégradés, il est question des caractéristiques de la « partie affectée du milieu humide ». Dans ces situations, il est attendu du professionnel de l'environnement qu'il base son estimation non seulement sur les résultats d'inventaire, mais également sur des évidences cartographiques et sur une analyse des photographies aériennes des années passées.

S'il est impossible d'établir de manière fiable l'état initial d'une composante, l'état initial de la partie du milieu humide affectée par l'activité reposera sur l'étude des autres composantes. De telles situations se présentent notamment quand :

- a. on présume que, par le passé, les sols ont été labourés, retournés ou remblayés sous la ou les stations d'inventaire. Il en résulte alors un dépôt homogène, sans traces de pédogénèse. Les sols sont alors exclus du diagnostic de l'état initial;
- b. on a affaire à un milieu humide isolé (sans connexion hydrologique avec un cours d'eau, un lac, un autre milieu humide ou un canal de drainage) et ayant fait l'objet de coupes à blanc dans les 15 dernières années. Dans une telle situation, il est difficile, voire impossible, d'étudier les indicateurs hydrologiques de manière convaincante puisque la plupart de ceux-ci sont des adaptations morphologiques d'espèces ligneuses ou des traces du passage répété de l'eau. Même en présence d'une hydrologie caractéristique des milieux humides, aucun indicateur ne pourrait être observé. Conséquemment, dans un tel milieu, à moins d'un inventaire printanier, la composante « eau » est exclue du diagnostic de l'état initial.

3.1.2 Impact de l'activité sur le milieu humide (annexe II, section II)

Le facteur représentant l'impact de l'activité sur le milieu humide est déterminé selon le tableau de l'annexe II, section II du RCAMHH. Ce facteur est celui qui correspond à la composante du milieu qui est **la plus dégradée**.

La décision d'accorder la priorité au facteur le plus dégradé découle d'une volonté de refléter adéquatement l'impact d'une activité humaine sur un MHH et d'offrir une compensation en conséquence. Par exemple, un milieu humide dont la végétation serait complètement retirée perdra sa fonction de conservation de la diversité biologique. Pour compenser ce genre de perturbation dans un milieu humide, cette fonction devra faire l'objet d'un projet de restauration complet, même si les sols n'ont pas été

drainés. En effet, ledit projet de restauration ne pourra s'arrêter à la seule restauration de la végétation : les processus hydrologiques responsables de l'apparition d'un milieu humide doivent également être remis en place. En clair, même si la végétation est la seule composante touchée, un éventuel projet de restauration devra néanmoins s'intéresser à l'intégrité de toutes les composantes.

Dans les cases du tableau de l'annexe II, section II, l'impact de l'activité s'évalue à partir des caractéristiques de la **partie affectée du milieu humide**, après qu'elle en eut subi les effets. Comme une demande d'autorisation est réalisée antérieurement à l'impact, cet exercice requiert une estimation des impacts à venir. Dans la plupart des cas, celle-ci est réalisée en superposant les plans des infrastructures ou des activités envisagées à la cartographie des milieux humides produite lors de la caractérisation écologique. L'ajout de données topographiques, ou Lidar, est également utile à la mesure de l'impact sur les sols, puisque le sens d'écoulement est mis en cause. Le calcul de l'impact de l'activité requiert donc un travail de géomatique et s'effectue une fois l'inventaire réalisé.

Les impacts indirects de l'activité sur le milieu humide ne sont pas considérés aux fins de la compensation financière. La seule exception à cette règle concerne les impacts causés par le drainage (voir section 3.1.2.1).

3.1.2.1. Exemple de calcul de la contribution financière en milieu humide et prise en compte de l'impact du drainage

Comme il est précisé à l'article 3 de l'annexe II, section II, les travaux de drainage sont réputés perturber le régime hydrologique du milieu humide sur une distance de 30 m de part et d'autre de l'endroit où ces travaux sont réalisés. Lors de la superposition des plans des infrastructures ou des activités envisagées à la cartographie des milieux humides, il convient donc de considérer que l'impact des travaux de drainage sur la composante « eau » de l'écosystème s'étend sur une distance de 30 m de part et d'autre de ces travaux.

Il est important de retenir que l'impact du drainage n'influence pas la superficie (S) dans laquelle l'activité est réalisée (voir la section 3.1 pour la définition de cette expression). L'influence du drainage ne sert qu'à l'évaluation du niveau d'impact (NI). En d'autres mots, la superficie affectée par le drainage n'entre pas en ligne de compte dans le calcul de la contribution financière autrement que par son influence sur le niveau d'impact de la composante « eau ».

L'exemple qui suit illustre l'influence du drainage sur la contribution financière (figure 1). Pour le bien de l'exercice, présumons que ces travaux ont traversé les étapes de l'évitement et de la minimisation et qu'ils sont acceptables sur le plan environnemental.

Il s'agit du prolongement d'une route privée sur 50 m afin de lier deux quartiers résidentiels à Trois-Rivières, en Mauricie. La route en question chevauche l'extrémité est d'un marécage isolé. Ce milieu humide s'est vu accorder un état initial non dégradé ($I_{f\ NI} = 1$). Le projet routier empiétera sur le milieu humide sur une superficie de 244 m².

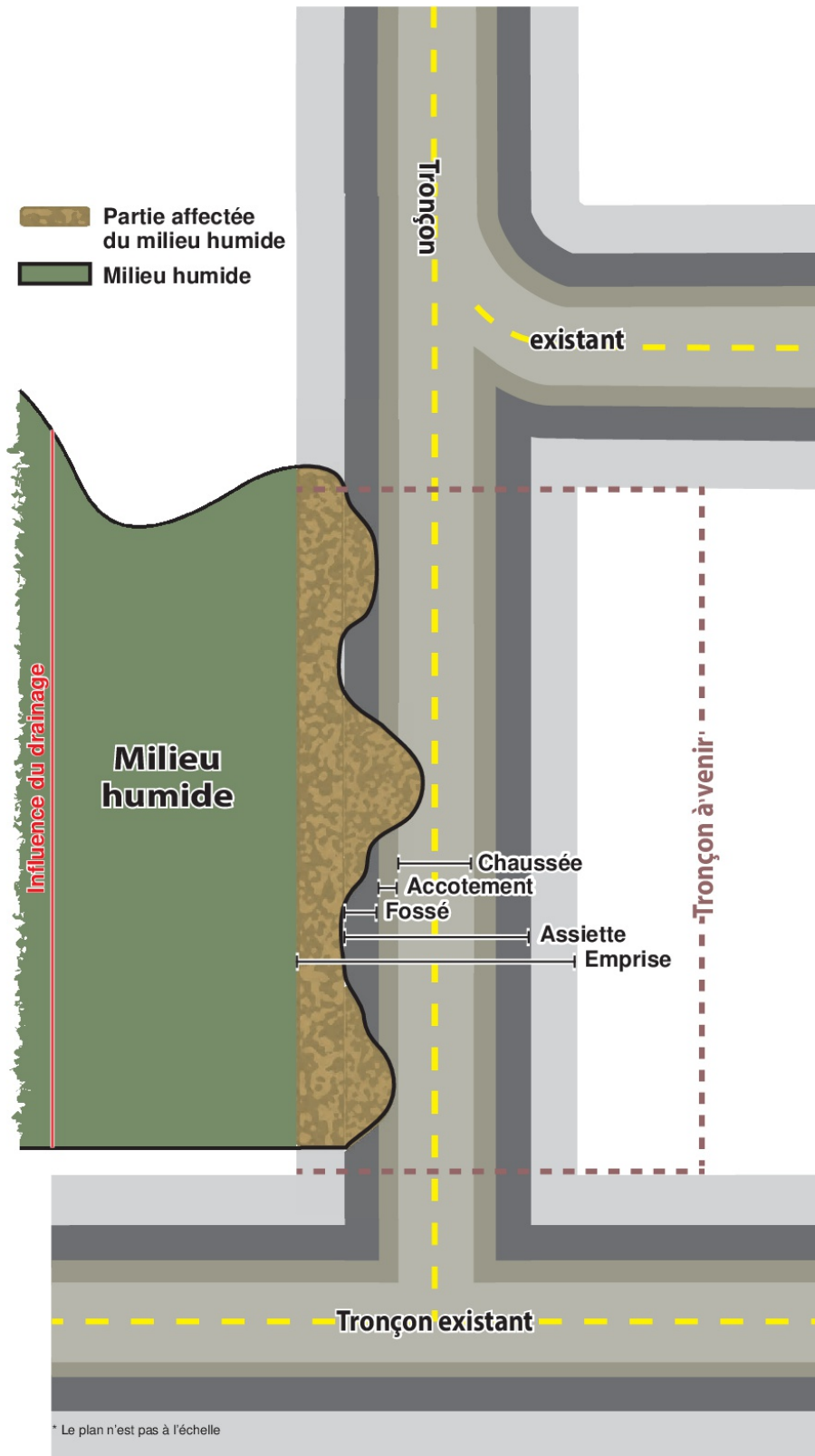


Figure 1 : Exemple de projet servant au calcul de la contribution financière en milieu humide

Si l'on examine le niveau d'impact sur chacune des composantes du milieu humide dans la partie affectée par les travaux, on obtient le résultat suivant :

- a. la végétation sera détruite sur une superficie de 150 m², correspondant à l'assiette de la route. Cette superficie représente à elle seule plus de 60 % de la partie affectée du milieu humide. Le niveau d'impact est donc élevé (NI = 0,1);
- b. des sols seront excavés, mais il n'y aura pas d'imperméabilisation dans toute la partie affectée du milieu humide. Le niveau d'impact est donc élevé (NI = 0,1);
- c. en vertu de l'article 3 de la section II de l'annexe II du RCAMHH, on peut affirmer que le régime hydrologique sera affecté par la présence du fossé sur toute la partie affectée du milieu humide. Le niveau d'impact est donc très élevé (NI = 0).

Il ressort de ces observations que le niveau d'impact approprié pour ce projet est de 0, ce qui correspond à un impact très élevé. Sachant que l'on se trouve à Trois-Rivières, où le facteur R est de 2, et que la valeur moyenne des terrains (vt) y est de 8,51 \$ le mètre carré, on peut calculer aisément le montant de la contribution financière. En vertu de l'article 6 du RCAMHH, ce montant (MC) est de 11 836,44 \$.

En l'absence de l'article 3 de la section II de l'annexe II du RCAMHH, le niveau d'impact sur l'eau aurait été considéré comme « élevé » plutôt que « très élevé ». Le montant de la contribution financière (MC) aurait alors été de 10 860,44 \$.

3.2 Atteinte à un milieu hydrique (annexe III)

La méthode utilisée à l'annexe III estime globalement l'ampleur des fonctions écologiques et le niveau de dégradation de l'écosystème.

Le calcul de l'atteinte au milieu hydrique ne considère toutefois pas toutes les catégories fonctionnelles typiques de ces milieux décrites par Harman et ses collaborateurs (2012). À des fins de simplification, les tableaux de l'annexe III se limitent souvent aux critères les plus déterminants. Par exemple, dans l'évaluation de l'impact de l'activité sur le littoral, les fonctions ont été regroupées en trois composantes clés « végétation-eau-sols » dans le tableau de la section II de l'annexe III.

Par ailleurs, les sections I et II de l'annexe III réfèrent à plusieurs concepts, dont voici les définitions (voir également le Glossaire).

Association végétale : groupement type de plantes aux exigences écologiques similaires, organisé dans l'espace, désigné d'après le nom de l'espèce dominante, statistiquement défini, et qui sert de base aux classifications phytosociologiques (Parent, 1990).

Canalisation : processus consistant à remplacer le chenal d'un cours d'eau par une conduite. Les ponceaux, soit une canalisation servant au franchissement d'un cours d'eau par un chemin ou une route, sont toutefois traités à part et ne sont pas inclus dans l'expression canalisation du tableau de la section II de l'annexe III.

Herbier : ensemble de plantes aquatiques submergées, émergentes ou flottantes, formé d'une ou plusieurs associations végétales contiguës.

Largeur d'un cours d'eau : La largeur du cours d'eau est établie en mesurant la distance entre les lignes des hautes eaux (LHE) situées sur chacune des deux berges.

Cette distance réfère à la mesure d'une droite reliant les deux LHE qui délimitent le littoral. Cette droite devrait être perpendiculaire à une ligne centrale qui suit le sens d'écoulement. Puisque la largeur n'est généralement pas constante dans un cours d'eau naturel, il convient de déterminer une largeur moyenne

en prenant plusieurs mesures équidistantes. Un pas de 15 m ou 20 m entre chacune des mesures semble présenter un résultat acceptable dans la détermination d'une largeur moyenne. Au minimum, il est nécessaire d'avoir une mesure à l'extrême amont, à l'extrême aval et au centre de la partie affectée, soit trois mesures minimalement. Évidemment, plus la largeur est variable, plus le nombre de mesures devrait être important afin de bien représenter la largeur moyenne.

Ouvrage en pente douce visant la dissipation de l'énergie des vagues : le terme « Rip-Rap » est souvent utilisé pour qualifier le déversement de graviers, de galets ou de pierres de calibres variables sur une côte en pente douce, en respectant la pente naturelle du site. Le calibre des pierres utilisées doit être adapté aux conditions de vagues et de niveau d'eau en place afin d'éviter le surdimensionnement. Ce type de stabilisation est utilisé en zones côtières et représente un compromis entre une recharge de plage et une stabilisation mécanique verticale (enrochement ou mur). Il ne maintient pas le calibre des sédiments en place, mais n'accroît généralement pas l'érosion par réflexion de l'énergie des vagues, puisqu'il vise plutôt à la dissiper.

Ouvrage transversal : ouvrage situé sur le littoral constituant un obstacle continu joignant les deux berges d'un cours d'eau (exemple : barrage, seuil).

Ouvrage visant le captage des sédiments : type d'ouvrage de stabilisation qui réfère principalement aux techniques permettant de favoriser le dépôt de sédiments dans ou devant la zone à stabiliser. Les épis et les brise-lames construits pour accentuer l'accumulation de sédiments sont deux techniques qui entrent dans cette catégorie.

Partie affectée (d'un milieu hydrique) : superficie (S), en mètres carrés, de la partie du milieu hydrique dans laquelle l'activité est réalisée, à l'exclusion de la superficie occupée par des constructions ou des ouvrages déjà existants.

Pente longitudinale : pente moyenne, dans le sens de l'écoulement, du tronçon de cours d'eau affecté par le projet. Un tronçon de cours d'eau constitue une subdivision d'un cours d'eau en sections dont les caractéristiques géomorphologiques sont relativement homogènes.

Style fluvial : classification des cours d'eau basée sur les caractéristiques morphologiques et sédimentaires dominantes. Le style fluvial est le reflet de la dynamique hydro-sédimentaire d'un cours d'eau. Une description des styles fluviaux, issue principalement des travaux de Church (2006), se trouve dans de nombreux ouvrages traitant de l'hydrogéomorphologie. Le Guide sur la gestion des cours d'eau du Québec (AGRCQ, 2017) en fait un survol.

3.2.1 État initial du milieu hydrique (annexe III, section I)

L'état initial du milieu hydrique est déterminé aux sous-sections 1 (littoral), 2 (rive) et 3 (plaine inondable) de l'annexe III, section I du RCAMHH. Un tableau permet d'évaluer l'état initial pour chaque milieu.

N. B. : Le facteur représentant l'état initial de la partie du littoral affecté est dans tous les cas égal à 1,5.

3.2.2 Impact de l'activité sur le milieu hydrique (annexe III, section II)

Le niveau d'impact d'une activité sur le milieu hydrique est déterminé selon les tableaux de l'annexe III, section II du RCAMHH. Les sous-sections 1, 2 et 3 de l'annexe III présentent les niveaux d'impact selon le type de milieu (littoral, rive et plaine inondable). Rappelons que les impacts indirects de l'activité sur le milieu hydrique ne sont pas considérés aux fins de l'établissement de la compensation.

La détermination du niveau d'impact sur le littoral nécessite l'examen des trois composantes clés « végétation-sols-eau ». Le niveau d'impact retenu est celui qui correspond à la composante du milieu qui est **la plus dégradée**. La décision d'accorder la priorité au niveau d'impact le plus dégradé découle d'une volonté de refléter adéquatement les conséquences d'une activité humaine sur un milieu et d'établir la

contribution nécessaire afin de permettre la réalisation d'un projet de restauration complet de toutes les composantes.

Dans les cases du tableau de l'annexe III, section II, l'impact projeté de l'activité s'évalue à partir des caractéristiques de la **partie affectée du milieu hydrique**.

3.2.2.1. Autres considérations liées au niveau d'impact

La situation où le substrat naturel est enlevé sur plus de 20 % de la partie affectée du littoral du lac ou du cours d'eau (niveau d'impact « élevé ») ne considère que les cas où le substrat est enlevé et remplacé par un autre substrat. Il s'agit toujours de comptabiliser les impacts permanents, et non les modifications temporaires, avant la remise en état. Les autres situations, notamment si la superficie est de 20 % ou moins, ou si le substrat n'est pas remplacé, doivent être classées dans les niveaux d'impact évalués selon le creusage ou dragage.

Le rejet en eau libre de sédiments issu d'un dragage ne concerne que les sites où de tels rejets n'ont pas déjà été autorisés (voir la soustraction prévue à l'article 5, par. 8° du RCAMHH).

Certains projets peuvent avoir de graves conséquences sur le milieu hydrique, pour lesquelles le facteur représentant l'atteinte au milieu ΔI_f se voit ajouter une surcote (art. 5 et 6 de la section II de l'annexe III). La valeur de ΔI_f est alors augmentée lors de son calcul. Cette surcote est de 0,5 en cas de remblai total d'un cours d'eau, soit pour la tête du cours d'eau, soit pour le cours d'eau au complet, mais ne s'applique pas dans le cas d'un détournement. Cette surcote est de 0,1 dans le cas où un ouvrage empêche la libre circulation du poisson ou des sédiments de fond (il s'agit ici du transport solide ou du transport de sédiments, par charriage et non en suspension).

Par exemple, un projet de barrage ou de seuil empêchant la libre circulation du poisson se voit ajouter une surcote de 0,1 au facteur ΔI_f . La formule de calcul serait alors :

$$MC = (ct + vt) \times S$$

$$ct = cb \times \Delta I_f \times R$$

$$\Delta I_f = (I_{f\text{INI}} - I_{f\text{FIN}}) + 0,1$$

Il est possible que, lors d'un même projet, plusieurs activités aient des impacts distincts et affectent plusieurs parties de littoral (voir l'exemple ci-dessous).

3.2.2.2. Exemple de calcul de la contribution financière en milieu hydrique

Dans l'exemple de la figure 2, on constate qu'un même projet propose à la fois des travaux de remblai (activité 1) et des travaux de creusage (activité 2). Pour le bien de l'exercice, présumons que ces travaux ont traversé les étapes de l'évitement et de la minimisation et qu'ils sont acceptables sur le plan environnemental.

Il y a donc deux « parties affectées » dans le littoral. Pour être en mesure d'établir le niveau d'impact de chacune, il faut déterminer :

- la largeur du cours d'eau,
- la longueur maximale (distance) de l'intervention,
- la superficie de la partie affectée,
- le pourcentage de la partie affectée où la végétation sera détruite.

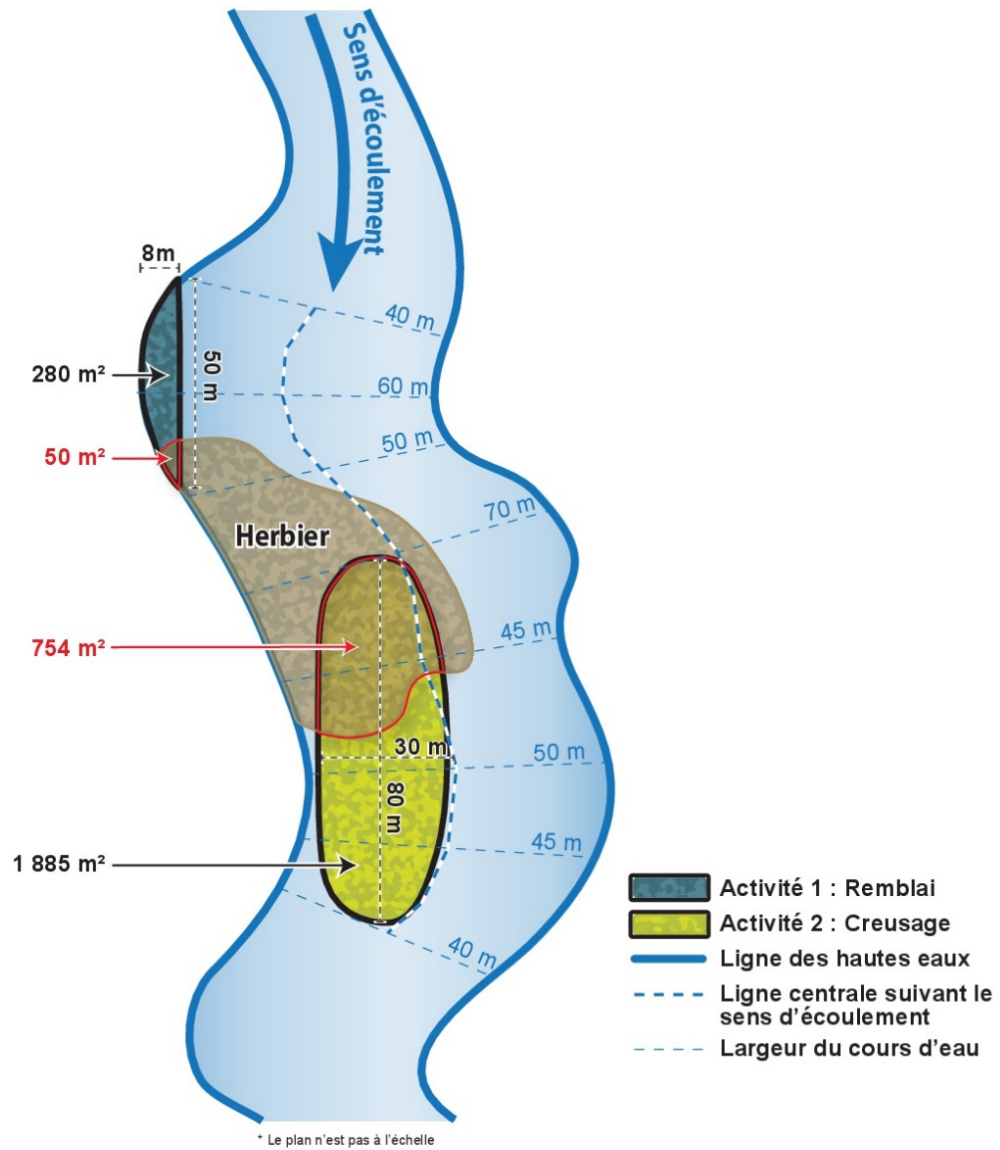


Figure 2 : Exemple de projet servant au calcul de la contribution financière en milieu hydrique

La **largeur du cours d'eau** est la mesure d'une droite perpendiculaire à une ligne centrale qui suit le sens d'écoulement, reliant les deux LHE qui délimitent le littoral.

Dans l'exemple de la figure 2 :

Largeur moyenne à l'activité 1 : $(40 + 60 + 50) \div 3 = 50$ m

Largeur moyenne à l'activité 2 : $(70 + 45 + 50 + 45 + 40) \div 5 = 50$ m

La **longueur maximale de l'intervention** correspond à la distance la plus longue de la partie affectée dans le sens d'écoulement du cours d'eau.

Dans l'exemple de la figure 2 :

Longueur maximale de l'intervention de l'activité 1 : 50 m

Longueur maximale de l'intervention de l'activité 2 : 80 m

La **superficie de la partie affectée** correspond à l'aire de la zone où les activités citées à l'article 46.0.5 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* sont effectuées. Ainsi, en se rapportant à la figure 2, il y a deux parties affectées où il faut établir la superficie :

Superficie de la partie affectée par l'activité 1 : 280 m².

Superficie de la partie affectée par l'activité 2 : 1 885 m².

Enfin, il faut déterminer le **pourcentage de la partie affectée où la végétation sera détruite**. Pour ce faire, il faut faire le rapport entre la superficie de la partie affectée occupée par des associations végétales ou un herbier et la diviser par la superficie totale de la partie affectée. Ainsi, dans l'exemple de la figure 2, on obtient :

Pourcentage pour l'activité 1 : $50 \text{ m}^2 \div 280 \text{ m}^2 \times 100 = 18 \%$

Pourcentage pour l'activité 2 : $754 \text{ m}^2 \div 1885 \text{ m}^2 \times 100 = 40 \%$

Ayant ces données en main, il est maintenant possible d'établir le niveau d'impact pour chacune des activités.

Pour l'activité 1 (remblai) :

- pour la composante « végétation », le pourcentage de l'herbier détruit sera en bas de 20 % (18 %), le niveau d'impact sera faible NI = 0,7;
- l'évaluation de la composante « sols » ne s'applique pas puisqu'aucune case ne permet d'associer l'impact de cette activité à cette composante;
- pour la composante « eau », le niveau d'impact sera élevé (NI = 0,3) :
 - la longueur de l'intervention sera de plus de 30 mètres (50 m > 30 m),
 - la longueur de l'intervention correspondra à moins de 5 fois la largeur du cours d'eau (50 m < 250 m),
 - la largeur du cours d'eau sera diminuée de moins de 20 % (18 % < 20 %),

On peut donc établir que le NI pour l'ensemble de la partie affectée par l'activité 1 est de **0,3**, soit le niveau d'impact pour la composante la plus affectée (la composante « eau »).

Pour l'activité 2 (creusage) :

- pour la composante « végétation », le pourcentage de l'herbier détruit sera entre 20 % et 75 % (40 %), le niveau d'impact sera élevé (NI = 0,3);
- pour la composante « sols », le niveau d'impact sera très élevé (NI = 0) :
 - le creusage sera réalisé sur une distance de moins de 5 fois la largeur du cours d'eau (80 m < 250 m),
 - la longueur de l'intervention sera supérieure à 60 mètres;
 - bien que du substrat naturel sera retiré, il ne sera pas remplacé par un substrat artificiel.
- l'évaluation de la composante « eau » ne s'applique pas puisqu'aucune case ne permet d'associer l'impact de cette activité à cette composante.

On peut donc établir que le NI pour l'ensemble de la partie affectée par l'activité 2 est de **0**, soit le niveau d'impact pour la composante la plus affectée (la composante « sols »).

En définitive, il en ressort que le niveau d'impact est élevé (NI = 0,3) pour l'activité 1 et très élevé (NI = 0) pour l'activité 2. En présumant que l'on se trouve par exemple à Trois-Rivières, où le facteur R est de 2 et que la valeur moyenne des terrains (vt) y est de 8,51 \$ le mètre carré, on peut calculer aisément le montant de la contribution financière. En vertu de l'article 6 du RCAMHH, ce montant est de 14 142,80 \$ pour l'activité 1 et de 129 141,35 \$ pour l'activité 2 pour une compensation cumulée de 143 284,15 \$.

GLOSSAIRE

Association végétale : groupement type de plantes aux exigences écologiques similaires, organisé dans l'espace, désigné d'après le nom de l'espèce dominante, statistiquement défini, et qui sert de base aux classifications phytosociologiques (Parent, 1990).

Canalisation : processus consistant à remplacer le chenal d'un cours d'eau par une conduite. Les ponceaux, soit une canalisation servant au franchissement d'un cours d'eau par un chemin ou une route, sont toutefois traités à part et ne sont pas inclus dans l'expression canalisation du tableau de la section II de l'annexe III.

Coût de base (cb) : coût de base de création ou de restauration d'un milieu humide ou hydrique. Le coût de base de création ou de restauration d'un milieu humide ou hydrique est fixé à 20 \$/m². Ce coût de base est indexé le 1^{er} janvier de chaque année (RCAMHH, art. 6 et 7).

Coût de création ou de restauration (ct) : coût, au mètre carré, de création ou de restauration d'un milieu humide ou hydrique, calculé selon la formule suivante :
 $ct = cb \times \Delta I_f \times R$ (RCAMHH, art.6).

Facteur de modulation régionale (R) : facteur déterminé en fonction du lieu de réalisation de l'activité conformément à l'annexe IV du règlement. Dans le cas d'une activité réalisée sur le littoral d'un lac ou d'un cours d'eau qui ne se situe pas sur le territoire d'une municipalité régionale de comté, la valeur est fixée à 1 ($R = 1$) (RCAMHH, art. 6 et annexe IV, art.1).

Facteur représentant l'atteinte (ΔI_f) : facteur représentant l'atteinte au milieu humide ou hydrique, calculé selon la formule suivante : $\Delta I_f = I_{f\text{ INI}} - I_{f\text{ FIN}}$. Dans le cas d'un milieu humide, ce facteur est déterminé conformément aux paramètres prévus dans l'annexe II et, pour un milieu hydrique, il est déterminé conformément aux paramètres prévus à l'annexe III (RCAMHH, art. 6 et annexes II et III).

Facteur représentant l'état final ($I_{f\text{ FIN}}$) : facteur représentant l'état final de la partie du milieu humide ou hydrique affectée par l'activité, calculé selon la formule suivante : $I_{f\text{ FIN}} = I_{f\text{ INI}} \times NI$. Le facteur retenu est celui qui correspond à la composante du milieu qui est la plus dégradée (RCAMHH, art. 6 et annexes II et III).

Facteur représentant l'état initial ($I_{f\text{ INI}}$) : facteur représentant l'état initial de la partie du milieu humide ou hydrique affectée par l'activité. Le facteur retenu est celui qui correspond à la composante du milieu qui est la plus dégradée (RCAMHH, art. 6 et annexes II et III).

Facteur représentant l'impact (NI) : facteur représentant l'impact de l'activité sur la partie du milieu humide ou hydrique affectée par celle-ci. Le facteur retenu est celui qui correspond à la composante du milieu pour laquelle l'impact est le plus important. Dans le cas d'un milieu humide où des travaux de drainage sont prévus, pour la détermination de l'importance de l'impact de la réalisation d'une activité sur la composante « eau », ces travaux sont réputés perturber le régime hydrologique du milieu humide sur une distance de 30 m de part et d'autre de l'endroit où ils sont réalisés. Toutefois, du fait que la superficie (S) s'applique uniquement à la partie du milieu humide dans laquelle l'activité est réalisée, l'impact du drainage n'est pris en compte que pour cette superficie (voir section 3.1.2.1 de ce document; RCAMHH, art. 6 et annexes II et III).

Herbier : ensemble de plantes aquatiques submergées, émergentes ou flottantes formé d'une ou plusieurs associations végétales contiguës.

Hygrophile : qualité d'une plante qui croît dans l'eau ou sur un substrat qui est, au moins périodiquement, en condition d'anaérobie en raison d'un excès d'eau. Comprend les espèces obligées et facultatives des milieux humides.

Largeur d'un cours d'eau : dimension établie en mesurant la distance entre les lignes des hautes eaux situées sur chacune des deux berges.

Ligne des hautes eaux (LHE) : La ligne des hautes eaux est la ligne qui sert à délimiter le littoral et la rive (MDDEFP, 2008; MDDELCC, 2015). Ce concept est défini à la section 2.1 de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables et diffère de celui de la limite foncière ou limite de propriété.

Montant de la contribution financière (MC) : montant exigible à titre de compensation pour l'atteinte au milieu humide ou hydrique. Ce montant se calcule selon la formule suivante : $MC = (ct + vt) \times S$ (RCAMHH, art. 6).

Ouvrage en pente douce visant la dissipation de l'énergie des vagues : le terme « Rip-Rap » est souvent utilisé pour qualifier le déversement de graviers, de galets ou de pierres de calibres variables sur une côte en pente douce, en respectant la pente naturelle du site. Le calibre des pierres utilisées doit être adapté aux conditions de vagues et de niveau d'eau en place afin d'éviter le surdimensionnement. Ce type de stabilisation est utilisé en zones côtières et représente un compromis entre une recharge de plage et une stabilisation mécanique verticale (enrochement ou mur). Il ne maintient pas le calibre des sédiments en place, mais n'accentue généralement pas l'érosion par réflexion de l'énergie des vagues, puisqu'il vise plutôt à la dissiper.

Ouvrage transversal : ouvrage situé sur le littoral constituant un obstacle continu joignant les deux berges d'un cours d'eau (exemple : barrage, seuil).

Ouvrage visant le captage des sédiments : type d'ouvrage de stabilisation qui réfère principalement aux techniques permettant de favoriser le dépôt de sédiments dans ou devant la zone à stabiliser. Les épis et les brise-lames construits pour accentuer l'accumulation de sédiments sont deux techniques qui entrent dans cette catégorie.

Partie affectée : superficie (S), en mètres carrés, de la partie du milieu humide ou hydrique dans laquelle l'activité est réalisée, à l'exclusion de la superficie occupée par des constructions ou des ouvrages déjà existants (pour les milieux humides, voir la section 3.1.2 de ce document et, pour un milieu hydrique, voir la section 3.2.2).

Pente longitudinale : pente moyenne, dans le sens de l'écoulement, du tronçon de cours d'eau affecté par le projet. Un tronçon de cours d'eau constitue une subdivision d'un cours d'eau en sections dont les caractéristiques géomorphologiques sont relativement homogènes.

Style fluvial : classification des cours d'eau basée sur les caractéristiques morphologiques et sédimentaires dominantes. Le style fluvial est le reflet de la dynamique hydro-sédimentaire d'un cours d'eau. Une description des styles fluviaux, issue principalement des travaux de Church (2006), se trouve dans de nombreux ouvrages traitant de l'hydrogéomorphologie. Le *Guide sur la gestion des cours d'eau du Québec* (AGRCQ, 2017) en fait un survol.

Superficie (S) : superficie, en mètres carrés, de la partie du milieu humide ou hydrique dans laquelle l'activité est réalisée, à l'exclusion de la superficie occupée par des constructions ou des ouvrages déjà existants (RCAMHH, art. 6).

Il importe de noter que des activités découlant d'un même projet, mais séparées dans l'espace, peuvent voir leur contribution financière calculée de manière séparée. Voir à cet effet l'exemple de calcul de la contribution financière en milieu hydrique, à la section 3.2.2.2.

Superficie inventoriée : somme de la superficie des stations d'inventaire réalisées dans la partie affectée d'un milieu humide ou réputées s'y trouver (voir également section 3.1.1 de ce document).

Valeur du terrain (vt) : valeur du terrain, au mètre carré, calculé selon la valeur moyenne des terrains vagues sur le territoire régional de comté concerné, ou de l'entité qui en tient lieu, telle qu'elle est déterminée à l'annexe IV du règlement ou, dans le cas des terres du domaine de l'État, calculée à une valeur de 0,8307 \$ le mètre carré (RCAMHH, art. 6).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASSOCIATION DES GESTIONNAIRES RÉGIONAUX DES COURS D'EAU DU QUÉBEC. 2017. *Guide sur la gestion des cours d'eau du Québec*. Granby, AGRCQ, 321 p. [<https://agrcq.ca/guide-gestion-cours-eau/>].
- BAZOGÉ, A., D. LACHANCE et C. VILLENEUVE. 2015. *Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional*, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de l'écologie et de la conservation et Direction des politiques de l'eau, 64 p. et annexes.
- BUTEAU, P., N. DIGNARD et P. GRONDIN. 1994. *Système de classification des milieux humides du Québec*, Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources, Direction de la recherche géologique, 35 p.
- CHURCH, M. 2006. « Bed material transport and the morphology of alluvial rivers. » *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 34, 325-354.
- COWARDIN, L.M., V. CARTER, F.C. GOLET et E.T. LAROE, 1979. *Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States*, Washington, DC et Jamestown, ND, U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service et Northern Prairie Wildlife Research Center Online, Version 04DEC1998, [En ligne], [<http://www.npwrc.usgs.gov/resource/wetlands/classwet/index.htm>].
- GAUTHIER, B. 1997. *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables. Note explicative sur la ligne naturelle des hautes eaux : la méthode botanique experte*, Gouvernement du Québec, 21 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*. US Environmental Protection Agency, Office of Wetlands, Oceans, and Watershed, Washington, DC EPA 843-K-12-006, [En ligne], [https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/a_function_based_framework_for_stream_assessment_3.pdf].
- LADOUCEUR, G. 1977. *Stéréogrammes des principaux peuplements forestiers du Québec*, Gouvernement du Québec, ministère des Terres et Forêts, 38 p. et annexes.
- LICHVAR, R.W., M. BUTTERWICK, N.C. MELVIN et W.N. KIRCHNER. 2014. « The national Wetland Plant List: 2014 update of wetland ratings ». *Phytoneuron*, 41 : 1-42.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. 2008. *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables. Note explicative sur la ligne naturelle des hautes eaux : la méthode botanique experte*. Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 8 p. et annexes.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. 2015. *Identification et délimitation des milieux hydriques et riverains*. URL : [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/delimitation.pdf>].
- MITSCH, W.J., et J.G. GOSSSELINK. 2007. *Wetlands* (Fourth edition). John Wiley et Sons, New Jersey, 582 p.

- NATIONAL WETLANDS WORKING GROUP. 1997. *The Canadian Wetland Classification System – Second Edition* (ed. B.G. Warner et C.D.A. Rubec). Wetland Research Centre, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, 68 p.
- NATURAL PARK SERVICE. 1994. *Field Methods for Vegetation Mapping: Final draft of the USGS/NPS Vegetation Mapping Program*, prepared by The Nature Conservancy, Arlington, Virginia, United States Department of Interior, United States Geological Survey and National Park Services, pagination multiple.
- PARENT, S. 1990. *Dictionnaire des sciences de l'environnement*. Québec, Broquet, 748 p.
- PERRON, J.-Y., M. FORTIN, C.-H. UNG, P. MORIN, L. BLAIS, G. BLAIS, J.-P. CARPENTIER, J. CLOUTIER, B. DEL DEGAN, D. DEMERS, R. GAGNON, J.-L. LÉTOURNEAU et Y. RICHARD. 2009. « Dendrométrie et inventaire forestier », dans *Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, Manuel de foresterie*, 2^e édition, Québec, Éditions Multimondes, p. 567-630.
- TINER, R.W. 1991. « The Concept of a Hydrophyte for Wetland Identification. » *BioScience*, vol. 41, n° 4, p. 236-247.
- TINER, R.W. 2017. *Wetland Indicators: A Guide to Wetland Identification, Delineation, Classification, and Mapping. Second Edition*. Boca Raton, CRC Press, 606 p.
- U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS. 2012. *Regional Supplement to the Corps of Engineers Wetland Delineation Manual: Northcentral and Northeast Region* (version 2.0) (ed. J.S. Wakeley, R.W. Lichvar, C.V. Noble et J.F. Berkowitz), ERDC/EL TR-12-1. Vicksburg, MS: U.S. Army Engineer Research and Development Center, 162 p.
- U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS. 2018. *Wyoming Stream Quantification Tool (WSQT). User Manual and Spreadsheet. Version 1.0*, Omaha District, Wyoming Regulatory Office, Cheyenne Wyoming. 89 p., [En ligne], [https://stream-mechanics.com/wp-content/uploads/2017/08/WY-SQT-User-Manual_with-Appendices.pdf].

**Environnement
et Lutte contre
les changements
climatiques**

Québec 