



GUIDE QUÉBÉCOIS de l'Indice de Qualité Morphologique (IQM) des cours d'eau



UQAC

Chaire de recherche sur
les espèces aquatiques exploitées
Université du Québec à Chicoutimi



Laboratoire d'expertise et de
recherche en géographie appliquée
UQAC



RIVIÈRES

Experts en hydrogéomorphologie

UQAC

Université du Québec
à Chicoutimi

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Superviseur : Maxime Boivin, Ph.D. géographie
Hydrogéomorphologue,
Université du Québec à Chicoutimi

Rédaction et
analyse : Louis Gabriel Pouliot, M.Sc.
Hydrogéomorphologue
Université du Québec à Chicoutimi
(UQAC) / Firme Rivières

Révision
et aide à
la réflexion : Sylvio Demers, M.Sc.
Hydrogéomorphologue
Firme Rivières

Révision : Camille Latourelle-Vigeant – MELCCFP
Clara Pelletier-Boily – MELCCFP
Sarah Aubé-Michaud – MELCCFP
Rémy Pouliot – MELCCFP
Lucie Baillon – MELCCFP
Stéphane Valois – MELCCFP

Graphisme : Ariane Sansoucy-Brouillette
(ASB Graphisme), B.Sc. Géographie,
Université du Québec à Rimouski
et B.Arts. Design graphique,
Université Laval

SUPPORT FINANCIER

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre
les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

Québec 



GUIDE QUÉBÉCOIS
de l'Indice de Qualité
Morphologique (IQM)
des cours d'eau





Référence à citer :

Pouliot Louis Gabriel, Boivin Maxime et Demers Sylvio. 2024. Guide québécois d'application de l'Indice de Qualité Morphologique (IQM) des cours d'eau. Firme Rivières et Laboratoire d'expertise et de recherche en géographie appliquée. LERGA-UQAC. 108 pages et annexes.

Table des matières

Introduction	11	Ajustements du chenal (CA)	57
L'indice de qualité morphologique (IQM) en bref	12	CA1: Ajustement du style fluvial	58
Les grandes étapes de mise en œuvre	13	CA2: Ajustement de la largeur du chenal	59
Conditions d'application	14	CA3: Ajustement du niveau du lit	60
Les cours d'eau créés de toutes pièces (100% artificiels)	15	Fonctionnalité (F)	63
Contextualisation et segmentation	16	F1: Continuité longitudinale du transport de sédiments et de bois	65
Étape 1. Contexte physiographique	17	F2: Présence d'une plaine alluviale moderne	66
Étape 2. Confinement	17	F3: Connectivité entre le corridor fluvial et les versants	69
Étape 3. Styles fluviaux	21	F4: Processus d'érosion des berges	70
Étape 4. Autres considérations	24	F5: Présence d'un corridor d'érodabilité potentielle	72
Structure et composantes de la procédure d'évaluation	24	F6: Configuration du lit	74
Artificialité (A)	27	F7: Patron en plan	77
A1: Altération des débits liquides en amont	28	F8: Présence de formes alluviales typiques dans la plaine	80
A2: Interception de la charge de fond en amont	31	F9: Intégrité de la section transversale	82
A3: Altération des débits liquides dans le tronçon	35	F10: Structure du substrat	84
A4: Interception de la charge de fond dans le tronçon	36	F11: Présence de bois de grande taille dans le chenal	86
A5: Traverses de cours d'eau	38	F12: Largeur de la végétation fonctionnelle	88
A6: Protection contre l'érosion des berges	40	F13: Étendue linéaire de la végétation fonctionnelle	91
A7: Dignes artificielles	43	Compilation, calcul et classification	93
A8: Modification anthropique du tracé fluvial	45	Indice de qualité morphologique pour le suivi (IQMs)	94
A9: Revêtements artificiels sur le lit	48	Portée et limites de l'IQM	95
A10: Dragage des sédiments	50	Un outil géomatique pour l'IQM au Québec	106
A11: Retrait du bois mort	52	Références	107
A12: Gestion de la végétation	54	Annexes	109



Liste des figures

Figure 1. Secteur du Boisé du Tremblay en 2018 avant le drainage (A) et en 2021 après le drainage (B), tiré de World Imagery Wayback d’ArcGIS	15
Figure 2. Schéma conceptuel du niveau de confinement sur trois tronçons de rivière (Boivin et al., 2019)	18
Figure 3. Illustration des classes de confinement (adaptée de Rinaldi et al., 2016)	18
Figure 4. Exemple de cours d’eau confiné : Rivière Rimouski, 2021	19
Figure 5. Exemple de cours d’eau partiellement confiné : rivière Mont Louis, 2020	19
Figure 6. Exemple de cours d’eau non confiné : rivière Etchemin, 2019	19
Figure 7. Exemple de cours d’eau à faible pente en tête de bassin versant	20
Figure 8. Exemple de cours d’eau artificiellement confiné, mais naturellement non confiné	21
Figure 9. Typologie des styles fluviaux en fonction du calibre des sédiments et du débit solide (adaptée de Schumm, 1985)	22
Figure 10. Typologie des cours d’eau positionnés en fonction de la dominance relative des composantes selon 3 axes (adaptée de Castro & Thorne, 2019 et Schumm, 1985)	23
Figure 11. Règle d’association des structures transversales à la limite entre deux tronçons (adaptée de Rinaldi et al., 2016a)	28
Figure 12. Guide illustré pour l’application de l’indicateur A1 (adaptée de Rinaldi et al., 2016)	30
Figure 13. Guide illustré pour la détermination de l’aire de contribution sédimentaire (adaptée de Rinaldi et al., 2016)	31
Figure 14. Guide illustré pour la détermination de l’aire de contribution sédimentaire (adaptée de Rinaldi et al., 2016)	32
Figure 15. Exemples de structures de type T1; l’interception est jugée permanente	34
Figure 16. Exemples de structures de type T2, l’interception est jugée temporaire	34
Figure 17. Schéma conceptuel d’un seuil comblé en amont, i.e. une structure de type T3	34
Figure 18. Exemple de traverse à gué exempte de structure fixe, donc non considérée dans A5	38
Figure 19. Exemples de traverses (adaptée de Rinaldi et al., 2016)	39
Figure 20. Exemples de structure de protection des berges	41
Figure 21. Illustration de la méthode de calcul pour les épis (adapté de Rinaldi et al., 2016)	41
Figure 22. Guide illustré pour l’application de l’indicateur A6	42
Figure 23. Guide illustré pour l’application de l’indicateur A7 (adaptée de Rinaldi et al., 2016)	44
Figure 24. Exemples de modification anthropique du tracé fluvial	46
Figure 25. Guide illustré pour l’application de l’indicateur A8 (adapté de Rinaldi et al., 2016)	47
Figure 26. Exemples de revêtements constitués de matériaux granulaires grossiers	49
Figure 27. Exemples de dragage historique et récent	51
Figure 28. Exemple de dragage récent sur la rivière Ouelle	51
Figure 29. Photographies d’un exemple de projet de restauration low-tech basé sur l’ajout de bois	53
Figure 30. Illustration d’une configuration post-incision. ΔZ = changement au niveau de l’altitude (Z) (adaptée de Rinaldi et al., 2016)	61
Figure 31. Exemple de cours d’eau incisé (classe B)	62
Figure 32. Exemples de cours d’eau incisés ; classe B	62

Figure 33. Guide illustré pour l'application de l'indicateur F2 (adaptée de Rinaldi et al., 2016)	67
Figure 34. Exemple de cours d'eau incisé en processus d'élargissement (classe B)	68
Figure 35. Guide illustré pour l'application de l'indicateur F3	69
Figure 36. Érosion dans un cours d'eau naturel vs érosion dans un cours d'eau aménagé	70
Figure 37. Exemple d'érosion latérale tel qu'attendu, i.e. au niveau des rives concaves d'un cours d'eau à méandres actifs	71
Figure 38. Guide illustré pour l'application de l'indicateur F5 (adapté de Rinaldi et al., 2016)	73
Figure 39. Illustration de l'effet d'un seuil sur la pente locale (adaptée de Rinaldi et al., 2016)	74
Figure 40. Exemples de configuration en cascade	75
Figure 41. Exemples de configuration marches/cuvettes	75
Figure 42. Exemples de configuration seuils/mouilles	76
Figure 43. Exemple de configuration dunes/rides	76
Figure 44. Illustration de tronçons altérés (#2) (adaptée de Rinaldi et al., 2016)	77
Figure 45. Exemple d'altération du patron en plan en lien avec la présence de ponceaux	78
Figure 46. Exemple de barrages de castor	78
Figure 47. Guide illustré pour l'application de l'indicateur F7 (adaptée de Rinaldi et al., 2016)	79
Figure 48. Exemples de formes alluviales typiques dans la plaine	81
Figure 49. Guide illustré pour l'application de l'indicateur F8 (adaptée de Rinaldi et al., 2016)	80
Figure 50. Représentation schématique des effets du dragage sur la section transversale (adaptée de Rinaldi et al., 2013)	82
Figure 51. Guide illustré pour l'application de l'indicateur F9 (adaptée de Rinaldi et al., 2016)	83
Figure 52. Exemple de colmatage interstitiel et d'enfouissement du substrat par des sédiments fins	85
Figure 53. Exemple de tronçon avec présence significative de bois mort de grande taille	87
Figure 54. Exemple de tronçon exempt de bois mort de grande taille	87
Figure 55. Guide illustré pour l'application de l'indicateur F12 à un cours d'eau non confiné	90
Figure 56. Guide illustré pour l'application de l'indicateur F12 à un cours d'eau confiné	90
Figure 57. Guide illustré pour l'application de l'indicateur F13 (adaptée de Rinaldi et al., 2016)	92
Figure 58. Méthode de détermination du score continu lorsqu'applicable (adapté de Rinaldi et al., 2016)	94
Figure 59. Exemple de cours d'eau naturel qui érode, inonde, est plein de bois et transporte les sédiments en période de crue	96
Figure 60. Organisation hiérarchique des composantes du milieu fluvial (adapté de Harman et al., 2012)	97
Figure 61. Exemple d'un aménagement faunique avec une date de péremption (IQM=0)	98
Figure 62. Portrait de l'état des cours d'eau à l'échelle du territoire de la MRC d'Argenteuil	99
Figure 63. Évaluation de plusieurs scénarios d'aménagement à partir de l'IQM	100

Liste des tableaux

Tableau 1. Résumé des étapes de la procédure de contextualisation et segmentation (adapté de Rinaldi et al., 2013)	16
Tableau 2. Critères de définition des classes de confinement (adapté de Rinaldi et al., 2016)	18
Tableau 3. Classification des indicateurs en fonction des composantes concernées adapté de Rinaldi et al., 2016)	25
Tableau 4. Composante concernée et échelle d'application pour les indicateurs A1 à A4	28
Tableau 5. Choix de réponses de la procédure détaillée (quantitative) pour la détermination de la classe de l'indicateur A1	30
Tableau 6. Choix de réponses de la procédure simplifiée (absence de données de débit) pour la détermination de la classe de l'indicateur A1	31
Tableau 7. Tableau croisé du type de structure et l'aire de contribution sédimentaire pour la détermination de la classe de l'indicateur A2 (adapté de Rinaldi et al., 2016)	33
Tableau 8. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur A2	35
Tableau 9. Choix de réponses de la procédure détaillée (quantitative) pour la détermination de la classe de l'indicateur A3	36
Tableau 10. Choix de réponses de la procédure simplifiée (absence de données) pour la détermination de la classe de l'indicateur A3	36
Tableau 11. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur A4	37
Tableau 12. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur A5	39
Tableau 13. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur A6	42
Tableau 14. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur A7	43
Tableau 15. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur A8	47
Tableau 16. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur A9	48
Tableau 17. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur A10	50
Tableau 18. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur A11	53
Tableau 19. Largeur considérée pour l'évaluation en fonction des caractéristiques du tronçon	55
Tableau 20. Tableau croisé pour la détermination de la classe de l'indicateur A12 par la procédure simplifiée	55
Tableau 21. Choix de réponses de la procédure simplifiée pour la détermination de la classe de l'indicateur A12	55
Tableau 22. Tableau croisé pour la détermination de la classe de l'indicateur A12 pour les cours d'eau à faible énergie	55
Tableau 23. Tableau croisé pour la détermination de la classe de l'indicateur CA1 en fonction du style fluvial de l'état actuel par rapport à celui de l'état de référence historique	59
Tableau 24. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur CA1	59

Tableau 25. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur CA2	60
Tableau 26. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur CA3	62
Tableau 27. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F1	65
Tableau 28. Tableau croisé pour la détermination des classes de largeur de la plaine alluviale moderne en fonction des caractéristiques du tronçon	66
Tableau 29. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F2	67
Tableau 30. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F3	69
Tableau 31. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F4	71
Tableau 32. Tableau croisé pour la détermination des classes de largeur du corridor d'érodabilité potentielle en fonction des caractéristiques du tronçon	72
Tableau 33. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F5	73
Tableau 34. Configuration et substrat dominant attendus en fonction de la pente moyenne de la vallée	75
Tableau 35. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F6	76
Tableau 36. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F7	79
Tableau 37. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F8	81
Tableau 38. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F9	83
Tableau 39. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F10	85
Tableau 40. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F11	87
Tableau 41. Tableau croisé pour la détermination de la classe de largeur du corridor de végétation fonctionnelle connectée en fonction des caractéristiques du tronçon	89
Tableau 42. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F12	89
Tableau 43. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F13	91
Tableau 44. Classes de qualité morphologique en fonction du score d'IQM obtenu	93
Tableau 45. Indicateurs admissibles à l'évaluation par score continu pour l'IQM pour le suivi (IQMs)	94

Liste des annexes

ANNEXE I : Formulaire d'évaluation simplifié	109
ANNEXE II : Exemple d'application – cours d'eau créé de toutes pièces	115
ANNEXE III : Échelle spatiale et méthodes d'évaluation par indicateur	123
ANNEXE IV : Glossaire	127

Introduction

L'atteinte de l'objectif d'aucune perte nette des milieux hydriques au Québec nécessite de revoir les pratiques de gestion des cours d'eau. Pour ce faire, les caractéristiques définissant ce qu'est un cours d'eau naturel, intègre et fonctionnel doivent d'abord faire consensus et s'organiser au sein d'un langage commun. Il nous faut collectivement une méthode pour prendre la mesure des pertes et des gains écologiques. Il s'agit de se doter des outils pour faire le bilan de la dégradation historique des cours d'eau et minimiser les dégradations à venir, mais aussi et surtout pour bien définir ce qui doit être préservé ou restauré.

Ce langage commun est fourni par l'Indice de Qualité Morphologique (IQM). Il se compose de 28 indicateurs, répartis en trois catégories, qui permettent l'obtention d'un score synthétique sur une échelle entre 0 et 1. De plus en plus utilisé au Québec, cet indice constitue une approche prometteuse pour une priorisation de sites d'interventions de restauration dans les cours d'eau ou pour prioriser des secteurs à protéger par exemple. Son emphase sur les formes et processus à l'échelle du paysage lui confère l'avantage de permettre l'évaluation de l'état des milieux hydriques à une échelle qui ne serait pas réaliste par l'entremise d'indices biotiques. Cependant, l'IQM classique (Rinaldi et al., 2013, 2016a) a été développé et réfléchi pour un contexte alpin – Italie –, incluant par exemple des cours d'eau à énergie élevée et à chenaux multiples (tresses). La majorité des 28 indicateurs de l'IQM et le guide d'accompagnement (en anglais) sont axés sur ce type d'environnement (Rinaldi et al., 2013, 2015, 2016a, 2016b). Avec l'utilisation de plus en plus fréquente de cet indice par les acteurs de l'eau au Québec, il est nécessaire et pertinent d'adapter l'indice et le guide pour une application optimale dans le contexte du territoire québécois et de ses spécificités physiographiques, hydroclimatiques et écosystémiques. C'est ici qu'intervient le présent guide : il vise donc à outiller et aiguiller (en français) l'utilisateur québécois dans son évaluation de l'IQM.

Dans les prochaines pages, le lecteur trouvera tout ce qu'il faut savoir pour réaliser l'évaluation rigoureuse, adaptée et efficace de l'IQM, c'est-à-dire (i) [la description détaillée](#) de l'indice et de [ses conditions d'application](#), (ii) les différentes étapes de [contextualisation et de segmentation](#) préalables à l'évaluation elle-même, (iii) [la structure de la procédure et les 28 indicateurs qui la composent](#), (iv) les différentes considérations en lien avec [la compilation des résultats et le calcul du score final](#), la présentation d'[une version de l'IQM adaptée pour la réalisation de suivis \(IQMs\)](#), ainsi que (v) [une discussion sur la portée et les limites de cet outil](#). Le lecteur trouvera également en annexes différents outils de travail et de planification ainsi que des exemples concrets d'application de l'IQM et un glossaire.

L'indice de qualité morphologique (IQM) en bref

L'IQM est une méthode d'évaluation du niveau d'anthropisation des processus physiques d'un système fluvial (Rinaldi et al., 2013). Elle ne qualifie donc pas les attributs physiques du système, mais s'interroge plutôt sur sa modification par les activités humaines. C'est donc un diagnostic qui souligne en quoi les activités humaines l'ont affecté, pour le meilleur comme pour le pire, sans distinction. Cette méthode met l'emphase sur le caractère systémique et dynamique de l'environnement fluvial contrairement à d'autres indices axés sur les composantes statiques de l'habitat physique comme l'Indice de Qualité de l'Habitat du Poisson (IQHP) par exemple. L'IQM s'interroge explicitement sur le caractère naturel du régime hydrologique et sédimentaire, les processus d'érosion et d'inondation, ainsi que les ajustements morphologiques dans le temps. En clair, l'IQM est une évaluation du **fonctionnement hydrogéomorphologique** d'un cours d'eau. C'est un **indice de naturalité** qui évalue à quel point les processus hydrogéomorphologiques ont libre cours afin d'assurer notamment l'entretien des morphologies dans le cours d'eau.

L'IQM ne considère toutefois pas les implications écologiques dans son évaluation, les conditions morphologiques étant interprétées strictement en termes de formes et processus. Le milieu naturel supporte et entretient les fonctions écologiques essentielles au vivant : en préservant l'intégrité du fonctionnement hydrogéomorphologique, on préserve durablement l'habitat duquel dépend la biodiversité (Lemay et al., 2021).

Rappelons que le score de l'IQM se situe sur une échelle de 0 à 1. Sans intervention humaine, tous les cours d'eau auraient nécessairement un IQM de 1, soit le score maximal. Ce score maximal de 1 représente l'**état de référence du cours d'eau**, soit l'état d'un cours d'eau qui fonctionne de la manière dont un cours d'eau de même style fluvial fonctionnerait en l'absence d'interventions anthropiques. Autrement dit, l'IQM est le rapport entre les fonctions hydrogéomorphologiques observées et celles attendues pour les conditions de référence.

À l'ère de l'*Anthropocène*, où les conditions environnementales à l'échelle globale sont entièrement perturbées par les activités humaines, l'état de référence « naturel » ne réfère pas à des morphologies du passé, restées intactes depuis la colonisation par les Européens. Cet état historique n'est pas utile pour la gestion de cours d'eau. L'IQM se réfère plutôt à un cours d'eau qui évoluerait et fonctionnerait librement dans les nouvelles conditions imposées de l'Anthropocène. Il s'agit donc bien d'un indice de naturalité dans le fonctionnement hydrogéomorphologique, adapté aux conditions globales actuelles, et non d'un indice de déviance par rapport à des conditions historiques pré-colonisation. En ce sens, l'indice de qualité morphologique propose un outil concret pour définir une vision et une cible pertinente pour la gestion des cours d'eau sur notre territoire, sans chercher à reproduire inutilement les conditions d'un prétendu « paradis perdu » (Dufour & Piégay, 2009).

Afin de permettre sa mise en œuvre à l'échelle du Québec par une diversité d'acteurs liés aux cours d'eau, la méthode d'évaluation de l'IQM se veut relativement simple et demande un temps raisonnable d'exécution¹, mais devrait néanmoins être exécutée par des professionnel·le·s minimalement formé·e·s en hydrogéomorphologie afin d'assurer une interprétation adéquate des formes et processus. L'IQM est basé sur un jugement expert, c'est-à-dire que son résultat (le score final) n'a pas de signification physique. Il n'est pas question de mesurer, mais bien d'évaluer la qualité morphologique des cours d'eau, ce qui permet notamment de comparer des cours d'eau de styles différents.

En cas de doute sur le caractère adéquat d'un contexte d'utilisation de l'IQM, se référer à la section [Portée et limites de l'IQM](#) qui détaille notamment les usages recommandés et à éviter.

Les grandes étapes de mise en œuvre

L'utilisateur qui désire entreprendre l'évaluation de l'IQM doit réaliser, dans l'ordre, les étapes suivantes qui sont détaillées plus loin dans le présent guide :

- 1. Vérifier l'applicabilité de l'IQM au cours d'eau visé**
(section [Conditions d'application](#))
- 2. Définir le contexte fluvial et l'échelle d'application**
(section [Contextualisation et segmentation](#))
- 3. Caractériser à l'aide des indicateurs**
(section [Structure et composantes de la procédure d'évaluation](#))
- 4. Compiler les scores et calculer l'indice**
(section [Compilation, calcul et classification](#))

¹ Des versions simplifiées (nombre réduit d'indicateurs) ont également été développées afin de permettre l'évaluation strictement à l'aide d'outils géomatiques (à distance) et même d'automatiser le calcul du score de l'IQM (Lemay et al., 2021; Bérubé et al., 2023). Lorsque possible, l'évaluation de l'IQM classique à 28 indicateurs (la procédure visée par le présent guide) est préférable, car plus complète.

Conditions d'application

L'IQM ne peut pas être appliqué à n'importe quel cours d'eau. Il existe effectivement quelques conditions qui doivent être remplies avant d'amorcer le processus d'évaluation de la qualité morphologique. Le non-respect des conditions d'application de l'IQM pour un tronçon de cours d'eau (voir [Contextualisation et segmentation](#)) signifie que l'évaluation de sa qualité morphologique nécessite le recours à un outil autre que l'IQM.

- 1.** Le cours d'eau doit avoir une taille minimale et la majorité de l'eau y transitant doit s'écouler en surface pour permettre l'évaluation de l'IQM. Autrement dit, il doit posséder **un lit d'écoulement clairement identifiable**. Un cours d'eau intermittent est admissible à l'évaluation de l'IQM s'il remplit cette condition. L'IQM n'est toutefois pas adapté aux milieux humides.
- 2.** L'indice est construit sur la prémisse que le cours d'eau présente les caractéristiques d'**un contexte strictement fluvial**, c'est-à-dire que sa pente est non nulle. Les tronçons influencés de manière significative par les marées et les processus côtiers sont donc exclus de l'évaluation, de même que tous les lacs – incluant les «lacs fluviaux» – et réservoirs.
- 3.** Il existe également **une limite supérieure à la taille de cours d'eau** que l'IQM peut évaluer. Cette limite est liée à la condition précédente (contexte strictement fluvial) et ne peut pas être déterminée par l'entremise d'une valeur absolue de débit ou de superficie de bassin versant. Elle est effectivement aussi liée aux conditions de pente et de largeur du chenal qui peuvent varier beaucoup pour un même débit ou une même superficie de bassin versant. Il reviendra donc à la personne en charge de la procédure d'évaluation de déterminer la pertinence des indicateurs de l'IQM pour l'évaluation de la qualité morphologique du cours d'eau ciblé. À titre d'exemple, les indicateurs concernant le bois mort (F11 et A11) deviennent caducs quand la taille relative des plus gros billots par rapport à la taille du chenal est trop faible (Gurnell et al., 2002). D'autres indicateurs pourraient s'avérer logistiquement très difficiles à évaluer même si leur évaluation demeure théoriquement pertinente. Le fleuve Saint-Laurent et la rivière Saguenay peuvent d'ores et déjà être exclus de la procédure d'évaluation de l'IQM. Certains indicateurs demeureront toujours pertinents peu importe la taille (les indicateurs concernant la végétation par exemple), donc il est toujours possible de procéder à une évaluation partielle de l'IQM, mais cette valeur ne reflète pas l'ensemble des fonctions hydrogéomorphologiques pertinentes et ne pourra pas être intégrée à un cadre harmonisé permettant la comparaison avec d'autres cours d'eau.

Les cours d'eau créés de toutes pièces (100% artificiels)

Dans la version originale (Rinaldi et al., 2016a) du guide d'application de l'IQM, les cours d'eau créés de toutes pièces – qui doivent leur existence à une intervention anthropique – étaient exclus de la procédure d'évaluation. Dans cette version québécoise du guide d'application, une procédure existe maintenant pour rendre possible leur évaluation étant donné que leur présence est loin d'être anecdotique (pensons notamment au drainage historique – ou contemporain – de milieux humides à des fins agricoles en tête de bassin versant par exemple, comme à la Figure 1). Cette procédure concerne les [indicateurs d'ajustement \(CA\)](#) et est spécifiée aux sections dédiées auxdits indicateurs.



Figure 1. Secteur du Boisé du Tremblay en 2018 **avant le drainage (A)** et en 2021 **après le drainage (B)**, tiré de World Imagery Wayback d'ArcGIS

Contextualisation et segmentation

Cette première phase de la procédure d'évaluation de l'IQM se compose de 4 étapes qui seront détaillées ci-bas et sont résumées au Tableau 1. Elle consiste à définir l'**unité spatiale pour l'application de l'IQM**. La caractérisation se fait à l'échelle d'un **tronçon** qui doit être homogène dans son fonctionnement hydrogéomorphologique naturel. Cela mène à la définition de tronçons de longueur très variable (10^2 - 10^5 m et plus). L'objectif est aussi de situer la zone à l'étude dans son contexte multi-échelles afin d'interpréter adéquatement les formes et processus ainsi que les effets des activités anthropiques. L'application de certains indicateurs dépend effectivement des éléments de contexte identifiés à cette étape. Les tronçons sont donc délimités à partir d'une macro-segmentation, du confinement, du style fluvial et des discontinuités morphologiques.

Tableau 1. Résumé des étapes de la procédure de contextualisation et segmentation (adapté de Rinaldi et al., 2013)

Étapes	Critères	Extrants
(1) CONTEXTE GÉNÉRAL	Caractéristiques physiographiques	Unités de paysage et macro-segmentation
(2) TYPOLOGIE DE CONFINEMENT	Confinement latéral	Classe de confinement
(3) TYPOLOGIE MORPHOLOGIQUE	Caractéristiques du patron en plan	Style fluvial
(4) DÉTERMINATION DES LIMITES DU TRONÇON ²	Discontinuités au sein des macro-segments : <i>pente, unités géomorphologiques dans le chenal, largeur de la plaine ou du chenal, hydrologie, taille granulométrique des sédiments du lit.</i>	Tronçons (unité d'application de l'IQM)

² Pour éviter toute confusion, on désigne l'unité d'application de l'IQM (segmentation finale) en utilisant le terme de tronçon en contraste avec les macro-segments de l'étape 1.

Étape 1

Contexte physiographique

À cette étape, le contexte géologique/géomorphologique large est caractérisé. Il faut délimiter les limites de bassin versant et identifier les unités de paysage plus localement, ce qui permettra d'identifier des macro-segments ayant des caractéristiques similaires – sans être nécessairement homogènes. L'occupation du sol peut aussi servir à appuyer cette macro-segmentation, quoique celle-ci est souvent liée au contexte physiographique (agricole/urbain dans les vallées et forestier en haut de bassin versant).

Étape 2

Confinement

Le confinement est un paramètre qui réfère à l'amplitude de la contrainte latérale qu'impose le contexte géographique au cours d'eau. Pour définir le confinement du cours d'eau, deux paramètres sont utilisés :

- i.** **Le degré de confinement** : Le pourcentage des berges qui ne sont pas en contact direct avec une plaine alluviale moderne.
- ii.** **L'indice de confinement** : Le ratio entre la largeur de la plaine alluviale et la largeur du chenal. Une valeur élevée représente donc un faible confinement, la valeur de 1 signifiant un confinement absolu (aucune plaine).

Pour les besoins de la détermination de la classe de confinement (strictement), la plaine alluviale inclut ici les terrasses récentes créées par l'incision historique du lit. Quand la plaine a été créée par des processus qui ne sont pas strictement fluviaux (fluvio-glaciaires et fluvio-lacustres), la plaine est comprise dans son sens plus large comme une surface ne limitant pas a priori les processus fluviaux. Dans ces cas, la plaine est déterminée par les critères d'altitude et d'érodabilité. Cette définition étendue de la plaine n'est valable qu'à la présente étape.

LES CLASSES DE CONFINEMENT

Trois classes de confinement (Figure 2) sont distinguées à partir des 2 paramètres présentés précédemment (Tableau 2 et Figure 3), mais les classes Partiellement confiné et Non confiné sont agrégées en une seule classe pour la détermination de l'admissibilité des cours d'eau à l'application des différents indicateurs (certains indicateurs s'appliquent seulement aux cours d'eau confinés et vice et versa). Pour les besoins de la contextualisation, il demeure toutefois utile de distinguer les 3 classes, soit confiné (exemple à la Figure 4), partiellement confiné (exemple à la Figure 5), et non confiné (exemple à la Figure 6).

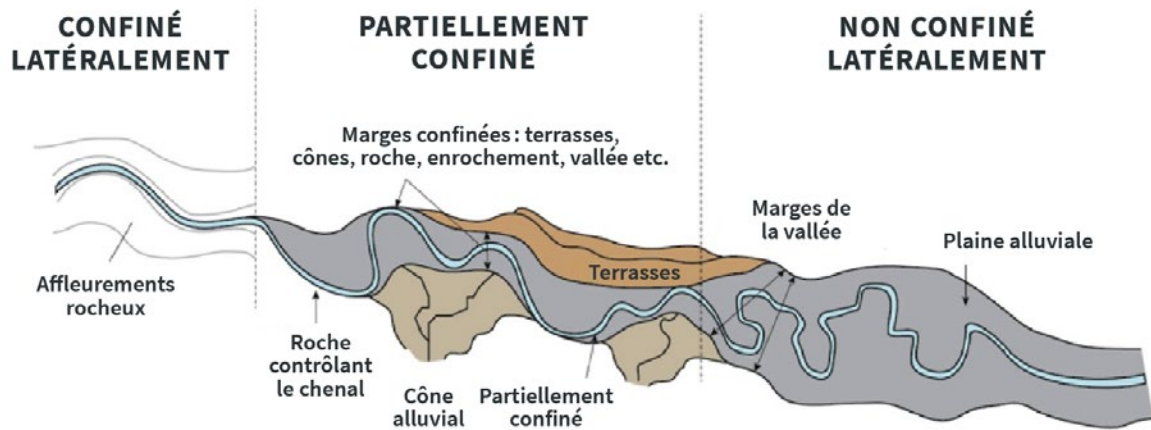


Figure 2. Schéma conceptuel du niveau de confinement sur trois tronçons de rivière. Le fond gris indique une plaine alluviale. (Boivin et al., 2019)

Pour l'indice de confinement, le seuil (n) permettant de distinguer les classes «partiellement confiné» et «non confiné» est variable en fonction de sa typologie³ :

$n = 5$ pour les chenaux uniques $n = 2$ pour les cours d'eau divagants et à chenaux multiples

Tableau 2. Critères de définition des classes de confinement (adapté de Rinaldi et al., 2016)

Classe de confinement	Critères
CONFINÉ	Degré de confinement >90%
	Degré de confinement entre 10% et 90% & indice de confinement ≤ 1.5
PARTIELLEMENT CONFINÉ	Degré de confinement entre 10% et 90% & indice de confinement >1.5
	Degré de confinement $\leq 10\%$ et indice de confinement $\leq n$
NON CONFINÉ	Degré de confinement $\leq 10\%$ et indice de confinement > n

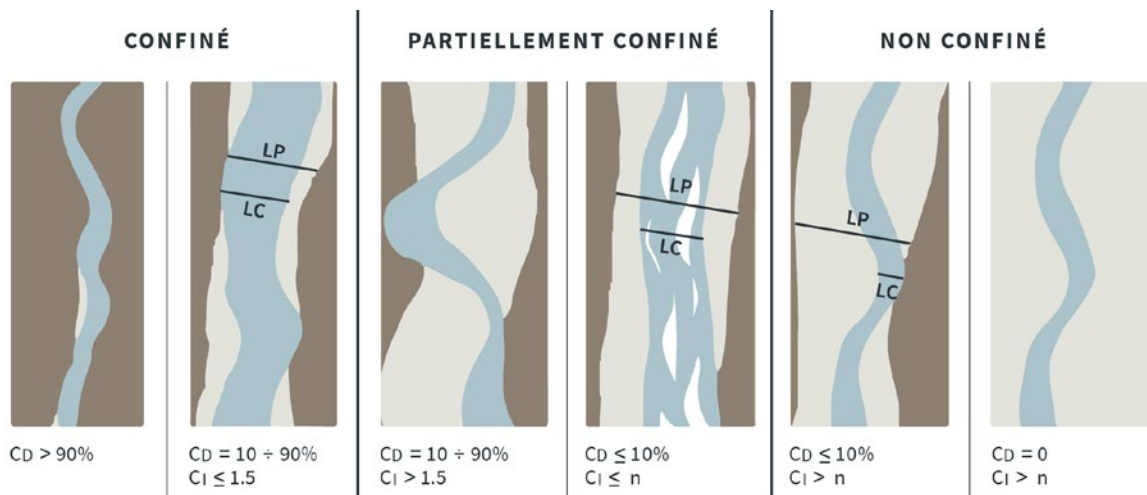


Figure 3. Illustration des classes de confinement, les plaines inondables sont représentées en beige et les versants/terrasses anciennes en brun. CD : degré de confinement; Ci : indice de confinement; LC : largeur du chenal; LP : largeur de la plaine (adaptée de Rinaldi et al., 2016.)

³ Cette variabilité reflète le fait que les chenaux uniques nécessitent un espace latéral plus important pour le développement de méandres complètement libres de restriction latérale.



Figures 4-5-6. (A) Exemple de cours d'eau confiné : Rivière Rimouski, 2021 (©Firme Rivières), (B) Exemple de cours d'eau partiellement confiné : rivière Mont Louis, 2020 (©LERGA-UQAC) et (C) Exemple de cours d'eau non confiné : rivière Etchemin, 2019 (©LERGA-UQAC)

QUELQUES CAS PARTICULIERS

Les cours d'eau à faible pente en tête de bassin versant

Dans plusieurs contextes physiographiques au Québec, la présence de cours d'eau de tête de bassin versant ayant une faible pente (donc une faible énergie) est plutôt fréquente. Ces cours d'eau correspondent à la définition de cours d'eau à faible énergie présentée à l'étape 3, mais ils ont une particularité qui les distingue des autres cours d'eau à faible énergie : la petite superficie de leur aire de drainage. Cette caractéristique fait en sorte que leur capacité à construire une **plaine alluviale** est limitée. En effet, ces chenaux sont typiquement entourés de milieux humides reposant sur une vallée héritée des processus glaciaires et glacio-marins (Figure 7). Ces cours d'eau sont « énergétiquement confinés », mais on utilise une définition large de plaine inondable dans la détermination de leur classe de confinement parce que l'application des indicateurs associés aux cours d'eau non confinés est importante pour l'évaluation rigoureuse de ces cours d'eau aux caractéristiques hybrides entre les 2 classes de confinement.



Figure 7. Exemple de cours d'eau à faible pente en tête de bassin versant (© Firme Rivières)

Les cours d'eau artificiellement confinés

Les cours d'eau naturellement non confinés – incluant les cours d'eau à faible pente en tête de bassin versant – peuvent être confinés artificiellement du fait, entre autres, du recalibrage ou d'une incision provoquée par un déficit sédimentaire (Figure 8). De tels cours d'eau voient leur écoulement confiné dans le chenal du fait d'une altération anthropique et **sont donc considérés dans la classe «non confiné» pour l'IQM**, car, on le rappelle, la classe de confinement est déterminée en fonction de l'état de référence du cours d'eau.

⁴ Voir définition dans le [Glossaire \(Annexe IV\)](#).



Figure 8. Exemple de cours d'eau artificiellement confiné, mais naturellement non confiné (© Firme Rivières)

Étape 3

Styles fluviaux

Dans le cadre de la procédure d'évaluation de l'IQM, on distingue 9 typologies en termes de styles fluviaux.

Le style diffus/milieu humide est le seul qui n'est pas fluvial et il est présent strictement à titre d'état de référence potentiel, c'est-à-dire que cette typologie ne répond pas aux conditions d'applications de l'IQM, mais qu'un cours d'eau admissible à l'IQM pourrait avoir historiquement correspondu à cette typologie.

Les autres typologies correspondent quant à elles à des styles fluviaux qui sont distingués sur la base du patron en plan et des processus (Figure 9). L'identification du style fluvial contribue à la démarche de segmentation, mais sera aussi essentielle à la détermination des conditions d'application des tronçons pour les différents indicateurs.

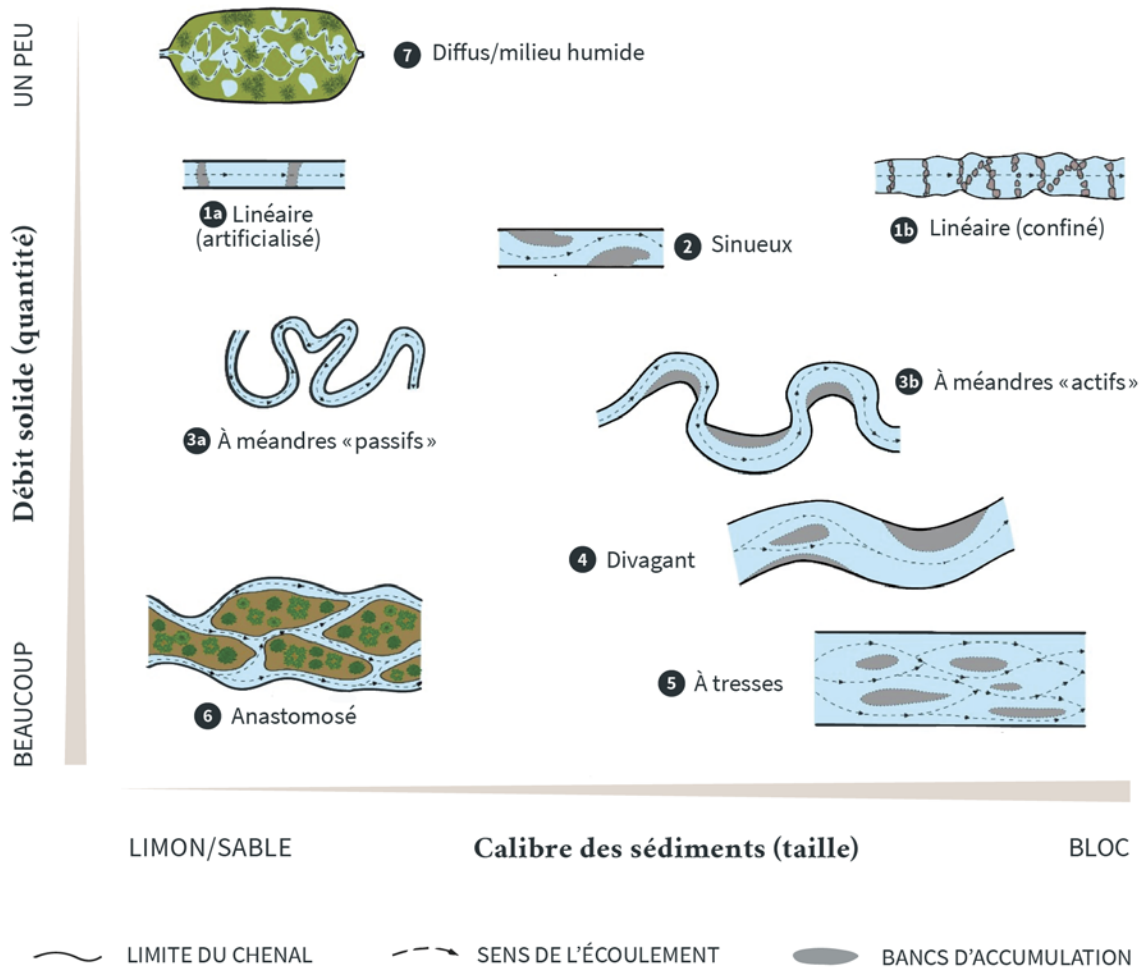


Figure 9. Typologie des styles fluviaux en fonction du calibre des sédiments et du débit solide (adaptée de Schumm, 1985; incluant modifications graphiques réalisées par le MELCCFP⁵)

Si l'interaction dynamique entre les composantes abiotiques (hydrologie et géologie) des cours d'eau explique une grande partie des formes et processus typiques des différents styles fluviaux, l'interaction de celles-ci avec les composantes biotiques est non négligeable et propose une organisation selon un troisième axe (Figure 10). Pensons notamment à l'importance de la végétation dans le corridor fluvial, du bois mort dans le chenal et de l'activité du castor en termes de processus fluviaux pour comprendre que les espèces biologiques, loin de simplement résider au sein du milieu hydrique, sont des agents actifs dans la co-construction de celui-ci. Plus de la moitié des indicateurs de l'IQM sont d'ailleurs liés directement ou indirectement aux composantes biotiques. L'altération des composantes, tout comme leur réintroduction au sein d'un tronçon altéré, peut engendrer un changement de style fluvial (méandres à anastomosé par exemple).

⁵ Dans le cadre du Guide méthodologique applicable à l'établissement des zones inondables et de mobilité (in prep.).

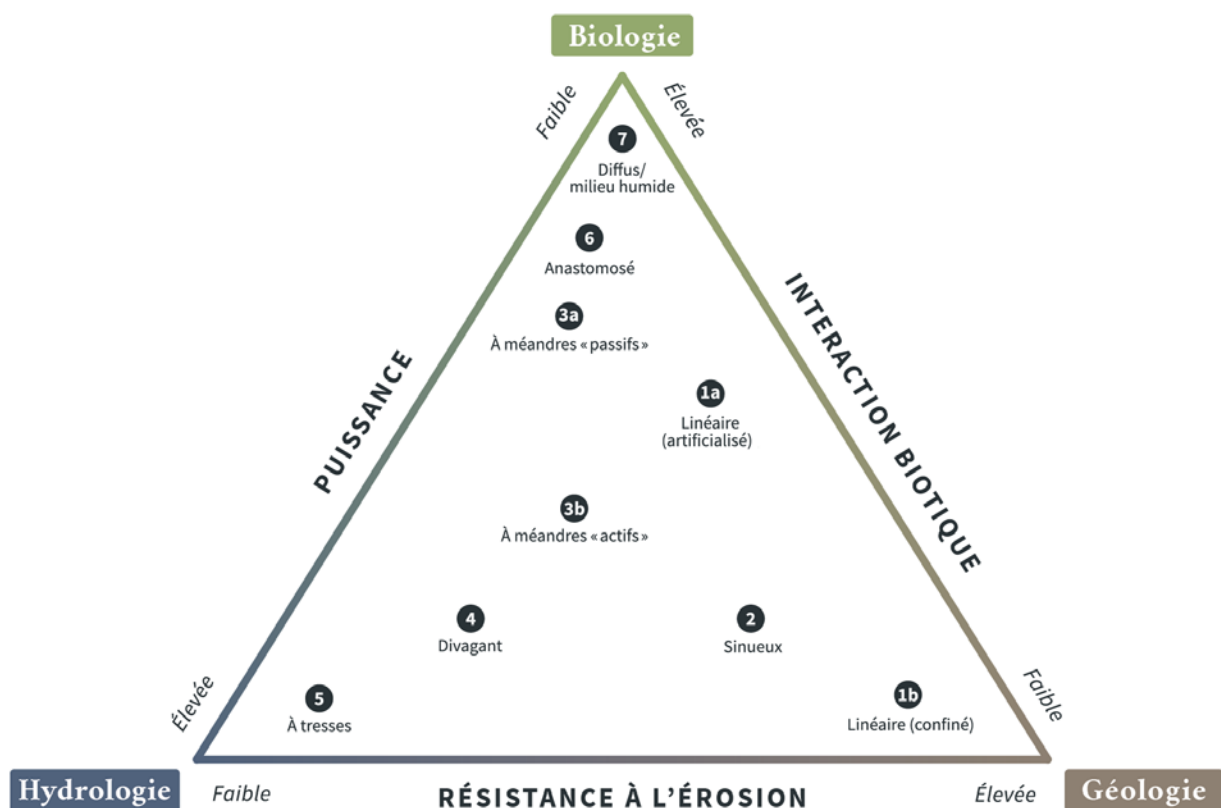


Figure 10. Typologie des cours d'eau positionnés en fonction de la dominance relative des composantes selon 3 axes (adaptée de Castro & Thorne, 2019 et Schumm, 1985)




LES COURS D'EAU À FAIBLE ÉNERGIE

Les cours d'eau à faible énergie (faible pente par exemple) se distinguent par l'absence de processus d'érosion, même à l'état naturel. Il faut les identifier de façon à adapter l'applicabilité de certains indicateurs (F4 par exemple). La littérature propose différents seuils pour la définition d'un cours d'eau à faible énergie (Bizzi & Lerner, 2015; Brookes, 1987; Nanson & Croke, 1992), mais le recours à l'utilisation de seuils quantitatifs n'est a priori pas nécessaire dans le cadre de la procédure d'évaluation de l'IQM. Évidemment, l'absence d'érosion doit être liée à la faible énergie du cours d'eau et non pas à des interventions anthropiques empêchant les processus d'érosion. La validation visuelle de l'absence d'érosion significative combinée à l'absence d'interventions anthropiques pouvant l'expliquer est suffisante pour la classification du cours d'eau comme étant à faible énergie.

Étape 4

Autres considérations pour la segmentation

Les macro-segments identifiés à l'étape 1 sont resegmentés⁶ en fonction des changements de confinement et de style fluvial, mais d'autres critères s'ajoutent également afin de définir la segmentation finale. En effet, toute discontinuité morphologique majeure sera considérée comme un élément de segmentation, incluant :

-  Barrages et autres structures artificielles de grande taille
-  Tributaires engendrant un changement significatif du débit
-  Changements rapides de pente et/ou de calibre sédimentaire

Dans le cas de l'évaluation des impacts d'un projet (restauration ou dégradation), le tronçon sur lequel appliquer la procédure de l'IQM devrait être l'échelle du projet afin d'éviter de diluer l'impact d'une intervention donnée. Par exemple, si le projet consiste en un enrochement d'une longueur de 100 mètres sur une berge, l'effet de cet enrochement sur le score à attribuer sera considérablement différent selon la longueur du tronçon déterminé (ex.: 200 mètres versus 2 kilomètres). L'évaluation serait donc ici basée sur un tronçon correspondant à la longueur de l'enrochement proposé. Dans certains cas, il peut devenir pertinent de calculer l'IQM sur les tronçons du continuum amont-aval si les interventions ont un impact sur l'IQM des autres tronçons adjacents (notamment pour les indicateurs [A1](#), [A2](#), [CA1](#), [CA2](#) et [CA3](#)).

Structure et composantes de la procédure d'évaluation

La procédure d'évaluation de l'IQM est composée de 28 indicateurs structurés en 3 classes, soit les [indicateurs d'artificialité](#) (préfixe A-; n=12), d'[ajustement](#) (préfixe CA-; n=3) et de [fonctionnalité](#) (préfixe F-; n=13). Ces indicateurs concernent différentes composantes du cours d'eau spécifiées au Tableau 3.

⁶ Pour éviter toute confusion, on désigne l'unité d'application de l'IQM (segmentation finale) en utilisant le terme de tronçon en contraste avec les macro-segments de l'étape 1.

Tableau 3. Classification des indicateurs en fonction des composantes concernées (adapté de Rinaldi et al., 2016)

		Artificialité (A)	Ajustement (CA)	Fonctionnalité (F)
CONTINUITÉ	Longitudinale	A1, A2, A3, A4, A5	-	F1
	Latérale	A6, A7		F2, F3, F4, F5
MORPHOLOGIE	Patron en plan du chenal	A8 (A6)	CA1	F6, F7, F8
	Transversale	(A4, A9, A10)	CA2, CA3	F9
	Substrat du lit	A9, A10, A11		F10, F11
VÉGÉTATION		A12	-	F12, F13

Les choix de réponses et spécificités d'application pour chacun des 28 indicateurs sont détaillés dans ce guide. Sans être obligatoire ni restrictif, l'ordre proposé d'application des indicateurs est le suivant :

1- Artificialité (A) 2- Ajustement du chenal (CA) 3- Fonctionnalité (F)

Afin de faciliter l'utilisation du présent guide, les indicateurs y sont présentés dans cet ordre. Cette recommandation pour l'ordre d'application est liée à la logique d'évaluation de l'IQM qui veut que toute attribution de score non-nul soit nécessairement liée à une intervention anthropique. Ainsi, l'évaluation des indicateurs d'artificialité (A) permet de faire l'inventaire des interventions, ce qui lie les potentiels ajustements du cours d'eau à des causes. Finalement, l'évaluation des indicateurs d'ajustement (CA) permet de contextualiser l'état actuel du cours d'eau par rapport à une trajectoire historique, facilitant ainsi l'interprétation des formes et processus pour l'évaluation des indicateurs de fonctionnalité (F).

CLASSES, SCORES ET PÉNALITÉS

Pour un indicateur donné, **une classe** (elle-même associée à un **score numérique**) est attribuée sur la base de choix de réponses présentés dans les sections ci-bas. Le calcul de l'IQM repose sur le rapport entre score attribué et score maximal (voir détails à la section [Compilation, calcul et classification](#)). Or, pour certains indicateurs, il est possible que le score attribué soit supérieur au score maximal : c'est le concept des pénalités. Elles servent à assurer la transposition adéquate des dégradations majeures – e.g. la linéarisation sur toute la longueur d'un tronçon – sur le score synthèse final. Toutes les classes associées à des pénalités sont identifiées par le **préfixe P- et présentées en rouge** dans les tableaux de choix de réponses.



1- Artificialité (A)

- A1 Altération des débits liquides en amont
- A2 Interception de la charge de fond en amont
- A3 Altération des débits liquides dans le tronçon
- A4 Interception de la charge de fond dans le tronçon
- A5 Traverses de cours d'eau
- A6 Protection contre l'érosion des berges
- A7 Digue artificielles
- A8 Modification anthropique du tracé fluvial
- A9 Revêtements artificiels sur le lit
- A10 Dragage des sédiments
- A11 Retrait du bois mort
- A12 Gestion de la végétation



Les indicateurs d'artificialité ciblent spécifiquement les **interventions ou les structures de nature anthropique** (artificielle) qui ont pour effet d'altérer le bon fonctionnement hydrogéomorphologique du cours d'eau. Il s'agit de documenter les causes. Voici les 12 indicateurs d'artificialité : **Altération des débits liquides en amont (A1)**, **Interception de la charge de fond en amont (A2)**, **Altération des débits liquides dans le tronçon (A3)**, **Interception de la charge de fond dans le tronçon (A4)**, **Traverses de cours d'eau (A5)**, **Protection contre l'érosion des berges (A6)**, **Digues artificielles (A7)**, **Modification anthropique du tracé fluvial (A8)**, **Revêtements artificiels sur le lit (A9)**, **Dragage des sédiments (A10)**, **Retrait du bois mort (A11)** et **Gestion de la végétation (A12)**.

NOTES PRÉALABLES SUR LA GESTION DES STRUCTURES TRANSVERSALES

Les altérations associées aux structures transversales se traduisent par des effets en amont comme en aval de celles-ci. L'IQM considère ces effets par l'entremise d'indicateurs distincts en fonction de la composante concernée (régime hydrologique ou sédimentaire) et de la position de la structure par rapport au tronçon à l'étude (Tableau 4). La règle d'association pour le cas des structures à la limite entre deux tronçons est illustrée à la Figure 11.

Tableau 4. Composante concernée et échelle d'application pour les indicateurs A1 à A4

	Composante		Échelle	
	Hydrologique	Sédimentaire	Bassin versant (en amont)	Au sein du tronçon
A1	X		X	
A2		X	X	
A3	X			X
A4		X		X

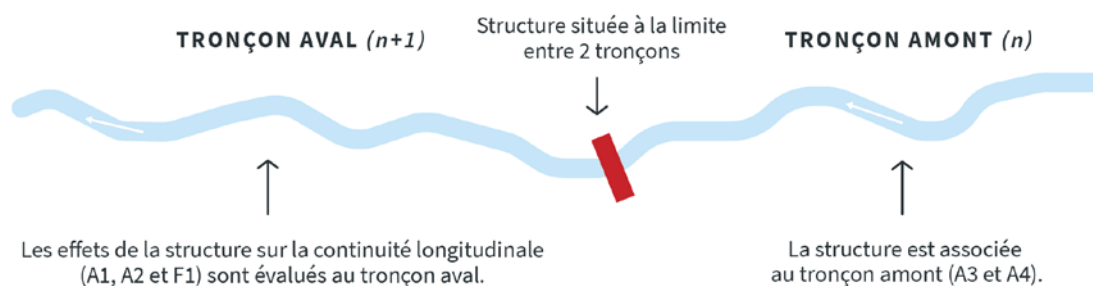


Figure 11. Règle d'association des structures transversales à la limite entre deux tronçons (adaptée de Rinaldi et al., 2016a)

A1 Altération des débits liquides en amont

APPLICATION : TOUTES LES TYPOLOGIES

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION : TÉLÉDÉTECTION ET DONNÉES

Cet indicateur s'intéresse à la présence d'interventions anthropiques situées en amont du tronçon à l'étude ayant pour effet de modifier le **régime hydrologique** dudit tronçon. Ces modifications sont considérées pour les conséquences morphologiques qu'elles engendrent. C'est la raison pour laquelle les débits de faible récurrence (débits élevés) sont ceux qui retiennent davantage notre attention. Ce sont effectivement ceux qui déterminent en grande partie la genèse et l'entretien des morphologies dans le chenal et dans la plaine. Cependant, une augmentation des débits peut aussi être considérée comme une altération (classe B) si des changements morphologiques importants sont liés à cette augmentation. Dans le cas d'une augmentation des débits à laquelle aucun changement morphologique ne peut être associé, l'indicateur A1 n'est pas appliqué.

Les structures concernées par l'indicateur A1 sont notamment les barrages, les bassins de rétention, les dérivations de cours d'eau, ainsi que les points de rejet de pompage d'eau. Les barrages hydroélectriques au fil de l'eau, nombreux sur le territoire québécois, ne sont pas considérés comme une altération significative pour l'indicateur A1.

De nombreux ouvrages (notamment des bassins de rétention) ont pour objectif explicite de compenser pour l'augmentation de la vitesse de transit de l'eau dans les milieux urbains et agricoles. Dans une telle situation, la structure n'est pas jugée comme une altération du point de vue de l'indicateur A1.

Les données quantitatives concernant l'altération des débits liquides sont rarement disponibles et leur acquisition nécessite parfois des démarches déraisonnables pour les besoins de l'évaluation de l'IQM. Pour cette raison, deux procédures existent pour l'attribution d'un score à l'indicateur A1 : (i) une procédure simplifiée basée sur l'utilisation de l'aire de drainage comme proxy qui est présentée au Tableau 5 et (ii) une procédure détaillée basée sur des valeurs quantitatives de débit lorsque disponibles qui est présentée au Tableau 6. Un guide illustré est présenté à la Figure 12 (procédure simplifiée) et à la Figure 13 (procédure détaillée).

Dans le cas des dérivations avec restitution aval, l'altération est appliquée seulement sur les tronçons concernés par le déficit hydrique. Les dérivations peuvent être la cause d'un transfert de volumes d'eau d'un bassin versant à un autre. L'altération s'applique donc sur tous les tronçons concernés en aval de la dérivation et ce, autant pour le bassin versant en déficit que celui en surplus.

Tableau 5. Choix de réponses de la procédure simplifiée (absence de données de débit) pour la détermination de la classe de l'indicateur A1

Classes	Choix de réponses	Score
A	Absence d'altération significative (retenue concernant $\leq 5\%$ de l'aire de drainage du tronçon) des débits de récurrence ≥ 1.5 an	0
B	Présence d'interventions (retenue concernant $>5\%$ de l'aire de drainage du tronçon) conçues pour avoir un effet seulement en présence de débits de crue (récurrence >10 ans)	3
	OU Augmentation artificielle des débits provoquant des changements morphologiques	
C	Présence d'interventions (retenue concernant $>5\%$ de l'aire de drainage du tronçon) conçues pour avoir un effet sur le débit plein bord (récurrence 1.5 an)	6

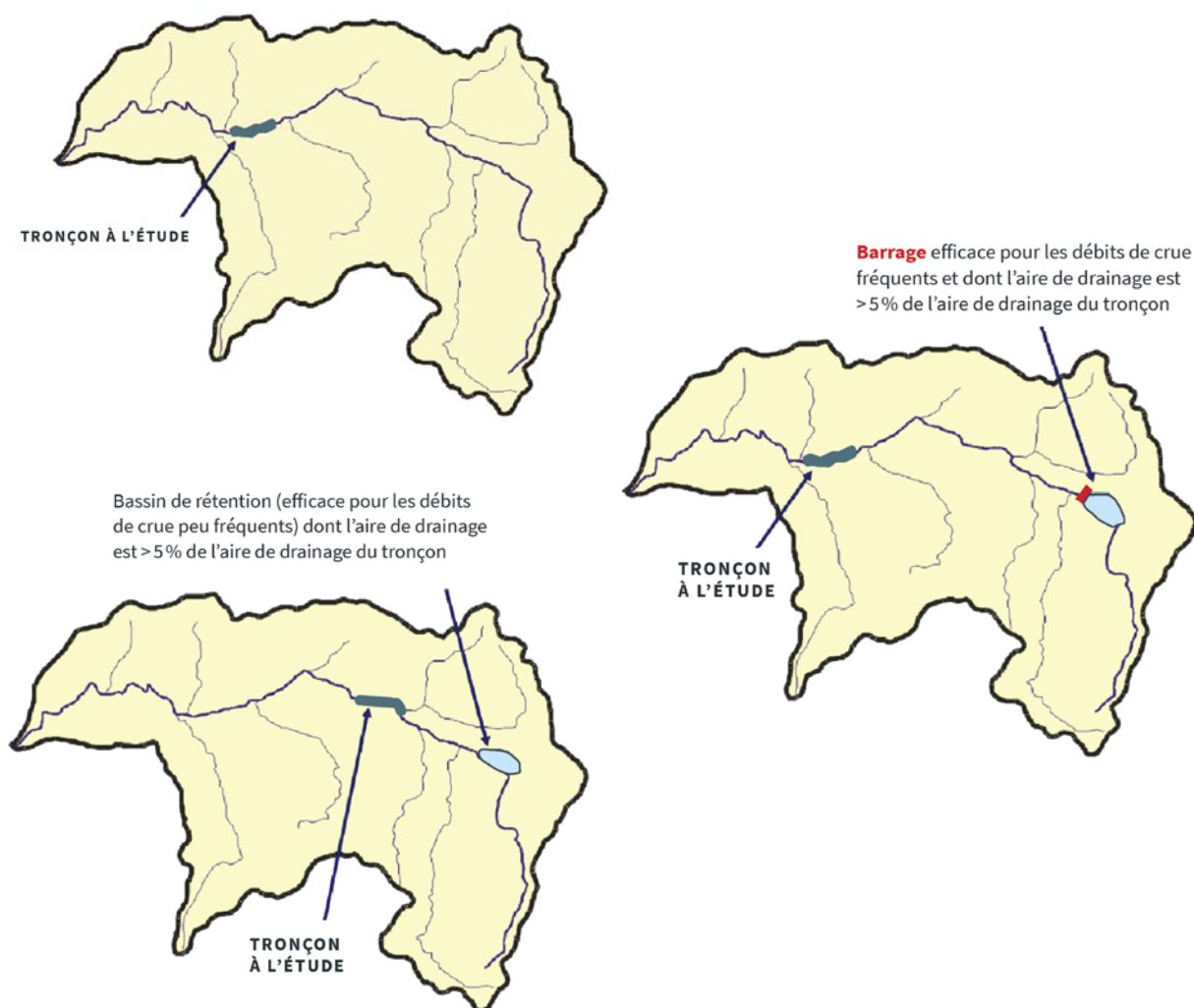


Figure 12. Guide illustré pour l'application de l'indicateur A1 à l'aide de la procédure simplifiée (adaptée de Rinaldi et al., 2016)

Tableau 6. Choix de réponses de la procédure détaillée (quantitative) pour la détermination de la classe de l'indicateur A1

Classes	Choix de réponses	Score
A	Absence d'altération significative ($\leq 10\%$) des débits de récurrence ≥ 1.5 an	0
B	Altération significative ($>10\%$) des débits de crue (récurrence >10 ans), mais absence d'altération ($\leq 10\%$) des débits plein bord (récurrence 1.5 an)	3
	OU Augmentation artificielle des débits provoquant des changements morphologiques	
C	Altération significative ($>10\%$) du débit plein bord (récurrence 1.5 an)	6

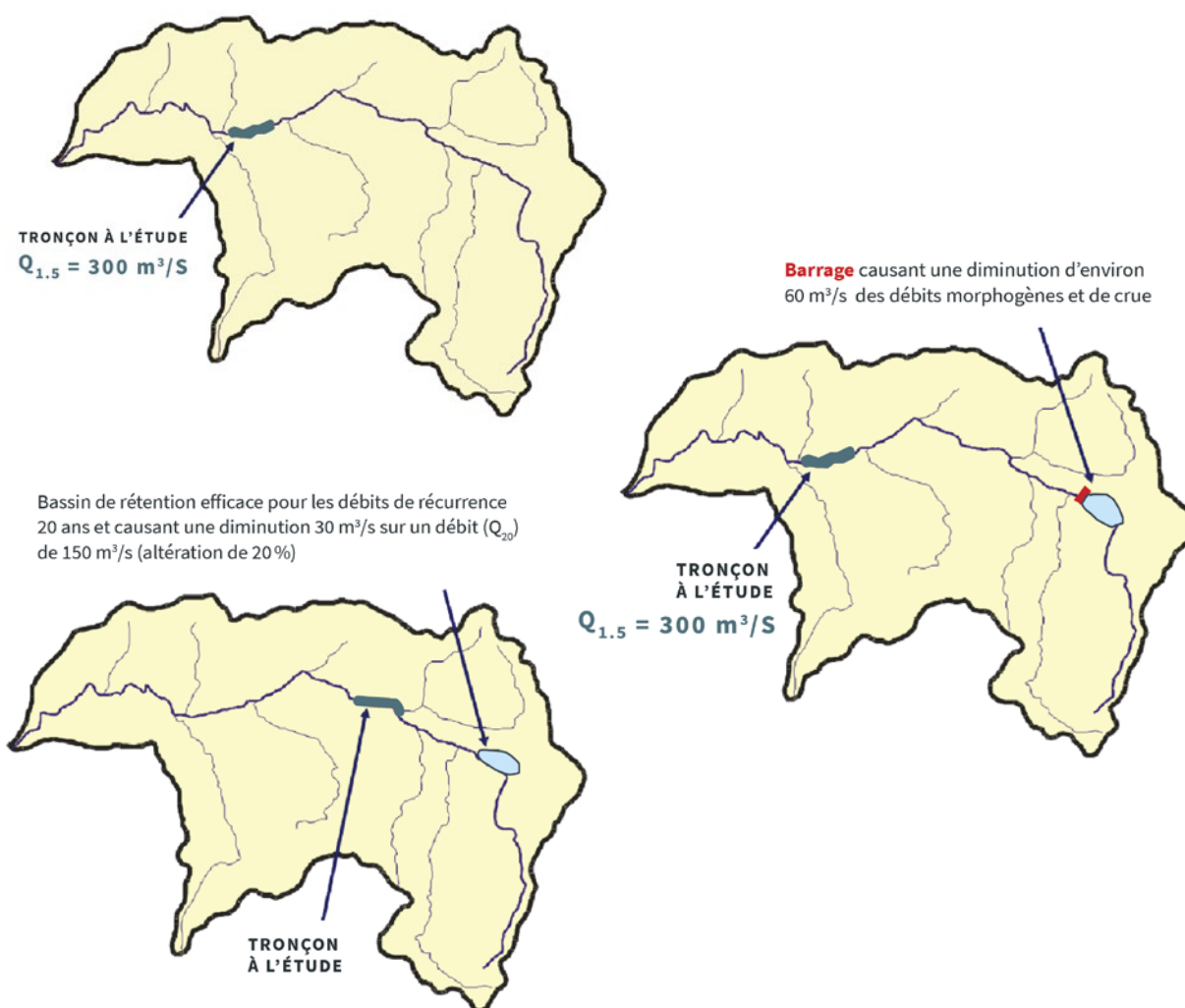


Figure 13. Guide illustré pour l'application de l'indicateur A1 à l'aide de la procédure détaillée (adaptée de Rinaldi et al., 2016)

A2 Interception de la charge de fond en amont

APPLICATION : TOUTES LES TYPOLOGIES

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION : TÉLÉDÉTECTION ET DONNÉES

Cet indicateur s'intéresse à la présence d'interventions anthropiques en amont du tronçon à l'étude ayant pour effet d'intercepter les sédiments composant **la charge de fond** du cours d'eau. Les sédiments soumis à des modes de transport autres que le charriage de fond (en suspension par exemple) ne sont donc pas concernés par l'indicateur A2. Cela s'explique par le fait que les sédiments de la charge de fond sont ceux qui permettent le développement des morphologies dans le chenal.

L'interception de la charge de fond en amont se caractérise d'abord par le type de structure causant l'interception (T1, T2 et T3; voir Tableau 7 et Figures 15 à 17), puis par le pourcentage de l'aire de contribution sédimentaire concernée par l'interception (%). Le tout est synthétisé au sein de choix de réponses présentés au Tableau 8.

L'aire de contribution sédimentaire est analogue à l'aire de drainage et peut même y correspondre, mais exclut les aires d'alimentation déconnectées par la présence de lacs et autres obstructions naturelles au transit sédimentaire. Concrètement, pour le calcul de l'aire de contribution sédimentaire, l'aire de drainage en amont de l'élément de discontinuité sédimentaire⁷ est retirée à l'aire de drainage totale du tronçon (Figure 14).

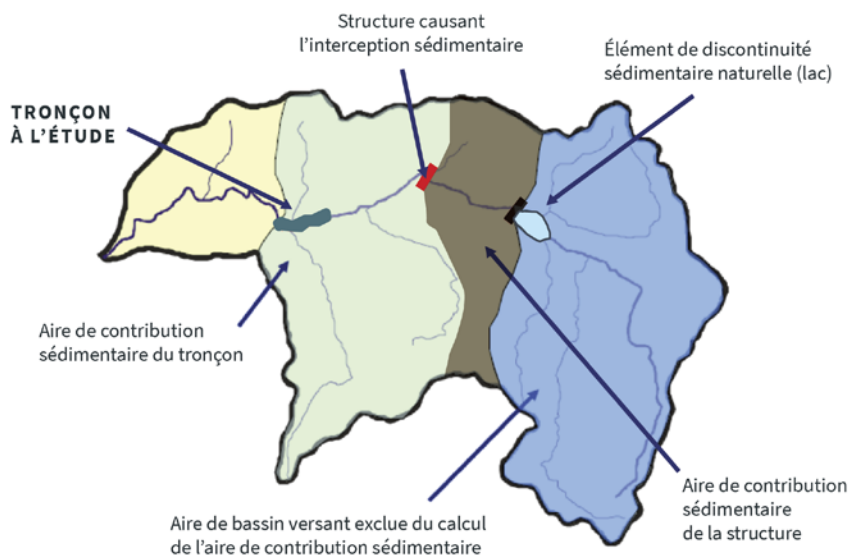


Figure 14. Guide illustré pour la détermination de l'aire de contribution sédimentaire (adaptée de Rinaldi et al., 2016)

⁷ En l'absence d'éléments de discontinuité sédimentaire naturelle, l'aire de drainage et l'aire de contribution sédimentaire sont égales.

La part d'interception sédimentaire effective est donc la partie de l'aire de contribution sédimentaire du tronçon qui est située en amont de la structure, i.e. l'aire de contribution sédimentaire de la structure elle-même. Le rapport entre cette part et l'aire de contribution sédimentaire totale permet de déterminer le pourcentage d'interception associé à la structure.

$$\% \text{ de l'aire de contribution sédimentaire } \\ \text{ sujet à l'interception par la structure } = \\ \left(\frac{\text{aire de contribution sédimentaire de la structure}}{\text{aire de contribution sédimentaire du tronçon}} \right) * 100$$

Tableau 7. Tableau croisé du type de structure et l'aire de contribution sédimentaire pour la détermination de la classe de l'indicateur A2 (adapté de Rinaldi et al., 2016)

Type de structure		Part de l'aire de contribution sédimentaire affectée par l'interception (%)			
		5 à 33%	33 à 66%	>66%	100%
T1	Barrages : interception <u>complète</u> et <u>permanente</u>	B1	B2	C1	C2
T2	Seuils non comblés en amont, déversoirs et avaloirs : interception <u>complète</u> et jugée <u>temporaire</u>	A	B1	B2	B2
T3	Seuils comblés en amont : interception <u>partielle</u>	A	A	B1	B1

Dans l'éventualité de la présence de mesures en place permettant le transfert, en aval de la structure, de la charge de fond interceptée par celle-ci :



-  **Passage en classe B2** quand le volume de transfert aval est important, mais inférieur au charriage de fond naturel;
-  **Passage en classe A** quand le transfert est complet (équivalent au charriage de fond naturel) ou qu'une recharge sédimentaire adaptée en termes de calibre et de volume est mise en place.



Figure 15. Exemples de structures de type T1; l'interception est jugée permanente (© Firme Rivières)



Figure 16. Exemples de structures de type T2, l'interception est jugée temporaire (© Firme Rivières)

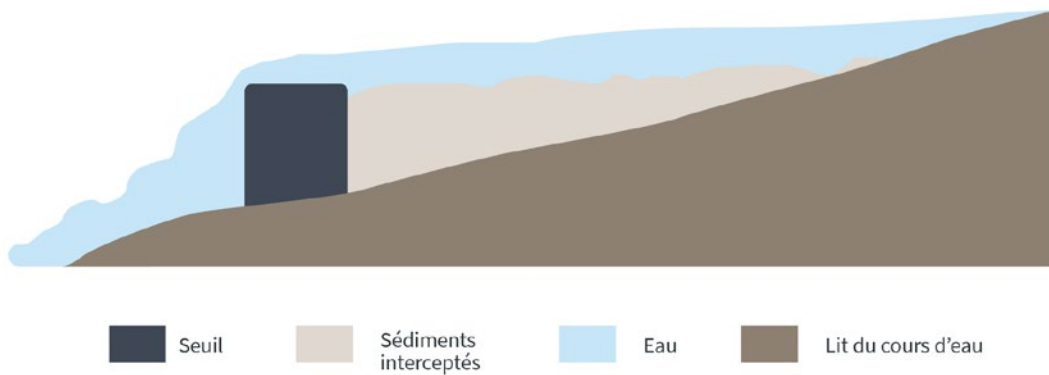


Figure 17. Schéma conceptuel d'un seuil comblé en amont, i.e. une structure de type T3 (© Firme Rivières)

Tableau 8. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur A2

Classes	Choix de réponses	Score
A	T1 : l'aire de drainage sans discontinuité sédimentaire de la structure est \leq 5% de celle du tronçon	0
	T2 : l'aire de drainage sans discontinuité sédimentaire de la structure est \leq 33 % de celle du tronçon	
	T3 : l'aire de drainage sans discontinuité sédimentaire de la structure est $<$ 66 % de celle du tronçon	
B1	T1 : l'aire de drainage sans discontinuité sédimentaire de la structure est entre 5 et 33 % de celle du tronçon	3
	T2 : l'aire de drainage sans discontinuité sédimentaire de la structure est entre 33 et 66 % de celle du tronçon	
	T3 : l'aire de drainage sans discontinuité sédimentaire de la structure est $>$ 66 % de celle du tronçon	
B2	T1 : Présence d'un barrage dont l'aire de drainage sans discontinuité sédimentaire de la structure est entre 33 et 66 % de celle du tronçon	6
	T2 : l'aire de drainage sans discontinuité sédimentaire de la structure est $>$ 66 % de celle du tronçon	
C1	T1 : l'aire de drainage sans discontinuité sédimentaire de la structure est $>$ 66 % de celle du tronçon	9
C2	T1 : structure directement en amont du tronçon	12

A3 Altération des débits liquides dans le tronçon

APPLICATION : TOUTES LES TYPOLOGIES

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION : TÉLÉDÉTECTION ET DONNÉES

Cet indicateur est analogue à l'[indicateur A1](#), mais évalue les altérations du régime hydrologique au sein du tronçon à l'étude au lieu des altérations en amont de celui-ci. Les mêmes structures sont concernées, à l'exception des barrages qui sont nécessairement situés à la limite d'un tronçon (donc jamais au sein d'un tronçon). Les débits liquides altérés à la hausse (e.g. pompage vers le tronçon pour drainer une carrière) ou à la baisse (e.g. prélèvement d'eau) sont traités de la même façon. Le cas le plus courant concerne les transferts de bassin versant, qui sont traités comme des altérations dans A3 tant pour le tronçon d'où est dérivée l'eau (altération à la baisse) que pour le tronçon récepteur (altération à la hausse).

Dans le cas d'un cours d'eau à chenaux multiples, l'obstruction d'un ou plusieurs chenaux (mais pas tous), n'est pas considérée comme une altération dans A3, car le débit total des chenaux est maintenu et que les effets de telles obstructions sont considérés à travers d'autres indicateurs. Tout comme dans le cas de l'indicateur A1, deux procédures distinctes existent en fonction de la disponibilité des données quantitatives (Tableau 9) ou non (Tableau 10).

Tableau 9. Choix de réponses de la procédure détaillée (quantitative) pour la détermination de la classe de l'indicateur A3

Classes	Choix de réponses	Score
A	Absence d'altération significative ($\leq 10\%$) des débits de récurrence ≥ 1.5 an	0
B	Altération significative ($> 10\%$) des débits de crue (récurrence > 10 ans), mais absence d'altération ($\leq 10\%$) des débits plein bord (récurrence 1.5 an)	3
C	Altération significative ($> 10\%$) du débit plein bord (récurrence 1.5 an)	6

Tableau 10. Choix de réponses de la procédure simplifiée (absence de données) pour la détermination de la classe de l'indicateur A3

Classes	Choix de réponses	Score
A	Absence d'altération significative des débits de récurrence ≥ 1.5 an	0
B	Présence d'interventions conçues pour avoir un effet seulement en présence de débits de crue (récurrence > 10 ans)	3
C	Présence d'interventions conçues pour avoir un effet sur le débit plein bord (récurrence 1.5 an)	6

A4 Interception de la charge de fond dans le tronçon

APPLICATION : TOUTES LES TYPOLOGIES

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION : TÉLÉDÉTECTION ET DONNÉES; VALIDATION TERRAIN PRÉFÉRABLE

Cet indicateur est analogue à l'[indicateur A2](#), mais évalue les altérations au sein du tronçon à l'étude au lieu des altérations en amont de celui-ci. Seule l'**interception des sédiments composant la charge de fond du cours d'eau est considérée**. Les sédiments soumis à d'autres modes de transport ne sont pas concernés par l'indicateur A4.

Au sein du tronçon, l'évaluation de l'indicateur A4 est basée sur la densité des structures plutôt que sur l'aire de contribution sédimentaire. Les structures soumises au critère de densité incluent les seuils, les bassins de sédimentation et les déversoirs (voir exemples présentés aux Figures 16 et 17). Les structures causant une interception temporaire de la charge de fond (ex. : barrière de comptage ou de rétention du poisson) ne sont pas considérées. La densité des structures est traduite en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 11.

Notons que les barrages et réservoirs artificiels (de taille suffisamment importante pour être exclue de la segmentation) sont nécessairement situés à une limite du tronçon. Une telle structure présente à la limite amont du tronçon est évaluée par l'entremise de l'indicateur A2. Leur présence à la limite aval du tronçon est également considérée, car elle a un effet sur le transit sédimentaire en amont par le contrôle du niveau du lit ou de la surface de l'eau. Si un barrage est situé à l'exutoire d'un lac et augmente significativement le niveau de ce lac, la classe C est attribuée au tronçon directement en amont du lac.

Tableau 11. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur A4

Classes	Choix de réponses	Score
A	Absence de structure interceptant la charge de fond	0
B	La densité des structures interceptant partiellement la charge de fond est $\leq 1/1000\text{m}$	3
C	La densité des structures interceptant la charge de fond est $> 1/1000\text{m}$	6
	OU Présence d'un barrage ou réservoir artificiel à la limite aval du tronçon	
P1	La densité des structures interceptant la charge de fond est $> 1/750\text{m}$	Ajouter 6
P2	La densité des structures interceptant la charge de fond est $> 1/500\text{m}$	Ajouter 12

A5 Traverses de cours d'eau

APPLICATION : TOUTES LES TYPOLOGIES

**MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION :
TÉLÉDÉTECTION ET DONNÉES; VALIDATION TERRAIN PRÉFÉRABLE**

Cet indicateur mesure la densité de traverses de cours d'eau. Les traverses considérées sont celles ayant une emprise sur le corridor fluvial et donc ayant potentiellement un effet sur les flux de sédiments, de bois ou d'eau. Cet effet peut être restreint à des débits exceptionnellement élevés. L'emprise des traverses peut donc être limitée à la plaine alluviale. Les structures concernées sont les ponts, les traverses à gué et les ponceaux (Figure 19). Les traverses à gué exemptes de structure fixe ne sont toutefois pas prises en compte par l'indicateur A5 (Figure 18). La canalisation souterraine d'un cours d'eau, comme on le voit souvent dans les contextes urbains, est considérée comme un ponceau. Certaines structures considérées par l'indicateur A5 (comme les canalisations souterraines par exemple) peuvent être soumises à l'attribution d'altérations supplémentaires par les indicateurs [A6](#) et [A9](#) lorsque leur étendue est considérable.



Figure 18. Exemple de traverse à gué exempte de structure fixe, donc non considérée dans A5 (© Firme Rivières)

La densité de traverses sur le tronçon est traduite en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 12. Dans le cas d'un tronçon de longueur inférieure à 1000 mètres au sein duquel une traverse est présente, la classe B est exceptionnellement attribuée afin d'éviter de pénaliser exagérément pour la présence d'une seule structure.

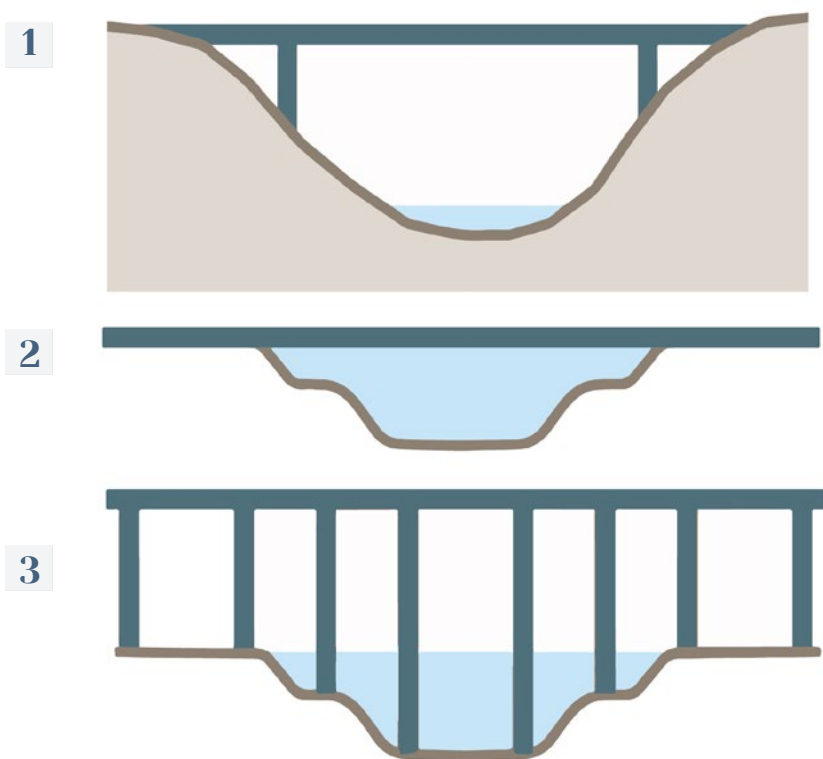


Figure 19. Exemples de traverses; 1 : aucune empreinte sur le chenal et la plaine (considérée dans A5); 2 : influence sur l'hydraulique à fort débit; 3 : empreinte sur le chenal et effet hydraulique même à faible débit (adaptée de Rinaldi et al., 2016).

Tableau 12. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur A5

Classes	Choix de réponses	Score
A	Absence de traverses	0
B	Présence de traverses ($\leq 1/1\ 000$ m) ou une seule sur moins d'un kilomètre	2
C	Présence de nombreuses traverses ($> 1/1\ 000$ m)	3

A6 Protection contre l'érosion des berges

APPLICATION : TOUTES LES TYPOLOGIES

**MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION :
TÉLÉDÉTECTION ET DONNÉES; VALIDATION TERRAIN PRÉFÉRABLE**

Cet indicateur caractérise les interventions qui empêchent ou ralentissent de manière importante les processus d'érosion des berges. La protection contre l'érosion des berges contraint la mobilité latérale du chenal, limitant ainsi le recrutement naturel des sédiments et du bois qui y est associé. L'évaluation est réalisée berge par berge, donc la longueur maximale est 2 fois la longueur du tronçon (Figure 22). Comme on évalue l'effet de contrainte de la mobilité latérale, la nature de la structure mise en place pour protéger contre l'érosion n'a pas d'incidence sur le score attribué. Les murets, les enrochements, les gabions, les épis et toute stabilisation « douce » sont considérés sans distinction, incluant l'utilisation de phytotechnologies. Des exemples sont présentés à la Figure 20. La stricte revégétalisation de berges précédemment dévégétalisées n'est évidemment pas considérée comme une altération.

L'évaluation de cet indicateur est parfois possible par photo-interprétation, mais la validation terrain ou par l'entremise d'un registre d'interventions est préférable puisque certaines structures de protection des berges peuvent être recouvertes par la croissance de la végétation riveraine adjacente ou par les plantations dans le cas de la stabilisation phytotechnologique.

Le cas des épis est particulier en ce qui concerne le calcul de l'étendue concernée puisque ce type de structure n'est pas positionnée dans le même axe que la berge. L'étendue linéaire considérée est la plus importante entre (i) la largeur de l'épi et (ii) la longueur d'empiètement dans le chenal (Figure 21).

La longueur de protection est traduite en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 13.



Figure 20. Exemples de structure de protection des berges (© Firme Rivières et LERGA-UQAC)

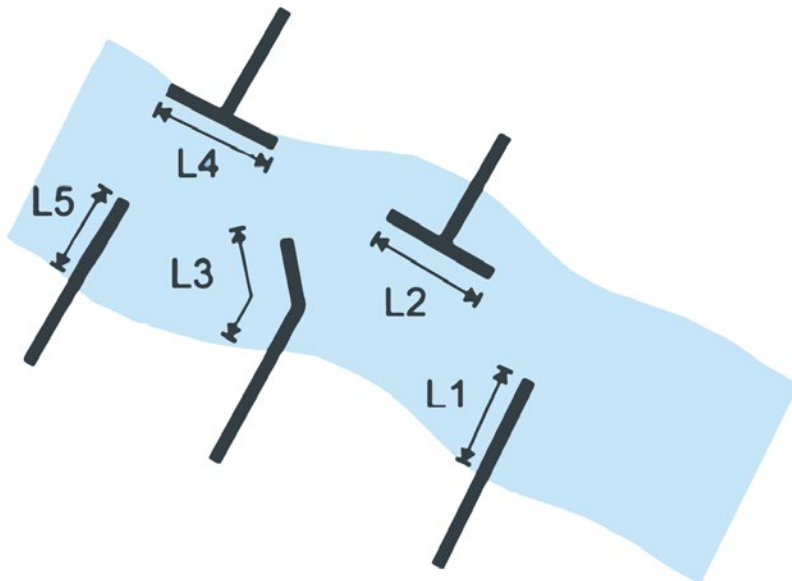


Figure 21. Illustration de la méthode de calcul pour les épis (adaptée de Rinaldi et al., 2016)

Tableau 13. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur A6

Classes	Choix de réponses	Score
A	Absence ou présence localisée ($\leq 5\%$ de la longueur des berges) de protection contre l'érosion des berges	0
B	Présence de protection contre l'érosion des berges sur $\leq 33\%$ de la longueur des berges	3
C	Présence de protection contre l'érosion des berges sur $> 33\%$ de la longueur des berges	6
P1	Présence de protection contre l'érosion des berges sur $> 50\%$ de la longueur des berges	Ajouter 6
P2	Présence de protection contre l'érosion des berges sur $> 80\%$ de la longueur des berges	Ajouter 12

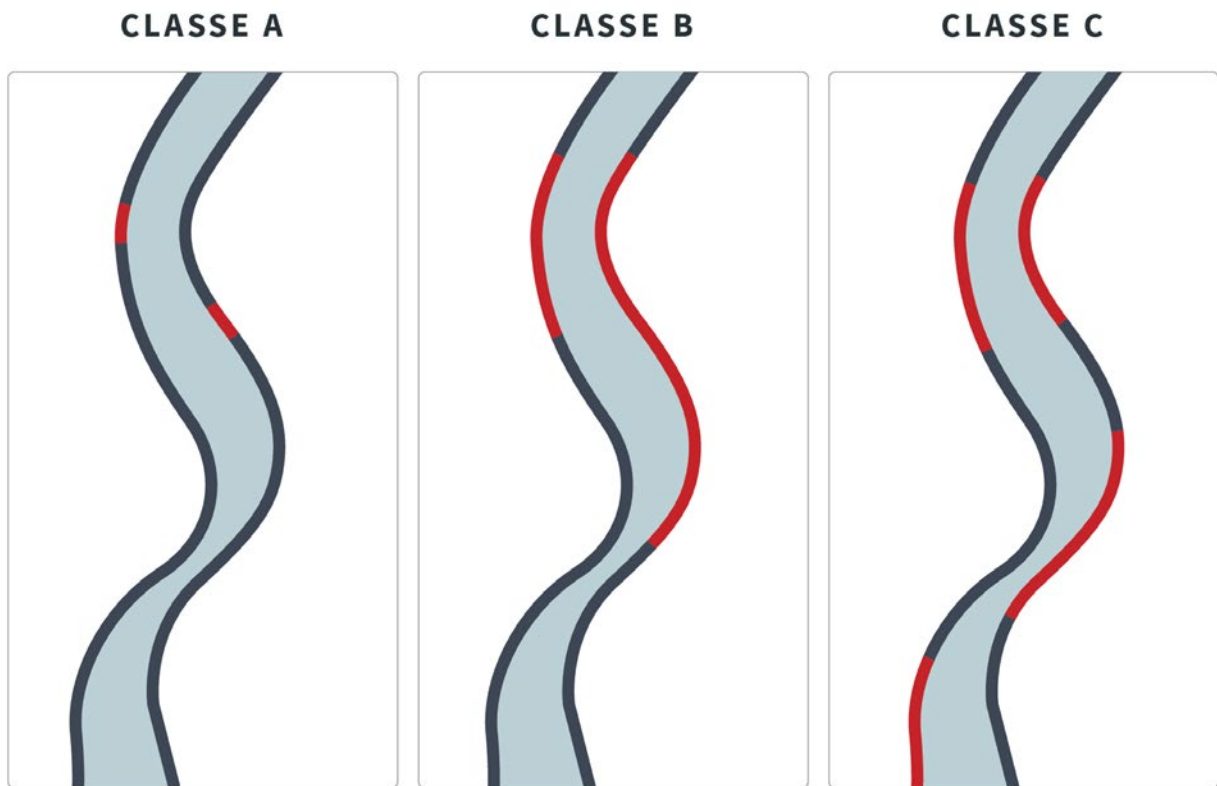


Figure 22. Guide illustré pour l'application de l'indicateur A6

A7 Dignes artificielles

APPLICATION : COURS D'EAU NON CONFINÉS SEULEMENT

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION :

TÉLÉDÉTECTION ET DONNÉES; VALIDATION TERRAIN PRÉFÉRABLE

Cet indicateur s'intéresse à la présence d'interventions empêchant le débordement naturel de l'eau du chenal vers les plaines inondables. [Les structures de stabilisation de berges \(A6\)](#) peuvent aussi contraindre la connectivité hydrologique latérale et donc être concernées par l'évaluation de l'indicateur A7. En revanche, les digues artificielles peuvent également être composées de matériel érodable. Le positionnement des digues est pris en compte dans les choix de réponses (Tableau 14) puisqu'il module l'amplitude de la contrainte à la connectivité hydrologique latérale.

Dans le cas des cours d'eau dont le niveau du lit est abaissé par le dragage et/ou l'incision d'origine anthropique, les hauts de talus sont considérés comme des digues. Un cours d'eau linéarisé en incision sur toute la longueur du tronçon sera donc considéré comme entièrement endigué (classe P2). Un recalibrage augmentant significativement la capacité hydraulique du chenal est considéré comme endigué même si le niveau du lit demeure inchangé, car cela a tout autant pour effet de contraindre la connectivité hydrologique latérale.

Tableau 14. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur A7

Classes	Choix de réponses	Score
A	Dignes artificielles absentes, en retrait ou présentes sur $\leq 5\%$ de la longueur des berges	0
B	Dignes artificielles à proximité ou en berge (somme des 2) présentes sur $> 5\%$ de la longueur des berges	3
C	Dignes artificielles à proximité ou en berge (somme des 2) présentes sur $> 50\%$ de la longueur des berges	6
P1	Dignes artificielles en berge présentes sur $> 66\%$ de la longueur des berges	Ajouter 6
P2	Dignes artificielles en berge présentes sur $> 80\%$ de la longueur des berges	Ajouter 12

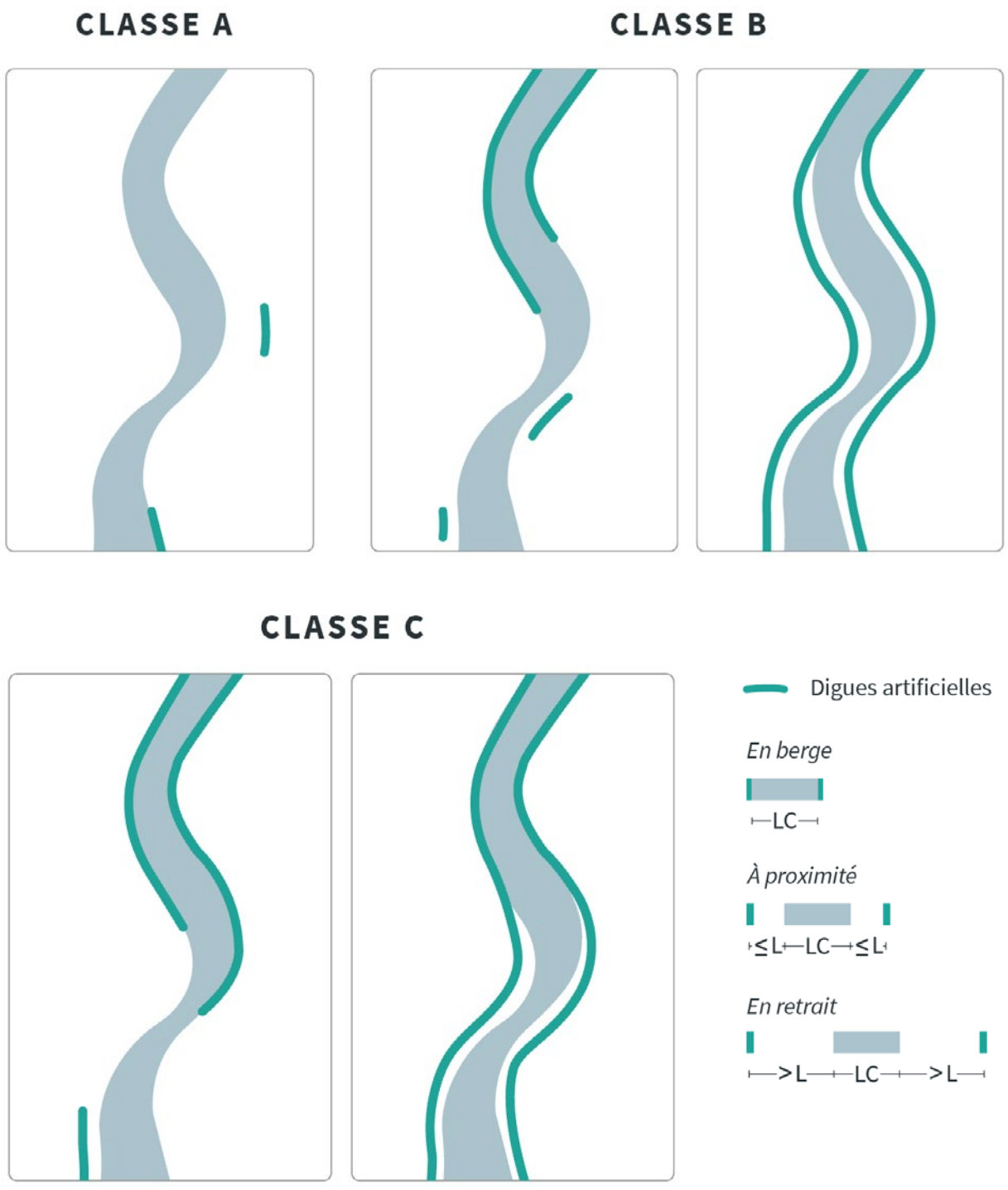


Figure 23. Guide illustré pour l'application de l'indicateur A7;
 LC : largeur du chenal; L : longueur entre la berge et la digue (adaptée de Rinaldi et al., 2016)

A8

Modification anthropique du tracé fluvial

APPLICATION : COURS D'EAU NON CONFINÉS SEULEMENT

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION :

TÉLÉDÉTECTION ET DONNÉES; VALIDATION TERRAIN PRÉFÉRABLE

Cet indicateur évalue les modifications anthropiques de la position du cours d'eau ou de son tracé en plan. Les interventions visées sont notamment le recouplement artificiel de méandres, la linéarisation, le déplacement de cours d'eau et le repositionnement de l'embouchure d'une rivière. L'évaluation de l'indicateur A8 est basée sur un critère de longueur en référence au tracé actuel (Figure 25), sans tenir compte du moment où l'intervention s'est produite dans le passé. La longueur de modification est traduite en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 15.

Le tracé des cours d'eau non confinés est naturellement dynamique. Ce dynamisme ne doit pas être confondu ou assimilé à un impact anthropique. Par exemple, la présence de vestiges de méandres ne signifie pas nécessairement qu'il y a eu une altération artificielle du tracé fluvial. En revanche, la présence de vestiges de méandres adjacents à un cours d'eau linéaire sur une longueur suffisamment importante est indicatrice d'une intervention de linéarisation (voir exemples à la Figure 24). L'utilisation de photographies aériennes historiques lorsque disponibles permet de documenter la modification du tracé. Les interventions empêchant ou limitant la migration du chenal ne sont pas considérées dans A8.

RESTAURATION PASSIVE OU ACTIVE DE LA MORPHOLOGIE EN PLAN

Il est fréquent qu'un cours d'eau au tracé historiquement altéré redéveloppe un nouveau tracé en plan plus naturel par les processus d'érosion et de sédimentation (ou par un projet de restauration partielle ou complète). Dans de tels cas, le score est ajusté à partir de certaines règles de décision. Lorsqu'une nouvelle plaine alluviale moderne est présente, cela signifie que le cours d'eau a retrouvé son potentiel de mobilité puisqu'il est maintenant entouré de matériel qu'il a lui-même mobilisé et qu'il pourra donc remobiliser dans le futur. La présence d'une plaine alluviale moderne ([indicateur F2](#)) est utilisée comme proxy du travail de régénération du tracé en plan :



Si présence d'une plaine alluviale moderne de longueur et/ou largeur insuffisante (F2=B1 ou B2), retrait de P2.



Si présence d'une plaine alluviale moderne de longueur et largeur suffisante (F2=A), retrait de P1.

Dans le cas d'un constat de restauration complète du patron en plan, on opère un retour à la classe A. En prenant l'exemple d'un cours d'eau à méandres, cela correspondrait au retour à un patron aux méandres d'amplitude à peu près égale à celle de l'état de référence (identifié par photographies aériennes historiques par exemple). **Autrement dit, l'indicateur A8 retourne en classe A si l'indicateur F7 (Patron en plan) est aussi en classe A.** Un cours d'eau avec restauration partielle du patron en plan ($F7 \neq A$) reste en classe C comme si son tracé était demeuré tel qu'altéré à l'origine. La restauration partielle du tracé sera considérée par l'**indicateur CA1 (Ajustements du chenal)**.



Figure 24. Exemples de modification anthropique du tracé fluvial (© Firme Rivières)

Tableau 15. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur A8

Classes	Choix de réponses	Score
A	Absence de modification du tracé ou modification historique avec restauration complète du patron en plan (F7=A)	0
B	Modification du tracé sur < 10% de la longueur	2
C	Modification du tracé sur ≥ 10% de la longueur	3
P1	Modification du tracé sur ≥ 50% de la longueur, sauf si F2=A (retour à C)*	Ajouter 6
P2	Modification du tracé sur ≥ 80% de la longueur, sauf si F2 =B1/B2 (retour à P1)*	Ajouter 12

* Si un projet de restauration et/ou la résilience naturelle a permis l'obtention d'une plaine alluviale moderne (matériel mobilisable par le cours d'eau pour recréer ses formes), les pénalités sont retirées en utilisant F2 comme proxy.

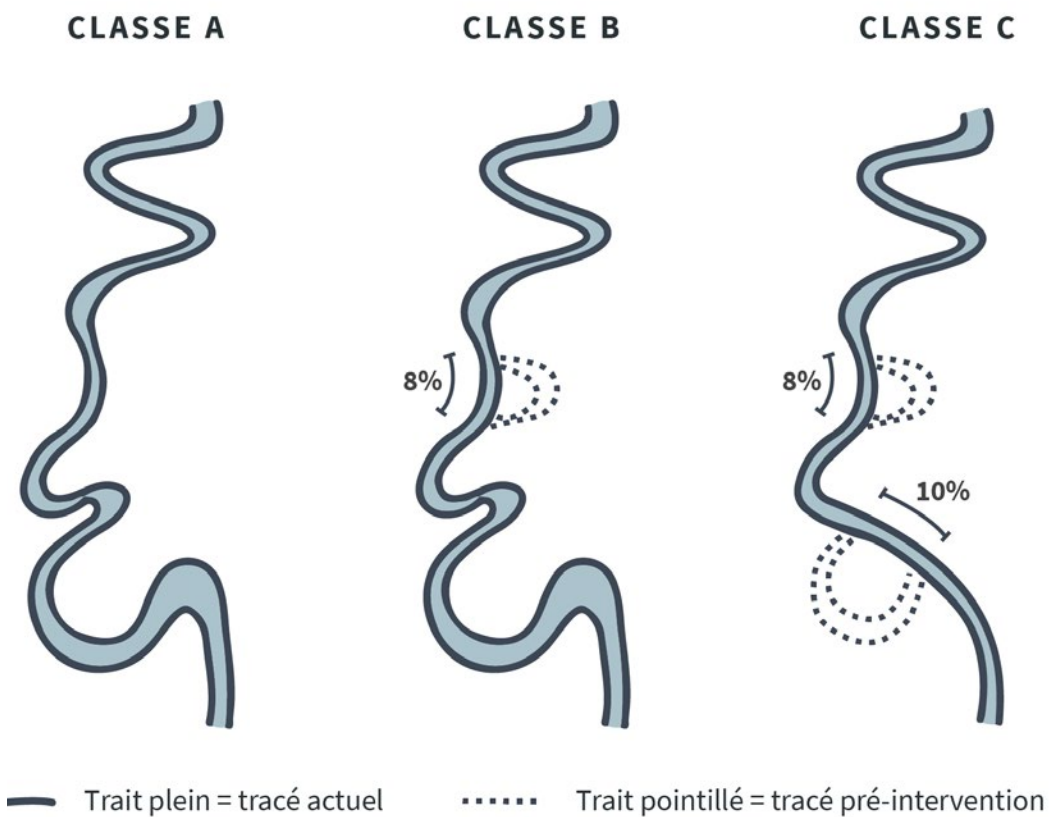


Figure 25. Guide illustré pour l'application de l'indicateur A8 (adapté de Rinaldi et al., 2016)

A9 Revêtements artificiels sur le lit

APPLICATION : TOUTES LES TYPOLOGIES

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION :
TÉLÉDÉTECTION ET DONNÉES; VALIDATION TERRAIN PRÉFÉRABLE

Cet indicateur caractérise les structures de stabilisation du lit dont les effets ne sont pas déjà considérés par les autres indicateurs d'artificialité (A4, A5 et A6), c'est-à-dire les revêtements artificiels sur le lit. Ces revêtements peuvent être associés à des structures déjà considérées par d'autres indicateurs, mais pour des effets différents. Un revêtement est constitué de matériel considéré comme non-érodable – à l'échelle humaine – qui est ajouté par-dessus le matériel en place. Parmi les revêtements artificiels les plus courants, notons le béton, le substrat granulaire surdimensionné (suffisamment grossier pour être non mobilisable par le cours d'eau; voir exemples à la Figure 26), ainsi que les revêtements organiques et synthétiques. La longueur affectée par la présence d'un revêtement est traduite en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 16.

Les revêtements associés aux barrages à l'exutoire d'un lac ne sont pas considérés, car ils ne devraient pas être inclus dans le tronçon.

Tableau 16. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur A9

Classes	Choix de réponses	Score
A	Absence de revêtement artificiel sur le lit	0
B	Présence d'un revêtement artificiel sur $\leq 15\%$ de la longueur	3
C1	Présence d'un revêtement artificiel sur $\leq 33\%$ de la longueur	6
C2	Présence d'un revêtement artificiel sur $> 33\%$ de la longueur	8
P1	Présence d'un revêtement artificiel sur $> 50\%$ de la longueur	Ajouter 6
P2	Présence d'un revêtement artificiel sur $> 80\%$ de la longueur	Ajouter 12



Figure 26. Exemples de revêtements constitués de matériaux granulaires grossiers (© Firme Rivières)

A10 Dragage des sédiments

**APPLICATION : TOUTES LES TYPOLOGIES
À L'EXCEPTION DES COURS D'EAU CRÉÉS DE TOUTES PIÈCES**

**MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION :
TÉLÉDÉTECTION ET DONNÉES; VALIDATION TERRAIN PRÉFÉRABLE**

Cet indicateur s'intéresse aux interventions de retrait de sédiments (dragage/curage) dans le cours d'eau. L'évaluation est basée sur la présence et l'âge des interventions (5, 20 ou >20 ans). Les opérations de dragage très localisées associées à l'entretien de structures interceptant les sédiments ne sont pas considérées. L'effet de ce type d'intervention est déjà pris en compte par l'[indicateur A4 \(Interception de la charge de fond dans le tronçon\)](#). L'âge de l'intervention est décrit comme historique (>20 ans), contemporain (≤ 20 ans) ou récent (≤ 5 ans). Des exemples de dragage sont présentés aux Figures 27 et 28. L'âge du dragage est traduit en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 17.

Dans le cas de la présence évidente d'une intervention de dragage dont l'âge ne peut pas être déterminé, la classe B1 est accordée par défaut.

L'indicateur A10 peut retourner en classe A à la suite d'un dragage historique lorsque les effets du dragage ne sont plus d'actualité. Aucune référence temporelle n'est spécifiée, car l'horizon de rétablissement complet varie en fonction de la résilience naturelle du milieu et des potentiels efforts de restauration.

Tableau 17. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur A10

Classes	Choix de réponses	Score
A	Absence de dragage ou présence de dragage historique suffisamment vieux pour que les effets du dragage ne soient plus observables	0
B1	Présence de dragage historique (>20 ans) ou d'âge inconnu	3
B2	Présence de dragage contemporain (≤ 20 ans)	4
C	Présence de dragage récent (≤ 5 ans)	6

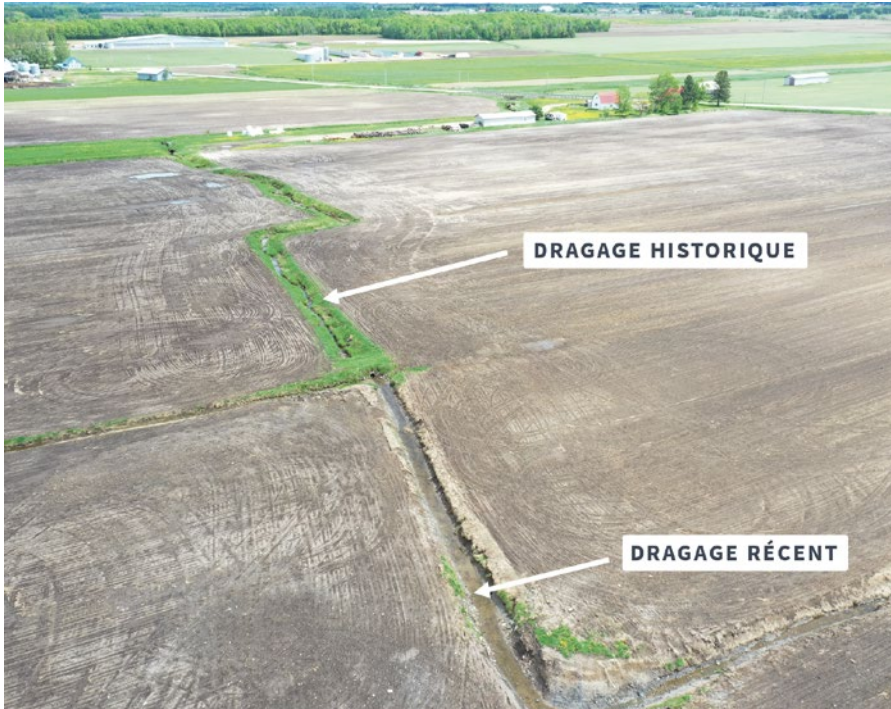


Figure 27. Exemples de dragage historique et récent (© Firme Rivières)



Figure 28. Exemple de dragage récent sur la rivière Ouelle (© LERGA-UQAC)

A11 Retrait du bois mort

APPLICATION : TOUTES LES TYPOLOGIES

EXCLUSION LORS D'ABSENCE DE RECRUTEMENT NATUREL EN BOIS

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION : DONNÉES OU VISITE TERRAIN

Cet indicateur s'intéresse aux interventions visant le retrait du bois mort de grande taille au cours des 20 dernières années. Cet horizon temporel est utilisé pour tenir compte de la capacité des cours d'eau à rétablir la présence de bois mort dans le chenal à travers le recrutement de bois qui se fait par l'entremise de la mobilité latérale du chenal, des mouvements gravitaires sur les versants et du transport en provenance des tronçons en amont. Pour les besoins de l'IQM, le bois mort est considéré de grande taille lorsque son diamètre est > 10 cm et que sa longueur est > 1 m. Ces dimensions sont suffisantes pour générer une complexité des patrons d'écoulement et une diversification des formes fluviales dans le chenal. La réduction de la taille du bois mort présent dans le chenal sous le seuil de longueur (1 m) mentionné plus haut est considérée au même titre qu'un retrait physique. Le retrait de bois mort intercepté par des structures telles que les seuils ou les bassins de rétention n'est pas considéré pour l'indicateur A11. L'intensité du retrait de bois mort est traduite en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 18.

En milieu naturel, l'absence de recrutement en bois est causée par l'absence de végétation arborée en raison d'un climat froid ou alpin, de l'occurrence de feux de forêt et/ou de conditions physiographiques particulières défavorables aux espèces ligneuses. L'absence de recrutement en bois causée par les activités humaines (déboisement) est traitée par l'indicateur A12.

En l'absence de possibilité de recrutement en bois, peu importe l'origine de cette absence, l'évaluation de l'indicateur A11 n'est pas réalisée. Il est effectivement impossible de retirer du bois dans le cours d'eau si le bois est dans l'impossibilité de rejoindre le cours d'eau. Cette règle d'application assume qu'il y a absence de bois mort de grande taille s'il n'y a pas de possibilité de recrutement naturel en bois, ce qui s'avère erroné dans le cas particulier d'un projet de restauration impliquant une recharge en bois mort (Figure 29). Il est alors possible de faire une entorse à cette règle et d'appliquer A11 (classe A) afin de considérer pleinement les effets de cette recharge en bois.



Figure 29. Photographies d'un exemple de projet de restauration low-tech basé sur l'ajout de bois (©Firme Rivières)

Le castor, comme agent biologique accélérant le recrutement de bois et le structurant dans le cours d'eau, fait partie intégrante de la dynamique du bois mort des cours d'eau présentant les conditions propices à son installation au sein de son aire de répartition, laquelle couvre la presque totalité du territoire québécois – la seule exception étant les territoires nordiques non forestiers (Fédération canadienne de la faune, s. d.). Le démantèlement d'origine anthropique d'un barrage de castor est donc considéré comme une altération pour [A11](#) et ce, même si le volume total et la taille du bois mort demeurent inchangés. Le rôle important de ces structures sur les formes et processus en rivière est ainsi reconnu.

Tableau 18. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur A11

Classes	Choix de réponses	Score
A	Absence de retrait du bois mort de grande taille depuis au moins 20 ans	0
B	Retrait partiel du bois mort de grande taille ou démantèlement de barrage(s) de castor dans les 20 dernières années	2
C	Retrait complet du bois mort de grande taille dans les 20 dernières années	5

A12 Gestion de la végétation

APPLICATION : TOUTES LES TYPOLOGIES

EXCLUSION SI ABSENCE NATURELLE DE VÉGÉTATION ARBORÉE

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION : DONNÉES OU VISITE TERRAIN

Cet indicateur recense les interventions altérant l'intégrité de la végétation fonctionnelle dans le corridor fluvial. Une procédure particulière existe pour les cours d'eau à faible énergie et elle sera détaillée plus bas. Pour les autres cours d'eau, une procédure simplifiée qui concerne seulement la végétation riveraine, excluant donc la végétation aquatique, est appliquée. L'indicateur A12 est ainsi basé sur la nature et l'étendue linéaire de la coupe de la végétation arborée sur un corridor dont la largeur totale est définie au Tableau 19. Du fait de l'importance particulière de la végétation située directement en rive, le patron de coupe ne peut être ignoré et est donc considéré par l'entremise d'un choix de réponse alternatif pour la classe B (Tableau 21). Un tableau croisé (Tableau 20) est fourni pour faciliter la détermination de la classe.

La notion de coupe est ici entendue avec une définition large qui inclut toute pratique empêchant la croissance de la végétation ligneuse ou arborée comme la pratique du pâturage ou la fauche de la végétation. L'horizon temporel considéré est celui des 20 dernières années au-delà de quoi la régénération forestière est jugée fonctionnellement complète. Tout comme pour l'[indicateur A11 \(Retrait du bois mort\)](#), en l'absence naturelle de végétation arborée pour des raisons incluant notamment un climat froid ou alpin, l'occurrence de feux de forêt et des conditions physiographiques particulières défavorables aux espèces ligneuses, l'indicateur A12 est exclu d'application. De la même façon, ces contraintes peuvent justifier la considération d'un corridor plus étroit que celui présenté au Tableau 19 pour l'application d'A11.

Pour ce qui est [des cours d'eau à faible énergie](#), il devient important de considérer la végétation aquatique (macrophytes) puisque celle-ci a un effet hydraulique important qui influence les patrons d'érosion et d'accumulation sédimentaire. Le Tableau 22 sert de référence pour la détermination de la classe pour ce cas de figure. Les scores associés aux classes demeurent toutefois les mêmes que dans la procédure simplifiée. La gestion de la végétation aquatique, contrairement à la végétation riveraine, est considérée pour les 5 dernières années, car sa régénération fonctionnelle est plus rapide. Les interventions récentes de dragage ([A10=C](#)) sont automatiquement considérées comme un retrait des macrophytes aquatiques. Pour les cours d'eau à faible énergie, la détermination de 2 sous-classes est donc nécessaire pour la détermination d'une classe composite qui déterminera le score à attribuer.

Tableau 19. Largeur considérée pour l'évaluation en fonction des caractéristiques du tronçon

Largeur considérée pour l'évaluation	Non confiné		Confiné
	Chenal unique ou anastomosé	Divagant ou à tresses	
	2 fois la largeur du chenal	1 fois la largeur du chenal	50 m sur chacun des versants

Tableau 20. Tableau croisé pour la détermination de la classe de l'indicateur A12 par la procédure simplifiée

Type de coupe	Étendue linéaire concernée par la coupe			
	≤5%	>5%	≤50%	>50%
TOTALE	A	B	B	C
Totale excluant le long des berges	A	B	B	B
Ciblée le long des berges	A	B	B	B

Tableau 21. Choix de réponses de la procédure simplifiée pour la détermination de la classe de l'indicateur A12

Classes	Choix de réponses	Score
A	Absence ou présence négligeable (≤5% de la longueur) de coupe de la végétation riveraine dans les 20 dernières années	0
B	Coupe totale sur ≤50% de la longueur dans les 20 dernières années	2
	Coupe de la végétation riveraine ciblée le long des berges sur >5% de la longueur dans les 20 dernières années	
	Coupe totale de la végétation riveraine excluant le long des berges sur >5% de la longueur dans les 20 dernières années	
C	Coupe totale de la végétation riveraine sur >50% de la longueur dans les 20 dernières années	5

Tableau 22. Tableau croisé pour la détermination de la classe de l'indicateur A12 pour les cours d'eau à faible énergie

		Gestion de la végétation riveraine (classes)		
		A	B	C
Gestion de la végétation aquatique	A (absence de retrait)	A	B	C
	B (retrait partiel)	B	B	C
	C (retrait total)	B	C	C

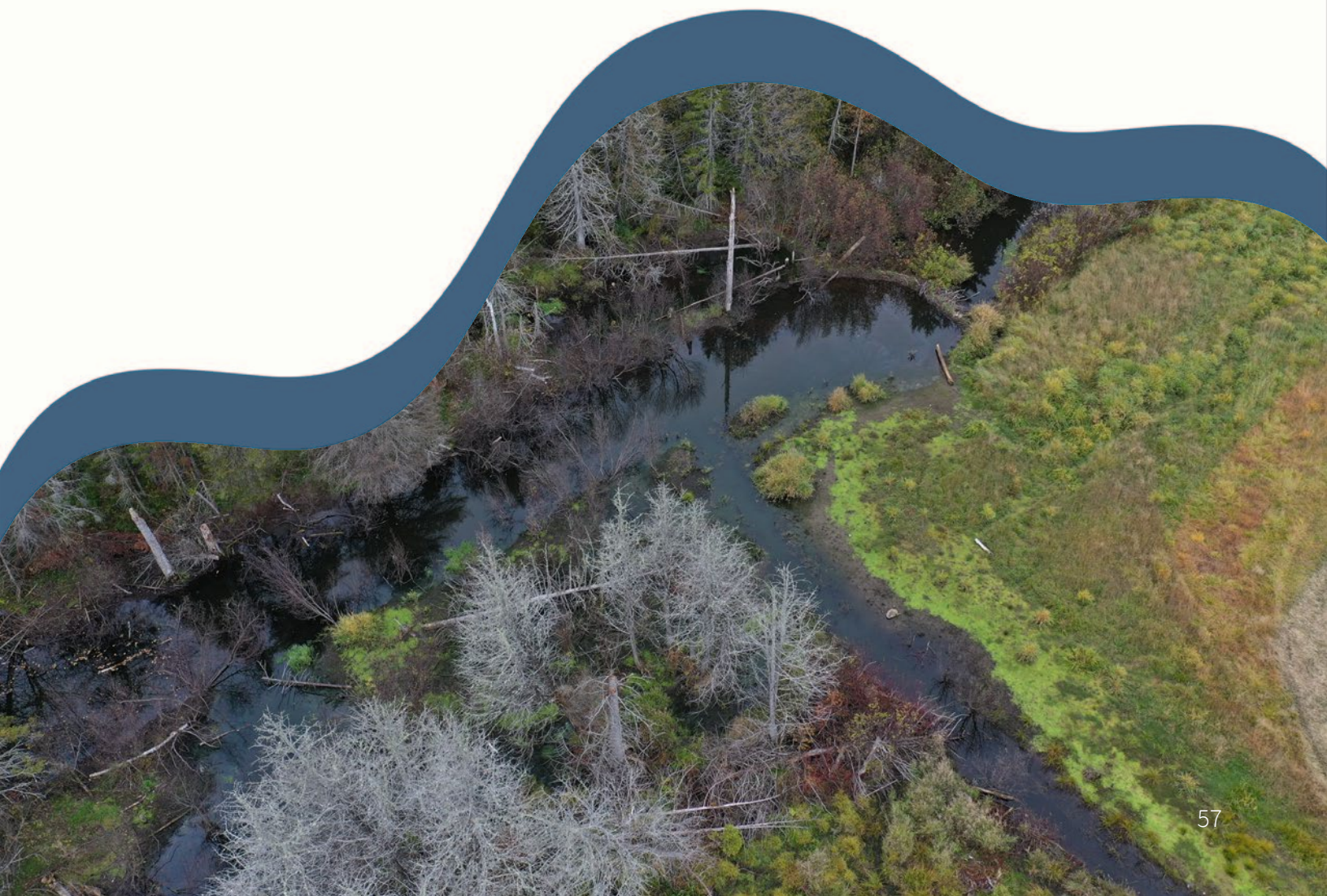


2- Ajustement du chenal (CA)

CA1 Ajustement du style fluvial

CA2 Ajustement de la largeur du chenal

CA3 Ajustement du niveau du lit



Ces indicateurs recensent les signes d'ajustement du chenal au niveau du **style fluvial (CA1)**, de **la largeur (CA2)** et de **l'élévation du lit (CA3) en réponse à des impacts anthropiques**. Les cours d'eau sont naturellement dynamiques et suivent une trajectoire qui leur est propre. Ils s'ajustent donc continuellement. Les indicateurs d'ajustement caractérisent la déviation artificielle de la trajectoire observée par rapport à la trajectoire attendue. Cette évaluation se fait par la comparaison des conditions morphologiques actuelles à celles d'un état historique connu ou présumé. Il doit y avoir un lien de causalité explicite entre les activités humaines et l'ajustement observé au niveau du cours d'eau. Les causes peuvent avoir été précédemment documentées par l'entremise des **12 indicateurs d'artificialité (A)**, mais elles peuvent aussi émaner des changements dans l'occupation du sol et des changements climatiques.

Selon les données disponibles, le cours d'eau actuel est comparé à un **état historique** (cartes ou photographies aériennes, les plus anciennes disponibles) ou **présumé** (basé sur le contexte hydrogéomorphologique). Dans le cas d'un état de référence déjà massivement perturbé, l'état de référence présumé (encore plus ancien) est utilisé afin de mieux refléter les impacts anthropiques du passé. À titre d'exemple, un cours d'eau déjà linéarisé sur les plus anciennes photographies aériennes disponibles est jugé comme un état de référence historique déjà massivement perturbé et inapte à bien représenter un comparatif pour évaluer les impacts persistants sur le fonctionnement actuel du cours d'eau. Dans ces cas-là, l'état de référence est estimé selon le contexte hydrogéomorphologique et sur la base des formes et processus qu'on peut s'attendre à retrouver dans un tel contexte.

Les indicateurs d'ajustement visent à éviter le syndrome de la référence changeante (traduction libre de shifting baseline syndrome) selon lequel l'état de référence des écosystèmes est inconsciemment revu à la baisse au fil du temps à mesure que s'additionnent les dégradations environnementales (Pauly, 1995).

CA1 Ajustement du style fluvial

APPLICATION : TOUTES LES TYPOLOGIES

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION : TÉLÉDÉTECTION

Cet indicateur évalue l'ajustement du patron en plan (style fluvial). Tout ajustement lié à une cause naturelle n'est pas considéré pour l'évaluation de cet indicateur. Les causes anthropiques directes (altération mécanique du tracé) et indirectes (altération du régime hydrosédimentaire) sont considérées. Le type d'ajustement du patron en plan est traduit en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 24. Un tableau croisé (Tableau 23) est fourni pour faciliter la détermination de la classe à attribuer. Notons que celui-ci présente la pire classe attribuable pour un changement donné, les cours d'eau confinés plafonnant pour leur part à la classe B. Le pire score possible (en fonction de la classe de confinement) est automatiquement attribué aux cours d'eau créés de toutes pièces.

Tableau 23. Tableau croisé pour la détermination de la classe de l'indicateur CA1 en fonction du style fluvial de l'état actuel par rapport à celui de l'état de référence historique

		État de référence historique						
		Linéaire (1a/1b)	Sinueux (2)	À méandres (3a/3b)	Divagant (4)	À tresses (5)	Anastomosé (6)	Diffus/milieu humide (7)
Actuel	Linéaire (1a/1b)	A	B	C	C	C	C	C
	Sinueux (2)		A	B	C	C	B	C
	À méandres (3a/3b)			A	C	C	B	C
	Divagant (4)				A	B	C	C
	À tresses (5)					A	C	C
	Anastomosé (6)						A	C

Tableau 24. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur CA1

Classes	Choix de réponses	Score
A	Absence de changement du style fluvial	0
B	Non confiné : Changement vers un style fluvial similaire	3
	Confiné : Tout type de changement du style fluvial OU cours d'eau créé de toutes pièces	
C	Non confiné seulement : Changement vers un style fluvial différent OU cours d'eau créé de toutes pièces	6

CA2 Ajustement de la largeur du chenal

APPLICATION : TOUTES LES TYPOLOGIES

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION : TÉLÉDÉTECTION

Cet indicateur mesure la variation de la largeur du chenal en réponse à une perturbation.

Tout ajustement lié à une cause naturelle n'est pas considéré pour l'évaluation de cet indicateur. Les causes anthropiques directes (intervention mécanique) et indirectes (altération du régime hydrosédimentaire) sont considérées. Les changements de largeur associés à la restauration du régime hydrosédimentaire (par l'entremise de la régénération forestière par exemple ou par une recharge sédimentaire) ne sont évidemment pas considérés comme une dégradation. L'amplitude de l'ajustement de la largeur est traduite en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 25. Le pire score possible (en fonction de la classe de confinement) est automatiquement attribué aux cours d'eau créés de toutes pièces.

L'évaluation de CA2 à partir d'un état de référence historique nécessite le géoréférencement de photographies aériennes historiques et actuelles ainsi que la numérisation des limites du chenal⁸ pour le calcul de la largeur du chenal au niveau plein bord. La moyenne des largeurs calculées sur le tronçon est utilisée pour la comparaison entre l'état actuel et l'état de référence historique.

L'application de l'indicateur CA2 à partir d'un état de référence présumé ou pour un cours d'eau de petite taille est extrêmement difficile. En l'absence de certitude, l'indicateur CA2 est exclu d'application.

Tableau 25. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur CA2

Classes	Choix de réponses	Score
A	Changement absent ou limité ($\leq 15\%$) de la largeur du chenal	0
B	Non confiné : Changement modéré (15 à 35%) de la largeur du chenal	3
	Confiné : Changement de $>15\%$ de la largeur du chenal OU cours d'eau créé de toutes pièces	
C	Non confiné seulement : Changement majeur ($>35\%$) de la largeur du chenal OU cours d'eau créé de toutes pièces	6

⁸ À cause des variations du niveau d'eau d'une photographie aérienne à l'autre, on doit interpréter la largeur correspondant au niveau plein bord.

CA3 Ajustement du niveau du lit

APPLICATION : TOUTES LES TYPOLOGIES

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION :
TÉLÉDÉTECTION ET DONNÉES; VALIDATION TERRAIN PRÉFÉRABLE

Cet indicateur mesure les changements du niveau (altitude) du lit. Tout ajustement lié à une cause naturelle n'est pas considéré pour l'évaluation de cet indicateur. Les causes anthropiques directes (intervention mécanique et modification du niveau de base) et indirectes (altération du régime hydrosédimentaire) sont considérées. L'incision – érosion verticale menant à l'abaissement du niveau du lit – est particulièrement répandue. La Figure 30 illustre conceptuellement un cours d'eau incisé et l'incision est illustrée sur un cours d'eau réel à la Figure 31. Un exemple supplémentaire est présenté à la Figure 32. L'amplitude de l'ajustement du niveau du lit est traduite en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 26.

Contrairement aux autres indicateurs d'ajustement ([CA1](#) et [CA2](#)), on n'applique pas par défaut le pire score possible [aux cours d'eau créés de toutes pièces](#). Le niveau du terrain environnant – le haut de talus du trapèze de dragage par exemple – est plutôt utilisé comme référence verticale à comparer au niveau actuel du lit d'écoulement.

La classe B est attribuée par défaut lorsqu'il y a raison de croire – avec un bon niveau de confiance – qu'un changement du niveau du lit a eu lieu, mais qu'il n'y a pas de repères physiques clairs pour l'appuyer. Si les données disponibles et les repères morphologiques ne permettent pas de statuer sur l'ajustement du niveau du lit, il est préférable d'exclure d'application l'indicateur CA3.

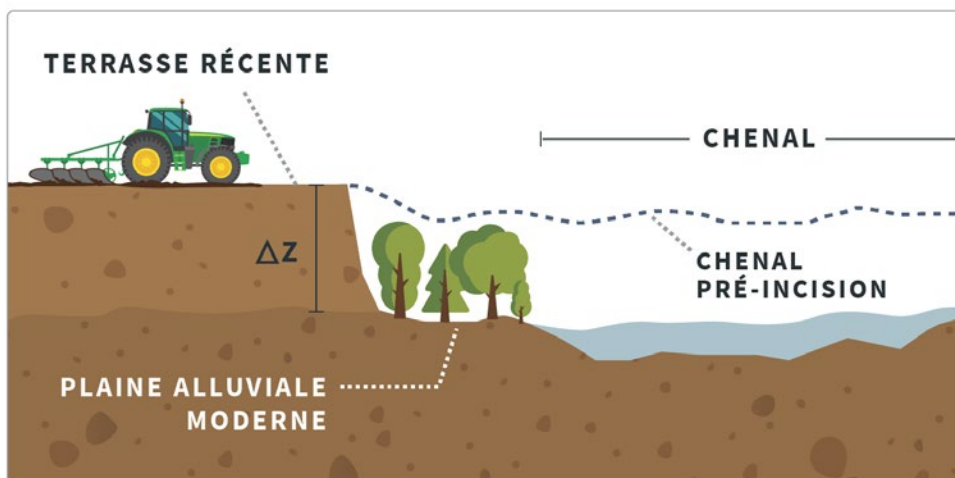


Figure 30. Illustration d'une configuration post-incision. ΔZ = changement au niveau de l'altitude (Z) (adaptée de Rinaldi et al., 2016).



Figure 31. Exemple de cours d'eau incisé (classe B)
(© Firme Rivières)



Figure 32. Exemple de cours d'eau incisé; classe B
(©Firme Rivières)

Tableau 26. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur CA3

Classes	Choix de réponses	Score
A	Changement négligeable (≤ 0.5 m) du niveau du lit	0
B	Changement modéré (0.5 à 3 m) du niveau du lit	4
C1	Changement majeur (> 3 m) du niveau du lit	8
C2	Non confiné seulement : Changement extrême (> 6 m) du niveau du lit	12

3- Fonctionnalité (F)

F1 Continuité longitudinale du transport de sédiments et de bois

F2 Présence d'une plaine alluviale moderne

F3 Connectivité entre le corridor fluvial et les versants

F4 Processus d'érosion des berges

F5 Présence d'un corridor d'érodabilité potentielle

F6 Configuration du lit

F7 Patron en plan

F8 Présence de formes alluviales typiques dans la plaine

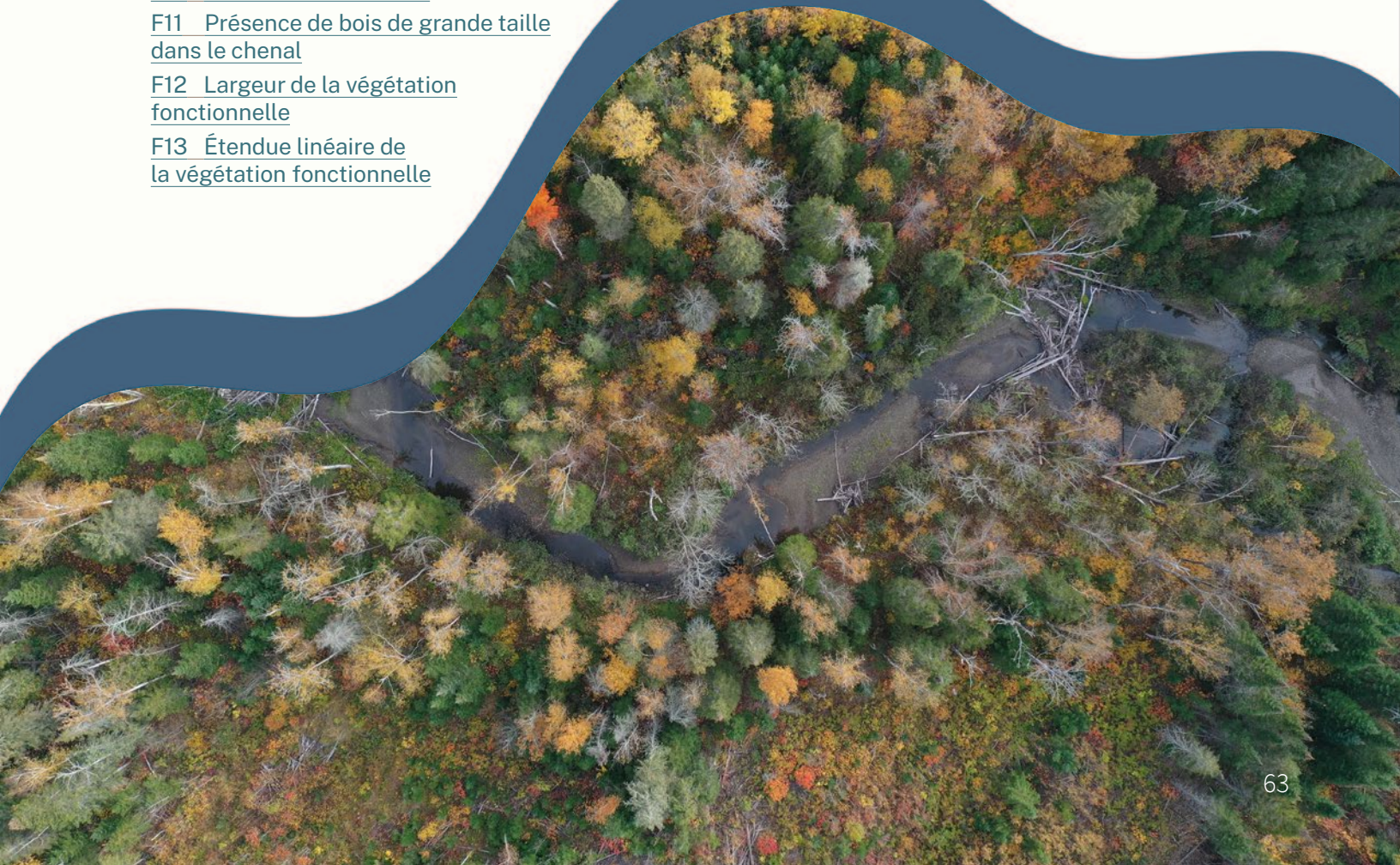
F9 Intégrité de la section transversale

F10 Structure du substrat

F11 Présence de bois de grande taille dans le chenal

F12 Largeur de la végétation fonctionnelle

F13 Étendue linéaire de la végétation fonctionnelle



Les indicateurs de fonctionnalité ciblent **les processus permettant le bon fonctionnement hydrogéomorphologique**. On s'intéresse à l'altération (ou non) de ces processus par les artificialités documentées.

Les 13 indicateurs de fonctionnalités sont les suivants: Continuité longitudinale du transport de sédiments et de bois (F1), Présence d'une plaine alluviale moderne (F2), Connectivité entre le corridor fluvial et les versants (F3), Processus d'érosion des berges (F4), Présence d'un corridor d'érodabilité potentielle (F5), Configuration du lit (F6), Patron en plan (F7), Présence de formes alluviales typiques dans la plaine (F8), Intégrité de la section transversale (F9), Structure du substrat (F10), Présence de bois de grande taille dans le chenal (F11), Largeur de la végétation fonctionnelle (F12) et Étendue linéaire de la végétation fonctionnelle (F13).

C'est pour cette raison que les indicateurs de fonctionnalité ont tous, d'une manière ou d'une autre, leur analogue dans les **indicateurs d'artificialité**. Par exemple, l'indicateur **A12-Gestion de la végétation** est l'analogue des indicateurs **F12** et **F13**. Si les indicateurs de fonctionnalité sont fortement liés aux indicateurs d'artificialité, ils sont plutôt indépendants des indicateurs d'ajustement puisqu'un cours d'eau peut être dans un état différent de son état de référence, mais être néanmoins fonctionnel.

F1

Continuité longitudinale du transport de sédiments et de bois

APPLICATION : TOUTES LES TYPOLOGIES

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION : TÉLÉDÉTECTION ; VALIDATION TERRAIN PRÉFÉRABLE

Cet indicateur caractérise la continuité amont-aval du transit de sédiments (charge de fond) et de bois à travers le tronçon. Cette continuité peut être interrompue par la présence de structures artificielles telles que des barrages, des seuils ou des traverses de cours d'eau. Une structure artificielle peut être présente, mais ne pas nuire de manière significative au transit normal des sédiments et du bois. C'est souvent le cas des traverses de cours d'eau n'ayant pas d'empreinte dans le chenal. Dans le cas d'une structure à la limite entre 2 tronçons, son effet en termes de continuité du transport de sédiments et de bois est évalué pour le tronçon aval. L'importance de l'interception est traduite en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 27.

Les causes naturelles de discontinuité dans le transport de sédiments et de bois ne sont pas considérées par cet indicateur. Ces causes naturelles incluent notamment les lacs, les embâcles de bois/glace et les barrages de castor. En effet, les barrages de castor, s'ils ont a priori un effet d'interception de la charge de fond et du bois comparable à certaines structures artificielles, se distinguent par le caractère temporaire (abandon éventuel de la hutte) et incomplet (apparition sporadique de brèches) de l'interception à l'échelle temporelle à laquelle s'opèrent les ajustements des cours d'eau. De la même façon, les structures analogues aux barrages de castor (pré-barrage) et aux embâcles ne sont pas considérées comme une altération dans l'évaluation de l'indicateur F1 (Pollock et al., 2018; Wheaton et al., 2019).

Tableau 27. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F1

Classes	Choix de réponses	Score
A	Absence ou présence négligeable d'altérations de la continuité du transit de sédiments et de bois. Des structures transversales peuvent être présentes, mais n'empêchent pas le libre passage des sédiments et du bois.	0
B	Légère altération de la continuité du transit de sédiments et de bois. Des formes de déposition indiquent la sédimentation de la charge de fond directement en amont des structures transversales, mais l'interception n'est pas complète. Les plus grandes tailles de bois mort sont interceptées, mais une part importante du bois mort continue de transiter.	3
C	Forte altération de la continuité du transit de sédiments et de bois. Présence d'une forte discontinuité amont-aval des formes de dépôt sédimentaire liée à la forte interception de la charge de fond.	5

F2 Présence d'une plaine alluviale moderne

APPLICATION : COURS D'EAU NON CONFINÉS SEULEMENT

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION : TÉLÉDÉTECTION ; VALIDATION TERRAIN PRÉFÉRABLE

Cet indicateur s'intéresse à la présence, à l'étendue linéaire et à la largeur d'une plaine alluviale moderne⁹ (i.e. *connectée*) et s'applique uniquement aux cours d'eau non confinés. Le chenal peut être déconnecté de sa plaine alluviale par l'ajout de digues/remblais, le recalibrage, le dragage et/ou l'incision. À titre indicatif, une plaine alluviale peut être considérée connectée/moderne si le chenal commence à déborder vers celle-ci à un débit de récurrence inférieure à 2 ans.

La largeur de la plaine alluviale moderne est mesurée sur les 2 berges (Figure 34). Les classes de largeur sont définies au Tableau 28. L'étendue linéaire et la largeur de la plaine alluviale moderne sont traduites en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 29 et illustrés à la Figure 33.

Dans le cas d'un projet de restauration impliquant l'excavation d'une plaine inondable, la plaine inondable considérée peut exceptionnellement être composée de matériel non alluvial tant que l'espace latéral disponible pour le débordement du chenal est suffisant. Comme il s'agit d'une condition à la formation d'une véritable plaine alluviale, le rétablissement d'une véritable plaine alluviale moderne est considéré comme n'étant qu'une question de temps.

De la même façon, pour les cours d'eau à faible pente en tête de bassin versant, la simple possibilité d'inondation vers le replat adjacent au chenal est suffisante pour considérer l'absence d'altération, le matériel en place n'ayant pas besoin d'être d'origine alluviale.

Tableau 28. Tableau croisé pour la détermination des classes de largeur de la plaine alluviale moderne en fonction des caractéristiques du tronçon

Classes de largeur	Largeur de la plaine alluviale moderne (somme des 2 côtés)	
	CHENAL UNIQUE OU ANASTOMOSÉ	DIVAGANT OU À TRESSES
Suffisante	> 2 fois la largeur du chenal	> 1 fois la largeur du chenal
Insuffisante	≤ 2 fois la largeur du chenal	≤ 1 fois la largeur du chenal

⁹ Voir définition complète dans le [Glossaire \(Annexe IV\)](#).

Tableau 29. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F2

Classes	Choix de réponses	Score
A	Présence d'une plaine alluviale moderne plutôt continue (>66% de la longueur) et de largeur suffisante	0
B1	Présence d'une plaine alluviale moderne continue (>66% de la longueur), mais de largeur insuffisante	2
	Présence d'une plaine alluviale moderne discontinue (10 à 66% de la longueur), mais de largeur suffisante	
B2	Présence d'une plaine alluviale moderne discontinue (10 à 66% de la longueur) et de largeur insuffisante	3
C	Absence ou présence négligeable d'une plaine alluviale moderne ($\leq 10\%$ de la longueur peu importe la largeur)	5

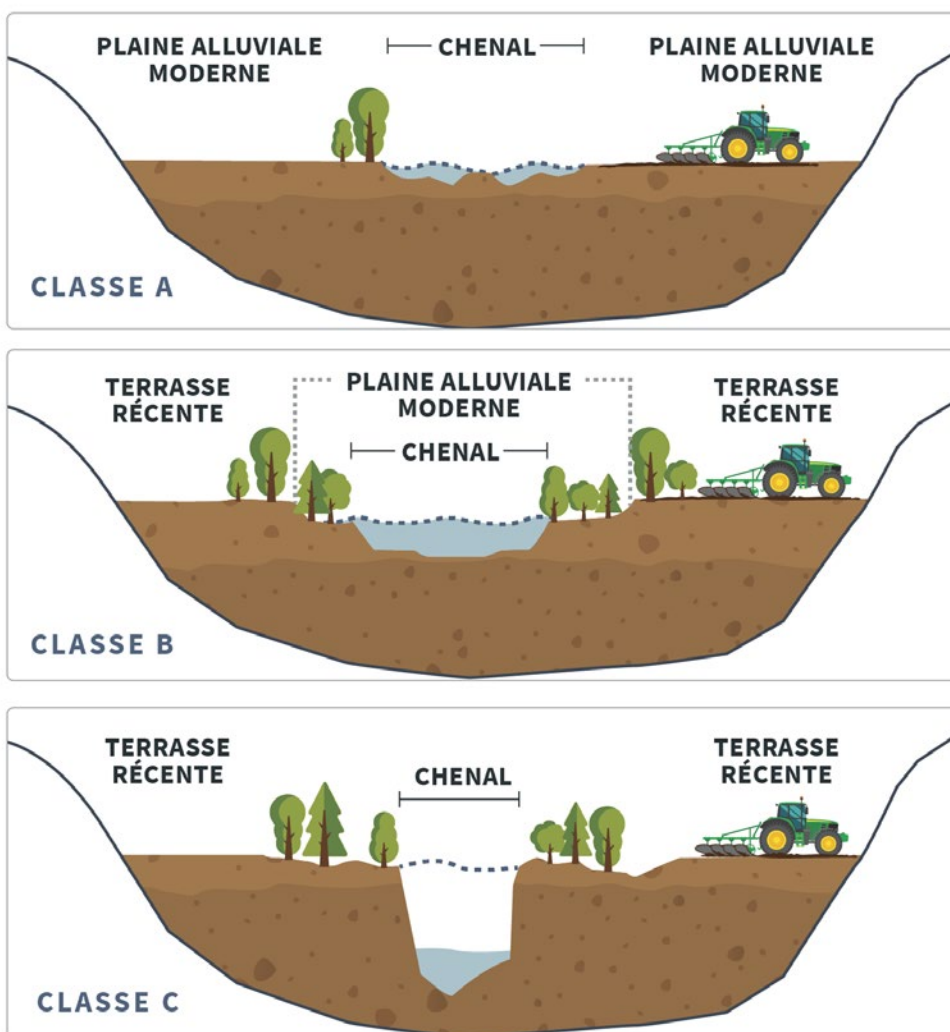


Figure 33. Guide illustré pour l'application de l'indicateur F2 (adaptée de Rinaldi et al., 2016)

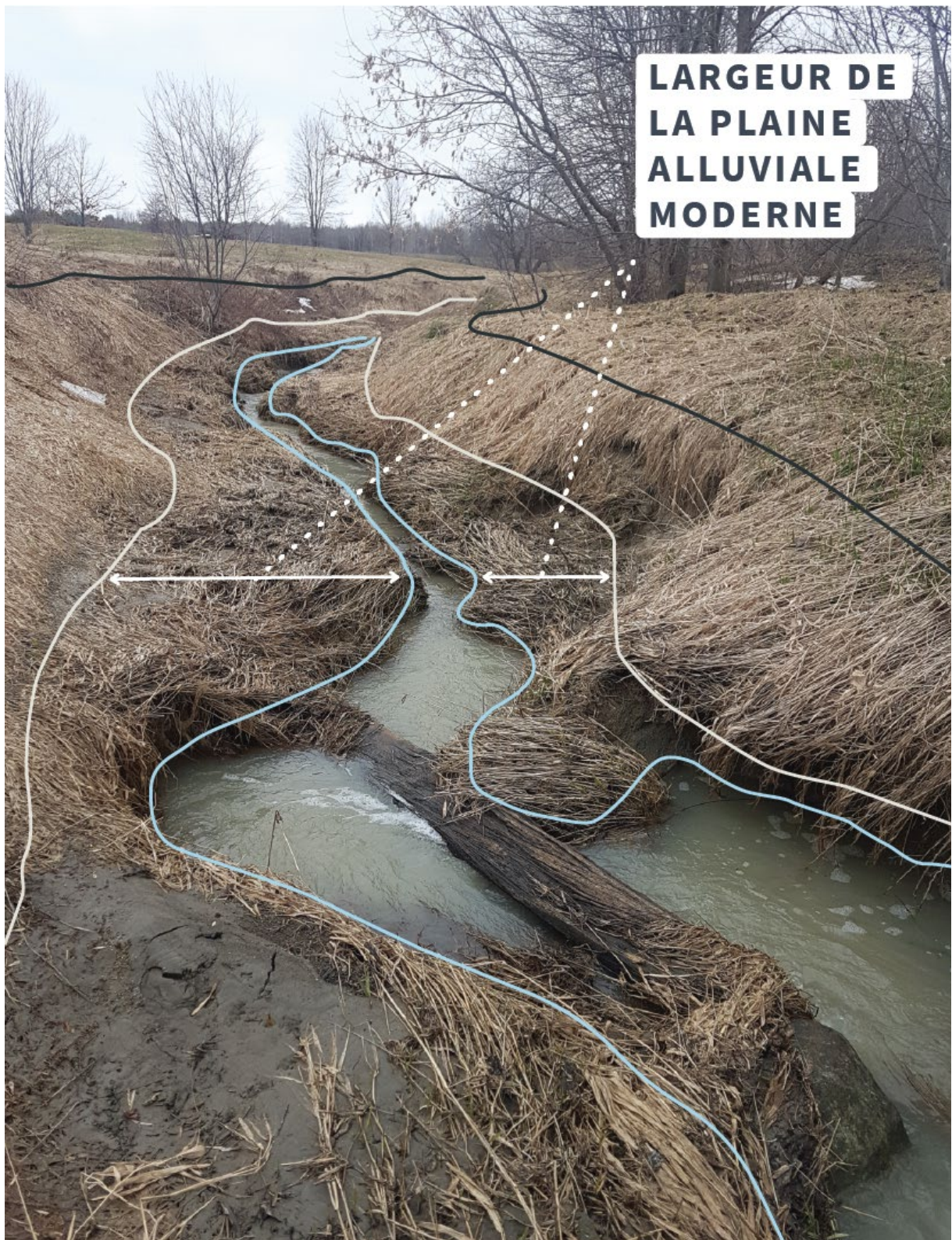


Figure 34. Exemple de cours d'eau incisé en processus d'élargissement (classe B1 ou B2). Limites identifiées : terrasses récentes (noir), plaine alluviale moderne (beige) et chenal (bleu) (© Firme Rivières)

F3

Connectivité entre le corridor fluvial et les versants

APPLICATION : COURS D'EAU CONFINÉS SEULEMENT

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION : TÉLÉDÉTECTION ; VALIDATION TERRAIN PRÉFÉRABLE

Cet indicateur évalue la connectivité entre le corridor fluvial et les versants en termes d'apports en sédiments et en bois. Cet indicateur est analogue aux indicateurs F2 et F4 (appliqués aux cours d'eau non confinés), mais est adapté pour l'application aux cours d'eau confinés. L'évaluation concerne ici strictement les éléments de déconnexion comme les routes ou les terrasses artificielles sur les versants et ce, au sein d'un corridor maximal de 50 mètres de part et d'autre du chenal. Les crêtes constituent la limite du versant et les replats (terrasses ou plateaux) sont exclus du corridor sujet à l'évaluation. La superficie de versants connectés au corridor fluvial est traduite en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 30 et illustrés à la Figure 35.

Tableau 30. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F3

Classes	Choix de réponses	Score
A	Connectivité entre le chenal et les versants sur la majorité du tronçon (>90% de la superficie du corridor évalué)	0
B	Connectivité entre le chenal et les versants sur une portion significative du tronçon (33 à 90% de la superficie du corridor évalué)	3
C	Connectivité entre le chenal et les versants sur une faible portion du tronçon (<33% de la superficie du corridor évalué)	5

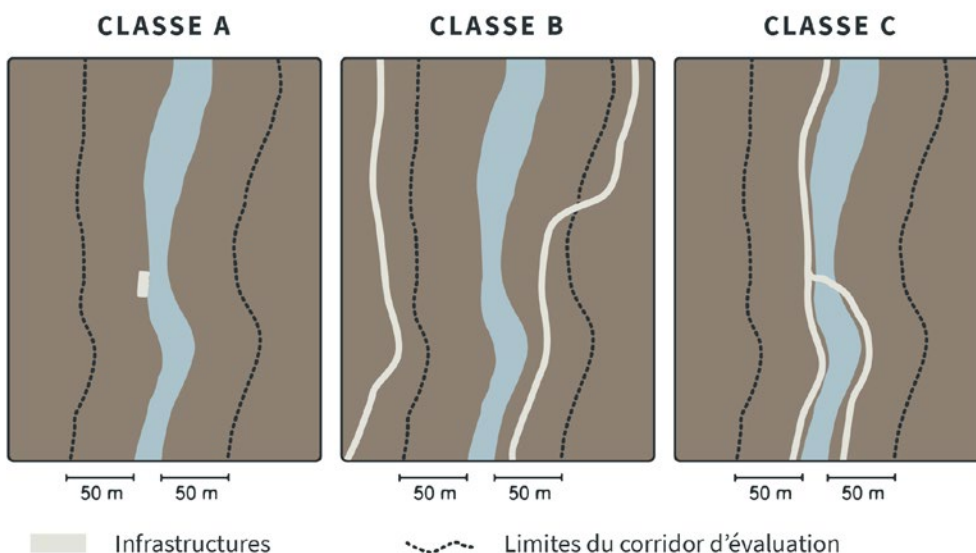


Figure 35.
Guide illustré pour
l'application de
l'indicateur F3

F4

Processus d'érosion des berges

APPLICATION : COURS D'EAU NON CONFINÉS SEULEMENT
EXCLUSION DES COURS D'EAU À FAIBLE ÉNERGIE

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION :
TÉLÉDÉTECTION ; VALIDATION TERRAIN OBLIGATOIRE

Cet indicateur caractérise l'occurrence, l'étendue linéaire, la continuité et la nature du processus d'érosion des berges. L'érosion latérale est essentielle, car elle constitue un apport sédimentaire important contribuant au renouvellement des formes dans le chenal et dans la plaine. L'indicateur F4 cherche à évaluer si le processus d'érosion des berges opère comme attendu pour le style fluvial. Par exemple, un cours d'eau à méandres actifs devrait être sujet à l'érosion sur ses rives concaves (Figure 37). Les structures de protection des berges peuvent diminuer la proportion des berges en érosion. D'autres altérations anthropiques peuvent aussi causer une diminution de la capacité du cours d'eau à éroder ses berges, notamment les seuils qui diminuent localement l'énergie en réduisant la pente. L'étendue linéaire du processus d'érosion et sa répartition sur le tronçon (localisée vs dispersée) sont évaluées. Des valeurs quantitatives sont fournies (Tableau 31) à titre de référence, mais une évaluation rigoureuse devrait reposer sur l'interprétation du taux de berges en érosion en fonction des spécificités du style fluvial du tronçon à l'étude.

Certains processus d'érosion constituent des signes de dysfonctionnement du système fluvial et sont néfastes d'un point de vue écologique. Cela s'exprime typiquement par une érosion verticale, plutôt que latérale (Figure 36). Il est essentiel de faire la distinction entre les deux.

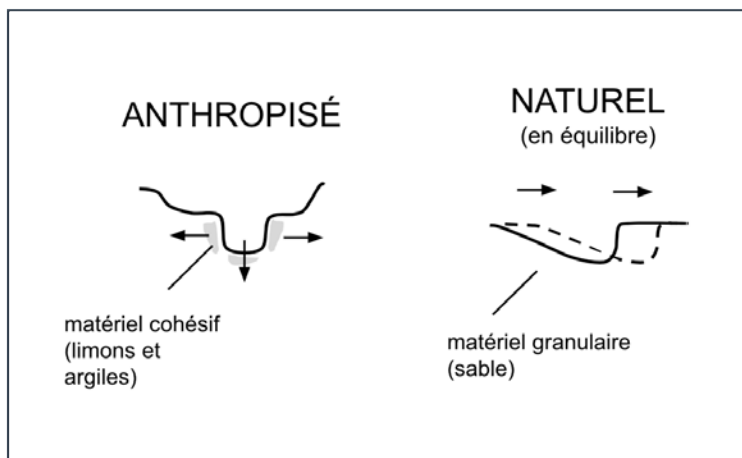


Figure 36.. Érosion dans un cours d'eau naturel versus érosion dans un cours d'eau aménagé

ÉROSION LATÉRALE :

Les cours d'eau naturels sont dynamiques, mais en équilibre. Ils ont la capacité de transporter les sédiments qui leurs sont apportés – pas plus, pas moins. L'érosion se manifeste typiquement latéralement : le chenal est mobile, mais maintient la connectivité avec sa plaine inondable en temps de crue.

ÉROSION VERTICALE :

Certains cours d'eau aménagés en milieu agricole sont affectés par une surabondance d'énergie. Cela est causé par une combinaison cumulative de plusieurs facteurs : déforestation, drainage, assèchement des milieux humides et rectification de cours d'eau, entre autres. L'érosion verticale (régression de fond, incision) se manifeste par un surcreusement du lit et un affaissement des berges par mouvement de masse.

Si l'érosion observée est majoritairement causée par des mouvements de masse associés à une altération anthropique (dragage et/ou incision), la classe est attribuée en fonction de l'ampleur du phénomène.

Cet indicateur ne s'applique pas aux cours d'eau confinés, car l'érosion des berges n'est typiquement pas un processus attendu. L'application de l'indicateur F4 est également exclue pour les cours d'eau à faible énergie (e.g. circulant dans une tourbière), car l'érosion et la mobilité latérale y sont naturellement peu importantes.



Figure 37. Exemple d'érosion latérale tel qu'attendu, i.e. au niveau des rives concaves d'un cours d'eau à méandres actifs (© Firme Rivières)

Tableau 31. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F4

Classes	Choix de réponses	Score
A	L'érosion des berges est cohérente avec ce qui est attendu pour le style fluvial. Occurrence sur une longueur suffisante (>10% de la longueur des berges) et répartie uniformément sur le tronçon (sur > 33 % de la longueur).	0
B	Altération modérée des processus d'érosion. L'un ou l'autre des scénarios suivants : (i) Occurrence sur longueur inférieure à celle attendue ($\leq 10\%$) (ii) Occurrence sur une longueur suffisante, mais concentrée sur une portion limitée du tronçon ($\leq 33\%$) (iii) Présence significative (> 25 % de la longueur des berges) de berges en érosion par mouvement de masse associée à une altération anthropique	2
C	Altération majeure des processus d'érosion des berges. L'un ou l'autre des scénarios suivants : (i) Absence ou occurrence très localisée de berges en érosion ($\leq 2\%$ de la longueur des berges) (ii) Présence majeure (> 50 % de la longueur des berges) de berges en érosion par mouvement de masse associée à une altération anthropique	3

F5 Présence d'un corridor d'érodabilité potentielle

APPLICATION : COURS D'EAU NON CONFINÉS SEULEMENT

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION : TÉLÉDÉTECTION

Cet indicateur évalue le potentiel de mobilité latérale du chenal. Les cours d'eau confinés sont exclus d'application, car ils sont, par définition, physiquement confinés par les versants, donc hors d'un corridor érodable (absence de plaine alluviale). Les cours d'eau à faible énergie sont soumis à l'évaluation de l'indicateur F5 malgré la faible capacité érosive de ces cours d'eau.

L'évaluation est basée sur l'étendue linéaire et la largeur du corridor potentiel érodable, c'est-à-dire exempt de structures telles que des enrochements, des murets, des bâtiments et des routes asphaltées par exemple. Les infrastructures telles que les chemins non asphaltés et les champs agricoles ne sont pas considérées comme limitantes au potentiel d'érosion. Le Tableau 32 présente les classes de largeur à utiliser pour l'attribution de la classe. Si la largeur du corridor d'érodabilité correspond à l'entièreté de la plaine alluviale, la classe A est automatiquement attribuée. L'étendue linéaire et la largeur du corridor d'érodabilité potentielle sont traduites en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 33 et illustrés à la Figure 38.

Tableau 32. Tableau croisé pour la détermination des classes de largeur du corridor d'érodabilité potentielle en fonction des caractéristiques du tronçon

Classes de largeur	Largeur du corridor d'érodabilité potentielle (somme des 2 côtés)	
	CHENAL UNIQUE OU ANASTOMOSÉ	DIVAGANT OU À TRESSES
Suffisante	>2 fois la largeur du chenal	>1 fois la largeur du chenal
Insuffisante	≤2 fois la largeur du chenal	≤1 fois la largeur du chenal

Tableau 33. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F5

Classes	Choix de réponses	Score
A	Corridor d'érodabilité potentielle de forte continuité (>66% de la longueur) et de largeur suffisante	0
B	Altération modérée des processus d'érosion. L'un ou l'autre des scénarios suivants : (i) Corridor d'érodabilité potentielle de continuité modérée (33 à 66% de la longueur), peu importe la largeur (ii) Corridor d'érodabilité potentielle de forte continuité (>66% de la longueur), mais de largeur insuffisante	2
C	Corridor d'érodabilité potentielle de faible continuité (≤33% de la longueur), peu importe la largeur	3

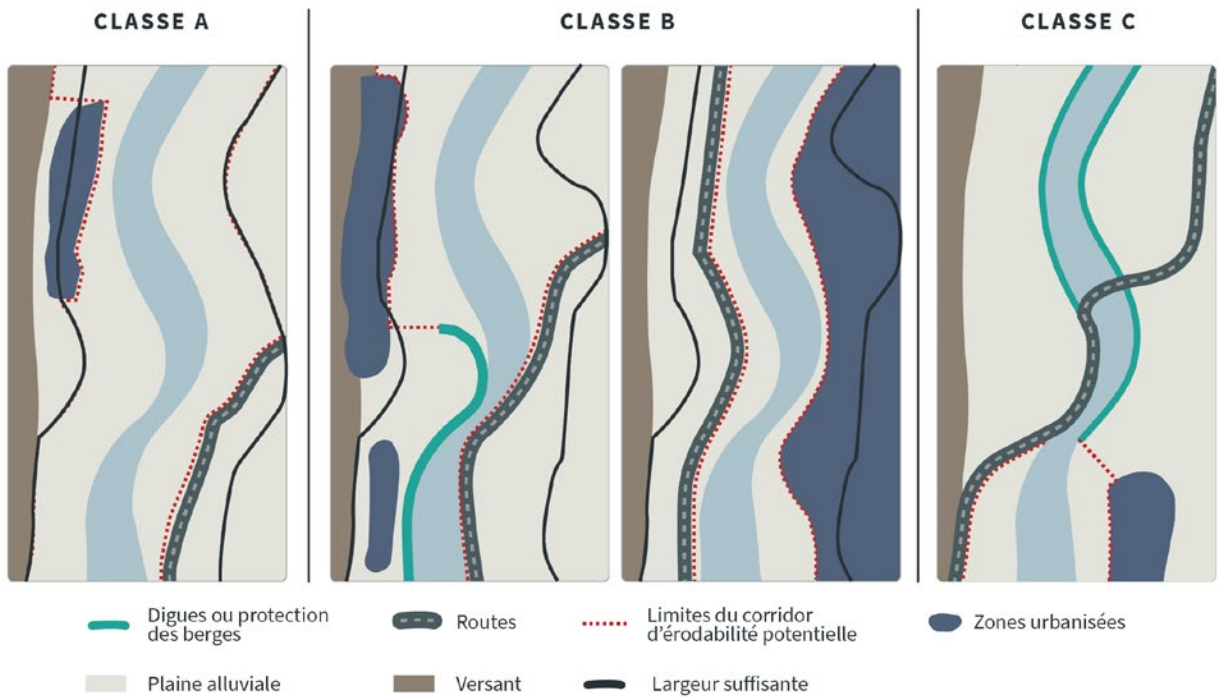


Figure 38. Guide illustré pour l'application de l'indicateur F5 (adapté de Rinaldi et al., 2016)

F6 Configuration du lit

APPLICATION : COURS D'EAU ALLUVIAUX CONFINÉS À CHENAL UNIQUE SEULEMENT

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION :
TÉLÉDÉTECTION ; VALIDATION TERRAIN OBLIGATOIRE

Cet indicateur caractérise la cohérence de la configuration du lit (sa morphologie) par rapport à la pente moyenne de la vallée. L'indicateur F6 s'applique uniquement aux cours d'eau alluviaux confinés à chenal unique et est analogue à l'[indicateur F7](#) qui s'applique pour les autres typologies. L'évaluation est basée sur l'étendue linéaire des incohérences entre la configuration du lit observée et celle attendue selon la pente moyenne de la vallée. L'étendue linéaire présentant une configuration cohérente est traduite en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 35.

Les structures transversales peuvent réduire localement la pente d'énergie (Figure 39) et donc, engendrer une reconfiguration du lit vers un patron incohérent avec la pente moyenne de la vallée. Le Tableau 34 sert de référence pour les intervalles typiques de pente associés aux différentes configurations du lit. Les différentes configurations sont illustrées par les Figures 40 à 43.

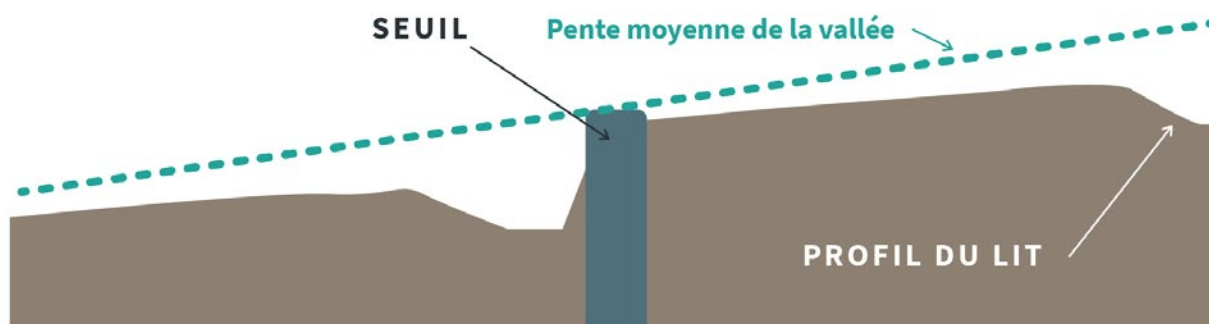


Figure 39. Illustration de l'effet d'un seuil sur la pente locale (adaptée de Rinaldi et al., 2016)

Tableau 34. Tableau croisé pour la détermination des classes de largeur du corridor d'érodabilité potentielle en fonction des caractéristiques du tronçon

CONFIGURATION	SUBSTRAT DOMINANT	INTERVALLE DE PENTE (M/M)
DUNES ET RIDES	Sable et gravier fin	≤ 0.002
SEUILS ET MOUILLES	Gravier et galets	≤ 0.02
LIT PLAT	Galets et gravier	0.01 à 0.04
MARCHES ET CUVETTES OU CASCADE	Blocs et galets	> 0.03



Figure 40. Exemples de configuration en cascade (©Firme Rivières et LERGA-UQAC)

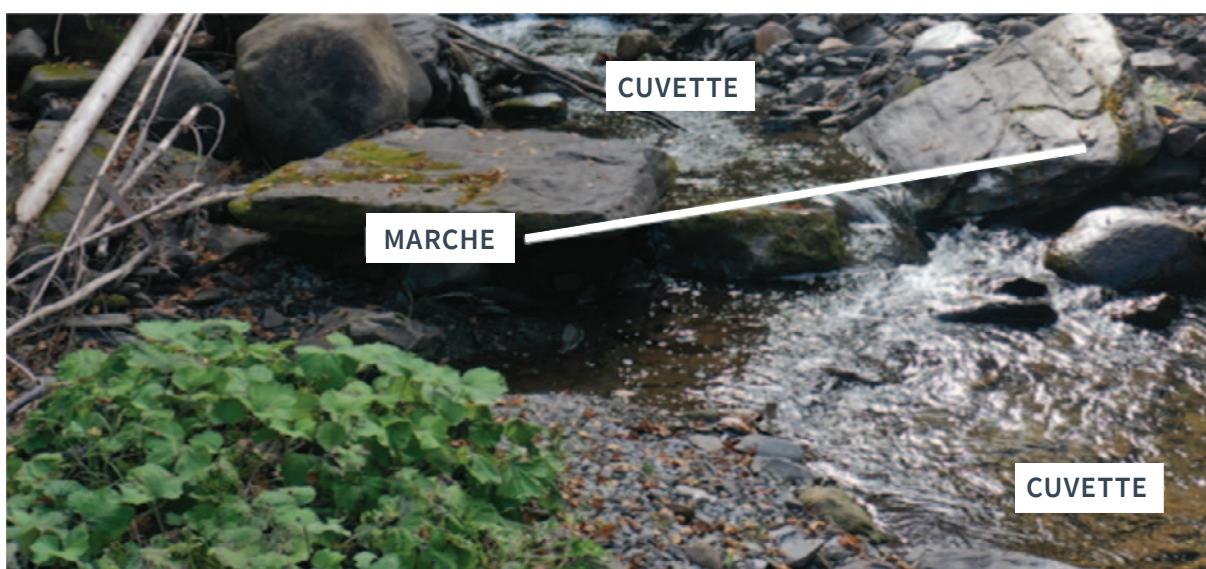


Figure 41. Exemples de configuration marches/cuvettes (©Firme Rivières)

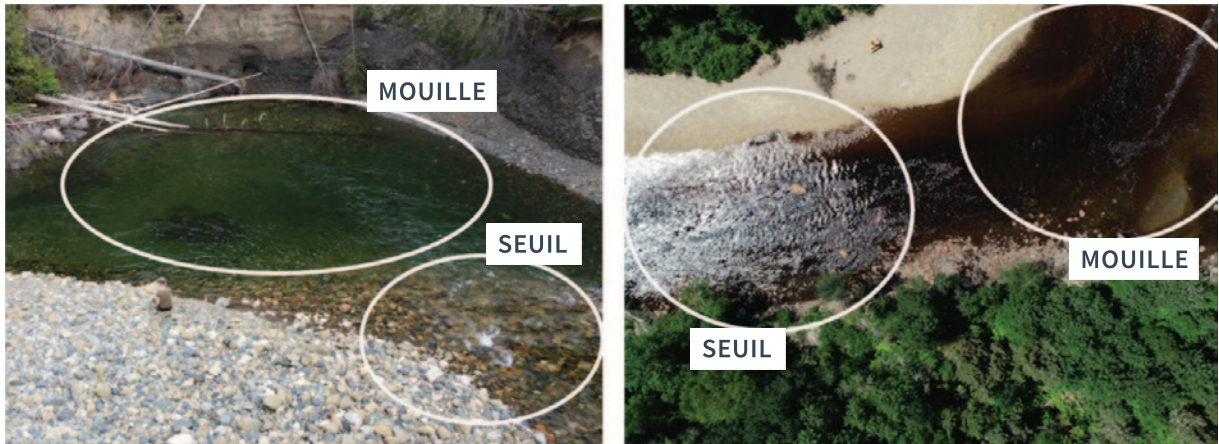


Figure 42. Exemples de configuration seuils/mouilles (©LERGA-UQAC)



Figure 43. Exemple de configuration dunes/rides; les rides sont des micro-formes similaires aux dunes qui peuvent se retrouver entre les dunes (© LERGA-UQAC). Il s'agit d'un contexte où F6 ne serait pas

Tableau 35. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F6

Classes	Choix de réponses	Score
A	Les formes observées sur le lit sont cohérentes avec la configuration attendue pour la pente moyenne de la vallée sur > 66% de la longueur du tronçone	0
B	Les formes observées sur le lit sont cohérentes avec la configuration attendue pour la pente moyenne de la vallée sur 33 à 66% de la longueur du tronçon	3
C	Les formes observées sur le lit sont cohérentes avec la configuration attendue pour la pente moyenne de la vallée sur < 33% de la longueur du tronçon	5

F7

Patron en plan

APPLICATION : TOUTES LES TYPOLOGIES

À L'EXCEPTION DES COURS D'EAU ALLUVIAUX CONFINÉS À CHENAL UNIQUE

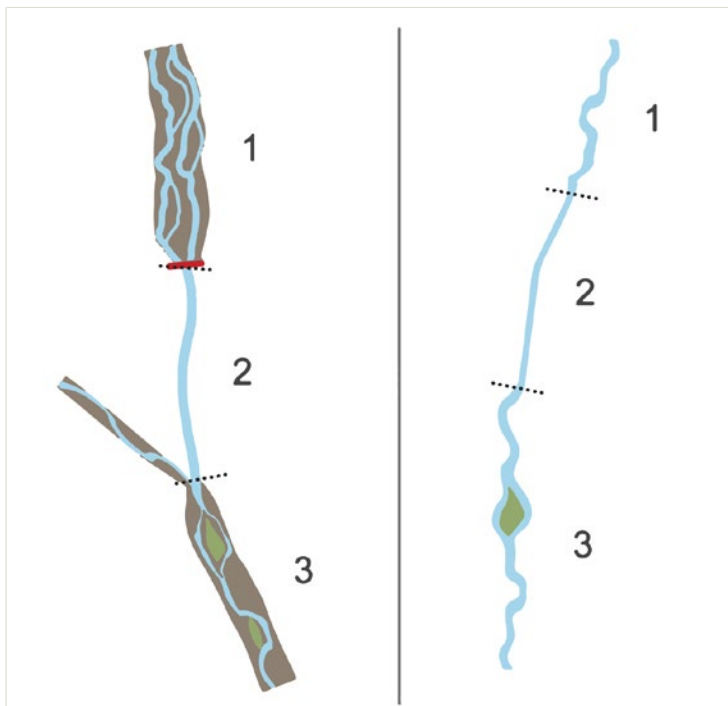
MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION :

TÉLÉDÉTECTION ; VALIDATION TERRAIN PARFOIS NÉCESSAIRE

Cet indicateur s'intéresse au patron en plan, aux unités géomorphologiques dans le chenal et à la variabilité de la largeur le long du tronçon (voir exemple à la Figure 45). Il est analogue à l'[indicateur F6](#), mais s'applique aux cours d'eau dont le patron en plan n'est pas imposé par les versants. La longueur altérée est traduite en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 36 et illustrés à la Figure 47.

Lorsque le tronçon n'est altéré que sur une portion de sa longueur, l'évaluation utilise la portion non altérée comme référence (Figure 44). Rappelons ici l'importance d'une bonne segmentation pour assurer l'homogénéité le long du tronçon.

Toutefois, lorsque l'altération concerne l'entièreté du tronçon, l'évaluation n'est pas aussi simple et nécessite de procéder avec nuance – particulièrement lorsque les tronçons adjacents sont aussi altérés. L'état de référence ne doit effectivement pas être considéré comme une configuration fluviale précise, mais plutôt comme un éventail d'unités géomorphologiques cohérentes avec le contexte dans lequel se trouve le tronçon.



Ainsi, on considère comme altérées les morphologies complètement hors contexte. Les modifications du patron en plan, des unités géomorphologiques et de la largeur du chenal associées à la présence d'un barrage de castor (ou de structures analogues), ne sont pas considérées comme des altérations (Figure 46).

Figure 44. Illustration de tronçons altérés (#2), les morphologies y sont hors contexte par rapport aux tronçons de référence (#1 et #3) (adaptée de Rinaldi et al., 2016)



Figure 45. Exemple d'altération du patron en plan en lien avec la présence de ponceaux
Service d'imagerie du Gouvernement du Québec, 2020)



Figure 46. Exemple de barrages de castor aux effets morphologiques similaires à certaines structures anthropiques sur le patron en plan (voir Figure 45); ici, l'identification du barrage de castor comme cause fait en sorte que F7 demeure en classe A (@LERGA-UQAC)

Tableau 36. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F7

Classes	Choix de réponses	Score
A	Absence ou présence négligeable ($\leq 5\%$ de la longueur) d'altération des unités géomorphologiques dans le chenal et de la largeur de celui-ci par rapport à ce qui est attendu pour le style fluvial	0
B	Altération sur une portion limitée ($\leq 33\%$ de la longueur) des unités géomorphologiques dans le chenal et de la largeur de celui-ci par rapport à ce qui attendu pour le style fluvial	3
C	Altération sur une portion importante ($> 33\%$ de la longueur) des unités géomorphologiques dans le chenal et de la largeur de celui-ci par rapport à ce qui attendu pour le style fluvial	5

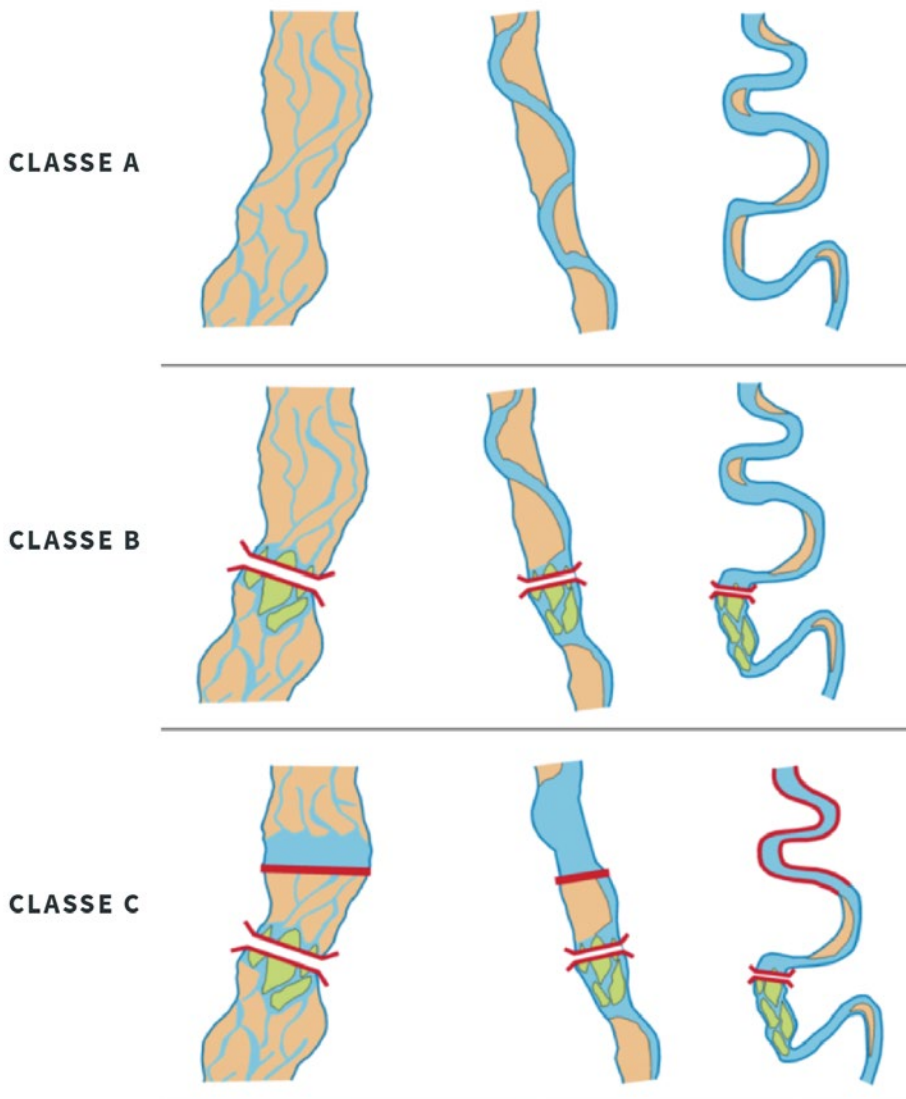


Figure 47. Guide illustré pour l'application de l'indicateur F7 (adaptée de Rinaldi et al., 2016).

F8

Présence de formes alluviales typiques dans la plaine

APPLICATION : COURS D'EAU NON CONFINÉS SEULEMENT

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION :

TÉLÉDÉTECTION ; VALIDATION TERRAIN PRÉFÉRABLE

Cet indicateur caractérise la présence de formes alluviales dans la plaine d'un cours d'eau. La présence de traces laissées dans la plaine en lien avec la mobilité latérale et les inondations passées du cours d'eau est effectivement attendue. L'absence d'unités géomorphologiques dans la plaine est généralement liée à l'occupation du sol et est considérée comme une altération. Les formes fluviales attendues varient en fonction du contexte et du style fluvial, mais peuvent inclure entre autres des méandres abandonnés, des chenaux secondaires et des chenaux de débordement.

Dans le cas des cours d'eau à faible pente en tête de bassin versant, l'hétérogénéité du terrain est considérée comme une présence suffisante de formes dans la plaine (inondable) même s'il n'est pas possible d'identifier des unités géomorphologiques précises.

La plaine alluviale considérée est entendue au sens large (comme pour la [détermination de la classe de confinement](#)) pour l'application de l'indicateur F8 – c'est-à-dire en incluant les terrasses récentes –, mais un traitement différencié est opéré en fonction de la localisation des formes au sein d'une plaine alluviale moderne ou bien de terrasses récentes. En effet, pour que les formes alluviales puissent remplir leurs fonctions pleinement, elles doivent rester connectées au cours d'eau en période de crue. L'élévation des unités géomorphologiques par rapport à l'élévation du chenal permet d'évaluer cette connectivité. Les principales causes de déconnexion sont le dragage et l'incision. L'outil par excellence pour l'évaluation de l'indicateur F8 est le LiDAR.

Les critères de présence et de connexion des formes alluviales dans la plaine sont traduits en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 37 et illustrés à la Figure 49.



Figure 48. Exemples de formes alluviales typiques dans la plaine (© Firme Rivières)

Tableau 37. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F8

Classes	Choix de réponses	Score
A	Présence relativement continue (>50%) dans la plaine de formes alluviales connectées typiques pour le style fluvial	0
B1	Présence dans la plaine de formes alluviales connectées typiques pour le style fluvial, mais réparties sur $\leq 50\%$ de la plaine	1
B2	Présence dans la plaine de formes alluviales déconnectées (perchées) typiques pour le style fluvial	2
C	Absence de formes alluviales dans la plaine	3

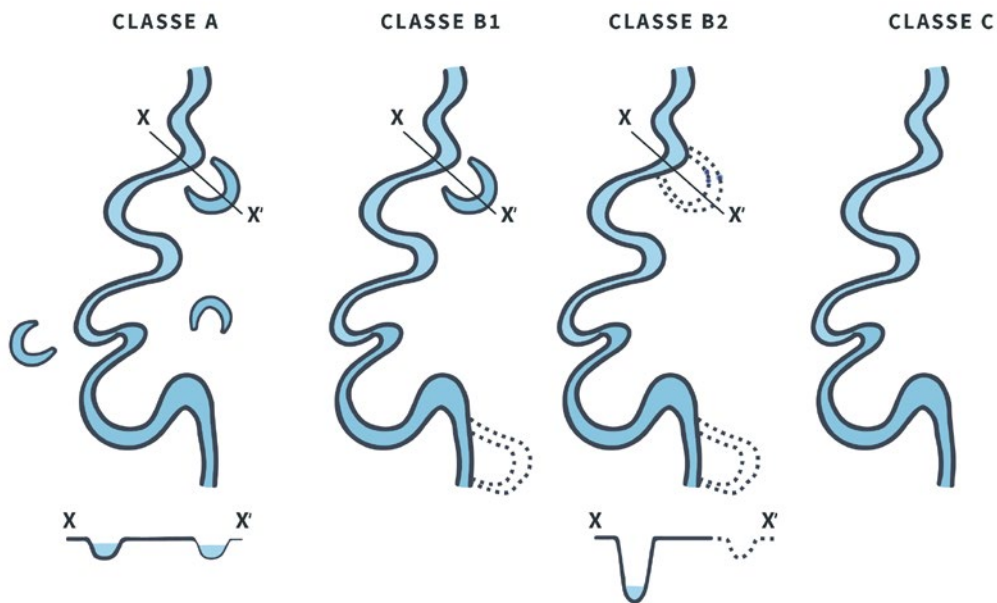


Figure 49. Guide illustré pour l'application de l'indicateur F8 (adaptée de Rinaldi et al., 2016)

F9

Intégrité de la section transversale

APPLICATION : TOUTES LES TYPOLOGIES

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION :

TÉLÉDÉTECTION ; VALIDATION TERRAIN OBLIGATOIRE

Cet indicateur s'intéresse à la variabilité naturelle de la section transversale du cours d'eau. Il s'agit d'évaluer si la section transversale a subi une altération en lien avec une activité anthropique (protection contre l'érosion des berges, interventions mécaniques dans le chenal, ajustement du chenal lié à une cause anthropique) par rapport à la variabilité naturelle attendue pour le style fluvial. Évidemment, une section transversale qui présente naturellement peu de variabilité, n'est pas considérée comme altérée. Dans le cas des cours d'eau à faible énergie, la variabilité est évaluée davantage en termes de macrophytes aquatiques émergents et de bancs d'accumulation végétalisés, car ces éléments contribuent de manière importante à l'hétérogénéité structurelle de ces cours d'eau dont l'hétérogénéité des formes sédimentaires est généralement naturellement plus faible. L'exemple le plus explicite concerne l'impact du dragage sur la forme du cours d'eau (Figure 50).

L'évaluation de l'indicateur F9 se fait nécessairement sur le terrain. Si l'altération concerne uniquement un des 2 côtés du chenal, le calcul est réalisé en utilisant la somme des 2 berges comme longueur totale et en additionnant les altérations sur chacune des berges. La longueur d'altération est traduite en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 38 et illustrés à la Figure 51.

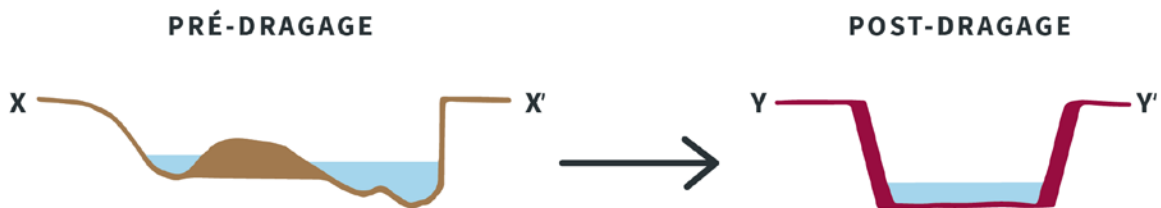


Figure 50. Représentation schématique des effets du dragage sur la section transversale (adaptée de Rinaldi et al., 2013)

Tableau 38. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F9

Classes	Choix de réponses	Score
A	Absence ou présence négligeable ($\leq 5\%$ de la longueur) d'altération de la variabilité transversale naturelle	0
B	Présence d'altération de la variabilité transversale naturelle sur une portion limitée ($\leq 33\%$ de la longueur)	3
C	Présence d'altération de la variabilité transversale naturelle sur une portion importante ($> 33\%$ de la longueur)	5

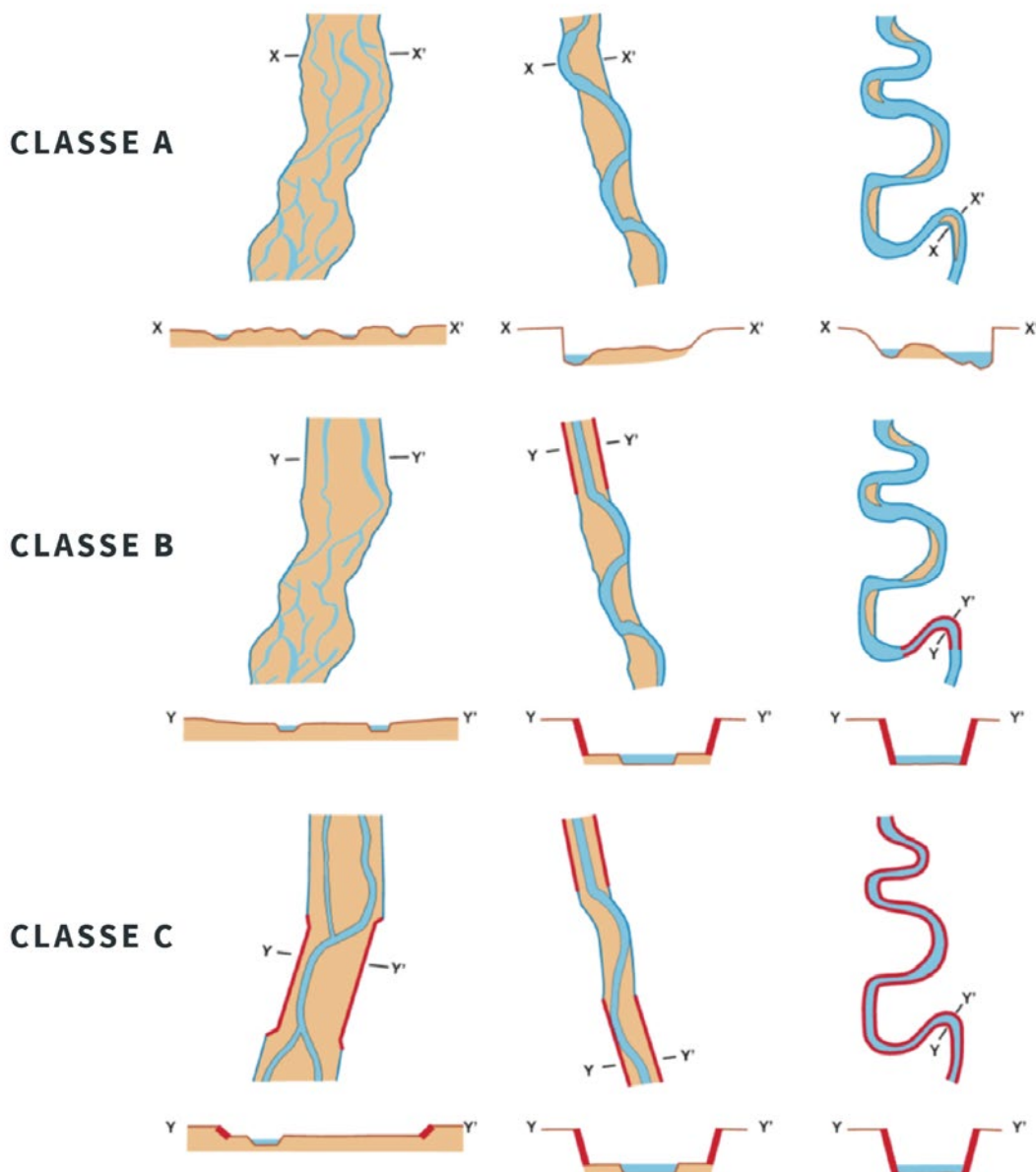


Figure 51. Guide illustré pour l'application de l'indicateur F9 (adaptée de Rinaldi et al., 2016)






F10

Structure du substrat

APPLICATION : TOUTES LES TYPOLOGIES À L'EXCEPTION DES COURS D'EAU OÙ L'OBSERVATION DU LIT EST IMPOSSIBLE

MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION :
VALIDATION TERRAIN OBLIGATOIRE

Cet indicateur caractérise la structure du substrat du lit. Il s'agit d'évaluer si le substrat constituant le lit est altéré par rapport à sa composition attendue. Les altérations considérées sont :

-  Le colmatage interstitiel : comblement des interstices du substrat naturel par des sédiments fins.
-  L'enfouissement : recouvrement du substrat naturel qui n'est plus visible) par des sédiments fins.
-  Le pavage consolidé : dépouillement des sédiments les plus fins composant la charge de fond du cours d'eau.
-  L'affleurement de matériel non alluvial : exposition de matériel non alluvial (roche-mère ou argile) associée à l'incision.
-  La présence d'un revêtement artificiel (A9).

Ces altérations sont traduites en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 39.



Figure 52. Exemple de colmatage interstitiel et d'enfouissement du substrat par des sédiments fins (© Firme Rivières)

Tableau 39. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F10

Classes	Choix de réponses	Score
A	Composition naturelle du lit (absence de colmatage interstitiel ou de pavage consolidé)	0
B	Altération superficielle de la composition naturelle du lit (colmatage interstitiel ou de pavage consolidé si applicable) sur $\leq 50\%$ de la longueur	2
C1	(i) Altération superficielle de la composition naturelle du lit (colmatage interstitiel ou de pavage consolidé si applicable) sur $> 50\%$ de la longueur OU (ii) Enfouissement du substrat naturel par des sédiments fins sur $\leq 50\%$ de la longueur OU (iii) Présence de matériel non alluvial (affleurement roche-mère/argile ou revêtement artificiel) sur $\leq 33\%$ de la longueur	5
C2	(i) Enfouissement du substrat naturel par des sédiments fins sur $> 50\%$ de la longueur OU (ii) Présence de matériel non alluvial (affleurement roche-mère /argile ou revêtement artificiel) sur $> 33\%$ de la longueur	6

F11

Présence de bois de grande taille dans le chenal

**APPLICATION : TOUTES LES TYPOLOGIES,
EXCLUSION SI ABSENCE NATURELLE DE VÉGÉTATION ARBORÉE**

**MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION :
VISITE TERRAIN **OBLIGATOIRE****

Cet indicateur s'intéresse au bois de grande taille dans le chenal. Il est analogue à l'[indicateur A11](#). Les mêmes seuils de tailles (diamètre > 10cm et longueur > 1 m) sont applicables comme critères de contribution structurelle significative à la complexité des patrons d'écoulement et à la diversité des formes fluviales dans le chenal. L'indicateur F11 s'attarde strictement à la présence du bois de grande taille, et donc ignore la manière dont il est organisé dans le chenal (sous forme d'embâcles et de barrages de castor par exemple) à cause de la variabilité inhérente de cette organisation dans le milieu naturel. La longueur caractérisée par une présence significative de bois mort (Figure 53) est traduite en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 40.

Les causes naturelles limitant le recrutement en bois concernent l'absence de végétation arborescente et incluent notamment un climat froid ou alpin et des conditions physiographiques particulières et défavorables aux espèces ligneuses. L'indicateur F11 n'est donc pas appliqué dans ces situations. Les cycles de feux induisent une variabilité naturelle dans les apports de bois vers le cours d'eau qui ne devrait jamais être traitée comme une altération.

L'absence de bois mort de grande taille dans le chenal (Figure 54) peut ne pas être considérée comme une altération si le tronçon est identifié comme un tronçon de transport pour le bois. La classe A est attribuée dans ce cas particulier. Pour être considéré comme tel, le tronçon doit être :





-  **Large** (largeur du chenal > hauteur moyenne des arbres)
-  **Profond** (profondeur plein bord moyenne > diamètre moyen des arbres)
-  **Composé de peu d'éléments ayant le potentiel d'intercepter le bois** (îlots centraux, blocs, etc.)
-  Ou ayant une **puissance spécifique très élevée** (Boivin, 2016)

Tableau 40. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F11

Classes	Choix de réponses	Score
A	Présence significative de bois mort de grande taille sur toute la longueur	0
B	Absence ou présence négligeable de bois mort de grande taille sur $\leq 50\%$ de la longueur	2
C	Absence ou présence négligeable de bois mort de grande taille sur $> 50\%$ de la longueur	3



Figure 53. Exemple de tronçon avec présence significative de bois mort de grande taille (© LERGA-UQAC)



Figure 54. Exemple de tronçon exempt de bois mort de grande taille (© Firme Rivières)

F12

Largeur de végétation fonctionnelle

**APPLICATION : TOUTES LES TYPOLOGIES,
EXCLUSION SI ABSENCE NATURELLE DE VÉGÉTATION ARBORÉE**

**MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION :
TÉLÉDÉTECTION ET DONNÉES ; VISITE TERRAIN PRÉFÉRABLE**

Cet indicateur caractérise la largeur du corridor de végétation fonctionnelle connectée au cours d'eau. La végétation considérée est celle qui, sans égard aux espèces spécifiques présentes, possède une diversité fonctionnelle jugée normale dans le contexte et connectée au chenal. Dans la majorité des cas, un couvert forestier avec strates herbacées, arbustives et arborées est considéré pleinement fonctionnel. Ainsi, les plantations forestières commerciales et les colonies d'espèces exotiques envahissantes à recouvrement majoritaire sont considérées comme partiellement fonctionnelles et comptent à 50% dans le calcul de largeur. Selon le cas, les colonies à recouvrement majoritaire d'espèces exotiques envahissantes dont les effets morphologiques sont documentés (*e.g. la renouée du Japon, voir Matte et al., 2022*) peuvent être considérées comme non fonctionnelles. Les plantations commerciales fortement aménagées de végétation arborée (*un verger par exemple*) sont considérées comme non fonctionnelles, donc exclues du calcul de largeur.

Pour être considérée par l'indicateur F12, la végétation fonctionnelle doit aussi être connectée (possibilité d'interaction) aux processus géomorphologiques concernés : les inondations, l'érosion et l'accumulation sédimentaire. Les éléments de déconnexion sont principalement les digues artificielles – incluant l'incision marquée telle que définie pour l'[indicateur A7](#) – et les routes.

À noter : malgré le fait que l'[indicateur A12](#) (gestion de la végétation) soit analogue aux indicateurs F12 et F13 (largeur et étendue linéaire de la végétation fonctionnelle), le critère de connexion pour F12 et F13 fait en sorte que l'absence d'intervention sur la végétation (A12 en classe A) n'implique pas automatiquement l'absence de dégradation dans F12 et F13. Par exemple, un cours d'eau récemment déconnecté par incision dont la plaine alluviale – terrasse récente – est entièrement recouverte d'une végétation pleinement fonctionnelle, se voit attribuer la classe A pour A12 et la classe C pour F12 et F13.

La largeur utilisée pour l'évaluation de F12 est la moyenne des largeurs ponctuelles mesurées (somme des 2 berges). Le corridor d'évaluation inclut les îlots centraux et la plaine alluviale récente (non confinés) ou les versants (confinés).

Pour les cours d'eau non confinés, les limites du corridor d'évaluation sont définies par l'étendue de la plaine alluviale moderne. Pour les cours d'eau confinés, les limites du corridor d'évaluation sont définies par les versants, mais limitées à un maximum de 50 m de chaque côté. Les classes de largeur sont définies au Tableau 41 et traduites en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 42. Si la largeur du corridor de végétation fonctionnelle correspond à l'entièreté de la plaine alluviale, la classe A est attribuée, peu importe la largeur dudit corridor.

Tableau 41. Tableau croisé pour la détermination de la classe de largeur du corridor de végétation fonctionnelle connectée en fonction des caractéristiques du tronçon

Classes	Largeur du corridor d'érodabilité potentielle (somme des 2 côtés)		
	NON CONFINÉ		CONFINÉ <i>(corridor de 50 m de largeur dans les versants de chaque côté du cours d'eau)</i>
	Chenal unique ou anastomosé	Divagant ou à tresses	
LARGE	>2 fois la largeur du chenal	> 1 fois la largeur du chenal	>90 % de la largeur moyenne du corridor
MODÉREMENT LARGE	0.5 à 2 fois la largeur du chenal	0.5 à 1 fois la largeur du chenal	33 à 90 % de la largeur moyenne du corridor
ÉTROIT	≤0.5 fois la largeur du chenal		≤33 % de la largeur moyenne du corridor

Tableau 42. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F12

Classes	Choix de réponses	Score
A	Corridor large de végétation fonctionnelle connectée	0
B	Corridor modérément large de végétation fonctionnelle connectée	2
C	Corridor étroit de végétation fonctionnelle connectée	3

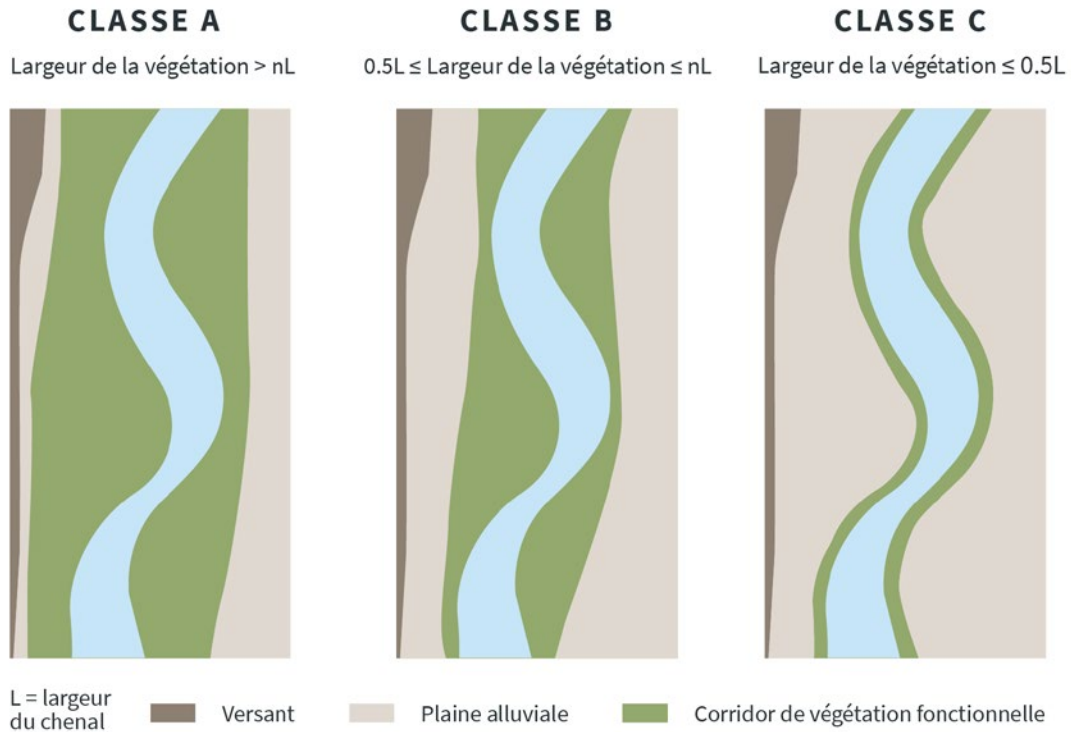


Figure 55. Guide illustré pour l'application de l'indicateur F12 à un cours d'eau non confiné (adaptée de Rinaldi et al., 2016)

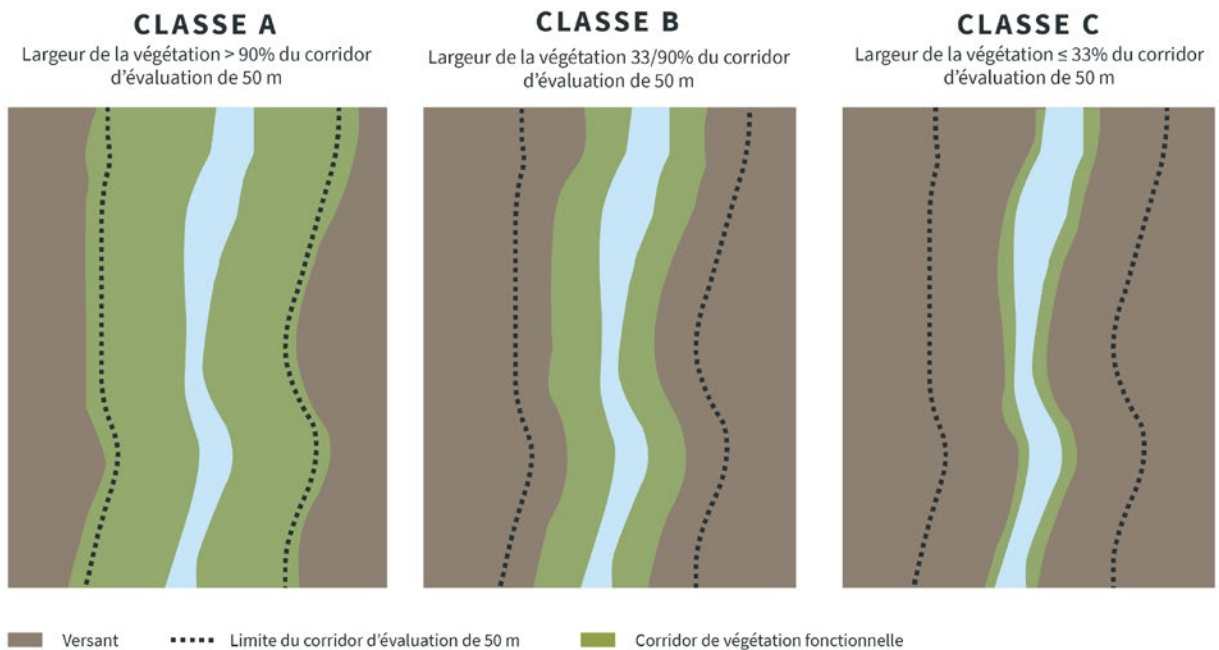


Figure 56. Guide illustré pour l'application de l'indicateur F12 à un cours d'eau confiné (adaptée de Rinaldi et al., 2016)

F13

Étendue linéaire de la végétation fonctionnelle

**APPLICATION : TOUTES LES TYPOLOGIES,
EXCLUSION SI ABSENCE NATURELLE DE VÉGÉTATION ARBORÉE**

**MÉTHODES POSSIBLES D'ÉVALUATION :
TÉLÉDÉTECTION ET DONNÉES ; VALIDATION TERRAIN PRÉFÉRABLE**

Cet indicateur mesure l'étendue linéaire de la végétation fonctionnelle connectée. Les critères de détermination de la fonctionnalité et de la connectivité de la végétation sont les mêmes que pour l'indicateur F12. L'indicateur F13 est complémentaire à F12 en évaluant la présence de la végétation à l'interface avec le chenal. Contrairement à [F12](#), les îlots centraux ne sont pas considérés dans le calcul de F13. Le coefficient de fonctionnalité partielle (50 %) de la végétation est également appliqué dans le cas des plantations commerciales et des colonies à recouvrement majoritaires d'espèces exotiques envahissantes, mais cette fois-ci sur la longueur.

L'étendue linéaire de végétation fonctionnelle est traduite en classes par l'entremise de choix de réponses présentés au Tableau 43 et illustrés à la Figure 57.

Tableau 43. Choix de réponses pour la détermination de la classe de l'indicateur F13

Classes	Choix de réponses	Score
A	Végétation fonctionnelle connectée sur >90 % de la longueur	0
B	Végétation fonctionnelle connectée sur 33 à 90 % de la longueur	3
C	Végétation fonctionnelle connectée sur ≤33 % de la longueur	5

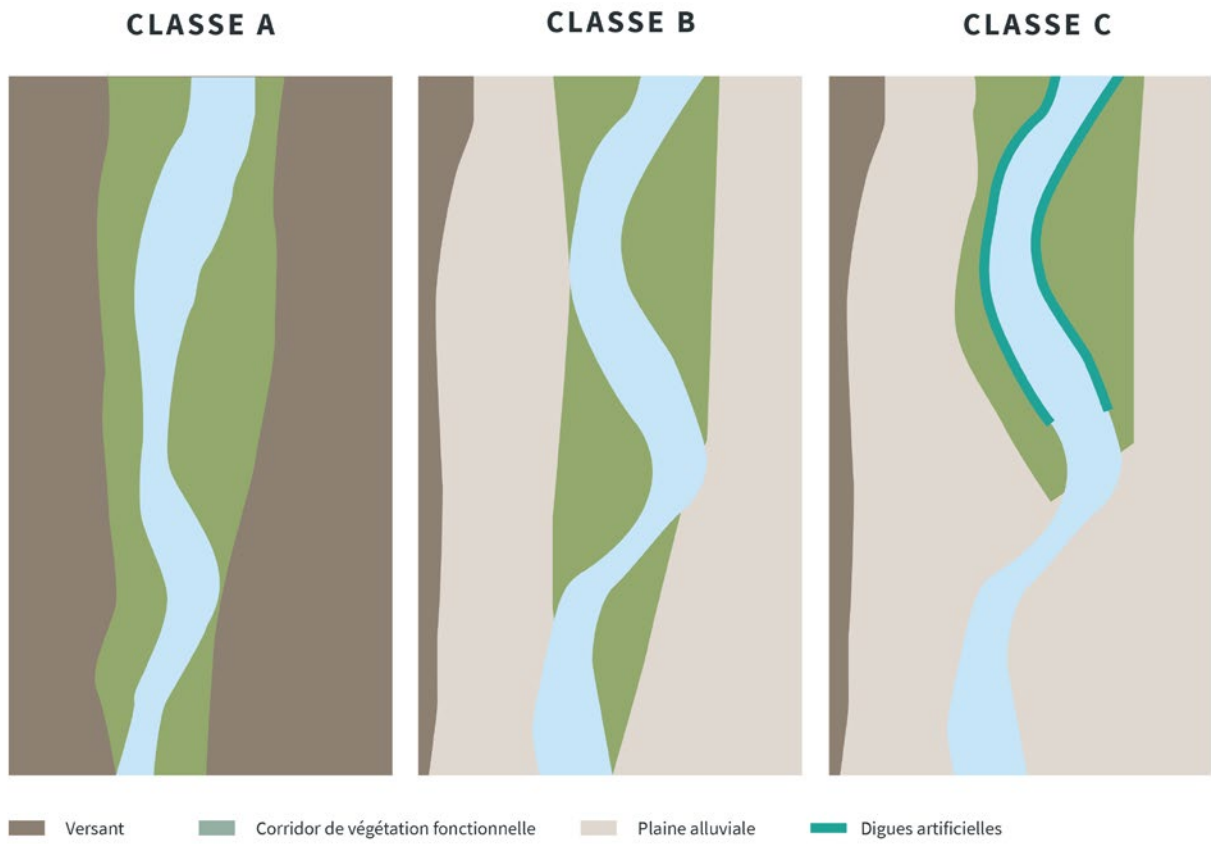


Figure 57. Guide illustré pour l'application de l'indicateur F13 (adaptée de Rinaldi et al., 2016)

Compilation, calcul et classification

La compilation des scores obtenus pour chacun des indicateurs permet d'obtenir un score synthèse pour l'ensemble des indicateurs appliqués. Pour le calcul de ce score synthèse, il faut compiler non seulement le score attribué, mais aussi le score maximal attribuable pour chaque indicateur. Par définition, les pénalités (P1, P2) vont au-delà du score maximal et sont donc exclues du calcul du score maximal attribuable. Le score maximal global est la somme des scores maximaux des indicateurs appliqués. Notons que le cas des [indicateurs d'ajustement \(CA\)](#) est particulier, car leur score maximal est variable en fonction de la classe de confinement. Selon la classe de confinement et les exemptions d'application potentielles, le score maximal global des tronçons varie et doit donc être calculé pour chaque tronçon. Si tous les indicateurs sont applicables, le dénominateur est de 142 pour les cours d'eau non confinés et de 114 pour les cours d'eau confinés.

Comme l'augmentation du score représente une intensification des altérations, on obtient un indice d'altération morphologique (IAM) défini comme :

$$IAM = \frac{Score_{total}}{Score_{max}}$$

On opère donc l'inverse de l'IAM pour obtenir une valeur d'IQM :

$$IQM = 1 - IAM$$

Le score maximal possible pour l'IQM est donc de 1, mais sa valeur minimale est en principe inférieure à 0 à cause des pénalités qui font en sorte que le score total peut être supérieur au score maximum pour un tronçon. Cette situation est peu fréquente, mais possible en présence de cours d'eau très fortement artificialisés.

À titre strictement indicatif, les classes de qualité morphologique sont définies selon des seuils qui n'ont aucune signification physique et qui sont précisés au Tableau 44.

Tableau 44. Classes de qualité morphologique en fonction du score d'IQM obtenu

Valeur d'IQM	Classe de qualité morphologique
0 à 0.3 (ou <0)	Mauvaise à très faible
0.3 à 0.5	Faible
0.5 à 0.7	Modérée
0.7 à 0.85	Bonne
0.85 à 1	Très bonne à élevée

Indice de qualité morphologique pour le suivi (IQMs)

L'indice de qualité morphologique pour le suivi (IQMs) se différencie de l'IQM classique par son évaluation basée, pour certains indicateurs (voir ceux admissibles au Tableau 45), sur un système de score continu au lieu d'un système discontinu (en classes). Si la réalisation d'une évaluation avec l'IQMs nécessite plus de temps, elle permet néanmoins d'obtenir une finesse d'évaluation suffisante pour évaluer des changements dans le temps qui n'engendrent pas nécessairement un changement de classe dans l'IQM classique. L'IQMs est donc pertinent dans les contextes où un suivi de l'évolution temporelle de la qualité morphologique des cours d'eau est souhaité (voir [Suivi des impacts sur les cours d'eau](#)).

Tableau 45. Indicateurs admissibles à l'évaluation par score continu pour l'IQM pour le suivi (IQMs)

Fonctionnalité
F2, F3, F5, F6, F7, F9, F12, F13
Artificialité
A2, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A12

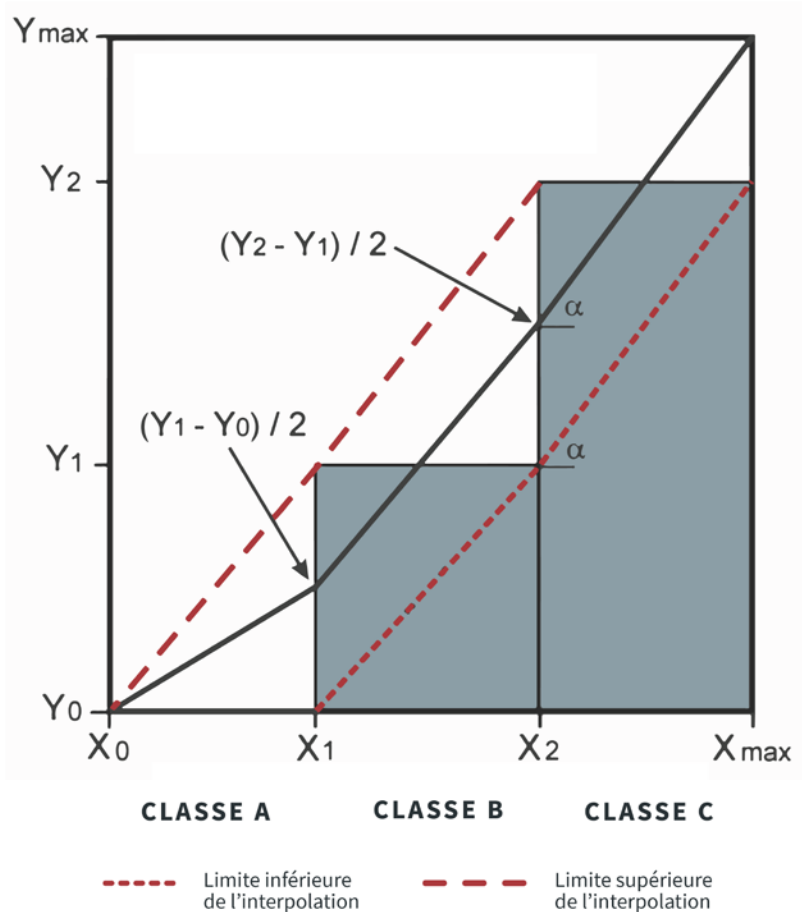


Figure 58. Méthode de détermination du score continu lorsqu'applicable (adapté de Rinaldi et al., 2016)

Portée et limites de l'IQM

Usages recommandés

UN COUTEAU SUISSE POUR LA GESTION DES COURS D'EAU

L'indice de qualité morphologique (IQM) est l'équivalent d'un couteau suisse dans la boîte à outils du gestionnaire de cours d'eau et des acteurs de l'eau. Il aide à comprendre le système hydrique et à décortiquer les causes de sa dégradation. Ce faisant, il oriente également vers les actions pertinentes pour en améliorer les conditions écologiques et est un guide pour l'aménagement de cours d'eau. C'est aussi un outil de suivi de l'état des cours d'eau : il permet d'évaluer la pertinence d'un projet de restauration (impact positif) ou l'ampleur des impacts (négatifs) associés à un projet de développement. Enfin, en faisant le lien entre les aspects de planification, de suivi, de conception et d'encadrement réglementaire, l'IQM rallie et donne un langage commun à l'ensemble des acteurs gravitant autour de la gestion de cours d'eau. Nous le disions : une forme de couteau suisse.

MIEUX COMMUNIQUER

Désormais, le cours d'eau bénéficie d'une définition claire de ce qui est naturel et de ce qui ne l'est pas. Cela clarifie en quoi certaines actions devraient être considérées préjudiciables pour l'intégrité du milieu hydrique. Cela clarifie aussi les actions à privilégier pour en préserver ou en restaurer l'état. La portée pratique de cette nouvelle définition est vaste. Les ministères disposent désormais de nouvelles balises (28 pour être exact) permettant de faciliter les échanges avec les porteurs de projets, en spécifiant explicitement ce qui est considéré comme un impact négatif ou positif pour le milieu hydrique.

L'IQM devient ainsi un outil de communication. Il spécifie avec précision et rigueur le fonctionnement à s'attendre des milieux hydriques (Figure 59). Le cours d'eau érode, inonde sa plaine inondable et transporte des sédiments; ce ne sont pas là des dysfonctionnements. Au contraire, ce sont des manifestations de leur bon fonctionnement, il s'agit de processus naturels et nécessaires à l'équilibre des cours d'eau. Il faut désormais évaluer la pertinence des projets de façon cohérente avec ces connaissances.



Figure 59. Exemple de cours d'eau naturel qui érode, inonde, est plein de bois et transporte les sédiments en période de crue. Ces phénomènes sont normaux et souhaitables (© Firme Rivières)

UN PROXY DE LA QUALITÉ DE L'HABITAT

Le vivant dépend du bon fonctionnement des composantes de l'hydrosystème: hydrologique, hydrogéomorphologique, physico-chimique et écologique. Ces fonctionnements sont présentés schématiquement sous forme pyramidale (voir Figure 60) puisque le bon fonctionnement de certaines composantes dépend du bon fonctionnement des autres (Harman et al., 2012).

L'IQM devient ainsi complémentaire à une panoplie d'autres indicateurs qui décrivent aussi à leur façon les milieux hydriques et les espèces qui l'habitent (IDEC, IQH, IQBP, ISB et IQE; pour ne nommer que ceux-là). Ces indicateurs contribuent tous à notre capacité à décrire les conditions optimales pour le vivant. L'IQM constitue un palier parmi les autres. Par sa position hiérarchique, on reconnaît toutefois que le fonctionnement hydrogéomorphologique conditionne l'état du reste de l'hydrosystème : la mesure de son bon fonctionnement devient ainsi une mesure du bon fonctionnement global des hydrosystèmes.

Puisque le vivant dépend de la qualité de son habitat, il est normal que l'IQM en soit un bon proxy. Une corrélation entre l'IQM et les indices biotiques est donc attendue.

En effet, une corrélation forte et significative existe entre l'IQM et un indice biotique basé sur les libellules, la corrélation n'étant toutefois pas significative avec les indices biotiques basés sur les macroinvertébrés benthiques (benthos) (Golfieri et al., 2018). Les indices basés sur le benthos sont (i) surtout associés à la qualité de l'eau qui est un critère relativement indépendant des paramètres inclus dans l'évaluation de l'IQM et (ii) liés à des conditions locales dans le chenal (les indices ne fonctionnent pas aux mêmes échelles spatiales). Il y a aussi une forte corrélation entre l'IQM et un indice de qualité de l'habitat du poisson (Foote et al., 2024; Lemay et al., 2021).

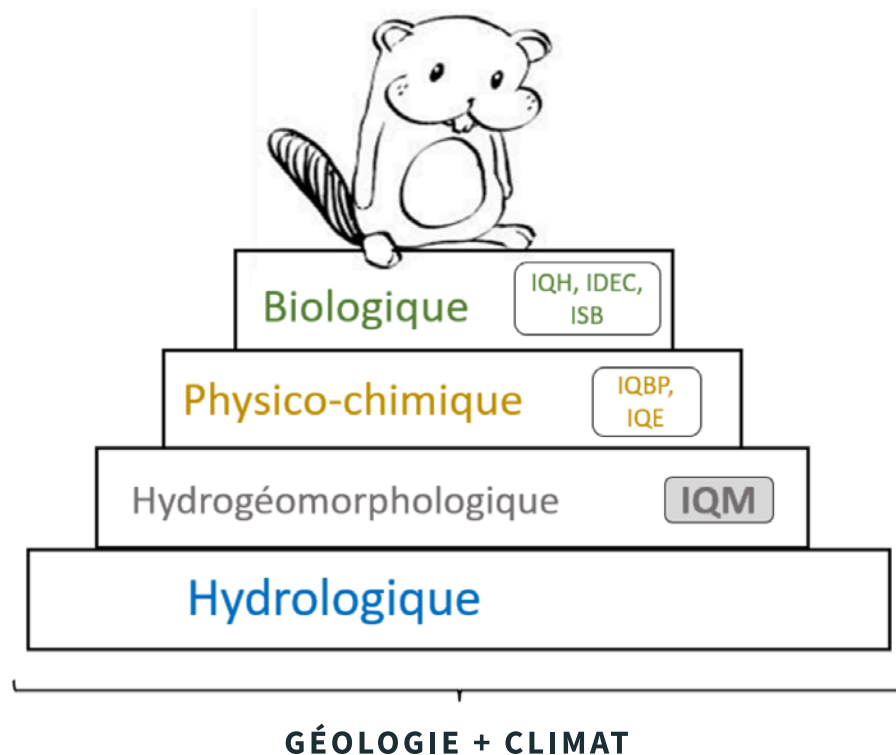


Figure 60. Organisation hiérarchique des composantes du milieu fluvial (adapté de Harman et al., 2012).
 IQM : Indice de Qualité Morphologique; IQH : Indice de Qualité de l'Habitat; IDEC : Indice Diatomées de l'Est du Canada;
 IQBP : Indice de Qualité Bactériologique et Physico-chimique; IQE : Indice de Qualité des Eaux (Conseil canadien des
 ministres de l'environnement); ISB : Indice de Suivi du Benthos.

UN INDICE DE RÉSILIENCE (et de durabilité pour les habitats fauniques)

En ingénierie, la durabilité réfère à la robustesse ou à la résistance des aménagements face aux processus dynamiques. Techniquement, les aménagements sont conçus pour résister à des forces d'écoulement de différentes magnitudes/réurrences. S'ils cèdent, ils doivent faire l'objet d'un entretien pour que leur fonction soit renouvelée et persiste dans le temps. C'est durable, mais il y a une date de péremption.

La géomorphologie propose une définition différente. La durabilité réfère plutôt à la résilience, soit à la capacité du milieu à résister et/ou à se rétablir d'une perturbation. La résilience est associée à la capacité autonome du milieu hydrique à redevenir fonctionnel. Le cours d'eau résilient est durable dans la mesure où les perturbations sont temporaires parce que le cours d'eau efface leur empreinte et se reconstruit incessamment par l'action des processus dynamiques naturels. Agir de façon cohérente avec les processus, c'est donc durable : sans date de péremption et sans qu'un entretien soit requis!

Par la considération explicite des processus dynamiques dans les indicateurs, l'IQM devient une mesure de la résilience des milieux hydriques. Elle porte ainsi un regard nouveau sur la façon de réfléchir à la durabilité de certains aménagements. Considérons un instant l'exemple des aménagements fauniques traditionnels pour le poisson (Figure 61). Pourquoi continuer à aménager des habitats fauniques à partir de structures artificielles exigeant de l'entretien, alors que le cours d'eau sait très bien le faire de façon durable ? Poser la question, c'est en partie y répondre.



Figure 61. Exemple d'un aménagement faunique avec une date de péremption (IQM=0) (© Firme Rivières)

PLANIFICATION DE LA RESTAURATION À L'ÉCHELLE DU TERRITOIRE

L'un des avantages majeurs de l'IQM est la possibilité qu'il offre de réaliser une évaluation de la qualité des milieux hydriques à une échelle qui ne serait pas réaliste pour les indices biotiques. L'IQM est donc un outil adapté à la réalisation de portraits à l'échelle d'un bassin versant ou d'une région (Figure 62). Ces portraits peuvent servir à la priorisation d'action régionale comme dans les plans régionaux des milieux humides et hydriques (PRMHH). En effet, si l'IQM n'est pas prescriptif sur les actions à entreprendre en matière de restauration, il a l'avantage de mettre en lumière les causes de dégradation et donc de constituer un premier pas vers l'identification des opportunités de restauration. L'IQM pose les bonnes questions pour la construction d'un plan d'action intégré de restauration des cours d'eau à l'échelle du bassin versant.

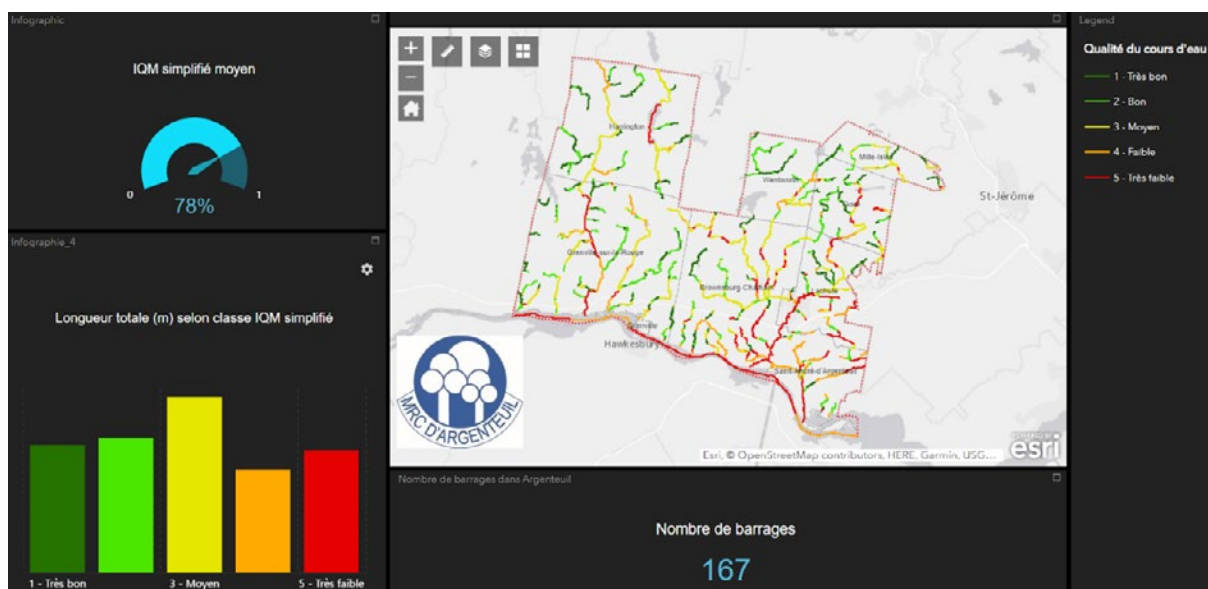


Figure 62. Portrait de l'état des cours d'eau à l'échelle du territoire de la MRC d'Argenteuil (MRC d'Argenteuil, 2020).
Lien vers la page complète : <https://arcg.is/049ijw>

SUIVI DES IMPACTS SUR LES COURS D'EAU

Dans sa version adaptée (**IQMs**), l'IQM est un outil approprié pour procéder au suivi à court terme (5 à 10 ans) de diverses interventions en cours d'eau, qu'il s'agisse de projets de restauration ou d'autres interventions menant plutôt à une dégradation. L'IQM, en permettant d'évaluer l'évolution du fonctionnement hydrogéomorphologique du système fluvial, se positionne comme étant complémentaire aux autres méthodes établies de caractérisation écologique du milieu hydrique plutôt axées sur des mesures physiques. Autrement dit, l'interprétation du système complète et contextualise les mesures ponctuelles.

INTÉGRATION SPATIALE ET TEMPORELLE COMME AIDE À LA DÉCISION

L'IQM est un outil d'aide à la décision permettant l'évaluation et la comparaison de plusieurs scénarios de gestion par une série de critères (les 28 indicateurs). L'évaluation de l'IQM devrait se faire de manière à intégrer toutes les implications dans l'espace et le temps (voir Figure 63). À titre d'exemple, l'évaluation de l'IQM directement après des travaux d'ajout de structures en bois mort ne rendra pas compte de tous les gains écologiques associés à l'intervention. Il faut anticiper les impacts sur une période suffisamment longue pour apprécier adéquatement les gains attendus. Il faut aussi considérer la propagation spatiale des impacts à travers le bassin versant (en amont et en aval).

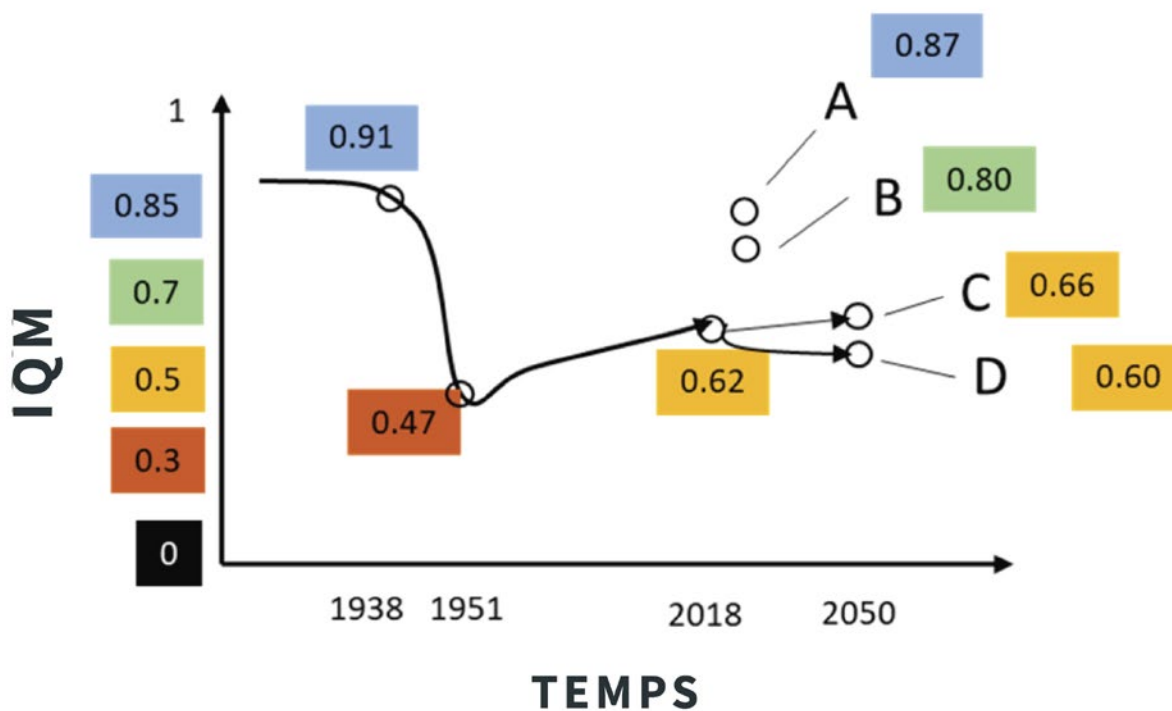






Figure 63. Évaluation de plusieurs scénarios d'aménagement à partir de l'IQM

Usages à éviter

Avant d'amorcer la démarche d'évaluation de l'IQM, il faut s'assurer que celui-ci remplit bel et bien les besoins. Autrement, il faudra se tourner vers les autres outils que nous offre l'hydrogéomorphologie (ou toute autre discipline pertinente).

Ainsi, l'IQM n'est pas l'outil adapté pour :

-  **Caractériser l'aléa de mobilité et/ou d'inondation : l'IQM n'est pas un outil de gestion de risques.**
-  **Évaluer la qualité de l'habitat d'une espèce spécifique. L'intégrité du fonctionnement hydrogéomorphologique d'un cours d'eau n'est pas gage d'optimalité des conditions pour une espèce donnée.**
-  **Évaluer la qualité de l'eau. Si certains indicateurs de l'IQM s'intéressent à des composantes liées à la qualité de l'eau, de trop nombreux paramètres n'y sont pas inclus pour que l'IQM serve de proxy de la qualité de l'eau.**
-  **Identifier à lui seul des opportunités concrètes de restauration¹⁰.**

¹⁰ L'IQM est plutôt utile comme garde-fou : un projet de restauration qui ferait en sorte de diminuer le score de l'IQM devrait soulever de sérieuses questions sur la validité du concept.



Revue des critiques

La présente section passe en revue quelques critiques réelles ou potentielles en lien avec l'IQM et sa pertinence. L'objectif est de clarifier le rôle de l'IQM et d'éviter de potentielles erreurs d'interprétation. Ces critiques (fondées ou non) ont été soulevées par des acteurs de l'eau lors de formations, rencontres, discussions et échanges concernant l'IQM.

CRITIQUE 1

L'IQM se base sur une vision où l'être humain est distinct de la Nature, on devrait plutôt tendre à voir l'être humain comme faisant partie intégrante de la Nature (écocentrisme).

Réponse :

À travers les indicateurs d'artificialité notamment, l'IQM est construit explicitement et intentionnellement sur la division Nature-Culture dans sa tentative d'isoler les effets des activités humaines sur la qualité morphologique des cours d'eau et donc, outiller nos communautés à occuper et aménager le territoire de la manière la plus cohérente possible avec les processus fluviaux. Il s'agit donc d'un outil favorisant l'intégration harmonieuse des pratiques humaines dans le paysage fluvial en reconnaissant explicitement la façon avec laquelle nous agissons sur lui. C'est donc une façon de mieux rallier Nature et Culture.

CRITIQUE 2

Les changements climatiques d'origine anthropique et les changements d'occupation du sol ne sont pas considérés dans l'IQM, c'est ignorer une grande partie des causes de dégradation des cours d'eau.

Réponse :

Si les changements climatiques ne sont pas explicitement considérés dans un [indicateur d'artificialité \(A\)](#), ils sont toutefois implicitement intégrés à l'IQM à travers les [indicateurs d'ajustement \(CA\)](#). Pour ce qui est de l'occupation du sol dans le corridor fluvial, elle est partiellement prise en compte à travers les indicateurs concernant la végétation fonctionnelle ([F12](#), [F13](#) et [A12](#)). Pour le reste, l'intégration est implicite à travers les indicateurs d'ajustement (CA).

CRITIQUE 3

L'IQM repose sur la théorie controversée du champ des rêves (traduction libre de Field of dreams; Palmer et al., 1997) particulièrement dans le contexte de la restauration écologique.

Réponse :

*L'utilisation – **inadéquate** – de l'IQM comme un indice d'intégrité biotique reposerait effectivement sur l'idée selon laquelle la restauration des morphologies permet la restauration de l'abondance et de la diversité des espèces d'un écosystème. Des études ont toutefois montré que l'IQM constitue généralement un bon proxy (approximation indirecte) de la **qualité de l'habitat physique** dans lequel s'insère l'écosystème. L'amélioration de la qualité de l'habitat physique met en place des conditions favorables pour l'amélioration de l'intégrité de l'écosystème, mais la restauration spontanée des interactions trophiques, de la diversité et de l'abondance des espèces dépend de considérations qui dépassent largement le spectre de l'IQM (Miller, 2008).*

CRITIQUE 4

Rien n'est plus naturel. Tous les cours d'eau sont altérés, ne serait-ce que par les changements climatiques qui imposent un nouveau régime hydrologique auquel les cours d'eau doivent s'adapter. Il vaut désormais mieux aménager les cours d'eau en considérant leur état futur possible et non pas leur état passé.

Réponse :

Il faut effectivement se doter d'une vision axée sur le futur et non pas sur le passé. C'est d'ailleurs ce que l'IQM propose. Dans une large mesure (les indicateurs de fonctions), il s'attarde à caractériser un fonctionnement naturel cohérent avec les processus contemporains plutôt qu'une divergence par rapport à un état historique. Il serait tragique que, par prétexte que les changements globaux ont modifié les cours d'eau et leur fonctionnement, nous nous octroyions carte blanche sur la façon de les instrumentaliser ou de réduire les options de gestion à du command-and-control, plutôt que de capitaliser sur leur habileté à s'adapter de façon autonome aux nouvelles conditions globales. L'IQM valorise une vision où les cours d'eau du futur demeurent fonctionnels et durables, en dépit des perturbations globales.

CRITIQUE 5

Les indicateurs d'ajustement ajoutent une composante historicisante qui fait de l'IQM un indice orienté vers le passé.

Réponse :

Les indicateurs d'ajustement sont potentiellement réversibles, c'est-à-dire que l'instabilité historique du chenal ne verrouille pas nécessairement le cours d'eau dans un état dégradé. Le processus d'ajustement naturel – sur le long terme – et les projets de restauration morphologique peuvent permettre le retour d'un cours d'eau dégradé vers un état fonctionnel correspondant à l'état de référence. Cet état de référence n'est pas la morphologie d'origine, mais plutôt une morphologie fonctionnelle et adaptée au nouveau contexte environnemental (Dufour & Piégay, 2009). En ce sens, les indicateurs d'ajustement préservent une certaine mémoire, mais de durée limitée. Ils n'empêchent pas le retour à des conditions parfaitement naturelles (IQM=1) sur le long terme.

CRITIQUE 6

C'est irréaliste d'aspirer à des cours d'eau naturels. Les besoins collectifs nous imposent de les dénaturer à d'autres fins.

Réponse :

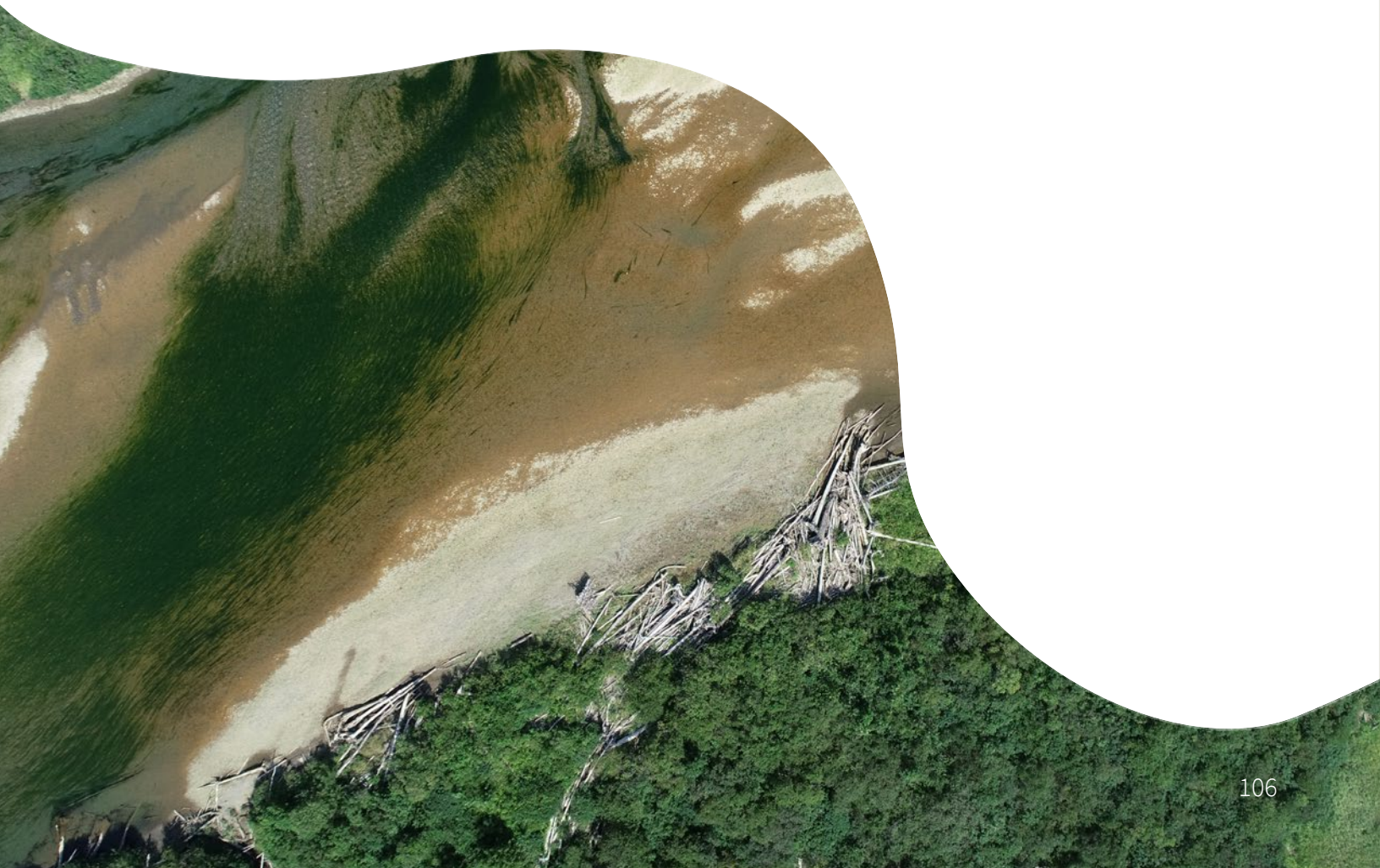
Les demandes sociétales dépassent le seul besoin de bénéficier de cours d'eau naturels et fonctionnels. Elles demandent aussi de drainer l'eau pour cultiver les terres, d'harnacher les cours d'eau pour la production hydroélectrique, de creuser les cours d'eau pour la navigation et de stabiliser et endiguer les berges pour se prémunir des aléas et ainsi occuper le territoire de façon sécuritaire. C'est pourquoi il est effectivement irréaliste d'aspirer à des cours d'eau fonctionnels en tous lieux et en toutes circonstances.

Cependant, nos aspirations collectives doivent aussi réserver une large part au vivant et à la biodiversité. La survie de nos sociétés en dépendrait (Díaz et al., 2015). Afin d'occuper le territoire de façon durable, il faut précisément préserver le capital naturel qui assure certains services écologiques essentiels : la capacité de respirer, de boire de l'eau de qualité et de se prémunir des risques accrus face à l'érosion et aux inondations en sont des exemples.

S'en détacher complètement serait l'équivalent de scier la branche sur laquelle nos sociétés reposent. Il s'agit d'identifier le juste compromis par des cibles réalistes qui nous permettent d'occuper le territoire, sans détruire le capital naturel qui a soutenu et doit continuer de soutenir le bien-être de nos collectivités.

Un outil géomatique pour l'IQM au Québec

Le formulaire simplifié ([ANNEXE I](#)) pour l'évaluation de l'IQM a été transposé dans un formulaire *QField*, un outil Open Source pouvant être utilisé localement autant sur un ordinateur de bureau (avec l'application *QGIS*) que sur un appareil mobile (avec l'application *QField*). Le formulaire peut également être utilisé en ligne via *QFieldCloud*. Le même formulaire peut donc aisément être transféré d'un appareil à l'autre en fonction des étapes de réalisation (bureau et terrain). Le score final est calculé automatiquement à l'aide d'un script Python.



Références

- Bizzi, S., & Lerner, D. N. (2015). The use of stream power as an indicator of channel sensitivity to erosion and deposition processes. *River Research and Applications*, 31(1), 16-27.
- Bérubé, J., Mehour, K., Boivin, M., Buffin-Bélanger, T., & Biron P. (2023). Utilisation de l'indice automatisé à neuf indicateurs pour évaluer l'état hydrogéomorphologique des cours d'eau du Québec (livrable 6). Réalisé dans le cadre du projet de Développement et adaptation d'un indice de l'état hydrogéomorphologique des cours d'eau pour le Québec méridional. Laboratoire d'expertise et de recherche en géographie appliquée. LERGA-UQAC. 89 pages avec annexes.
- Boivin, M. (2016). *Analyse par bilan ligneux de la dynamique des bois morts à multiples échelles spatiales et temporelles dans une rivière semi-alluviale de région froide*. Université du Québec à Rimouski (Canada).
- Boivin, M., Maltais, M., & Buffin-Bélanger, T. (2019). *Guide d'analyse de la dynamique du bois en rivière*.
- Brookes, A. (1987). The distribution and management of channelized streams in Denmark. *Regulated Rivers: Research & Management*, 1(1), 3-16.
- Castro, J. M., & Thorne, C. R. (2019). The stream evolution triangle: Integrating geology, hydrology, and biology. *River Research and Applications*, 35(4), 315-326.
- Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., Ash, N., Larigauderie, A., Adhikari, J. R., Arico, S., & Báldi, A. (2015). The IPBES Conceptual Framework—connecting nature and people. *Current opinion in environmental sustainability*, 14, 1-16.
- Dufour, S., & Piégay, H. (2009). From the myth of a lost paradise to targeted river restoration: forget natural references and focus on human benefits. *River research and applications*, 25(5), 568-581.
- Fédération canadienne de la faune. (s. d.). Le castor. Faune et flore du pays. Consulté 7 septembre 2023, à l'adresse <https://www.hww.ca/fr/faune/mammiferes/le-castor.html#sid14>
- Foote, K. J., Biron, P. M., & Grant, J. W. A. (2024). Morphological and Habitat Quality of Salmonid Streams and their Relationship with Fish-Based Indices in Aotearoa New Zealand and Ontario (Canada). *Environmental Management*, 73(1), 213-230. <https://doi.org/10.1007/s00267-023-01927-5>
- Golfieri, B., Surian, N., & Hardersen, S. (2018). Towards a more comprehensive assessment of river corridor conditions: A comparison between the Morphological Quality Index and three biotic indices. *Ecological Indicators*, 84, 525-534. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.09.011>
- Gurnell, A. M., Piégay, H., Swanson, F. J., & Gregory, S. V. (2002). Large wood and fluvial processes. *Freshwater Biology*, 47(4), 601-619. <https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00916.x>
- Harman, W., Starr, R., Carter, M., Tweedy, K., Clemmons, M., Suggs, K., & Miller, C. (2012). *A function-based framework for stream assessment and restoration projects*. US Environmental Protection Agency, Office of Wetlands, Oceans and Watersheds.
- Lane, E. W. (1955). Importance of fluvial morphology in hydraulic engineering. *Proceedings (American Society of Civil Engineers)*; v. 81, paper no. 745.

Lemay, J., Biron, P. M., Boivin, M., Stämpfli, N., & Foote, K. (2021). Can the Morphological Quality Index (MQI) be used to determine the ecological status of lowland rivers? *Geomorphology*, 395, 108002.

Matte, R., Boivin, M., & Lavoie, C. (2022). Japanese knotweed increases soil erosion on riverbanks. *River Research and Applications*, 38(3), 561-572.

Miller, S. (2008). *Testing the Field of Dreams Hypothesis: Applications of Meta-analysis to River Restoration*.

MRC d'Argenteuil. (2020). *Cours d'eau - Portrait et diagnostic*. <https://storymaps.arcgis.com/stories/30c220ffd1df4bca97d74d7806b344c5>

Nanson, G. C., & Croke, J. C. (1992). A genetic classification of floodplains. *Geomorphology*, 4(6), 459-486.

Palmer, M. A., Ambrose, R. F., & Poff, N. L. (1997). Ecological theory and community restoration ecology. *Restoration ecology*, 5(4), 291-300.

Pauly, D. (1995). Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. *Trends in ecology & evolution*, 10(10), 430.

Pollock, M. M., Lewallen, G. M., Woodruff, K., Jordan, C. E., & Castro, J. M. (2018). *The Beaver Restoration Guidebook*. <http://www.fws.gov/oregonfwo/ToolsForLandowners/RiverScience/Beaver.asp>

Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., & Bussettini, M. (2013). A method for the assessment and analysis of the hydromorphological condition of Italian streams: The Morphological Quality Index (MQI). *Geomorphology*, 180, 96-108.

Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., & Bussettini, M. (2015). A methodological framework for hydromorphological assessment, analysis and monitoring (IDRAIM) aimed at promoting integrated river management. *Geomorphology*, 251, 122-136.

Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., & Bussettini, M. (2016a). *Guidebook for the evaluation of stream morphological conditions by the Morphological Quality Index (MQI)*.

Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., & Bussettini, M. (2016b). IDRAIM–Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua–Versione aggiornata 2016–ISPRA–Manuali e Linee Guida 131/2016. *Roma, gennaio*, 400.

Schumm, S. A. (1985). Patterns of alluvial rivers. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 13, 5.

Wheaton, J. M., Bennett, S. N., Bouwes, N. W., Maestas, J. D., & Shahveredian, S. M. (2019). *Low-tech process-based restoration of Riverscapes: design manual*. Utah State University Restoration Consortium.

ANNEXE I
Formulaire d'évaluation simplifié

Formulaire simplifié et aide-mémoire pour l'évaluation de l'Indice de Qualité Morphologique (IQM)

Version adaptée pour le Québec - Juin 2024

Date :
 Personne responsable :
 Nom du cours d'eau :
 Identifiant du segment :
 Longueur du segment (m) :
 Classe de confinement :
 Style fluvial :

		Score		
A1	Altération des débits liquides en amont (tous)	Discret	Attribué	Max
A	Pas d'altération significative des débits de <u>crue</u> ($\leq 10\%$; proxy : $\leq 5\%$ de l'aire de drainage)	0		
B	Altération significative ($>10\%$; proxy : $>5\%$ de l'aire de drainage) des débits de <u>crue</u> , mais pas du débit <u>plein bord</u> OU augmentation significative des débits d' <u>étiage</u>	3		
C	Altération significative ($>10\%$; proxy : $>5\%$ de l'aire de drainage) du débit <u>plein bord</u>	6		

A2	Interception de la charge de fond en amont (tous)	Discret	Attribué	Max
A	Pas d'interception significative : T1 (barrage) $\leq 5\%$ de l'aire de contribution sédimentaire OU T2 (seuil interception totale) $\leq 33\%$ OU T3 (seuil interception partielle) $< 66\%$	0		
B1	T1 = 5-33% de l'aire de contribution sédimentaire OU T2 = 33-66% OU T3 $> 66\%$	3		
B2	T1 = 33-66% de l'aire de contribution sédimentaire OU T2 $> 66\%$	6		
C1	T1 $> 66\%$ de l'aire de contribution sédimentaire	9		
C2	T1 directement en amont du tronçon	12		

A3	Altération des débits liquides dans le tronçon (tous)	Discret	Attribué	Max
A	Pas d'altération significative des débits de <u>crue</u> ($\leq 10\%$)	0		
B	Altération significative ($>10\%$) des débits de <u>crue</u> , mais pas du débit <u>plein bord</u>	3		
C	Altération significative ($>10\%$) du débit <u>plein bord</u>	6		

		Score		
A4	Interception de la charge de fond dans le tronçon (tous)	Discret	Attribué	Max
A	Absence d'interception de la charge de fond	0		
B	Densité des structures $\leq 1/\text{km}$	4		
C	Densité des structures $> 1/\text{km}$ OU barrage à la limite aval	6		
P1	Densité des structures $> 1/750\text{m}$	ajouter 6		
P2	Densité des structures $> 1/500\text{m}$	ajouter 12		

		Score		
A5	Traverses de cours d'eau (tous)	Discret	Attribué	Max
A	Absence de traverses	0		
B	Faible densité de traverses ($\leq 1/\text{km}$)	2		
C	Forte densité de traverses ($> 1/\text{km}$)	3		

		Score		
A6	Protection contre l'érosion des berges (tous)	Discret	Attribué	Max
A	≤5% de la longueur des berges protégées contre l'érosion	0		
B	≤33% de la longueur	3		
C	>33% de la longueur	6		
P1	>50% de la longueur	ajouter 6		
P2	>80% de la longueur	ajouter 12		

		Score		
A7	Digues artificielles (non confiné)	Discret	Attribué	Max
A	Digues en retrait ou sur ≤5% de la longueur des berges	0		
B	Digues sur >5% de la longueur des berges	3		
C	Digues sur >50% de la longueur des berges	6		
P1	Digues sur >66% de la longueur des berges	ajouter 6		
P2	Digues sur >80% de la longueur des berges	ajouter 12		

		Score		
A8	Modification anthropique du tracé fluvial (non confiné)	Discret	Attribué	Max
A	Tracé non altéré (ou complètement restauré)	0		
B	Tracé modifié sur <10% de la longueur	2		
C	Tracé modifié sur ≥10% de la longueur (ou ≥50% et F2=A)	3		
P1	Tracé modifié sur ≥50% de la longueur (ou ≥80% et F2=B1 ou B2)	ajouter 6		
P2	Tracé modifié sur ≥80% de la longueur	ajouter 12		

		Score		
A9	Revêtements artificiels sur le lit (tous)	Discret	Attribué	Max
A	Revêtement sur ≤5% de la longueur	0		
B	Revêtement sur ≤15%	3		
C1	Revêtement sur ≤33%	6		
C2	Revêtement sur >33%	8		
P1	Revêtement sur >50%	ajouter 6		
P2	Revêtement sur >80%	ajouter 12		

		Score		
A10	Dragage des sédiments (tous sauf cours d'eau créés de toutes pièces)	Discret	Attribué	Max
A	Absence de dragage ou dragage suffisamment vieux pour que ses effets ne soient plus observables	0		
B1	Dragage historique (>20 ans) OU d'âge inconnu	3		
B2	Dragage contemporain (≤20 ans)	4		
C	Dragage récent (≤5 ans)	6		

		Score		
A11	Retrait du bois mort (tous; exemption si absence de possibilité de recrutement de bois)	Discret	Attribué	Max
A	Absence de retrait	0		
B	Retrait partiel OU démantèlement de barrage de castor	2		
C	Retrait complet	5		

A12	Gestion de la végétation (<i>tous, mais voir procédure complète pour cours d'eau à faible énergie; exemption si absence naturelle de végétation arborée</i>)	<i>Discret</i>	<i>Attribué</i>	<i>Max</i>
A	Coupe sur ≤5% de la longueur	0		
B	Coupe totale sur ≤50% de la longueur	2		
	Coupe ciblée le long des berges sur >5%			
	Coupe totale excluant le long des berges sur >5%			
C	Coupe totale sur >50% de la longueur	5		

		<i>Score</i>		
CA1	Ajustement du style fluvial (<i>tous</i>)	<i>Discret</i>	<i>Attribué</i>	<i>Max</i>
A	Absence de changement	0		
B	<u>Non confiné</u> : Changement vers un style similaire; <u>Confiné</u> : tout type de changement	3		
C	<u>Non confiné seulement</u> : Changement vers un style différent	6		

CA2	Ajustement de la largeur du chenal (<i>tous</i>)	<i>Discret</i>	<i>Attribué</i>	<i>Max</i>
A	Absence de changement significatif de la largeur (≤15%)	0		
B	Changement modéré. <u>Non confiné</u> : 15-35%. <u>Confiné</u> : >15% OU créé de toutes pièces	3		
C	Changement majeur. <u>Non confiné seulement</u> : >35% OU créé de toutes pièces	6		

CA3	Ajustement du niveau du lit (<i>tous</i>)	<i>Discret</i>	<i>Attribué</i>	<i>Max</i>
A	Absence de changement significatif du niveau du lit (≤0.5m)	0		
B	Changement modéré (0.5-3m)	4		
C1	Changement majeur (>3m)	8		
C2	<u>Non confiné seulement</u> : Changement extrême (>6m)	12		

F1	Continuité longitudinale du transport de sédiments et de bois (<i>tous</i>)	<i>Discret</i>	<i>Attribué</i>	<i>Max</i>
A	Absence d'altération significative de la continuité	0		
B	Légère altération (interception partielle)	3		
C	Forte altération (interception quasi-complète)	5		

F2	Présence d'une plaine alluviale moderne (<i>non confiné</i>)	<i>Discret</i>	<i>Attribué</i>	<i>Max</i>
A	Continue (>66% de la longueur) et de largeur suffisante	0		
B1	Discontinue (10-66%) de largeur suffisante OU continue (>66%) de largeur insuffisante	2		
B2	Discontinue (10-66%) et de largeur insuffisante	3		
C	Présence négligeable (≤10% peu importe la largeur)	5		

F3	Connectivité entre le corridor fluvial et les versants (<i>confiné</i>)	<i>Discret</i>	<i>Attribué</i>	<i>Max</i>
A	Connectivité sur >90% de la superficie	0		
B	Connectivité sur 33-90%	3		
C	Connectivité sur <33%	5		

		Score		
F4	Processus d'érosion des berges (<i>non confiné; exemption pour cours d'eau à faible énergie</i>)	Discret	Attribué	Max
A	Érosion normale pour le style fluvial (longueur >10% et répartition sur >33% du tronçon)	0		
B	Érosion sur longueur insuffisante (≤10%) OU concentrée sur portion limitée (répartition sur ≤33% du tronçon) OU >25% affecté par mouvements de masse	2		
C	Érosion sur ≤2% de la longueur des berges OU >50% affecté par mouvements de masse	3		

		Score		
F5	Présence d'un corridor d'érodabilité potentielle (<i>non confiné</i>)	Discret	Attribué	Max
A	Corridor sur >66% de la longueur et de largeur suffisante	0		
B	Corridor sur 33-66% peu importe la largeur OU >66% de largeur insuffisante	2		
C	Corridor sur ≤33% peu importe la largeur	3		

		Score		
F6	Configuration du lit (<i>confiné alluvial à chenal unique</i>)	Discret	Attribué	Max
A	Cohérence configuration/pente sur >66% de la longueur	0		
B	Cohérence configuration/pente sur 33-66%	3		
C	Cohérence configuration/pente sur <33%	5		

		Score		
F7	Patron en plan (<i>tous, sauf confiné alluvial à chenal unique</i>)	Discret	Attribué	Max
A	Altération des unités géomorphologiques sur ≤5% de la longueur	0		
B	Altération sur ≤33%	3		
C	Altération sur >33%	5		

		Score		
F8	Présence de formes alluviales typiques dans la plaine (<i>non confiné</i>)	Discret	Attribué	Max
A	Présence relativement continue (>50%) de formes connectées dans la plaine	0		
B1	Formes connectées sur ≤50% de la plaine	1		
B2	Formes présentes, mais déconnectées	2		
C	Absence de formes	3		

		Score		
F9	Intégrité de la section transversale (<i>tous</i>)	Discret	Attribué	Max
A	Altération de la variabilité de la section transversale sur ≤5% de la longueur	0		
B	Altération sur ≤33%	3		
C	Altération sur >33%	5		

		Score		
F10	Structure du substrat (tous; exemption si observation du lit impossible)	Discret	Attribué	Max
A	Composition naturelle du lit (absence de colmatage/pavage)	0		
B	Colmatage ou pavage sur ≤50% de la longueur	2		
C1	Colmatage ou pavage sur >50% OU enfouissement sur ≤50% OU matériel non alluvial (affleurement roche-mère/argile ou revêtement artificiel) sur ≤33%	5		
C2	Enfouissement sur >50% OU matériel non alluvial sur >33%	6		

		Score		
F11	Présence de bois de grande taille dans le chenal (tous; exemption si absence naturelle de bois)	Discret	Attribué	Max
A	Présence significative de bois sur toute la longueur	0		
B	Présence négligeable sur ≤50%	2		
C	Présence négligeable sur >50%	3		

		Score		
F12	Largeur de la végétation fonctionnelle (tous; exemption si absence naturelle de végétation arborée)	Discret	Attribué	Max
A	Corridor large. <u>Non confiné</u> : >2x la largeur du chenal (chenal unique ou anastomosé) OU >1x (divagant ou à tresses). <u>Confiné</u> : >90% de la superficie des versants	0		
B	Corridor modérément large. <u>Non confiné</u> : 0.5-2x la largeur du chenal (chenal unique ou anastomosé) OU 0.5-1x (divagant ou à tresses). <u>Confiné</u> : 33-90% de la superficie des versants	2		
C	Corridor étroit. <u>Non confiné</u> : ≤0.5x la largeur du chenal. <u>Confiné</u> : ≤33% de la superficie des versants	3		

		Score		
F13	Étendue linéaire de la végétation fonctionnelle (tous; exemption si absence naturelle de végétation arborée)	Discret	Attribué	Max
A	Végétation sur >90% de la longueur des berges	0		
B	33-90%	3		
C	≤33%	5		

ANNEXE II

**Exemple d'application – cours d'eau
créé de toutes pièces**

Formulaire simplifié et aide-mémoire pour l'évaluation de l'Indice de Qualité Morphologique (IQM)

Étude de cas :

Supposons un cours d'eau agricole typique à faible pente en tête de bassin versant dont l'état de référence présumé est un écoulement diffus/milieu humide.

Date : 27 octobre 2023
 Personne responsable : Louis Gabriel Pouliot
 Nom du cours d'eau : Cours d'eau X (créé de toutes pièces)
 Identifiant du segment : 1
 Longueur du segment (m) : 250
 Classe de confinement : Non confiné (confiné artificiellement)
 Style fluvial : Linéaire (artificialisé)

		Score		
A1	Altération des débits liquides en amont (tous)	Discret	Attribué	Max
A	Pas d'altération significative des débits de <u>crue</u> ($\leq 10\%$; proxy : $\leq 5\%$ de l'aire de drainage)	0	0	6
B	Altération significative ($>10\%$; proxy : $>5\%$ de l'aire de drainage) des débits de <u>crue</u> , mais pas du débit <u>plein bord</u> OU augmentation significative des débits d' <u>étiage</u>	3		
C	Altération significative ($>10\%$; proxy : $>5\%$ de l'aire de drainage) du débit <u>plein bord</u>	6		

		Score		
A2	Interception de la charge de fond en amont (tous)	Discret	Attribué	Max
A	Pas d'interception significative : T1 (barrage) $\leq 5\%$ de l'aire de contribution sédimentaire OU T2 (seuil interception totale) $\leq 33\%$ OU T3 (seuil interception partielle) $< 66\%$	0	0	12
B1	T1 = 5-33% de l'aire de contribution sédimentaire OU T2 = 33-66% OU T3 $> 66\%$	3		
B2	T1 = 33-66% de l'aire de contribution sédimentaire OU T2 $> 66\%$	6		
C1	T1 $> 66\%$ de l'aire de contribution sédimentaire	9		
C2	T1 directement en amont du tronçon	12		

		Score		
A3	Altération des débits liquides dans le tronçon (tous)	Discret	Attribué	Max
A	Pas d'altération significative des débits de <u>crue</u> ($\leq 10\%$)	0	0	6
B	Altération significative ($>10\%$) des débits de <u>crue</u> , mais pas du débit <u>plein bord</u>	3		
C	Altération significative ($>10\%$) du débit <u>plein bord</u>	6		

		Score		
A4	Interception de la charge de fond dans le tronçon (tous)	Discret	Attribué	Max
A	Absence d'interception de la charge de fond	0	0	6
B	Densité des structures $\leq 1/\text{km}$	4		
C	Densité des structures $> 1/\text{km}$ OU barrage à la limite aval	6		
P1	Densité des structures $> 1/750\text{m}$	ajouter 6		
P2	Densité des structures $> 1/500\text{m}$	ajouter 12		

		Score		
A5	Traverses de cours d'eau (tous)	Discret	Attribué	Max
A	Absence de traverses	0	2	3
B	Faible densité de traverses ($\leq 1/\text{km}$)	2		
C	Forte densité de traverses ($> 1/\text{km}$)	3		

Supposons la présence d'un seul ponceau sur moins d'un kilomètre. La règle prescrit l'attribution de la classe B.

		Score		
A6	Protection contre l'érosion des berges (tous)	Discret	Attribué	Max
A	≤5% de la longueur des berges protégées contre l'érosion	0	0	6
B	≤33% de la longueur	3		
C	>33% de la longueur	6		
P1	>50% de la longueur	ajouter 6		
P2	>80% de la longueur	ajouter 12		

		Score		
A7	Digues artificielles (non confiné)	Discret	Attribué	Max
A	Digues en retrait ou sur ≤5% de la longueur des berges	0	18	6
B	Digues sur >5% de la longueur des berges	3		
C	Digues sur >50% de la longueur des berges	6		
P1	Digues sur >66% de la longueur des berges	ajouter 6		
P2	Digues sur >80% de la longueur des berges	ajouter 12		

Un cours d'eau dont le niveau du lit est abaissé par le dragage et/ou l'incision d'origine anthropique, les hauts de talus sont considérés comme des digues. Un cours d'eau linéarisé en incision sur toute la longueur du tronçon est donc considéré comme entièrement endigué (classe P2).

		Score		
A8	Modification anthropique du tracé fluvial (non confiné)	Discret	Attribué	Max
A	Tracé non altéré (ou complètement restauré)	0	15	3
B	Tracé modifié sur <10% de la longueur	2		
C	Tracé modifié sur ≥10% de la longueur (ou ≥50% et F2=A)	3		
P1	Tracé modifié sur ≥50% de la longueur (ou ≥80% et F2=B1 ou B2)	ajouter 6		
P2	Tracé modifié sur ≥80% de la longueur	ajouter 12		

Le cours d'eau a été linéarisé sur toute la longueur du tronçon.

		Score		
A9	Revêtements artificiels sur le lit (tous)	Discret	Attribué	Max
A	Revêtement sur ≤5% de la longueur	0	0	8
B	Revêtement sur ≤15%	3		
C1	Revêtement sur ≤33%	6		
C2	Revêtement sur >33%	8		
P1	Revêtement sur >50%	ajouter 6		
P2	Revêtement sur >80%	ajouter 12		

		Score		
A10	Dragage des sédiments (tous sauf cours d'eau créés de toutes pièces)	Discret	Attribué	Max
A	Absence de dragage ou dragage suffisamment vieux pour que ses effets ne soient plus observables	0	NA	
B1	Dragage historique (>20 ans) OU d'âge inconnu	3		
B2	Dragage contemporain (≤20 ans)	4		
C	Dragage récent (≤5 ans)	6		

Exclusion d'application, car cours d'eau créé de toutes pièces.

		Score		
A11	Retrait du bois mort (tous; exemption si absence de possibilité de recrutement de bois)	Discret	Attribué	Max
A	Absence de retrait	0	NA	
B	Retrait partiel OU démantèlement de barrage de castor	2		
C	Retrait complet	5		

Exclusion d'application, car absence de végétation arborée (donc absence de possibilité de recrutement de bois).

		Score		
A12	Gestion de la végétation (tous, mais voir procédure complète pour cours d'eau à faible énergie; exemption si absence naturelle de végétation arborée)	Discret	Attribué	Max
A	Coupe sur ≤5% de la longueur	0	5	5
B	Coupe totale sur ≤50% de la longueur	2		
	Coupe ciblée le long des berges sur >5%			
	Coupe totale excluant le long des berges sur >5%			
C	Coupe totale sur >50% de la longueur	5		

Les pratiques agricoles empêchent la régénération de la végétation arborée, donc considéré comme une coupe totale sur toute la longueur.

		Score		
CA1	Ajustement du style fluvial (tous)	Discret	Attribué	Max
A	Absence de changement	0	6	6
B	Non confiné : Changement vers un style similaire; Confiné : tout type de changement	3		
C	Non confiné seulement : Changement vers un style différent	6		

Diffus/milieu humide vers linéaire (artificialisé) = style différent.

		Score		
CA2	Ajustement de la largeur du chenal (tous)	Discret	Attribué	Max
A	Absence de changement significatif de la largeur (≤15%)	0	6	6
B	Changement modéré. Non confiné : 15-35%. Confiné : >15% OU créé de toutes pièces	3		
C	Changement majeur. Non confiné seulement : >35% OU créé de toutes pièces	6		

Créé de toutes pièces.

		Score		
CA3	Ajustement du niveau du lit (tous)	Discret	Attribué	Max
A	Absence de changement significatif du niveau du lit (≤0.5m)	0	4	12
B	Changement modéré (0.5-3m)	4		
C1	Changement majeur (>3m)	8		
C2	Non confiné seulement : Changement extrême (>6m)	12		

Le trapèze de curage est d'une profondeur incluse entre 0.5 et 3m.

		Score		
F1	Continuité longitudinale du transport de sédiments et de bois (tous)	Discret	Attribué	Max
A	Absence d'altération significative de la continuité	0	3	5
B	Légère altération (interception partielle)	3		
C	Forte altération (interception quasi-complète)	5		

Légère altération liée à la présence d'un ponceau appliquant une contrainte à l'écoulement sur le tronçon.

		Score		
F2	Présence d'une plaine alluviale moderne (non confiné)	Discret	Attribué	Max
A	Continue (>66% de la longueur) et de largeur suffisante	0	5	5
B1	Discontinue (10-66%) de largeur suffisante OU continue (>66%) de largeur insuffisante	2		
B2	Discontinue (10-66%) et de largeur insuffisante	3		
C	Présence négligeable (≤10% peu importe la largeur)	5		

Aucune possibilité de débordement vers les replats adjacents : les talus sont inaccessibles.

		Score		
F3	Connectivité entre le corridor fluvial et les versants (confiné)	Discret	Attribué	Max
A	Connectivité sur >90% de la superficie	0		
B	Connectivité sur 33-90%	3		
C	Connectivité sur <33%	5		

		Score		
F4	Processus d'érosion des berges (non confiné; exemption pour cours d'eau à faible énergie)	Discret	Attribué	Max
A	Érosion normale pour le style fluvial (longueur >10% et répartition sur >33% du tronçon)	0	NA	
B	Érosion sur longueur insuffisante (≤10%) OU concentrée sur portion limitée (répartition sur ≤33% du tronçon) OU >25% affecté par mouvements de masse	2		
C	Érosion sur ≤2% de la longueur des berges OU >50% affecté par mouvements de masse	3		

Exclusion d'application, car cours d'eau à faible énergie (l'état de référence présumé est un milieu humide ou diffus).

		Score		
F5	Présence d'un corridor d'érodabilité potentielle (non confiné)	Discret	Attribué	Max
A	Corridor sur >66% de la longueur et de largeur suffisante	0	0	3
B	Corridor sur 33-66% peu importe la largeur OU >66% de largeur insuffisante	2		
C	Corridor sur ≤33% peu importe la largeur	3		

Pas de contrainte à l'érodabilité potentielle, le cours d'eau est bordé par des champs cultivés.

		Score		
F6	Configuration du lit (confiné alluvial à chenal unique)	Discret	Attribué	Max
A	Cohérence configuration/pente sur >66% de la longueur	0		
B	Cohérence configuration/pente sur 33-66%	3		
C	Cohérence configuration/pente sur <33%	5		

		Score		
F7	Patron en plan (tous, sauf confiné alluvial à chenal unique)	Discret	Attribué	Max
A	Altération des unités géomorphologiques sur ≤5% de la longueur	0	5	5
B	Altération sur ≤33%	3		
C	Altération sur >33%	5		

Complète altération du tracé en plan et des unités géomorphologiques sur toute la longueur. L'altération est liée à l'aménagement initial du cours d'eau et est renouvelée par les entretiens subséquents.

		Score		
F8	Présence de formes alluviales typiques dans la plaine (non confiné)	Discret	Attribué	Max
A	Présence relativement continue (>50%) de formes connectées dans la plaine	0	3	3
B1	Formes connectées sur ≤50% de la plaine	1		
B2	Formes présentes, mais déconnectées	2		
C	Absence de formes	3		

Absence de formes alluviales dans les replats adjacents (champs cultivés).

		Score		
F9	Intégrité de la section transversale (tous)	Discret	Attribué	Max
A	Altération de la variabilité de la section transversale sur ≤5% de la longueur	0	5	5
B	Altération sur ≤33%	3		
C	Altération sur >33%	5		

La section transversale en forme de trapèze (en raison de l'aménagement initial du cours d'eau et des entretiens subséquents) est exempte de toute variabilité naturelle sur toute la longueur.

		Score		
F10	Structure du substrat (tous; exemption si observation du lit impossible)	Discret	Attribué	Max
A	Composition naturelle du lit (absence de colmatage/pavage)	0	6	6
B	Colmatage ou pavage sur ≤50% de la longueur	2		
C1	Colmatage ou pavage sur >50% OU enfouissement sur ≤50% OU matériel non alluvial (affleurement roche-mère/argile ou revêtement artificiel) sur ≤33%	5		
C2	Enfouissement sur >50% OU matériel non alluvial sur >33%	6		

Absence de substrat naturel (dragage) et accumulation de sédiments fins, car faible pente et trapèze surdimensionné (enfouissement d'un substrat non alluvial).

		Score		
F11	Présence de bois de grande taille dans le chenal (tous; exemption si absence naturelle de bois)	Discret	Attribué	Max
A	Présence significative de bois sur toute la longueur	0	3	3
B	Présence négligeable sur ≤50%	2		
C	Présence négligeable sur >50%	3		

F12	Largeur de la végétation fonctionnelle (tous; exemption si absence naturelle de végétation arborée)	Score		
		Discret	Attribué	Max
A	Corridor large. <u>Non confiné</u> : >2x la largeur du chenal (chenal unique ou anastomosé) OU >1x (divagant ou à tresses). <u>Confiné</u> : >90% de la superficie des versants	0	3	3
B	Corridor modérément large. <u>Non confiné</u> : 0.5-2x la largeur du chenal (chenal unique ou anastomosé) OU 0.5-1x (divagant ou à tresses). <u>Confiné</u> : 33-90% de la superficie des versants	2		
C	Corridor étroit. <u>Non confiné</u> : ≤0.5x la largeur du chenal. <u>Confiné</u> : ≤33% de la superficie des versants	3		

Aucune végétation arborée.

F13	Étendue linéaire de la végétation fonctionnelle (tous; exemption si absence naturelle de végétation arborée)	Score		
		Discret	Attribué	Max
A	Végétation sur >90% de la longueur des berges	0	5	5
B	33-90%	3		
C	≤33%	5		

Aucune végétation arborée.

	Score obtenu	Score max.	IQM
Artificialité	40	61	0,34
Ajustement du chenal	16	24	0,33
Fonctionnalité	38	43	0,12
TOTAL	94	128	0,27

ANNEXE III

**Échelle spatiale et méthodes
d'évaluation par indicateur**

	Indicateurs	Échelle spatiale					Méthodes possibles d'évaluation		
		Latérale			Longitudinale		Téledétection	Données	Terrain
		Chenal	Berges	Plaine alluviale/versants	Tronçon	Bassin versant			
Artificialité	A1			X		X	X	X	
	A2	X				X	X	X	
	A3	X		X	X		X	X	
	A4	X			X		X	X	X
	A5	X			X		X	X	X
	A6		X		X		X	X	X
	A7		X	X	X		X	X	X
	A8	X		X	X		X	X	X
	A9	X			X		X	X	X
	A10	X			X		X	X	X
	A11	X			X			X	X
	A12	X	X	X	X		X	X	X
Ajustement	CA1	X	X	X	X		X		
	CA2	X			X		X		
	CA3	X			X		X	X	X
Fonctionnalité	F1	X			X		X		X
	F2			X	X		X		X
	F3			X	X		X		X
	F4		X		X		X		X
	F5			X	X		X		
	F6	X			X		X		X
	F7	X			X		X		X
	F8			X	X		X		X
	F9	X			X		X		X
	F10	X			X				X
	F11	X	X		X				X
	F12		X	X	X		X	X	X
	F13		X	X	X		X	X	X

En grisé : visite terrain obligatoire pour l'application

ANNEXE IV
Glossaire

CHARGE DE FOND : Réfère à la part des sédiments transportés par le cours d'eau qui le sont en demeurant en contact continu avec le lit. Elle compose la part la plus grossière des sédiments mobilisables et sont ceux qui composent majoritairement les morphologies du lit des cours d'eau. Ils sont typiquement transportés lors des crues correspondant aux débits plein-bord/débits morphogènes.

CHARGE EN SUSPENSION : Réfère à la part des sédiments transportés par le cours d'eau qui le sont en étant mis en suspension dans la colonne d'eau. Elle compose la part la plus fine des sédiments mobilisables.

CONNECTIVITÉ : Dans le cadre du présent guide, la notion de connectivité réfère à la possibilité d'interaction entre les processus fluviaux – i.e. inondations, rétention et recrutement de sédiments/bois – et les composantes hors chenal du corridor fluvial (plaine alluviale et versants). Autrement dit, pour les cours d'eau non confinés, elle fait référence à la capacité de débordement de l'eau de surface du chenal d'écoulement vers la plaine alluviale lors des crues fréquentes (récurrence 1 à 2 ans), alors que, pour les cours d'eau confinés, elle fait plutôt référence à la capacité théorique des sédiments et du bois dans les versants de rejoindre gravitairement le cours d'eau.

CORRIDOR FLUVIAL : Le corridor fluvial est composé du chenal d'écoulement, de la plaine inondable (si applicable) et des versants.

DÉBIT : Volume d'eau s'écoulant par unité de temps à un endroit donné.

Débit plein bord : Débit correspondant à l'occupation complète du chenal d'écoulement, i.e. au seuil du débordement vers la plaine inondable.

Débit morphogène : Étendue des débits (incluant le débit plein bord) pour lesquels une mobilisation de la charge de fond est possible, remaniant ainsi les morphologies.

ÉTAT DE RÉFÉRENCE : État d'un cours d'eau qui fonctionne de la manière dont un cours d'eau de même style fluvial fonctionnerait en l'absence d'interventions anthropiques.

FLUVIO-GLACIAIRE : Réfère à un contexte influencé à la fois par des processus fluviaux (écoulement gravitaire d'eau liquide; pente non nulle) et glaciaires. Les dépôts fluvio-glaciaires sont associés à la migration des fronts glaciaires (zone de transition où le glacier devient un cours d'eau).

FLUVIO-LACUSTRE : Réfère à un contexte influencé à la fois par des processus fluviaux (écoulement gravitaire d'eau liquide; pente non nulle) et lacustres (réfère à un lac, i.e. pente nulle). Un delta à l'embouchure d'une rivière qui se jette dans un lac en constitue l'exemple typique.

PLAINE INONDABLE : Synonyme de lit majeur, la plaine inondable est la zone adjacente au chenal d'écoulement – des cours d'eau non confinés – qui est inondée seulement lors des crues.

Plaine alluviale : La plaine alluviale est une plaine inondable constituée de sédiments d'origine alluviale, c'est-à-dire qu'ils ont été mobilisés par le cours d'eau dans le passé et qu'ils pourraient l'être à nouveau dans le futur. Sauf exceptions (voir Étape 2 : Confinement), les termes plaine inondable et plaine alluviale sont synonymes, car la grande majorité des plaines inondables sont d'origine alluviale.

Plaine alluviale moderne/récente/contemporaine : Se dit d'une plaine alluviale qui correspond aux conditions d'écoulement actuelles. Une incision historique peut mener à la déconnexion de la plaine alluviale et du chenal, les débits de crue ne permettant plus le débordement dans la plaine et confinant l'écoulement dans le chenal et ses versants. Avec le temps, le cours d'eau peut s'ajuster et recréer une plaine alluviale qui sera dite moderne.

RECALIBRAGE : Réfère à la modification des dimensions du chenal d'écoulement, généralement dans une optique d'augmentation de la capacité hydraulique.

RÉGIME HYDROLOGIQUE : Réfère à la variation temporelle des débits et à l'amplitude de celle-ci. Le régime hydrologique est fonction des volumes disponibles (précipitations) et de la vitesse de drainage de ces volumes.

RÉGIME HYDROSÉDIMENTAIRE : Réfère à la variation temporelle des débits (régime hydrologique) et des apports sédimentaires, la seconde composante étant fortement dépendante de la première.

STYLE FLUVIAL : Réfère à une typologie de cours d'eau se distinguant des autres par son patron en plan ainsi que les différents paramètres (notamment la pente et le régime hydrosédimentaire) expliquant la dominance relative des différents processus fluviaux.

TERRASSE : Une terrasse (par défaut fluviale pour les besoins du présent guide) est un replat correspondant au niveau d'une paléo-plaine par rapport à laquelle le cours d'eau s'est incisé.

Terrasse récente : Se dit d'une terrasse dont la formation est associée à une incision récente ou en cours. Elle est composée de matériel alluvial (érodable) et sa différence d'altitude par rapport à la plaine moderne est d'au plus quelques mètres.

Terrasse ancienne : Se dit d'une terrasse dont la formation est associée à des conditions d'écoulement très différentes des conditions actuelles. Elle n'est pas nécessairement composée de matériel alluvial et peut présenter une différence d'altitude importante (plus de 10m) avec la plaine moderne. Au Québec, son contexte d'origine est souvent fluvio-glaciaire.

UNITÉS GÉOMORPHOLOGIQUES : Réfère aux formes de terrain constituant la manifestation matérielle de l'action d'une chaîne de processus (érosion, transport, dépôt) associés à l'écoulement de l'eau dans un contexte donné.

VÉGÉTATION FONCTIONNELLE : Réfère à une végétation capable de remplir les fonctions hydrogéomorphologiques (rétention sédimentaire, contrôle de l'érosion, infiltration de l'eau, recrutement en débris ligneux de grande taille, etc.) attendues d'une végétation naturelle dans un contexte donné. De manière générale pour le Québec méridional, une végétation fonctionnelle présente une stratification composée d'herbacées, d'arbustes et d'arbres.



GUIDE QUÉBÉCOIS de l'Indice de Qualité Morphologique (IQM) des cours d'eau



UQAC

Chaire de recherche sur
les espèces aquatiques exploitées
Université du Québec à Chicoutimi



Laboratoire d'expertise et de
recherche en géographie appliquée
UQAC



RIVIÈRES

Experts en hydrogéomorphologie

UQAC

Université du Québec
à Chicoutimi