

L'indice de qualité morphologique appliqué à la conservation et la restauration de cours d'eau



Parker, G. (2004)



riv Marsoui

Sylvio Demers
18 octobre 2018

UQAR Laboratoire de géomorphologie
et de dynamique fluviale

Quelques exemples de perspectives divergentes



<http://www.natureaulac.ca/projet/stabilisation-talus-dudswell/>

Quelques exemples de perspectives divergentes...

Fisheries and Oceans Canada

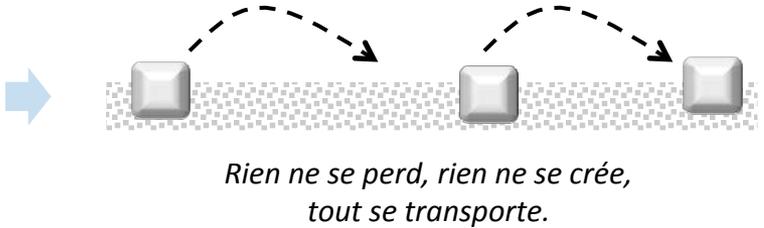


Figure 2

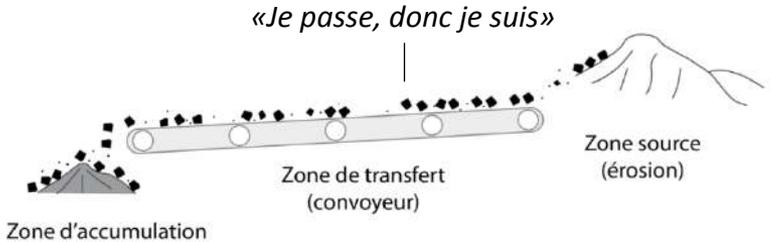
Stream restoration examples for fish habitat improvement: A) stream cleaning recommended in DFO guidelines (Fleury and Boula 2012); B) adding LW to create a log jam following Washington state aquatic habitat guidelines program (Cramer 2012).

Le transport de sédiments et l'érosion des berges: des processus mal-aimés, et pourtant...

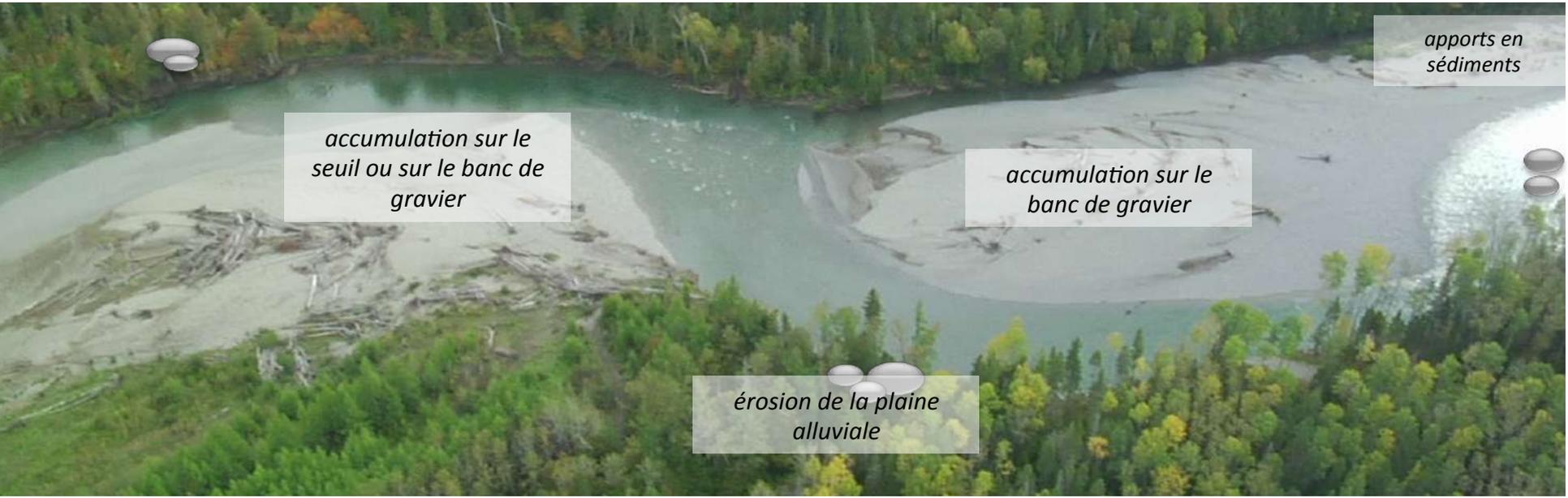
Un cours d'eau en équilibre doit transporter des sédiments.



Les sédiments (> 1mm) ne passent pas à *travers* le système; le cours d'eau est fait de sédiments transportés.



... et ainsi de suite



Le transport de sédiments et l'érosion des berges: des processus mal-aimés, et pourtant...



Bank Erosion as a Desirable Attribute of Rivers

JOAN L. FLORSHEIM, JEFFREY F. MOUNT, AND ANNE CHIN

Bank erosion is integral to the functioning of river ecosystems. It is a geomorphic process that promotes riparian vegetation succession and creates dynamic habitats crucial for aquatic and riparian plants and animals. River managers and policymakers, however, generally regard bank erosion as a process to be halted or minimized in order to create landscape and economic stability. Here, we recognize bank erosion as a desirable attribute of rivers. Recent advances in our understanding of bank erosion processes and of associated ecological functions, as well as of the effects and failure of channel bank infrastructure for erosion control, suggest that alternatives to current management approaches are greatly needed. In this article, we develop a conceptual framework for alternatives that address bank erosion issues. The alternatives conserve riparian linkages at appropriate temporal and spatial scales, consider integral relationships between physical bank processes and ecological functions, and avoid secondary and cumulative effects that lead to the progressive channelization of rivers. By linking geomorphologic processes with ecological functions, we address the significance of channel bank erosion in sustainable river and watershed management.

Keywords: bank erosion, riparian ecology, fluvial geomorphology, sediment, aquatic ecology

L'indice de qualité morphologique (IQM)

A method for the assessment and analysis of the hydromorphological condition of Italian streams: The Morphological Quality Index (MQI)

M. Rinaldi ^{a,*}, N. Surian ^b, F. Comiti ^c, M. Bussetti ^d

^a Department of Civil and Environmental Engineering, University of Florence, Via S.Marta 3, 50139 Firenze, Italy

^b Department of Geosciences, University of Padova, Via Gradenigo 6, 35131 Padova, Italy

^c Faculty of Science and Technology, Free University of Bozen-Bolzano, Piazza Università 5, 39100 Bolzano, Italy

^d Institute for Environment Protection and Research (ISPRA), Via Vitaliano Brancati 48, 00144 Roma, Italy

Guidebook for the evaluation of stream morphological conditions by the Morphological Quality Index (MQI)



M. Rinaldi¹, M. Bussetti^{1,2}, N. Surian³, F. Comiti⁴,
A.M. Gurnell⁵

¹University of Florence; ²Italian National Institute for Environmental Protection and Research (ISPRA); ³University of Padua; ⁴Free University of Bozen; ⁵Queen Mary University of London.

October 2016

A B S T R A C T

A new index has been developed for the hydromorphological assessment of Italian rivers. The method was designed to comply with the EU Water Framework Directive requirements, but its use can be extended to other applications in river management. The evaluation of stream morphological quality is preceded by a phase of river segmentation, consisting of an initial division of the network into river reaches with homogeneous morphological characteristics. The evaluation procedure consists of a set of 28 indicators, which were defined to assess longitudinal and lateral continuity, channel pattern, cross section configuration, bed structure and substrate, and vegetation in the riparian corridor. These characteristics are analyzed in terms of geomorphological functionality, artificiality, and channel adjustments. Indicators, classes, and the scoring system were defined based on expert judgement. The scoring system leads to the definition of the Morphological Quality Index (MQI). Application of the method to 102 river reaches covering a wide range of physical conditions and human pressures of Italian streams enabled the testing of the overall methodology and the refinement of the indicators and scores. Limitations, strengths, and the applicability of the method are also discussed in the paper.

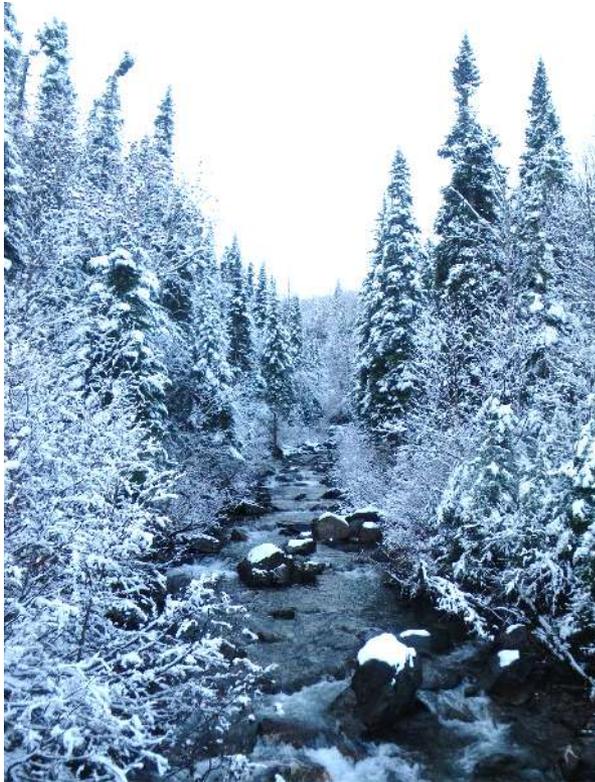
© 2012 Elsevier B.V. All rights reserved.

IQM

L'état de référence

Cours d'eau dont la morpho-dynamique est ajustée au contexte hydro-sédimentaire et qui est exempte de pressions anthropiques.

cours d'eau de référence
confiné

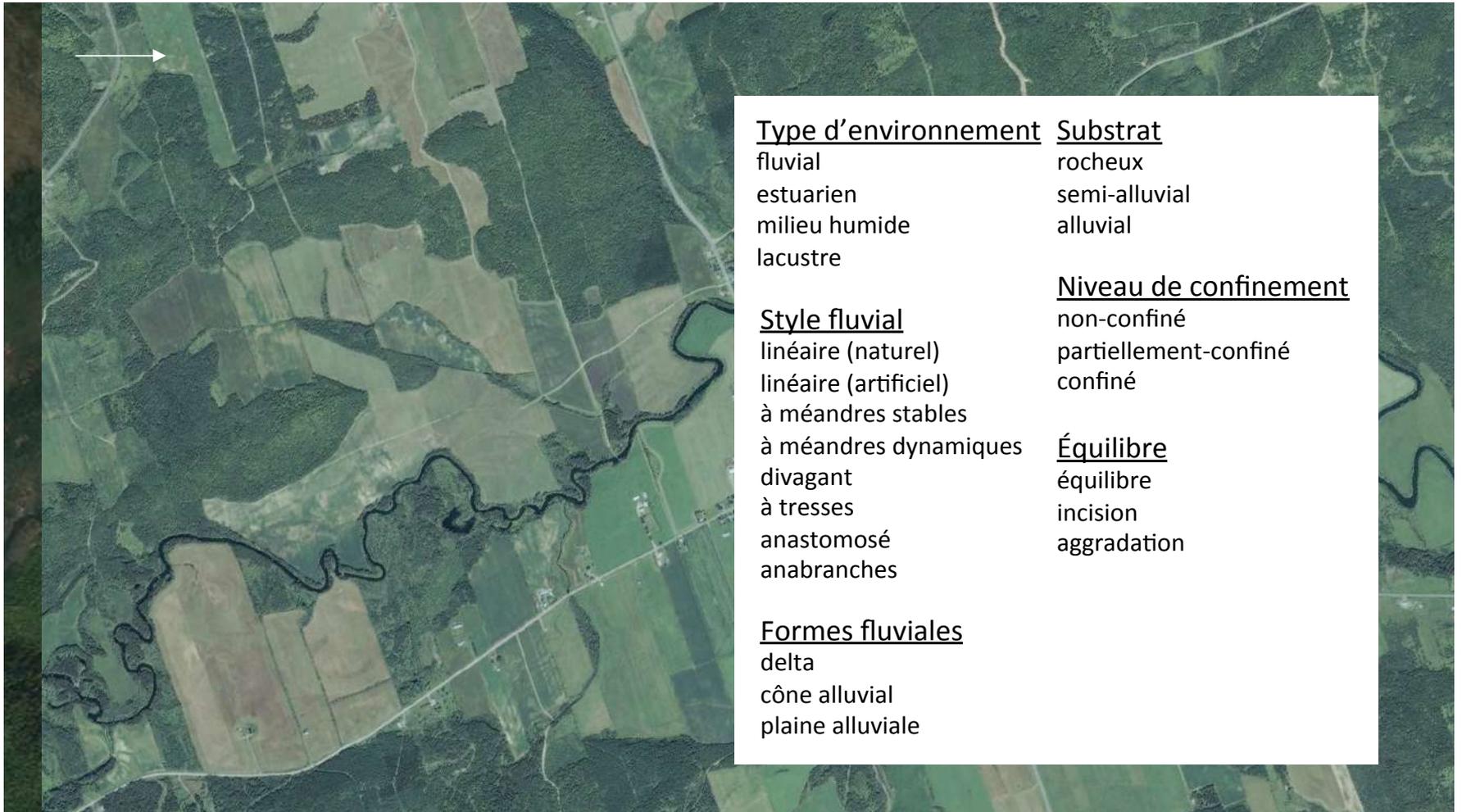


cours d'eau de référence
non-confiné



IQM

échelle d'application



Type d'environnement

fluvial
estuarien
milieu humide
lacustre

Substrat

rocheux
semi-alluvial
alluvial

Style fluvial

linéaire (naturel)
linéaire (artificiel)
à méandres stables
à méandres dynamiques
divagant
à tresses
anastomosé
anabranches

Niveau de confinement

non-confiné
partiellement-confiné
confiné

Équilibre

équilibre
incision
aggradation

Formes fluviales

delta
cône alluvial
plaine alluviale

IQM

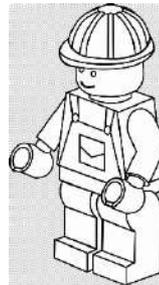
28 critères

3 catégories de critères



processus, formes et
bandes riveraines

x13



anthropisation
(perturbations hydro-sédimentaires,
artificialités et interventions)

x12



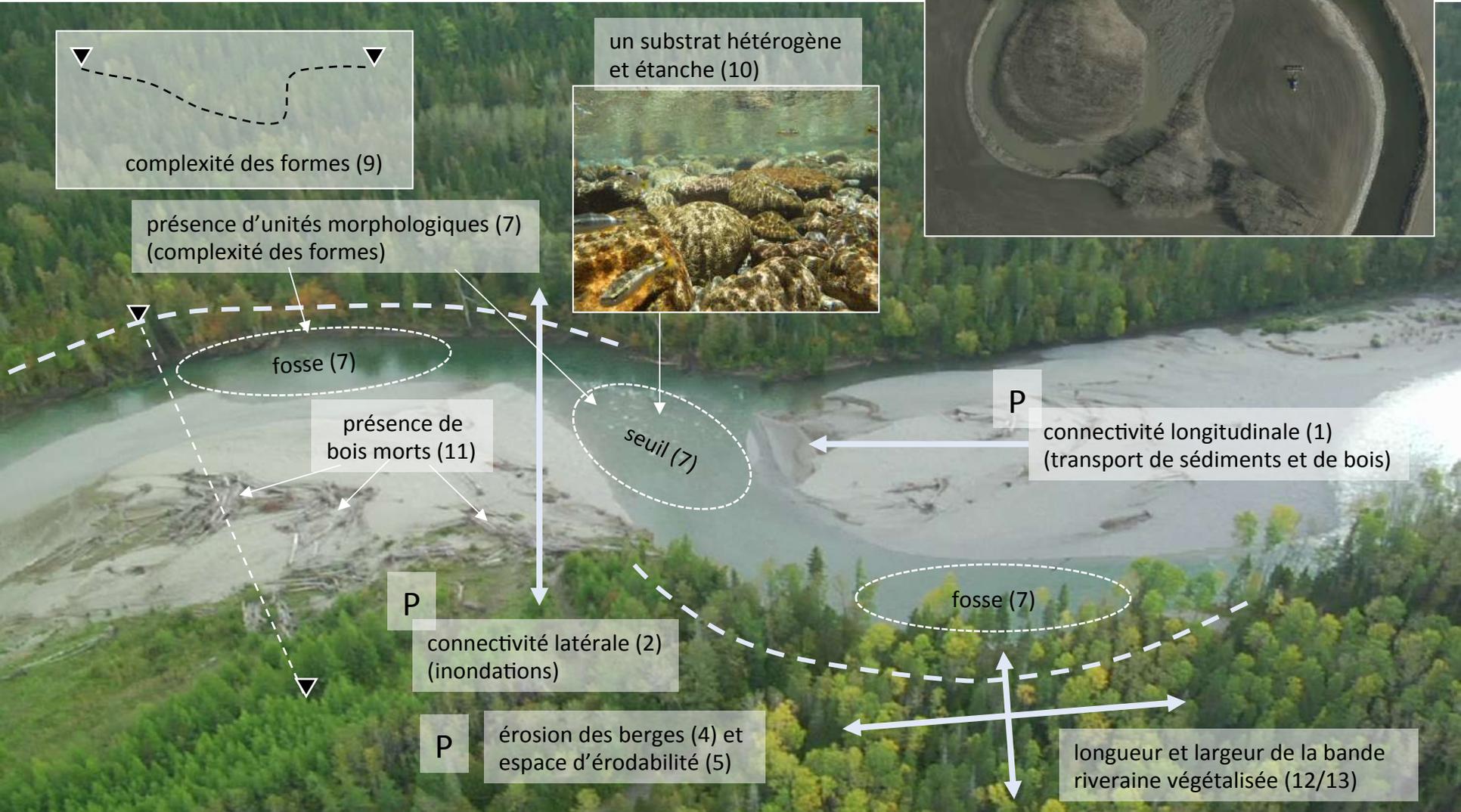
ajustements
(trajectoire historique)

x3

Tour d'horizon des critères de qualité



processus (P), formes et bande riveraine pour un cours d'eau non-confiné (x 11)



Tour d'horizon des critères de qualité



anthropisation

(perturbations hydro-sédimentaires, artificialités et interventions)



A1/A3-débits liquides
(utilisation du sol, drainage)



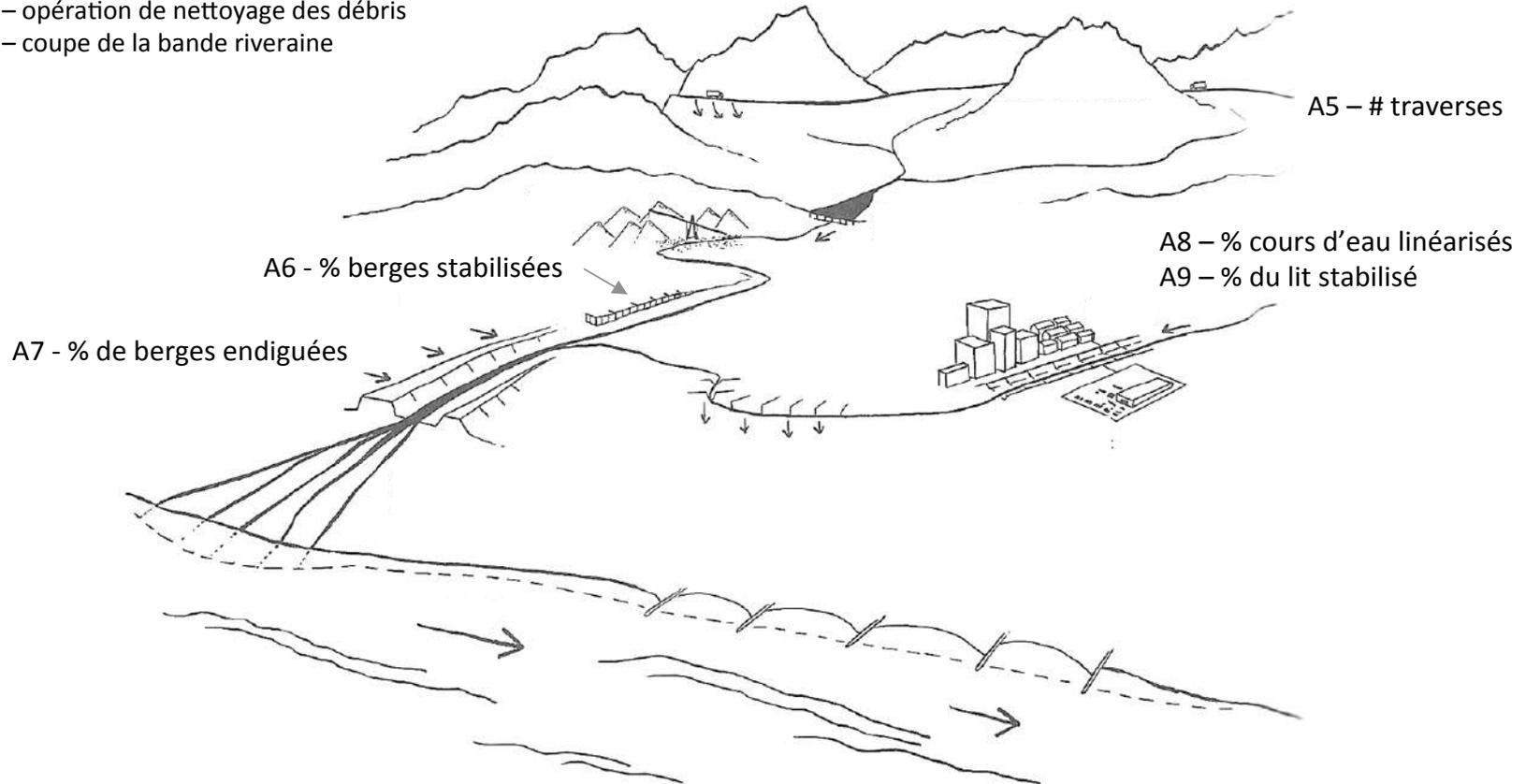
A2/A4 débits solides
(barrages, traverses)

Interventions récurrentes

A10 – dragage/entretien de cours d'eau

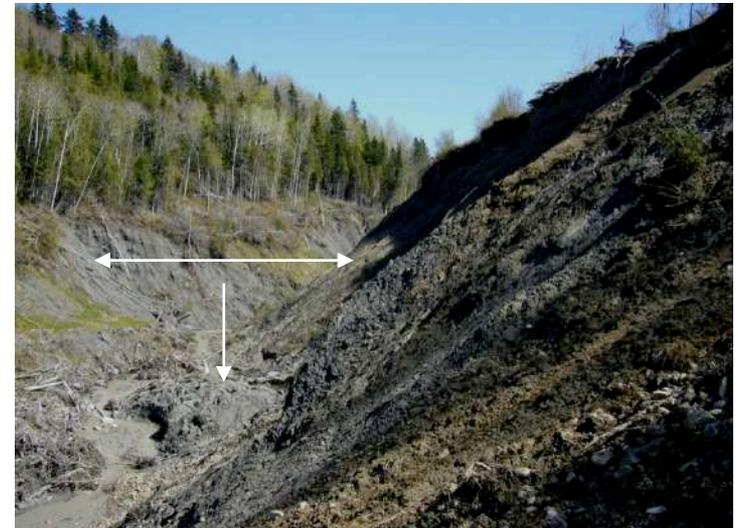
A11 – opération de nettoyage des débris

A12 – coupe de la bande riveraine



Tour d'horizon des critères de qualité

➔ ajustements
(trajectoire historique)



IQM

exemple de question



A8 – altération du tracé

choix de réponses



0 point

pas d'altération



2 points

altération < 10%



3 points

altération ≥ 10%

approche
semi-quantitative
(interpolation linéaire)

altération de 65% 12 points



9 points

altération ≥ 50%



15 points

altération ≥ 80%

Compilation des scores

$$IQM = 1 - \frac{\sum \uparrow \text{scores (avec pénalité)}}{\sum \uparrow \text{scores_max (sans pénalité)}}$$

↳ (confiné: 124
non-confiné: 144)

■ 0.0 – 0.3 : mauvais

■ 0.3 – 0.5 : modéré

■ 0.5 – 0.7 : modéré

■ 0.7 – 0.85 : bon

■ 0.85 – 1 : élevé

IQM

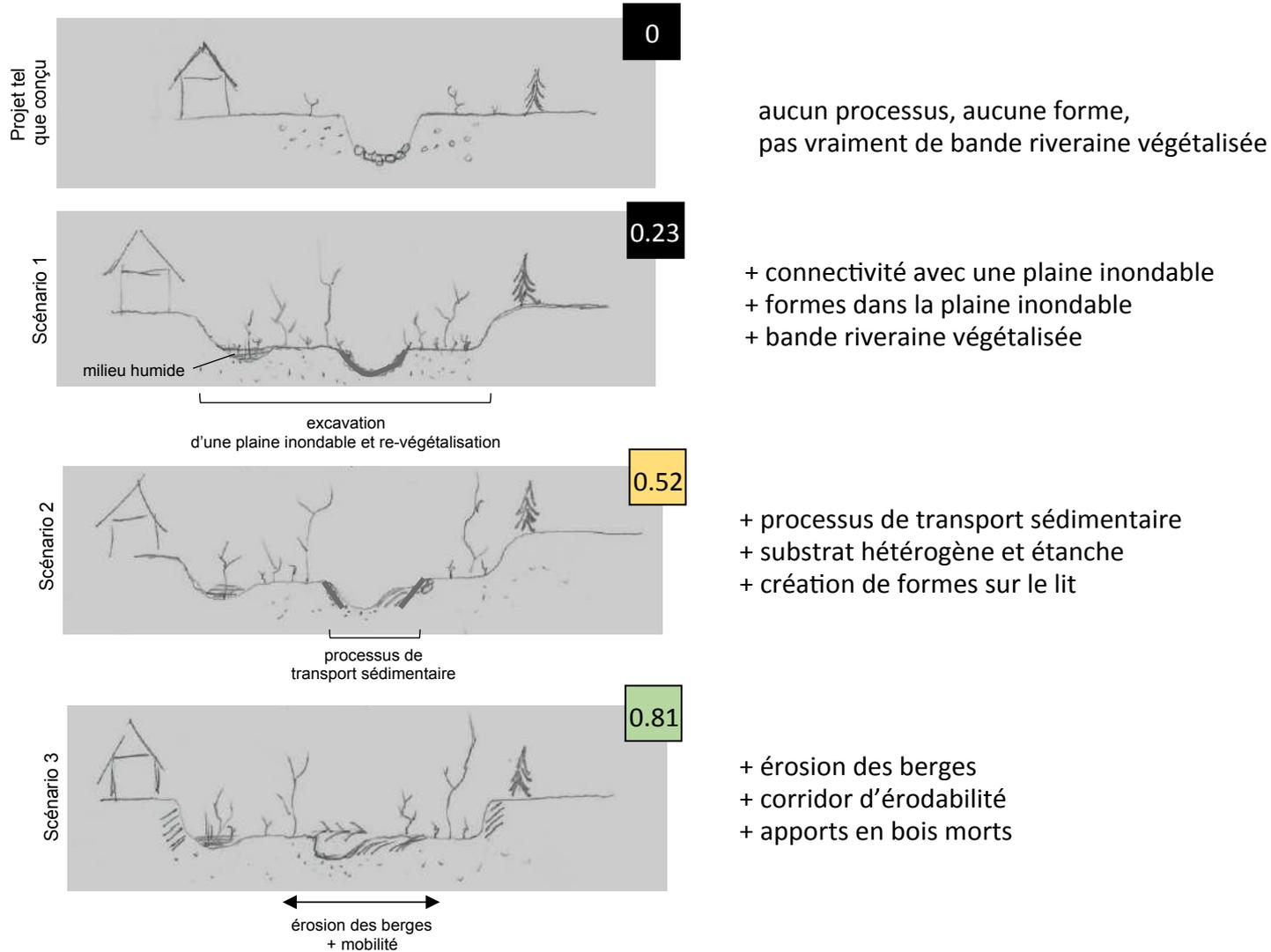
exemples illustrés

le Ruisseau Xavier-Boucher



IQM

exemples illustrés



IQM

exemples illustrés

F2 – connectivité avec la plaine inondable
F4 – perte de berges en érosion
F7 – destruction des formes sur le lit
F9 – simplification de la section transversale
F10 – pas de débris ligneux
F11/F12 – pas de bandes riveraines



A8 – linéarisation
A10 – dragage/entretien



C1 – perte de sinuosité
C3 – potentiel d'incision

0.41



0.54



IQM

exemples illustrés



F8 – formes alluviales
(milieux humides)
F11/F12 – bandes riveraines



A8 – linéarisation
A10 – dragage/entretien

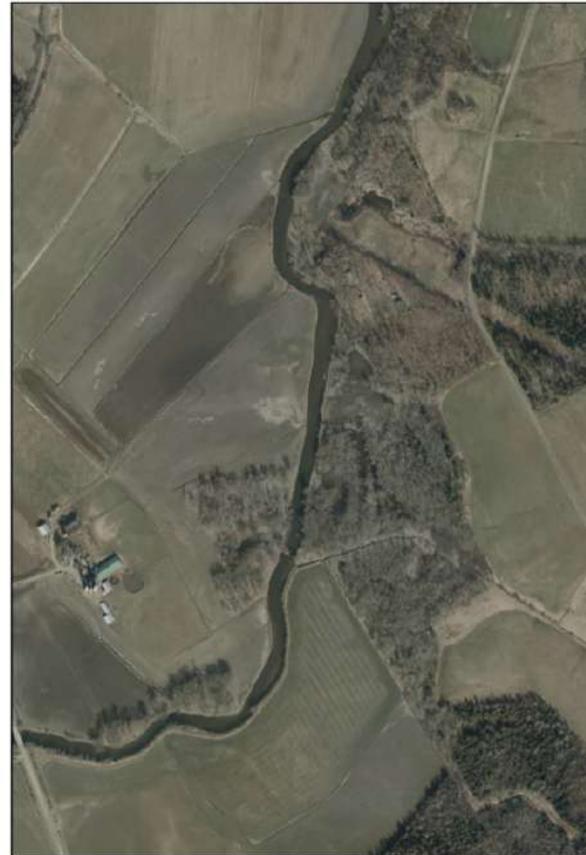


C1 – perte de sinuosité
C3 – potentiel d'incision

1945



2013



riv. Coaticook

IQM

exemples illustrés



- F4 – perte de berges en érosion
- F5 – perte d'un espace d'érodabilité
- F7 – formes fluviales incohérentes avec les processus de formation
- F8 – absence de formes alluviales



A6 – % de berges stabilisées



IQM

exemples illustrés



F7 – destruction des
unités morphologiques sur le lit
F9 – simplification de la section
transversale
F10 – absence de substrat naturel



A4 – interception
des débits solides
A9 – revêtement sur le lit



IQM

considérations techniques

Temps d'application

bureau vs terrain (50/50)

selon la taille des tronçons

selon la disponibilité des données

1 à 2/ jour en moyenne (selon Rinaldi et al, 2015)

opérations d'entretien et de nettoyage (MRC; municipalités)
photographies aériennes historiques
analyse hydrologique (!)

Expertise en géomorphologie

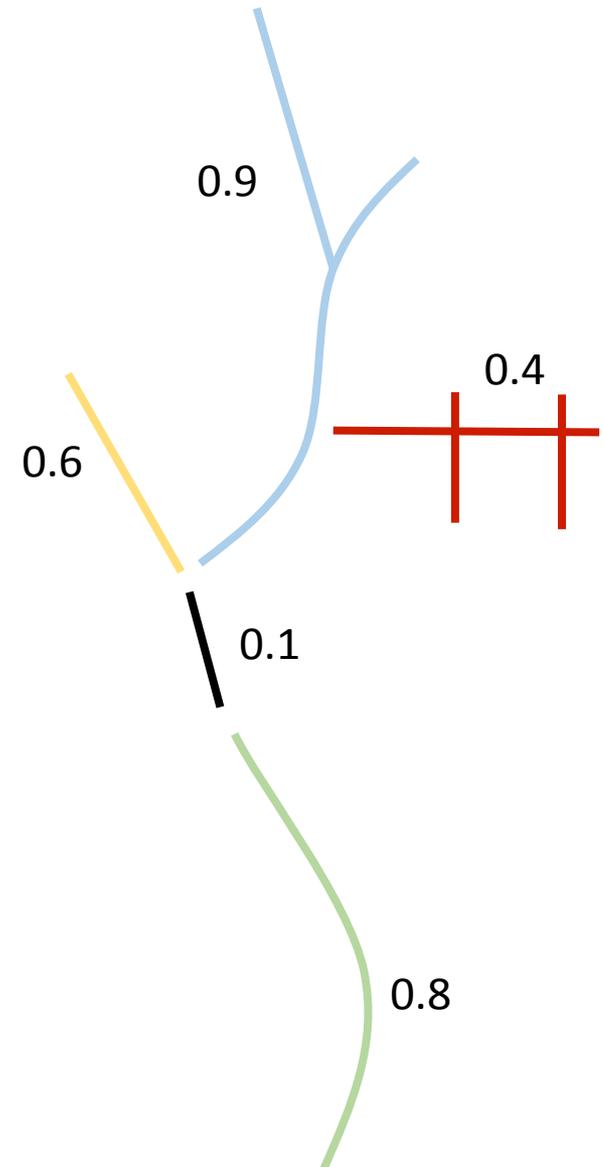
- Ca va de soi: il suffit de consulter la documentation relative à chaque question.
- **Savoir reconnaître**
 - la plaine alluviale moderne et le confinement
 - un processus d'érosion «normal»
 - les styles fluviaux et les unités morphologiques propres à chacun (p.ex. seuil-mouille; marches-cuvettes)
- **Savoir reconnaître**
 - les indicateurs associés à un cours d'eau en incision
 - le style fluvial attendu dans un contexte hydro-sédimentaire donné

Niveau d'entraînement requis	# critères (28)
● atelier de demain + lecture	21
● formation recommandée	5
● expérience	2

2- L'IQM dans le contexte de la conservation/restauration de cours d'eau

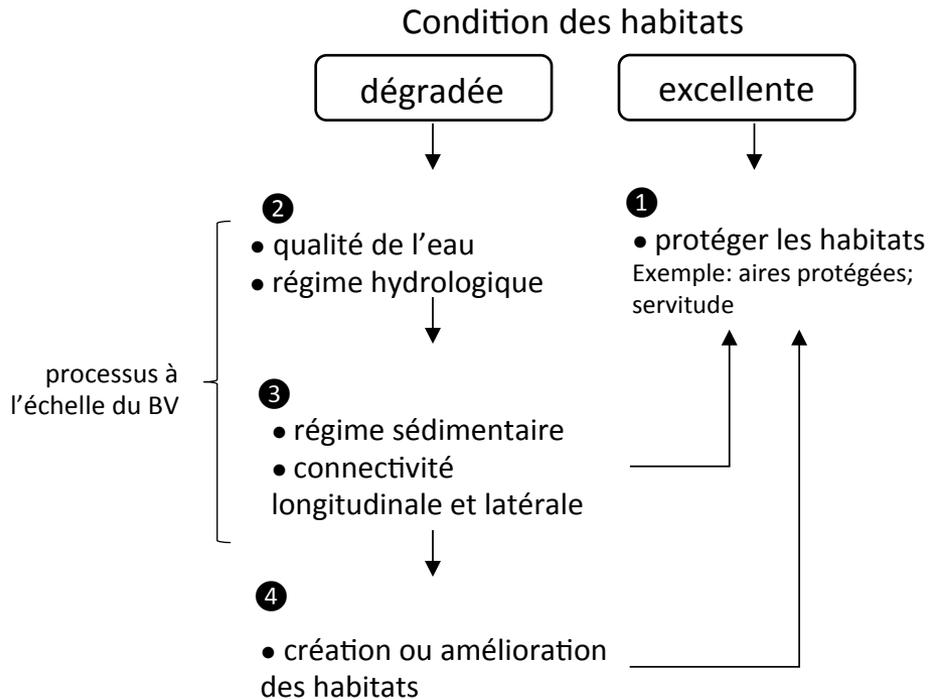
À quoi sert l'IQM?

- offre une définition claire, objective et mesurable de ce qu'est un «bon» cours d'eau
 - permet de faire un portrait des conditions hydrogéomorphologiques à l'échelle du territoire (et de suivre son évolution)
 - permet d'identifier en quoi il est dégradé et en quoi il est possible de l'améliorer
- n'identifie PAS explicitement les actions pertinentes pour y parvenir

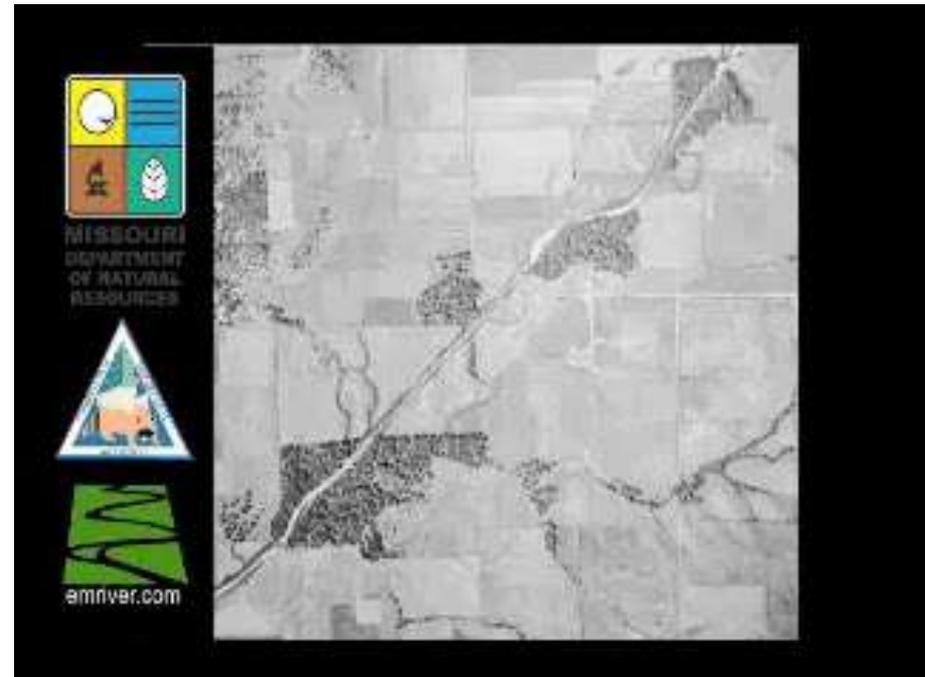


De l'eau, des sédiments, de l'espace et du temps...

Priorisation des actions de conservation/restauration



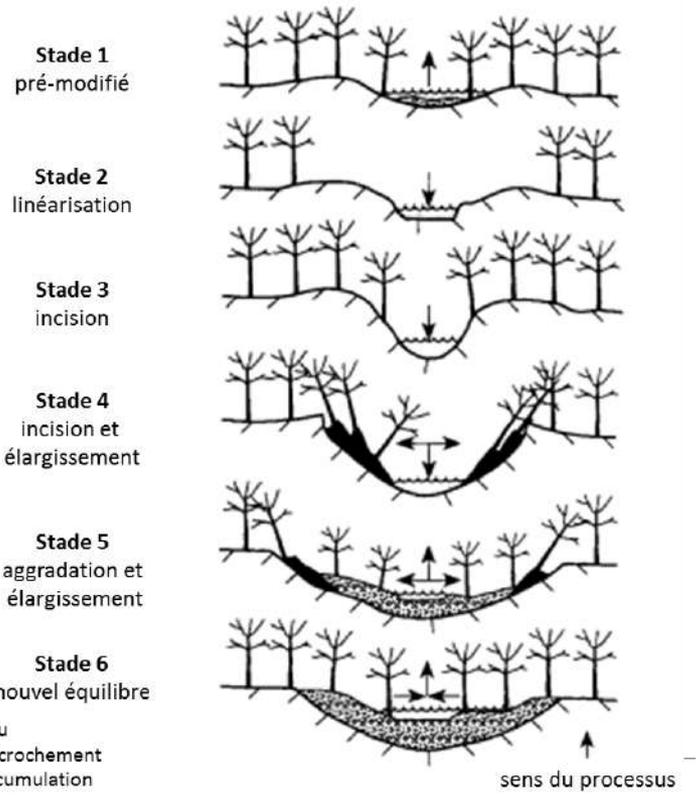
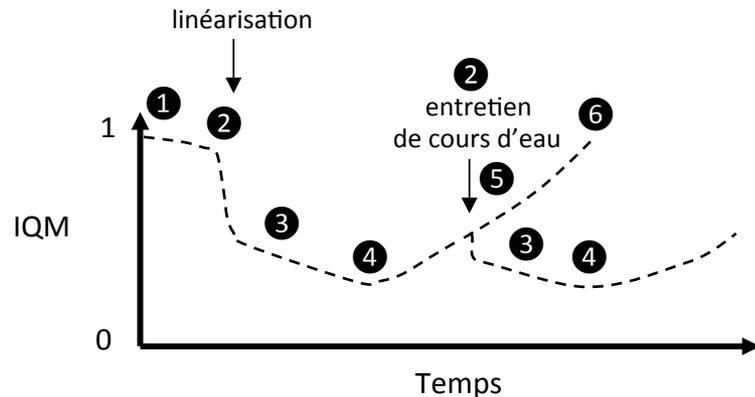
les processus d'abord,
then let the river do the work



Source: River Geomorphology Videos, Little River Research & Design

Roni, P., Hanson, K., & Beechie, T. (2008). Global review of the physical and biological effectiveness of stream habitat rehabilitation techniques. *North American Journal of Fisheries Management*, 28(3), 856-890.

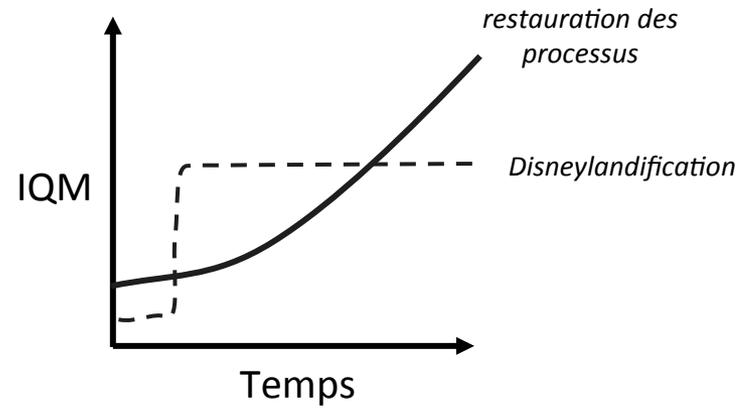
La trajectoire et la résilience des cours d'eau linéarisés



Trajectoire des critères de l'IQM

- F4 processus d'érosion
 - F7 unités morphologiques sur le lit
 - F8 unités morphologiques dans la plaine inondable
 - 2** - F9 variabilité de la section transversale
 - A8 changement de tracé
 - A10 opérations de dragage
 - C1 ajustement du style fluvial
 - C2 ajustement de la largeur
-
- 3** - F2 connectivité latérale
 - C3 incision
 - 4** - F4 mouvements de masse
-
- 5** + F2 connectivité latérale
 - + F4 érosion des berges
 - + F7 unités morphologiques sur le lit
 - + F9 variabilité de la section transversale
 - 6** + F8 unités morphologiques dans la plaine inondable
 - + C1 ajustement du style fluvial
 - + C2 ajustement de la largeur

La restauration des processus: un projet sur le long terme, mais durable.



Disneylandification



Restauration des processus



axée sur la réhabilitation des processus morphogènes plutôt que sur la manipulation de la morphologie

La restauration des processus, c'est:

- rétablir la connectivité hydrologique et sédimentaire



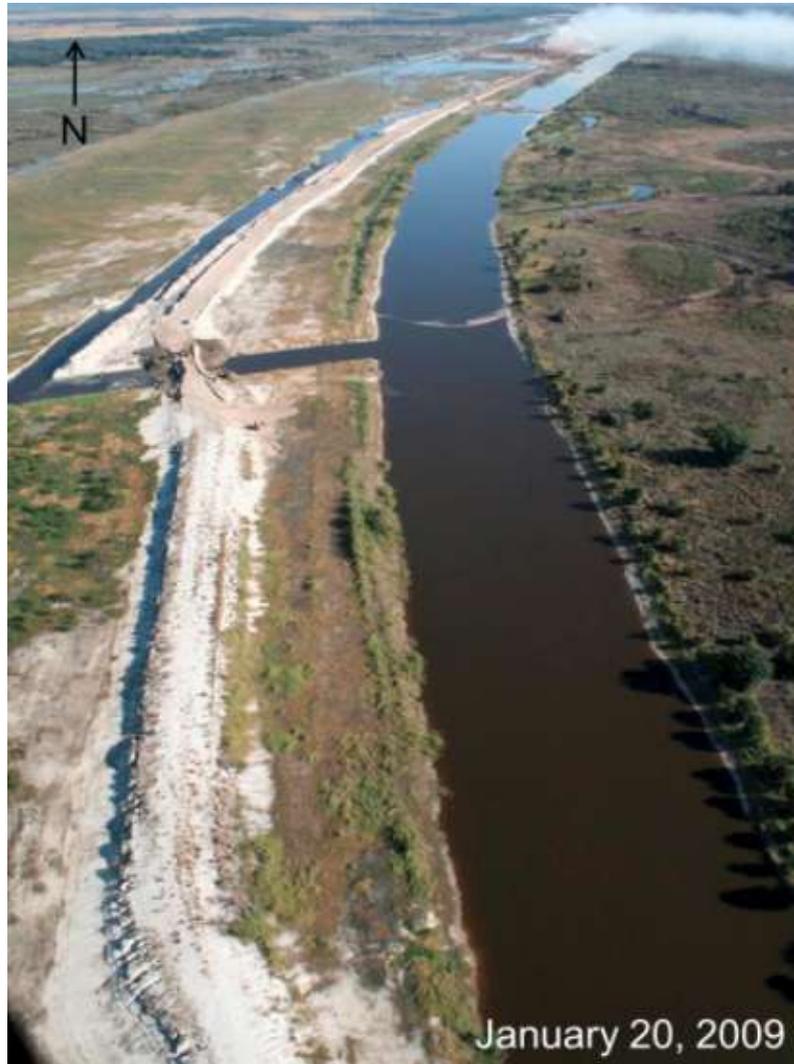
La restauration des processus, c'est:

- rétablir la connectivité hydrologique et sédimentaire



La restauration des processus, c'est:

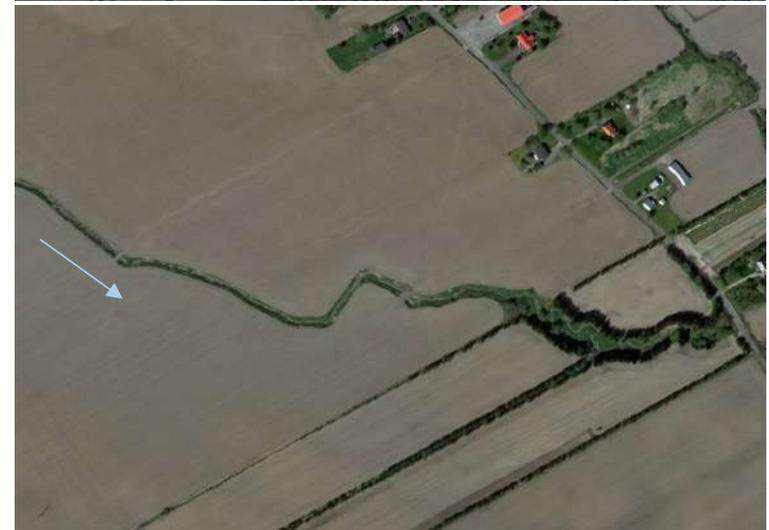
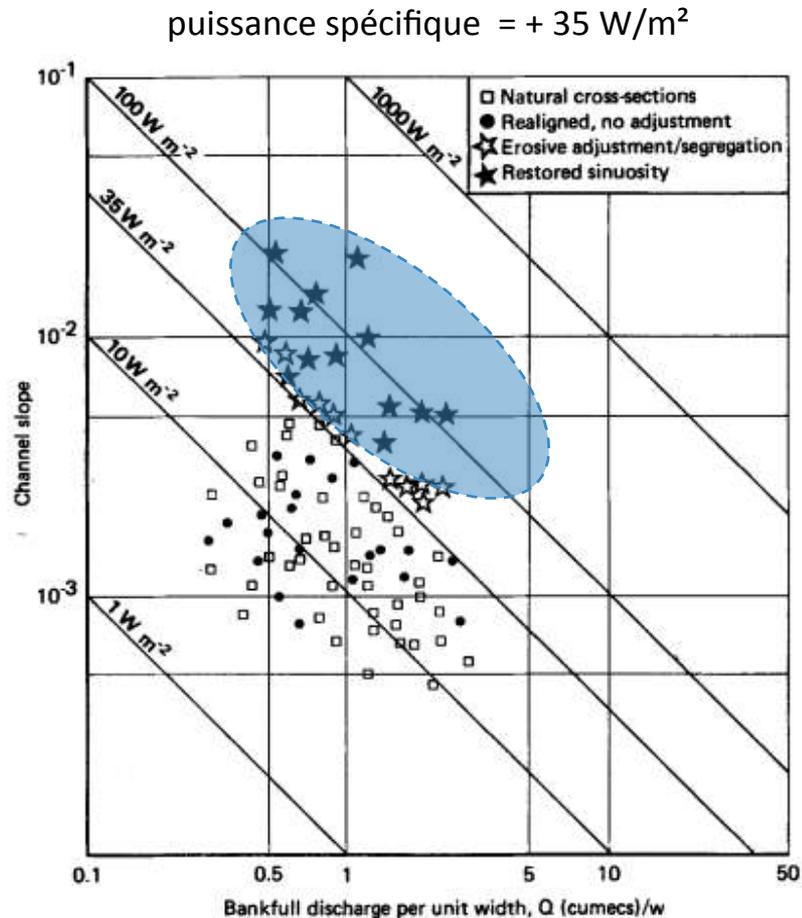
- redonner de l'espace au cours d'eau



Kissimmee river (Floride)

Quels sont les cours d'eau résilients?

énergie (pente) et transport de sédiments en charge de fond



Brookes, A. (1987). The distribution and management of channelized streams in Denmark. *Regulated Rivers: Research & Management*, 1(1), 3-16.

Conclusion

1- Enfin une définition sans ambiguïté de la qualité des cours d'eau pour la gestion!



2- Protéger/restaurer les processus d'abord (*and let the river do the work*).

UQAR

Laboratoire de géomorphologie
et de dynamique fluviale



Thomas Buffin-Bélanger
(professeur à l'UQAR)



Maxime Boivin
(professeur à l'UQAC)



Clément Besnard
(agent de recherche à l'UQAR)

Outils

Matrice

Évaluation préliminaire du risque environnemental

Balises statuant sur le niveau de risque environnemental en fonction des caractéristiques du projet et du milieu physique.

Analyse

Analyse critique des projets hydriques

Questions pour la réflexion entourant l'analyse d'un projet hydrique en fonction du type de projet.

IQM

Indice de Qualité Morphologique

Définition d'un gain ou d'un impact environnemental à partir de critères objectifs et quantifiables.

Références

Un bon cours d'eau

Un bon cours d'eau, c'est quoi?

Introduction aux concepts de base en géomorphologie

Études de cas

Études de cas

Les concepts en géomorphologie fluviale appliqués à l'analyse des projets hydriques

IQM - état

Indice de qualité morphologique

Fermer

(1) Sélectionnez la situation qui s'applique:

Confiné

Non-confiné

(2) Répondez aux questions (onglets 1 à 4)

(3) Au besoin, comparez plusieurs scénarios

(4) Au besoin, évaluez le gain ou la perte de milieux hydriques avec les outils de pondération

IQM

<input type="text"/>	Somme des scores	<input type="text"/>
<input type="text"/>	Somme des maximums	<input type="text"/>

$IQM = 1 - (score/max)$

Réinitialiser

élevé; $0.85 \leq IQM \leq 1$; bon $0.7 \leq IQM < 0.85$; modéré $0.5 \leq IQM < 0.7$; faible $0.3 \leq IQM < 0.5$ mauvais $0 < IQM < 0.3$

Pondération de l'IQM

IQM

longueur du tronçon (L)

largeur du tronçon (W)

<input type="text"/>	longueur (m)	$IQM \times L$ (m)
<input type="text"/>	superficie(m ²)	$IQM \times L \times W$ (m ²)
<input type="text"/>	longueur normalisée par la largeur (m/m)	$IQM \times L / W$

Références

Rinaldi (2016) - Guide pour l'application de l'IQM (en anglais)

Pour citation: Demers S, Roy MA, Masse S, Besnard C, Buffin-Bélanger T (2018). Application pour le calcul de l'indice de qualité morphologique adapté pour le Québec, Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de géomorphologie et de dynamique fluviale, version 02, juin 2018.

adapté de: Rinaldi M, Surian N, Comiti F et Bussetini 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.

Onglet suivant

F1 - Continuité longitudinale dans le transport de sédiments et de bois

A	0	A - absence d'altération dans la continuité du transit des sédiments et du bois
B	3	B - présence d'obstacles aux flux sédimentaires et ligneux sans interception complète
C	5	C - interception complète des sédiments et du bois

F2 - Présence d'une plaine alluviale moderne

A	0	A - présence continue d'une plaine alluviale moderne large (longueur > 66% & largeur > 2 x la largeur du cours d'eau)
B1	2	B1 - présence discontinue (longueur 10-66% & largeur > 2 x la largeur du cours d'eau)
B2	3	B1 - présence discontinue (longueur > 66% & largeur < 2 x la largeur du cours d'eau)
C	5	B2 - présence discontinue (longueur 10-66% & largeur < 2 x la largeur du cours d'eau) C - absence ou présence négligeable (longueur < 10%)

F3 - Connectivité entre le corridor fluvial et les versants

A	0	A - connectivité complète entre les versants et le corridor fluvial (longueur > 90%)
B	3	B - connectivité significative entre les versants et le corridor fluvial (longueur 33-90%)
C	5	C - faible connectivité entre les versants et le corridor fluvial (longueur < 33%)

F4 - Processus d'érosion des berges

A	0	A - érosion des berges dispersée (longueur > 10%, distribuée sur > 33% de la longueur du tronçon homogène)
B	2	B - érosion des berges limité à une longueur de 2-10%
C	3	B - érosion sur une longueur > 10%, mais concentrée sur < 33 % B - mouvements de masse sur une longueur 25-50% C - érosion des berges limitée à une longueur < 2% C - mouvements de masse sur une longueur > 50%

F5 - Présence d'un corridor d'érodabilité potentiel

A	0	A - présence d'un corridor d'érodabilité long et large (longueur > 66% & largeur > 2 x la largeur du cours d'eau)
B	2	B - présence d'un corridor d'érodabilité étroit (longueur > 66% & largeur < 2 x la largeur du cours d'eau)
C	3	B - présence d'un corridor d'érodabilité court (longueur 33-66% & largeur > 2 x la largeur du cours d'eau) C - présence d'un corridor d'érodabilité limitée (longueur < 33%)

F6 - La configuration du lit

A	0	A - les formes du lit sont cohérentes avec la pente de la vallée
B	3	B - les formes du lit ne sont pas cohérentes avec la pente de la vallée
C	5	C - altération complète des formes du lit ou la présence d'un lit artificiel

F7 - Unités géomorphologiques dans le chenal

A	0	A - faible altération dans l'hétérogénéité des unités géomorphologiques et dans la variabilité de la largeur du cours d'eau
B	3	(altération sur une longueur < 5 %)
C	5	B - altération sur une longueur 5-33% C - altération sur une longueur > 33%

ADVANCING RIVER RESTORATION AND MANAGEMENT

Stream and Watershed Restoration

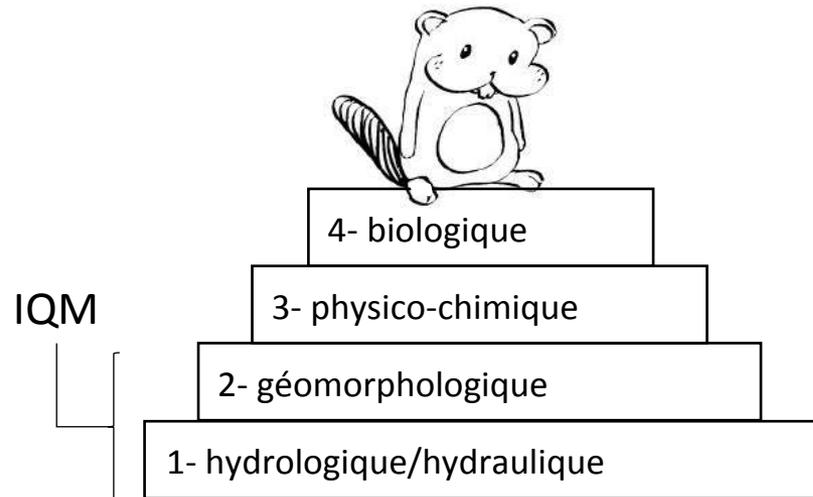
A Guide to Restoring Riverine
Processes and Habitats

Edited by Philip Roni and Tim Beechie

 WILEY-BLACKWELL



L'IQM offre un portrait partiel
de la qualité des habitats





© A. Evette (Irstea)



© A. Matringe