

UQAC

Université du Québec
à Chicoutimi



UQAR
Université du Québec
à Rimouski

Rôle des bois morts dans la restauration de la dynamique morphologique des cours d'eau

*Maxime Boivin (UQAC), Thomas Buffin-Bélanger (UQAR), et
Maxime Maltais (UQAR)

LERGA
Laboratoire d'expertise et
de recherche en géographie appliquée

 Le Conseil de l'eau du
Nord de la Gaspésie

 Fondation de la faune du Québec

Quelques définitions

- « Un embâcle est essentiellement un amas de bois mort qui s'accumule sur le lit d'un cours d'eau; ces bois mort sont constitués d'arbres déracinés ou sectionnés par une action naturelle ou humaine, auxquels s'ajoutent des pièces plus fines comme des branches, des feuilles ou des herbes. » (Piégay, 2005)
- Définitions Bois mort : **10 cm de diamètre et 1 m de long.** (Andreoli et Al. 2006. Piégay, 2005)
- Définition d'un embâcle de bois mort : Accumulation de **3 bois mort et plus.** (Abbe, T.B., Montgomery, D.R., 1996 , PIÉGAY, H and GURNELL, A.M. 1997)
- Débris ligneux/large woody debris versus Bois mort en rivière : **perception**



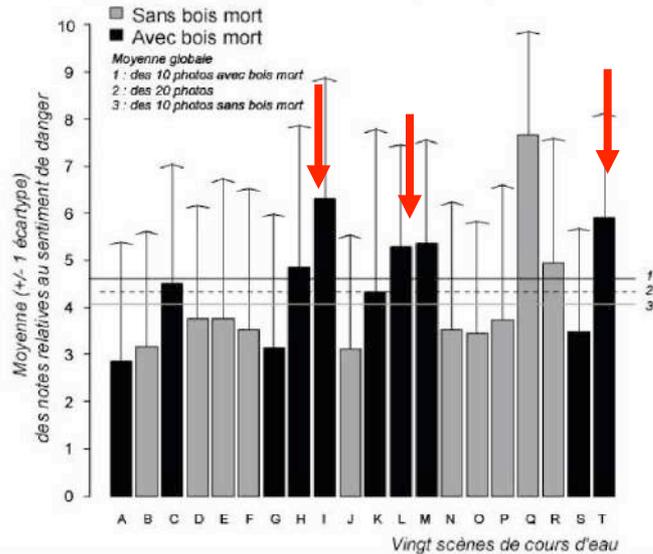
Gestion au Québec

Partant des principes que :

- **Toute MRC doit réaliser les travaux requis pour rétablir l'écoulement normal des eaux d'un cours d'eau** lorsqu'elle est informée de la présence d'une obstruction qui menace **la sécurité** des personnes ou des biens. (L.R.Q., C-47.1)
- **Quelques études** (Boivin et Buffin-Bélanger, 2010; Massé, 2014; Boivin et al., 2015, 2017; Maltais, 2018) à ce jour sur la présence de bois mort et la géomorphologie fluviale au Qc
- **Peu d'outils de gestion des EBM au Québec:**
 - Therrien, J. 1997. Guide technique sur le **démantèlement** d'embâcles.
- **Cas de gestion multiples** au Québec :
 - Montaison du Saumon sur la Rivière St-Jean (MRNF, 2009)
 - Inondation de Rivière au Renard (2 morts) en 2007 (Buffin-Bélanger, 2007)
 - Mort d'un enfant de 5 ans sur la rivière Nouvelle (Bureau du Coroner, 2002)
 - Problématique d'érosion et d'inondation sur la rivière Neigette (OBVNEBSL-UQAR. 2012)
 - Barrages Hydro-Québec ...
- **Prédominance de l'ingénierie** et des approches dites «dures» ou «lourdes»
- **Environnements naturels et complexes** : Cela doit être intégré dans la gestion!

Perception de la présence de BM

a) Notes moyennes attribuées à chacune des vingt photographies (voir b)



b) Photographies soumises à la vue



-Perception des risques **plus élevée** lorsque présence de BM (N= 200)

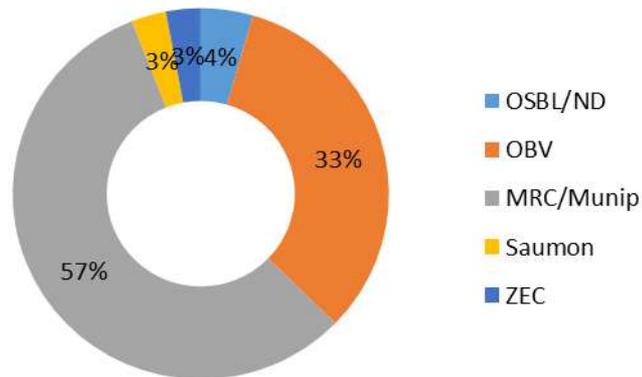
-La **décision d'intervention repose largement sur des motivations et des sensibilités** qui varient selon les individus et l'environnement socioculturel.

-Les cours d'eau disposant de bois mort apparaissent **moins esthétiques** et plus **dangereux**, ce qui implique qu'une intervention est davantage souhaitée pour améliorer leur état.

-Importance de la **sensibilisation** de la population et des gestionnaires.

Perception Au Québec

Type d'organisation



Questionnaire auprès des acteurs de l'eau au Qc:

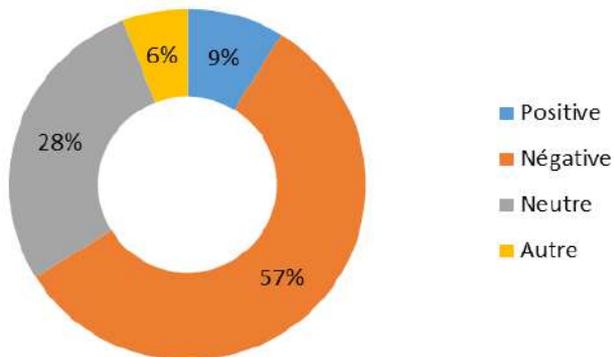
-**70 répondants** : OBV's (33%), MRC's (57%), ZEC (3%), OBNL gestion du saumon (7%)

-**Représentation négative** de la présence de bois en rivière : 57%

-**Perception positive** : Seulement 9%

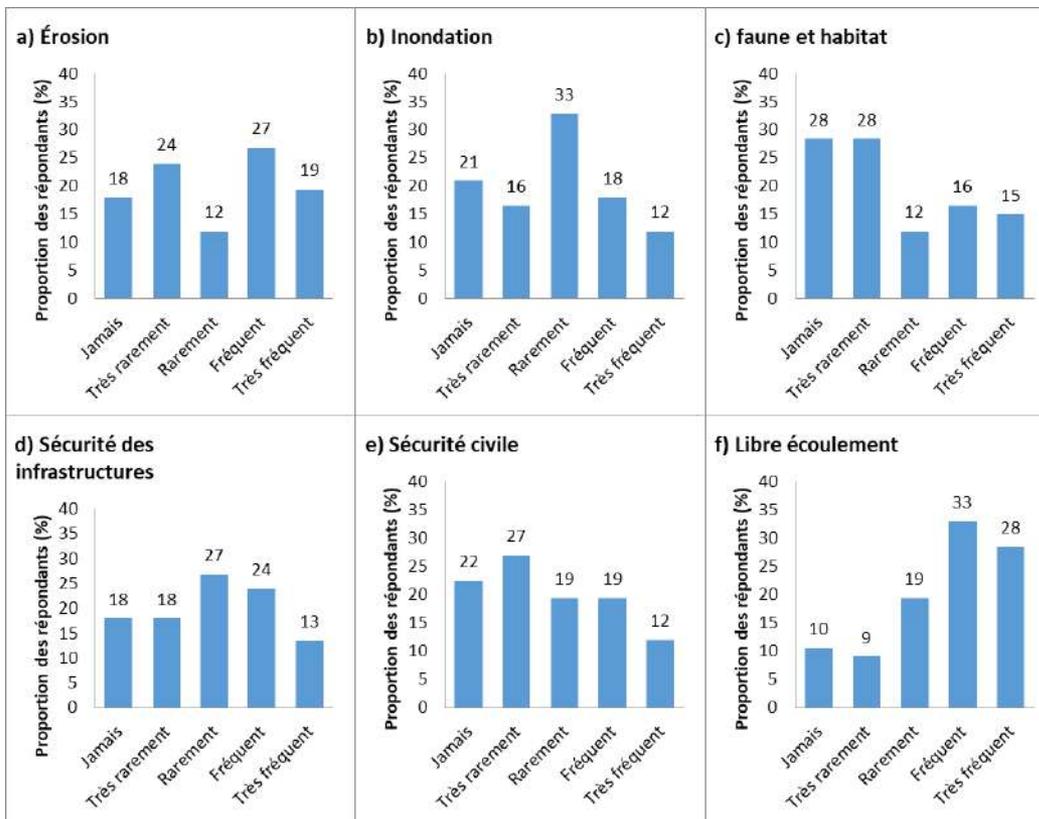
-**Perception neutre** : 34%

Perception des embâcles



Le besoin de lignes directrices, d'un guide d'intervention ou encore d'un outil d'analyse permettant d'éclairer la prise de décision en lien avec le retrait ou non d'un embâcle de bois apparaît crucial

Le tiers des répondants soulignent l'intérêt d'avoir un document actualisé



-80% des répondants ont eu à se positionner directement lors de situations impliquant des embâcles

-Conséquemment, les actions entreprises sont généralement orientées vers le **retrait du bois plutôt que vers leur maintien**

Guide d'analyse de la dynamique du bois mort en rivière



Ce guide se propose d'offrir aux gestionnaires des cours d'eau:

- **un ouvrage de référence** exposant des connaissances scientifiques récentes concernant la dynamique du bois mort en rivière et;
- **Une clé d'évaluation** des dynamiques fluviales et de leur sensibilité à la présence de bois mort

Complémentaire au guide technique sur le démantèlement d'embâcles (Therrien, 1997)

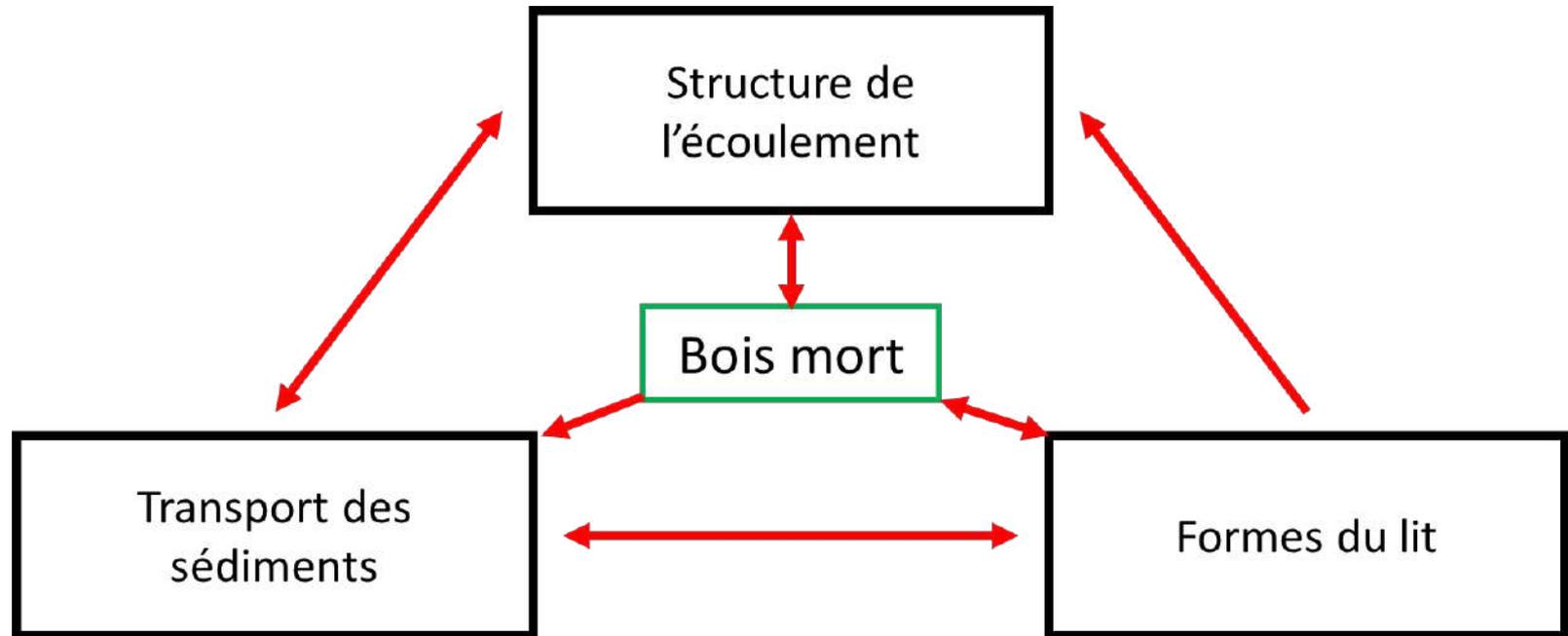
Continuité du rapport scientifique sur la restauration de l'habitat du poisson en rivière (Biron, 2017) publié par la Fondation de la Faune du Québec.

(Maltais, Boivin et Buffin-Bélanger, *en révision*)

La structure du guide

I	Introduction	1
II	Les enjeux de gestion du bois mort en rivière	3
III	Notions d'hydrogéomorphologie	8
IV	L'influence du du bois mort sur la morphologie et les fonctions écosystémiques des cours d'eau	22
V	L'influence du bois mort sur l'hydrogramme de crue, la réponse sédimentaire et l'évolution du cours d'eau à l'échelle du corridor fluvial	37
VI	Les bilans ligneux à l'échelle du corridor fluvial et du bassin-versant	49
VII	Les interventions dans un contexte de gestion	63
VIII	Études de cas	72
IX	Bibliographie	89
X	Annexes	96
	Annexe 1 : Questions pour l'indice éco-géomorphologique	97
	Annexe 2 : Fiche de caractérisation des embâcles de bois mort	

Le rôle du bois mort dans la restauration naturelle des cours d'eau

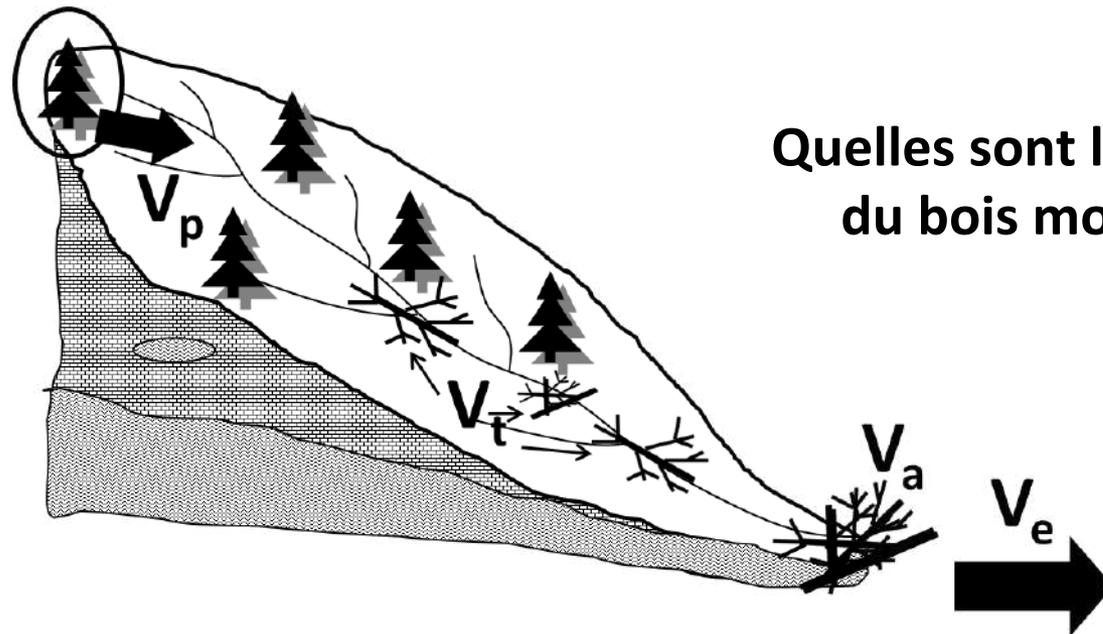


Pour une restauration durable des cours d'eau et pour améliorer la qualité de l'habitat, nous devons prendre en compte la restauration des processus fluviaux :

- Ce qui inclut **l'érosion des berges**
- **Les bois mort en rivière**
- **Le moins possible de structures statiques : environnements dynamiques**

Le rôle du bois mort dans la restauration naturelle des cours d'eau

- Le bois mort en rivière est naturel!



V_p : volume produit = érosion, vent, glissement de terrain, mortalité...

V_a : volume accumulé = dans le chenal, dans la plaine, dans un delta...

V_t : volume en transit = Transport lors des crues et débâcles de glace

V_e : volume évacué = évacué du système, décomposé, fragmenté...

Le rôle du bois mort dans les processus fluviaux



Rivière Mont-Louis, Août 2018

Le rôle du bois mort dans les processus fluviaux

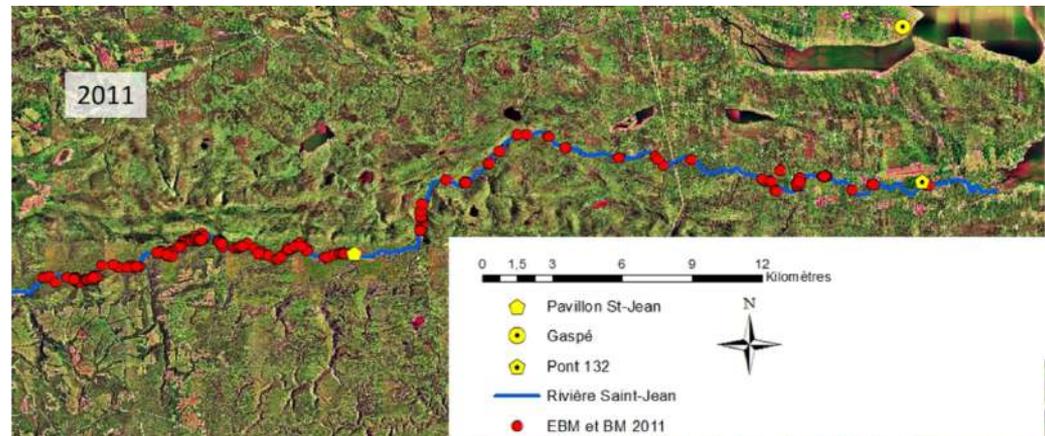
- **2 échelles d'analyse :**

- 1) À l'échelle d'un site

- Quelques exemples d'impacts

- 2) À l'échelle de plusieurs embâcles dans un corridor ou un bassin versant

- Quoi prendre en compte?



1) À l'échelle d'un site

Embâcles de déviation de l'écoulement et protection des berges

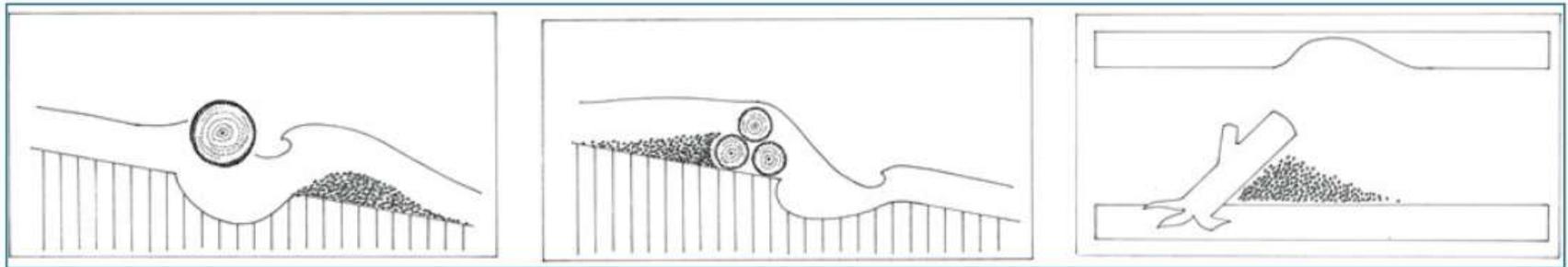


1) À l'échelle d'un site

Troncs-seuil (Log-steps)

Les bois mort : important pour les processus naturels en rivière

surcreusement en aval du
bois mort, accumulation
en amont



Surcreusement sous le bois
mort, accumulation en aval

Bois mort redirige
l'écoulement sur la berge
opposée causant de
l'érosion et accumulation
en aval

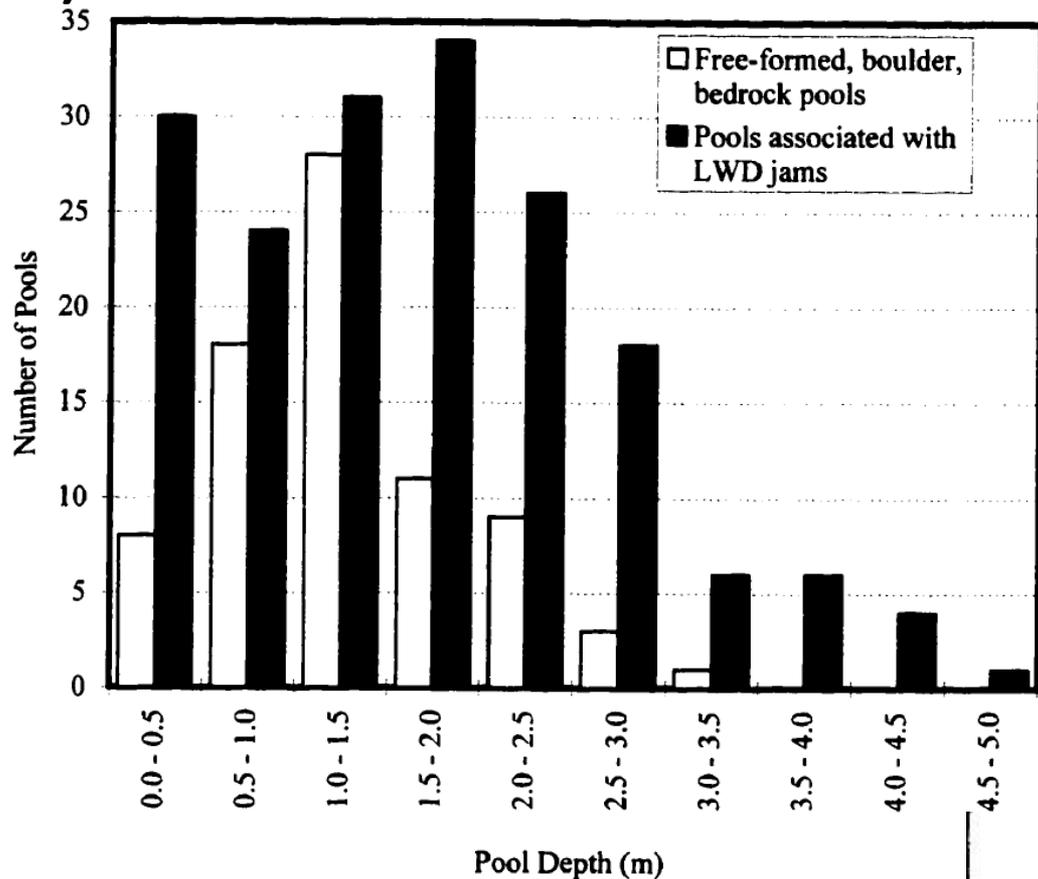
1) À l'échelle d'un site

Troncs-seuil (Log-steps)



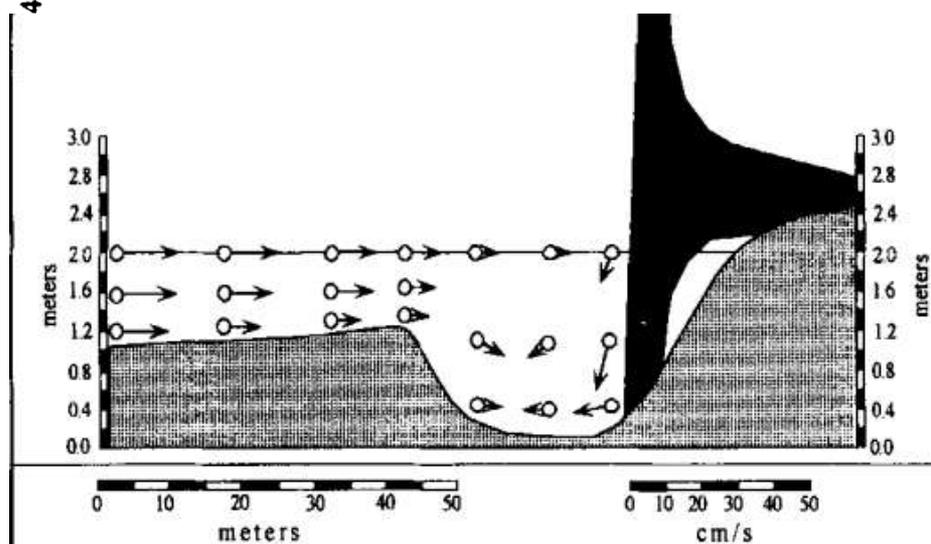
Mont St-Pierre, 2008.

1) À l'échelle d'un site



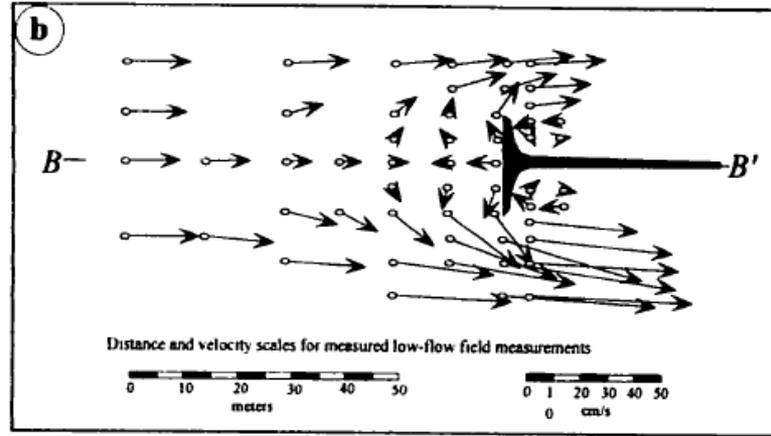
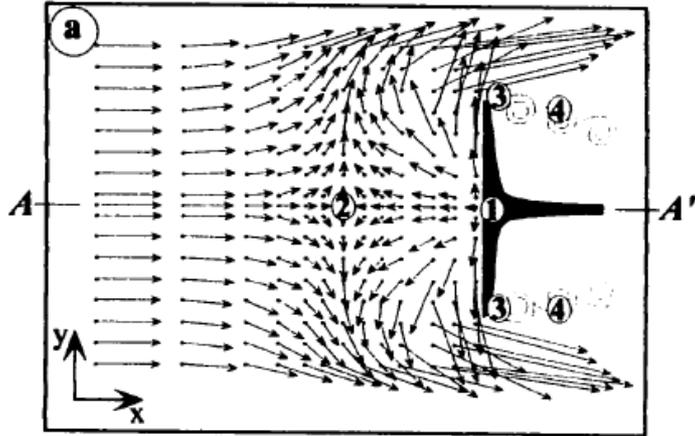
Formation de fosses

Les fosses les plus profondes sont généralement associées à la présence d'embâcles de bois (70%) et il y a une plus grande variabilité de profondeurs

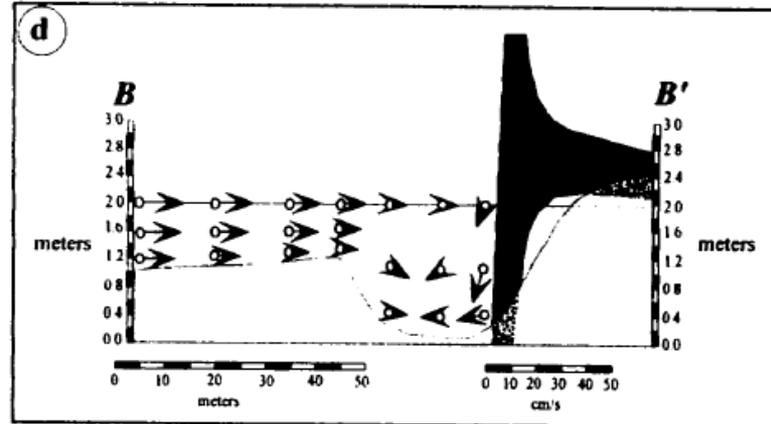
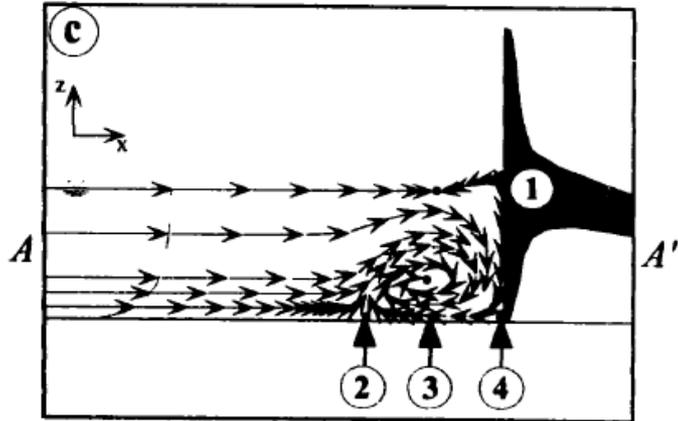


1) À l'échelle d'un site

Formation des fosses en amont des EBM



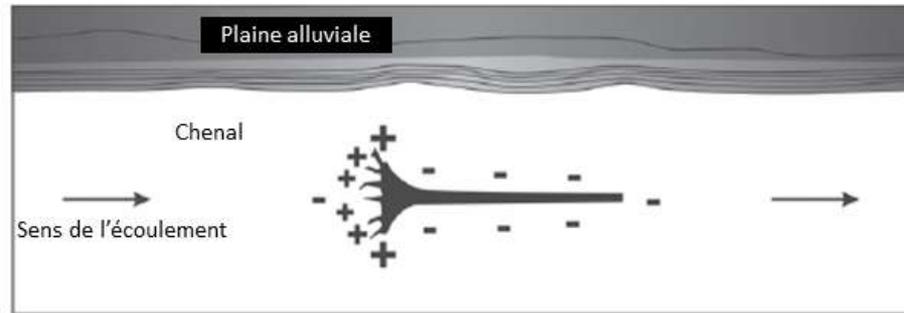
Profil en plan



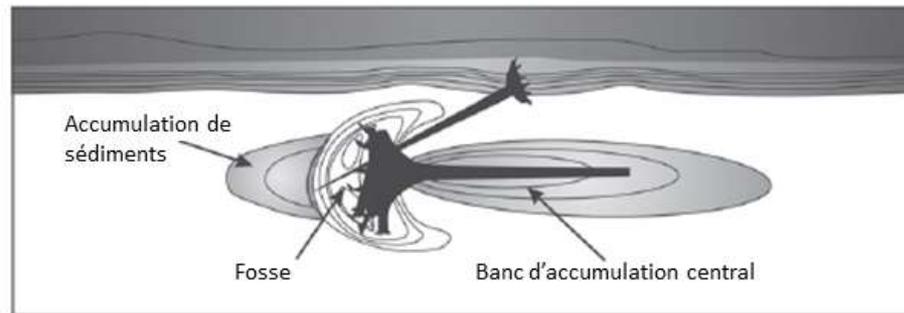
Profil horizontal

1) À l'échelle d'un site

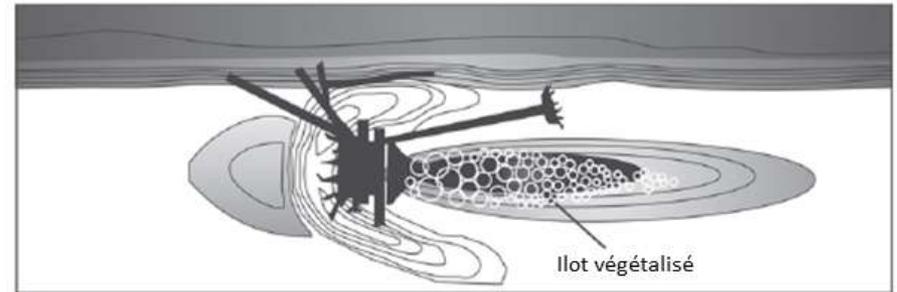
Diversification des formes en rivière et création d'habitats potentiels



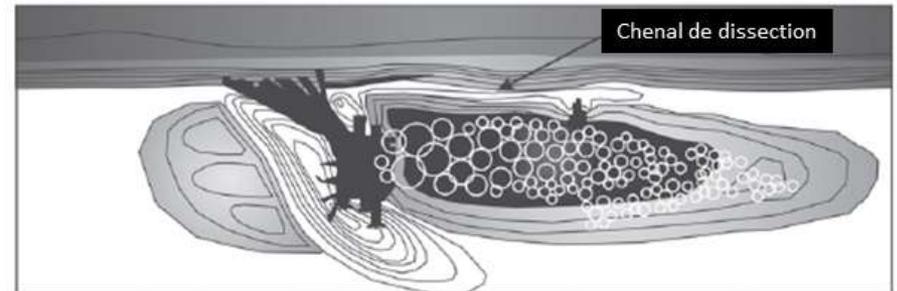
(a)



(b)



(c)



(d)



(Abbe et Montgomery, 1996)

1) À l'échelle d'un site

Changement de style fluvial :

(Abbe et Montgomery, 1996)





2) Impacts des bois mort à l'échelle de plusieurs embâcles

- **Échelle d'un corridor fluvial**
- **Échelle d'un bassin versant**

Le bois mort à l'échelle d'un BV ou d'un corridor fluvial

2) À l'échelle de plusieurs embâcles

Linéaire Seuil-mouille

Succession de seuil et de mouille
Érosion dans les mouilles et accumulation dans les seuils



Recrutement par mortalité naturelle
Zone de transport de bois
Accumulation de bois possible sur les seuils

Méandres stables

Débordements sur plaine inondable (limons)



Recrutement par mortalité naturelle
Accumulation dans les apex de méandres
Débordement si obstruction importante
Bois mort a peu d'influence sur la mobilité du chenal
Accumulation de bois possible dans les méandres

Méandres dynamiques

Migration latérale avec banc de convexité
Recoupement de méandres
Débordement sur plaine inondable
Forte connectivité avec relief négatif



Recrutement par migration latérale
Zone de production de bois
Accumulation de bois possible sur les apex méandre et bancs convexité
Le bois mort peut avoir une forte influence sur la mobilité du cours d'eau

Divagant

Migration latérale avec bancs centraux et de convexité
Chenaux secondaires et possibilité de changement brusque de chenal principal lors des inondations



Zone de production et d'accumulation
Recrutement par migration latérale et avulsion
Accumulation à l'apex des méandres, sur les bancs de convexité et les bancs centraux
Le bois mort peut avoir une grande influence sur la mobilité du cours d'eau (migration et avulsion)
Il peut initier la formation d'îlots végétalisés et de lambeau de plaine protégés de l'écoulement
Il peut aussi engendrer des avulsions et le développement de chenaux secondaires

En tresses

Migration latérale avec bancs centraux
Chenaux multiples
Changements périodiques du chenal le plus actif



Zone accumulation
Accumulation sur les bancs ou dans les chenaux peu profonds
Le bois mort peut avoir une grande influence sur la mobilité du cours d'eau (migration et avulsion)
Peut initier la formation d'îlots végétalisés dans un environnement autrement trop dynamique pour permettre le développement de végétation

Anastomosé

Débordements sur plaine alluviale (limons)
Avulsion



Zone d'accumulation
Faible capacité de transport
Accumulation principalement dans les chenaux étroit
Recrutement possible par avulsion
Le bois peut avoir un grand effet sur la mobilité du chenal en initiant des avulsions

Le style fluvial influence la géomorphologie et la dynamique fluviale

- **Réponses différentes de la dynamique des bois mort selon :**
 - Mobilité latérale
 - Bancs d'accumulation
 - Unité morphologique (un méandre par ex.)
 - ...

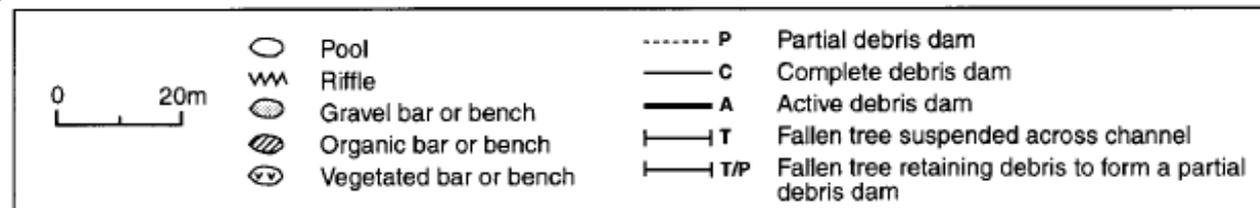
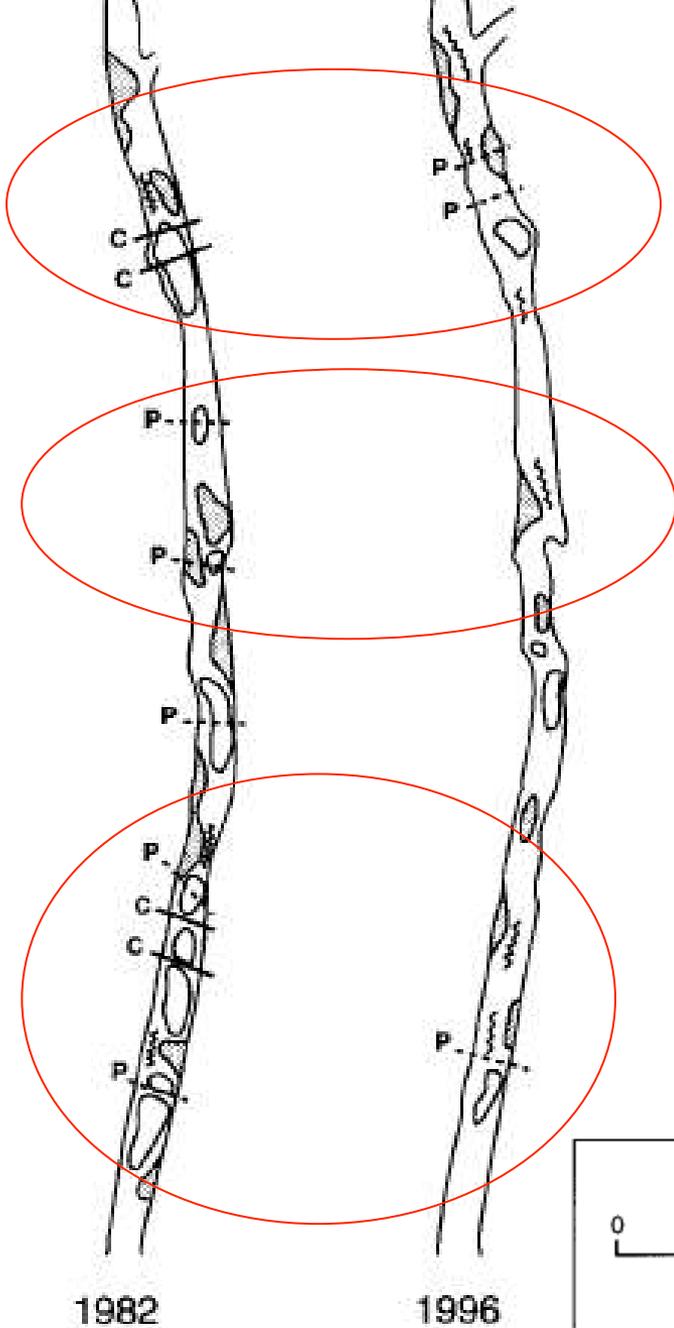
2) À l'échelle de plusieurs embâcles

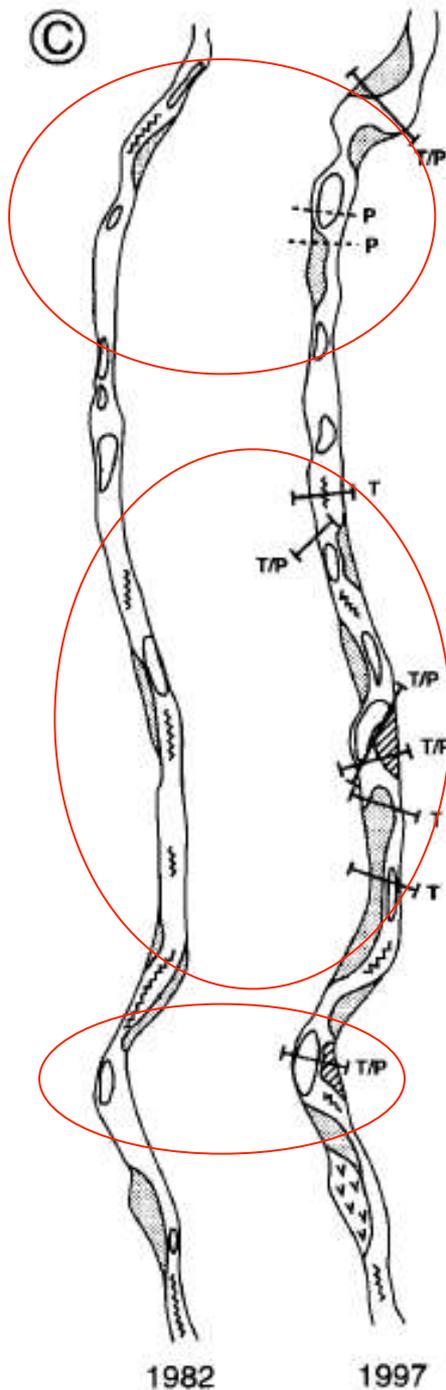
Rôle des bois dans la géodiversité en rivière

Chenal avec gestion des EBM:

Chenal avec EBM en 1982

-Chenal avec diminution (nettoyage) d'EBM en 1996





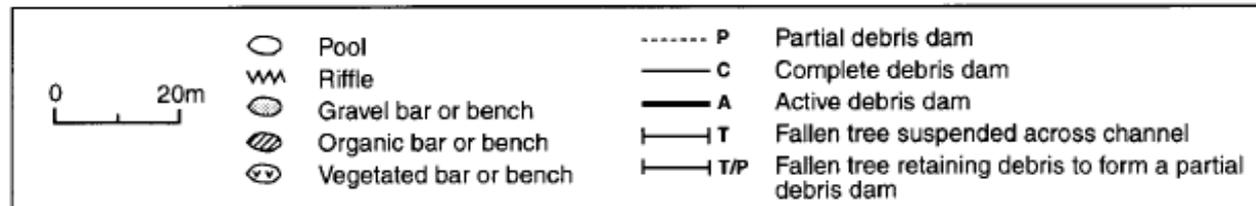
-Chenal sans gestion des EBM

-Bancs d'accumulation augmentent en superficie et en nombre

-Les fosses sont plus étendues

-Élargissement du chenal

- Il y a plus d'habitats potentiels

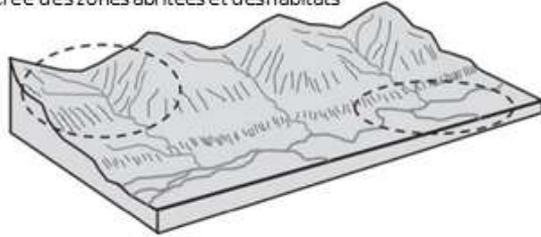


Outils et analyses

- 1) La segmentation fluviale et du bois mort*
- 2) Le bilan ligneux*
- 3) La trajectoire éco-hydromorphologique*
- 4) Outils d'aide à la décision*

Segment amont:

Le bois crée une morphologie de marche et cuvette
Stockage de sédiments et de matière organique
Obstruction de l'écoulement et élévation du niveau d'eau
Créé des zones abritées et des habitats



Échelle du bassin versant

$10^3 \text{ m} - 10^5 \text{ m}$

Segment aval:

Augmentation des échanges hyporhéiques
Créé une morphologie de seuil et de fosses
Créé des zones abritées et des habitats
Augmente l'érosion et la connectivité entre le chenal et la plaine alluviale
Initie la formation de chenaux secondaires

Outils et analyses

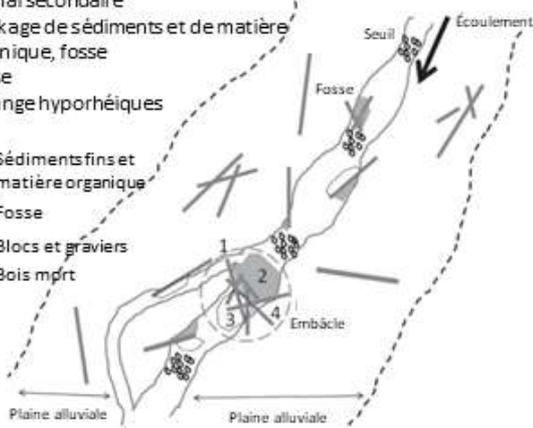
1) Multiples échelles spatiales

La segmentation fluviale et choix de l'échelle :

- Échelle du site
- Échelle du tronçons – Corridor
- Échelle du Bassin versant

- 1 Chenal secondaire
- 2 Stockage de sédiments et de matière organique, fosse
- 3 Fosse
- 4 Échange hyporhéiques

- Sédiments fins et matière organique
- Fosse
- ⊕ Blocs et graviers
- Bois mort

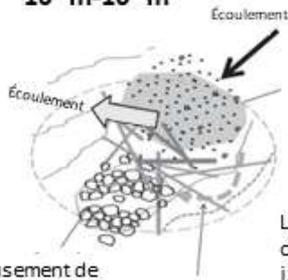


Échelle du tronçon

$10^1 \text{ m} - 10^3 \text{ m}$

Échelle du site

$10^0 \text{ m} - 10^1 \text{ m}$



Le refoulement permet la rétention de sédiments fins et de matière organique et augmente la diversité d'habitat

Le bois procure un abris pour le poisson, un substrat pour les algues et les macroinvertébrés et des nutriments

Le bois peut exacerber l'érosion des berges, obstruer l'écoulement et augmenter les inondations et le stockage de sédiments

Le creusement de fosses en aval crée des zones de vitesses accélérées et de sédiments grossiers

Le bois influence les échanges hyporhéiques, influençant la chimie de l'eau et l'habitat des macroinvertébrés

Selon la dynamique de votre rivière et selon la problématique

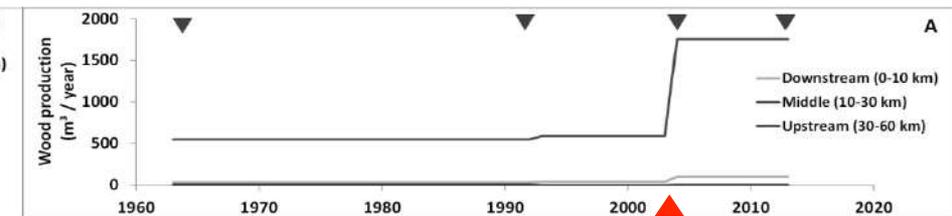
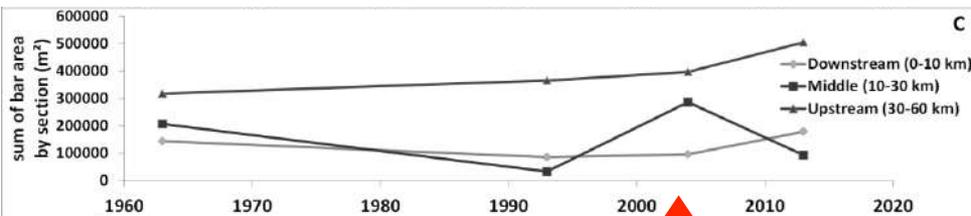
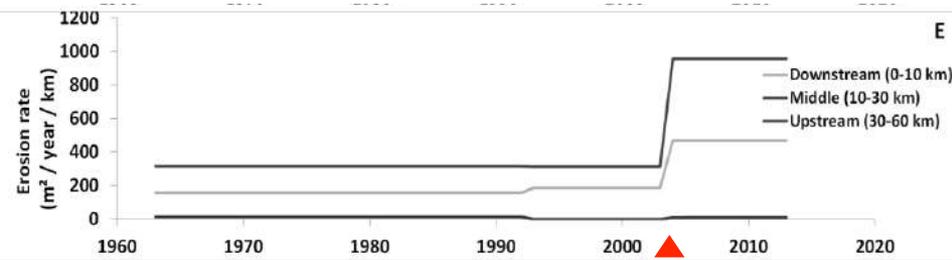
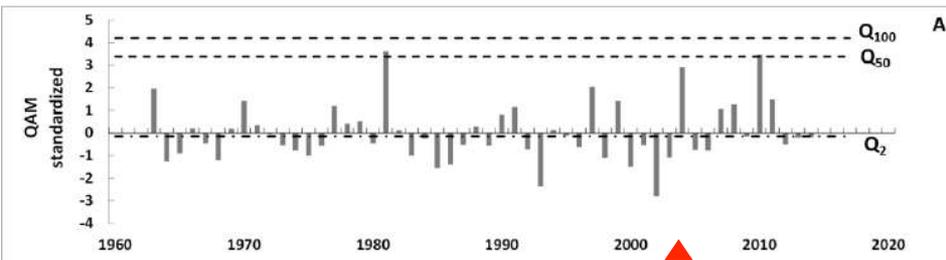
Outils et analyses

3) Multiples échelles temporelles : *La trajectoire*

Permet de voir l'évolution de votre système

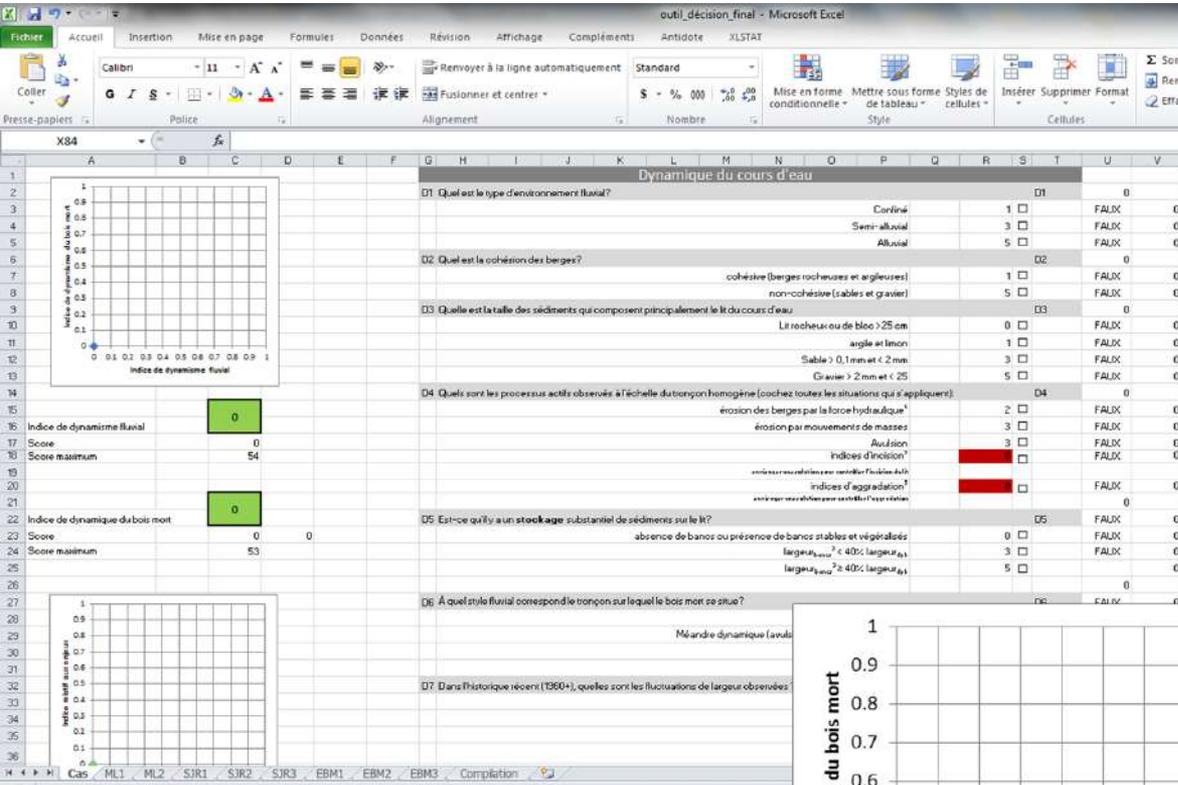
Analyse de la trajectoire éco-hydromorphologique entre 1963 et 2013 révèlent:

- Un changement important pour la période 2004-2013



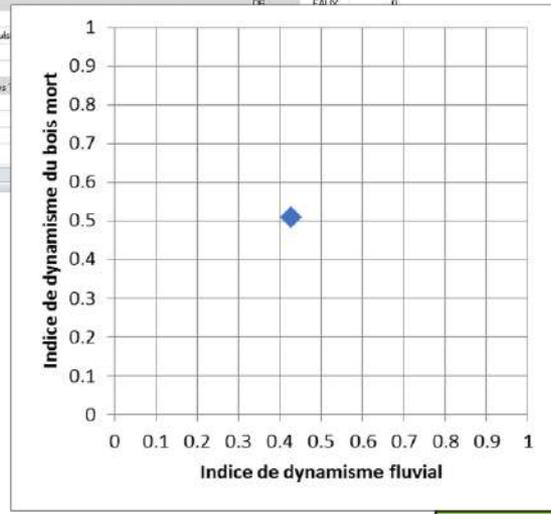
- Une augmentation des débits maximum (2 évènements 50 ans et 3 évènements 20 ans);
- Une augmentation de la superficie des bancs d'accumulation (+ Amont et aval et - Central);
- Une augmentation de l'érosion et de la production de bois (Amont et aval);
- Une relation entre la production, la mobilité de bois et les changements dans la trajectoire hydrogéomorphologique

4) Outils d'aide à la décision : Intégré au Guide sur le BM



- Facile d'accès : document .xls
- Mise à jour site web
- 4 grands thèmes * 10 questions :
 - Dynamique fluviale
 - Dynamique bois mort
 - Enjeux et sécurités
 - Avantages écosystémiques

Une matrice d'aide à la décision

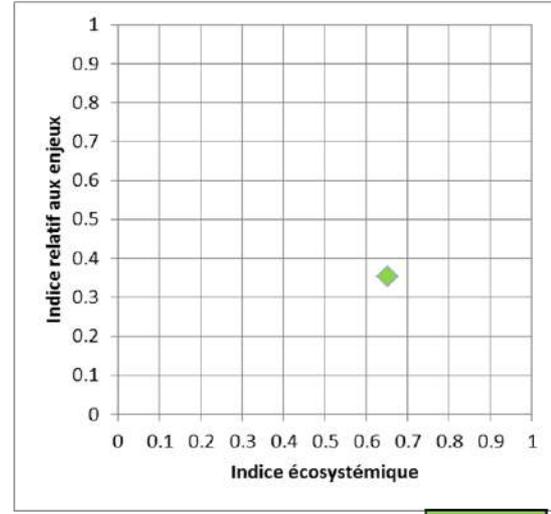


Indice de dynamisme fluvial

0.42593

Indice de dynamique du bois mort

0.50943



Indice relatif aux enjeux

0.35556

Indice des fonction écosystémiques

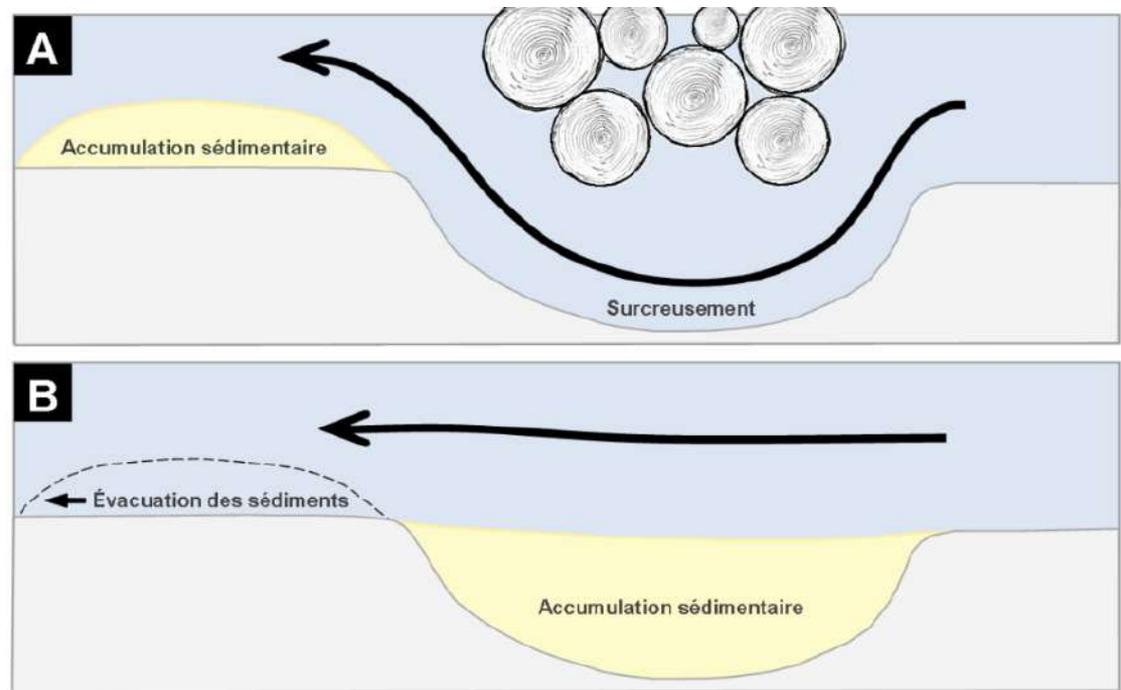
0.65

Le cadre de gestion actuel

- Les directives actuelles de restauration de l'habitat tendent vers le nettoyage des bois mort en rivière;
- Si aucun risque pour la sécurité civile : les recherches préconisent de laisser ou même, de réintroduire des BM

Effets d'un
démantèlement

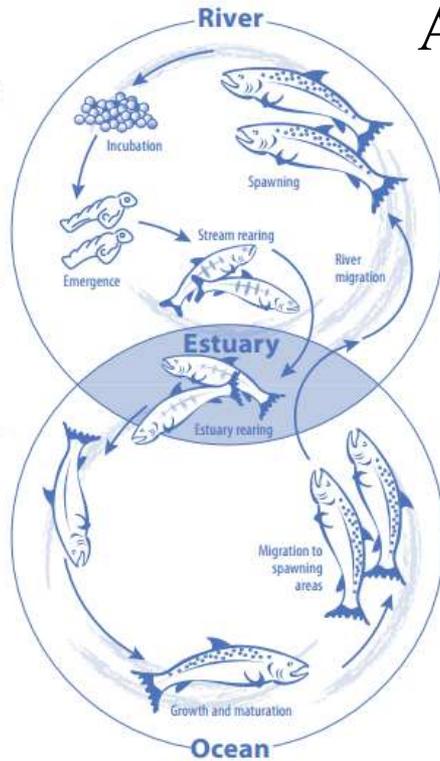
Création ou perte
d'habitats?



Exemple de comblement d'une fosse suite au
démantèlement sur la rivière Neigette, BSL. (Massé, 2014)

Bois mort en rivière et habitats pour le poisson : Avantages écosystémiques

Figure 4. Large woody debris provides important habitat benefits throughout the life history of salmon and steelhead. As adults return from the ocean and migrate up rivers and streams to spawn, LWD can provide cover and low-velocity areas for resting. Large wood can also cause deposition of spawning size gravels. After emergence, LWD provides juvenile fish with shelter during high flows, pools for rearing during low flows, cover from predators, and, in various ways, large wood promotes the aquatic food webs that provide food to growing fish. Wood continues to provide cover during estuary rearing.



- **Diversité au niveau des vitesses d'écoulement;**
- **Déposition de sédiments fins et variés pour la fraie;**
- **Protection durant les crues pour les juvéniles**
- **Protection contre les prédateurs**
- **Refuges thermiques à l'été**
- **Productions de nourritures**
- **Création d'habitats**
- ...



Figure 5. LWD can protect fish from predators. Photo by Thomas L. Taylor, ©2006

Opperman *et al.* 2006

Une gestion différente!



- État du Michigan, É-U
- Plusieurs troncs (+ de 3K) ont été déposés dans 2 rivières
 - Pour augmenter la biodiversité
 - Pour diminuer l'érosion des berges (*Emboisement* ???)
 - Pour contrôler les vitesses d'écoulement

(Salm, 2005). Struber, 2008)



Val-de-Marne, France



Val-de-Marne, France

Pistes de solutions pour une gestion durable des bois en rivière et pour rétablir les processus naturels en rivière

Actions	Implications
Aucune action	<ul style="list-style-type: none">- Maintient les bénéfices écosystémiques et les processus- Aucun frais
Suivi	<ul style="list-style-type: none">- Maintient les bénéfices écosystémiques- Facilite le suivi de l'évolutions à long terme- Approprié pour les secteurs à faible risque- Peu de frais
Sensibilisation et signalisation	<ul style="list-style-type: none">- Maintient les bénéfices écosystémiques- Réduit les risques chez les usagers- Renseigne sur les bénéfices du bois mort
Stabilisation et réintroduction	<ul style="list-style-type: none">- Maintient les bénéfices écosystémiques- Réduit les risques associés à la mobilité du bois
Élagage	<ul style="list-style-type: none">- Réduit les bénéfices écosystémiques- Réduit le potentiel d'accumulation du bois en transport
Déplacement ou retrait du bois	<ul style="list-style-type: none">- Réduit les bénéfices écosystémiques- Réduit les risques associés aux infrastructures et à l'usage- Devient rapidement coûteux

Conclusion

- Les bois mort font partie de la dynamique naturelle des rivières
- À l'échelle d'un site ou du BV = + de géodiversité et biodiversité
- Si **aucun risque** pour la sécurité civile : les recherches préconisent de **laisser** ou même, de **réintroduire** des BM.
- Plusieurs outils d'analyses et un nouvel outil de gestion
- Une nécessité de revoir les méthodes de restauration et de création d'habitats au Québec : processus HGM naturels!

Les acteurs de l'eau gagneraient à intégrer cette dynamique

UQAC

Université du Québec
à Chicoutimi

UQAR

Université du Québec
à Rimouski

**Merci de votre attention
Questions?
Commentaires?**

LERGA
Laboratoire d'expertise et
de recherche en géographie appliquée

*Laboratoire de
géomorphologie et
dynamique fluviale
(LGDF-UQAR)*

 Le Conseil de l'eau du
Nord de la Gaspésie

 Fondation de la faune du Québec