

*IMPACTS DES CHANGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX SUR
LES TRIBUTAIRES DU SAINT-LAURENT*



André Roy et Claudine Boyer

*Chaire de recherche du Canada en dynamique fluviale
Université de Montréal*

Colloque en agroclimatologie du CRAAQ

9 mars 2011

*IMPACTS DES CHANGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX SUR
LES TRIBUTAIRES DU SAINT-LAURENT*

Deux projets depuis 2003

*Cadre temporel et spatial des processus d'ajustement
CRSNG Stratégique*

*Modélisation et développement d'outils
CRSNG RDC*

IMPACTS DES CHANGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX SUR LES TRIBUTAIRES DU SAINT-LAURENT

ÉQUIPE

Chercheurs

André G. Roy, Université de Montréal
Claudine Boyer, Université de Montréal
Pascale Biron, Concordia University
Michel Lamothe, Université du Québec à Montréal
Normand Bergeron (INRS-ETE)
Yves Secretan (INRS-EET)

Collaborateurs

Trevor Hoey, University of Glasgow
Rob Ferguson, University of Durham
Steve Darby, University of Southampton

Étudiants (maîtrise et doctorat)

Vitalie Bondue
Lise Lamarche
Patrick Verhaar
Michèle Tremblay

Post-Doctorants

Isabelle Charron
Muluneh Admass Mekonnen
Patrick Verhaar



Environnement
Canada

Environnement
Canada



UQAM



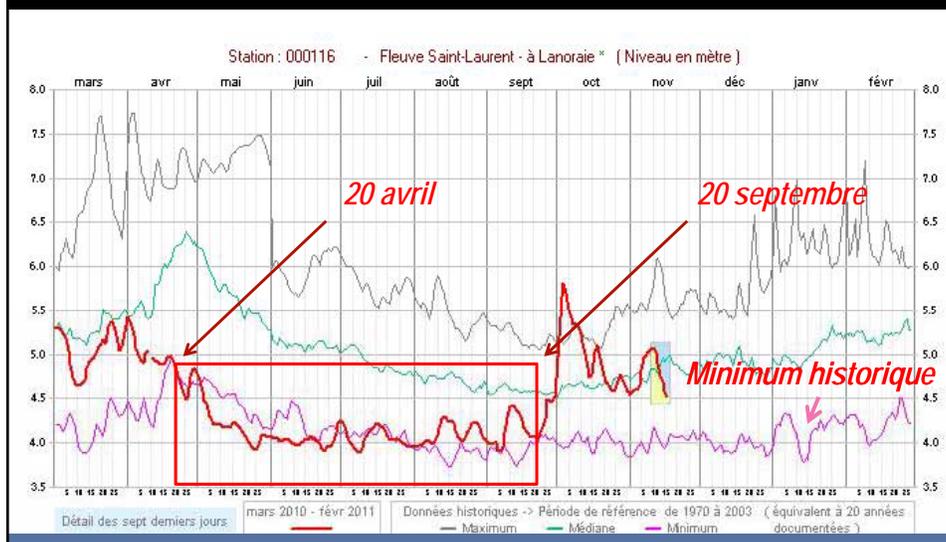
CONTEXTE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES POUR LES TRIBUTAIRES DU SAINT-LAURENT



CHANGEMENT DU
NIVEAU DE BASE DES
TRIBUTAIRES

BASSE ANTICIPÉE DU
NIVEAU D'EAU MOYEN DU
FLEUVE

Exemple de changements des niveaux d'eau du Saint-Laurent – 2010



*Exemple de changement des niveaux d'eau
du Saint-Laurent*

Pointe-aux-Trembles



1994

Niveau moyen des
30 dernières années



1999

Niveau moyen - 1 m

*CONTEXTE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES
POUR LES TRIBUTAIRES DU SAINT-LAURENT*



**RÉPONSE DU RÉGIME
HYDROLOGIQUE DES
TRIBUTAIRES**

**CHANGEMENTS DANS LA
FRÉQUENCE, L'AMPLEUR,
LA DURÉE ET LA
SÉQUENCE TEMPORELLE
DES DÉBITS**

EFFETS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LE RÉGIME HYDROLOGIQUE DES TRIBUTAIRES

SCÉNARIOS CLIMATIQUES (MÉTHODE DES PERTURBATIONS)

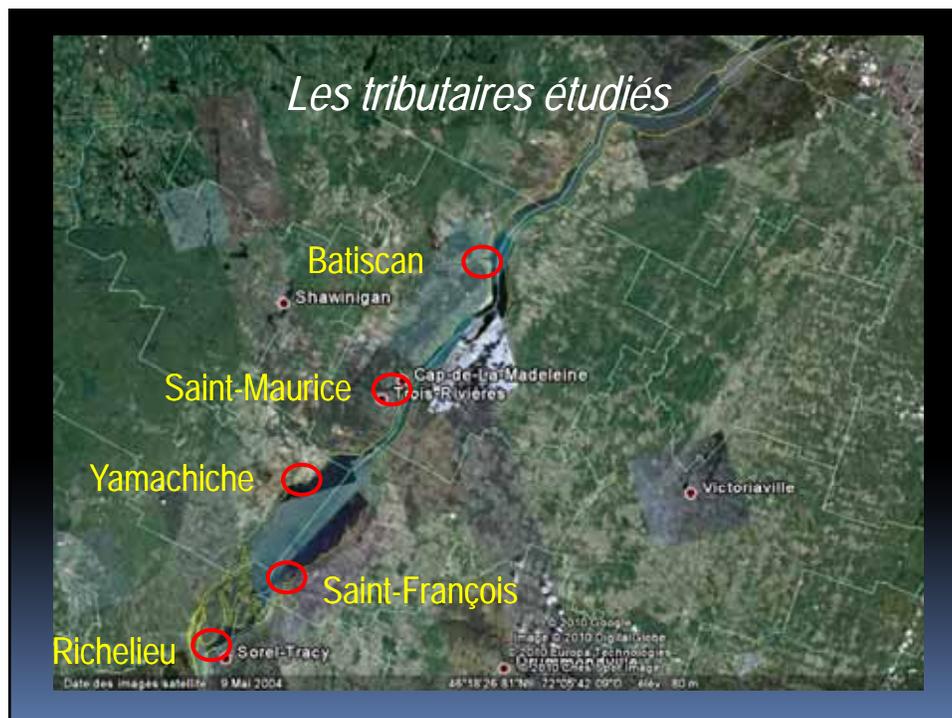
3 MCG : CSIRO-Mk2; ECHAM4; HadCM3

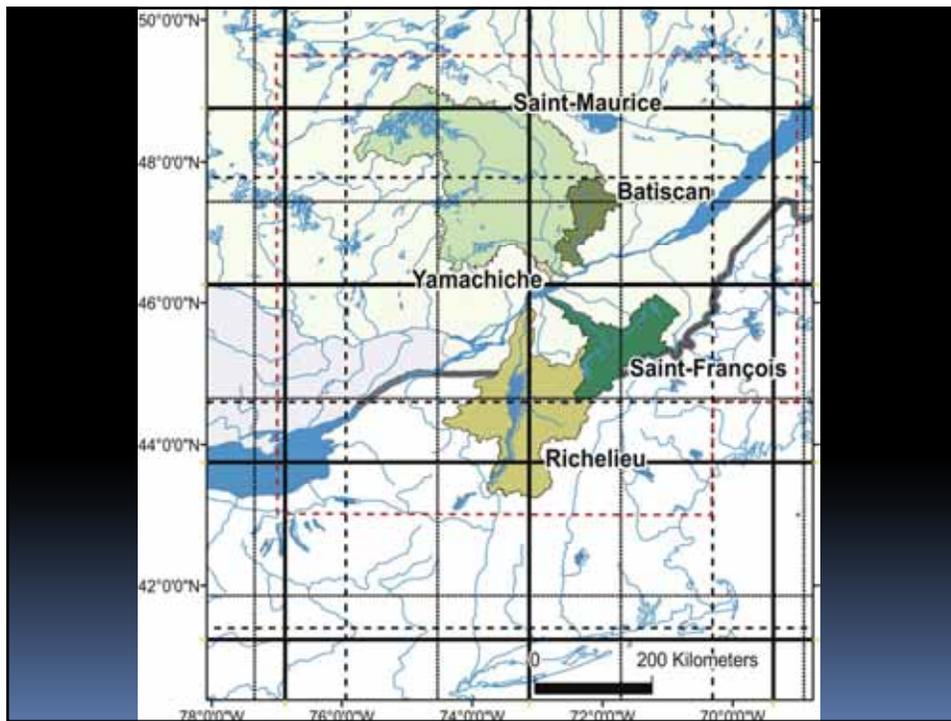
2 scénarios : A2 et B2

3 périodes de 30 ans (2010-2099)

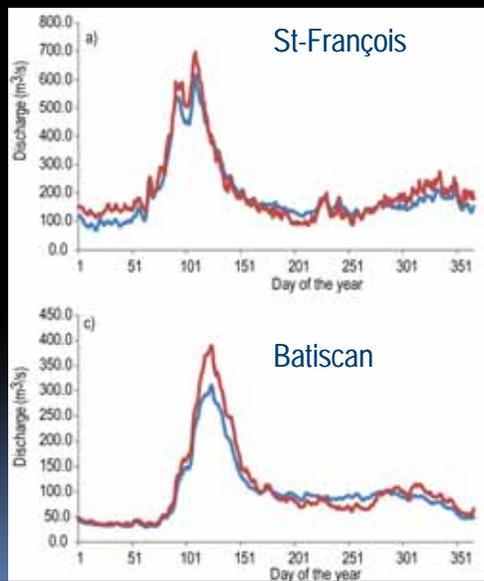


MODÈLE HYDROLOGIQUE
HSAMI





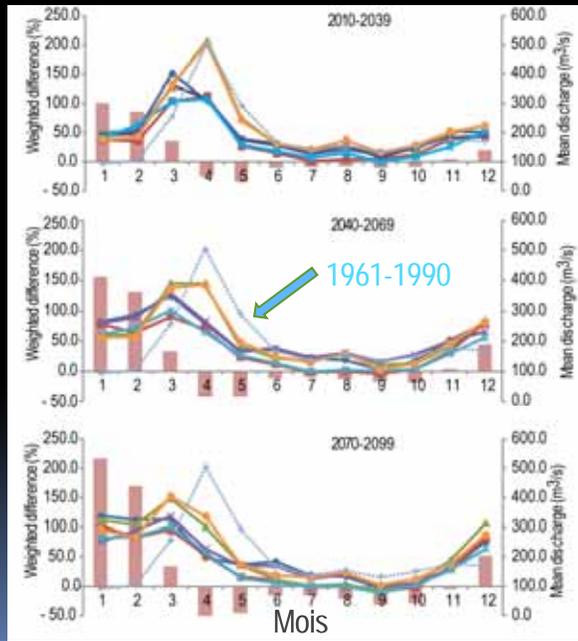
*SIMULATIONS HYDROLOGIQUES
PÉRIODE DE RÉFÉRENCE (1961-1990)*



— Débits observés
— Débits simulés

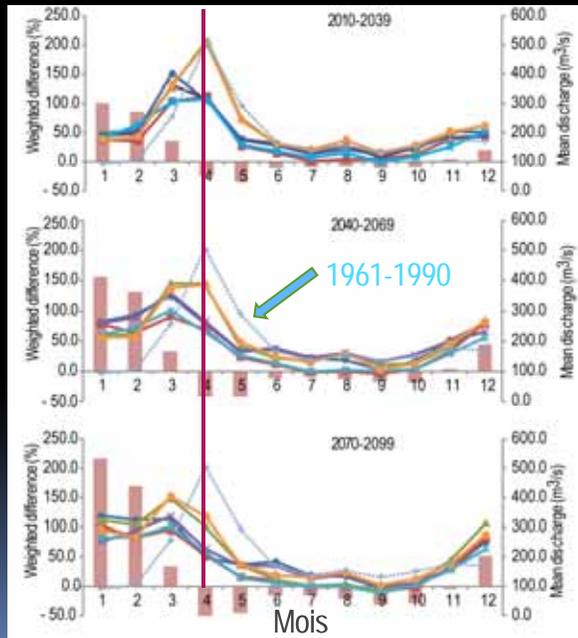
Boyer *et al.*
(2010a)

Saint-François



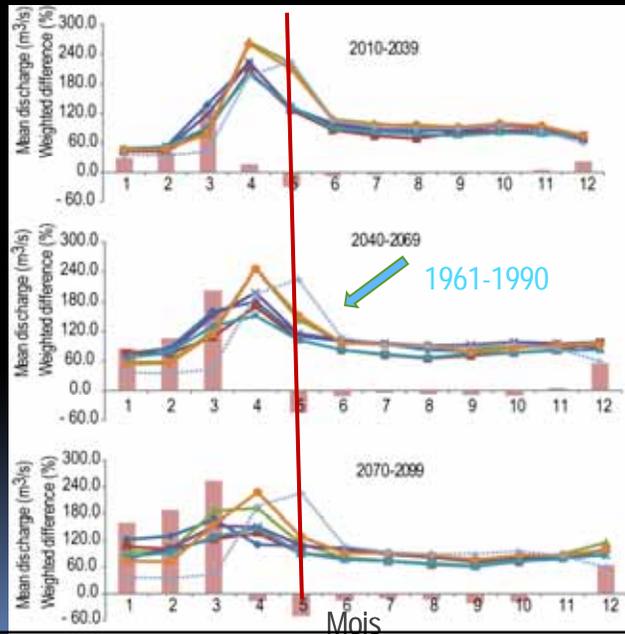
Boyer et al (2010a)

Saint-François



Boyer et al (2010a)

Batiscan



Boyer et al
(2010a)

CHANGEMENTS ANTICIPÉS DANS LE RÉGIME HYDROLOGIQUE

Crues printanières : plus hâtives

Saint-François

Estimation : 16 jours fin de la période 2010-2039; 31 jours fin 2099

Batiscan

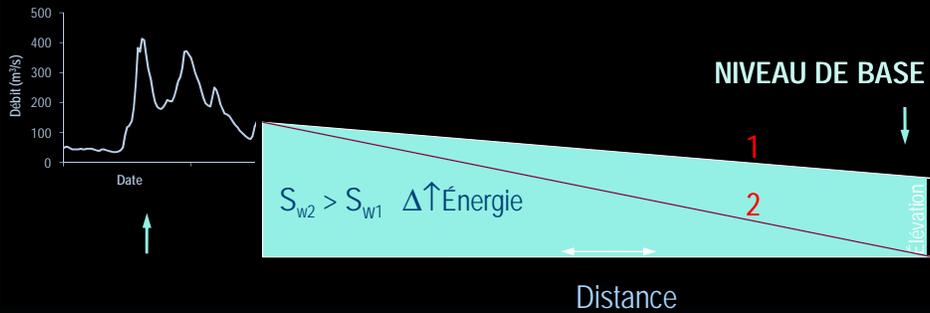
13 jours fin de la période 2010- 2039; 34 jours fin 2099

Crues hivernales : plus fréquentes

Crues dépassant le seuil de transport de sédiments : plus fréquentes

Saint-François : 7 jours en 1960-1990; 16 jours fin de la période 2010-2039

DÉBIT + NIVEAU DE BASE ⇒ ÉNERGIE DE LA RIVIÈRE



HYDROLOGIE DE LA RIVIÈRE

Débits contrôlent l'ajustement morphologique des cours d'eau
(largeur, profondeur, pente, rugosité et sinuosité du chenal)
+ changement du niveau de base

DIVERSITÉ DES TRIBUTAIRES DU SAINT-LAURENT



Rivière "engineer"
Sédiments fins

- Caractéristiques
- Stabilité du lit et des berges
- Dynamique de la rivière
- Dynamique de la confluence



Instabilité
Sédiments fins



Stabilité dynamique
Sédiments fins et grossiers



VARIÉTÉ DES RÉPONSES

RÉPONSE DES TRIBUTAIRES DU SAINT-LAURENT AUX CHANGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX

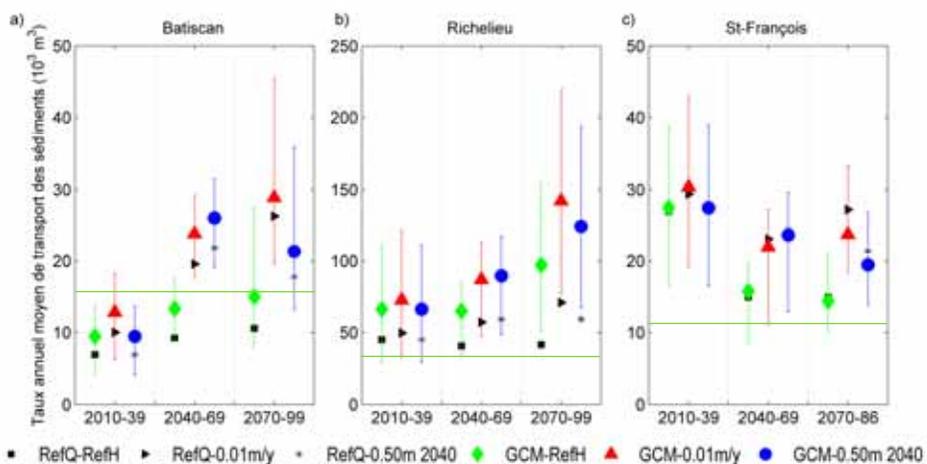
- Simulation des ajustements du lit des tributaires
- Quantification du volume des apports sédimentaires

Modélisation du lit de la rivière 1D (modèle SEDROUT modifié)

Scénarios hydrologiques (3 GCM et trois périodes de 30 ans 2010-2099)

Deux scénarios de changements de niveau d'eau du Saint-Laurent (graduel et brusque)

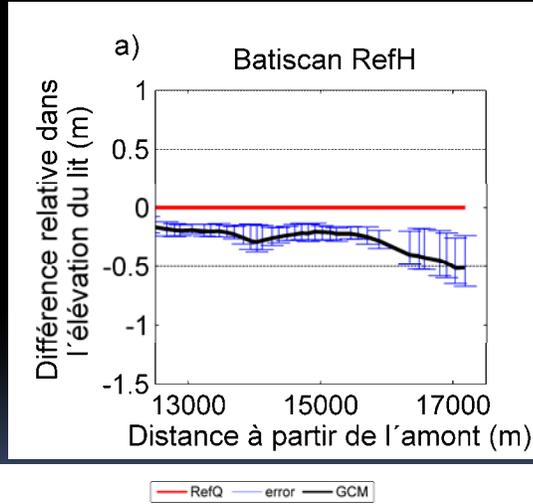
Volume des apports sédimentaires selon les scénarios futurs



$\Delta \uparrow$ volume annuel moyen des apports 28 % (Saint-François) à 530 % (Richelieu)

Boyer *et al.* (2010b)

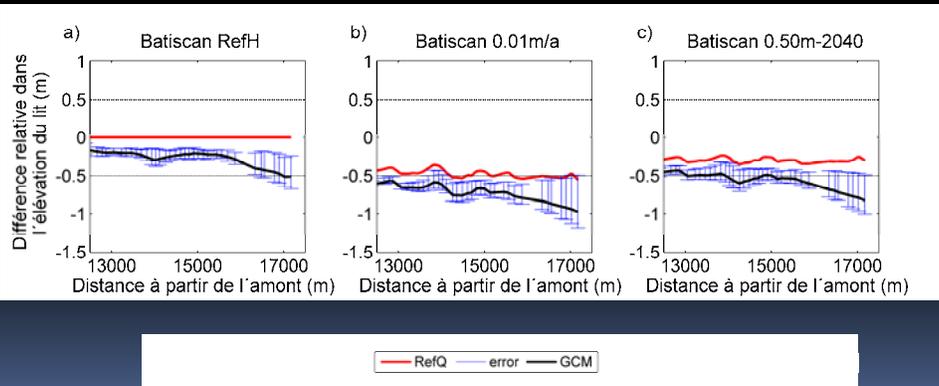
Modification du profil en long des rivières selon les scénarios futurs à la fin de la troisième période – sans changer le niveau de base



Boyer et al (2010b)

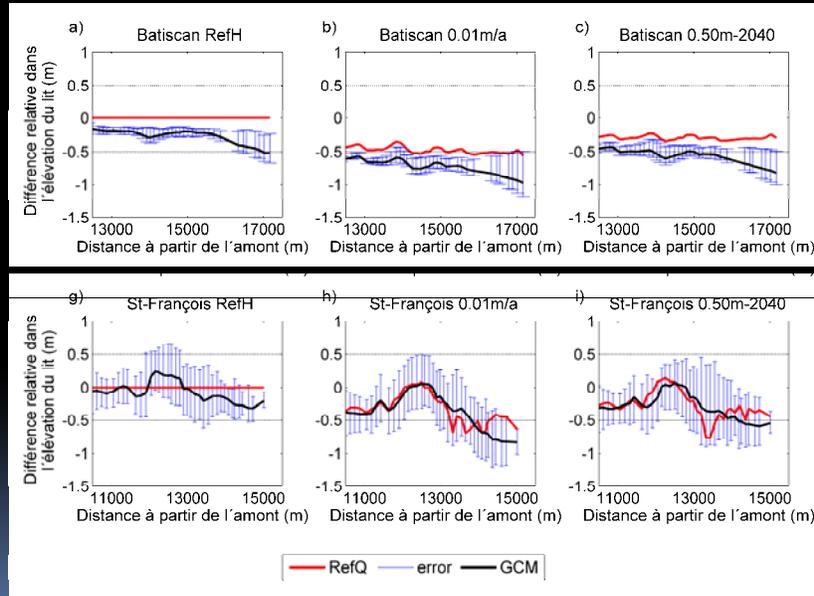
Modification du profil en long des rivières selon les scénarios futurs

Référence **Baisse graduelle** **Baisse brusque 2040**



Boyer et al (2010b)

Modification du profil en long des rivières selon les scénarios futurs



Boyer et al (2010b)

EFFETS DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES PROCESSUS FLUVIAUX À INCLURE

Processus hivernaux

Contribution des berges à la dynamique sédimentaire

Distribution spatiale des sédiments
dans la rivière et à l'embouchure (Modèle 2D)

Impacts sur les milieux riverains et les milieux humides à
l'embouchure des tributaires

*EFFETS DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES
PROCESSUS FLUVIAUX À INCLURE*

Processus hivernaux

Contribution des berges à la dynamique sédimentaire

Distribution spatiale des sédiments
dans la rivière et à l'embouchure (Modèle 2D)

Impacts sur les milieux riverains et les milieux humides à
l'embouchure des tributaires

*PROCESSUS HIVERNAUX
TRANSPORT DES SÉDIMENTS SOUS COUVERT DE GLACE*



TRANSPORT DES SÉDIMENTS SOUS COUVERT DE GLACE

Estimation du bilan sédimentaire au cours de la période hivernale
⇒ changement morphologique

Utilisation du Géoradar (GPR)



TRANSPORT DES SÉDIMENTS SOUS COUVERT DE GLACE

Batiscan (20-25 transects)
22-23 février 2009



2-3 février 2010

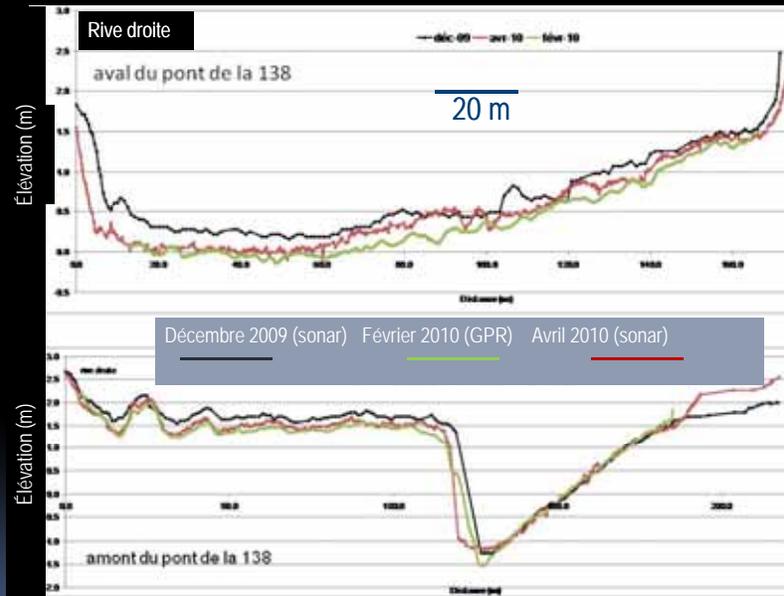


TRANSPORT DES SÉDIMENTS SOUS COUVERT DE GLACE

Débit max : 121 m³/s



Débit à la station amont
20 janvier 2010 au 9 février 2010



Érosion importante à ces transects :
= Hivernale ≠ Printanière

DYNAMIQUE DES BERGES

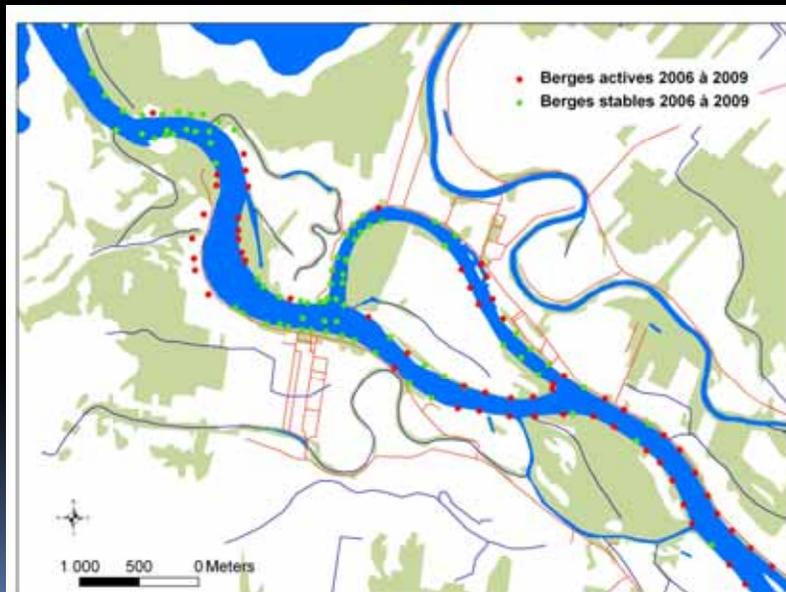


Milieu sableux



Milieu mixte (sable et argile)

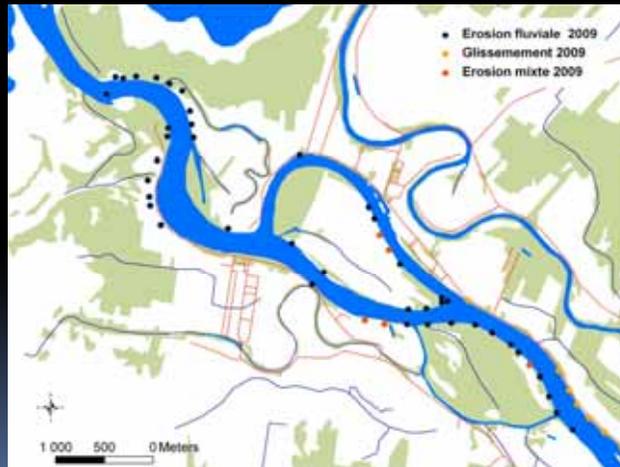
Stabilité des berges rivière Saint-François



Stabilité des berges rivière Saint-François

Processus actifs de 2006 à 2009

Zone active = 2/3 de la longueur totale de la section d'étude (chenal principal)
 ⇒
 Érosion fluviale domine (avec action des vagues)

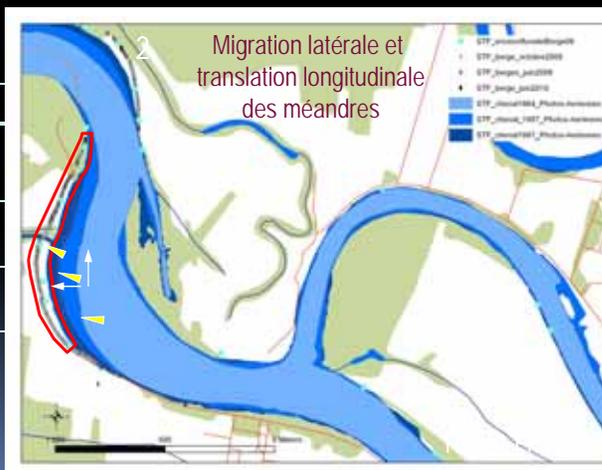


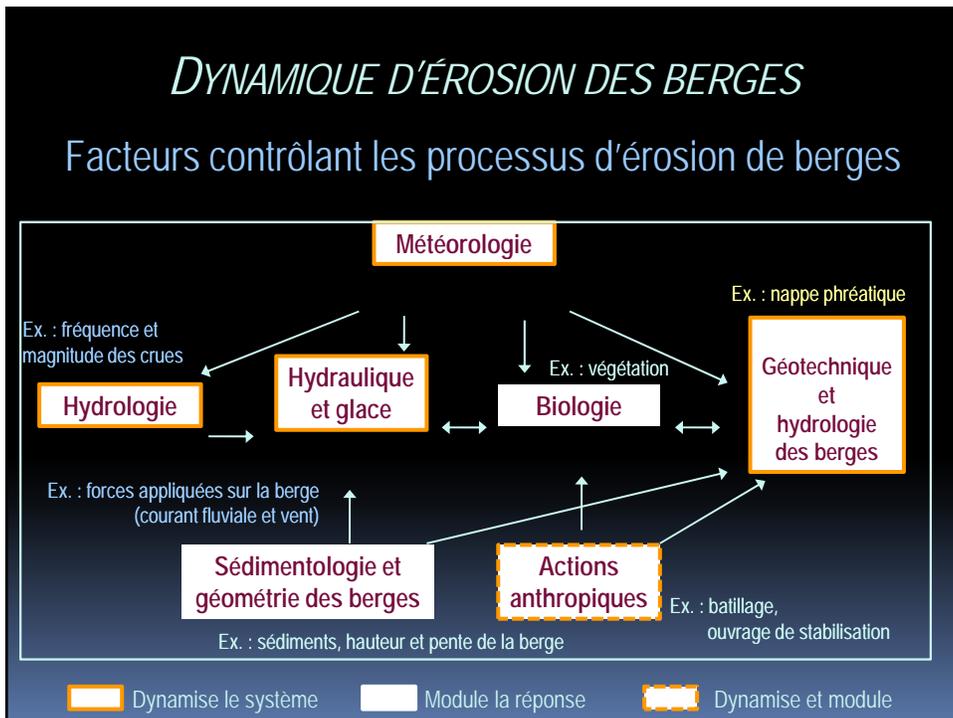
CONTRIBUTION SÉDIMENTAIRE DES BERGES

Évolution d'un tronçon de la section d'étude 1964-2008

Taux moyen de recul annuel (m/an)		
	1964 – 1997	1997 – 2008
berge externe méandre 1	2.27	3.01
berge externe méandre 2	0.28	2.38

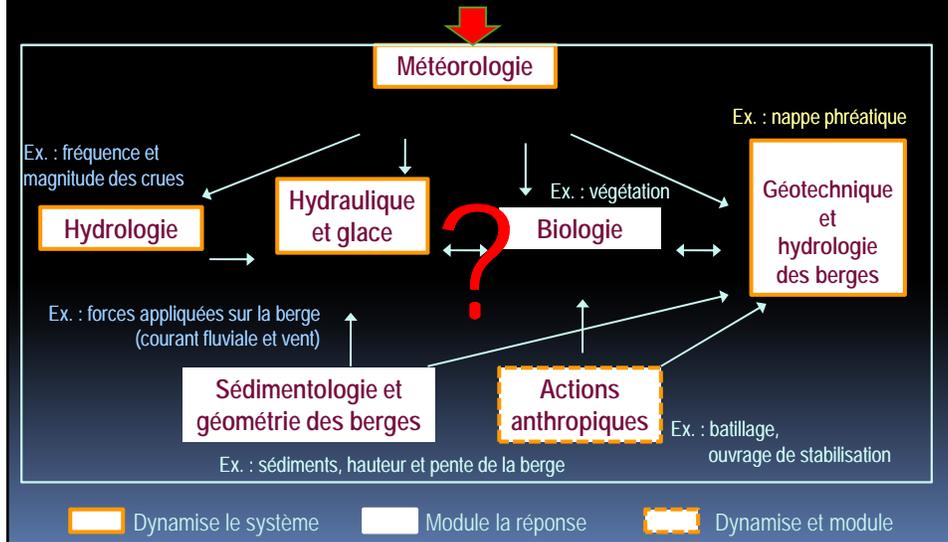
Volume estimé des apports :
 6 000 m³/an





DYNAMIQUE D'ÉROSION DES BERGES

EFFETS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES



DYNAMIQUE D'ÉROSION DES BERGES

CHANGEMENT DU RÉGIME HYDROLOGIQUE



Conclusions

- ✓ *Effet majeur des changements climatiques sur les tributaires du Saint-Laurent et sur le Saint-Laurent notamment en ce qui concerne les débits et les apports sédimentaires*
- ✓ *Réponse variable et complexe des tributaires*
- ✓ *Processus à documenter et à intégrer : dynamique hivernale, la réponse des berges et la connexion des tributaires au fleuve*

Conséquences de ces changements

Écosystèmes fluviaux et riverains (instabilité)

Habitats et la biodiversité

Infrastructures

Activités économiques

Etc.

