



Atelier 1



« Évoluer de façon intégrée dans un projet de recherche multidisciplinaire »

ISFORT, Ripon

15 septembre 2022

UQÀM



Chaire de recherche
Eau et conservation
du territoire

UQO

UNIVERSITÉ
DU QUÉBEC
EN OUTAOUAIS

UQTR



Université du Québec
à Trois-Rivières

INRS

Institut national
de la recherche
scientifique



Réseau
québécois
sur les eaux
souterraines



Le Réseau québécois sur les eaux souterraines

Vos animatrices

Anne-Marie Decelles

Directrice générale



Miryane Ferlatte

Coordonnatrice scientifique



www.rques.ca

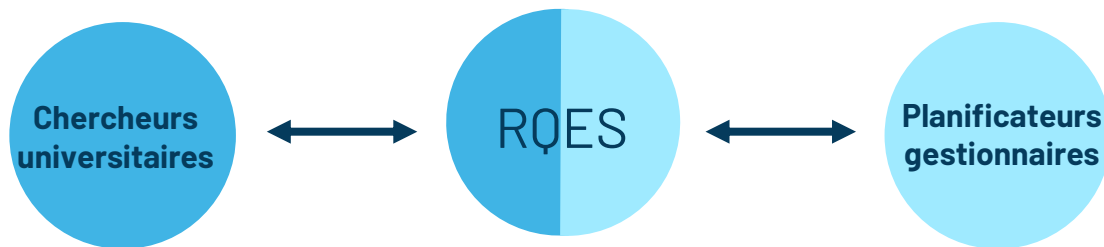




Le Réseau québécois sur les eaux souterraines

Expertise en développement et organisation d'événements de transfert et d'échange de connaissances interactifs

Lien entre la recherche et les planificateurs et gestionnaires
Organisme qui vise à stimuler l'utilisation de la connaissance scientifique



www.rqes.ca





Projet de recherche

Connectivité des écosystèmes lotiques forestiers :
conditions actuelles, impacts de la voirie forestière et effet
des changements climatiques dans la forêt tempérée

Les professeurs chercheurs

Marie Larocque

Département des sciences de la
Terre et de l'atmosphère
Hydroécologie



UQAM



Chaire de recherche
Eau et conservation
du territoire

Audrey Maheu

Département des
sciences naturelles
**Hydrologie
forestière**



UQO

UNIVERSITÉ
DU QUÉBEC
EN OUTAOUAIS

Katrine Turgeon

Département des
sciences naturelles
**Écologie aquatique et
biodiversité**



UQO

UNIVERSITÉ
DU QUÉBEC
EN OUTAOUAIS

Les professeurs chercheurs

Éric Harvey

Département des sciences de
l'environnement
Écologie



Université du Québec
à Trois-Rivières

André Saint-Hilaire

Département des sciences
naturelles
Modélisation hydrologique



Les OBJECTIFS de l'atelier



1. Présenter le projet de recherche
2. Développer un langage commun en partageant les perspectives de chacun
3. Comprendre les enjeux et défis des partenaires dans la gestion forestière et hydro(géo)logique
4. Identifier les besoins en connaissances et en outils des partenaires pour qu'ils soient en mesure de les utiliser de façon concrète dans leur pratique
5. Identifier comment les partenaires peuvent être utiles aux chercheurs (connaissances, outils disponibles?)

Le DÉROULEMENT de la matinée

15 min.

1

TOUR DE TABLE

5 min.

2

LE PROJET DE
RECHERCHE

Présentation
Marie Larocque

Questions

20 min.

3

CONNECTIVITÉ
HYDROLOGIQUE

Présentation
Marie Larocque

Questions

20 min.

4

CONNECTIVITÉ
STRUCTURELLE ET
BIODIVERSITÉ

Présentation Audrey
Maheu et Katrine
Turgeon

Le DÉROULEMENT de la matinée

20 min.

5

COUPLAGE TERRESTRE-
AQUATIQUE

Présentation
Éric Harvey

Questions



15 min.

PAUSE CAFÉ



20 min.

6

LA PERSPECTIVE DES
PARTENAIRES

Discussion



20 min.

7

DISCUSSION
SYNTHÈSE

Discussion

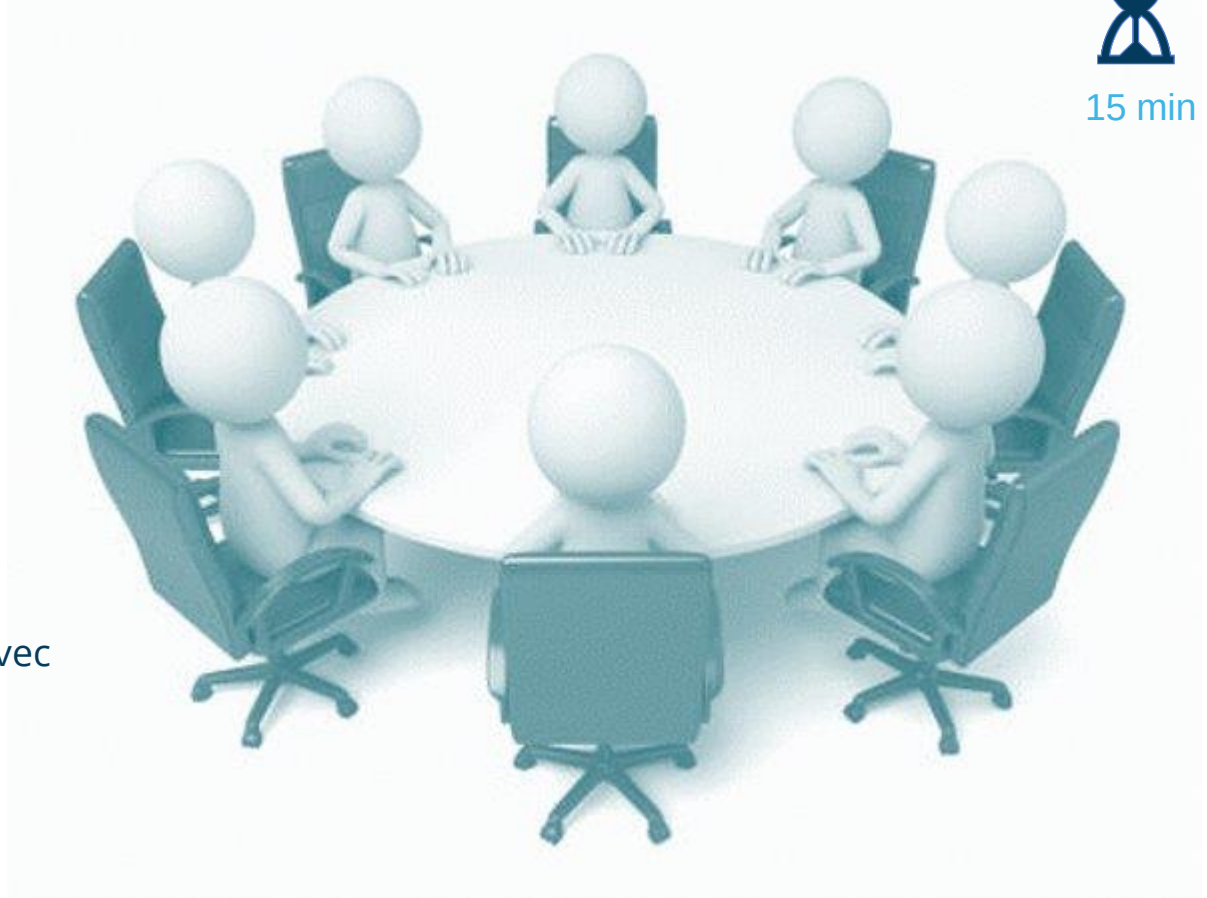


1 TOUR DE TABLE

- Prénom et nom
- Organisme
- Quelles sont vos attentes pour l'atelier d'aujourd'hui?
- Quel est votre intérêt en lien avec votre travail/recherche ?



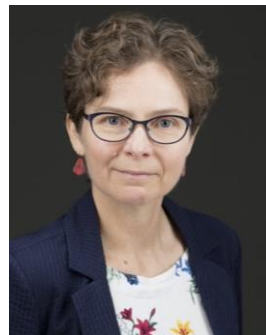
15 min





5 min

2 PRÉSENTATION DU PROJET DE RECHERCHE



Marie Larocque

UQÀM



Chaire de recherche
Eau et conservation
du territoire



Connectivité des écosystèmes lotiques forestiers :
conditions actuelles, impacts de la voirie forestière et effet
des changements climatiques dans la forêt tempérée





CRSNG
NSERC



Ministère des Forêts,
de la Faune
et des Parcs

Québec



CONSERVATION
DE LA NATURE
CANADA

UQAM



Chaire de recherche
Eau et conservation
du territoire

UQO



ISFORT
Institut des Sciences
de la Forêt tempérée

UQTR



Université du Québec
à Trois-Rivières

INRS

Institut national
de la recherche
scientifique

Connectivité des écosystèmes lotiques forestiers

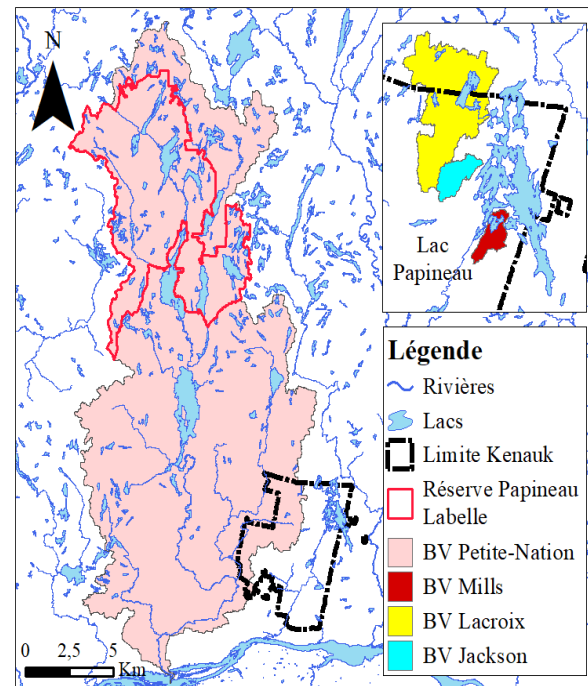
Présentation du projet



Contexte général

- Les **activités forestières** peuvent affecter la connectivité des cours d'eau via la construction de ponceaux et de traverses (état dégradé).
 - **Impacts** sur la production biologique, la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes aquatiques et risque exacerbé par les **changements climatiques**
 - **Projet UQO-MFFP** pour comprendre l'état de la voirie forestière et son impact sur la connectivité des cours d'eau dans les conditions actuelles et climatiques futures
 - **Élargissement** pour aborder les mécanismes qui gèrent la connectivité hydrologique et l'intégrité des écosystèmes aquatiques forestiers
- ➔ **Projet en cours**

- Financement **CRSNG-Alliance avec MFFP et Kenauk** (2021-2024)



Objectifs

Comprendre comment la connectivité hydrologique et structurelle, la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes lotiques forestiers du Bouclier canadien sont affectés par les activités forestières et les changements climatiques.

Objectif 1 - Décrire et quantifier la **connectivité hydrologique et structurelle** des cours d'eau (Volet 1)

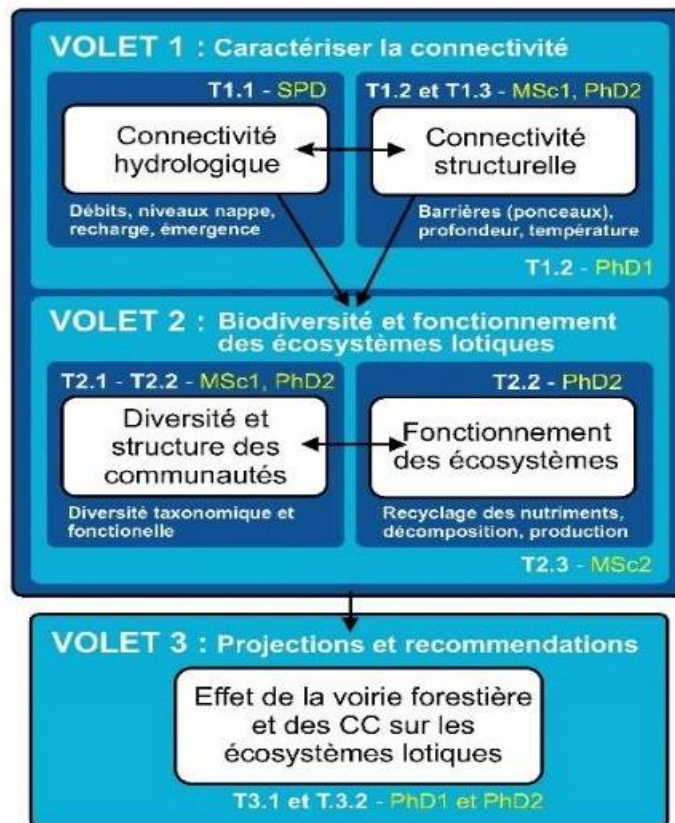
Objectif 2 - Comprendre **comment la connectivité et d'autres variables de l'habitat influencent** les patrons de diversité, et la structure des communautés, et affectent le fonctionnement des écosystèmes lotiques (Volet 2)

Objectif 3 - Quantifier **les effets de la voirie forestière et des CC** sur la connectivité hydrologique et structurelle, et les effets sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes lotiques (Volet 3)



Méthodologie

PhD1 M. Auffray
SPD L. Berthot



PhD2 B. Nelaton
MSc1 C. Estable
MSc2 À recruter

PhD1 M. Auffray
PhD2 B. Nelaton

Résultats escomptés

Nouvelles connaissances pour les écosystèmes lotiques du Bouclier canadien

- Connectivité hydrologique et structurelle
- Structure des communautés et fonctionnement des écosystème

Effets des pressions sur la connectivité

- Changements climatiques
- Développement et entretien de la voirie forestière

Amélioration des pratiques au Québec, au Canada et dans d'autres régions similaires

- Indices de connectivité hydrologique
- Lignes directrices pour inclure la connectivité des cours d'eau dans les règles de gestion forestière
- Recommandations pour rétablir la connectivité dans les conditions actuelles et futures

➔ Démarche novatrice et à fort potentiel d'impact pour soutenir la connectivité des écosystèmes lotiques forestiers

Participation des partenaires

- Accès au territoire, à des terres privées
- Partage de protocoles de caractérisation des ponceaux et chemins forestiers
- Connaissance du milieu naturel
 - * Réactivité des cours d'eau
 - * Localisation des coupes forestières
 - * Données de monitoring antérieur
 - * Photographies aériennes (utilisations antérieures du territoire)
- Contraintes, défis et enjeux de la gestion de l'eau et du territoire
- Échanges et discussions à toutes les étapes du projet
- Commentaires et avis à l'étape des recommandations

Déroulement

Volet	Tâche	EJ	PHQ	Description	année 1				année 2				année 3				année 4			
					E21	E21	A21	H22	P22	E22	E22	H23	P23	E23	A23	H24	P24	E24	A24	H24
1	1.1	1	SPD	Instrumentation hydrométéorologique	X	X														
1	1.1	2	SPD	Description des bassins versants		X	X													
1	1.1	3	SPD	Analyse des données existantes				X	X	X										
1	1.1	4	SPD	Échantillonnage et analyses isotopiques					X	X		X		X	X					
1	1.2	5	MSc1	Localisation carto. chemins de traverse					X	X			X	X	X					
1	1.2	6	MSc1	Caractérisation de l'état des traverses						X		X		X	X	X				
1	1.3	7	PhD1	Développement et calage CEQUEAU			X	X				X	X							
1	1.3	8	PhD1	Développement et calage MODFLOW								X	X	X	X					
1	1.3	9	PhD1	Analyse sensibilité globale des modèles											X	X				
1	1.4	10	PhD1	Indices de connectivité hydrologique										X	X					
1	1.4	11	PhD1	Indices de connectivité structurelle												X	X			
1	1.4	12	PhD1	Comparaison connectivités modèles												X	X			
1	1.4	13	PhD1	Apport eau souterraine à connectivité												X	X			
2	2.1	14	MSc1	60 traverses & barrières naturelles						X				X						
2	2.1	15	PhD2	Macroinvertébrés, variables biodiversité						X	X									
2	2.1	16	PhD2	Indices de diversité taxonomique							X	X			X	X				
2	2.2	17	PhD2	Échantillonnage poissons						X	X			X	X					
2	2.2	18	PhD2	Variables fonctionnement écosystème						X	X			X	X					
2	2.2	19	MSc2	Perturbations forestières aux sites						X	X									
2	2.3	20	MSc2	Échantillonnage des feuilles						X	X									
2	2.3	21	MSc2	Analyses en laboratoire des feuilles								X								
2	2.3	22	MSc2	Carbone organique dissous								X								
3	3.1	23	PhD1	Scénarios climat & utilisation territoire									X	X						
3	3.1	24	PhD1	Débiaisage modèles (hydro et temp.)										X	X					
3	3.1	25	PhD1	Simulation des scénarios futurs											X					
3	3.1	26	PhD1	Indices de connectivité futurs											X	X				
3	3.2	27	PhD1	Tableaux et abaques des indices												X				
3	3.2	28	PhD2	Cartographie des indices													X			
3	3.2	29	PhD2	Zones à protéger ou restaurer													X	X		
3	3.3	30	PhD1/2	Identification de meilleures pratiques															X	
3	3.3	31	PhD1/2	Politiques de protection cours d'eau															X	
3	3.3	32	PhD1/2	Approche simplifiée de connectivité															X	
			MOB1	Réunions d'équipe (2/année)	X		X		X			X		X		X		X		
			MOB 3 à MOB6	Atelier mobilisation & transfert (1/an)	X							X			X		X			X



QUESTIONS

?

LES PRÉSENTATIONS DES CHERCHEURS

Quoi ?

Les concepts clés

Objectifs spécifiques

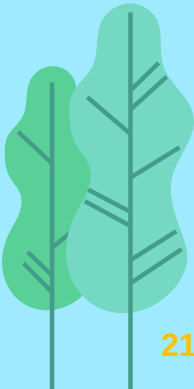
Comment ?

L'approche

Qu'est-ce que ça donne ?

Les résultats attendus

Questions



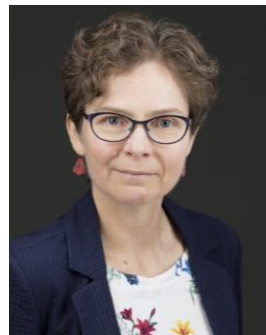
3 LA CONNECTIVITÉ HYDROLOGIQUE



Connectivité des écosystèmes lotiques
forestiers - Perspective hydrologique



20 min



Marie Larocque

UQÀM



Chaire de recherche
Eau et conservation
du territoire





CRSNG
NSERC



Ministère des Forêts,
de la Faune
et des Parcs

Québec



CONSERVATION
DE LA NATURE
CANADA

UQAM



Chaire de recherche
Eau et conservation
du territoire

UQO



ISFORT
Institut des Sciences
de la Forêt tempérée

UQTR



Université du Québec
à Trois-Rivières

INRS

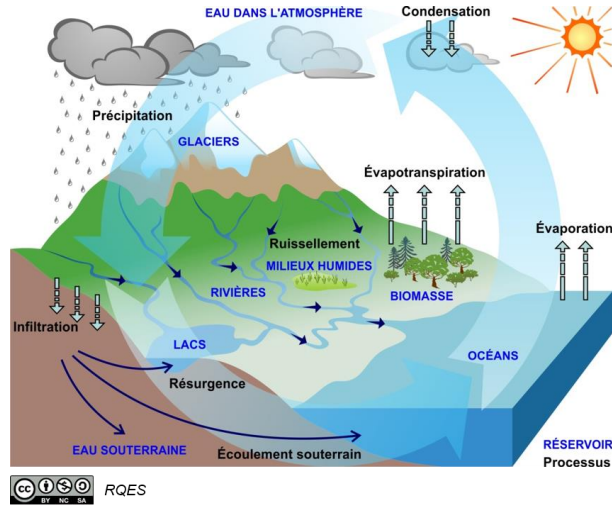
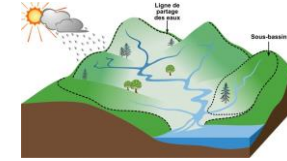
Institut national
de la recherche
scientifique

Connectivité des écosystèmes lotiques forestiers

La connectivité hydrologique



Le cycle hydrologique



Aquifère Formation géologique dans laquelle l'eau souterraine circule et peut être utilisée

Cours d'eau Ruisseau, rivière, fleuve qui transport l'eau à la surface des bassins versants

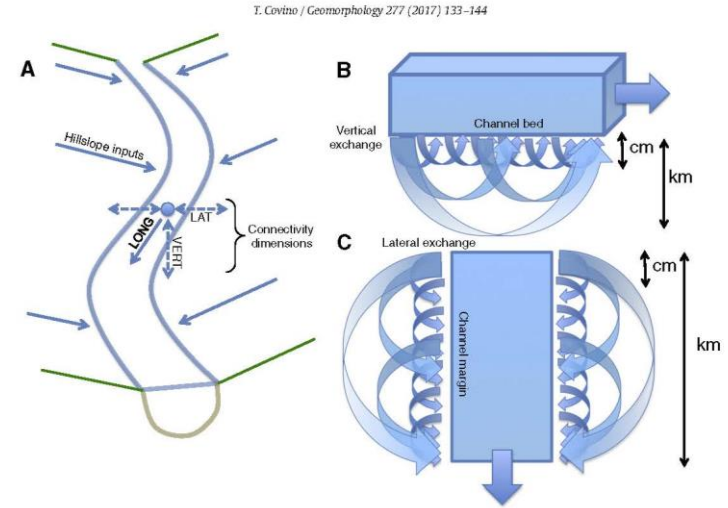
Interactions Échanges entre un aquifère et un cours d'eau

La connectivité hydrologique

Connectivité hydrologique mouvement de l'eau entre les compartiments du cycle hydrologique (connectivité longitudinale, latérale et verticale)

Connectivité structurelle arrangement spatial entre les parcelles d'habitat, et la perméabilité de la matrice d'habitat

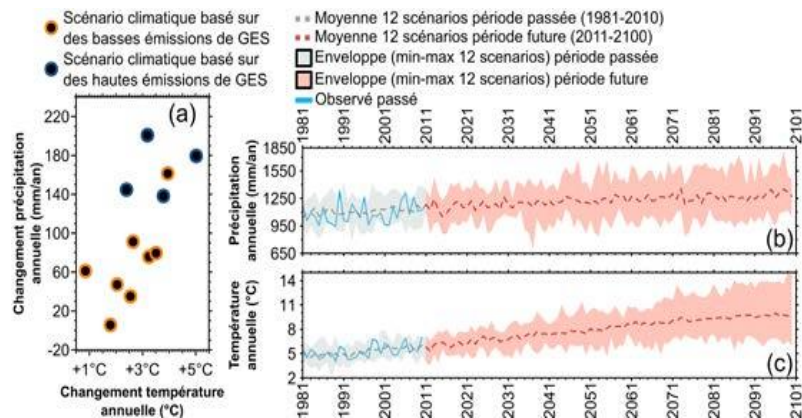
Importance de l'**échelle spatiale** (variabilité sur de petits bassins versants) **et de l'échelle temporelle** (intra et inter-annuelle)



Covino (2017)

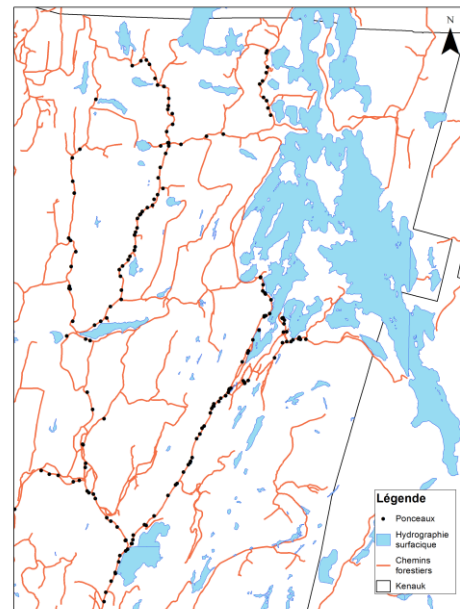
Les pressions

Climat



Scénarios climatiques (Dubois et al. 2022)

Utilisation du territoire



Chemins forestiers et ponceaux (Institut Kenauk, 2021)

Objectifs spécifiques du volet hydro

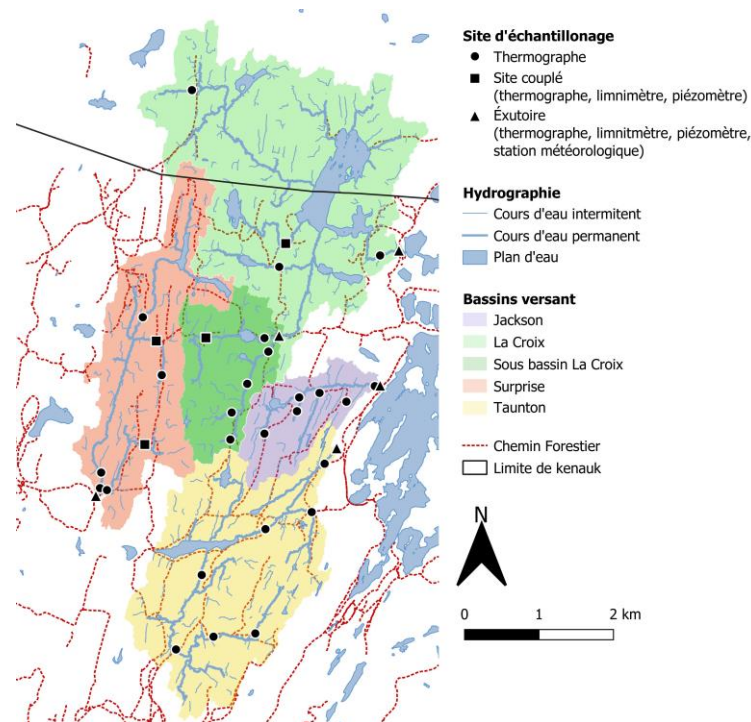
- 1) Comprendre la connectivité hydrologique et structurelle dans la forêt du Bouclier canadien
- 2) Caractériser l'état de la voirie forestière dans la forêt privée et publique de la région
- 3) Modéliser les conditions hydrologiques et thermiques actuelles
- 4) Quantifier la connectivité hydrologique et structurelle

Méthodologie

Zone d'étude sur le territoire de Kenauk

Description	La Croix	S-b la Croix	Jackson	Taunton	Surprise
Superficie (km ²)	22,5	4,4	3,3	12,3	8,8
Débit maximal (m ³ /s)	16,09	0,01*	0,54	13,09	0,01*
Géologie	Till roc	Till roc	Till roc	Till roc	Sabl e
Densité cours d'eau (km/km ²)	6	6,5	1,5	2,7	6,8
Densité chemin (km/km ²)	1,5	1,3	2,1	2	1,9

*Donnée ponctuelle 2021

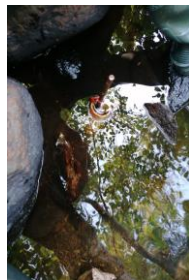


Méthodologie

Dispositif expérimental



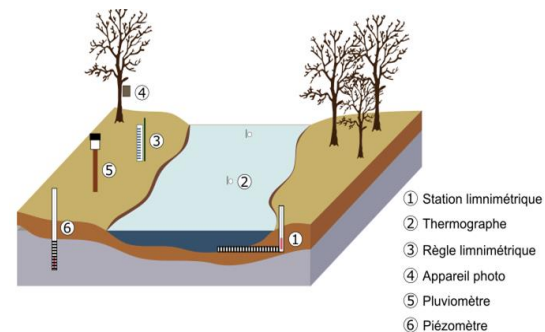
Stations mesure débits



Thermographes



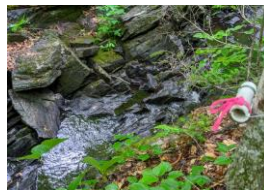
Forages



Règle à neige



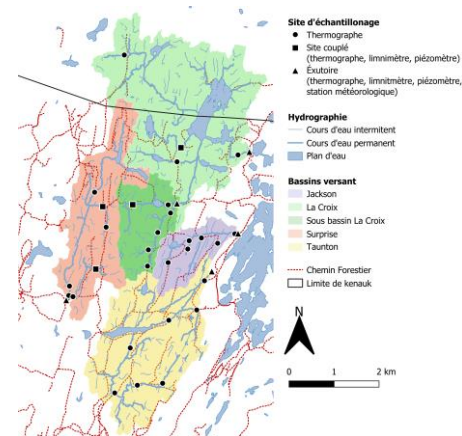
Pluviomètre



Température



Caméra de surveillance

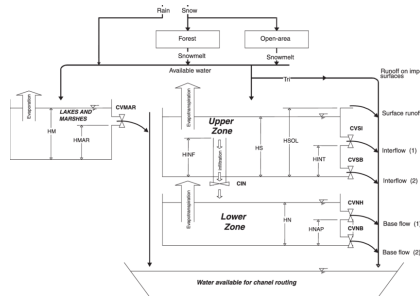
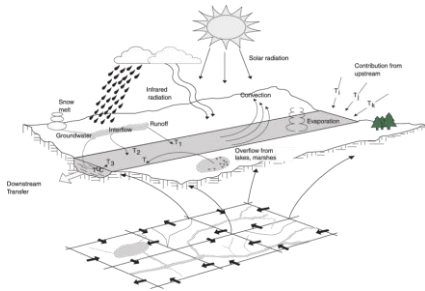


Méthodologie

Hydrologie - CEQUEAU

Variables simulées

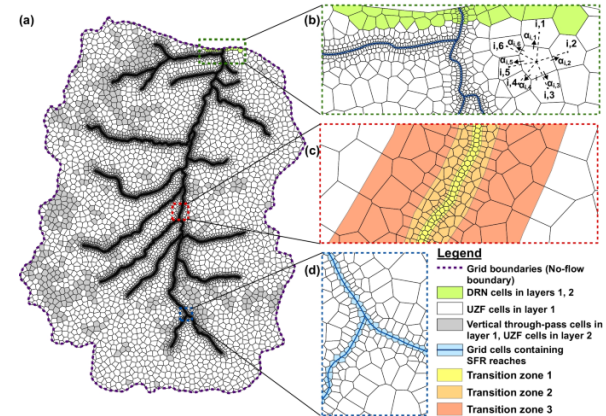
- Ruissellement
- Infiltration
- Débits (totaux et de base)
- Températures



Hydrogéologie - Modflow

Variables simulées

- Niveaux de nappe
- Flux souterrains
- Échanges nappe - rivière



Résultats attendus

- Compréhension de la dynamique des bassins versants en étiage et en crue
- Cartographie et caractérisation de la voirie forestière sur les BV instrumentés (forêt privée) et sur des BV dans la réserve faunique Papineau-Labelle (forêt publique)
- Modèles hydrologique (CEQUEAU) et hydrogéologique (MODFLOW) calibrés pour tous les bassins versants étudiés
- Scénarios climatiques et d'utilisation du territoire
- Indices de connectivité hydrologique
- Recommandations



QUESTIONS

?



4 CONNECTIVITÉ STRUCTURELLE ET BIODIVERSITÉ



20 min



Audrey Maheu



Katrine Turgeon



Connectivité des écosystèmes lotiques forestiers -
Perspective écosystèmes et biodiversité

UQO
UNIVERSITÉ
DU QUÉBEC
EN OUTAOUAIS





VOLET 2

CONNECTIVITÉ STRUCTURELLE ET BIODIVERSITÉ

OBJECTIF :

Comprendre comment la connectivité, les activités forestières et d'autres variables de l'habitat influencent les patrons de biodiversité, la structure des communautés, et le fonctionnement des écosystèmes lotiques en milieu forestier

DÉFINITIONS

Biodiversité

Ensemble des êtres vivants et des écosystèmes dans lesquels ils vivent.

Connectivité structurelle

Arrangement spatial entre les parcelles d'habitat et la perméabilité de la matrice d'habitat

DÉFINITIONS

Bris potentiel de connectivité | Causes

- Barrages et digues (petits et grands)
- Ponceaux (voirie forestière)
- Barrières physiques naturelles (e.g., chutes, castor, embâcle)
- Assèchement (ruisseau intermittent)



VOLET 2 | ÉQUIPE



Audrey Maheu (UQO)



Katrine Turgeon (UQO)



Éric Harvey (UQTR)

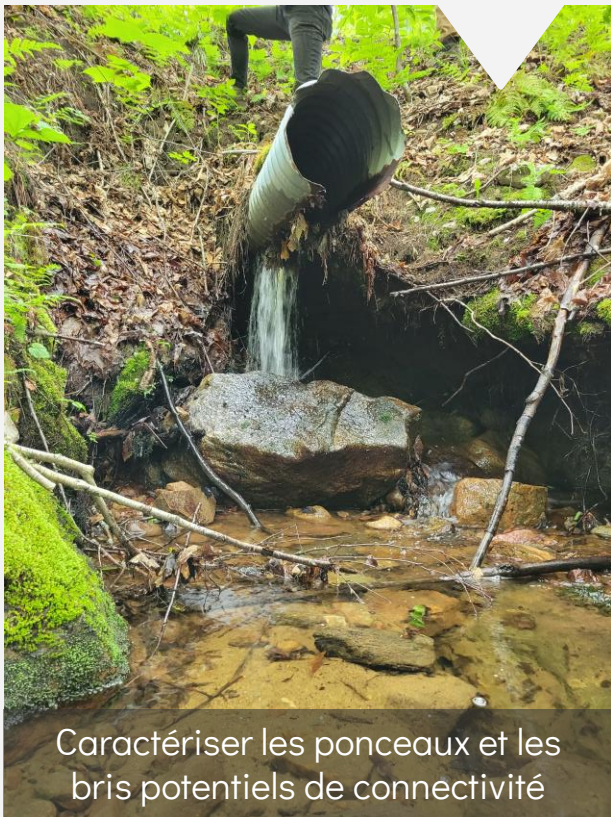


Cecilia Estable
(MSc; UQO)



Baptiste Nelaton
(recruté; PhD; UQO)

VOLET 2 | QUANTIFIER LES BRIS DE CONNECTIVITÉ



Caractériser les ponceaux et les bris potentiels de connectivité

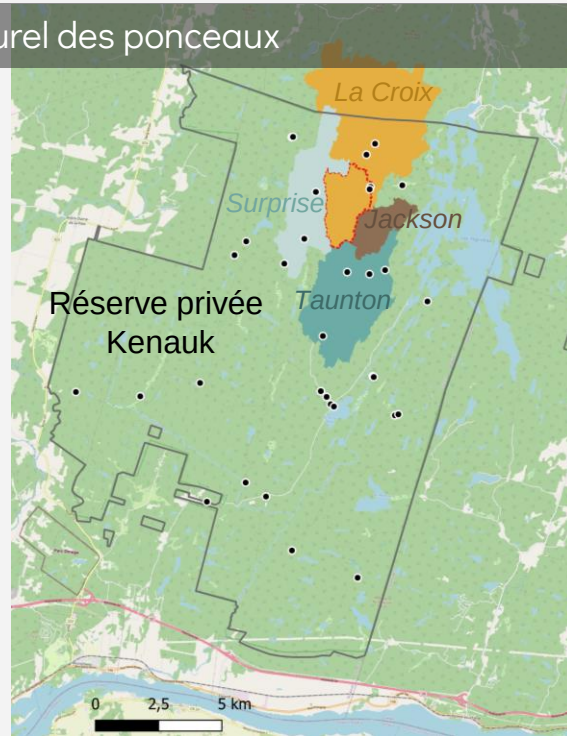
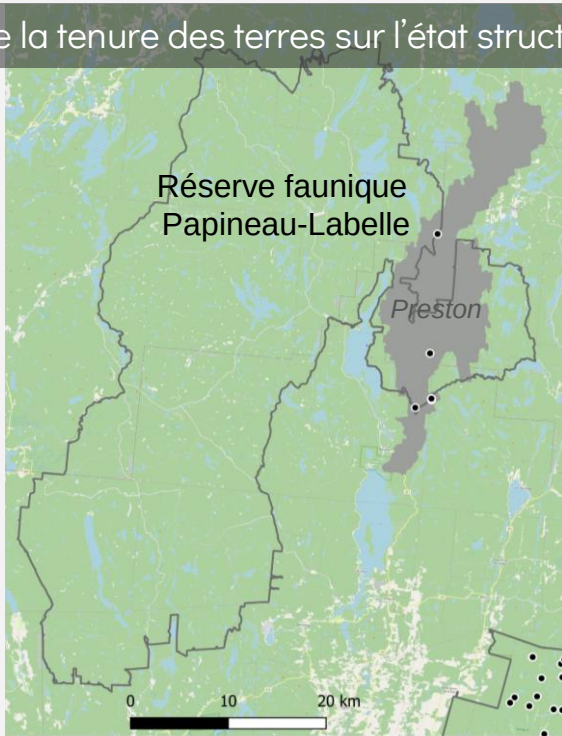
Projet de C. Estable (Candidate à la MSc)



Caractériser les routes et les chemins forestiers (érosion, sédimentation, perte de surface de roulement)

VOLET 2 | QUANTIFIER LES BRIS DE CONNECTIVITÉ

Caractériser l'effet de la tenure des terres sur l'état structurel des ponceaux



VOLET 2 | MESURER LES EFFETS SUR LES ÉCOSYSTÈMES

Biodiversité

En amont et en aval du bri potentiel de connectivité (ponceau, chute), nous échantillonnerons les macroinvertébrés ("kick sampling" et filet troubleau).



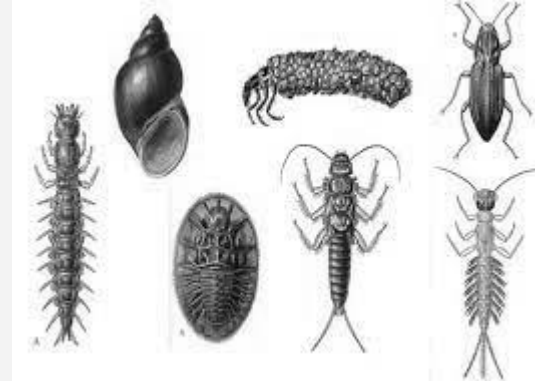
Échantillonnage de macroinvertébrés avec un filet troubleau

VOLET 2 | MESURER LES EFFETS SUR LES ÉCOSYSTÈMES

Revégétalisation des chemins



État structurel des ponceaux



VOLET 2 | MESURER LES EFFETS SUR LES ÉCOSYSTÈMES

Biodiversité

En amont et en aval du bti
potentiel de connectivité
(ponceau, chute), nous
échantillonnerons les
poissons (pêche
électrique réalisée par le
MFFP à l'été 2022)



Échantillonnage des poissons avec la pêche
électrique

VOLET 2 | MESURER LES EFFETS SUR LES ÉCOSYSTÈMES



Décomposition de la litière (feuilles) dans un cours d'eau

Fonctions écosystémiques

En amont et en aval du bri, nous échantillonnerons la productivité primaire et secondaire, la qualité de l'eau, et le taux de décomposition

VOLET 2 | RÉSULTATS ATTENDUS

- Protocole de caractérisation des ponceaux et des chemins forestiers
- Base de données de l'état des ponceaux et des chemins adjacents dans des bassins versants ciblés
- Meilleure compréhension de l'impact des chemins forestiers sur la biodiversité aquatique et les mécanismes en jeu.

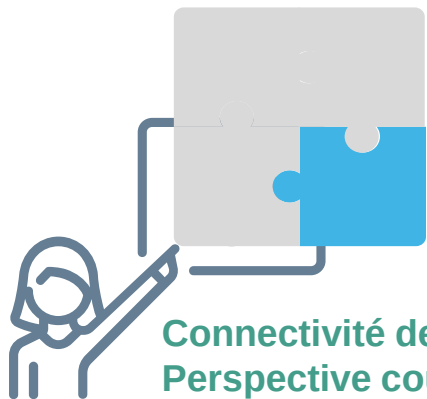


QUESTIONS

?



5 COUPLAGE ENTRE ÉCOSYSTÈMES TERRESTRES ET AQUATIQUES



Connectivité des écosystèmes lotiques forestiers -
Perspective couplage



20 min



Éric Harvey

UQTR



Université du Québec
à Trois-Rivières





CRSNG
NSERC



Ministère des Forêts,
de la Faune
et des Parcs

Québec



CONSERVATION
DE LA NATURE
CANADA

UQAM



Chaire de recherche
Eau et conservation
du territoire

UQO



ISFORT
Institut des Sciences
de la Forêt tempérée

UQTR



Université du Québec
à Trois-Rivières

INRS

Institut national
de la recherche
scientifique

Connectivité des écosystèmes lotiques forestiers **Perspective couplage**

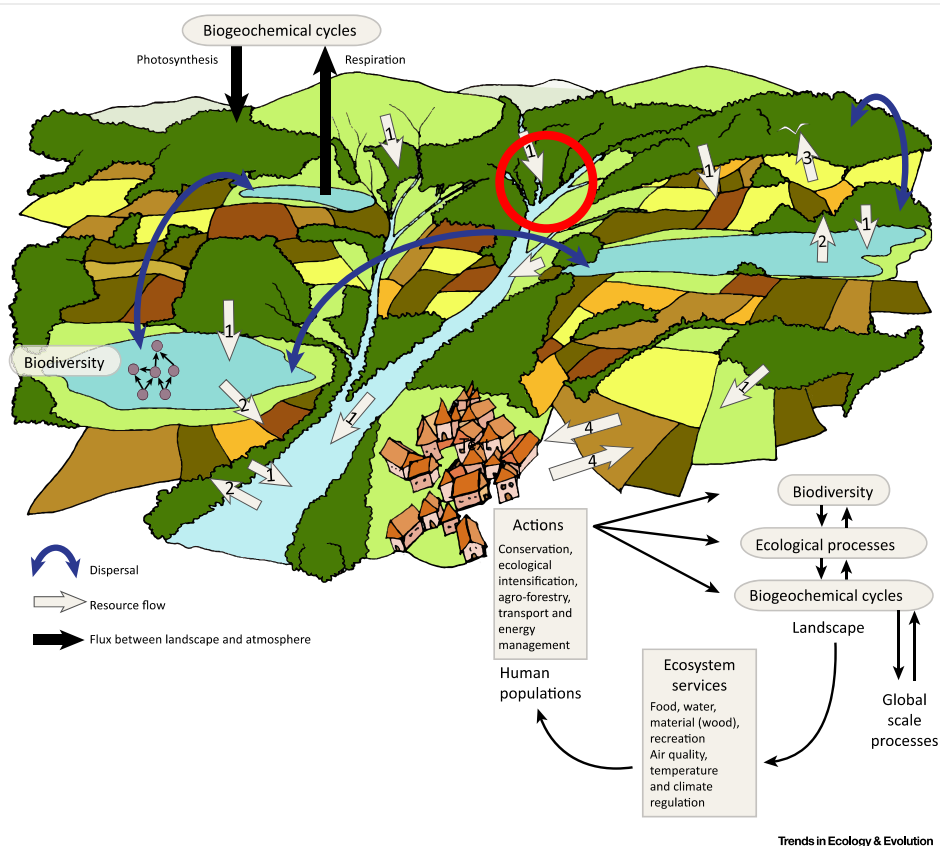


Un paysage typique du Québec



Google maps

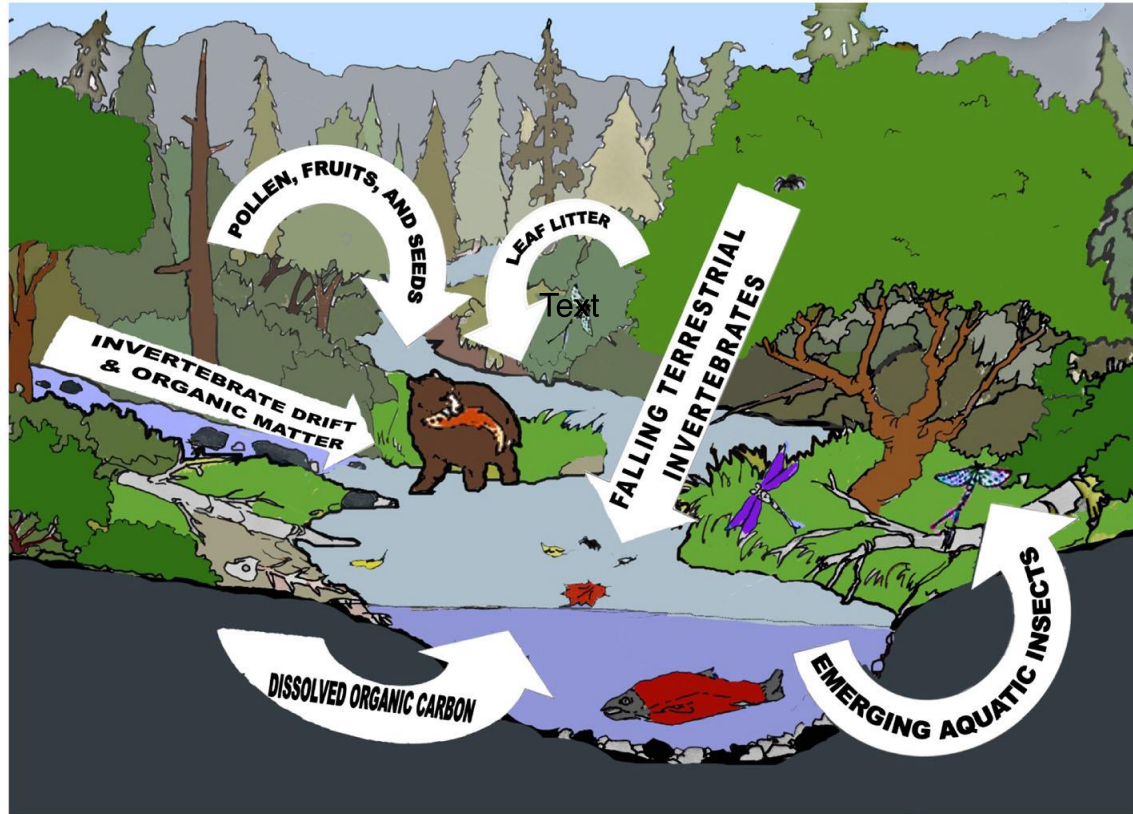
Un paysage typique du Québec



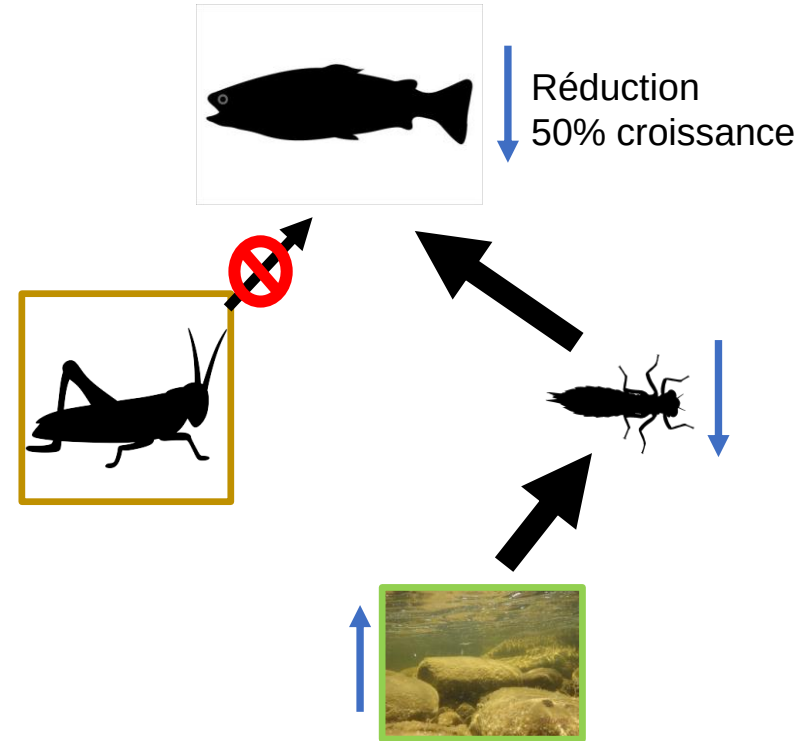
Un paysage n'est pas qu'une mosaïque d'habitats statiques et indépendants, mais plutôt **un ensemble dynamique et en interaction.**

Trends in Ecology & Evolution

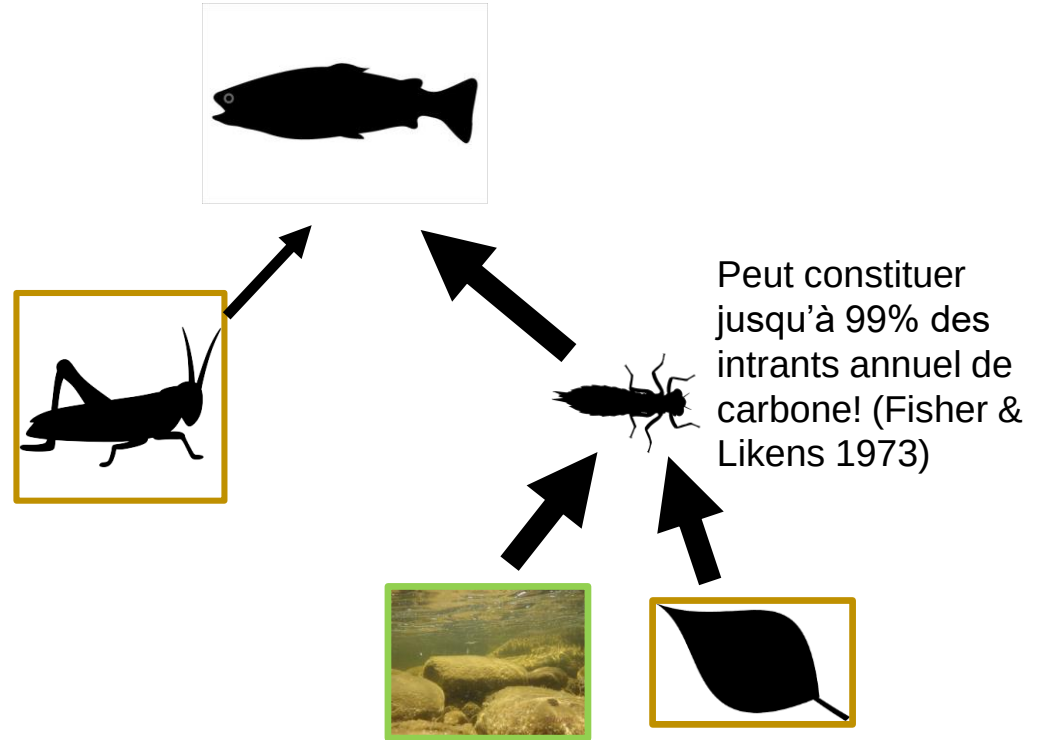
Couplage terrestre-aquatique



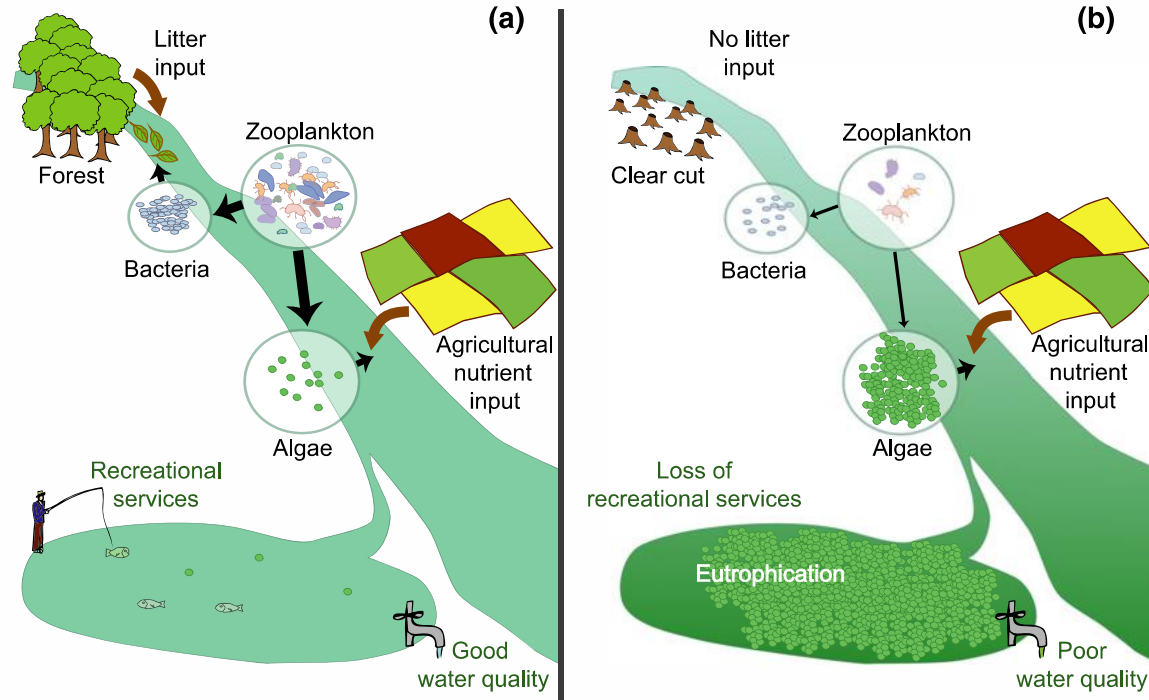
Couplage terre-aquatique



Couplage terre-aquatique



Propagation des effets



Harvey et al., 2017

Contrasting effects of cross-ecosystem subsidies and predation on benthic invertebrates in two Pacific coastal streams

Yixin Zhang · John S. Richardson

The importance of terrestrial subsidies in stream food webs varies along a stream size gradient

Sarah M. Collins, Tyler J. Kohler, Steven A. Thomas, William W. Fetzer and Alexander S. Flecker

S. M. Collins (collie636@msu.edu) and A. S. Flecker, Dept of Ecology and Evolutionary Biology, Cornell Univ., Ithaca, NY 14853, USA. SMC and W. W. Fetzer, Dept of Fisheries and Wildlife, Michigan State Univ., 13 Natural Resources, East Lansing, MI 48824, USA. – T. J. Kohler and S. A. Thomas, School of Natural Resources, Univ. of Nebraska-Lincoln, Hardin Hall Room 403, Lincoln, NE 68583, USA. Present address for TJK: Charles Univ. in Prague, Faculty of Science, Dept of Ecology, Viničná 7, CZ-12844 Prague 2, Czech Republic.

Le couplage entre écosystèmes terrestres et aquatiques est parfois fonctionnellement inexistant alors que parfois il peut être très fort, et cela en fonction de où nous sommes situés dans le paysage.

Les cours d'eau plus petits (et plus en amont par définition):

- Plus ombragés (plus de couvert forestier) → moins de production primaire
- Volume de drainage plus petit → effet de dilution de l'énergie allochtone

En bref

Ce qu'on sait (relativement) bien:

- On sait que les échanges entre écosystèmes terrestres et aquatiques peuvent être très importants pour le maintien de la biodiversité et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques (et terrestres...)
- On sait que l'effet de ce couplage change dans le temps (ex: saison) et l'espace (ex: position dans le bassin versant)
- On sait que les effets de ce couplage peuvent se propager plus en aval

En bref, il s'agit d'un phénomène important pour mieux comprendre et gérer l'impact humain sur les écosystèmes aquatiques

Ce qu'on sait moins bien (entre autres...):

- On comprend encore mal pourquoi le couplage est parfois important et parfois pas important
- On comprend encore très mal les dynamiques de propagation des effets le long du bassin versant

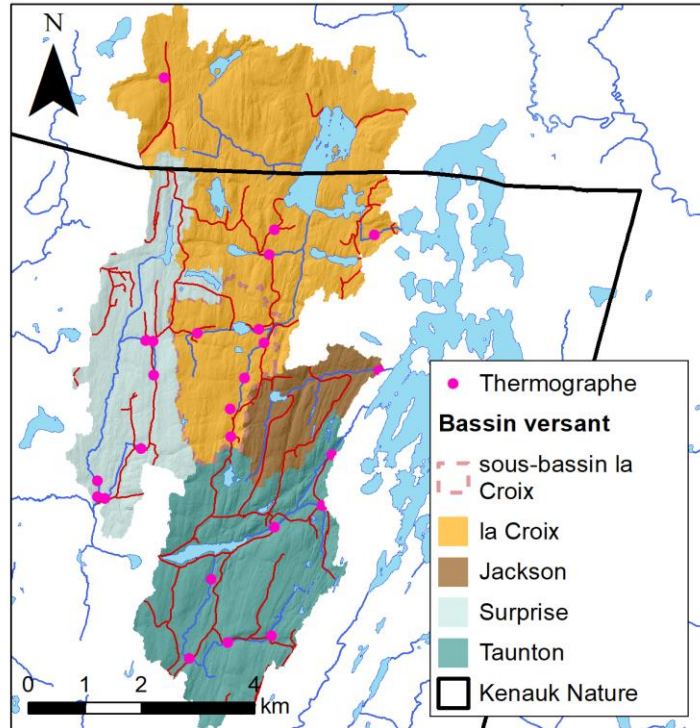
Objectifs

Développer une meilleure compréhension des couplages terrestres-aquatiques en contexte d'exploitation forestière et de perte de connectivité

1. Quantifier les effets des transformations dans le couvert forestier sur la qualité/quantité de ressources allochtones reçus en milieu aquatique (stoichiométrie, isotope stable)
2. Relier ces transformations aux variations de biodiversité et fonctionnement de l'écosystème observées en rivière
3. Mesurer la propagation de ces effets en aval (en comparant à des tronçons « contrôles »)
4. Étudier l'effet d'un changement de connectivité (ponceaux...) sur la propagation de ces effets en aval....

....pour éventuellement en arriver à identifier des zones du bassin versant particulièrement sensibles aux effets de couplage (versus d'autres qui le sont beaucoup moins).

Méthodologie



- C:N:P stoichiométrie
- Biomasse sèche
- C, N, H isotope stable ?

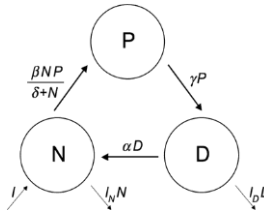


- Transect 10 m de chaque côté de la rive
- Couvert végétal
 - Présence de coupe forestière



Biodiversité

- Structure des communautés de macro-invertébrés benthiques
- Données poissons (Katrine)
- Isotope stable?



Fonctionnement de l'écosystème

- Production primaire (chla et périphyton)
- Oxygène dissous (respiration)

Résultats attendus

- Compréhension des échanges entre écosystèmes terrestres et aquatiques
- Compréhension de l'impact de perturbations humaines sur ce couplage
- Compréhension de la propagation des effets le long de tronçons de rivières et interactions avec connectivité (ponceaux)
- *Identification de zones sensibles et moins sensibles*
- Développement de méthodes pour tester cette propagation via l'usage d'outils de marquage moléculaire (isotope stable et stoichiométrie)



QUESTIONS

?



PAUSE



De retour dans 15 minutes



6 LA PERSPECTIVE DES PARTENAIRES



Comment rendre les résultats utiles et utilisables pour vous?



Vos enjeux / défis

- Gestion forestière/de l'eau
- Encadrement actuel
- Ce que vous pouvez faire/pas faire
- Vos outils de travail
- Application de la réglementation
- Contraintes dans vos méthodes de travail



Vos besoins

- Besoin en connaissances sur un sujet particulier
- Formation de terrain (acquisition de données)
- Outils de gestion et formats (rapport, carte, géodatabase, fiche synthèse, accompagnement, indicateur, schéma décisionnel, méthode, guide)



20 min



20 min

7 DISCUSSION SYNTHÈSE



Lier nos besoins au projet de recherche



8 LA SUITE

Suite du projet

Les prochaines
étapes

Suite des ateliers

Les prochains ateliers
du RQES



ACTIVITÉS pour l'année qui vient

Volet	Tâche	EJ	PHQ	Description	année 1				année 2				année 3				année 4			
					P21	E21	A21	H22	P22	E22	A22	H23	P23	E23	A23	H24	P24	E24	A24	H24
1	1.1	1	SPD	Instrumentation hydrométéorologique	X	X														
1	1.1	2	SPD	Description des bassins versants		X	X													
1	1.1	3	SPD	Analyse des données existantes				X	X	X										
1	1.1	4	SPD	Échantillonnage et analyses isotopiques							X									
1	1.2	5	MSc1	Localisation carto. chemins de traverse					X	X			X	X						
1	1.2	6	MSc1	Caractérisation de l'état des traverses						X			X	X	X	X				
1	1.3	7	PhD1	Développement et calage CEQUEAU			X	X			X	X								
1	1.3	8	PhD1	Développement et calage MODFLOW							X	X	X	X	X					
1	1.3	9	PhD1	Analyse sensibilité globale des modèles												X	X			
1	1.4	10	PhD1	Indices de connectivité hydrologique										X	X					
1	1.4	11	PhD1	Indices de connectivité structurelle												X	X			
1	1.4	12	PhD1	Comparaison connectivités modèles												X	X			
1	1.4	13	PhD1	Apport eau souterraine à connectivité												X	X			
2	2.1	14	MSc1	60 traverses & barrières naturelles						X				X						
2	2.1	15	PhD2	Macroinvertébrés, variables biodiversité						X		X								
2	2.1	16	PhD2	Indices de diversité taxonomique							X	X				X	X			
2	2.2	17	PhD2	Échantillonnage poissons						X	X			X	X					
2	2.2	18	PhD2	Variables fonctionnement écosystème						X	X			X	X					
2	2.2	19	MSc2	Perturbations forestières aux sites						X	X									
2	2.3	20	MSc2	Échantillonnage des feuilles						X	X									
2	2.3	21	MSc2	Analyses en laboratoire des feuilles								X								
2	2.3	22	MSc2	Carbone organique dissous								X								
3	3.1	23	PhD1	Scénarios climat & utilisation territoire									X	X						
3	3.1	24	PhD1	Débiaisage modèles (hydro et temp.)										X	X					
3	3.1	25	PhD1	Simulation des scénarios futurs											X					
3	3.1	26	PhD1	Indices de connectivité futurs											X	X				
3	3.2	27	PhD1	Tableaux et abaques des indices												X	X			
3	3.2	28	PhD2	Cartographie des indices													X			
3	3.2	29	PhD2	Zones à protéger ou restaurer													X	X		
3	3.3	30	PhD1/2	Identification de meilleures pratiques															X	
3	3.3	31	PhD1/2	Politiques de protection cours d'eau															X	
3	3.3	32	PhD1/2	Approche simplifiée de connectivité															X	
			MOB1	Réunions d'équipe (2/année)	X		X		X		X		X		X		X		X	
			MOB 3 à MOB6	Atelier mobilisation & transfert (1/an)							X			X			X			X

PRIORITÉS du projet pour l'année 2

Hydrologie

Biodiversité

Foresterie



Les PROCHAINS ateliers

- **Atelier 1 (automne 2022)**
 - Contexte du projet
 - Présentation du projet
 - Échanges sur les attentes et les besoins
- **Atelier 2 (printemps 2023)**
 - Les travaux sur le terrain
 - Excursion sur un bassin versant instrumenté
 - Échanges sur les phénomènes étudiés et les enjeux de gestion
- **Atelier 3 (automne 2023)**
 - Scénarios de développement et outils nécessaires
 - Identification des scénarios les plus pertinents et discussion sur le format des outils d'aide à la décision
- **Atelier 4 (hiver 2024)**
 - Résultats finaux
 - Sommaire des résultats et des retombées du projet
 - Clés pour l'utilisation des résultats

Merci !

...

