



Rôle hydrologique des milieux humides: Caractérisation des services écologiques



Jérôme Théau, Mathieu Varin et Richard Fournier



UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE



Mise en contexte

- Les milieux humides et hydriques (MHH) constituent des infrastructures naturelles qui fournissent de nombreux services écologiques offrant une barrière pour contrer les aléas naturels.
- Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques
- “Cette Loi permet de conserver, de restaurer ou de créer de nouveaux milieux pour contrebalancer les pertes inévitables des milieux humides et hydriques et de planifier le développement du territoire dans une perspective de bassin versant en tenant davantage compte des fonctions de ces milieux essentiels.” (MDDELCC)



Objectif de l'approche

Fournir un outil pour cartographier les services écologiques rendus par les milieux humides à l'échelle du bassin versant en appui à la gestion du territoire

Démarche méthodologique

- Identifier et concevoir des indicateurs spatiaux représentatifs des fonctions écologiques
- S'appuyer sur un bilan historique et une évaluation actuelle de l'état des MH pour mieux cibler les interventions
- Générer des scénarios futurs d'occupation du territoire
- Synthétiser les résultats sous forme d'un outil d'aide à la décision afin de prioriser des zones critiques pour l'intervention



Définitions

- Bien et service écologique (BSÉ)
 - Ensemble des fonctions écosystémiques procurant des avantages, directs ou indirects, utiles pour la société et dont plusieurs sont critiques pour notre survie
- Exemples de BSÉ
 - Approvisionnement (alimentation, eau douce, etc.)
 - Régulation (contrôle des risques naturels, pollinisation, etc.)
 - Soutien (biodiversité, production primaire, refuge, etc.)
 - Socioculturel (esthétisme, écotourisme, etc.)





Définitions

- Fonction écologique
 - Interactions entre les caractéristiques, la structure et les processus des MH
 - Capacité des composantes écosystémiques à fournir des BSÉ
- Exemples de fonctions écologiques
 - Information et production (potentiel récréotouristique, éducation, matière première etc.)
 - Régulation (stockage, cycle et rétention de l'eau, régulation des débits, filtration de l'eau, etc.)
 - Habitat (cycle de reproduction, support d'habitat, etc.)



Définitions

- Indicateur
 - Approche indirecte d'évaluation de l'état et de la capacité des MH à remplir sa fonction écologique
 - Variables qui mesurent les processus ou attributs physiques, chimiques ou biologiques des MH et de leur environnement
- Exemples d'indicateurs
 - Connectivité entre MH
 - Fragmentation du milieu (forme)
 - Barrière anthropique
 - Hétérogénéité naturelle

Définitions

- Indice
 - Mesures des indicateurs associées à des métriques utilisées dans les calculs géomatiques
- Exemples d'indice
 - Proximité (euclidienne) entre parcelles
 - Circularité (Miller)
 - Densité du bâti ouvert et dense
 - Diversité de Shannon
 - Densité forestière
 - Proximité des cours d'eau



Méthodologie

Bassins versants des rivières Yamaska et Bécancour



Cartographie de 3 fonctions écologiques



3 échelles d'étude (BV, diagnostic et intervention)



1984, 2011 et scénarios futurs



Identification de zones d'intervention prioritaires

Méthodologie

Bassins versants des rivières Yamaska et Bécancour



Cartographie de 3 fonctions écologiques



3 échelles d'étude (BV, diagnostic et intervention)



1984, 2011 et scénarios futurs



Identification de zones d'intervention prioritaires



Cartographie de 3 fonctions écologiques

- Support d'habitats fauniques
- Régulation des débits de crues
- Filtration des sédiments

Cartographie de 3 fonctions écologiques

- Indicateur de fonction

- Indicateur composite défini par la combinaison d'indicateurs spatiaux (4 à 8)

IF : Indicateur de fonction

$i \in [1, n]$

p : poids

N : valeur de l'indicateur spatial

$$IF = \sum_{i=1}^n N_i \cdot p_i$$

- Regroupe les trois volets du développement durable
- Normalisation des indicateurs entre -1 et 1
- Classification en cinq groupes



Cartographie de 3 fonctions écologiques

- Exemple d'indicateurs utilisés (support d'habitats fauniques)
 - I1 : Connectivité entre MH
 - I2 : Barrière anthropique
 - I3 : Hétérogénéité naturelle
 - I4 : Valeur économique
- Calcul de l'indicateur de fonction

$$IF = (I1 * 0,25) + (I2 * 0,25) + (I3 * 0,25) + (I4 * 0,25)$$

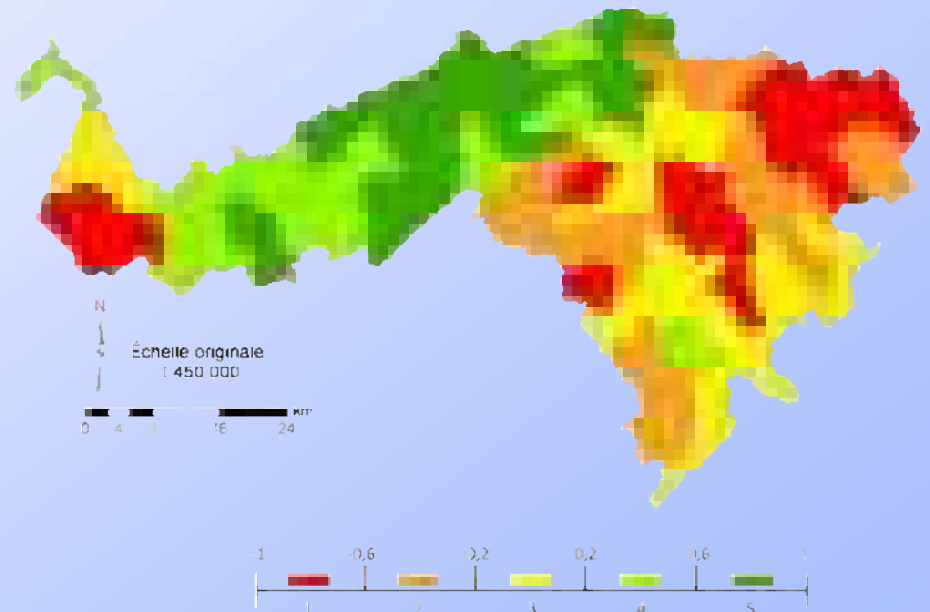
$$IF = (-0,87 * 0,25) + (-0,05 * 0,25) + (0,14 * 0,25) + (-0,42 * 0,25)$$

$$IF = -0,30$$



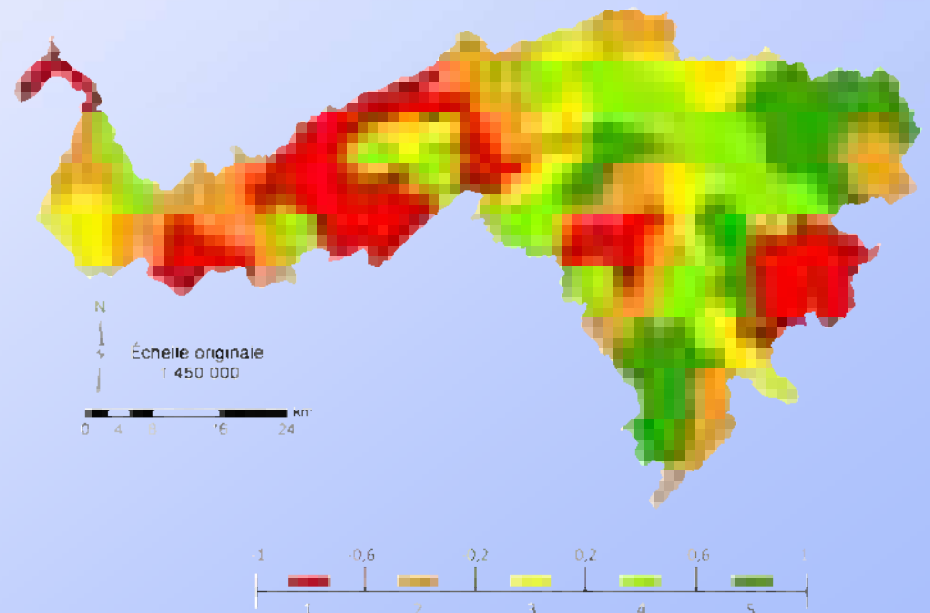
Cartographie de 3 fonctions écologiques

- I1 : Connectivité entre MH
 - Fonction du support d'habitats fauniques
 - BV de la rivière Bécancour
 - Territoire de 2011
- 12 sous-bassins critiques



Cartographie de 3 fonctions écologiques

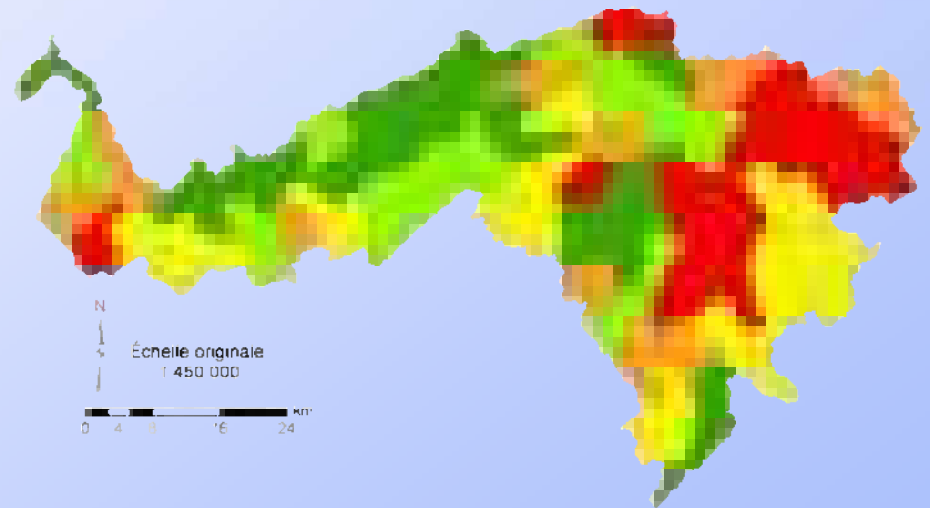
- I2 : Barrière anthropique
 - Fonction du support d'habitats fauniques
 - BV de la rivière Bécancour
 - Territoire de 2011
- 12 sous-bassins critiques



Cartographie de 3 fonctions écologiques

- I3 : Hétérogénéité naturelle

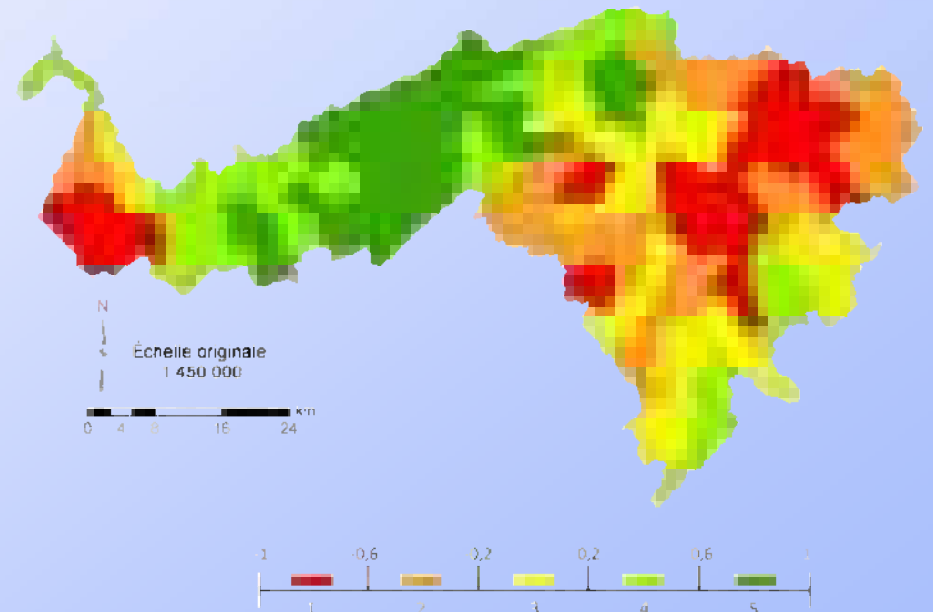
- Fonction du support d'habitats fauniques
- BV de la rivière Bécancour
- Territoire de 2011



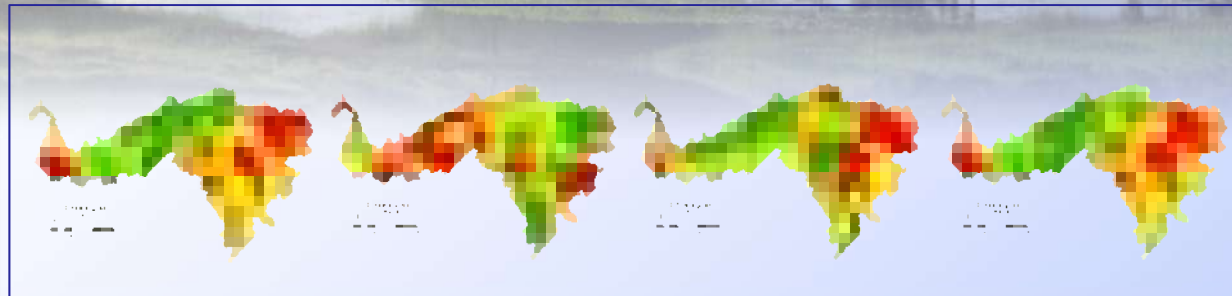
- 12 sous-bassins critiques

Cartographie de 3 fonctions écologiques

- I4 : Valeur économique
 - Fonction du support d'habitats fauniques
 - BV de la rivière Bécancour
 - Territoire de 2011
- 12 sous-bassins critiques



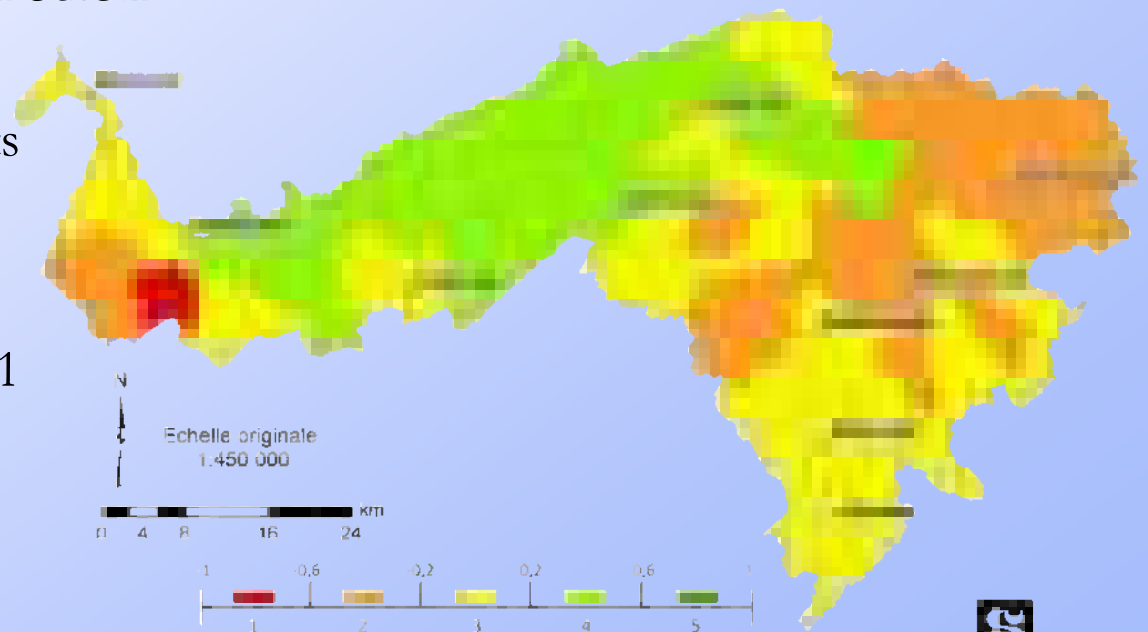
Cartographie de 3 fonctions écologiques



- Indicateur de fonction

- Fonction du support d'habitats
- BV de la rivière Bécancour
- Territoire de 2011

- 1 sous-bassin critique



Méthodologie

Bassins versants des rivières Yamaska et Bécancour



Cartographie de 3 fonctions écologiques



3 échelles d'étude (BV, diagnostic et intervention)



1984, 2011 et scénarios futurs

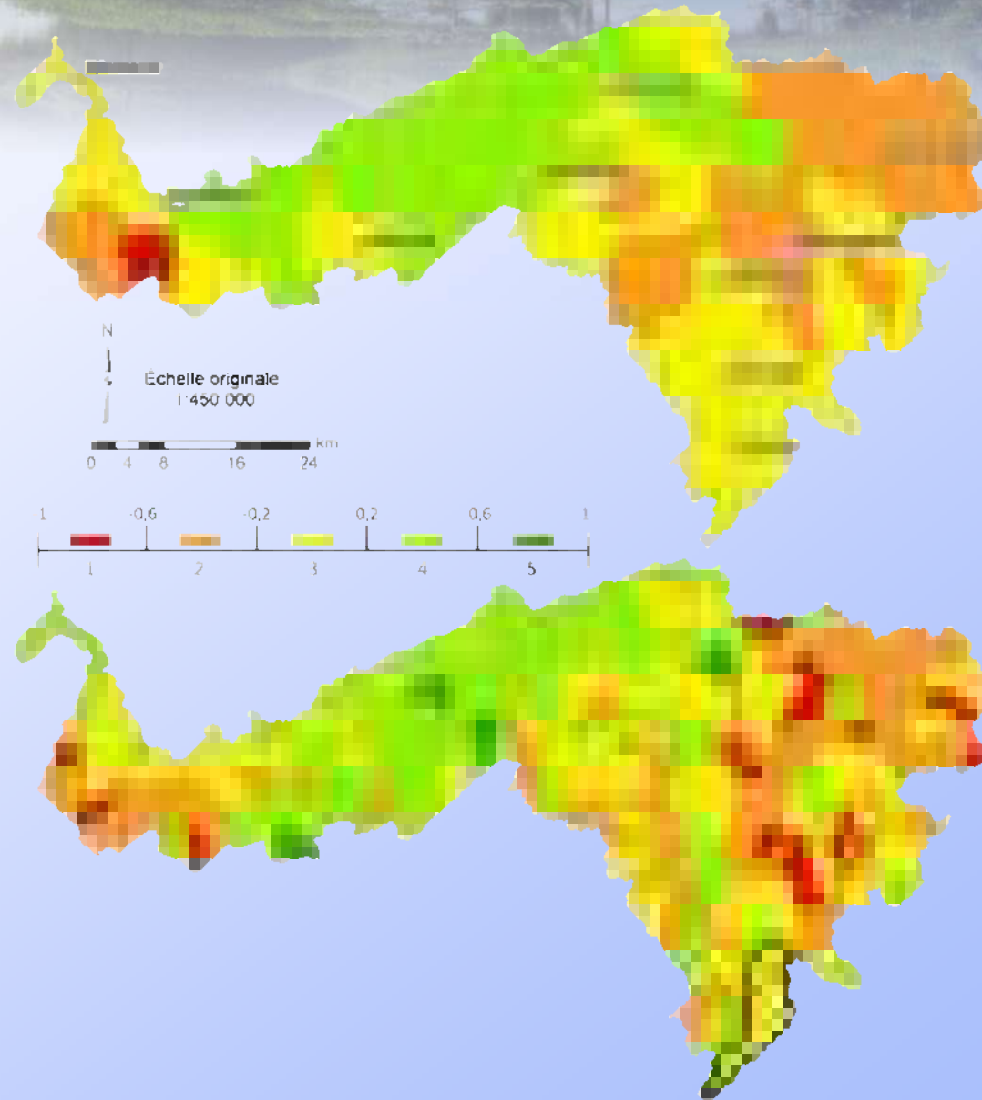


Identification de zones d'intervention prioritaires

3 échelles d'étude (BV, diagnostic et intervention)

- Bassin versant de la rivière Bécancour
- Fonction de support d'habitat
- 2011

	Taille moy (km ²)	Nombre
Sous-bassins	46.38	56
Microbassins	9.44	275



**Diagnostic :
sous-bassins
versants**

**Intervention :
microbassins**

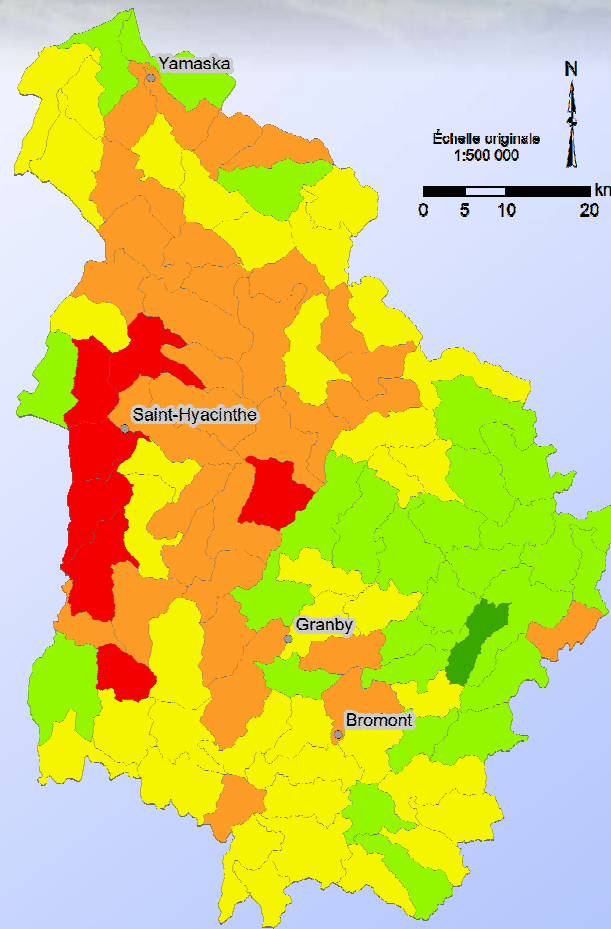


3 échelles d'étude (BV, diagnostic et intervention)

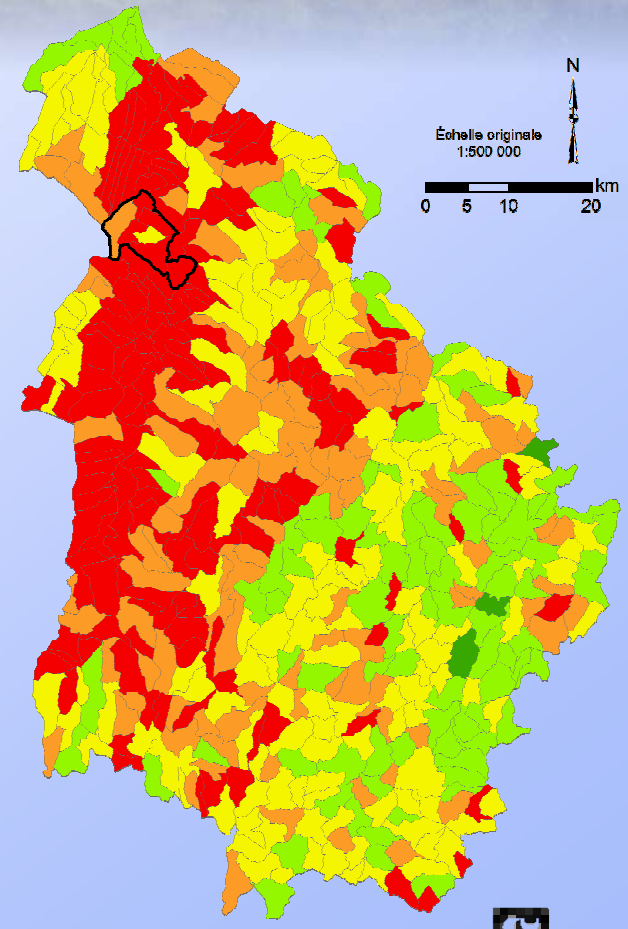
- Bassin versant de la rivière Yamaska
- Fonction de support d'habitat
- 2011

	Taille moy (km ²)	Nombre
Sous-bassins	45.57	105
Microbassins	9.70	494

Diagnostic : sous-bassins versants



Intervention : microbassins



Méthodologie

Bassins versants des rivières Yamaska et Bécancour



Cartographie de 3 fonctions écologiques



3 échelles d'étude (BV, diagnostic et intervention)

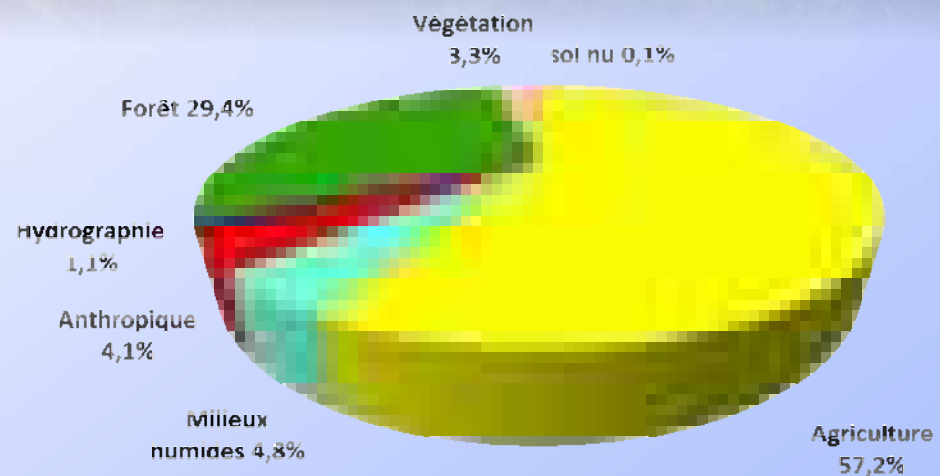
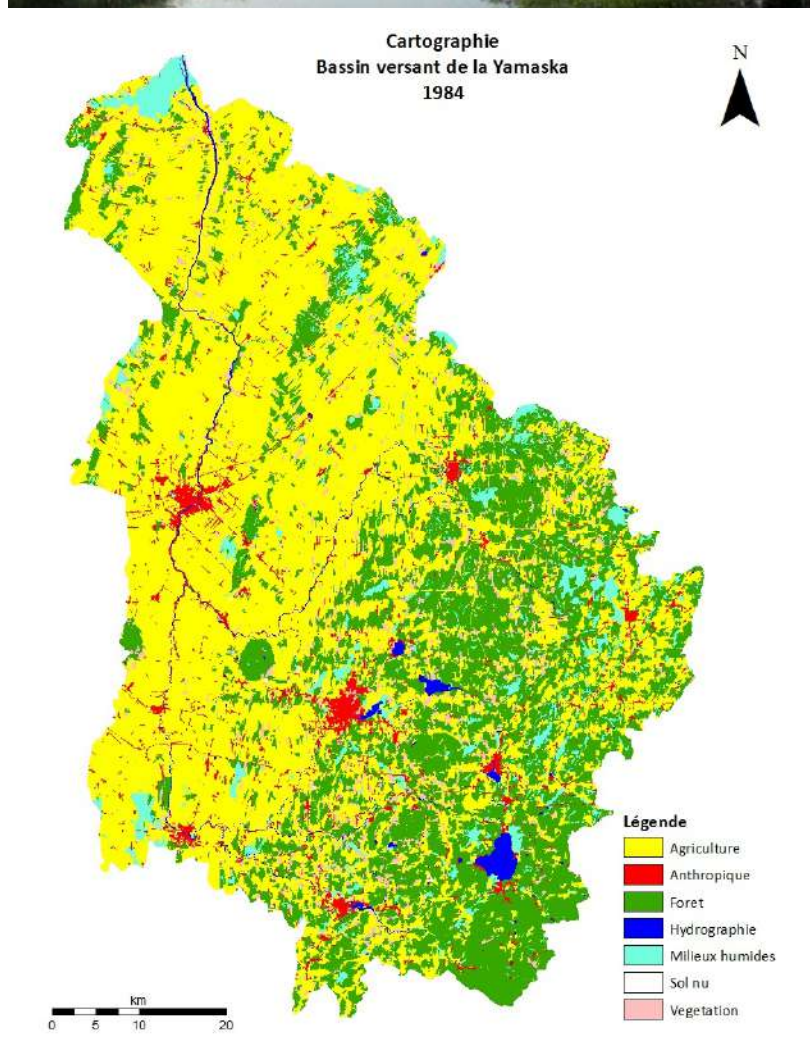


1984, 2011 et scénarios futurs



Identification de zones d'intervention prioritaires

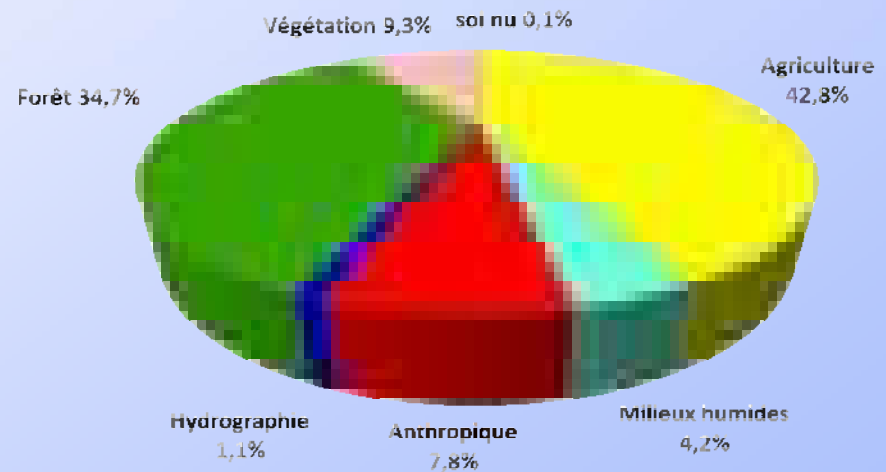
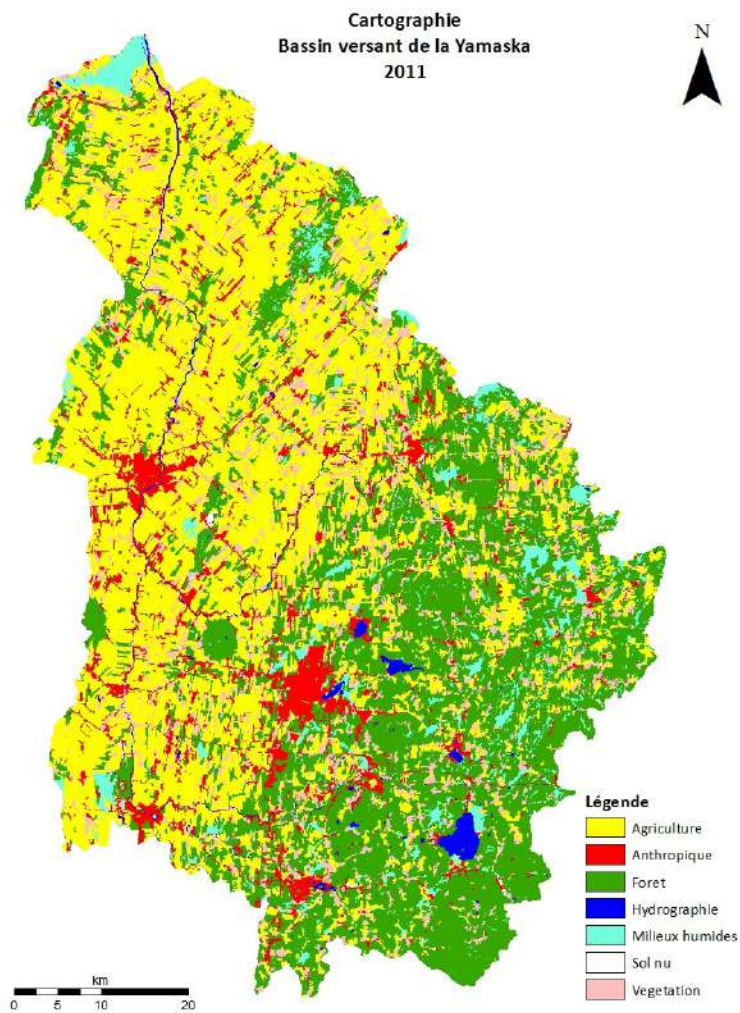
1984, 2011 et scénarios futurs



1984



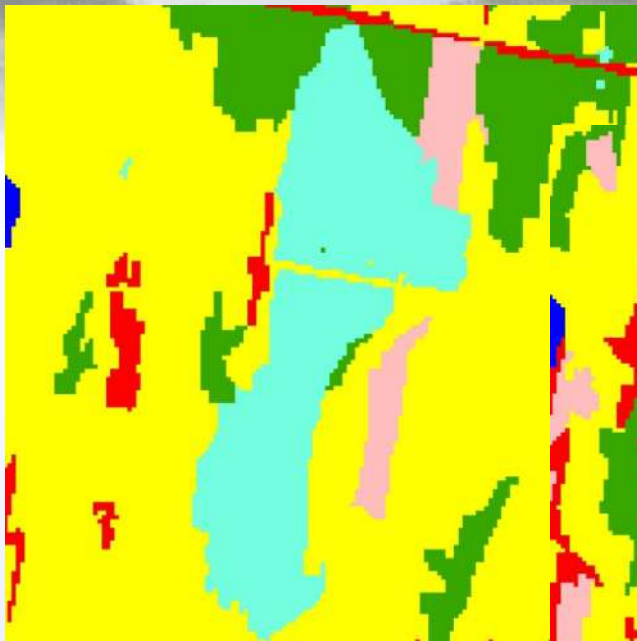
1984, 2011 et scénarios futurs



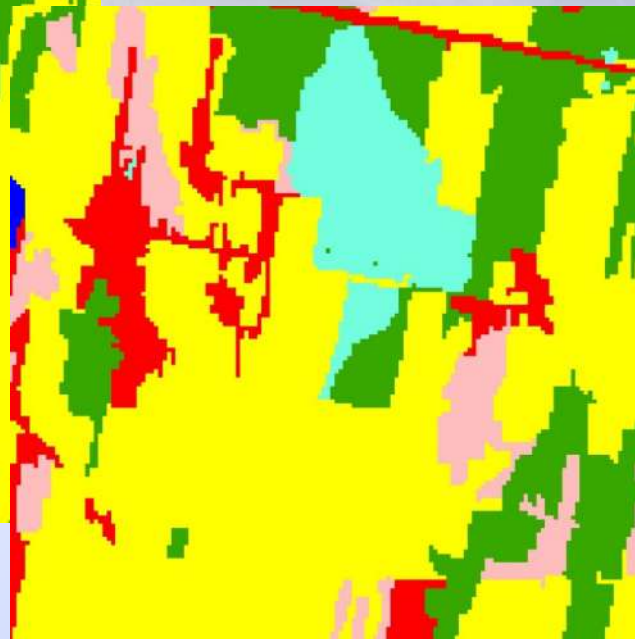
2011



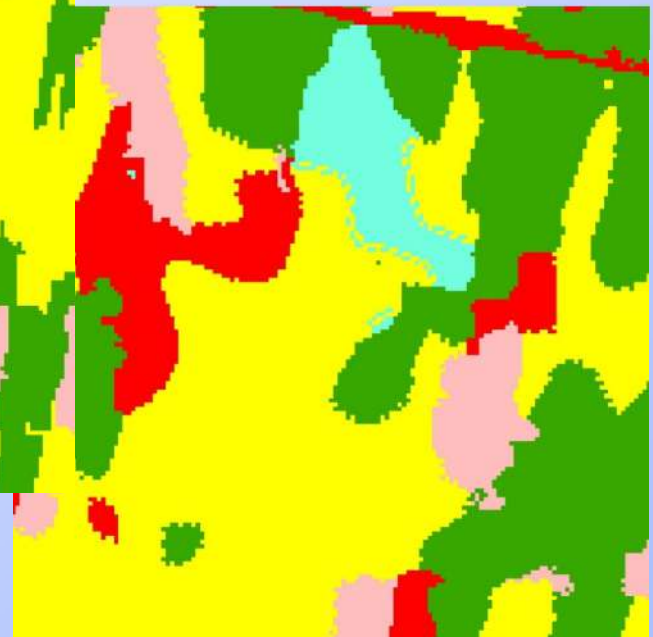
1984, 2011 et scénarios futurs



1984

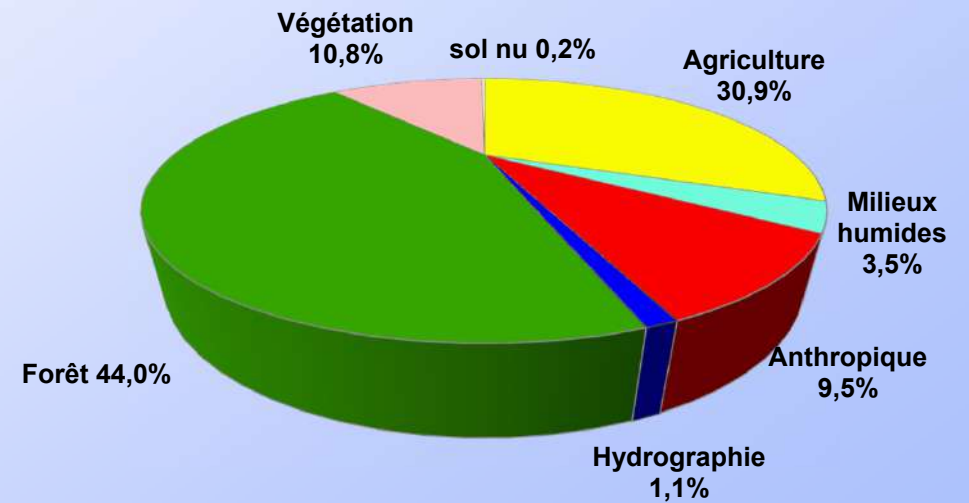
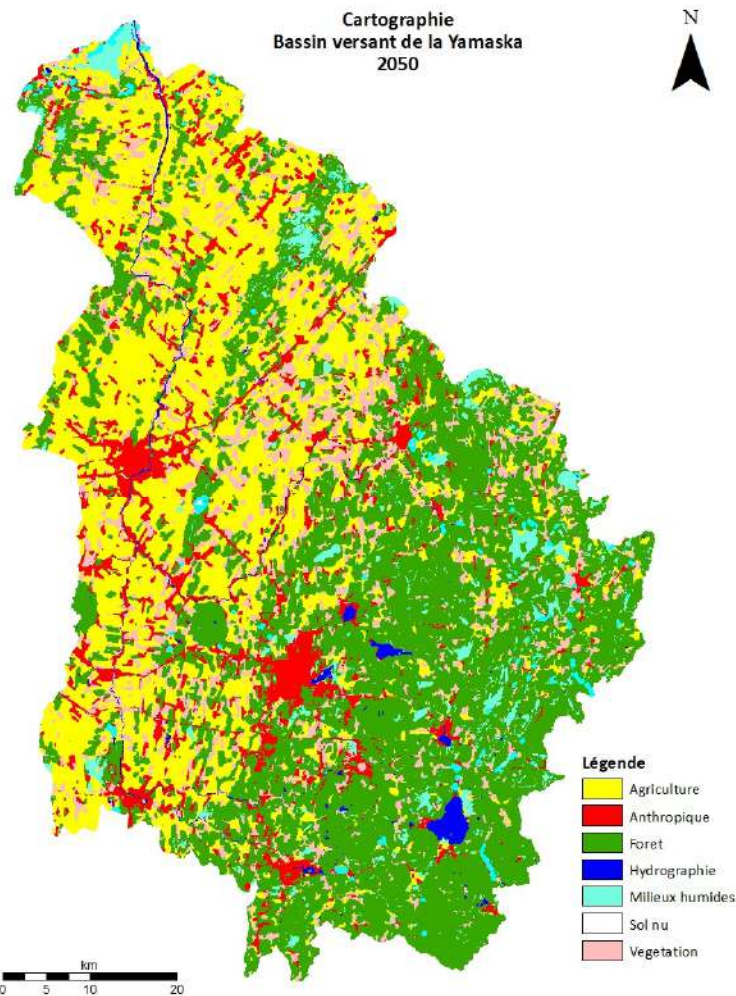


2011



2050

1984, 2011 et scénarios futurs

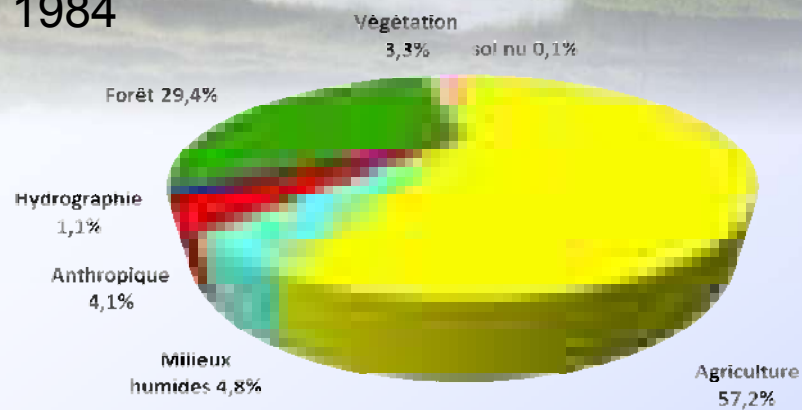


2050
« business as usual »

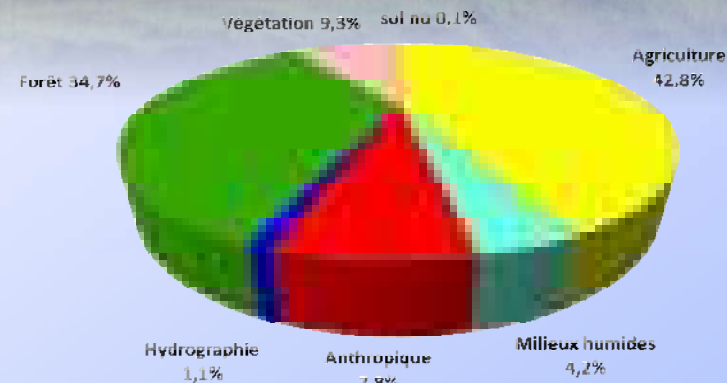


1984, 2011 et scénarios futurs

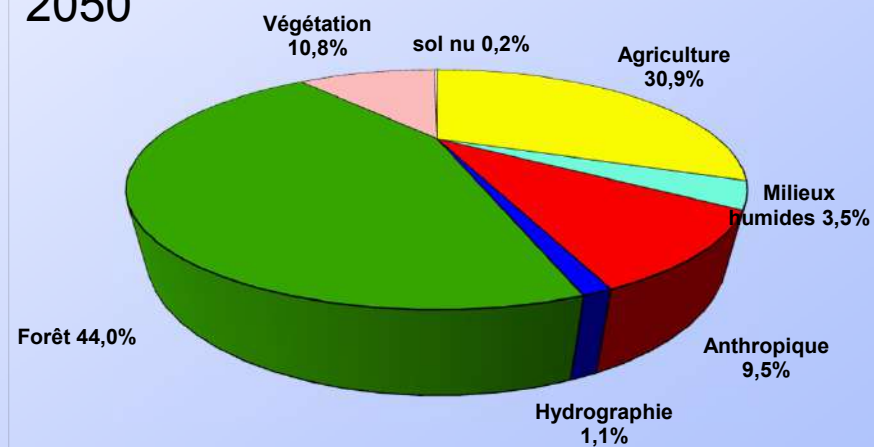
1984



2011



2050





1984, 2011 et scénarios futurs

Exemples de scénarios futurs:

- Statu quo
- «*Business as usual*»
- Optimiste : augmentation des milieux humides
- Pessimiste : diminution au-delà du «*Business as usual*»
- Intégration des simulations climatiques

Méthodologie

Bassins versants des rivières Yamaska et Bécancour



Cartographie de 3 fonctions écologiques



3 échelles d'étude (BV, diagnostic et intervention)



1984, 2011 et scénarios (climat 2050 et pratiques de gestion)

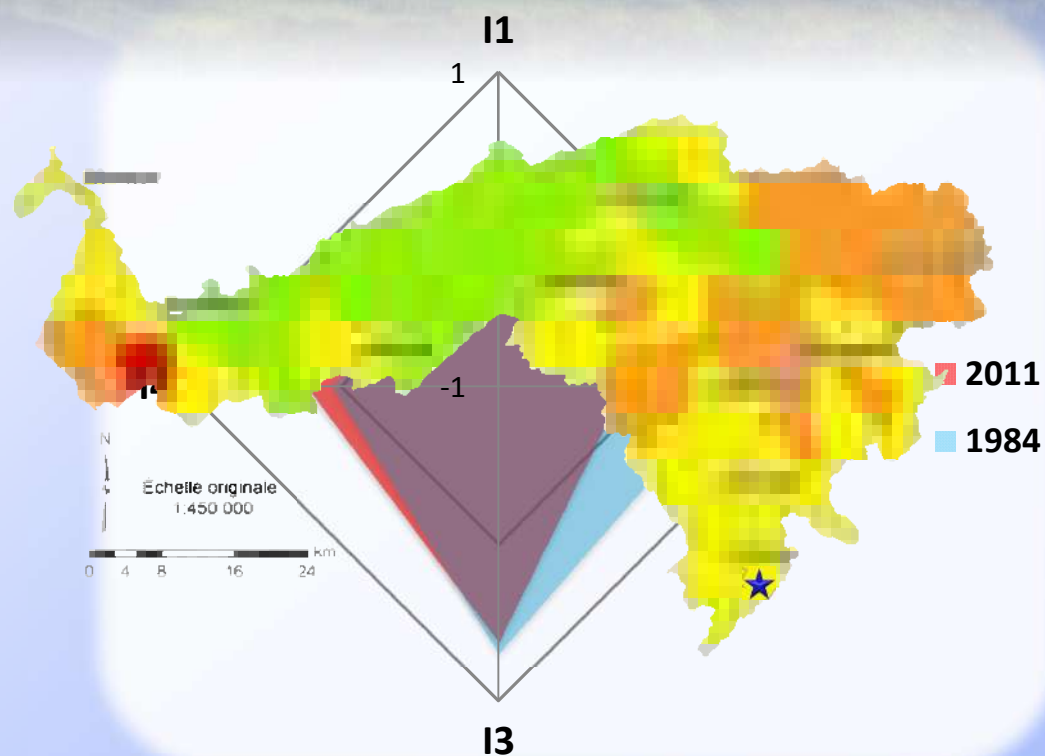
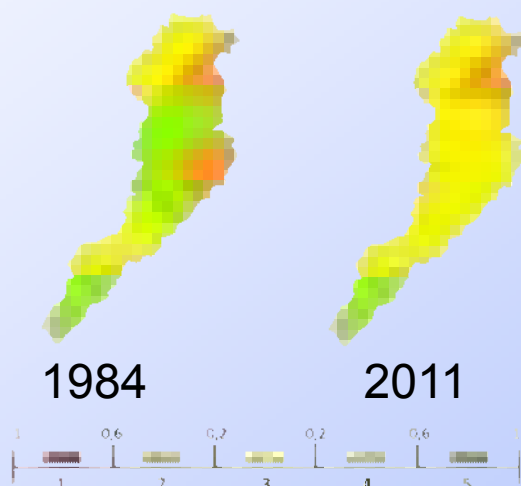


Identification de zones d'intervention prioritaires

Identification de zones d'intervention prioritaires

- Indicateur de fonction

- $IF_{1984} = 0,34$
- $IF_{2011} = 0,19$
- $IF_{2050(pe)} = 0,11$
- $IF_{2050(op)} = 0,18$



- Niveau spatial : sous-bassin
- Bassin versant : Bécancour
- Année : 2011
- Fonction écologique : support d'habitats fauniques

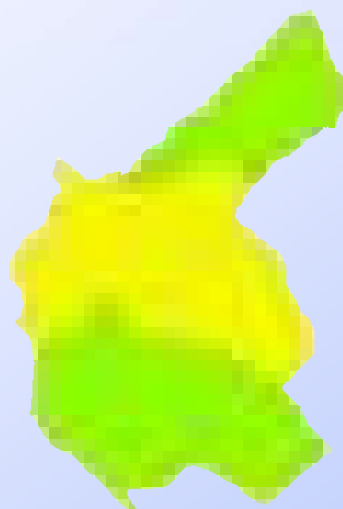


Identification de zones d'intervention prioritaires

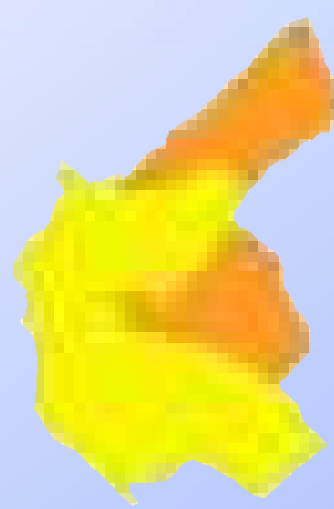
- Exemple d'un sous-bassin avec les indicateurs des trois fonctions, en 2011



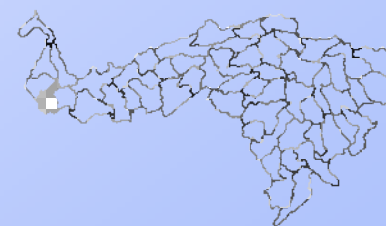
Fonction du support d'habitats



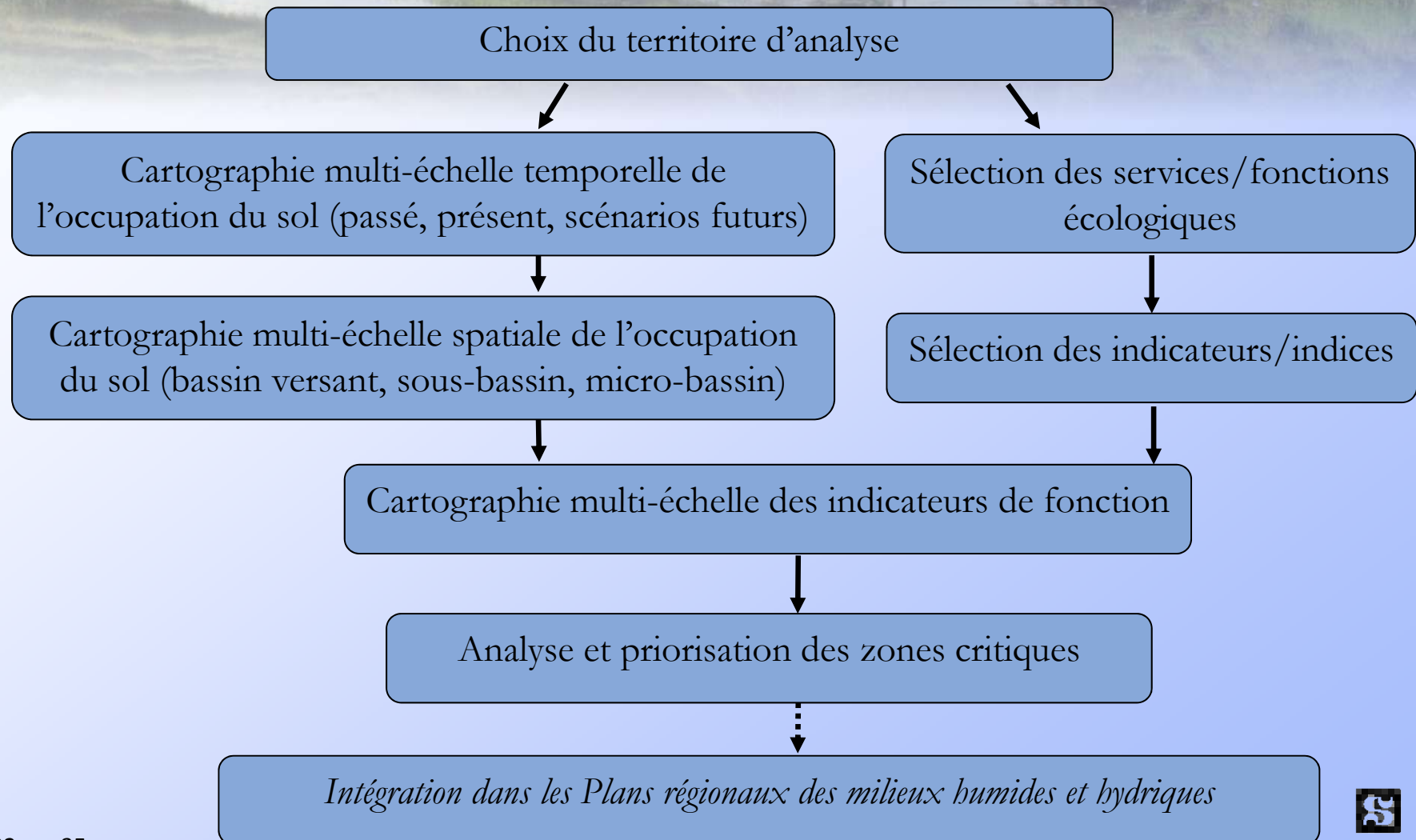
Fonction de la régulation des crues



Fonction de filtration des sédiments



Synthèse de l'approche





Conclusion

- Développement d'une démarche innovante pour la cartographie de la dimension fonctionnelle des milieux humides
- Priorisation de zones d'interventions à l'échelle d'un bassin versant basées sur des analyses multidates et multiéchelles d'indicateurs spatiaux de trois fonctions écologiques



Conclusion

- Importance de s'approprier les indicateurs et de les adapter à la réalité/enjeux locaux
- L'approche permet d'intégrer des indicateurs portant sur une priorisation déjà existante (ex: MH exceptionnels)
- L'approche se concentre sur les MH mais pourrait être adaptée aux milieux hydriques également

Collaborateurs



Partenaires financiers au projet :



Universités des chercheurs impliqués dans le projet :





Merci de votre attention

Formation sur demande



Module 1: Cartographie des services écologiques associés aux MHH

Module 2: Caractérisation hydrologique du territoire liée aux CC et introduction des aspects temporels

Module 3: Caractérisation multi-temporelle des services écologiques associés aux MHH

- Formation pratique en laboratoire informatique
- Jeu de données fourni
- 2 jours de formation par module
- Lieux de formation: Montréal, Québec, Sherbrooke

Description des indicateurs sélectionnés

Tableau A4.1 : Description des indicateurs spatiaux du type écologique (I1 : Connectivité entre milieux humides (MH), I2 : Fragmentation de l'habitat, I3 : Degré de connectivité hydrique, I4 : Barrière anthropique) et du type socioculturel (I5 : Hétérogénéité naturelle, I6 : Préférence visuelle naturelle) de la fonction du support d'habitats fauniques

Code	Description	Référence
Fonction du support d'habitats fauniques		
I1	La présence de deux MH proches l'un de l'autre favorise la libre circulation des poissons, et ces deux îlots devraient supporter plus d'espèces que s'ils étaient isolés. La proximité entre les autres habitats assure la migration des espèces.	Brown et Dinsmore, 1986 ; McHattie <i>et al.</i> , 2004 ; Kindlmann et Burel, 2008 ; Uuema <i>et al.</i> , 2009
I2	Un MH de forme circulaire est moins touché par l'effet de lisière et maximise l'habitat intérieur qui se traduit par un milieu moins fragmenté. L'indice de circularité de Miller s'applique bien aux habitats circulaires, qui sont recommandés pour minimiser le contact entre l'habitat intérieur protégé et leur environnement adjacent alors que des habitats longs et étroits ont proportionnellement plus d'effet de lisière.	Environmental Law Institute, 2003 ; McHattie <i>et al.</i> , 2004 ; Joly <i>et al.</i> , 2008
I3	Un MH procure une plus grande diversité d'espèces aquatiques s'il est connecté au réseau hydrologique. La diversité aquatique et l'accessibilité à la nourriture sont plus importantes dans les cours d'eau d'ordres supérieurs, particulièrement pour les systèmes riverains.	Adamus <i>et al.</i> , 1991 ; Cedfeldt <i>et al.</i> , 2000 ; Moreno <i>et al.</i> , 2010
I4	La proximité du bâti ouvert et dense procure des impacts directs et indirects, principalement causés par la construction de routes. Les MH dans des bassins dominés par les surfaces imperméables sont moins efficaces.	Adamus <i>et al.</i> , 1991 ; Nielsen <i>et al.</i> , 2011
I5	La diversité des complexes de MH permet de déterminer l'hétérogénéité du territoire, ce qui présente un attrait social.	Dramstad <i>et al.</i> , 2006
I6	La densité des milieux forestiers autour des MH apporte une dimension sociale importante quant à la perception naturelle des habitats.	Environmental Law Institute, 2003 ; Hoeltje et Cole, 2009

Source: Varin (2013)



Description des indicateurs sélectionnés

Tableau A4.2 : Description des indicateurs spatiaux du type écologique (I1 : Superficie du milieu humide (MH), I2 : Désynchronisation naturelle, I3 : Vitesse d'écoulement) et du type socioculturel (I4 : Position du MH, I5 : Proximité avec les communautés riveraines) de la fonction de régulation des débits de crues

Code	Description	Référence
Fonction de régulation des débits de crues		
I1	Un MH de grande taille a une plus grande capacité de stockage et altère plus le débit lors d'inondations.	Adamus <i>et al.</i> , 1991 ; Cedfeldt <i>et al.</i> , 2000
I2	Un MH avec des bandes denses de végétation désynchronise les débits de crues. Les MH avec une végétation arborée ou arbustive désynchronisent plus les débits de crues puisque l'écoulement est plus rapide lorsque la végétation est dispersée.	Adamus <i>et al.</i> , 1991 ; McHattie <i>et al.</i> , 2004 ; Chan <i>et al.</i> , 2006
I3	Plus la pente est faible, plus l'habilité d'atténuer le débit est puissant. L'écoulement est plus rapide lorsque la pente de l'aire drainée est accrue.	Adamus <i>et al.</i> , 1991 ; Kotze <i>et al.</i> , 2008
I4	La fonction dépend de l'élévation relative au cours d'eau adjacent. Les marécages situés en bordure des grands cours d'eau absorbent les eaux de crue et réduisent ainsi les débits de pointe et les risques d'inondation en aval. La position du MH dans le BV est un facteur important pour le processus.	Adamus <i>et al.</i> , 1991 ; Smith <i>et al.</i> , 1995 ; McHattie <i>et al.</i> , 2004
I5	La proximité du MH avec le cours d'eau et la société offre un service de protection contre les inondations d'une grande valeur pour les zones urbanisées puisqu'une telle protection peut limiter les dommages potentiels subis par les propriétés résidentielles, commerciales et industrielles. La protection économique dépend, entre autres, de la proximité du bâti le long des rives et particulièrement lorsque le MH est situé en amont d'une communauté.	Adamus <i>et al.</i> , 1991 ; Cedfeldt <i>et al.</i> , 2000 ; Boyer et Polasky, 2004

Source: Varin (2013)



Description des indicateurs sélectionnés

Tableau A4.3 : Description des indicateurs spatiaux du type écologique (I1 : Végétalisation, I2 : Complexité des milieux humides (MH), I3 : Élongation du MH) et du type socioculturel (I4 : Connectivité hydrologique, I5 : Proximité des communautés urbaines) de la fonction de rétention des sédiments

Code	Description	Référence
Fonction de rétention des sédiments		
I1	Les MH dominés par des forêts, des arbustes ou une végétation émergente retiennent plus de sédiments. Les MH avec une bande de végétation et de forêt dense retiennent plus les sédiments, ce qui contribue à améliorer la qualité de l'eau.	Adamus <i>et al.</i> , 1991 ; Desbonnet <i>et al.</i> , 1994 ; Cole, 2002 ; McHattie <i>et al.</i> , 2004
I2	Des MH plus dispersés et nombreux réduisent mieux la quantité de sédiments qu'un nombre faible de parcelles agrégées, car dans l'aire contributrice, ils augmentent la complexité de la configuration du paysage (densité et hétérogénéité des parcelles) ce qui réduit la quantité de sédiments en suspension et particulièrement l'écoulement de matière organique.	Moreno <i>et al.</i> , 2008 ; Uuemaa <i>et al.</i> , 2006 ; Moreno <i>et al.</i> , 2010
I3	Un MH ayant une forme plus complexe, irrégulière et allongée représente souvent un milieu ancré d'un cours d'eau qui peut être chargé en sédiments, principalement pour l'eau peu profonde. Les milieux longs et étroits sont plus efficaces puisqu'ils sont souvent riverains. Dans les formes irrégulières, il y a moins de chance qu'un drainage se rende directement au cours d'eau, donc moins de chance d'avoir des eaux usées qui ont tendance à s'écouler directement dans ces canaux étroits.	Adamus <i>et al.</i> , 1991 ; McHattie <i>et al.</i> , 2004 ; Uuemaa <i>et al.</i> , 2006 ; Moreno <i>et al.</i> , 2008
I4	Un MH près d'un plan d'eau utilisable par l'humain offre un service d'amélioration de la qualité de l'eau.	Boyer et Polasky, 2004 ; Hanson <i>et al.</i> , 2008
I5	La proximité du MH avec la société permet d'offrir un service de qualité de l'eau.	Adamus <i>et al.</i> , 1991 ; Moreno <i>et al.</i> , 2008

Source: Varin (2013)

