



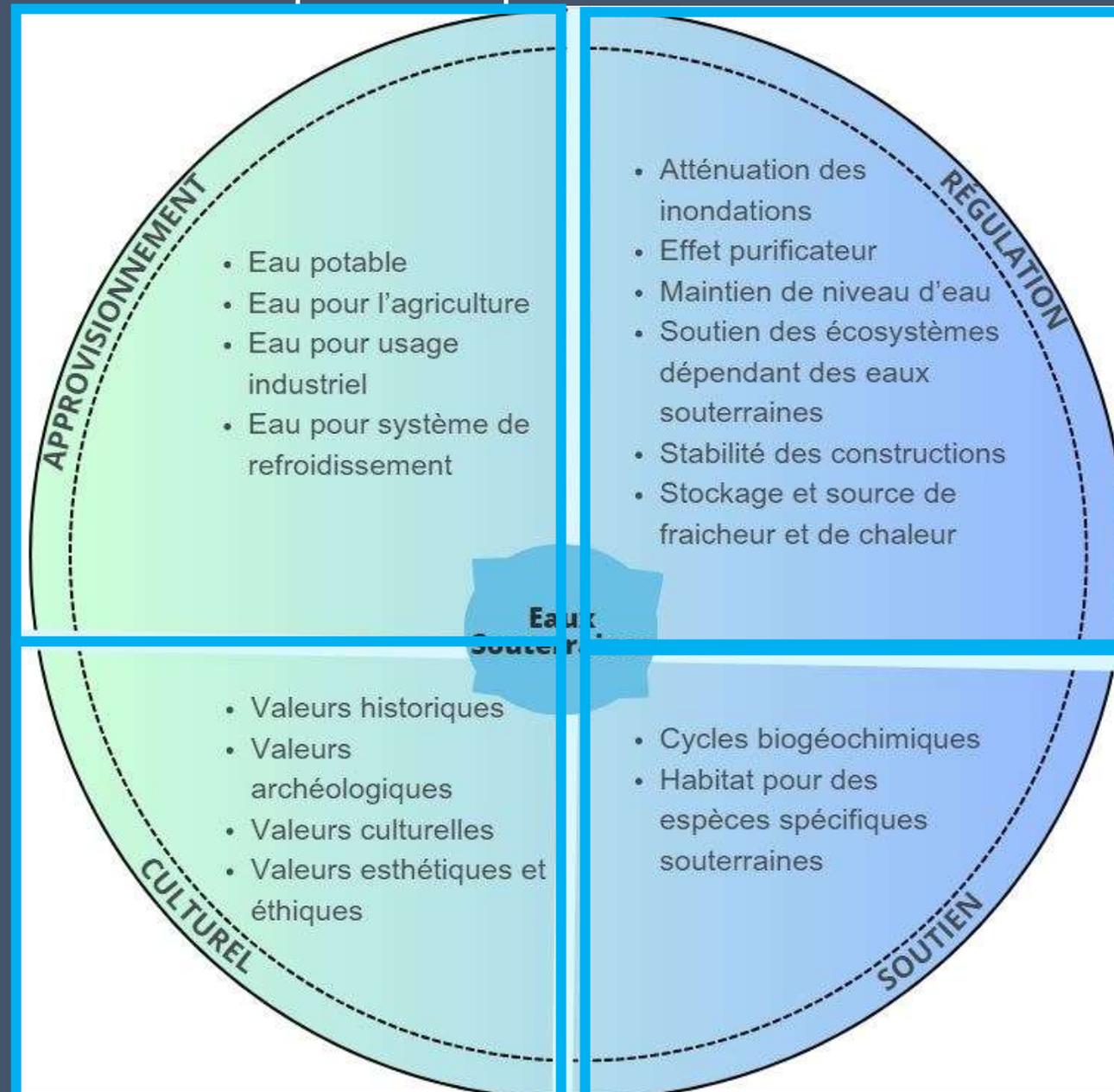
Atelier (Présentation 2) :  
Cartographie des services écologiques procurés par les  
eaux souterraines à l'aide des indices composites

par Safidy Randrianiaina

Directeur : Prof. Richard Fournier, Co-directeur : Prof. Jérôme Théau

Octobre 2023

## Les SÉs procurés par les eaux souterraines



## 2 SÉs procurés par les eaux souterraines

### Le SÉ d'approvisionnement en eau souterraine :

- Dépendance à la nappe phréatique pour la consommation en eau
- Baisse de niveau de nappe depuis 1980
- Changements climatiques
- Disponibilité de données de validation

### Le SÉ de régulation d'eau pour les milieux humides et milieux aquatiques :

- Problème d'étiage
- Assèchement et disparition des MH
- Associé à la biodiversité
- Changements climatiques
- Disponibilité de données de validation

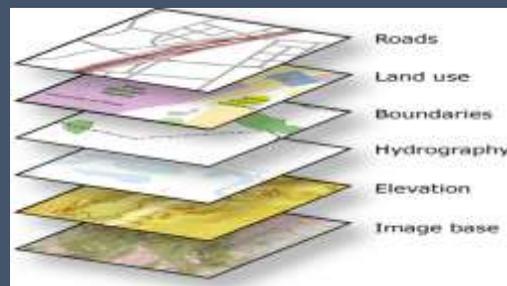
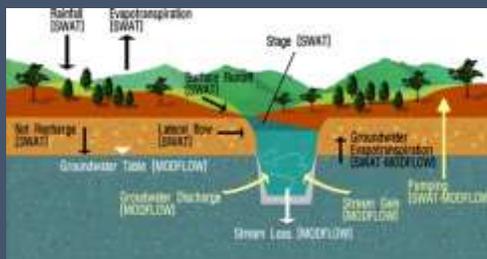


Source : Sylvain gagné



Source : William Tanguay

## Cartographie des SÉs procurés par les eaux souterraines



### Les approches existantes :

- Opinions des **experts**
- Utilisation de **métriques (proxies)**
- Utilisation de **modèle couplé**

### Limites des approches existantes :

- Données sur les eaux souterraines couteuses et dispersées
- **Complexité** des processus souterrains
- Temps de traitement **souvent long et coûteux**
- Difficulté de **valider**

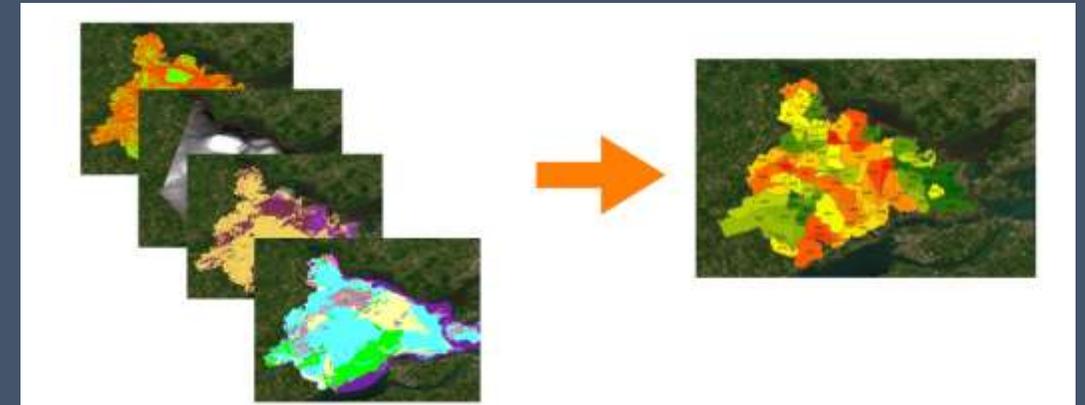
## Objectif principal :

➔ Développer **une méthode de cartographie des SÉs** procurés par les eaux souterraines pour la gestion durable des ressources en eau dans la MRC de Vaudreuil Soulanges



## Objectifs spécifiques :

- **OS1 : Construire** des indices composites pour **cartographier** les SÉs procurés par les eaux souterraines avec les **données disponibles** pour la MRC de Vaudreuil Soulanges
- **OS2 : Comparer** les cartes de SÉs en comparant les résultats obtenus avec le **modèle couplé** associés au fonctionnement des eaux souterraines et les données de **mesure sur terrain (Station hydrométrique, Piézomètre)**

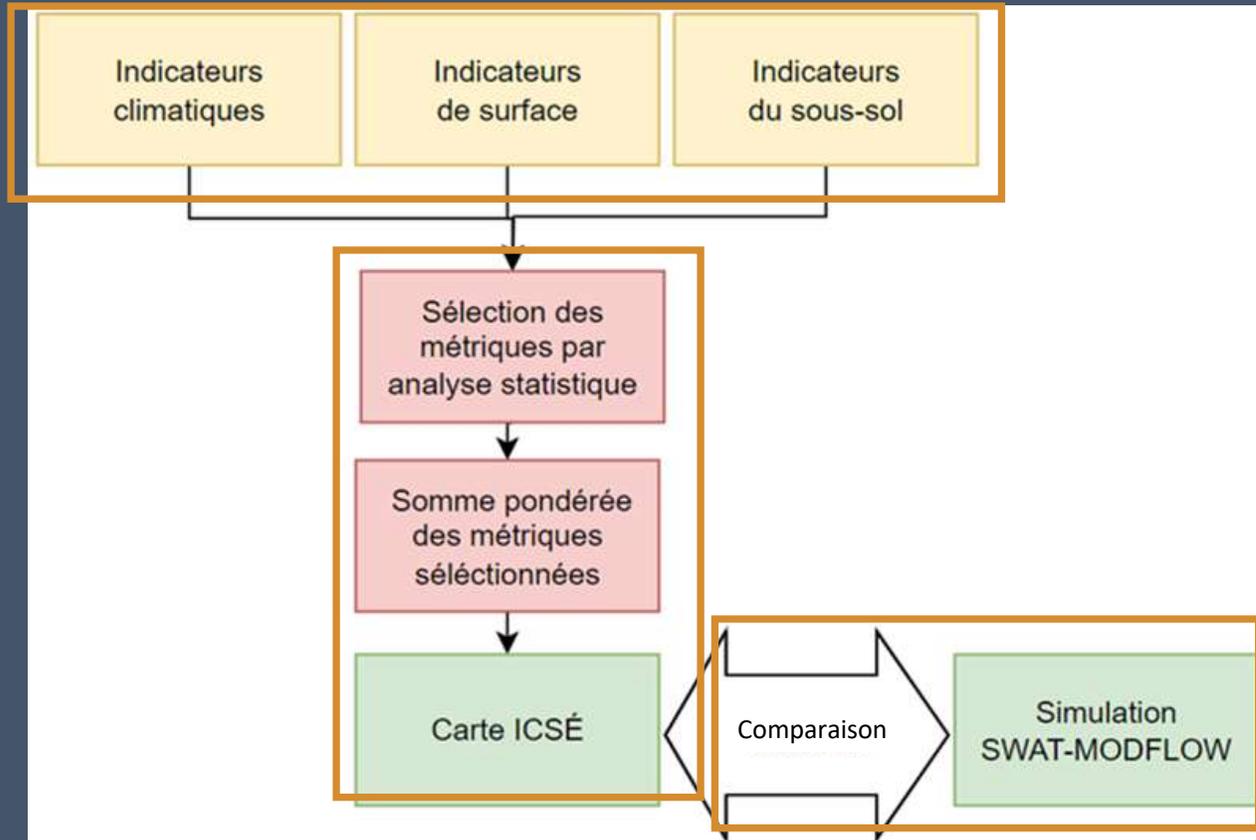


## Données

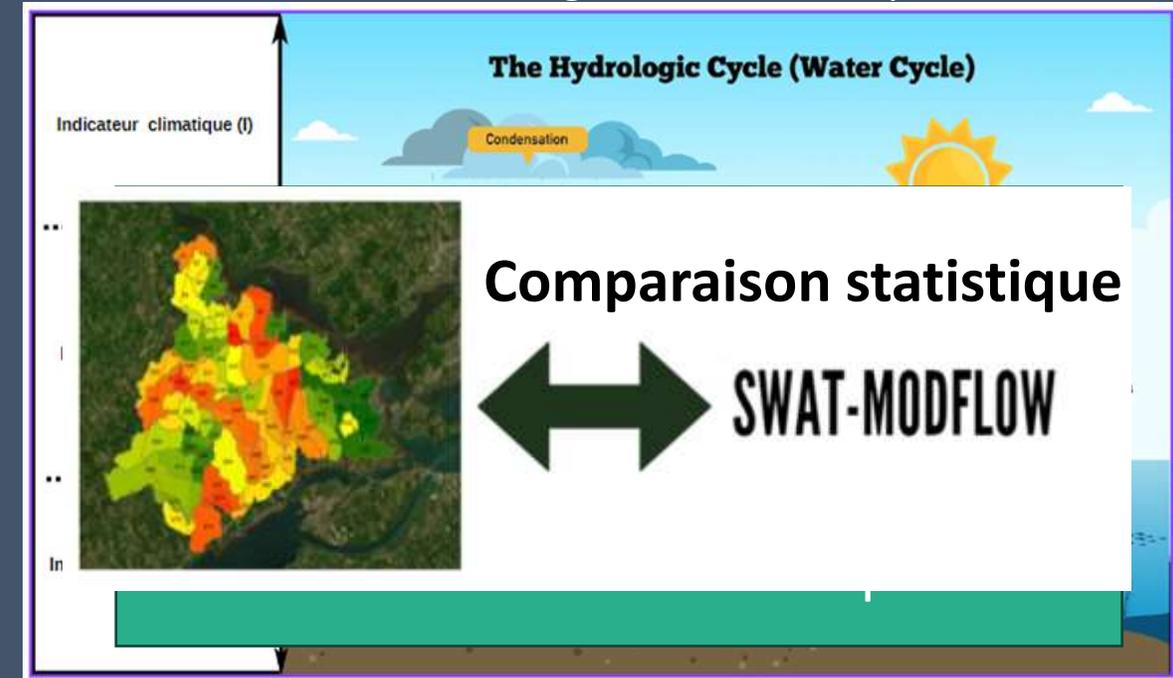
Type de donnée	Sous-catégorie	Format	Résolution	Source
<b>Donnée de surface</b>				
Topographie	MNT lidar	Matriciel	1 m	MFFP
	MNT par courbe de niveau	Matriciel	10 m	MERN
Occupation du territoire	Carte d'occupation du sol	Vectorel	NA	MELCC
	Image satellitaire	Matriciel	30 m	USGS Landsat
Végétation	Carte écoforestière	Matriciel	20 m	MFFP
	Image satellitaire	Matriciel	30 m	USGS Landsat
Hydrologie de surface	Niveau d'eau, débit et volume sur les stations hydrologiques implantées	Tabulaire	ND	Autre volet du projet
Météorologie	Précipitation et température	Tabulaire	ND	Info climat ECCC-Ouranos
<b>Donnée de subsurface</b>				
Pédologie	Carte pédologique	Vectorel	ND	IRDA
Géologie	Carte géologique	Vectorel	ND	SIGEOM
Hydrogéologie	Carte hydrogéologique (nappe phréatique)	Matriciel	30 m	Programme PACES Vaudreuil-Soulanges



# Partie 1 : Construction de l'indice composite des SÉs



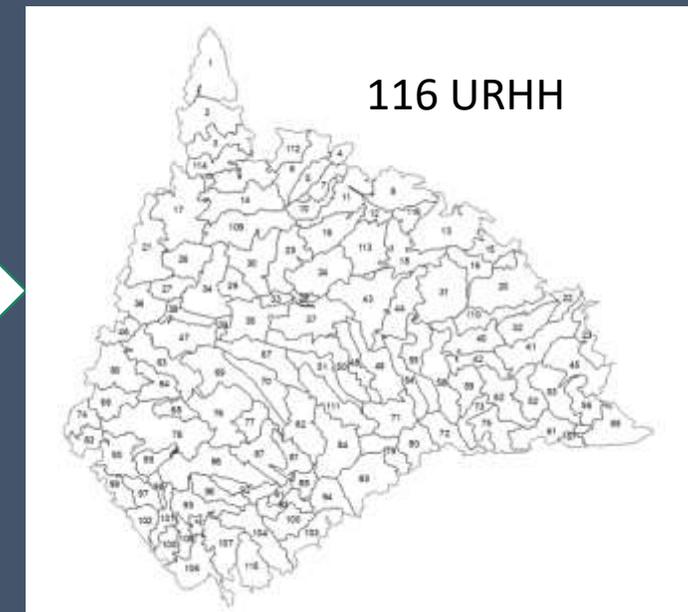
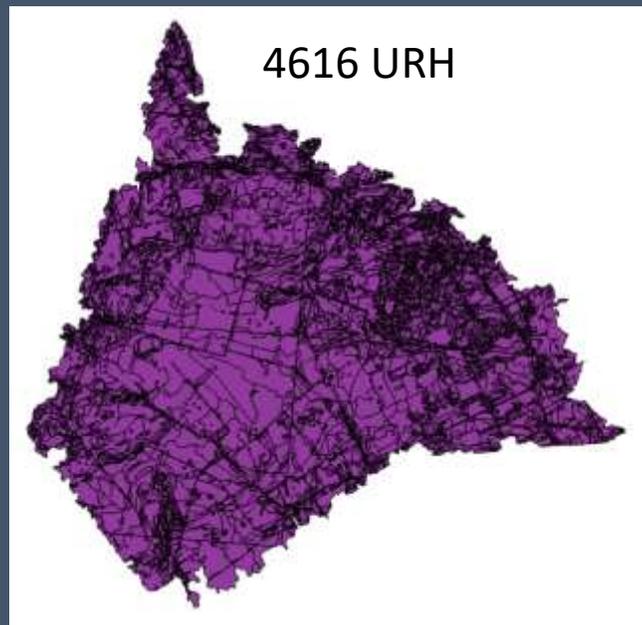
Données : catégories des métriques



## Résultats : les unités spatiales

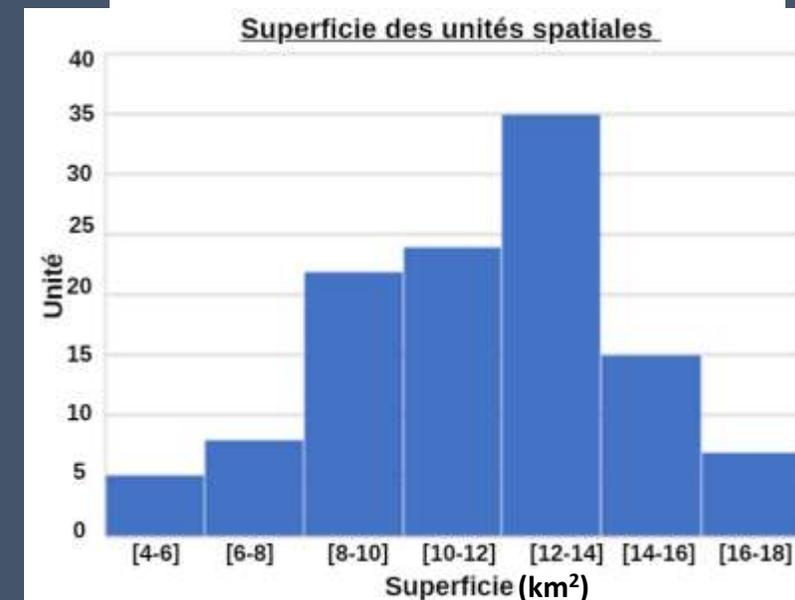
### Unité hydrologique :

**URH** : Unité de réponse hydrologique  
**URHH** : URH homogène qui sont une **agrégation** d'URH selon leur **similitude**.  
**Unité d'intervention** de superficie moyenne de **10-12 km<sup>2</sup>**.  
 Délimitation selon l'**occupation du territoire, la pente et le type de sol**.



### Unités hydrologiques et les limites administratives :

Les **unités administratives** sont généralement utilisées pour la **gestion du territoire au niveau des MRC**.  
 Les **unités hydrologiques**, qui représentent **des limites naturelles**, constituent une **meilleure unité de gestion** pour les **processus hydrologiques**.



## Résultats préliminaires : les indicateurs de fonction et métriques

### Comment nous proposons de cartographier les services écologiques

Identification des **fonctions (services)** écologiques à cartographier (attention aux termes !)

Choisir des métriques selon la littérature et la disponibilité des données spatiales

Établir des liens entre des « **métriques** » spatiales et les fonctions (services) écologiques

S'assurer de la **représentativité** des métriques sélectionnées : statistique (par ex. corrélation), normalisation

Faire la somme (pondérée) des métriques pour obtenir une valeur qui identifiera l'abondance ou le déficit relatif d'un service écologique : **indice composite**

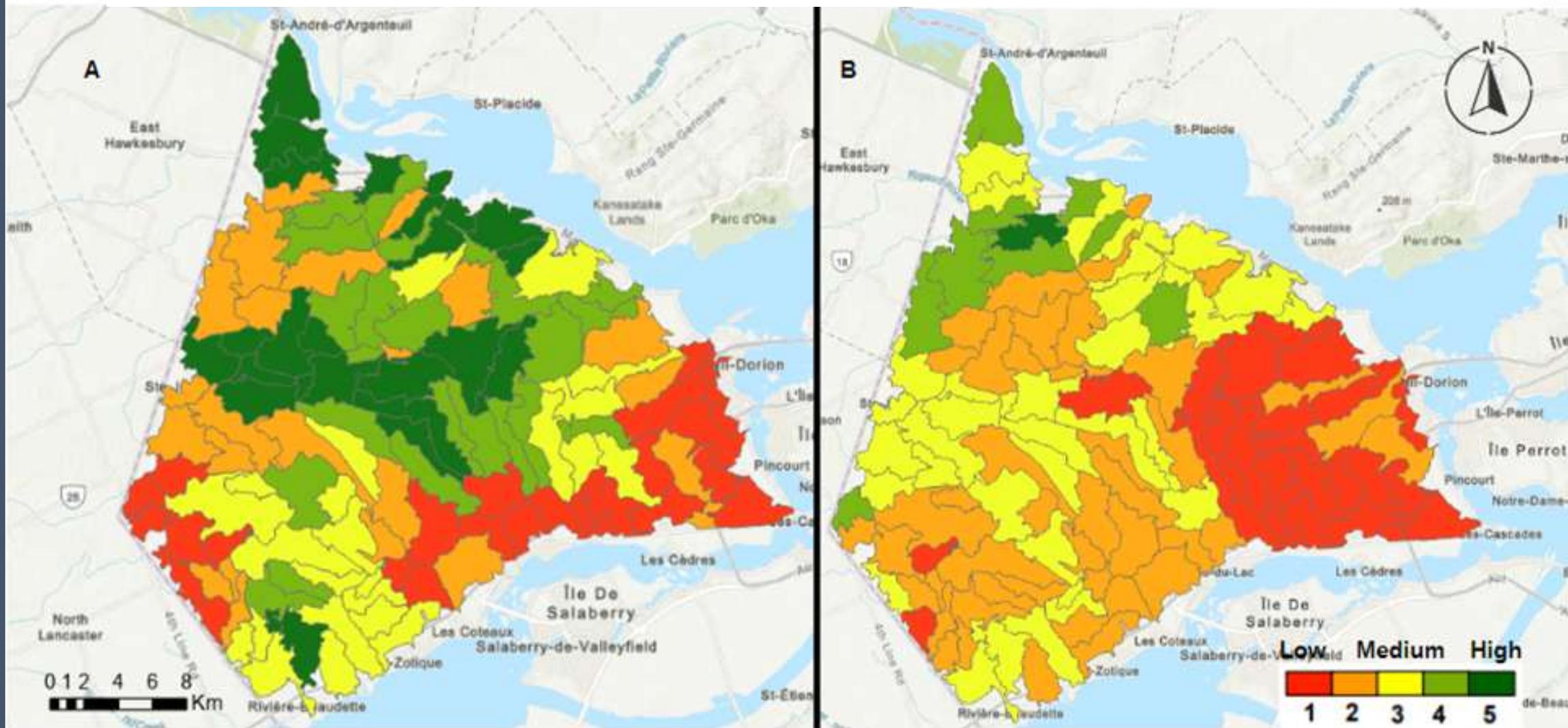
## Résultats préliminaires : les indicateurs de fonction et métriques

Catégorie	Métriques de SÉ d'approvisionnement	Métriques de SÉ de régulation
Indicateurs climatiques	Indice normalisé de précipitation	Indice ombrothermique de la saison sèche Indice normalisé de précipitation moins évapotranspiration
Indicateurs de surface	Pourcentage de surface imperméable Indice d'humidité topographique Densité de réseaux hydrographiques naturels et artificiels Pente moyenne Pourcentage de superficie forestière et végétative Pourcentage en superficie des milieux humides	Indice d'état des végétations Indice de sécheresse par différence normalisée Présence de végétation phéatophyte Pente moyenne Anomalie de NDWI Position des MH dans le RH Pourcentage de la superficie des MH Indice de connectivité des MH
Indicateurs de sous-sol	Indice de présence de nappe phréatique par contexte hydrogéologique Épaisseur du dépôt Volume de recharge annuelle Conductivité hydraulique du sol	Indice de confinement de la nappe phréatique Classe de drainage du sol Profondeur de la nappe phréatique Indice géologique karstique

# Résultats Préliminaires : les cartes des SÉs écologiques

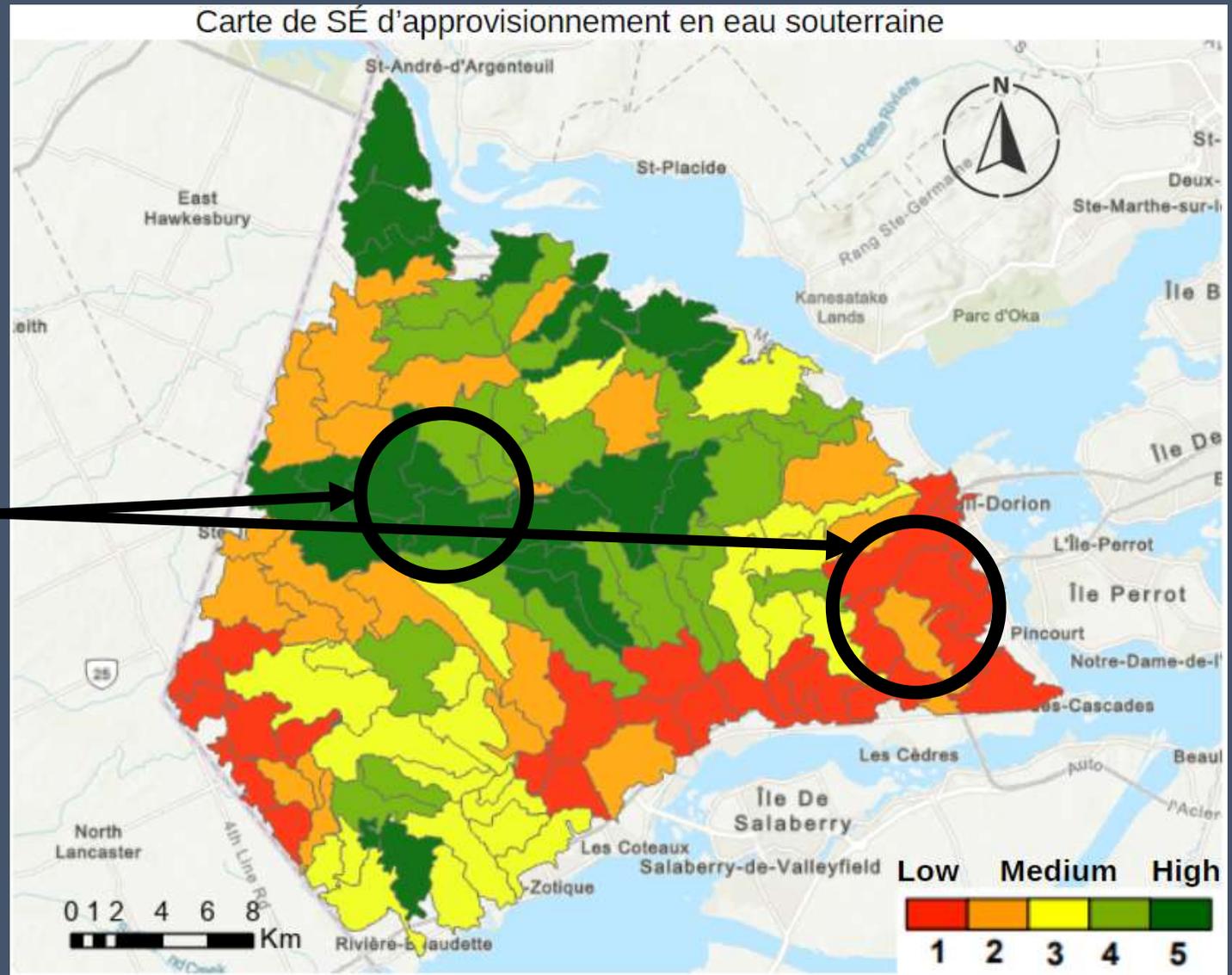
Carte de SÉ d'approvisionnement en eaux souterraines

Carte de SÉ de régulation par les eaux souterraines



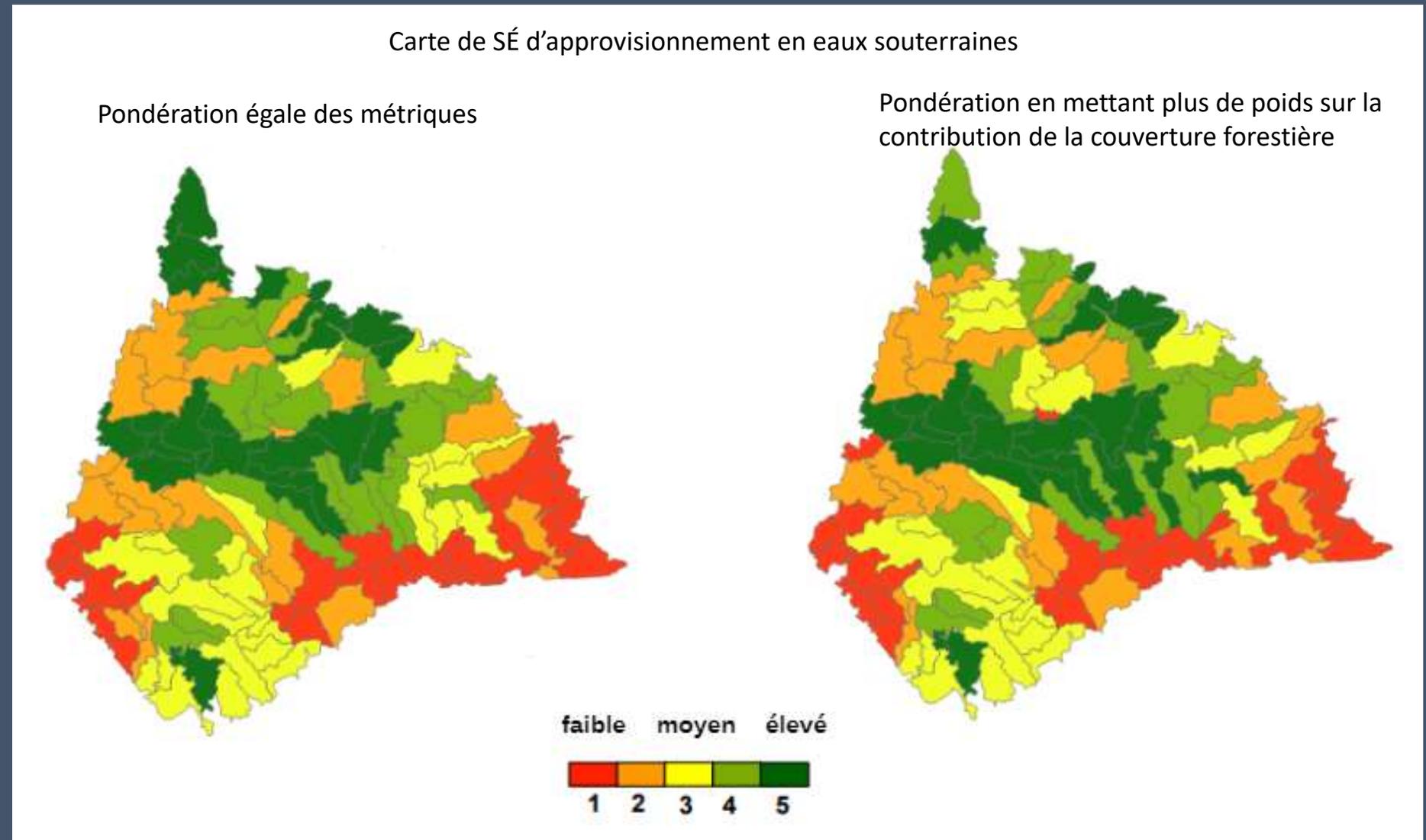
## Discussion : Identification des zones qui fournissent moins de service à partir des cartes obtenues

- Indice normalisé de précipitation
- Pourcentage de surface imperméable
- Indice d'humidité topographique
- Pourcentage de superficie forestière et végétative
- Pourcentage en superficie des milieux humides sur les unités
- Indice de présence des eaux souterraines par contexte hydrogéologique
- Épaisseur du dépôt



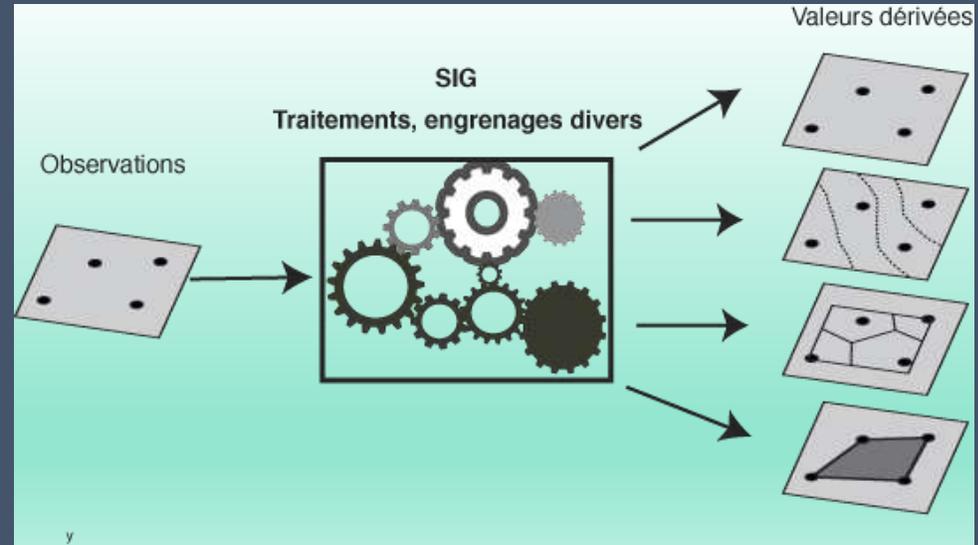
## Pondération à partir des importances des métriques

- Pondération égale des métriques
- Pondération avis des experts et des utilisateurs



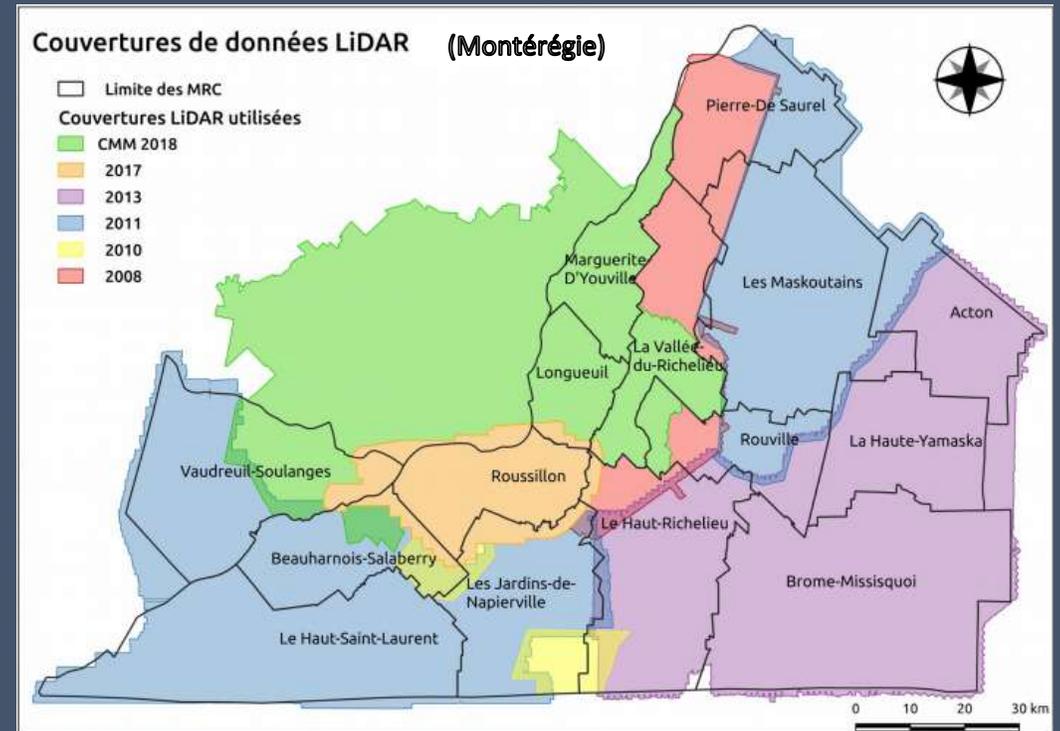
## Limites :

- Incertitude des données et du modèle
- Indisponibilité de certains données (défi associé à la situation transfrontalière)
- Choix des métriques basées seulement sur des analyses statistiques



## Travaux en cours :

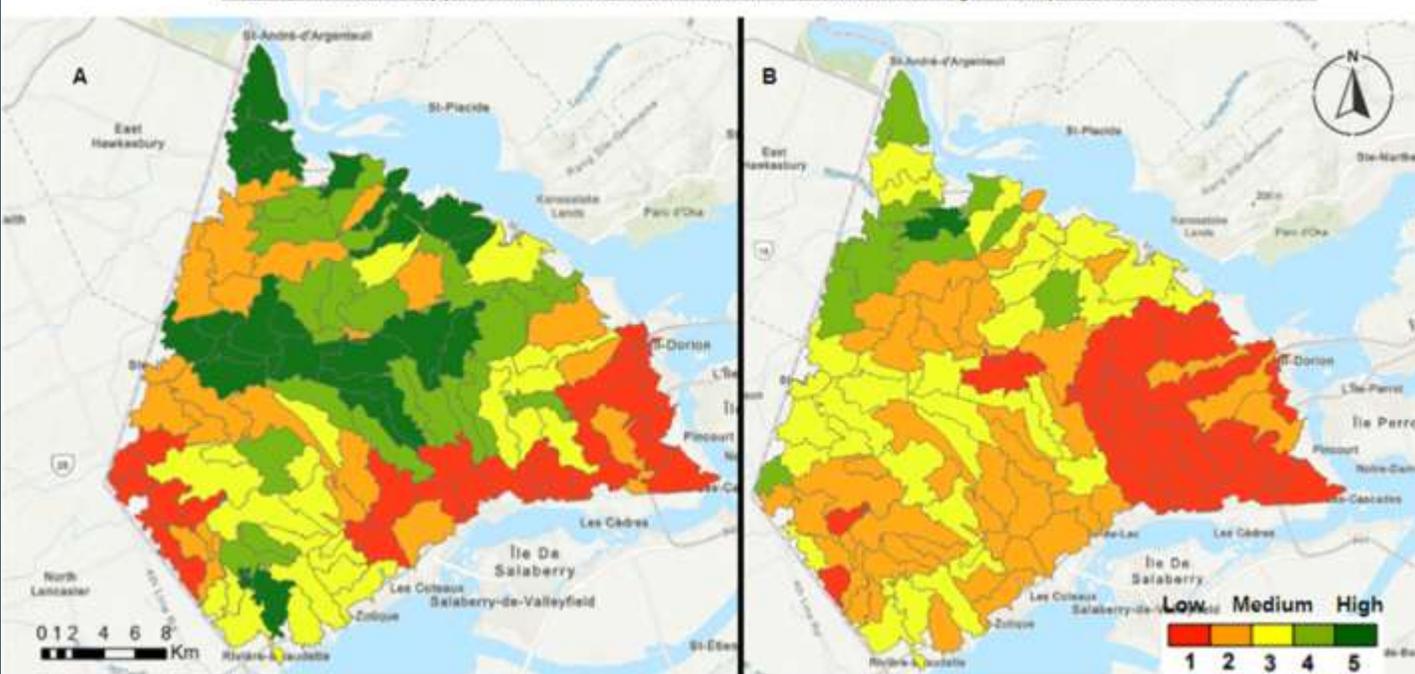
- Itération sur les choix de métriques et la pondération
- Comparaison des résultats du modèle couplé avec les indices composites en cours



## Importance de la cartographie des SÉs procurés par les eaux souterraines

- Il est essentiel de trouver un **équilibre** entre la satisfaction des **besoins humains** et la préservation des **services écologiques** fournis par les eaux souterraines afin de **garantir la durabilité à long terme** de ces ressources précieuses.

*Cartes des ICSE d'approvisionnement en eau souterraine et ICSE de régulation par les eaux souterraines*



Planification du territoire  
(ex. schéma d'aménagement  
et de développement révisé  
SADR)



Merci de votre attention!  
Des questions??