

ATELIER 2

PORTRAIT DES RESSOURCES EN EAUX SOUTERRAINES ET DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE SAINT-CHARLES ET DE LEURS LIENS AVEC LES EAUX DE SURFACE

Le 18 juin 2024





Votre animatrice



Miryane Ferlatte
Coordinatrice scientifique
RQES

Gestion du temps
Bon déroulement



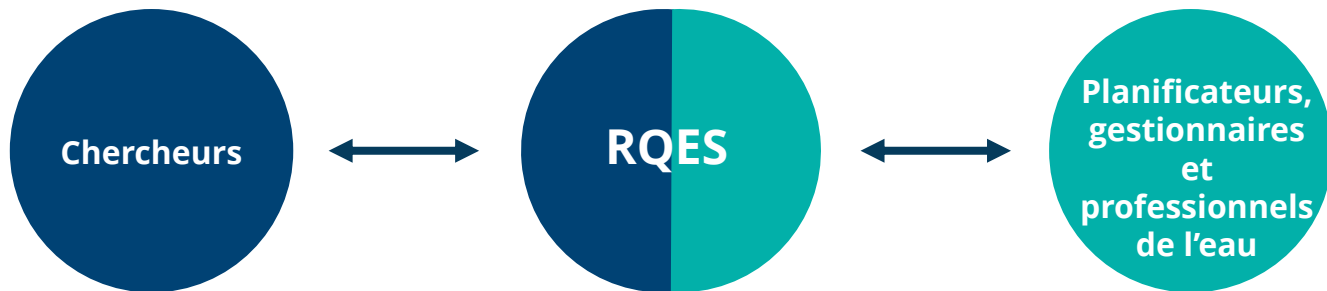


Le Réseau québécois sur les eaux souterraines

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

Stimuler l'utilisation des connaissances scientifiques

Maintenir les liens entre la recherche et les planificateurs, gestionnaires et professionnels de l'eau



LE PROJET

PORTRAIT DES RESSOURCES EN EAUX SOUTERRAINES ET DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE SAINT-CHARLES ET DE LEURS LIENS AVEC LES EAUX DE SURFACE

ÉTUDE RÉALISÉE DANS LE CADRE DE L'ANALYSE
DE LA VULNÉRABILITÉ DES SOURCES D'EAU
POTABLE DE LA VILLE DE QUÉBEC

L'équipe de recherche

Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue



**Vincent
Cloutier**
Professeur



**Baudelaire
N'Da
Angoran**
Étudiant au
doctorat

Université du Québec à Montréal



**Florent
Barbecot**
Professeur



**Antoine
Picard**
Étudiant au
doctorat

Université Laval



**René
Therrien**
Professeur



**Jean-
Michel
Lemieux**
Professeur



**Yohann
Tremblay**
Professionnel
de recherche



**Laura
Gatel**
Professionnelle
de recherche



**Benjamin
Frot**
Étudiant au
doctorat



**Kevin
Arango
Montoya**
Étudiant à la
maîtrise

Les planificateurs et gestionnaires

Ville de Québec



François Proulx
Expert scientifique



Luc Audet
Conseiller en
environnement



Anne-Marie Cantin
Cheffe d'équipe



Mot de bienvenue et mise en contexte

1. Présenter les résultats du projet
2. Comprendre les caractéristiques hydrogéologiques du BV de la prise d'eau de la rivière St-Charles
3. Apprendre à lire les cartes et graphiques de l'Atlas
4. Comprendre comment mettre en relation les connaissances pour déterminer la vulnérabilité de la source d'eau potable



Atelier 2

Notre approche pour l'atelier



Présentation
magistrale



Activité en sous-
groupes



Capsule vidéo



Échange en grand
groupe

Maximiser
l'interactivité

Déroulement de la journée

INTRODUCTION		
9h10	Introduction Présentation du contexte, des objectifs et du déroulement de la journée	
9h15	Naviguer dans la carte narrative Laura Gatel	
ACTIVITÉ 1 - LES CONTEXTES HYDROGÉOLOGIQUES		
9h20	Présentation des notions de base et des contextes hydrogéologiques du territoire Yohann Tremblay	
9h50	Lecture de cartes Activité en sous-groupes	
10h30	PAUSE - CAFÉ	
ACTIVITÉ 2 - PORTRAIT QUANTITATIF DES RESSOURCES EN EAU		
10h45	Présentation du modèle numérique et des résultats en termes de quantité d'eau Laura Gatel	
11h15	Lecture de cartes et graphiques Activité en sous-groupes	
12h00	LUNCH : SERVICE TRAITEUR OFFERT SUR PLACE	

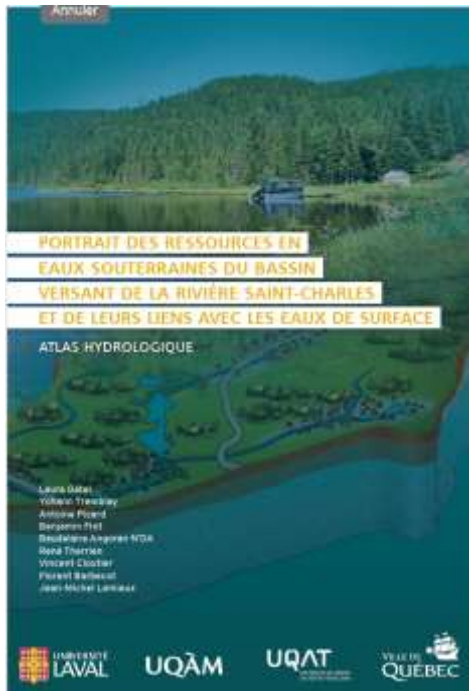
Déroulement de la journée

ACTIVITÉ 3 - ÉVOLUTION FUTURE DES RESSOURCES EN EAU

13h00	Présentation des changements liés à l'occupation du sol et aux changements climatiques Laura Gatel	
13h30	Lecture de cartes et graphiques Activité en sous-groupes	
14h15	PAUSE - CAFÉ	

ACTIVITÉ 4 - VULNÉRABILITÉ DES RESSOURCES EN EAU

14h30	Présentation des cartes DRASTIC et cartes des temps de parcours en souterrain Yohann Tremblay	
14h40	Lier les différentes cartes pour repérer les zones les plus vulnérables Activité en sous-groupes	
15h30	Les résultats de la carte des zones vulnérables à prioriser pour la protection de la ressource Échanges en grand groupe	
16h00	Suite du projet et mot de la fin René Therrien	



Présentation
magistrale



ACTIVITÉ 1

Les contextes hydrogéologiques



Capsule
vidéo



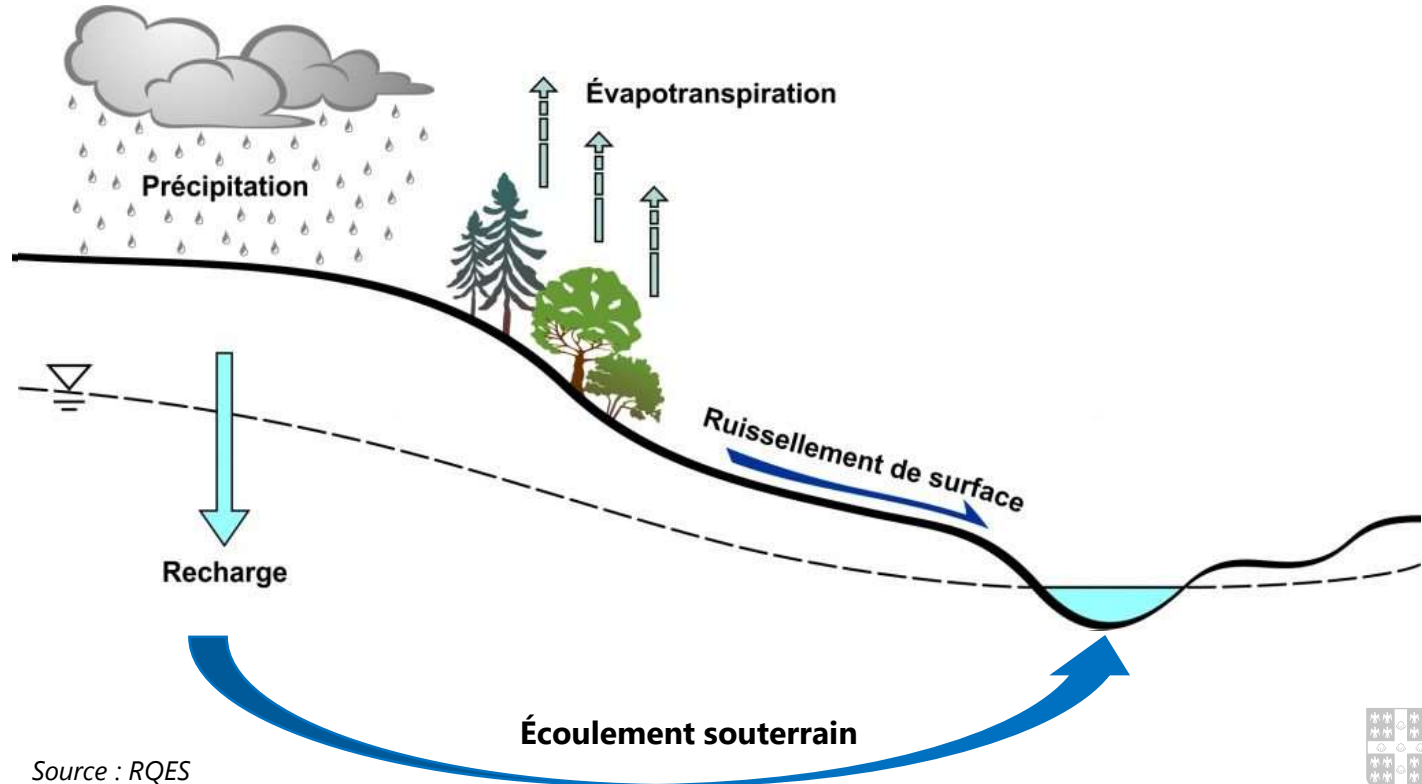
Présentation
magistrale

+



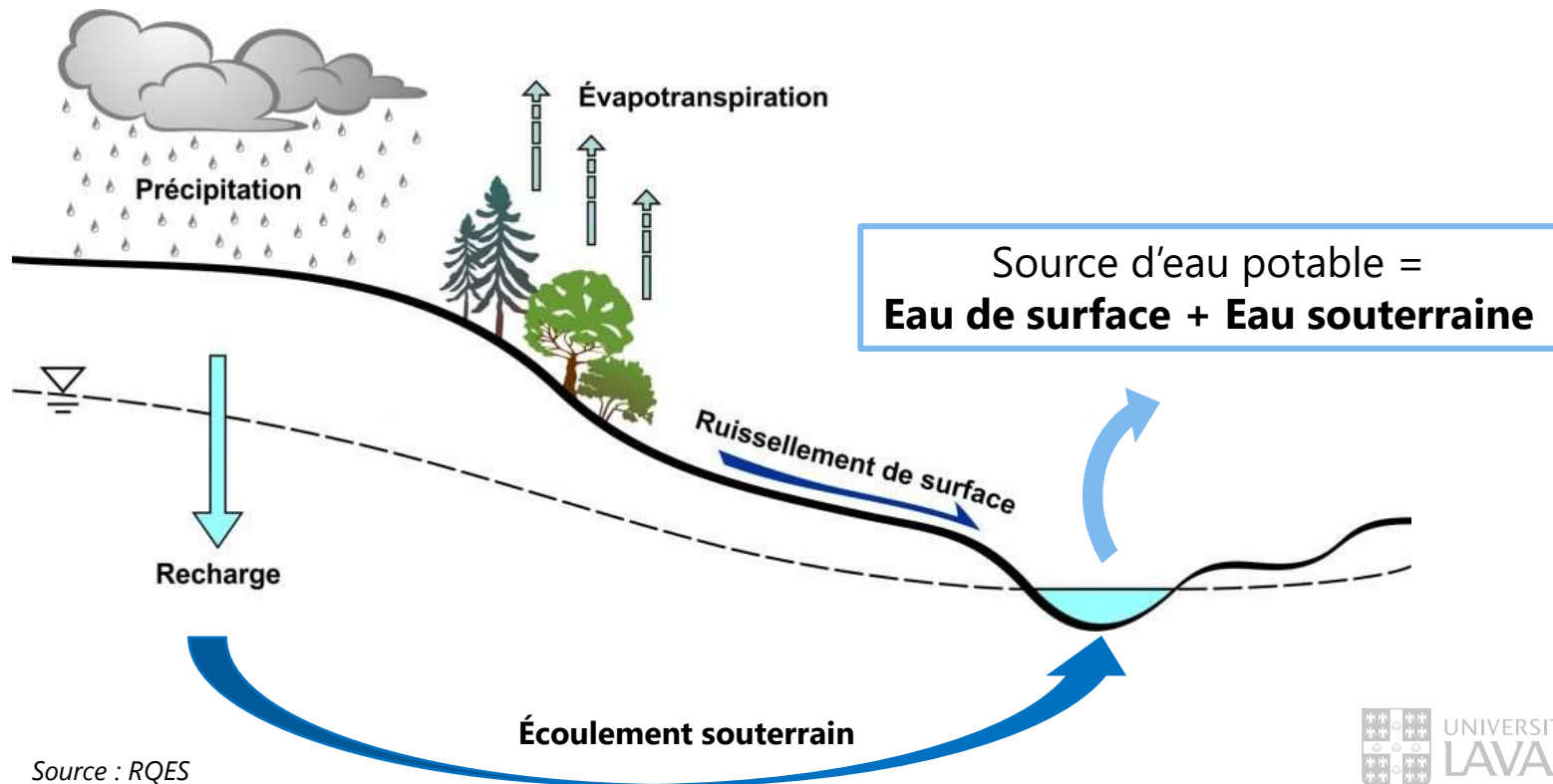
Activité en
sous-groupes

Les eaux souterraines jouent un rôle important dans le cycle de l'eau



Source : RQES

Les eaux souterraines jouent un rôle important dans le cycle de l'eau



Objectifs

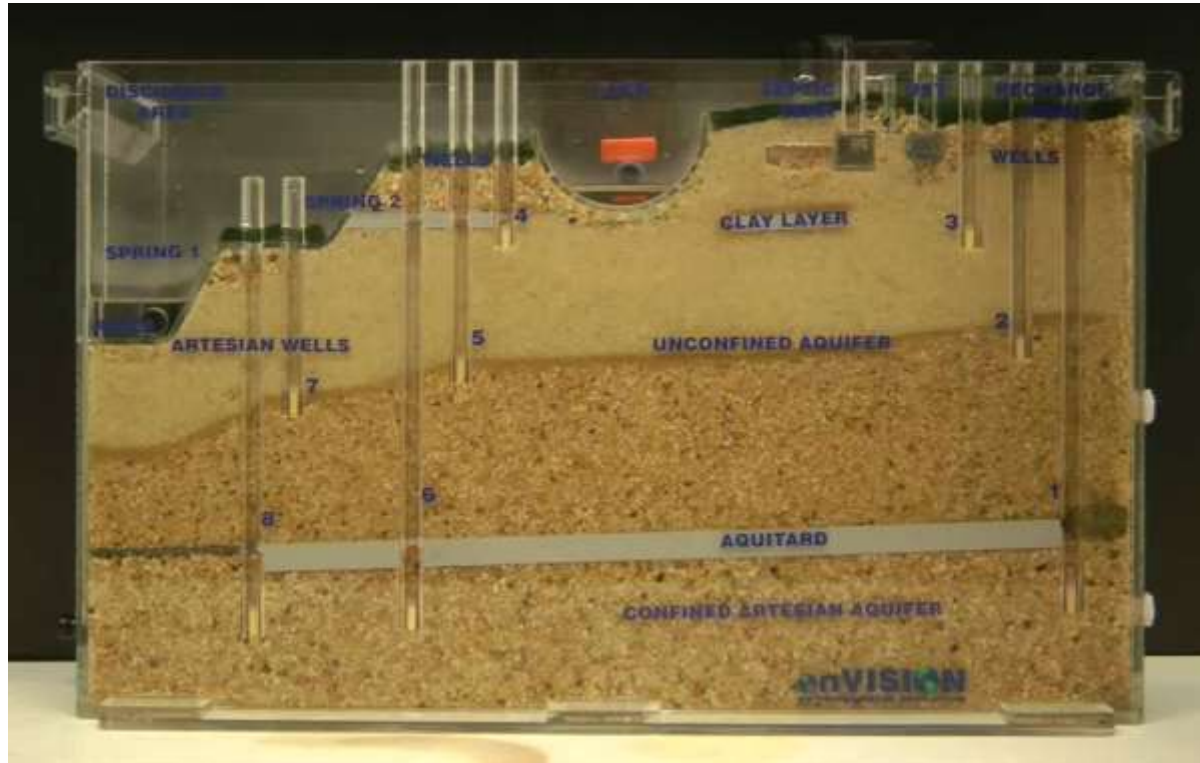
- **Puisqu'un partie de l'eau prélevée à la source a transité par le souterrain...**
 - 💧 Par quel type de formation géologique l'eau souterraine transite-t-elle ?
 - 💧 Quels sont les parcours de l'eau souterraine sur le territoire ?
 - 💧 Combien de temps passe l'eau en souterrain avant de faire résurgence ?
 - 💧 De quelle partie du territoire vient préférentiellement l'eau souterraine qui fait résurgence dans les rivières ?
 - 💧 Comment varie la part d'eau souterraine dans l'eau de surface au cours de l'année ?
 - 💧 Dans le futur, comment vont évoluer les ressources en eau ?

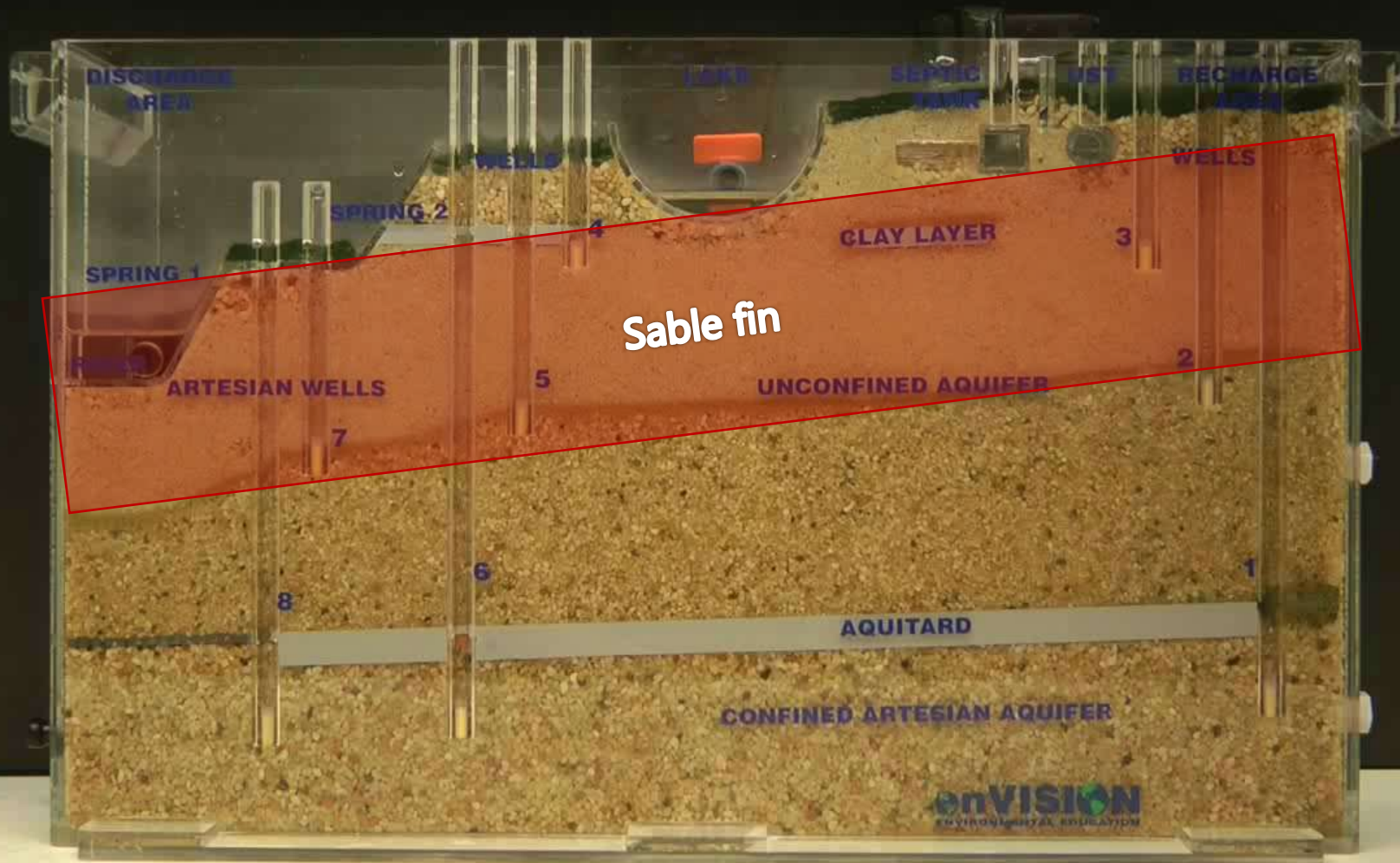
Objectifs

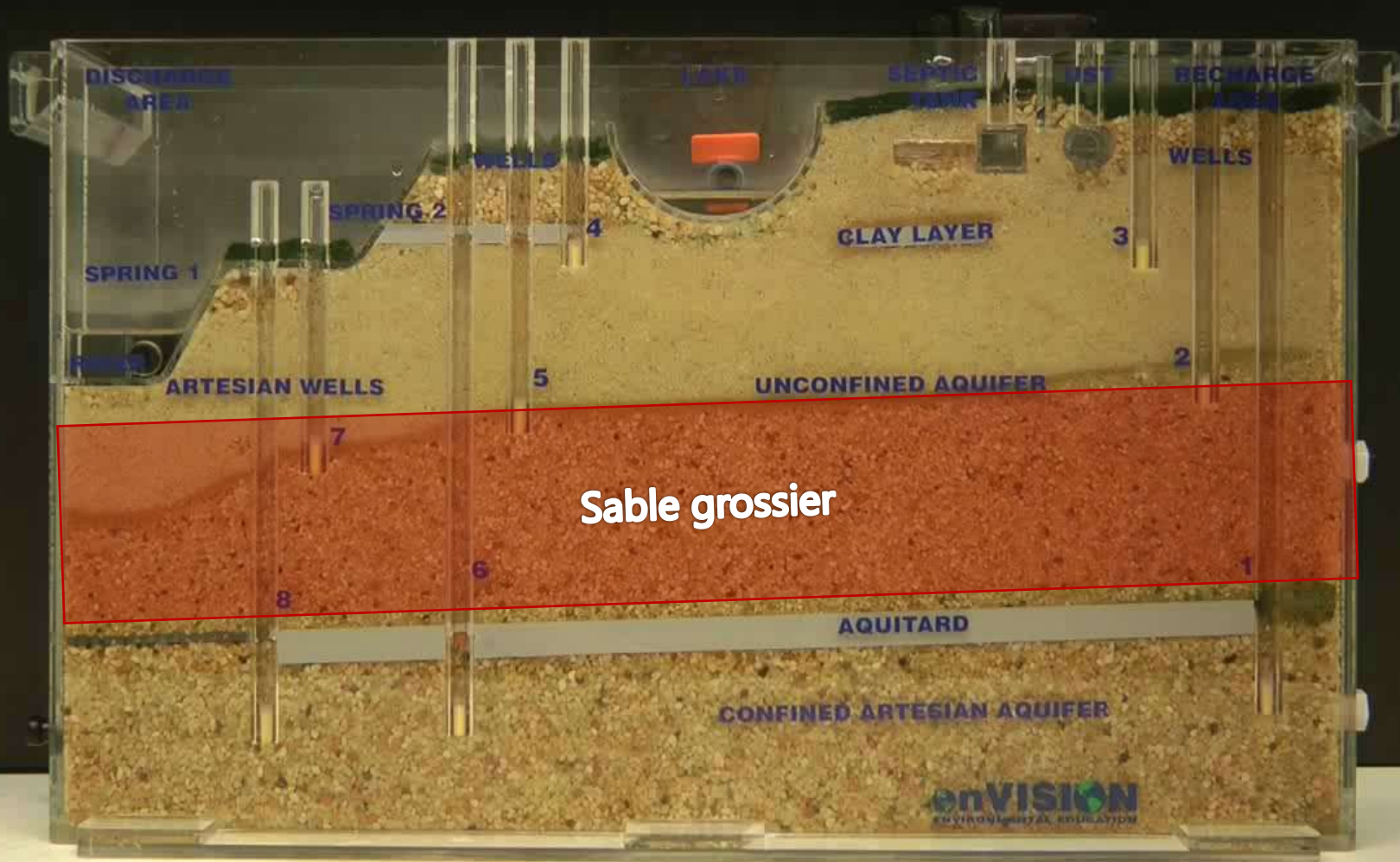
➤ **Puisqu'un partie de l'eau prélevée à la source a transité par le souterrain...**

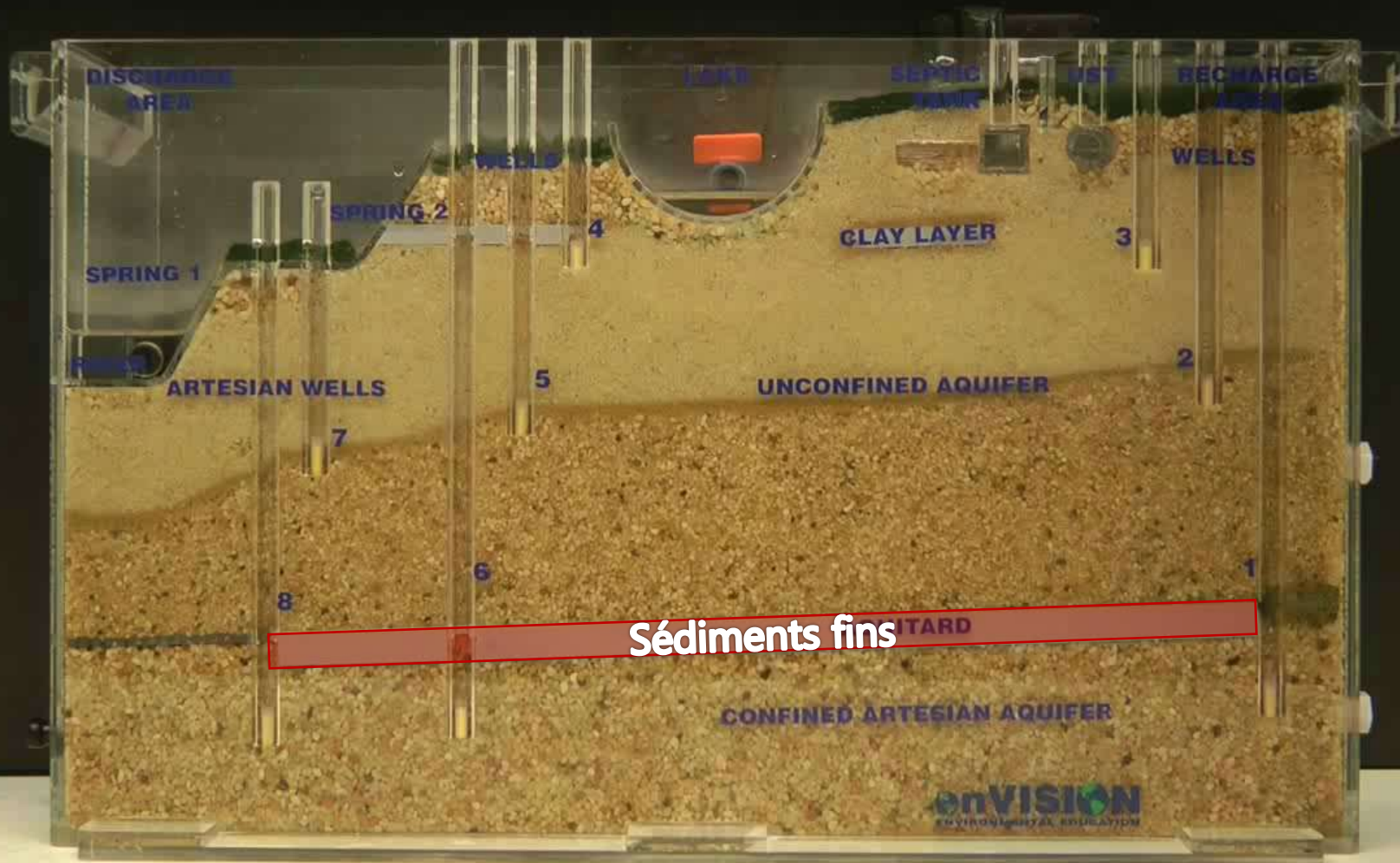
- 💧 Quelle est la qualité de l'eau souterraine ?
- 💧 Quel est le contrôle exercé par la qualité des eaux souterraines sur la qualité des eaux de surface ?
- 💧 À quel point les contaminants présents dans les eaux souterraines sont-ils atténués avant d'atteindre la source d'eau potable ?
- 💧 Durant combien de temps est-ce qu'un contaminant présent dans les eaux souterraines affecte la source d'eau potable ?

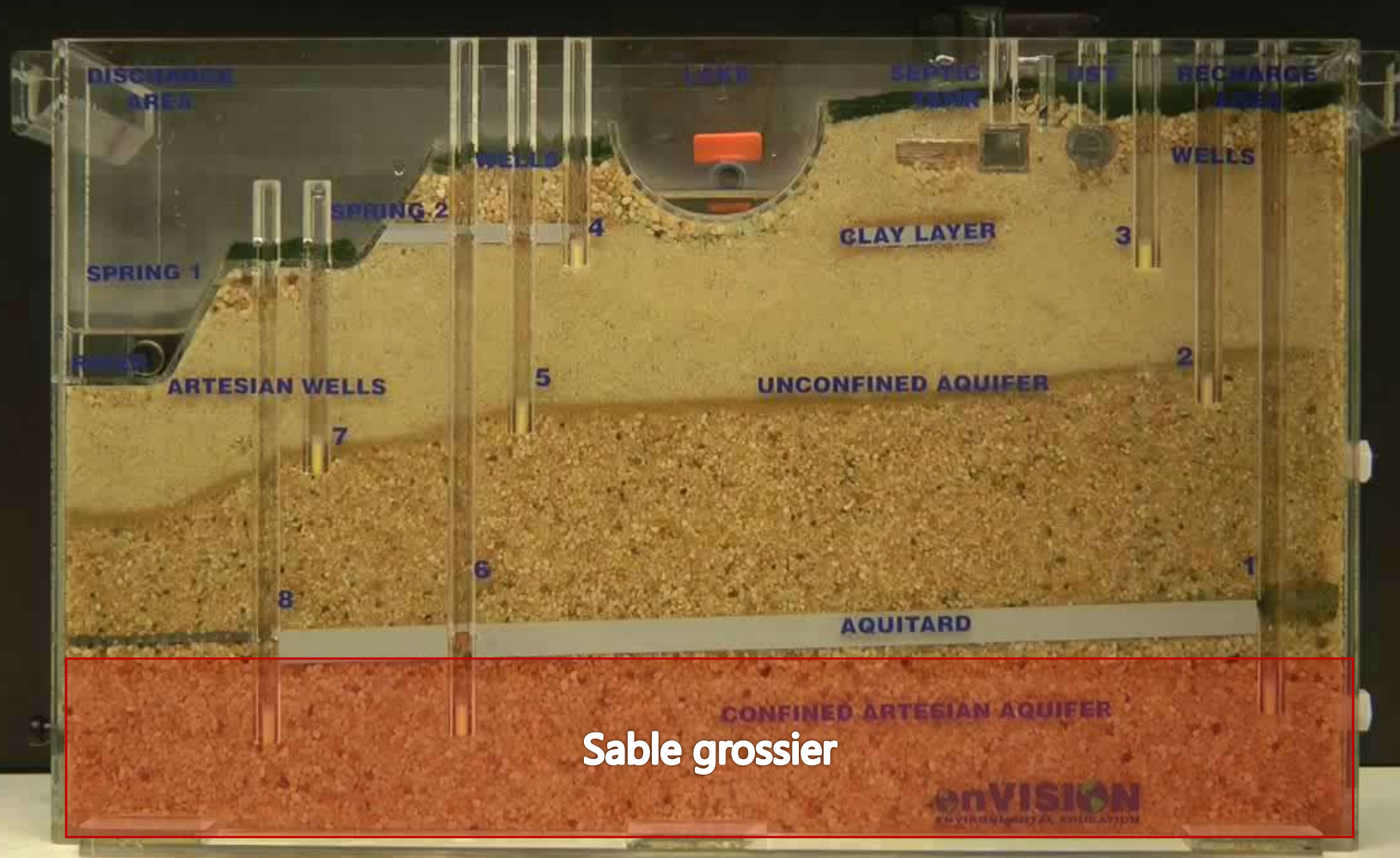
Les notions de base en hydrogéologie à l'aide d'une maquette

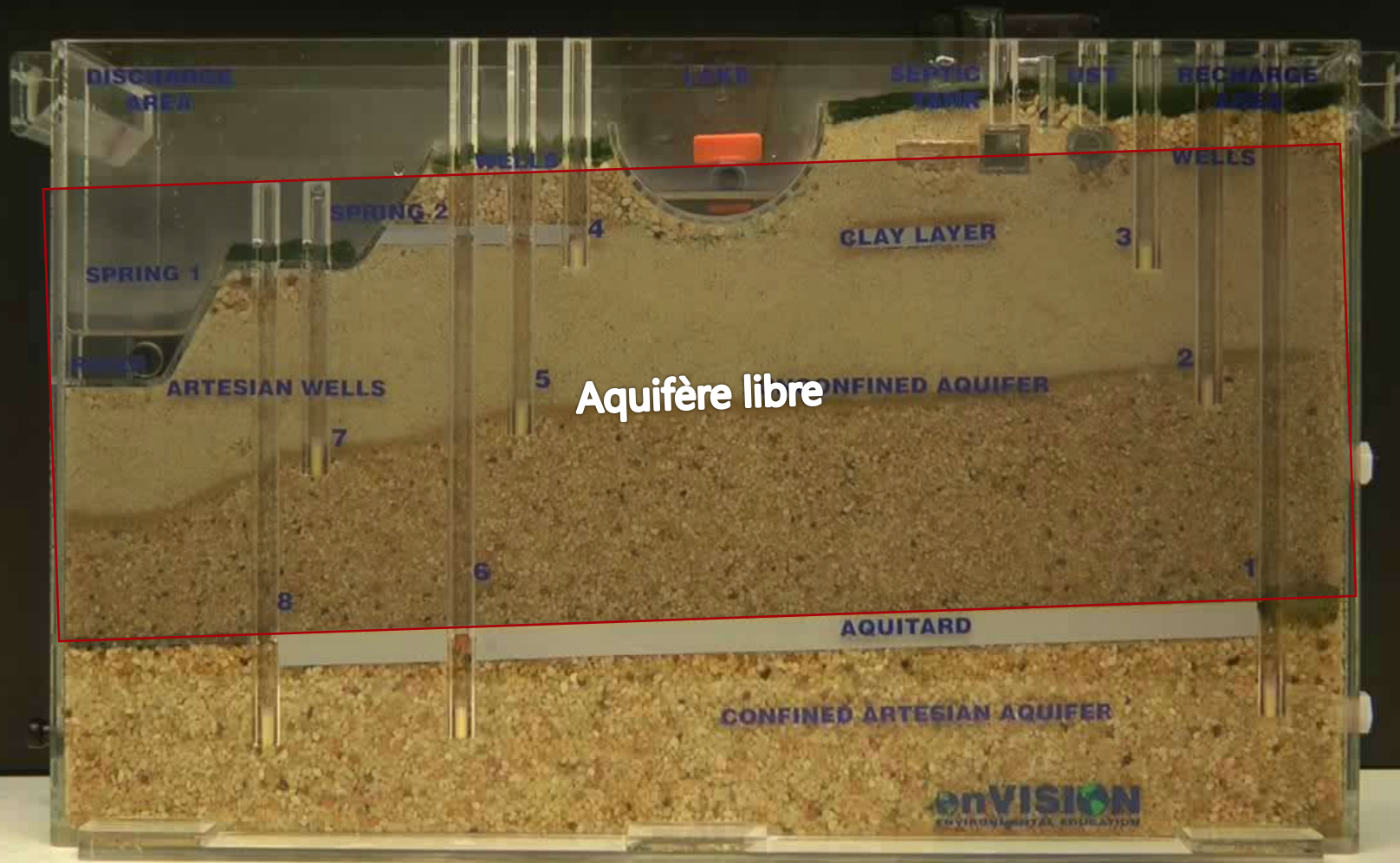


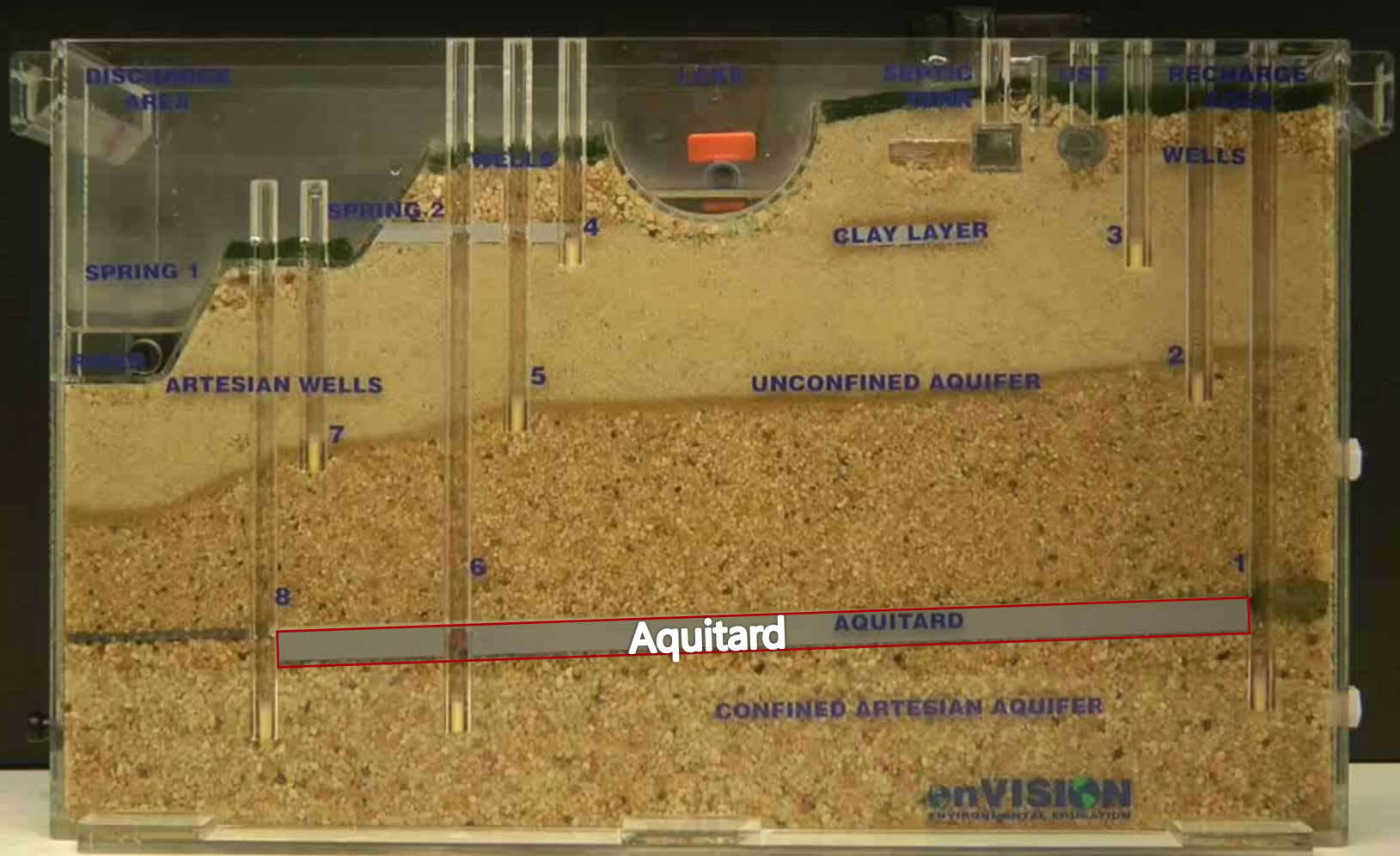


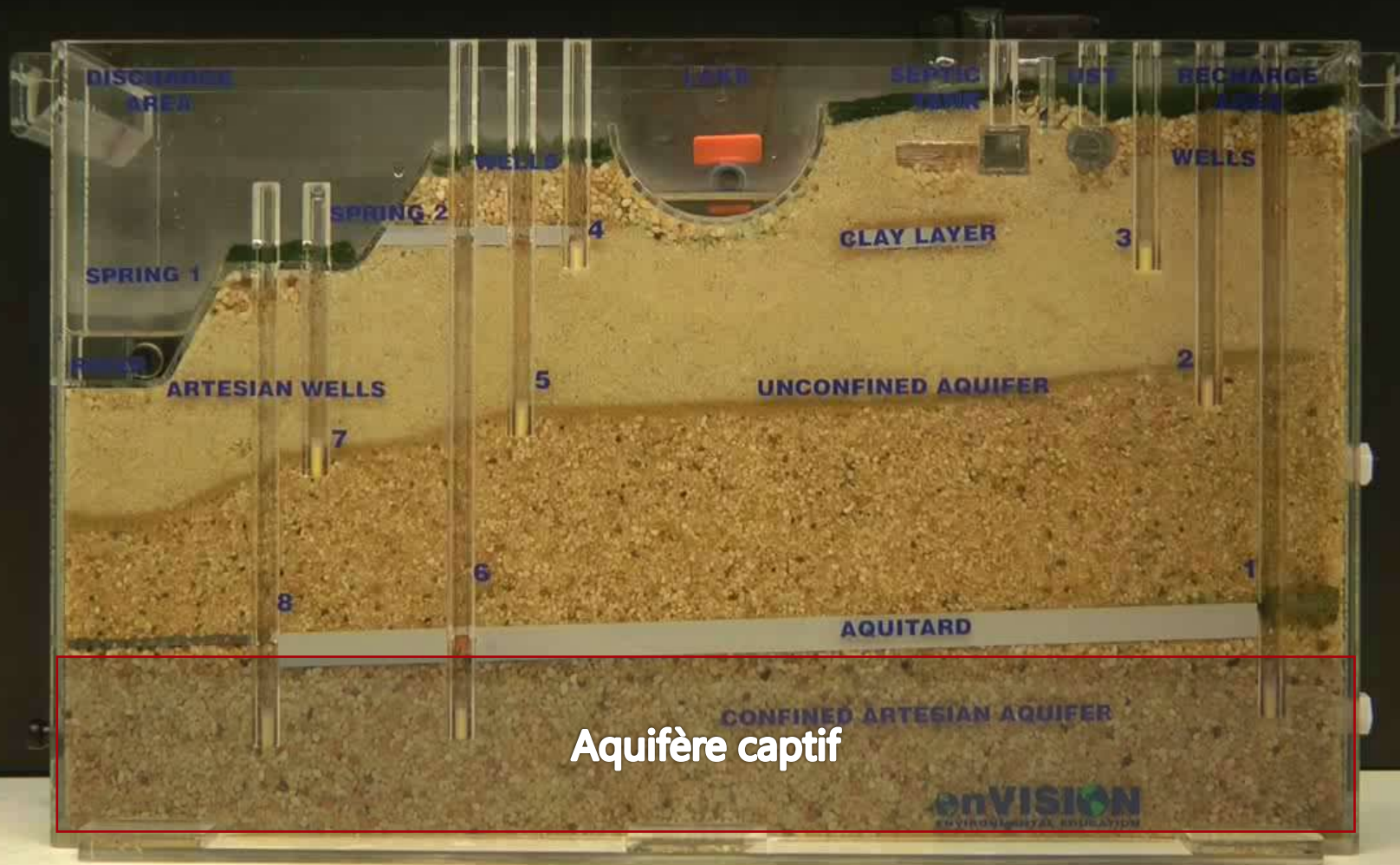


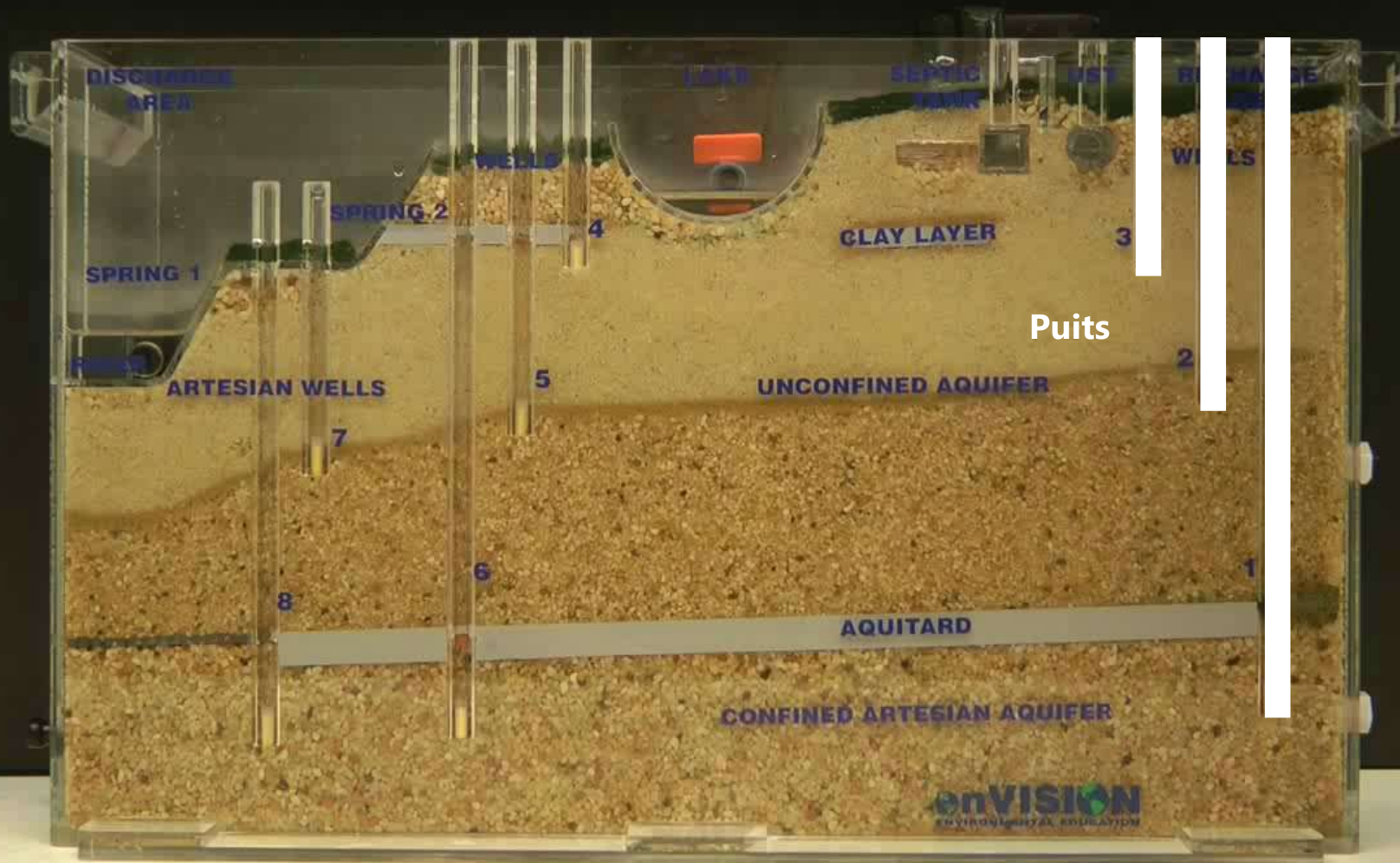




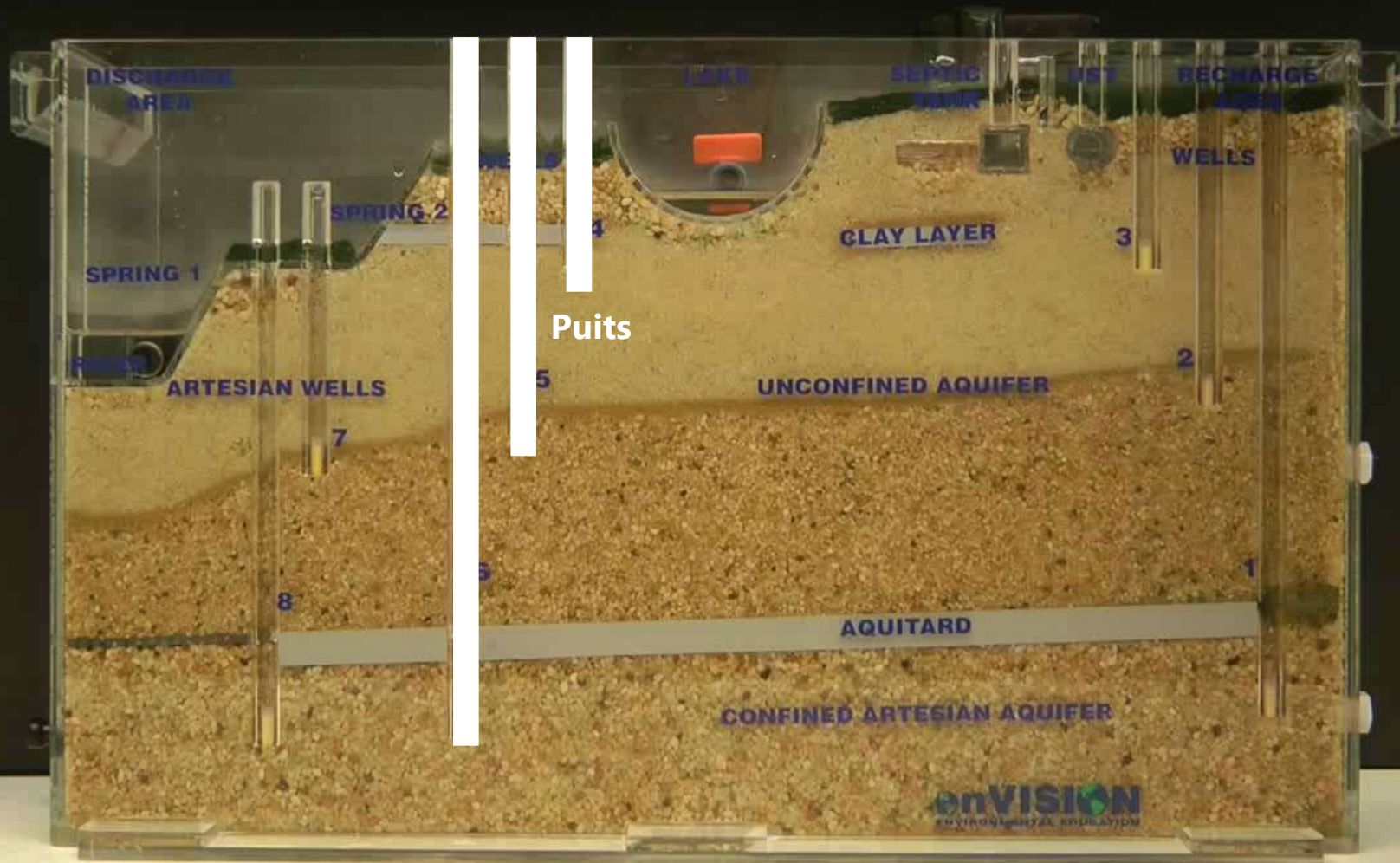




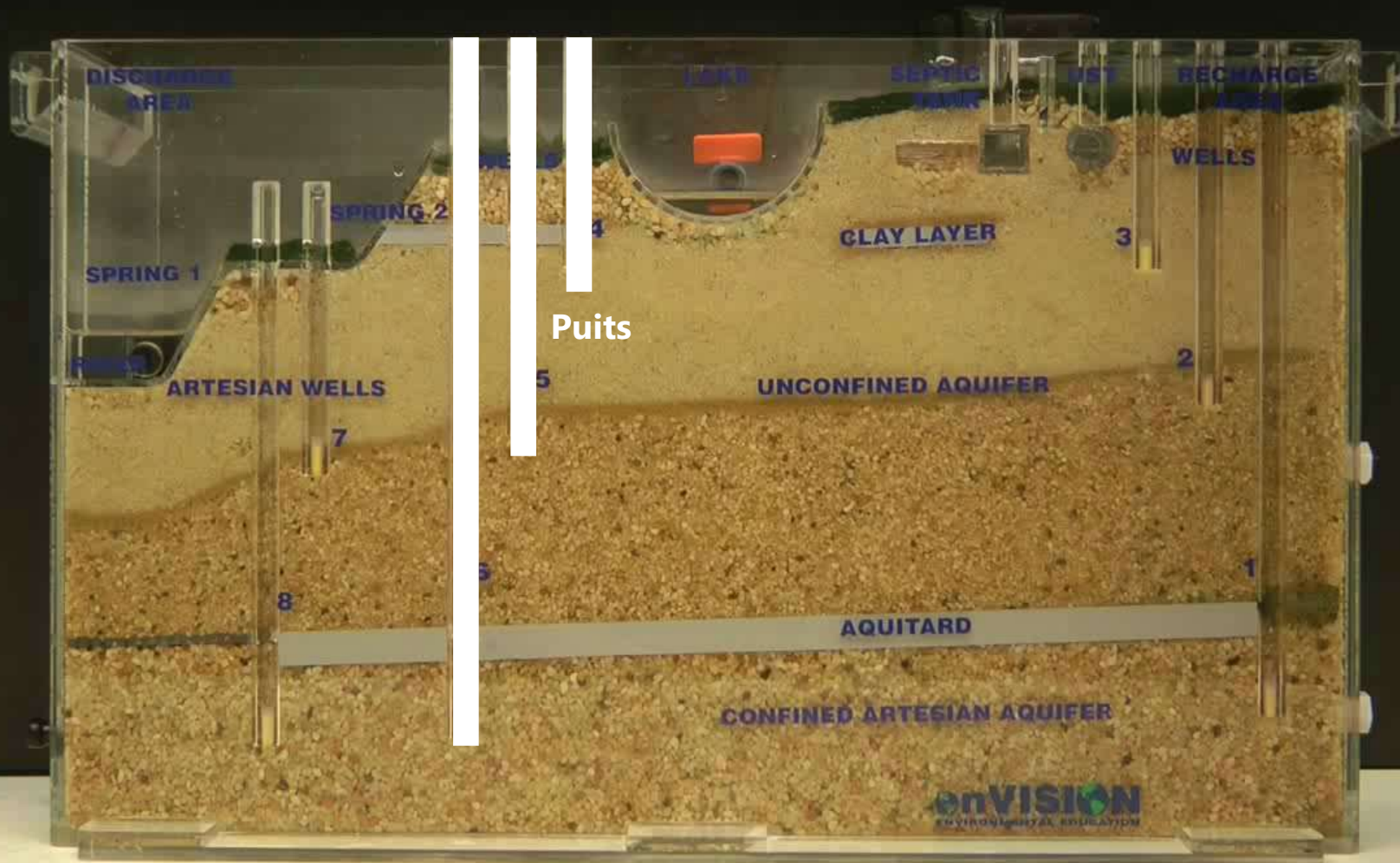




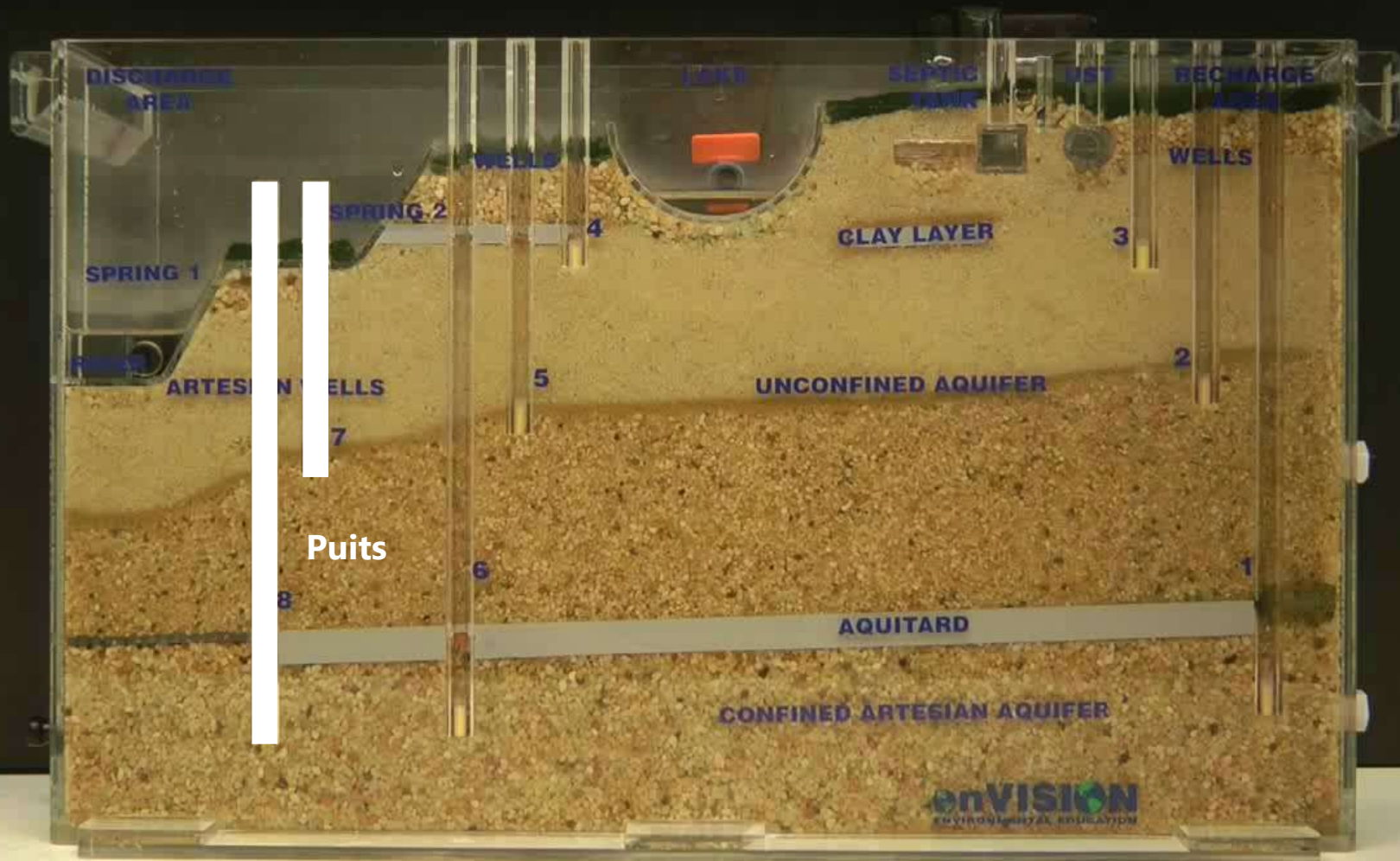
Puits

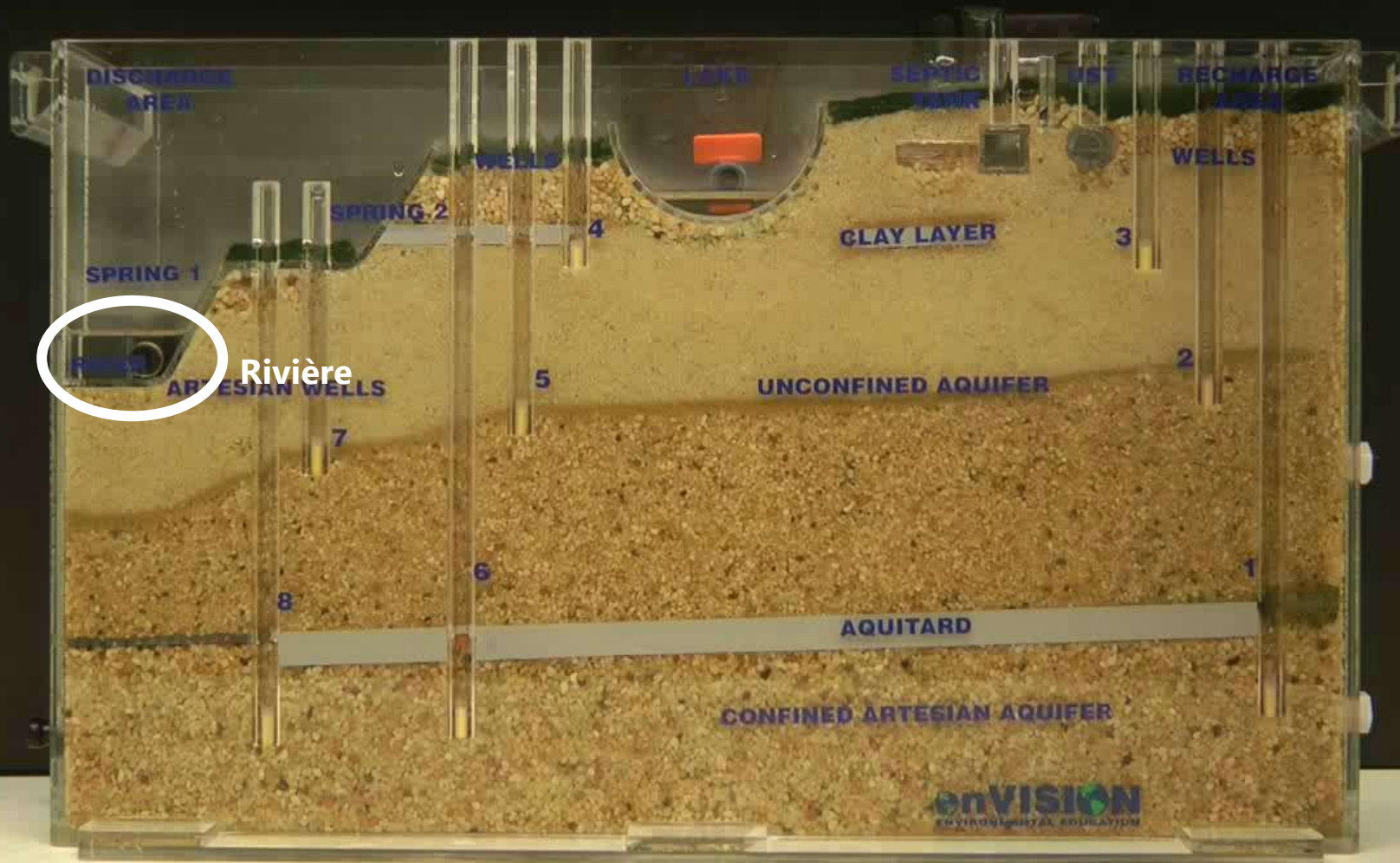


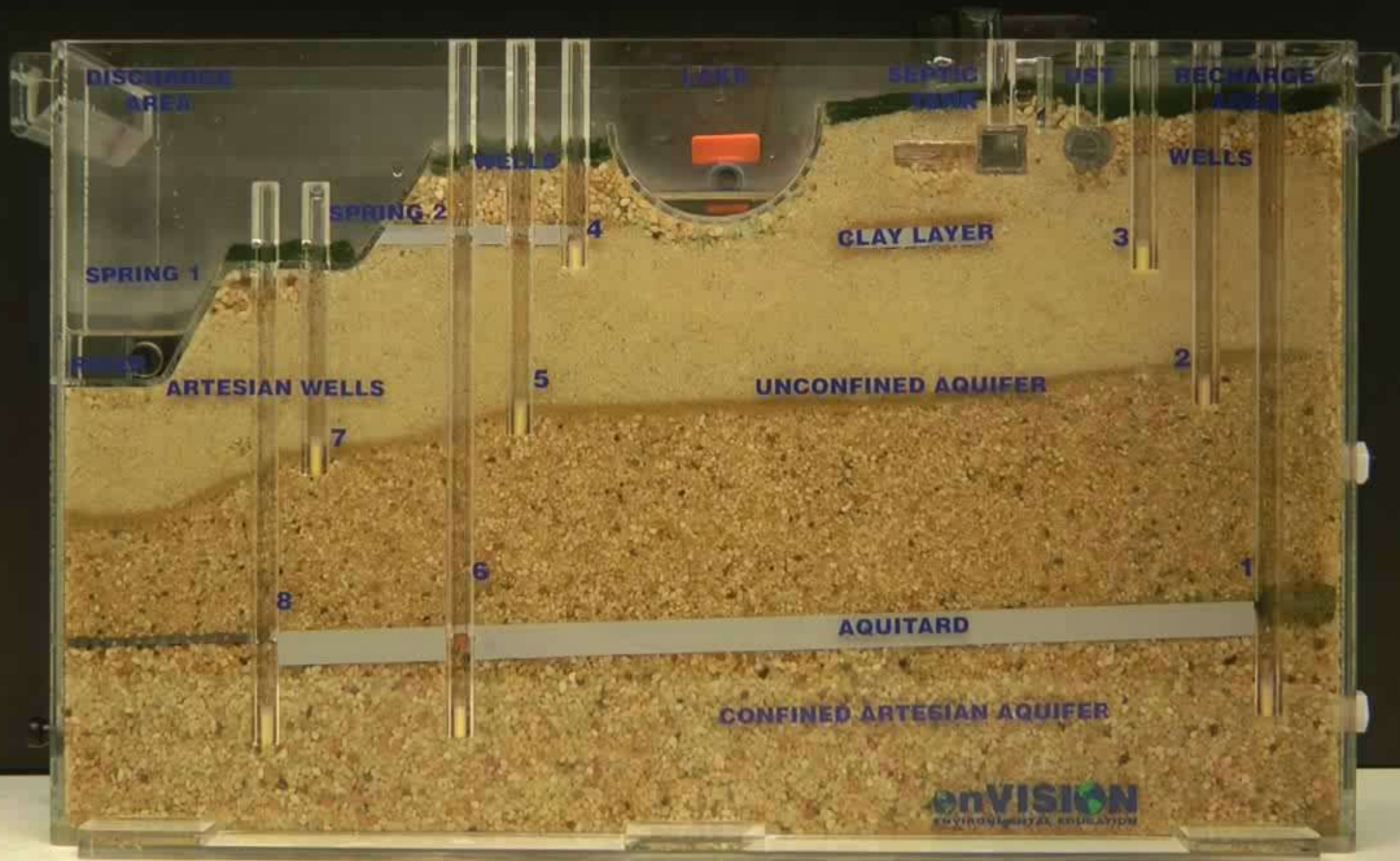
Puits



Puits







Le territoire d'étude

Bassin versant de la rivière
Saint-Charles (BVSC) = 344 km²

Démographie

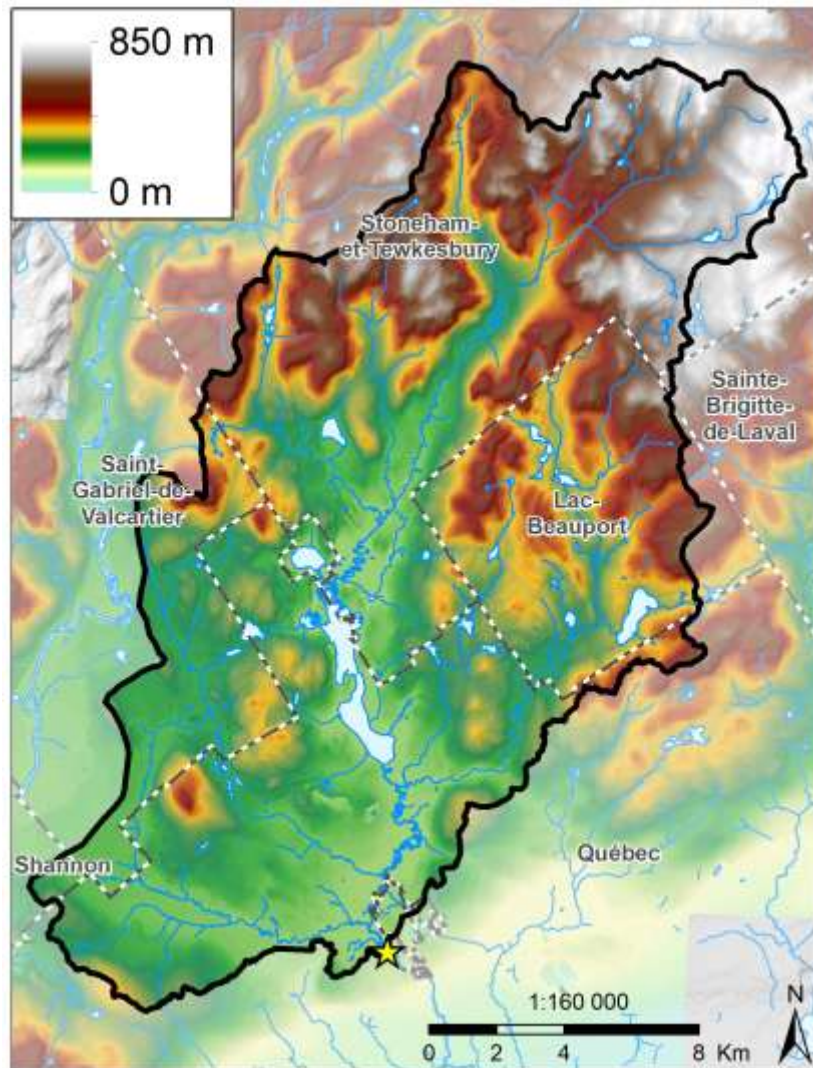
- 💧 45 000 résidents
- 💧 Accroissement de 2001 à 2021 :
 - Municipalités de la couronne nord = 61 %
 - Ville de Québec = 13 %
- 💧 Projections en 2041 = 12 %



Topographie

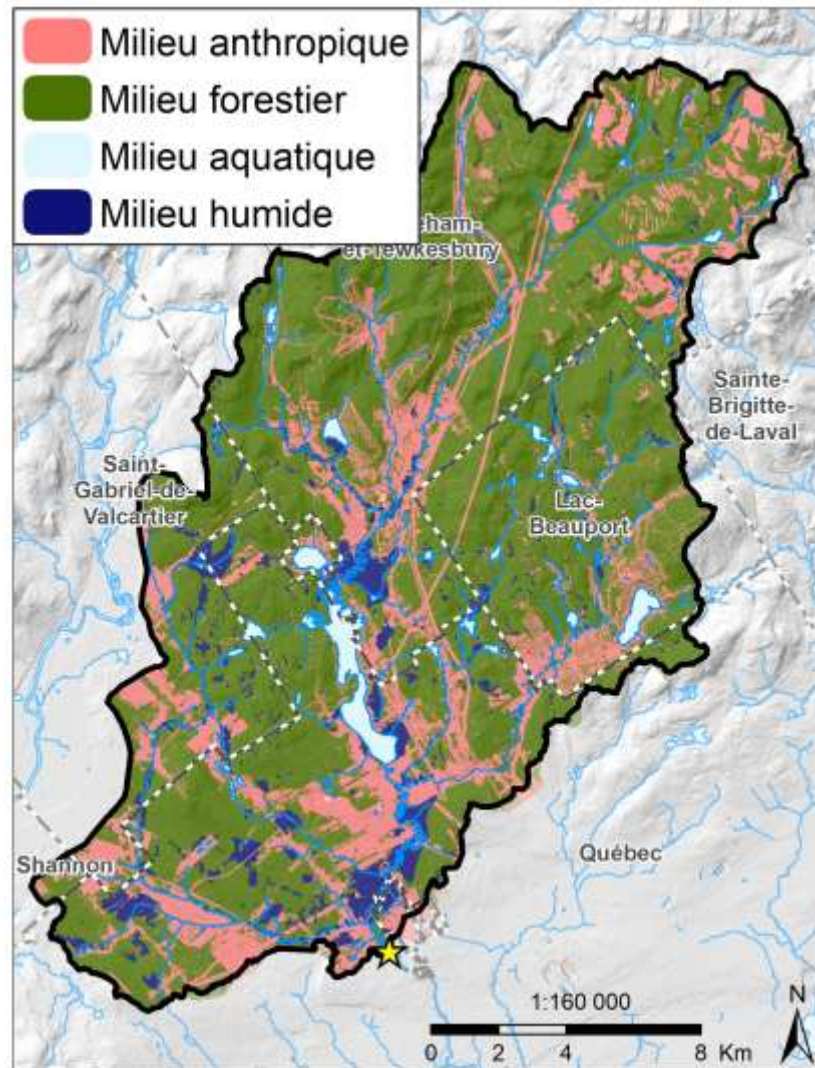
3 contextes physiographiques :

- 🔹 Nord : Plateau laurentien
Collines abruptes entrecoupées de vallées escarpées
- 🔹 Centre : Piémont laurentien
Vallée élargies délimitées par des collines arrondies
- 🔹 Sud : Basses-terres du St-Laurent
Terrasses planes



Occupation du sol

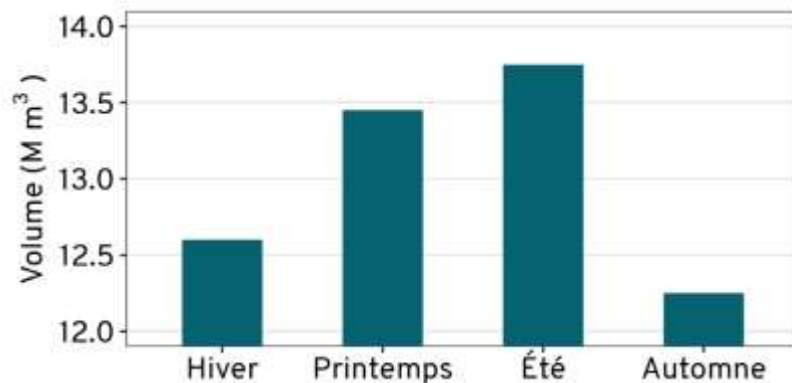
- 💧 Milieu anthropique : 23 % du territoire
- 💧 Forêt : 67 %
- 💧 Lacs et rivières : 3 %
- 💧 Milieux humide : 7 %



Exploitation de la ressource



- Alimente 500 000 personnes
- Prélèvement moyen = $140\,000\text{ m}^3/\text{j}$
- Prélèvements jusqu'à 92 % du débit de la rivière
- Variabilité saisonnière $\pm 6\%$

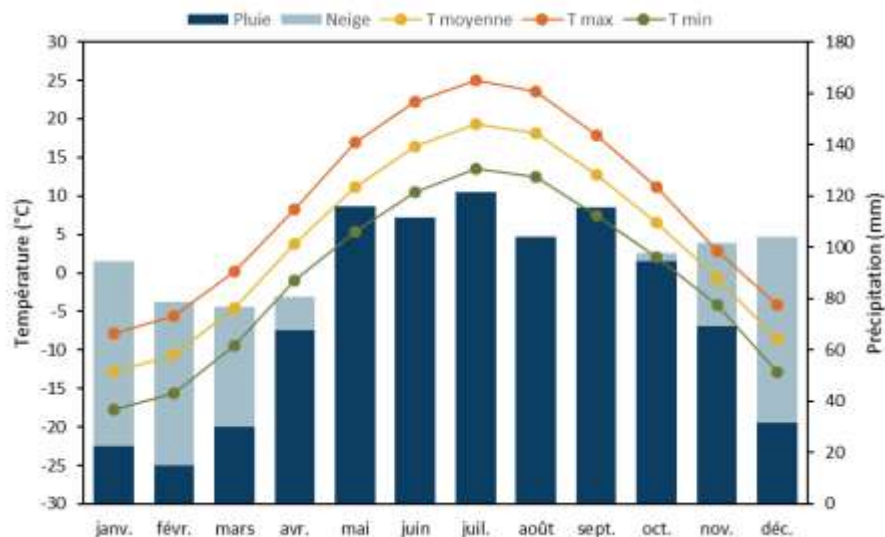


Conditions climatiques

Frange sud

Température moyenne annuelle = 4.2°C

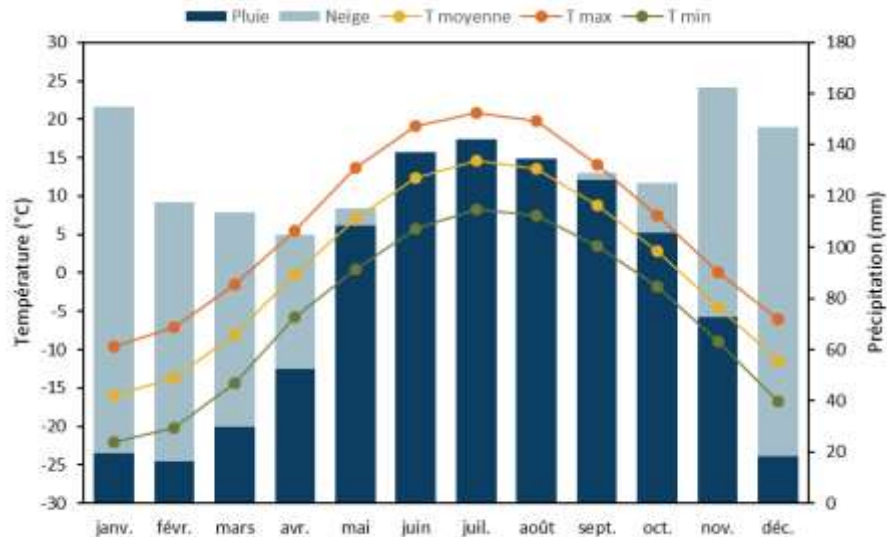
Précipitations totales annuelles = 1 190 mm



Frange nord

Température moyenne annuelle = 0.5°C

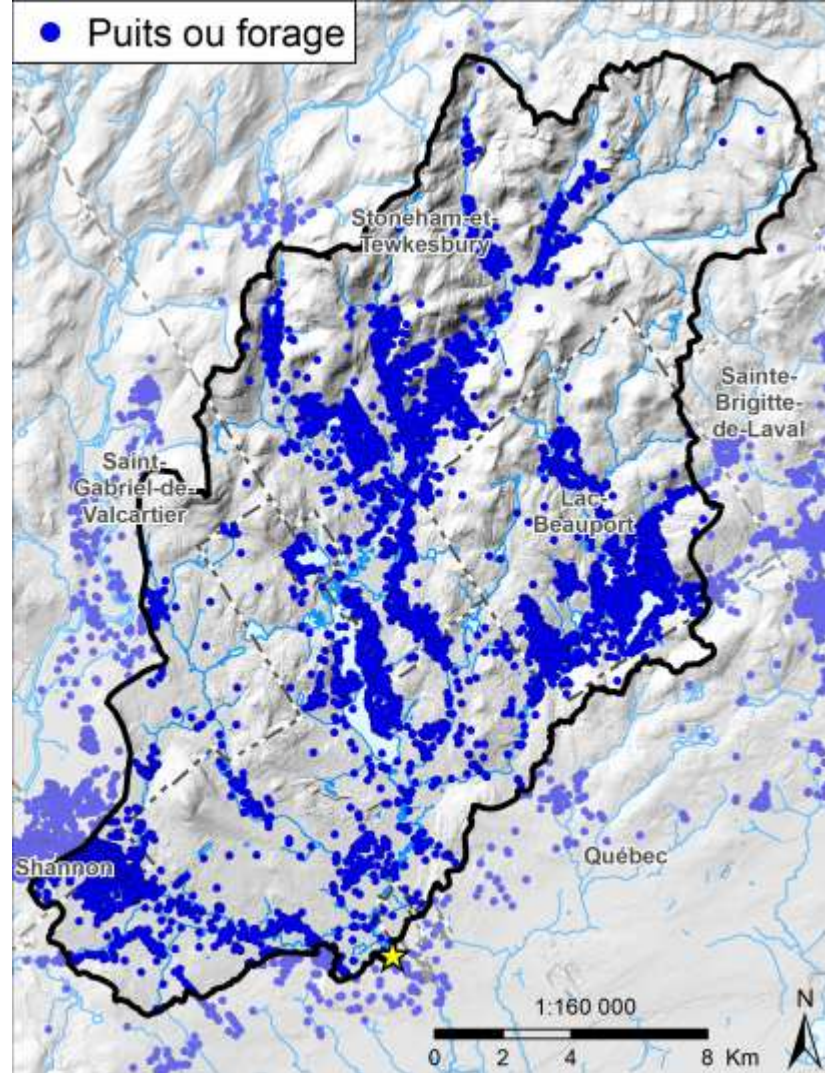
Précipitations totales annuelles = 1 583 mm



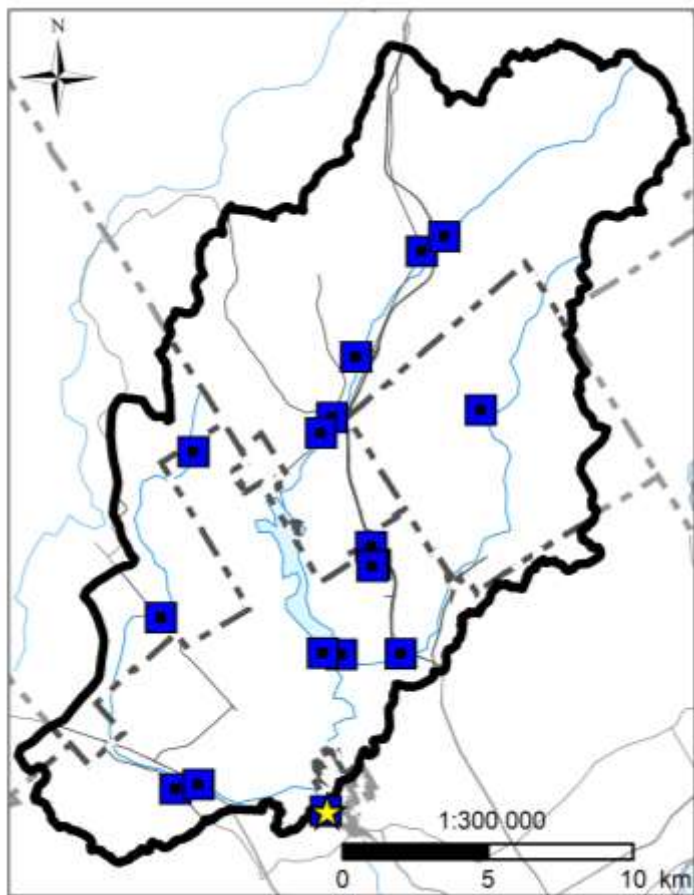
Acquisition des données

6 281 objets dans le BVSC

- 💧 Description stratigraphique
- 💧 Niveau d'eau
- 💧 Propriétés hydrauliques
- 💧 Analyse géochimiques



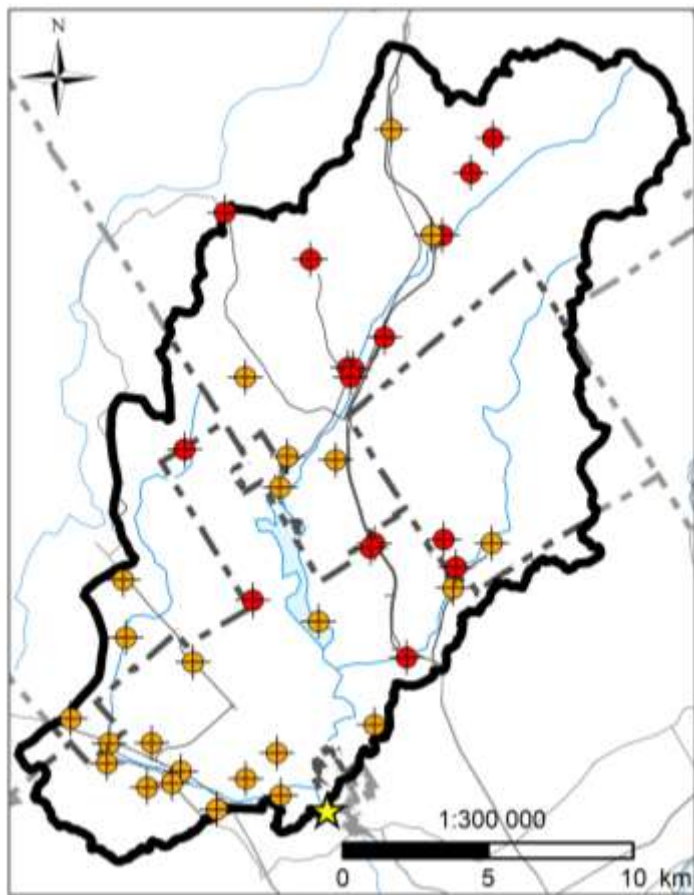
Acquisition des données



15 stations hydrométriques



Acquisition des données



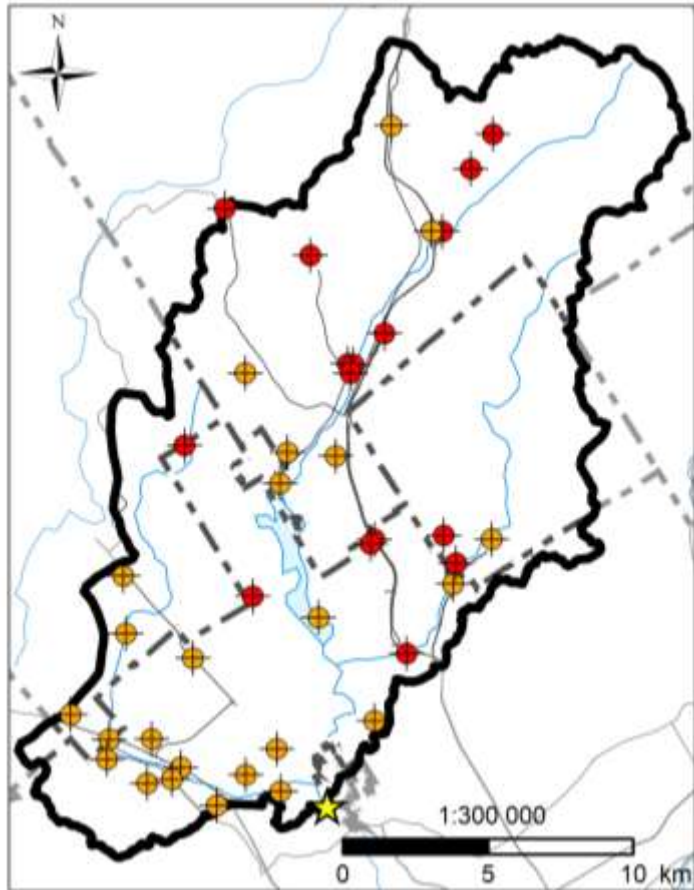
15 stations hydrométriques



36 puits d'observation



Acquisition des données



15 stations hydrométriques



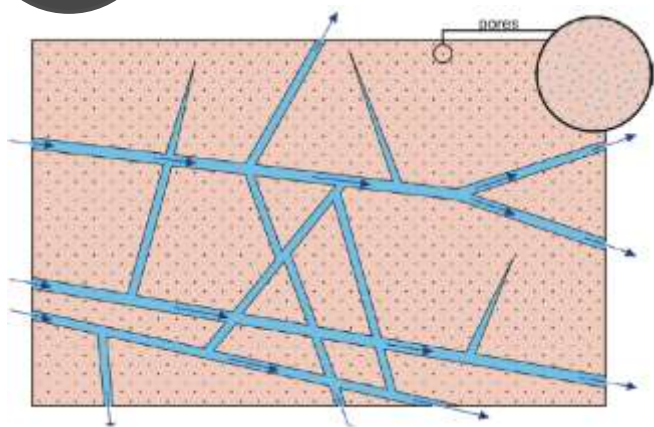
36 puits d'observation



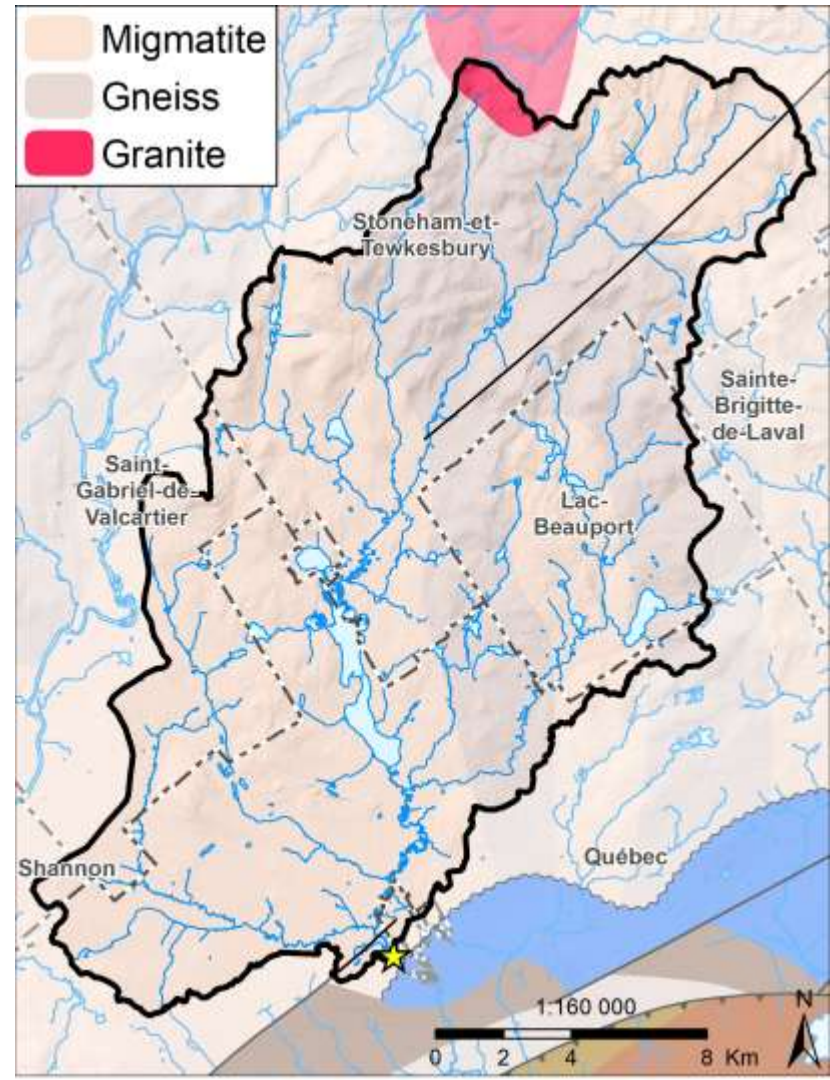
Échantillonnage de l'eau souterraine, de surface, de la pluie et de la neige



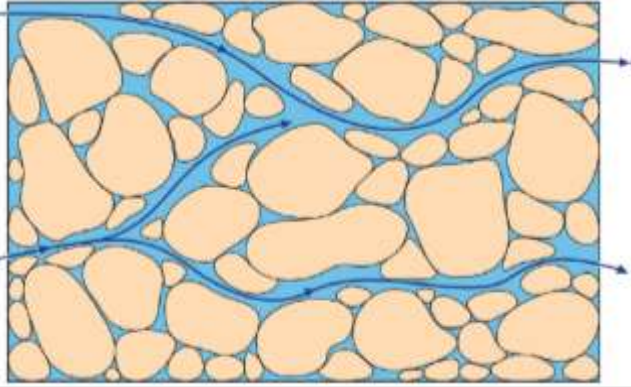
Géologie du roc



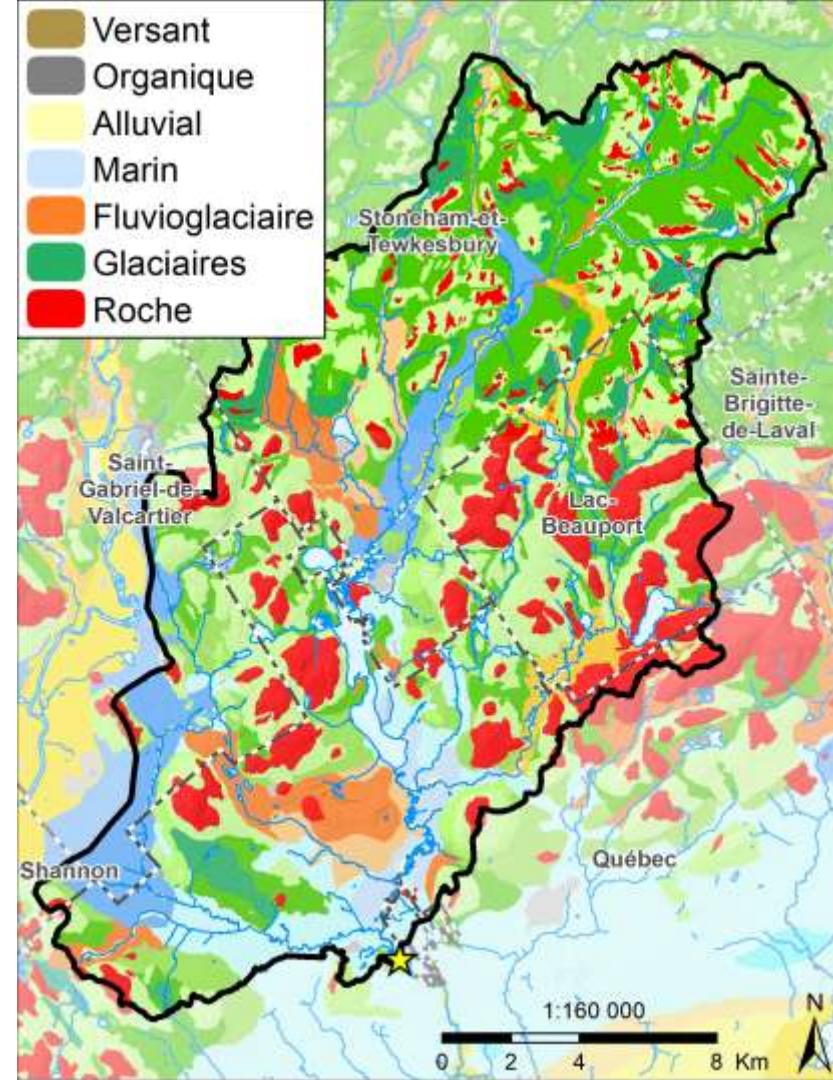
Source : RQES



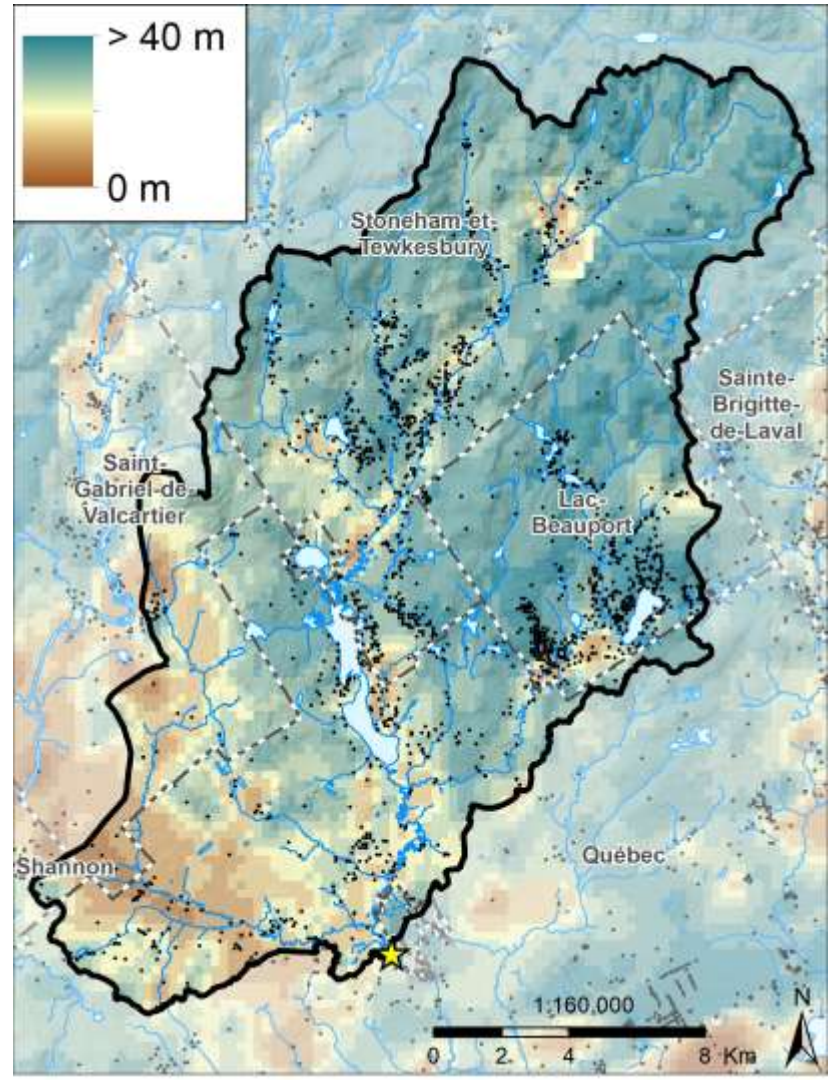
Géologie des dépôts meubles



Source : RQES



Épaisseur des dépôts meubles

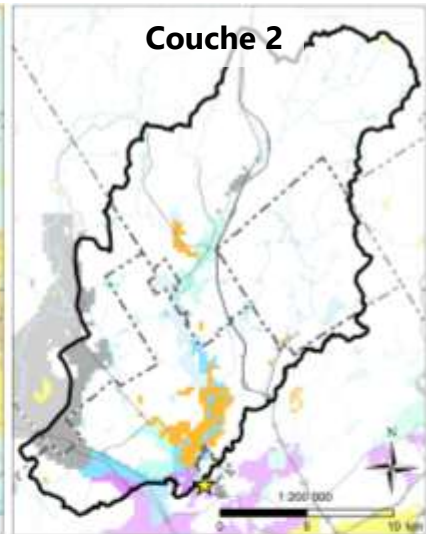
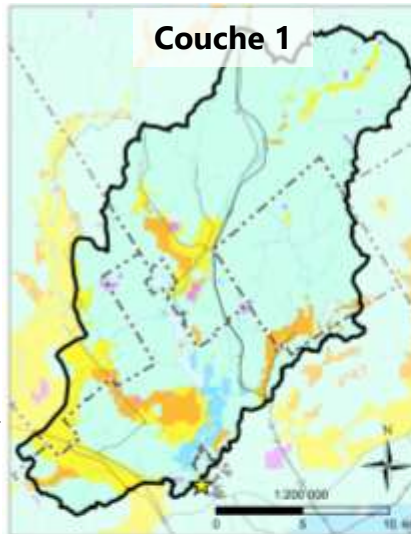


Contextes hydrostratigraphiques

Hydrofaciès

Perméabilité

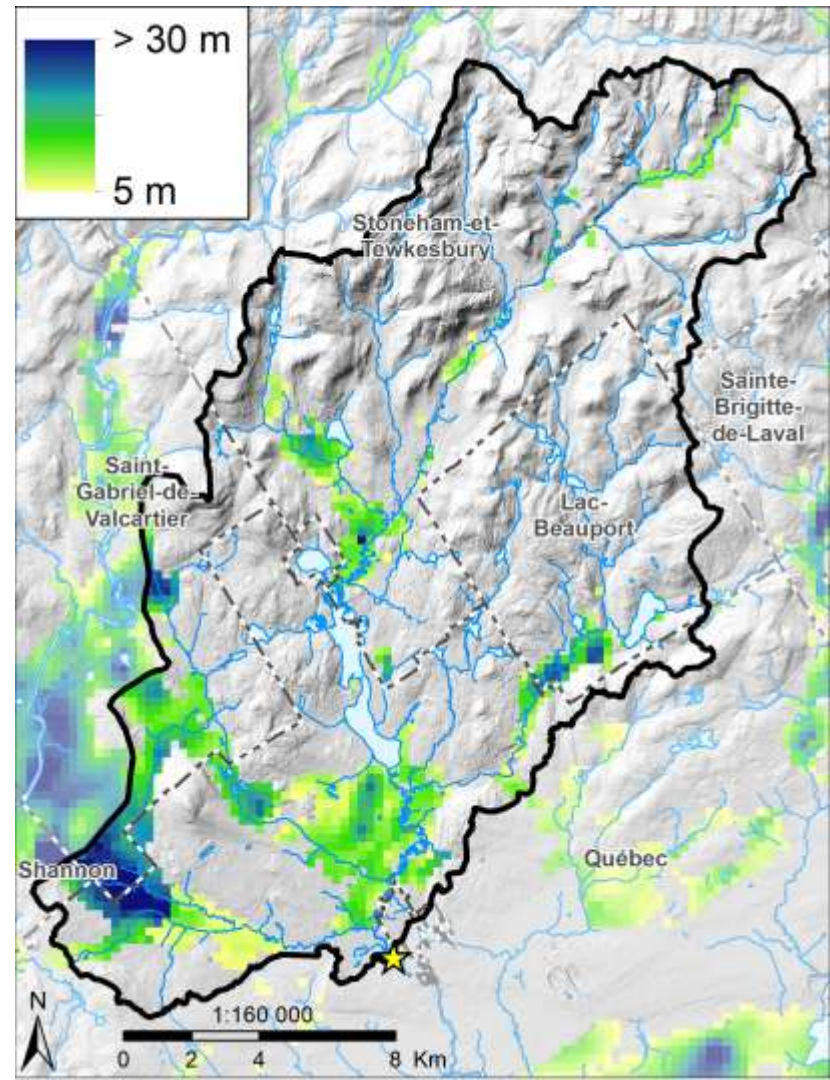
	HF1: Silt, Argile silteuse ou Matière organique	---
	HF2: Silt sableux, Silt graveleux, ou Alternance de silt et de sable	-
	HF3: Sable silteux ou Gravier silteux	+
	HF4: Sable	++
	HF5: Sable et gravier	+++
	HF6: Hétérogène (Sable avec horizons silteux discontinus)	hétérogène
	HF7: Roc fracturé	--- à +



Épaisseur des aquifères de dépôts meubles

-  HF4: Sable
-  HF5: Sable et gravier
-  HF6: Hétérogène (Sable avec horizons silteux discontinus)

💧 55 km² = 16 % du territoire



La qualité de l'eau souterraine

Campagne de caractérisation de la qualité de l'eau des puits privés de la Communauté métropolitaine de Québec de 2016 et 2017

- 💧 1 904 échantillons d'eau souterraine de 1 397 puits
- 💧 Essentiellement des puits exploitant l'aquifère de roc fracturé
- 💧 Contaminants organiques (ex. : hydrocarbures, pesticides, solvants) et microbiologiques non évalués, car problématiques locales



La qualité de l'eau souterraine

Concentration maximales
acceptables



Elles sont établies pour des substances qui, consommées en trop grande quantité, pourraient avoir des effets néfastes sur la santé humaine.

Objectifs
esthétiques



Ils sont déterminés selon des considérations esthétiques et organoleptiques, pouvant affecter, par exemple, le goût, l'odeur ou la couleur de l'eau, sans toutefois représenter de danger pour la santé humaine'

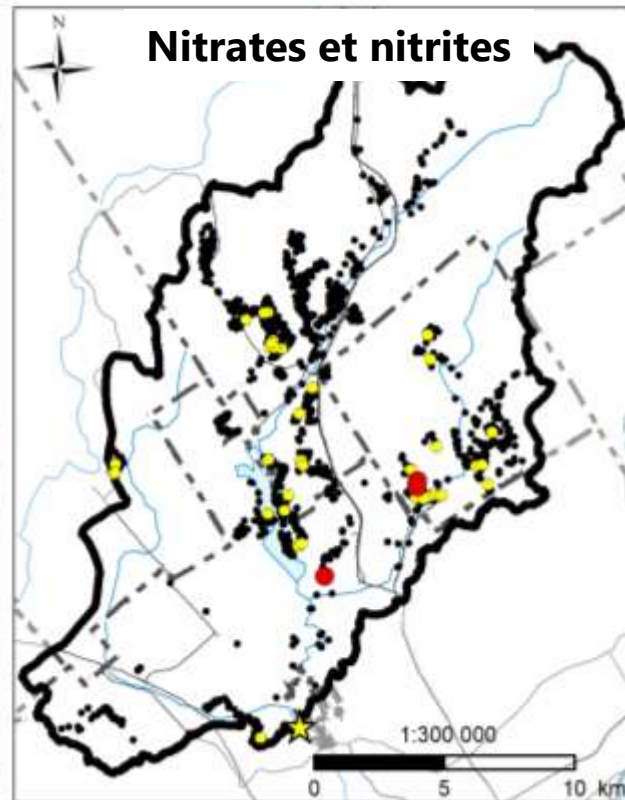
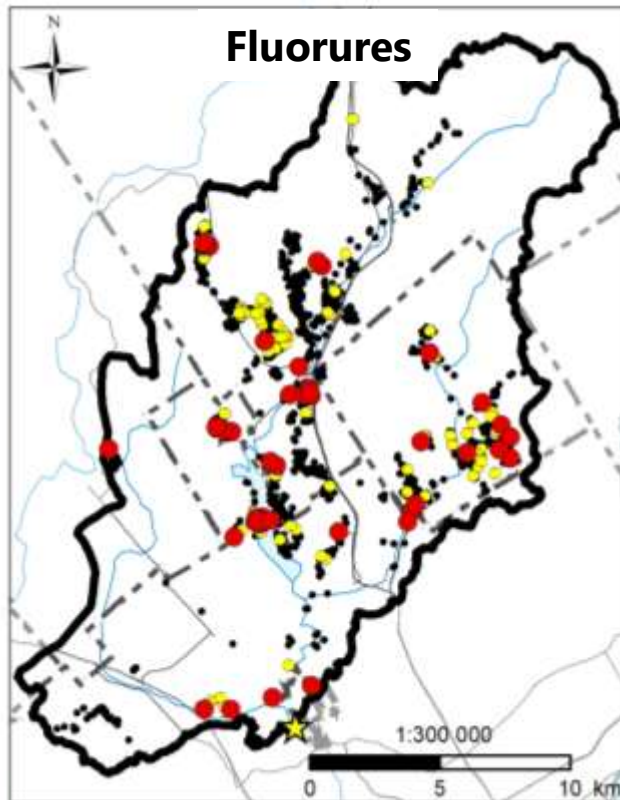
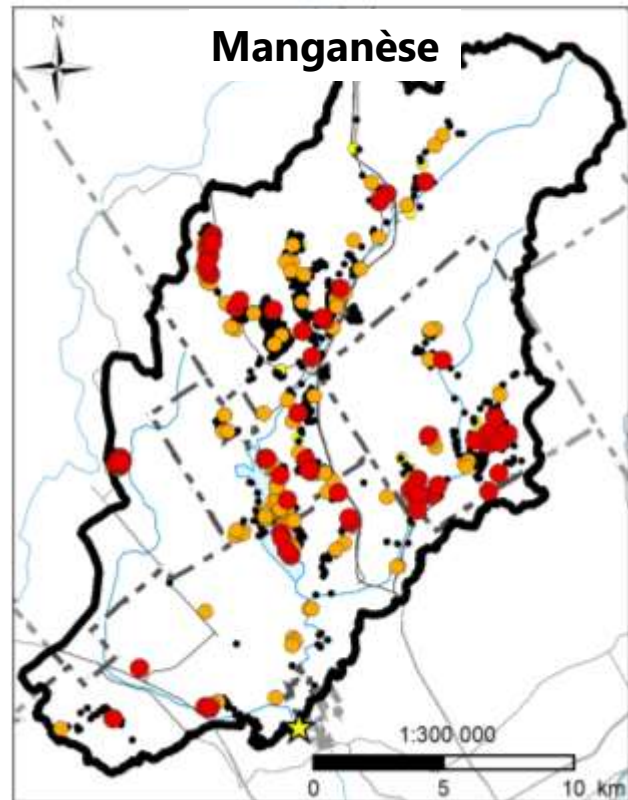
Seuil de fond
géochimique



Le fond géochimique correspond à une concentration seuil au-dessus duquel la pollution d'origine anthropique ou une anomalie liés à la géologie est considérée.'

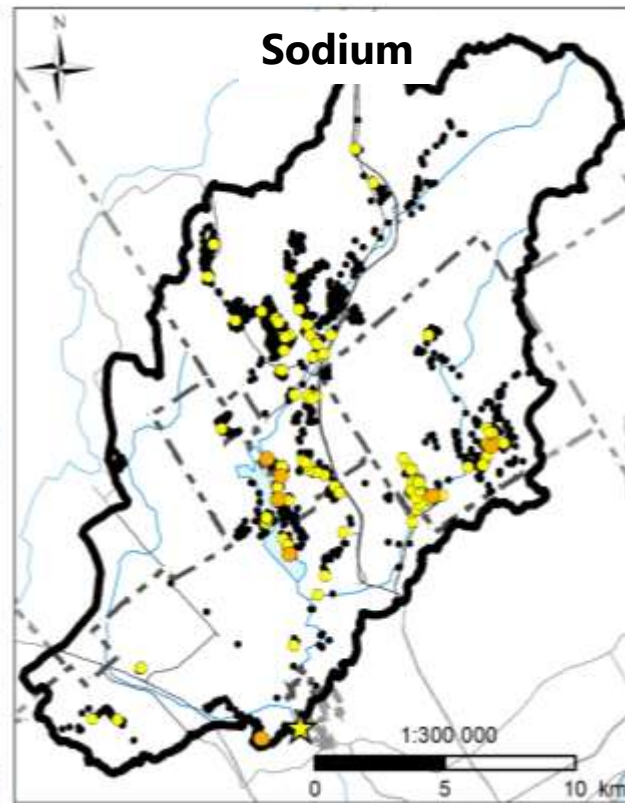
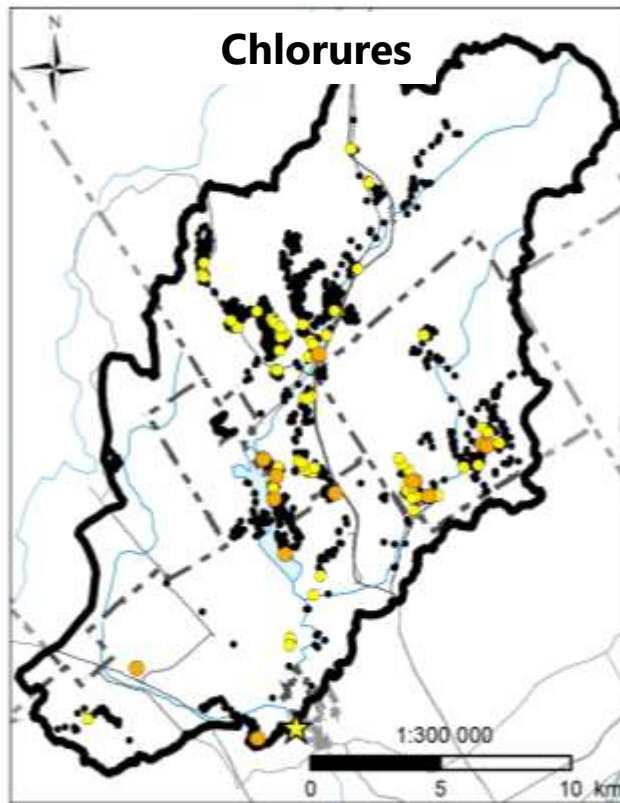
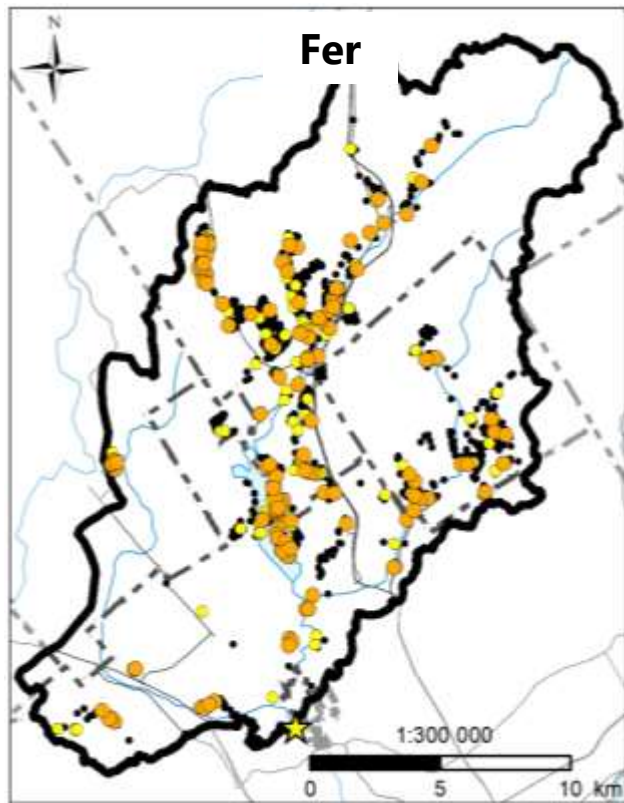
La qualité de l'eau souterraine

- Sans dépassement
- Dépassement de SFG
- Dépassement de OE
- Dépassement de CMA



La qualité de l'eau souterraine

- Sans dépassement
- Dépassement de SFG
- Dépassement de OE
- Dépassement de CMA



1 - Activité en sous-groupes (40 min)

1. Tour de table

2. Lectures de cartes

- Géologie du roc
- Géologie des dépôts meubles
- Épaisseur des dépôts meubles
- Contextes hydrostratigraphiques et hydrofaciès
- Épaisseur des aquifères de dépôts meubles
- Qualité de l'eau souterraine



Est-ce que ça va ?





PAUSE-CAFÉ
De retour à 10h45

ACTIVITÉ 2

Portrait quantitatif
des ressources en eau



Présentation
magistrale

+



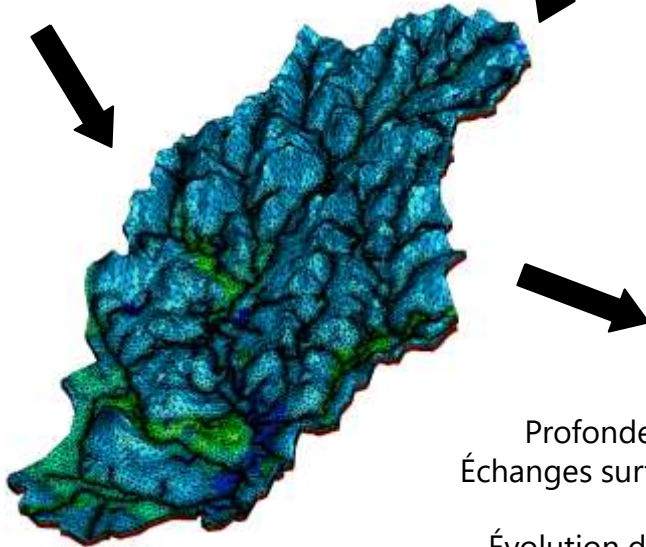
Activité en
sous-groupes

Le modèle hydrologique numérique (HydroGeoSphere)

Données d'entrée

Topographie
Occupation du sol
Géologie

Conditions météo
journalières



Résultats

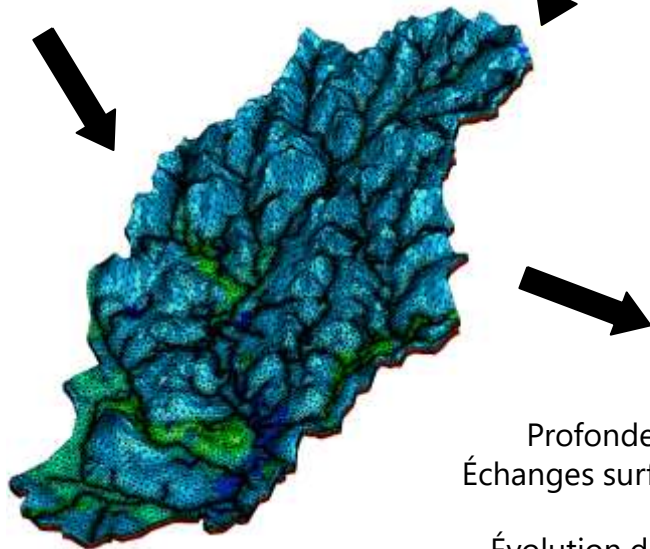
Débit
Profondeur de la nappe
Échanges surface-souterrain
Recharge
Évolution des stocks d'eau
Temps de parcours

Le modèle hydrologique numérique (HydroGeoSphere)

Données d'entrée

Topographie
Occupation du sol
Géologie

Conditions météo
journalières



Résultats

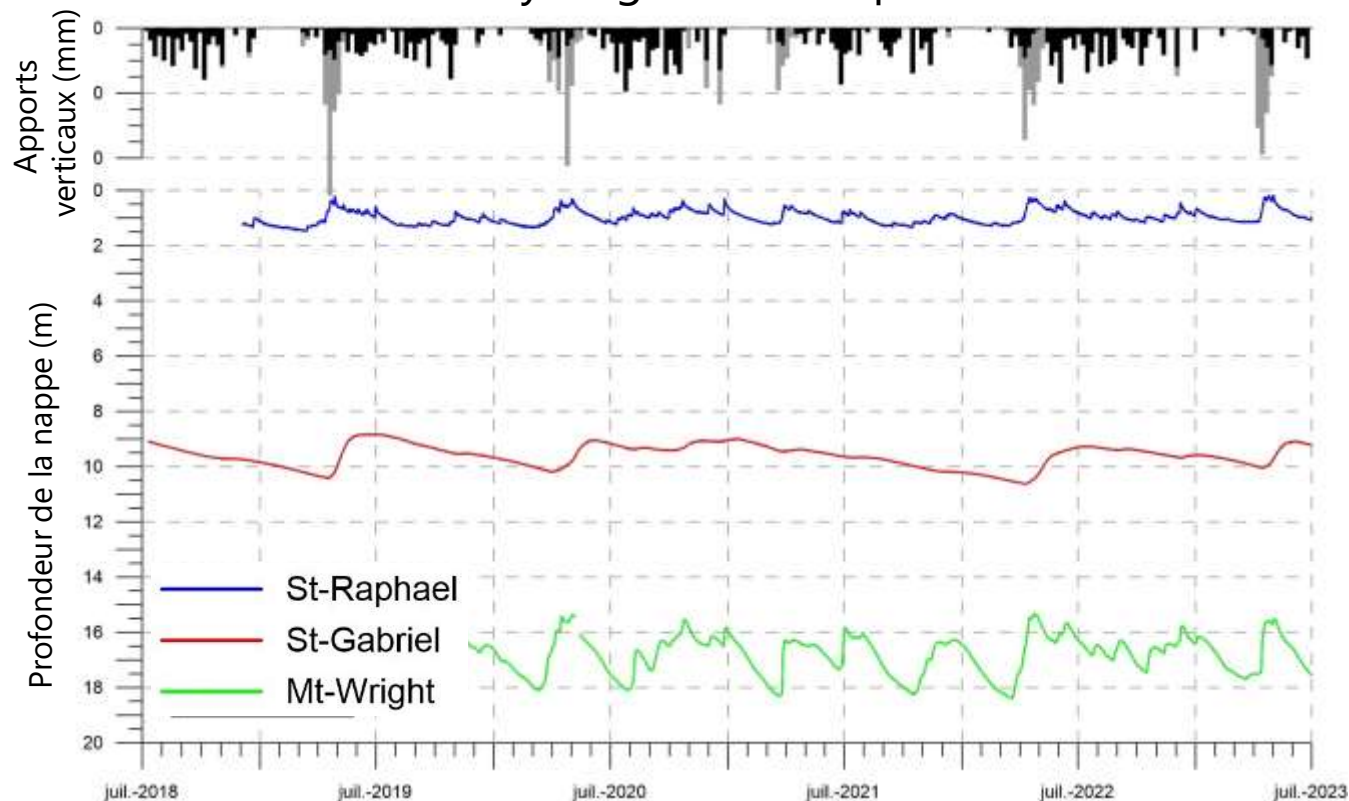
Débit
Profondeur de la nappe
Échanges surface-souterrain
Recharge
Évolution des stocks d'eau
Temps de parcours

Nécessite des données terrain :

1. Construire le modèle
2. Caler le modèle :
 - Chroniques de débit
 - Chroniques de piézométrie

Piézométrie

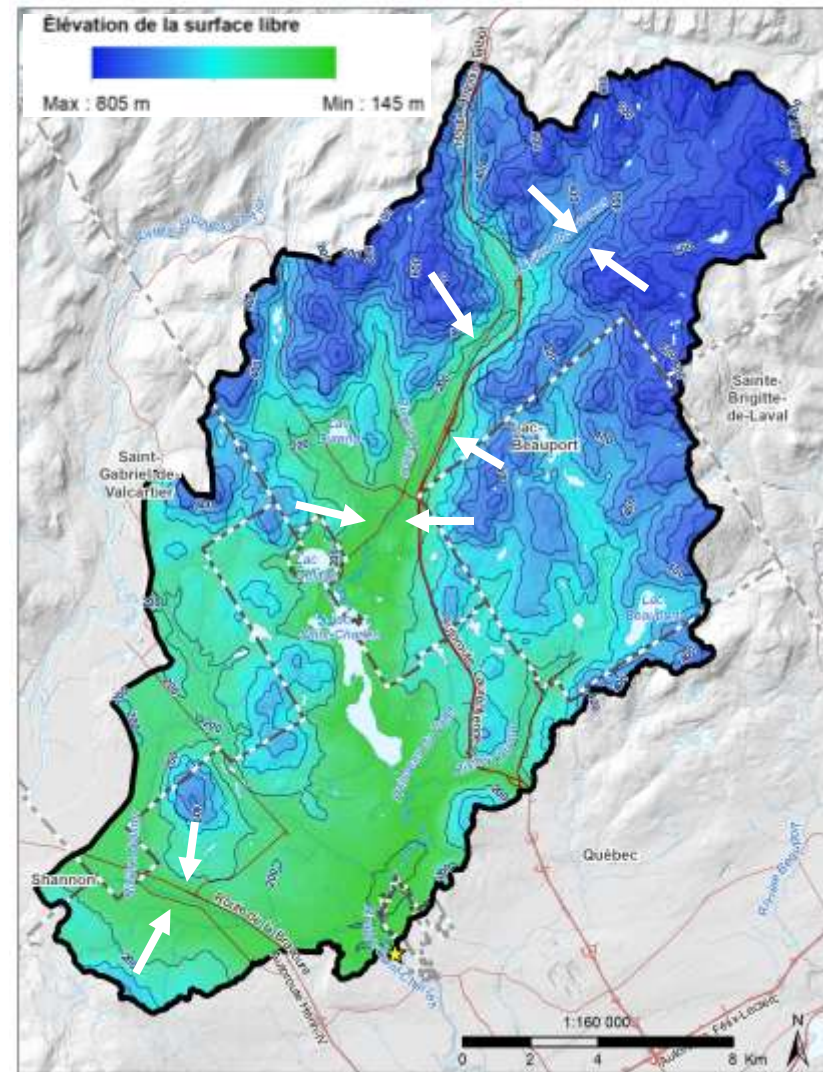
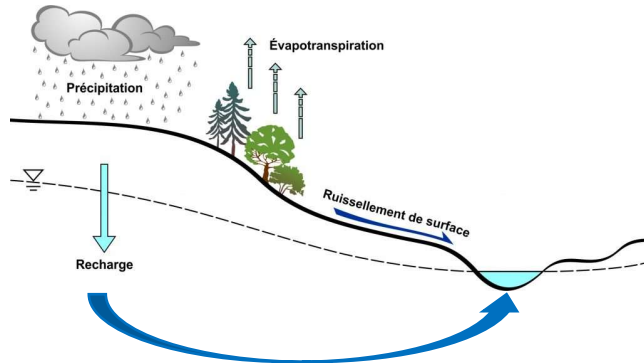
Hydrogramme de puits



- [illegible]

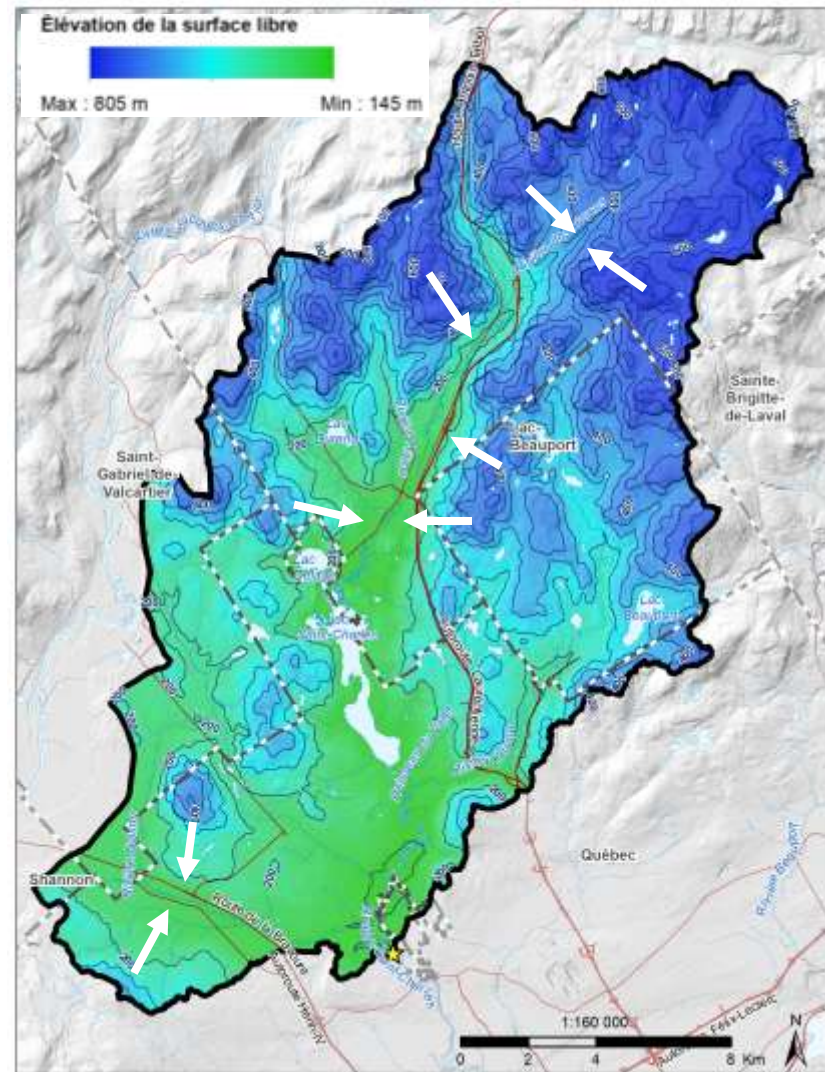
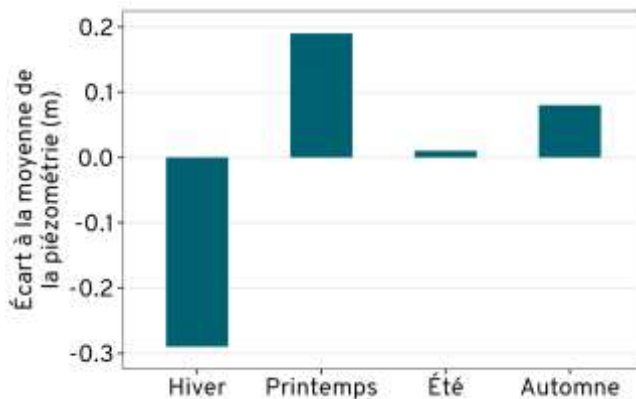
Piézométrie

- 💧 L'élévation de la nappe est inférieure à 200 m pour 28 % du territoire
- 💧 L'élévation de la nappe est supérieure à 500 m pour 16 % du territoire
- 💧 L'eau souterraine s'écoule des hauts piézométriques vers les bas piézométriques



Piézométrie

- 💧 L'élévation de la nappe est inférieure à 200 m pour 28 % du territoire
- 💧 L'élévation de la nappe est supérieure à 500 m pour 16 % du territoire
- 💧 L'eau souterraine s'écoule des hauts piézométriques vers les bas piézométriques
- 💧 Variabilité saisonnière :



Contribution des eaux souterraines aux eaux de surface

Contribution des eaux souterraines au débit des rivières

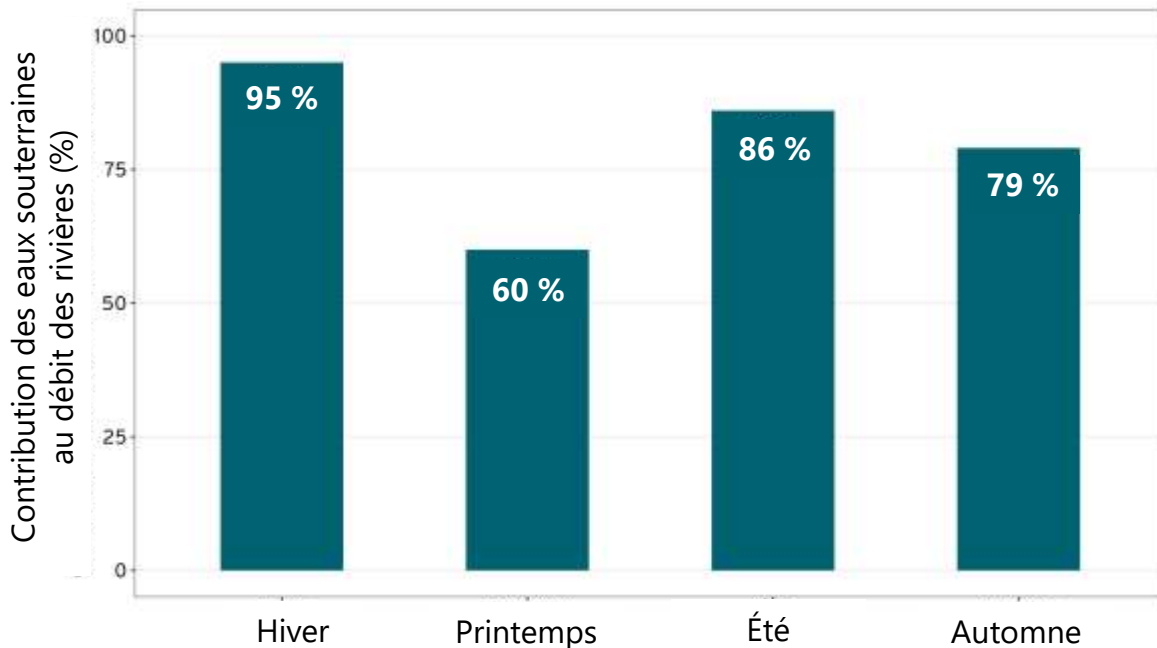
💧 Le **débit de base** est la composante du débit d'eau cours d'eau qui est constituée uniquement des apports d'eau souterraine

Contribution des eaux souterraines aux eaux de surface

Contribution des eaux souterraines au débit des rivières

💧 Le **débit de base** est la composante du débit d'eau cours d'eau qui est constituée uniquement des apports d'eau souterraine

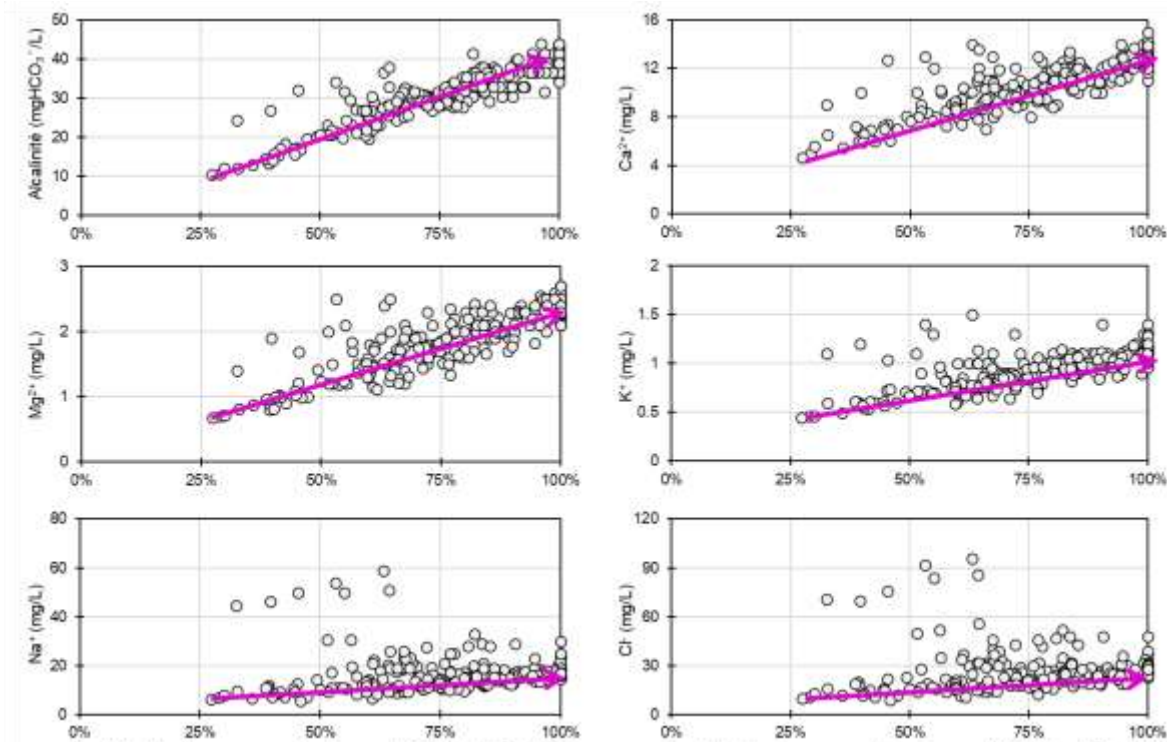
💧 Sur le territoire, le débit de base représente en moyenne **74 % du débit annuel** et 95 % du débit en hiver



Contribution des eaux souterraines aux eaux de surface

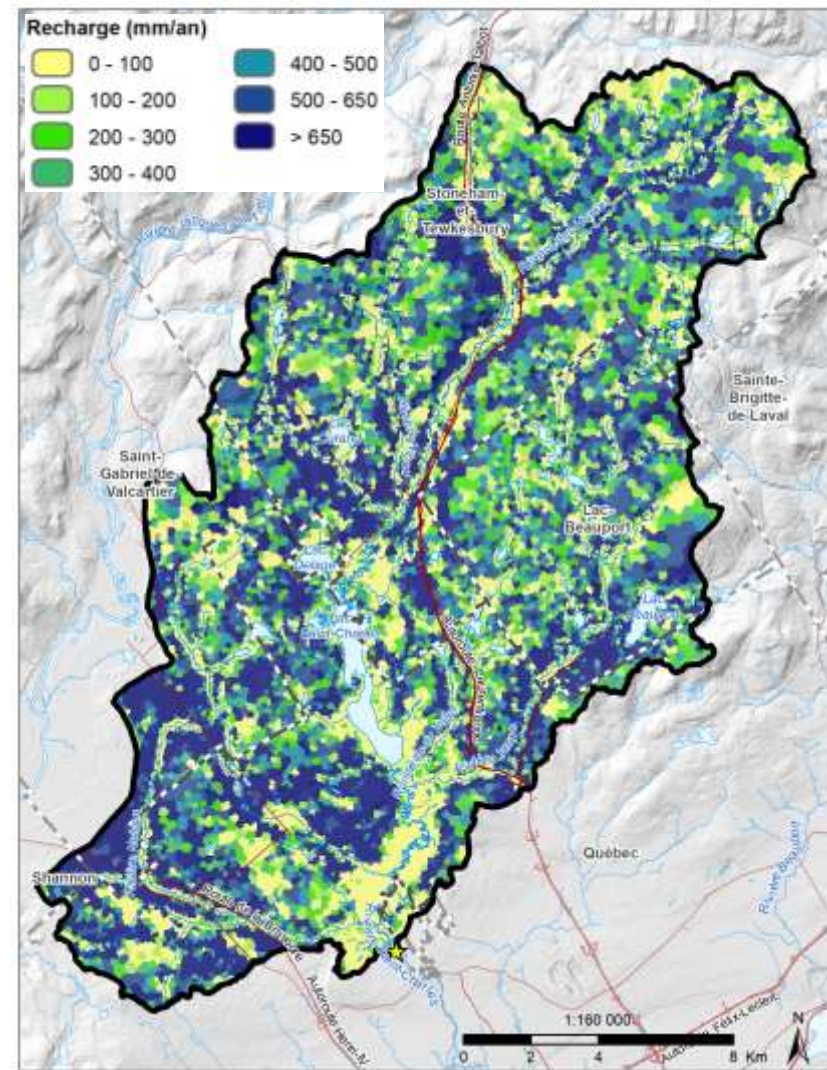
Contribution des eaux souterraines à la qualité de l'eau de surface

- Une relation linéaire est identifiable entre les contributions d'eaux souterraines et les concentrations de la plupart des ions majeurs.
- Les apports souterrains contrôlent la minéralisation totale de l'eau de surface.



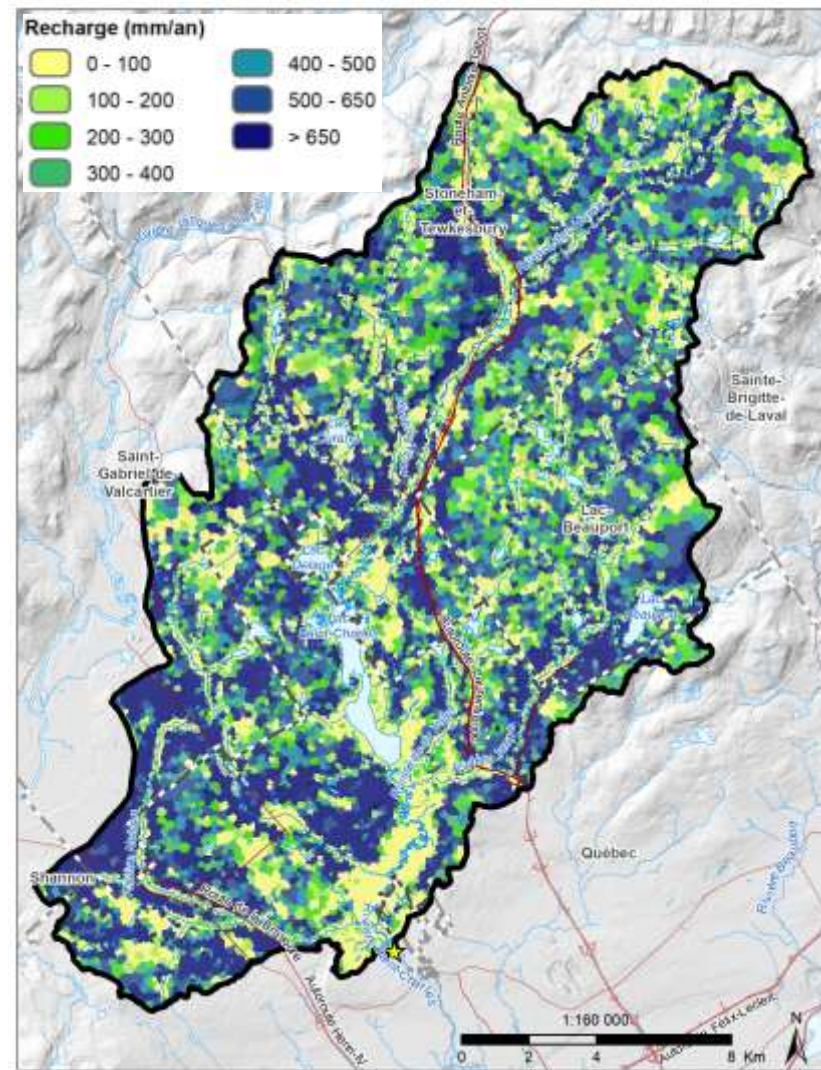
Contribution des eaux souterraines au débit des rivières (%)

💧 Utilisation de 3 méthodologies différentes qui aboutissent toutes à un résultat semblable



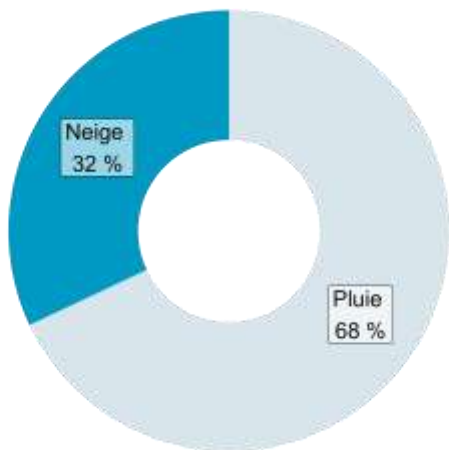
Recharge

- Utilisation de 3 méthodologies différentes qui aboutissent toutes à un résultat semblable
- La recharge annuelle moyenne est d'environ **500mm/an**, et correspond à **36 %** des précipitations totales annuelles.
- Sur 41 % de la superficie du territoire, la recharge est supérieure à la moyenne, c'est-à-dire 502 mm/an. Ces zones sont responsables de 79 % de la recharge totale.
- Les zones de recharge préférentielle correspondent aux aquifères de dépôt meubles d'intérêt régional

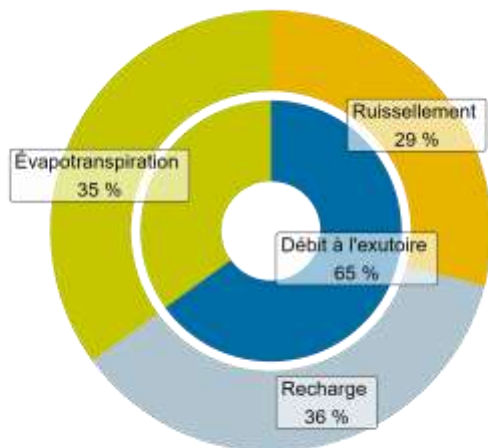


Bilan hydrologique

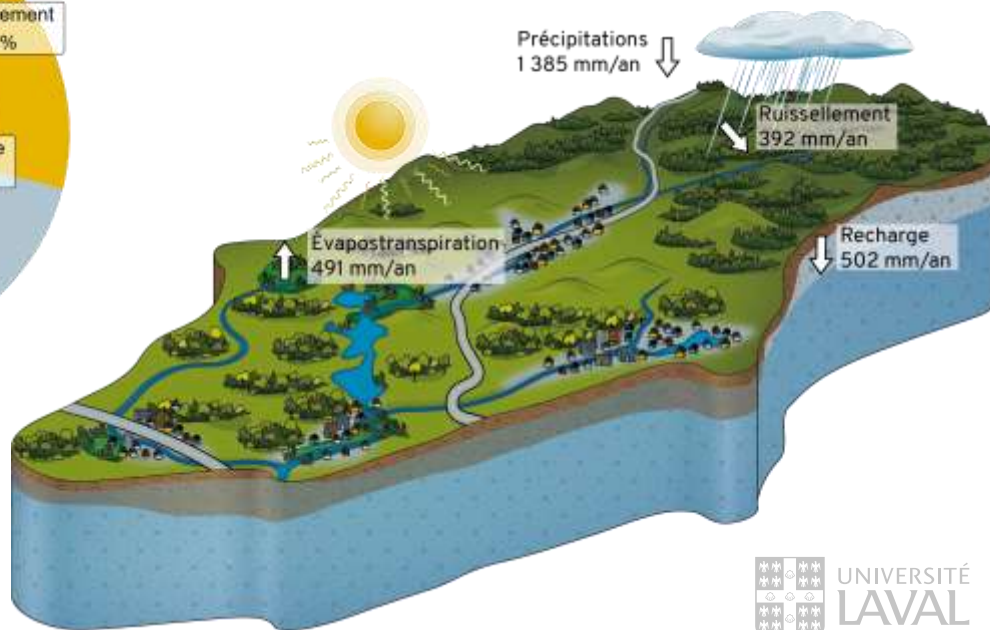
Bilan moyen de la période 2018-2022



Entrées



Sorties



Bilan hydrologique

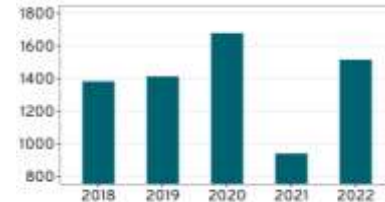
Bilan des stocks d'eau

- 💧 L'eau souterraine dans les 100 premiers mètres de profondeur représente un volume de 1175 Mm^3 , soit environ 95 % de la totalité de l'eau du territoire
- 💧 Les aquifères de dépôts meubles contiennent 232 Mm^3 d'eau disponible
- 💧 Les aquifères de roc contiennent 245 Mm^3 d'eau disponible dans les 100 premiers mètres de profondeur du territoire
- 💧 Entre 2018 et 2022, la fluctuation maximale du stock en eau souterraine a été de 85 Mm^3 , ce qui est environ 1.6 fois plus que le volume d'eau total présent en surface

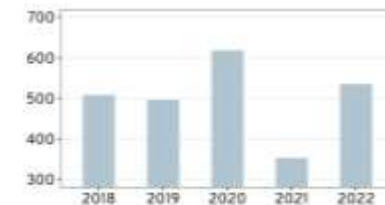
Bilan hydrologique

Variabilité annuelle

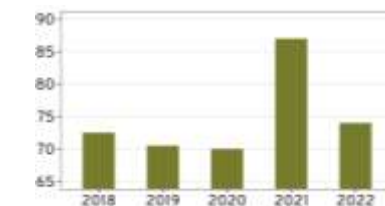
Précipitations
totales (mm)



Recharge
(mm)



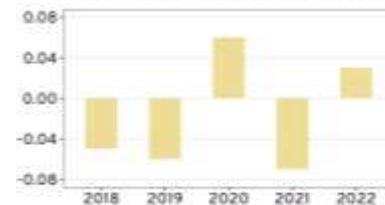
Contribution des eaux
souterraines (%)



Emmagasinement (mm)



Écart à la
piézométrie
moyenne (mm)

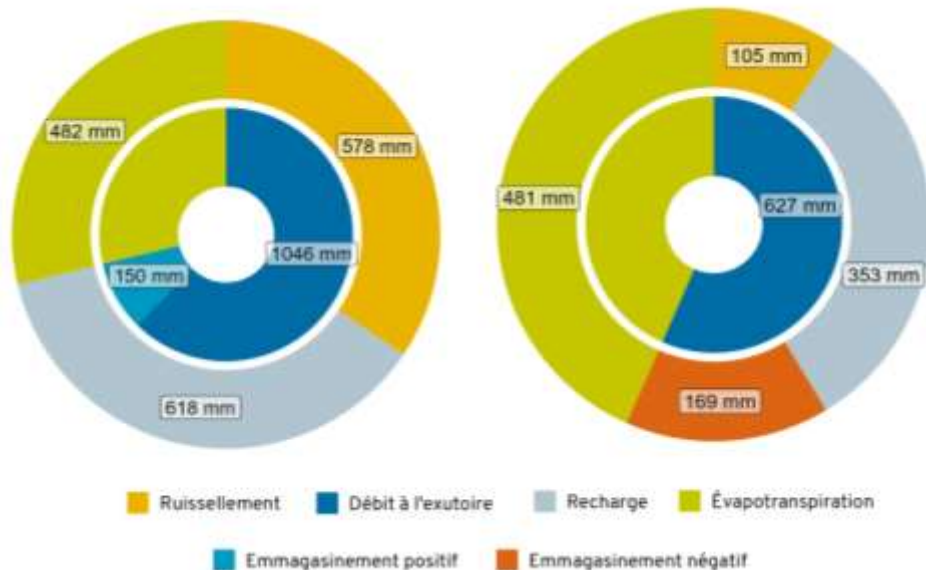


Bilan hydrologique

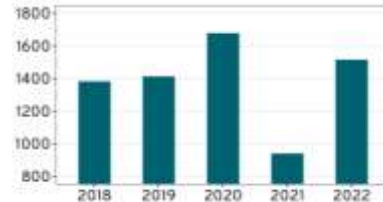
Variabilité annuelle

Année 2020
(humide)

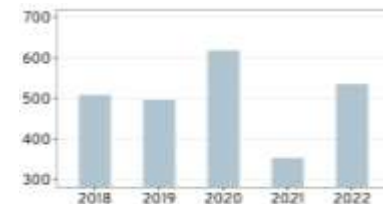
Année 2021
(sèche)



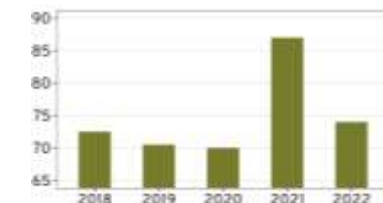
Précipitations
totales (mm)



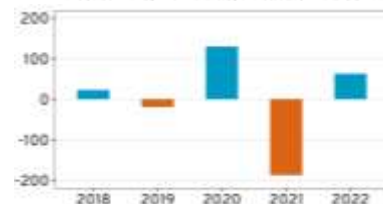
Recharge
(mm)



Contribution des eaux
souterraines (%)



Emmagasinement (mm)



Écart à la
piézométrie
moyenne (mm)



2 - Activité en sous-groupes (45 min)

1. Tour de table
2. Lectures de cartes et graphiques
 - Piézométrie et profondeur de nappe
 - Contribution des eaux souterraines aux eaux de surface
 - Recharge
 - Bilan hydrologique et variabilité





LUNCH

De retour à 13h00

ACTIVITÉ 3

Évolution future des ressources en eau



Présentation
magistrale

+



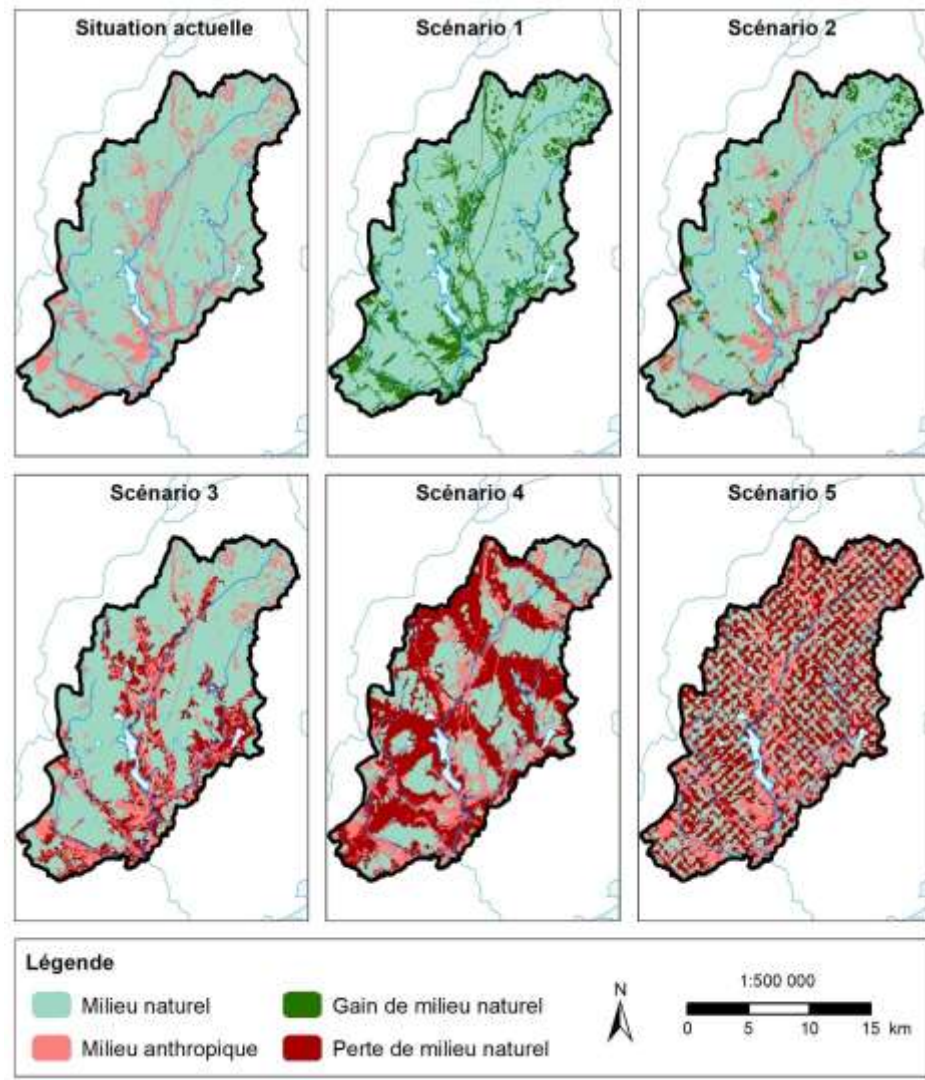
Activité en
sous-groupes

Impact de l'occupation du sol sur les ressources en eau

Scénarios proposés par la ville de Québec

Scénarios exploratoires de changement d'occupation du sol du territoire

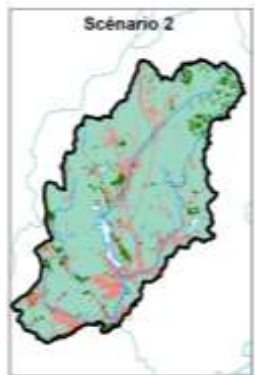
No.	Type	Description	Gain ou perte des milieux naturels (km ²)
1	Historique	Non anthropisé à 100 %	+60
2	Naturalisation	Gain d'environ 5 % du bassin versant en milieux naturels	+19
3	Urbanisation	Perte d'environ 20 % des milieux naturels les plus vulnérables	-53
4		Perte d'environ 50 % des milieux naturels les plus importants	-144
5		Perte aléatoire d'environ 50 % des milieux naturels	-144



Impact de l'occupation du sol sur les ressources en eau

No.	Type	Gain ou perte de milieux naturels (km ²)	Changement par rapport à la situation actuelle			
			Recharge	Ruissellement	Débit d'étiage (indice Q ₁₀)	Débit de crue (indice Q ₉₀)
1	Historique	+60	+12 %	-20 %	+25 %	-16 %
2	Naturalisation	+19	+2 %	-4 %	-3 %	-13 %
3	Urbanisation	-53	-2 %	-6 %	-6 %	+3 %
4		-144	-17 %	+21 %	-41 %	+6 %
5		-144	-20 %	+26 %	-41 %	+7 %

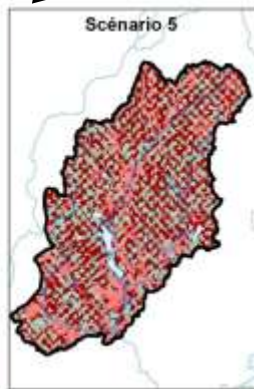
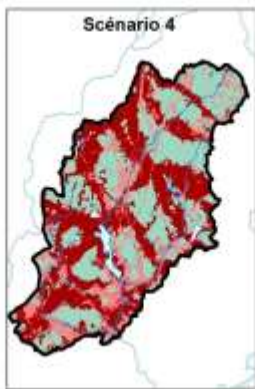
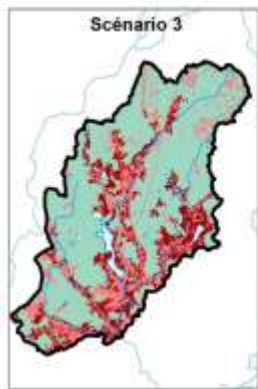
Impact de l'occupation du sol sur les ressources en eau



No.	Type	Gain ou perte de milieux naturels (km ²)	Changement par rapport à la situation actuelle			
			Recharge	Ruissellement	Débit d'été (indice Q ₁₀)	Débit de crue (indice Q ₉₀)
1	Historique	+60	+12 %	-20 %	+25 %	-16 %
2	Naturalisation	+19	+2 %	-4 %	-3 %	-13 %

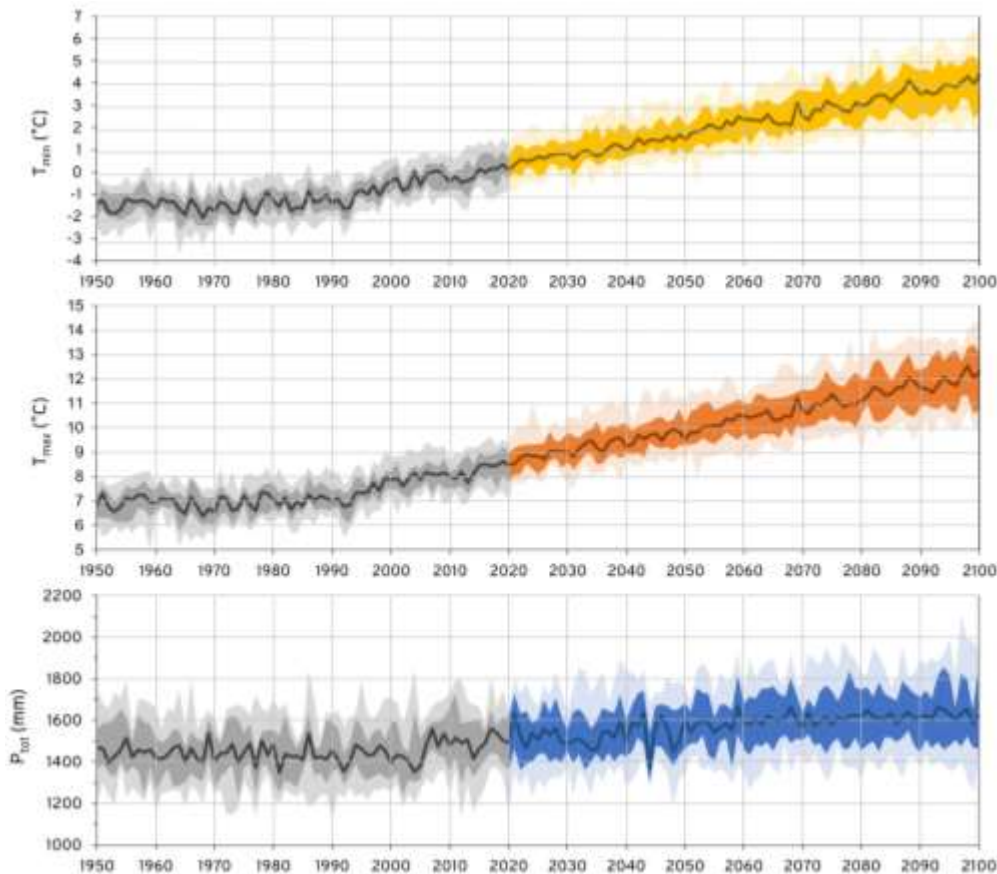
Impact de l'occupation du sol sur les ressources en eau

No.	Type	Gain ou perte de milieux naturels (km ²)	Changement par rapport à la situation actuelle			
			Recharge	Ruissellement	Débit d'étiage (indice Q ₁₀)	Débit de crue (indice Q ₉₀)
1	Historique	+60	+12 %	-20 %	+25 %	-16 %
2	Naturalisation	+19	+2 %	-4 %	-3 %	-13 %
3	Urbanisation	-53	-2 %	-6 %	-6 %	+3 %
4		-144	-17 %	+21 %	-41 %	+6 %
5		-144	-20 %	+26 %	-41 %	+7 %



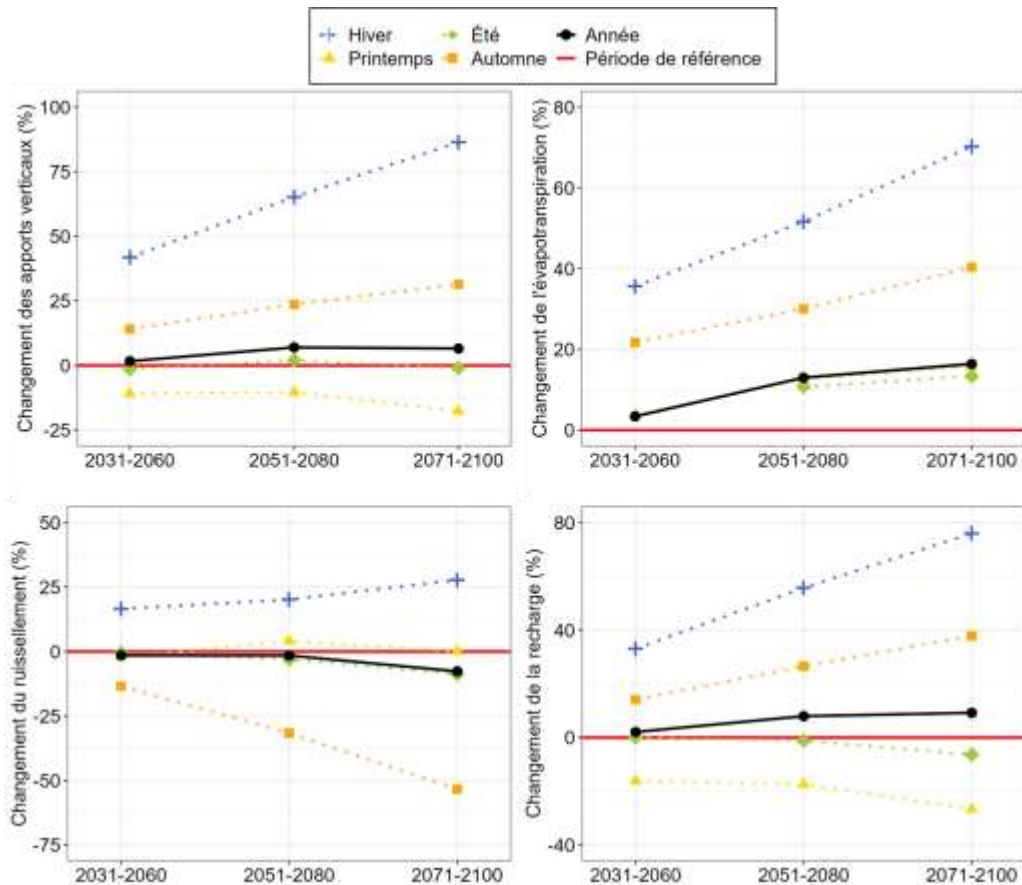
Impact des changements climatiques sur les ressources en eau

- Utilisation de 28 scénarios climatiques de la 6^e génération de modèles (CMIP6)
- À l'horizon 2071-2100, les scénarios prévoient une augmentation de **3.7 °C** et **4.0°C** des températures journalières maximales et minimales respectivement, et une hausse de **140 mm** des précipitations annuelles totales



Impact des changements climatiques sur les ressources en eau

- 💧 Peu de changement à l'échelle annuelle
- 💧 Changements saisonniers très marqués



3 - Activité en sous-groupes (45 min)

1. Tour de table
2. Lectures de cartes et graphiques
 - Impacts des changements d'occupation du sol sur le bilan hydrique
 - Impacts des changements climatiques sur le bilan hydrique





PAUSE-CAFÉ
De retour à 14h30

ACTIVITÉ 4

Vulnérabilité des ressources en eau



Présentation
magistrale



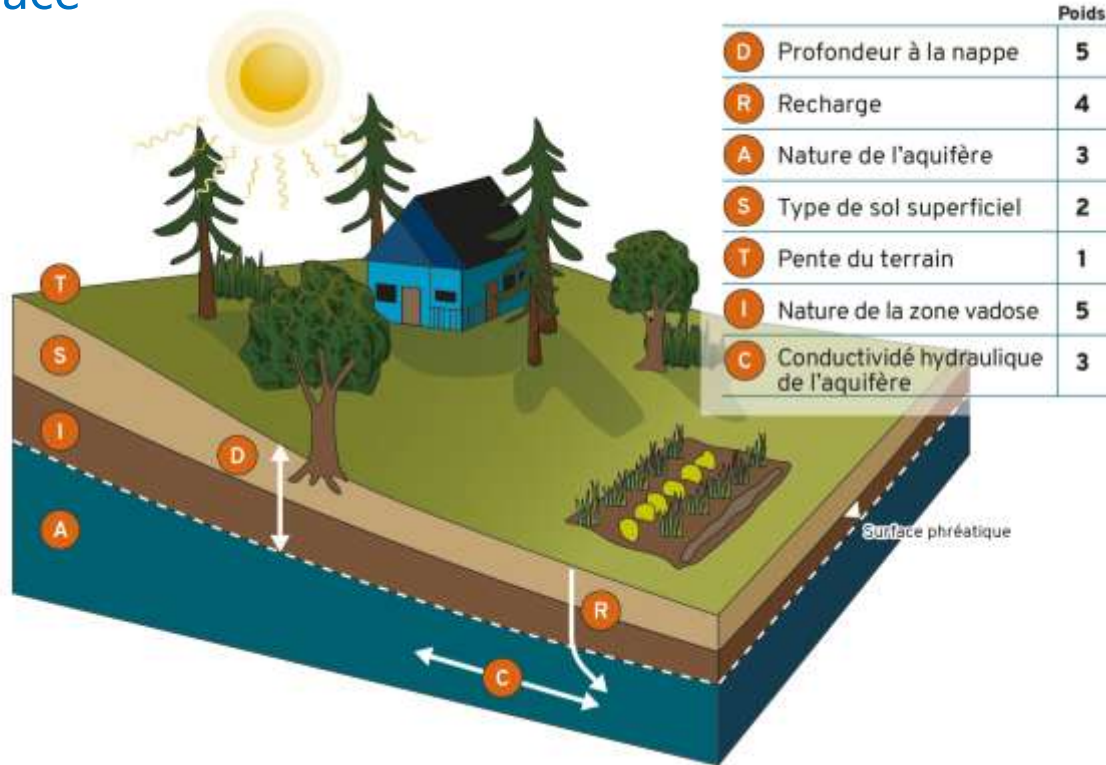
Activité en
sous-groupes



Échange en
grand groupe

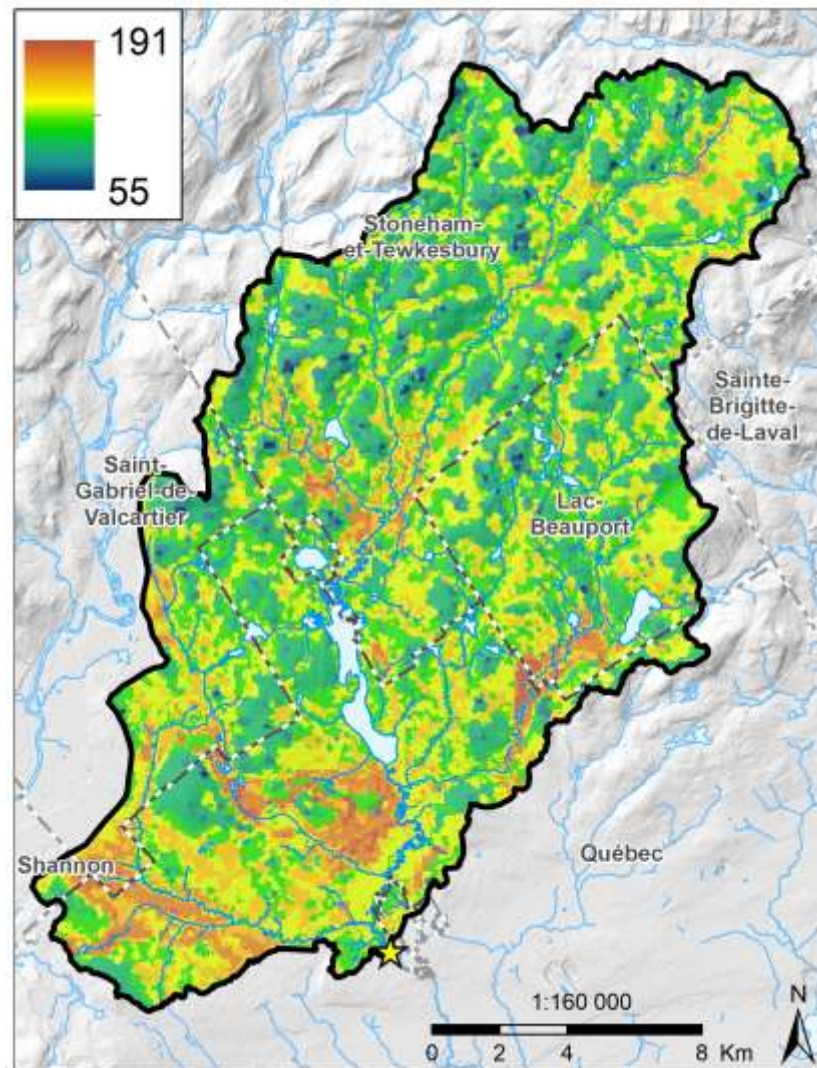
DRASTIC

Sensibilité de l'eau souterraine à une contamination provenant de la surface



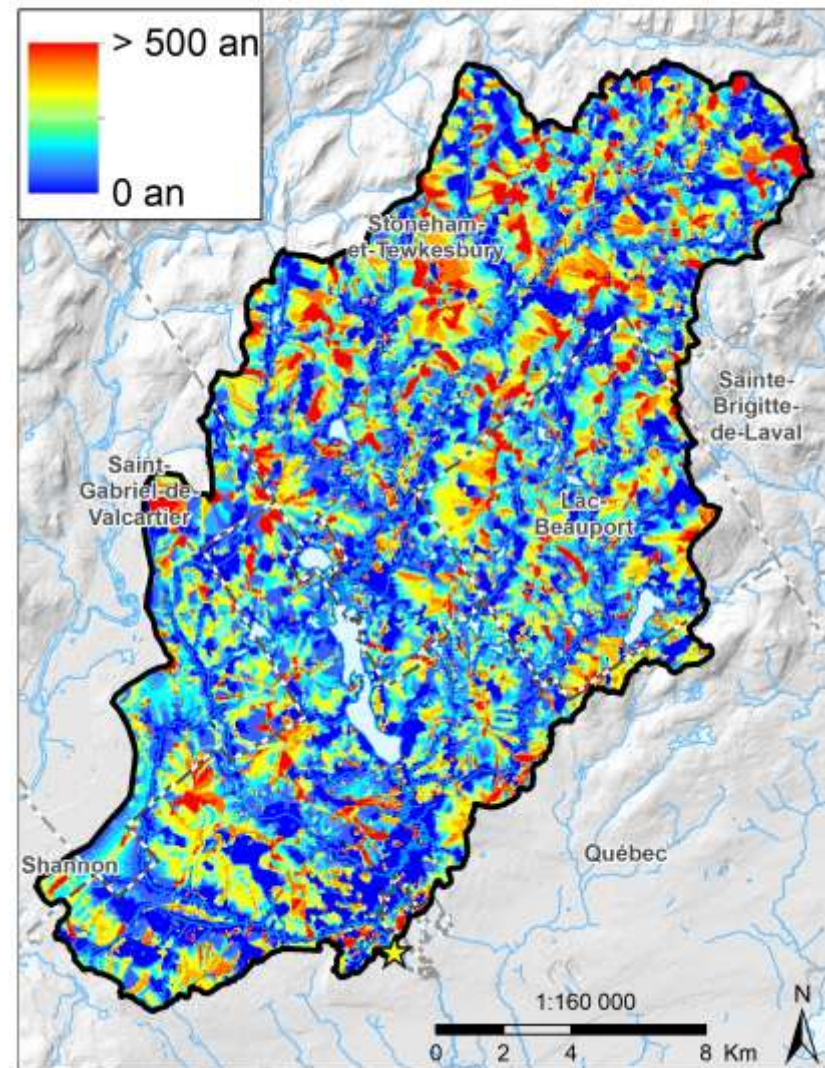
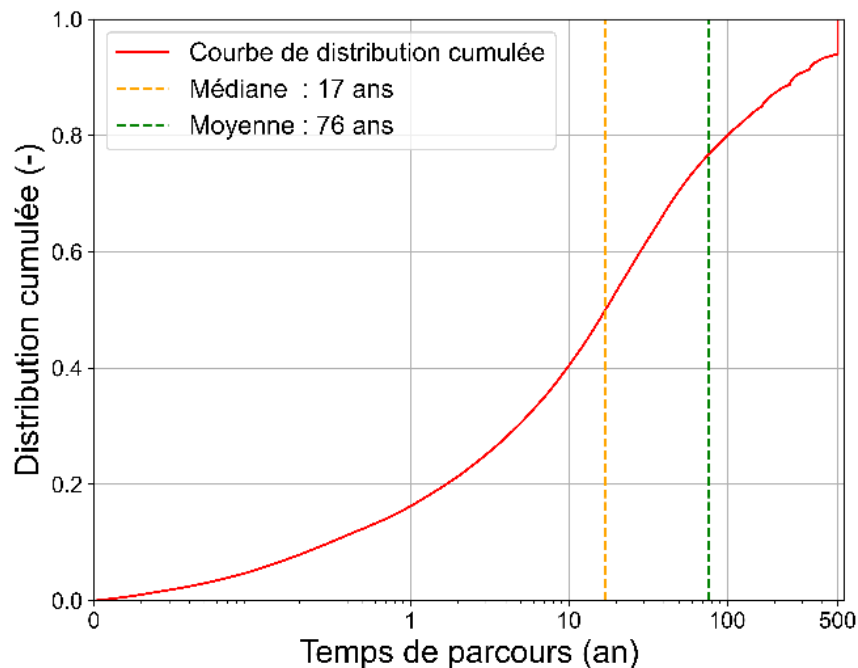
DRASTIC

- 💧 75 % du territoire est vulnérable (> 100)
- 💧 20 % du territoire est très vulnérable (> 140)
- 💧 Les zones les plus vulnérables sont dans les vallées, où la nappe superficielle se situe dans les aquifères de dépôts meubles
- 💧 Les zones les moins vulnérables sont en zone montagneuse au nord où la nappe profonde se situe dans les aquifères de roc fracturé



Temps de parcours de l'eau souterraine

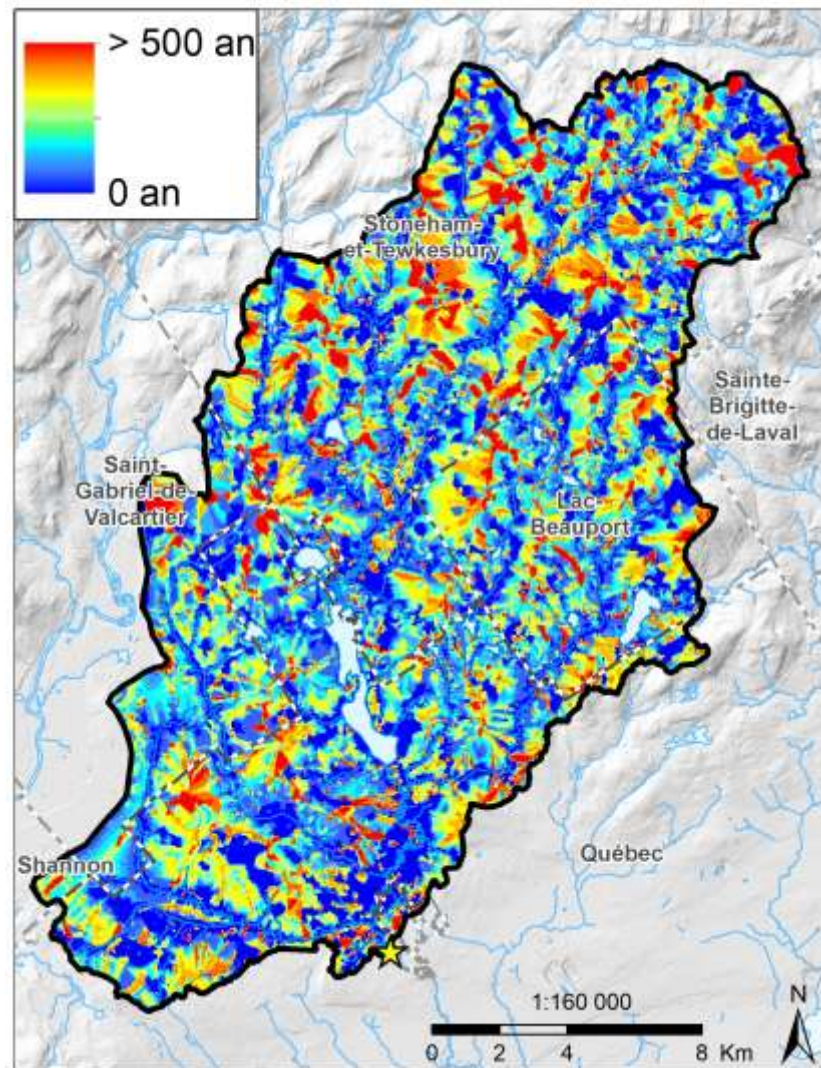
Le plus lent le parcours de l'eau souterraine, le
meilleur le potentiel d'atténuation d'un contaminant



Temps de parcours de l'eau souterraine

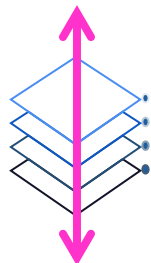
Le plus lent le parcours de l'eau souterraine, le
meilleur le potentiel d'atténuation d'un contaminant

- 💧 Recharge à < 500 m du reseau hydro :
-> 50 % des particules font résurgence en
7 ans ou moins
- 💧 Recharge à > 500 m du reseau hydro :
-> 50 % des particules font résurgence en
34 ans ou moins



4 - Activité en sous-groupes (50 min)

1. Tour de table
2. Lier les cartes vues précédemment pour repérer les zones les plus vulnérables du bassin versant avec un acétate.



1. **Mission d'un vilain** : utiliser l'atlas pour contaminer la source d'eau potable
2. **Mission d'un gentil** : utiliser l'atlas pour protéger la quantité de la ressource en eau



4 - Activité en sous-groupes (50 min)

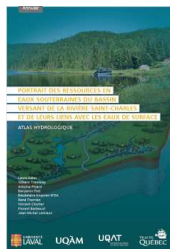
Scénario 1: vous êtes un personnage très vilain et vous souhaitez contaminer la source d'eau potable de la ville de Québec. Vous n'avez pas accès au réseau hydrographique. Votre plan consiste donc à déposer un contaminant à la surface du sol.

Quelles cartes du super atlas allez-vous utiliser pour cibler les endroits où vous aurez le plus d'impact ?



4 - Activité en sous-groupes (50 min)

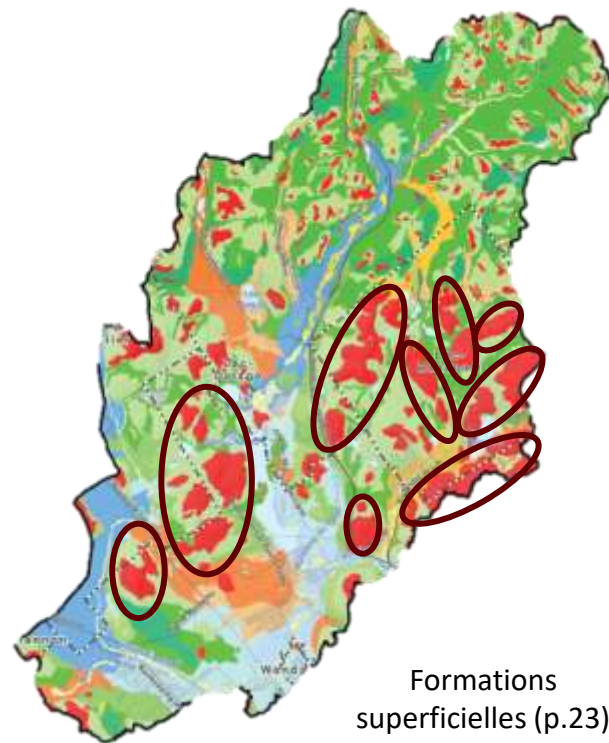
1. Identifier les cartes utiles à votre mission
2. À l'aide des légendes des cartes retenues, identifier les caractéristiques qui traduisent **une vulnérabilité élevée à la contamination**
3. Localiser les zones qui correspondent à vos critères et tracez-les sur l'acétate.



4 - Activité en sous-groupes (50 min)

EXEMPLE: 1^{ère} notion

Dépôts de versant	Sédiments organiques	Sédiments alluviaux	Sédiments marins
 Cg Dépôts de glissement de terrain	 Ot Sédiments de tourbières	 Ap Alluvions actuelles	 Mi Sédiments intertidaux
 C Dépôts de versant non différenciés	 Om Sédiments de marécages et de marais	 At Alluvions des terrasses fluviales	 Md Sédiments deltaïques et prodeltaïques
	 O Sédiments organiques non différenciés		 Mb Sédiments littoraux et pré-littoraux
Sédiments fluvioglaciaires	Sédiments glaciaires	Substrat rocheux	
 Go Sédiments d'épandage proglaciaire subaérien	 Tf Till de fusion ou d'ablation	 R Roche non différenciée	
 Gs Sédiments d'épandage proglaciaire subaquatique	 Trm Till remanié en couverture discontinue		
 Gx Sédiments juxtaglaciaires	 Tr Till remanié en couverture continue		
 G Sédiments proglaciaires non différenciés	 Tc Till en couverture généralement continue		
	 Tm Till en couverture mince et discontinue		



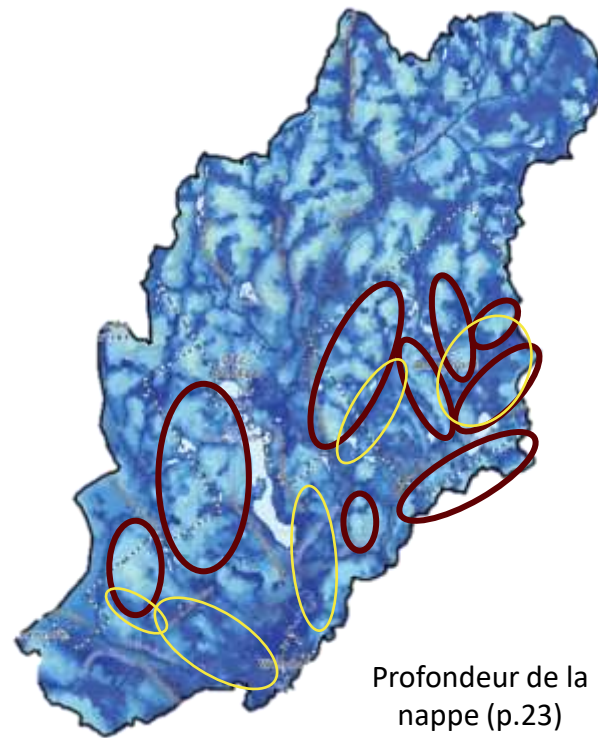
Formations
superficielles (p.23)

Atelier 2

4 - Activité en sous-groupes (50 min)

EXEMPLE: 2^e notion

Profondeur de la nappe (m)

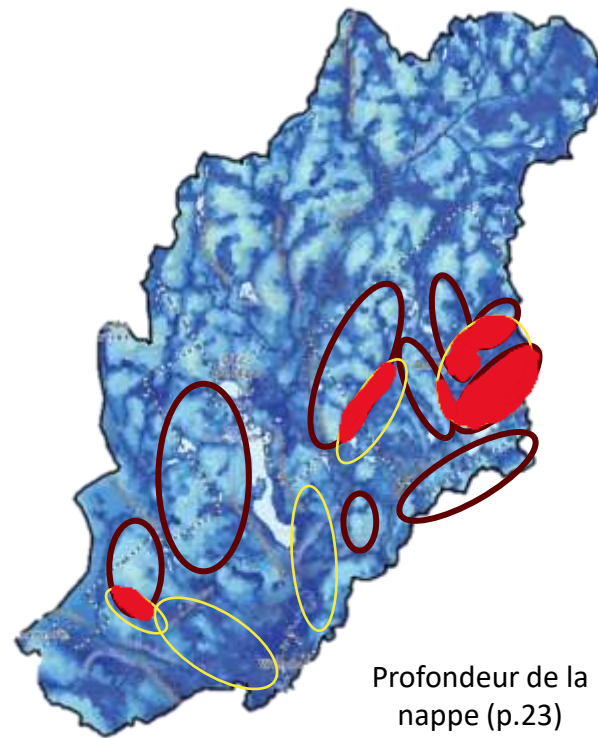


4 - Activité en sous-groupes (50 min)

EXEMPLE: 2^e notion

Les zones communes à tous les critères correspondent aux endroits à cibler

Profondeur de la nappe (m)



4 - Activité en sous-groupes (50 min)

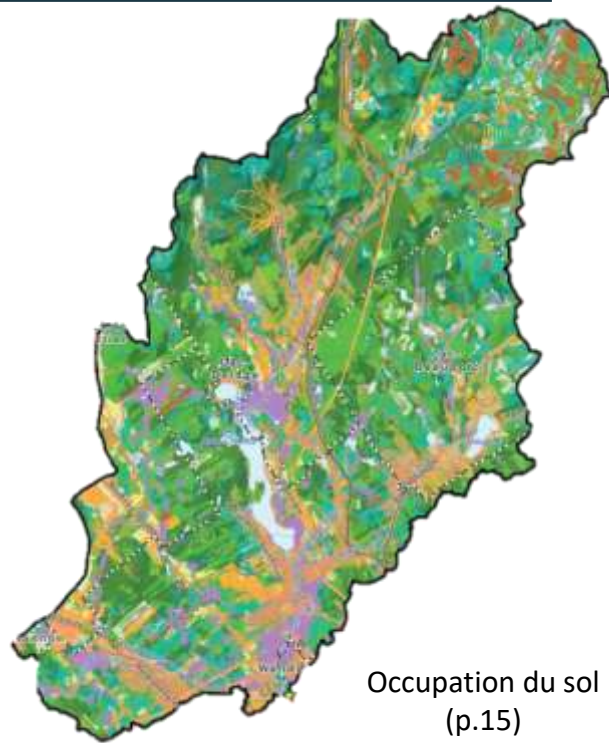
Scénario 2: Vous êtes un personnage qui souhaitez protéger la quantité d'eau à la prise d'eau.

Quelles sont les parties du territoire que vous souhaitez protéger pour garantir un débit suffisamment élevé à la prise d'eau ?



4 - Activité en sous-groupes (50 min)

1. Identifier les cartes utiles à votre mission
2. À l'aide des légendes des cartes retenues, identifier les caractéristiques qui permettent de prioriser **les zones à protéger pour préserver la quantité de la ressource en eau**
3. Localiser les zones qui correspondent à vos critères et tracez-les sur l'acétate.



Occupation du sol
(p.15)

Est-ce que ça va ?



4 - Activité en grand groupe (30 min)

1. Présentation des résultats de l'équipe de recherche de la carte des zones vulnérables à prioriser pour la protection de la ressource
2. Échanges sur les résultats

Vulnérabilité de la qualité de l'eau de la source d'eau potable

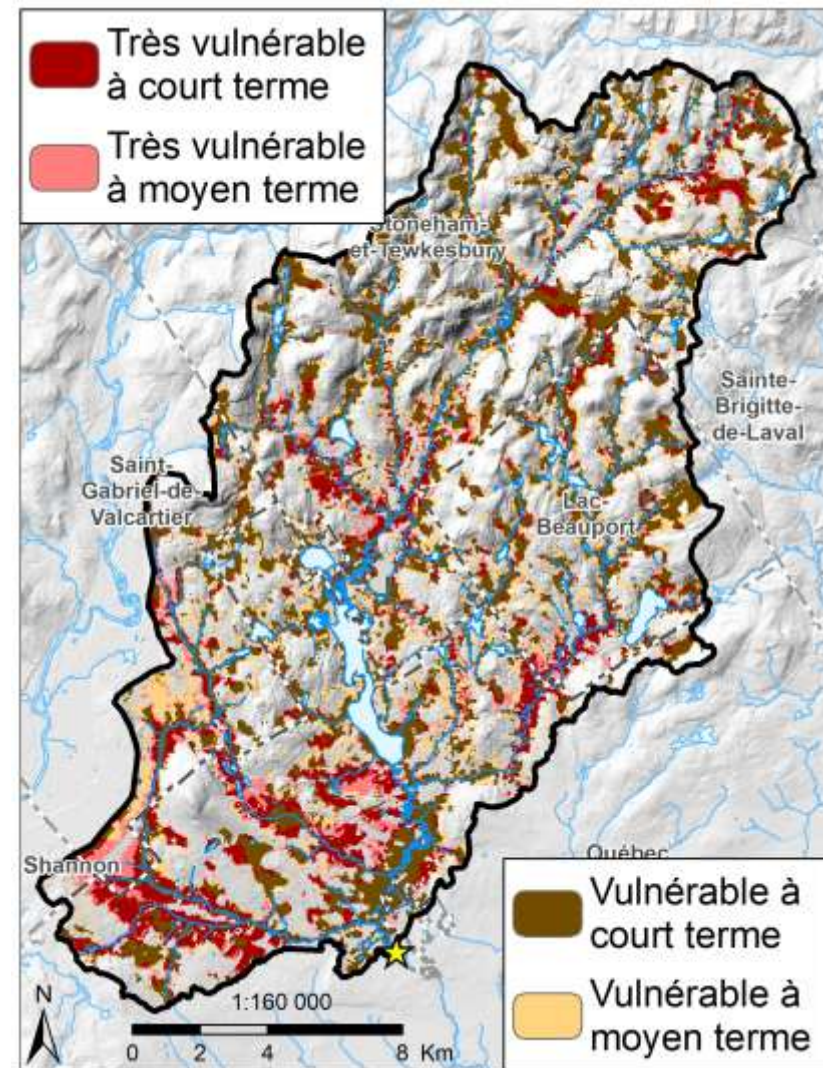
Combinaison de DRASTIC et du temps de parcours de l'eau souterraine

Vulnérable = indice DRASTIC > 100

Très vulnérable = indice DRASTIC > 140

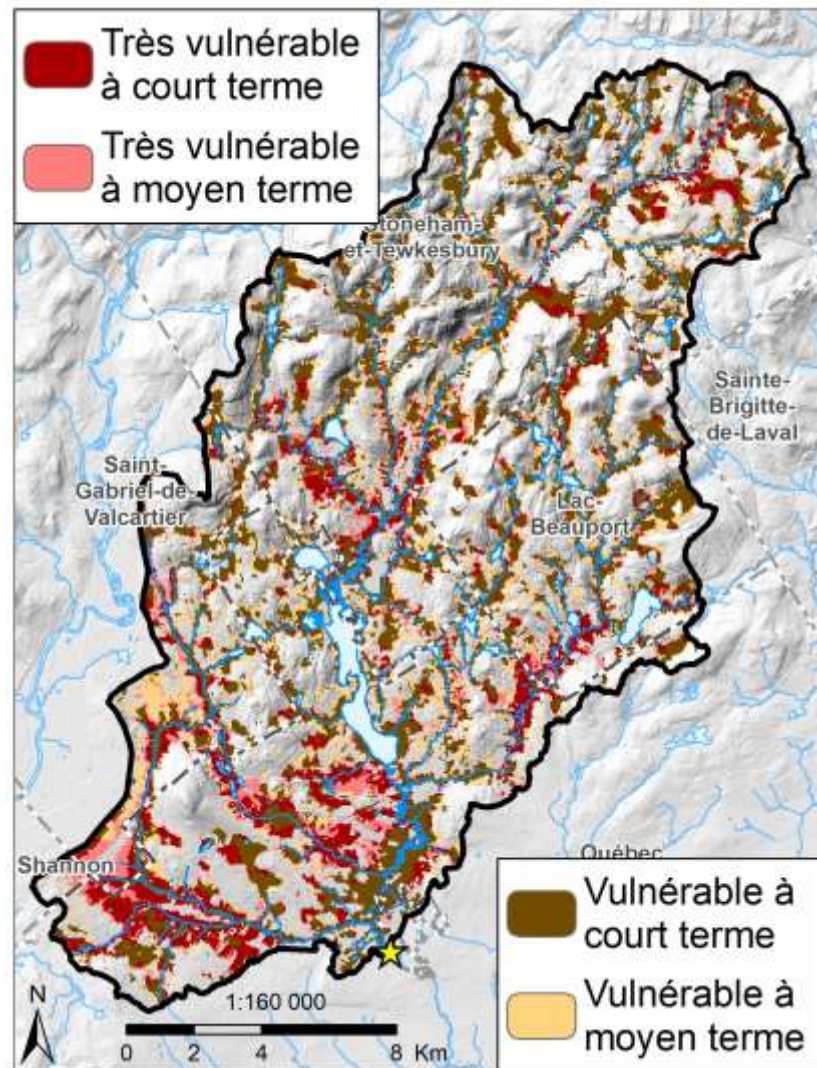
Court terme = temps de parcours < 5 yrs

Moyen terme = temps de parcours < 20 yrs



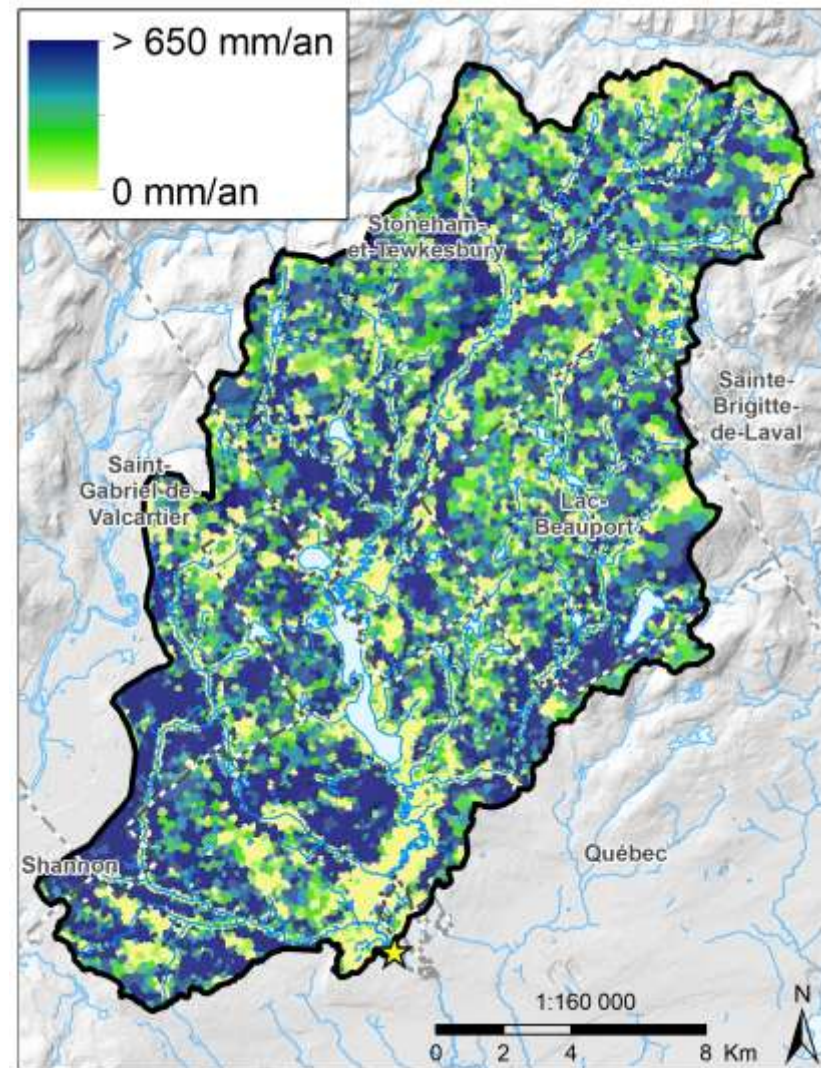
Vulnérabilité de la qualité de l'eau de la source d'eau potable

- 24 % du territoire sélectionné
- 10 % du territoire très vulnérable à court terme
- 58 % des zones anthropiques dans les zones vulnérables
- 75 % des zones vulnérables à < 200 m du réseau hydrographique



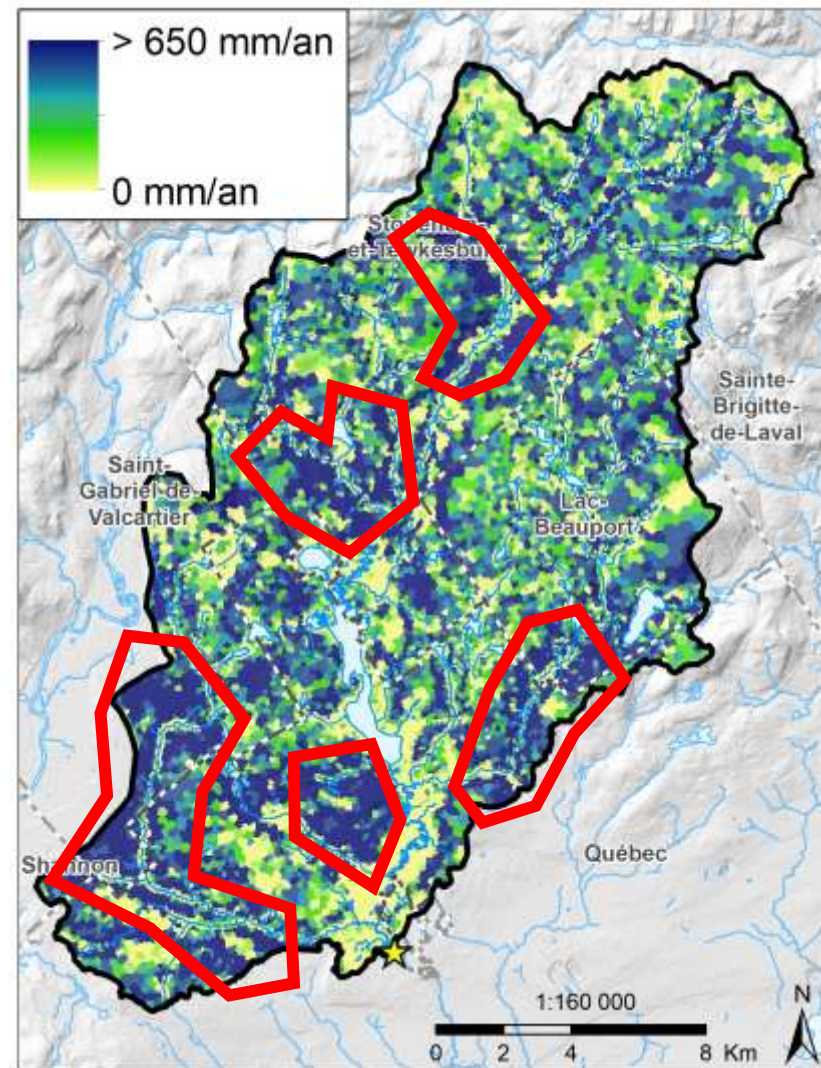
Vulnérabilité de la quantité d'eau de la source d'eau potable

- Recharge moyenne : 502 mm/an
= 36 % des précipitations annuelles
- 41 % du territoire représente 80 % de la recharge totale du bassin versant



Vulnérabilité de la quantité d'eau de la source d'eau potable

- 💧 Recharge moyenne : 502 mm/an
= 36 % des précipitations annuelles
 - 💧 41 % du territoire représente 80 % de la recharge totale du bassin versant
-  Zones préférentielles correspondent aux aquifères de dépôt meubles d'intérêt régional



4 - Activité en grand groupe (30 min)

1. Présentation des résultats de l'équipe de recherche de la carte des zones vulnérables à prioriser pour la protection de la ressource
2. Échanges sur les résultats
 - Que pensez-vous de ces résultats ?
 - Comment ces nouvelles connaissances pourront-elles vous être utiles ?
 - Pensez-vous pouvoir intégrer ces nouvelles connaissances dans le cadre de vos responsabilités?



Suite du projet et mot de la fin

Merci !!

