

# Atelier 2- Formule webinaire

Comprendre les données du projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines

## PACES Estrie



# Activité 1

Où en est rendu le  
PACES? Vers où va-t-on?

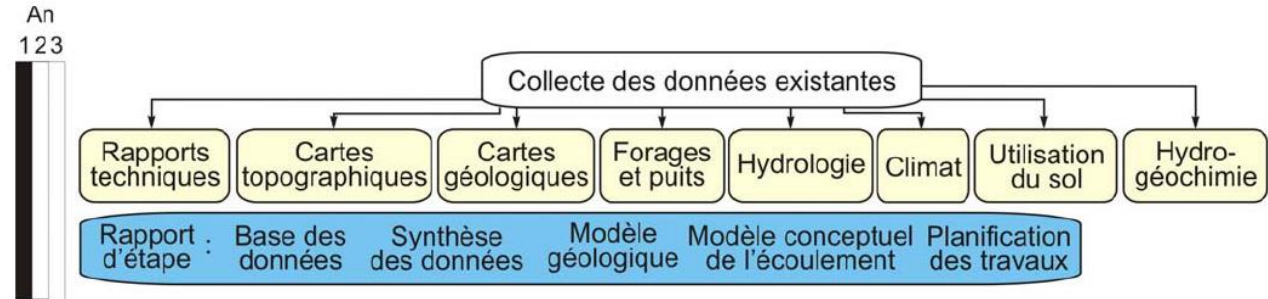
Durée: 30 min

# **1. Les actions réalisées dans la dernière année**

# Phases de réalisation: rappel

**Phase 1 - 2018-2019**

**Complétée**



- Atelier de transfert #1 du RQES au début du projet
- Réunion du comité de suivi
- Inventaire des données existantes sur l'Estrie
- Construction de la base de données
- Livrables cartographiques préliminaires
- Planification du programme de caractérisation
- **Rapport de la phase 1 (septembre 2019)**
  - ↳ *Disponible sur le site internet du COGESAF*

# Phases de réalisation: rappel

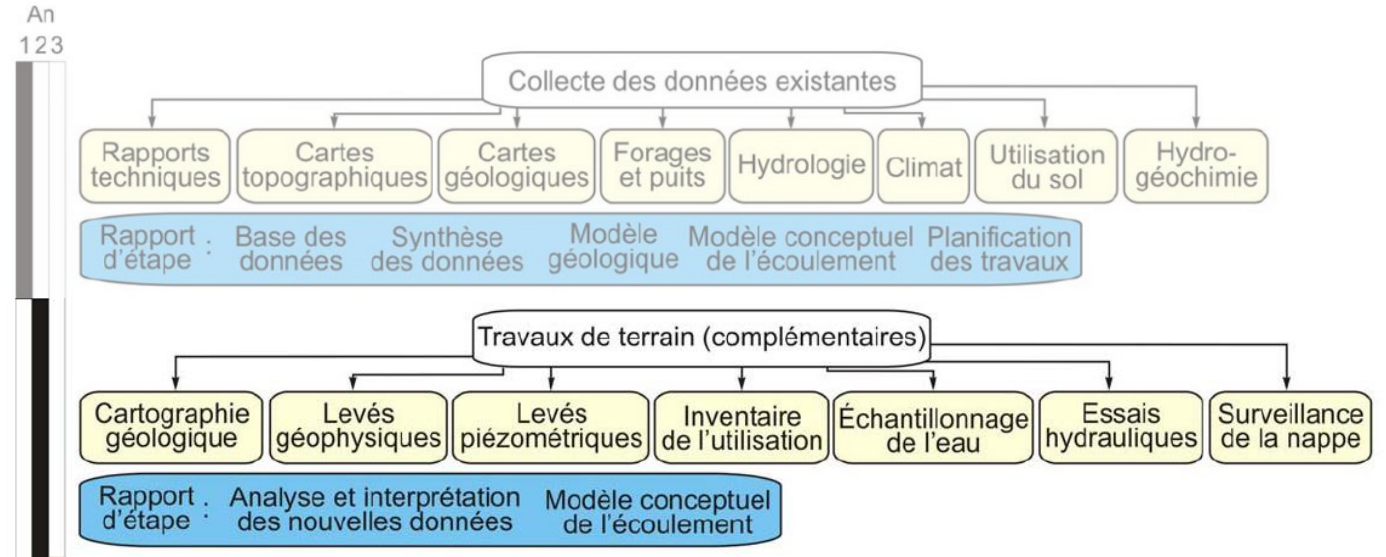
Phase 1 - 2018-2019

Complétée



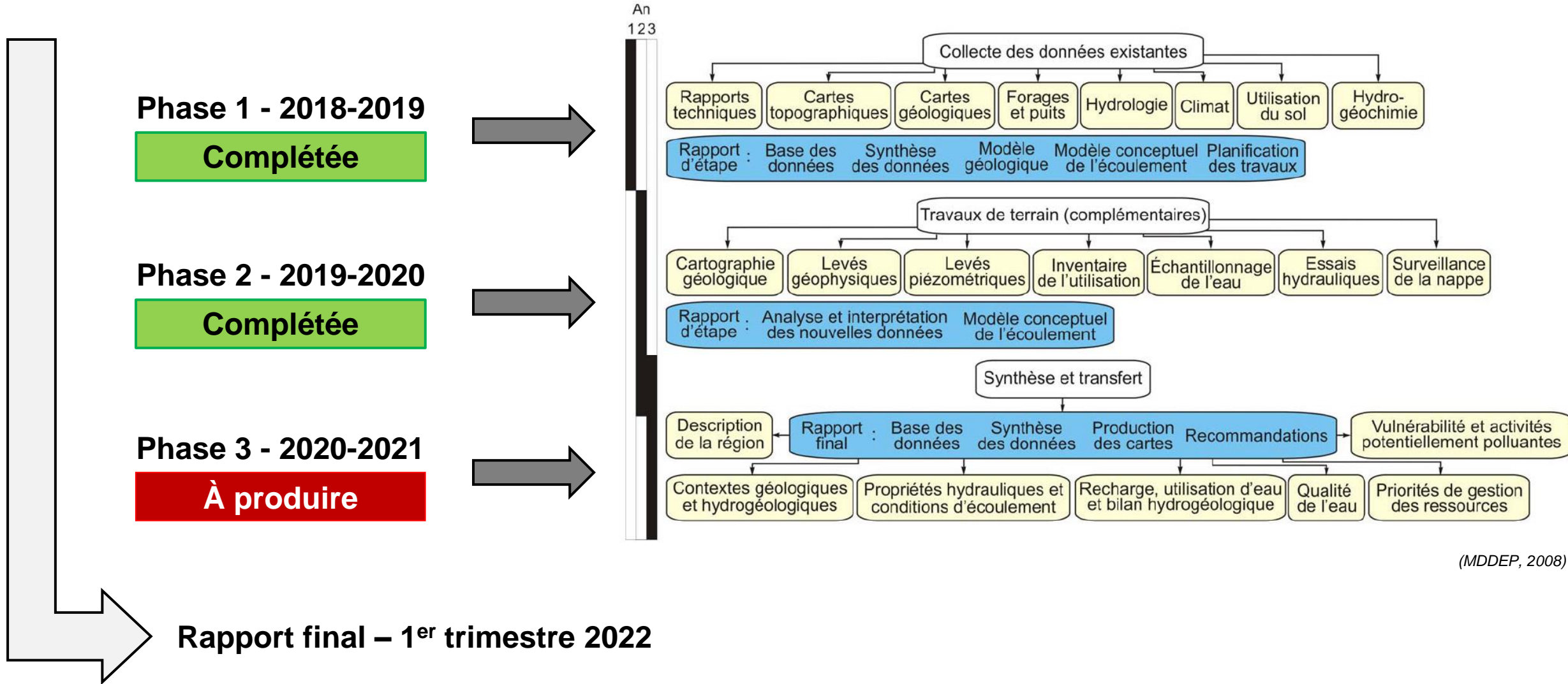
Phase 2 - 2019-2020

Complétée



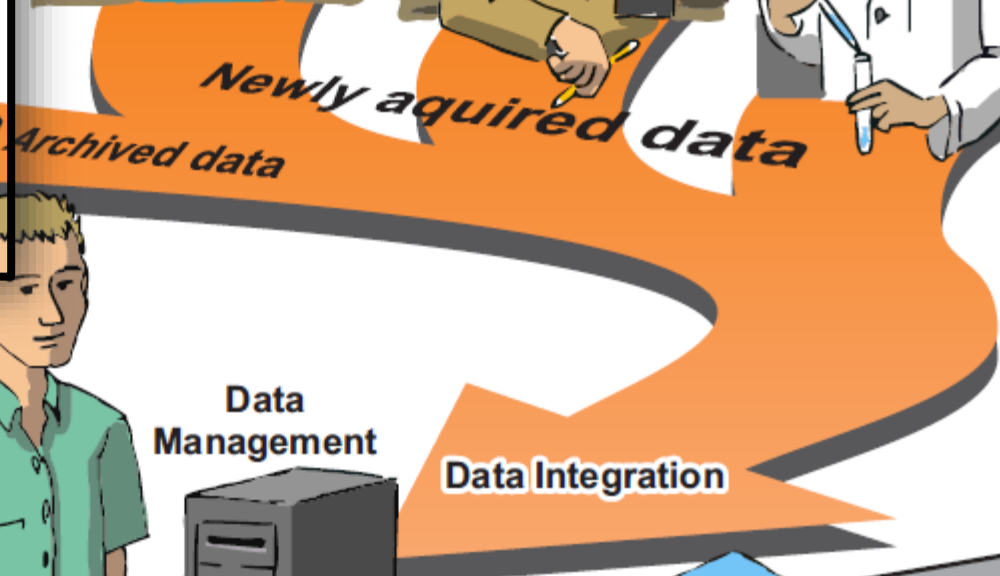
- Forages à l'été 2019 de 10 puits d'observation pour compléter le RSESQ
- Échantillonnage d'eau de 180 puits à l'été 2019
- Interprétation des analyses chimiques et isotopiques de l'eau souterraine dont 15 puits municipaux
- Saisie des données de rapports hydrogéologiques
- Mise à jour de la carte des dépôts meubles et du modèle géologique 3D des sédiments
- **Rapport de la phase 2 (juin 2020)**
  - ↳ Disponible sur le site internet du COGESAF

# Phases de réalisation: rappel



# Les données compilées

Phase 1



Plan! Manage before collecting!  
Don't re-invent the wheel!



Data Management

Data Integration

Intégration  
Interprétation  
Modélisation



Research products

# Les données compilées

- ❑ Dans le cadre d'une caractérisation hydrogéologique régionale, la **grande majorité des informations provient de données déjà existantes** qu'il faut compiler, trier et analyser
  
- ❑ La compilation des données existantes sert d'abord à **définir les conditions hydrogéologiques** :
  - Carte générales (topographie, hydrologie, utilisation du territoire) : contexte de la région
  - Cartes géologiques du roc et des dépôts meubles : conditions géologiques de la région
  - Descriptions des forages : nature et épaisseur des dépôts meubles, évaluation du potentiel aquifère (particulièrement dans les vallées enfouies de l'Estrie)
  - Niveaux d'eau souterraine : carte piézométrique permettant de définir l'écoulement régional de l'eau souterraine
  - Analyses chimiques de l'eau souterraine : identification des problématiques liées à la qualité de l'eau souterraine
  
- ❑ Ce portrait préliminaire permet aussi de **planifier les travaux de terrain** à réaliser :
  - Forages pour compléter le réseau de suivi de l'eau souterraine (RSESQ)
  - Échantillonnage de l'eau souterraine

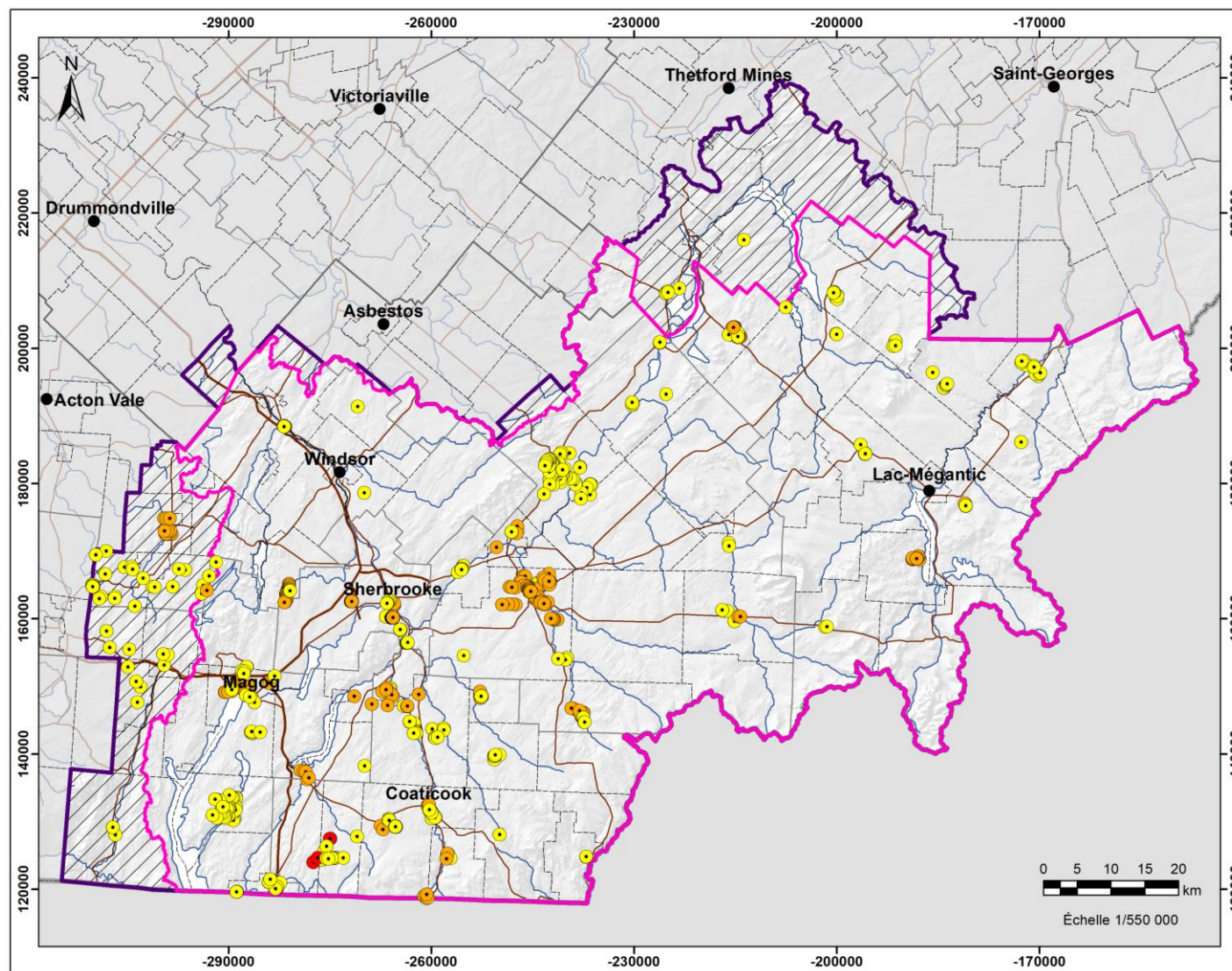


# Phase 1 : Les données compilées

## □ Activité 1 : Compilation des rapports municipaux

### □ Bilan au 1<sup>er</sup> avril 2020 :

- 210 rapports
- 48 municipalités
- **719 données** :
  - Stratigraphiques
  - Analytiques
  - Hydrauliques
  - Piézométriques
  - Aires de protection



**Carte 1.13**  
Données ponctuelles extraites des rapports existants des firmes de consultants en hydrogéologie

#### Thématique

##### Types de données ponctuelles

- Puits
- Sondage
- Source

#### Fond cartographique

##### Zone d'étude

- Limite de la zone d'étude non-couverte par les anciens PACES
- Limite de la zone d'étude couverte par le PACES Estrie
- Zone commune avec les anciens PACES

##### Limites administratives

- Frontière internationale
- Limite de région administrative
- Limite de municipalité régionale de comté
- Limite de municipalité

##### Réseau routier principal

- Autoroute
- Route nationale ou régionale

##### Réseau hydrographique

- Étendue d'eau
- Cours d'eau

# Phase 1 : Les données compilées

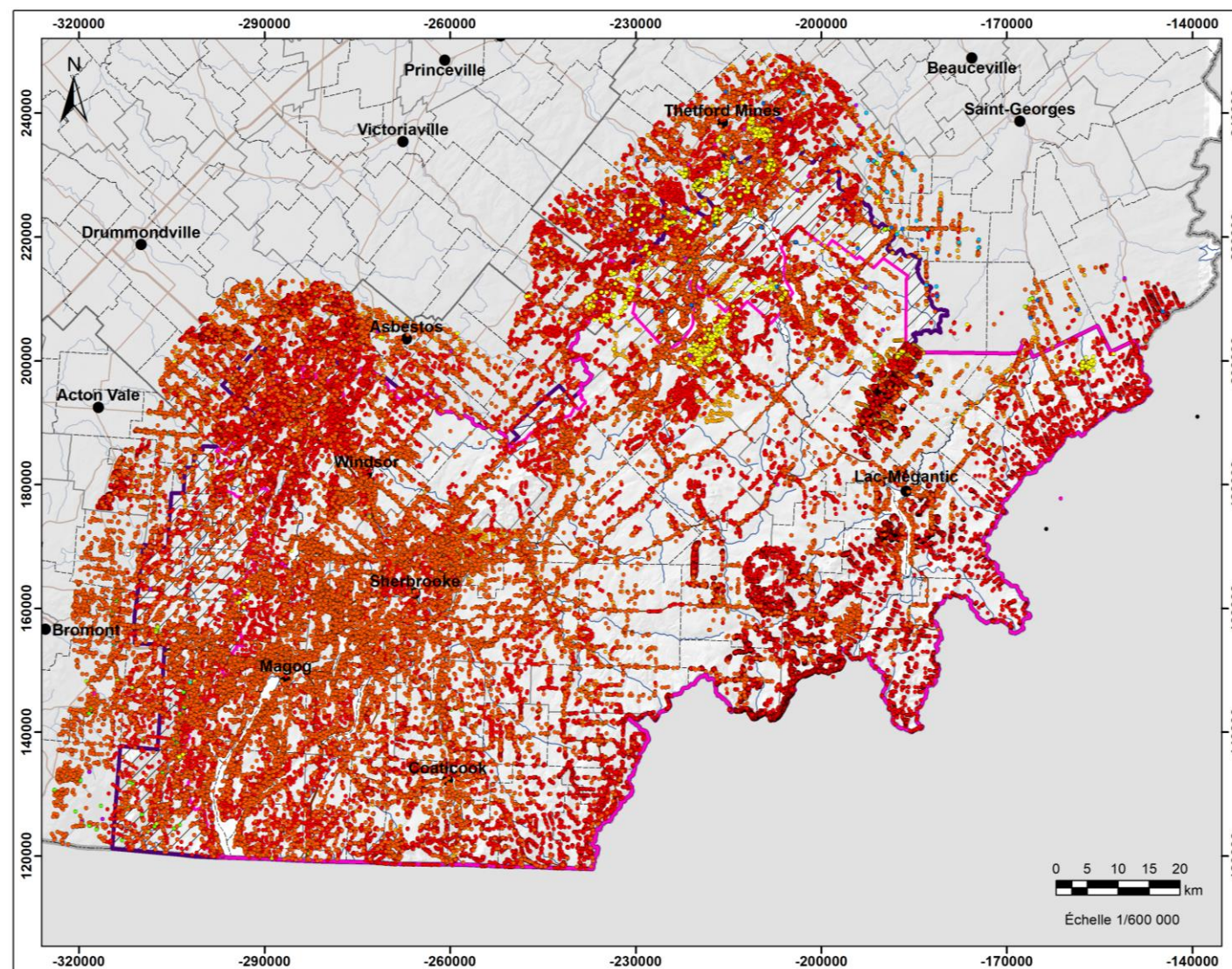
## □ Activité 2 : Intégration des données dans une BD

### □ Bilan au 1<sup>er</sup> juin 2020 :

- **92 755 données ponctuelles**

### □ Poursuite des travaux lors de la phase 3 du projet (2020-2021) :

- Intégrer de nouvelles données (USA)
- Valider les données
- Produire les livrables
- Fournir une BD aux partenaires



**Carte 1.14**

**Ensemble des données ponctuelles intégrées à la base de données du projet**

#### Thématique

##### Sources des données

- Water well database (Maine Geological Survey)
- RSESQ (MELCC)
- Étude hydrogéologique (McCormack)
- PACES Montérégie Est (INRS)
- Évaluation hydrogéologique (HGE)
- Liste d'études et de forages géothermiques (CCÉG)
- Banque de données géotechniques (MTQ)
- PACES Chaudière-Appalaches (INRS)
- Cartographie hydrogéologique (Tecsult)
- Étude hydrogéologique (MERN)
- Note technique (AGEOS)
- Rapports d'hydrogéologues (partenaires et municipalités)
- SIGEOM (MERN)
- BADGEQ (MERN)
- SIH (MELCC)
- Affleurements (Caron)

#### Fond cartographique

##### Zone d'étude

- Limite de la zone d'étude non-couverte par les anciens PACES
- Limite de la zone d'étude couverte par le PACES Estrie
- Zone commune avec les anciens PACES

##### Limites administratives

- Frontière internationale
- Limite de région administrative
- Limite de municipalité régionale de comté
- Limite de municipalité

##### Réseau routier principal

- Autoroute
- Route nationale ou régionale

##### Réseau hydrographique

- Étendue d'eau
- Cours d'eau

# Campagne de terrain

Phase 1

Données existantes diverses



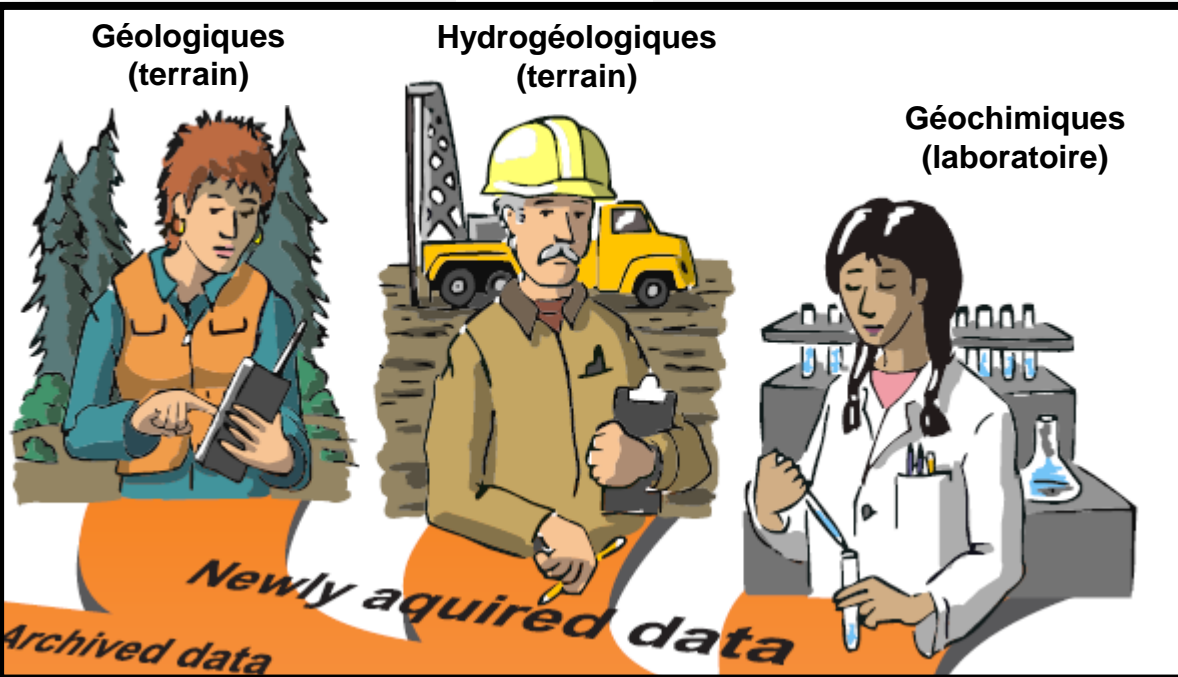
Géologiques (terrain)

Hydrogéologiques (terrain)

Géochimiques (laboratoire)

Newly aquired data

Archived data



Phase 2

Plan! Manage before collecting!  
Don't re-invent the wheel!

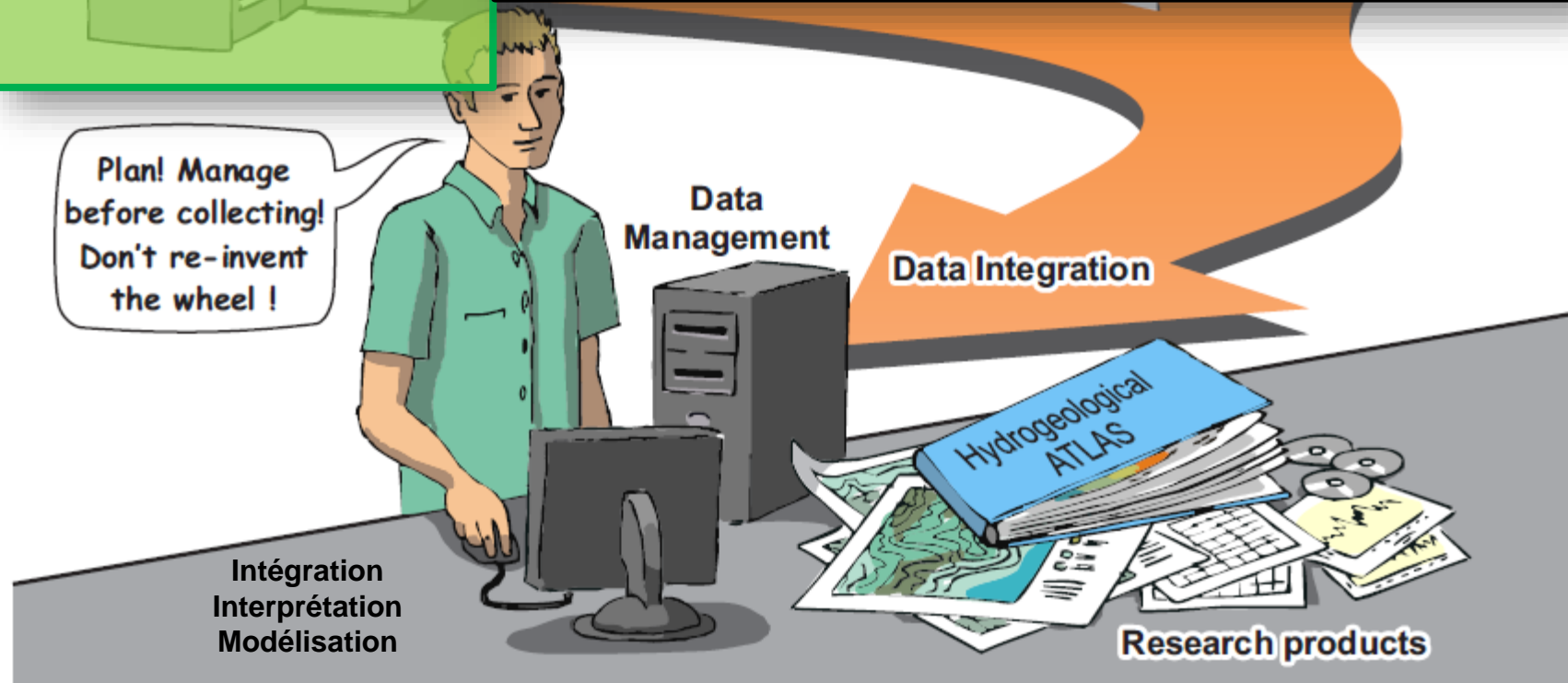
Data Management

Data Integration

Intégration  
Interprétation  
Modélisation

Hydrogeological ATLAS

Research products



# Phase 2 : Campagne de terrain

## □ Activité 1 : Implantation de puits d'observation par forages conventionnels

### □ Travaux :

10 nouveaux puits de suivi

Prof. moy. de 30 m dans le roc



- Sherbrooke -  
Visite préliminaire du site  
(INRS - 4 avril 2019)



- Nantes -  
Visite préliminaire du site  
(INRS - 2 avril 2019)



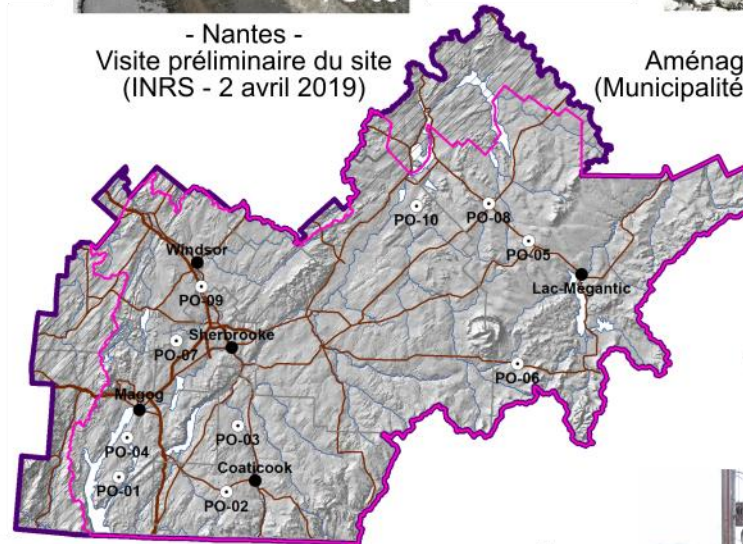
- Stornoway -  
Aménagement de la plate-forme  
(Municipalité de Stornoway - 6 juin 2019)



- Val-Joli -  
Travaux de forage  
(COGESAF - 23 mai 2019)



- Coaticook -  
Reprise d'un ancien puits  
(INRS - 3 avril 2019)



- Magog -  
Visite complémentaire du site  
(COGESAF - 23 avril 2019)



- Canton de Stanstead -  
Validation de l'implantation  
(MELCC - 22 mai 2019)



- Compton -  
Puits finalisé et équipé  
(MELCC - 21 mai 2019)



- Weedon -  
Travaux de forage  
(MELCC - 15 mai 2019)



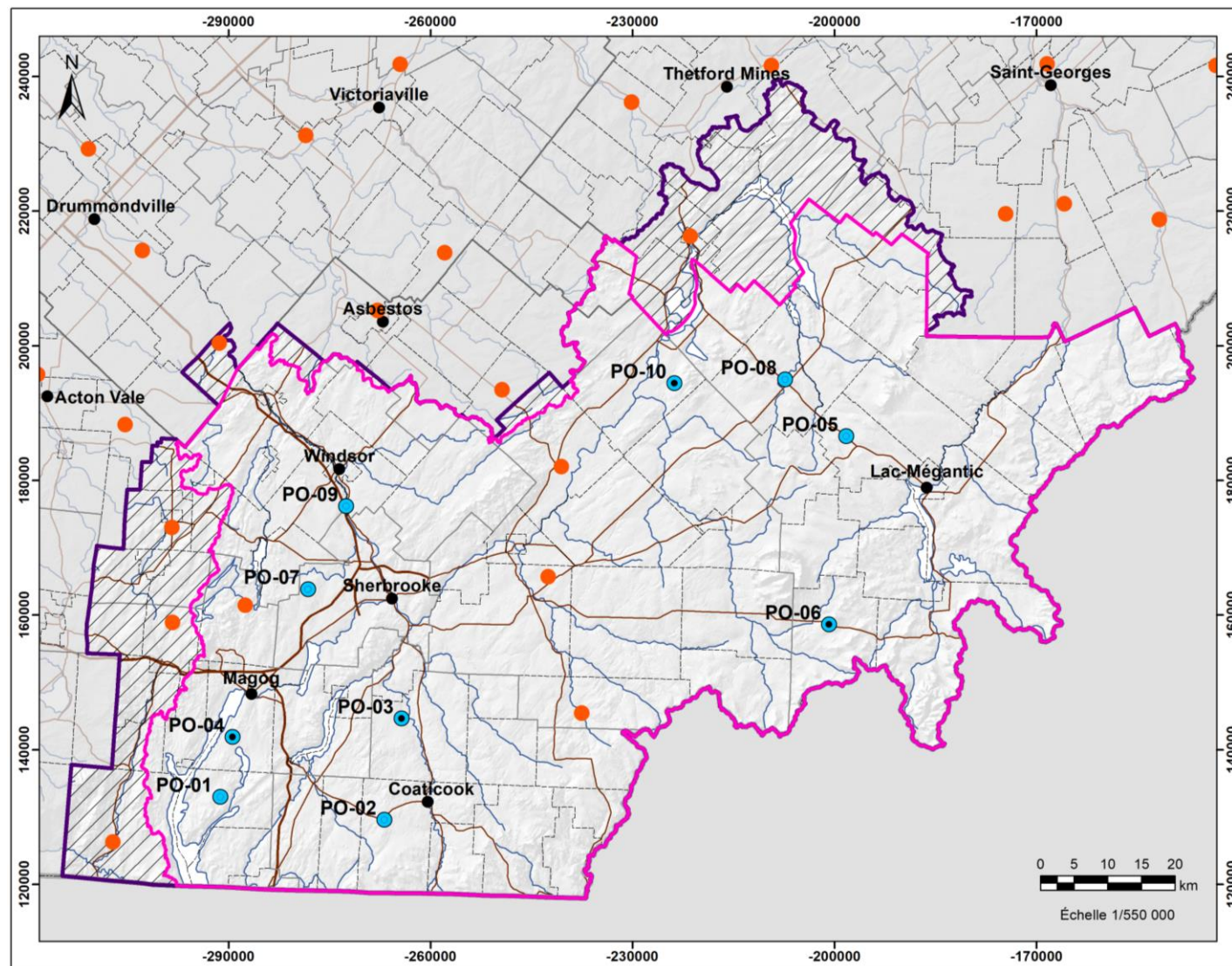
- Notre-Dame-des-Bois -  
Travaux de forage  
(MELCC - 17 mai 2019)

# Phase 2 : Campagne de terrain

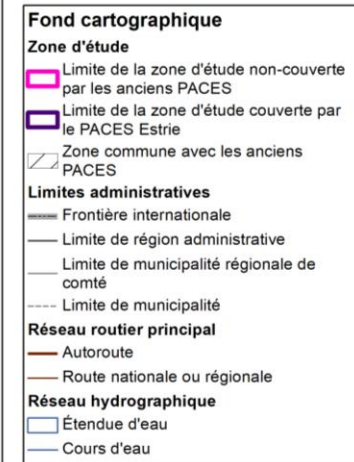
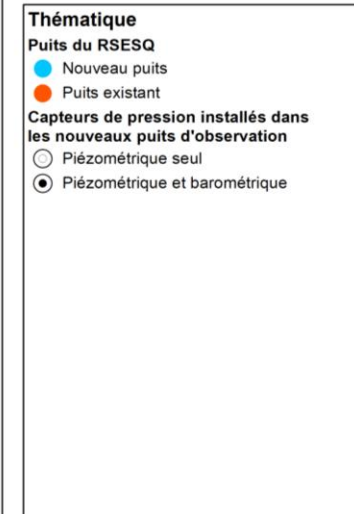
## □ Activité 1 : Implantation de puits d'observation par forages conventionnels

### □ Objectifs :

1. Bonifier le RSESQ (MELCC)
2. Suivre en continu les fluctuations de la nappe (recharge, impact des CC)
3. Obtenir des informations sur la profondeur du roc et sur les unités traversées
4. Échantillonner les eaux souterraines du roc (*activité 2*)



**Carte 1.1**  
Localisation des nouveaux puits d'observation intégrés au RSESQ et des sondes de suivi de la nappe



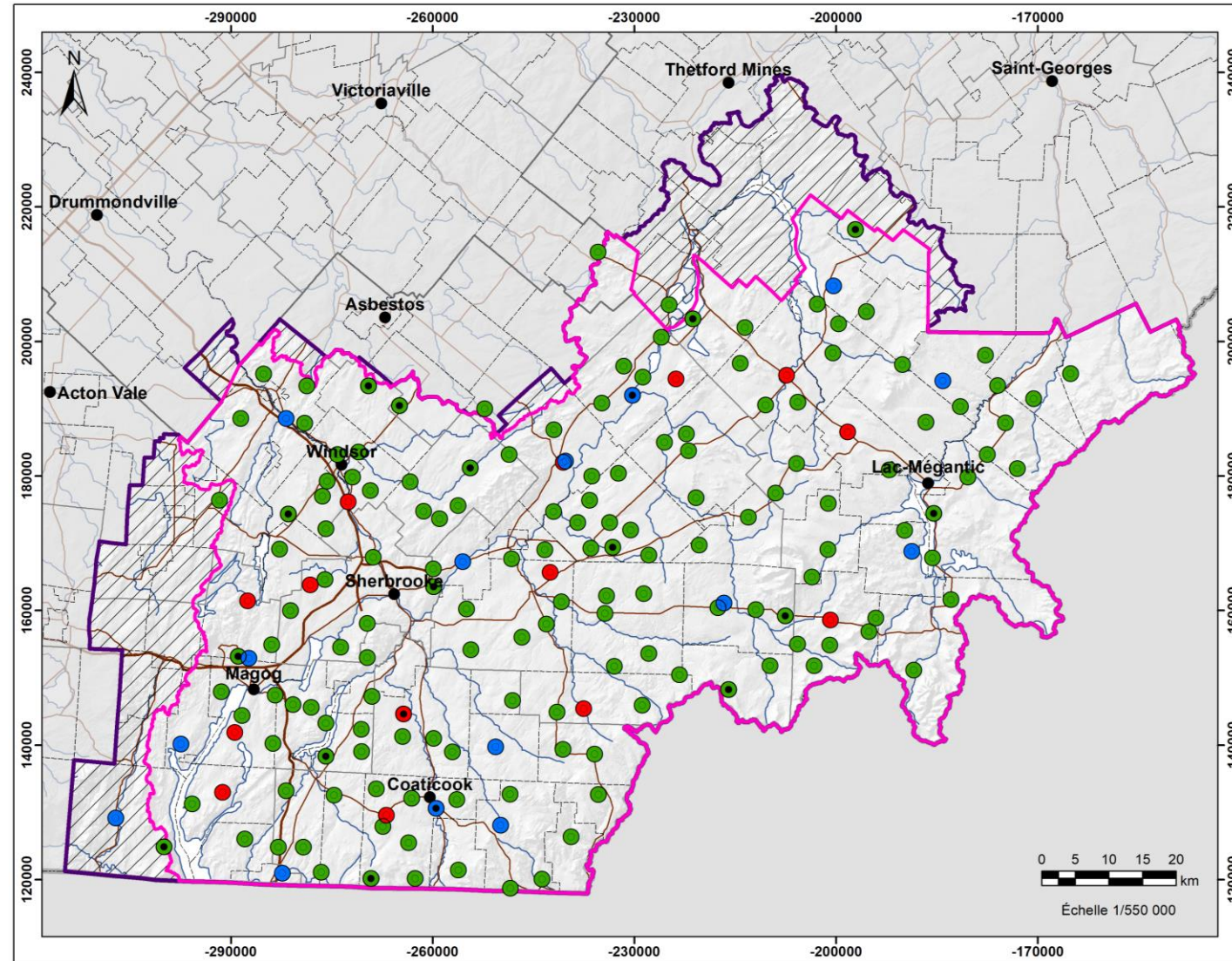
# Phase 2 : Campagne de terrain

## □ Activité 2 : Échantillonnage de l'eau souterraine

### □ Travaux :

- 151 puits domestiques
- 14 puits de suivi (RSESQ)
- 15 puits municipaux

**Total : 180 puits échantillonnés**



**Carte 1.3**  
Position des puits échantillonnés et des duplicatas prélevés lors de la campagne de terrain

### Thématique

#### Types de puits échantillonnés

- Municipal
- Domestique
- De suivi (RSESQ)

#### Types d'échantillons prélevés

- Eau souterraine (sans duplicata)
- Eau souterraine (avec duplicata)

### Fond cartographique

#### Zone d'étude

- ▭ Limite de la zone d'étude non-couverte par les anciens PACES
- ▭ Limite de la zone d'étude couverte par le PACES Estrie
- ▭ Zone commune avec les anciens PACES

#### Limites administratives

- Frontière internationale
- Limite de région administrative
- Limite de municipalité régionale de comté
- Limite de municipalité

#### Réseau routier principal

- Autoroute
- Route nationale ou régionale

#### Réseau hydrographique

- Étendue d'eau
- Cours d'eau

# Phase 2 : Campagne de terrain

## □ Activité 2 : Échantillonnage de l'eau souterraine

### □ Objectifs :

1. Établir un portrait de la qualité des eaux souterraines (problématique spécifique à l'Estrie)
2. Comprendre les mécanismes (naturels ou anthropiques) influençant la géochimie
3. Améliorer la compréhension du système d'écoulement régional grâce à la géochimie

### □ Analyses :

- Géochimie de base
- Carbone/azote total dissous et spéciation de l'As
- Isotopes du carbone et de l'eau
- Tritium
- CFC/SF<sub>6</sub> et gaz dissous



Estrie-400  
Mise en place du matériel sur un site de captage municipal



Estrie-038  
Système de traitement par adoucisseur installé sur un puits domestique



Estrie-300  
Échantillonnage d'un puits du RSESQ avec une pompe submersible



Estrie-076  
Vérification de l'absence de bulle dans un flacon destiné à la datation



Estrie-022  
Séparation des espèces d'arsenic par filtration et piégeage sur cartouches



Estrie-084  
Préparation du matériel utile à l'analyse des gaz nobles et des traceurs environnementaux



Estrie-276  
Préparation des flacons nécessaires à la prise d'un échantillon



Estrie-004  
Mesure des paramètres physico-chimiques sur un puits résidentiel



Estrie-015  
Étiquetage des flacons lors de la purge d'un puits privé



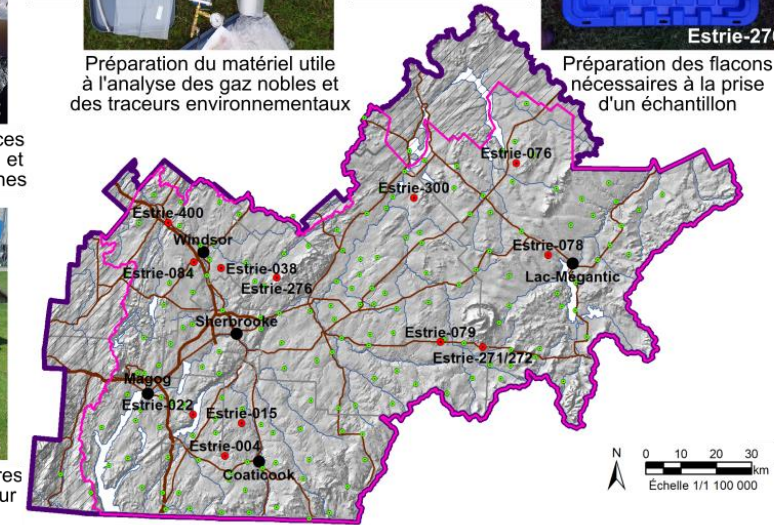
Estrie-079  
Remplissage d'un tube de cuivre pour l'analyse des gaz nobles



Estrie-271/272  
Ajustement du débit de pompage d'un puits privé pour l'échantillonnage



Estrie-078  
Remplissage d'une ampoule métallique pour l'analyse des CFC/SF<sub>6</sub>



# Phase 2 : Autres travaux amorcés

## ❑ Activité 3 : Enquêtes sur l'eau souterraine

### ❑ Enquête 1 :

- *But* : cibler les problématiques locales (qualitatives ou quantitatives) liées à l'eau souterraine identifiées par les acteurs municipaux
- 23 municipalités concernées
- 100 % de répondants au 1<sup>er</sup> avril 2020

### ❑ Enquête 2 :

- *But* : recueillir des informations sur l'usage de l'eau par les municipalités et les industries
- Sondage en ligne sur le site du COGESAF
- 97 municipalités concernées
- 52 % de répondants au 1<sup>er</sup> avril 2020



Sondage toujours disponible

<http://cogesaf.qc.ca/sondage-municipal-paces-estrie>

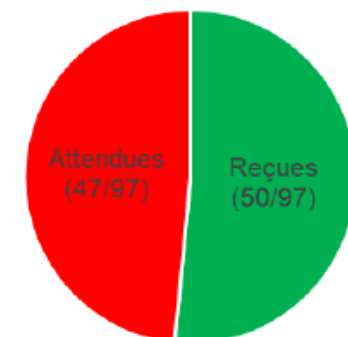
MRC	Nombre total de municipalités ciblées	Réponses reçues	
		Nombre	%
Le Granit	6	6	100
Les Sources	0	0	-
Le Haut-Saint-François	4	4	100
Le Val-Saint-François	2	2	100
Sherbrooke	1	1	100
Coaticook	4	4	100
Memphrémagog	6	6	100
Beauce-Sartigan	0	0	-
Les Appalaches	0	0	-
Arthabaska	0	0	-
<b>PACES Estrie</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>100</b>

MRC	Nombre total de municipalités ciblées	Réponses reçues	
		Nombre	%
Le Granit	20	12	60
Les Sources	4	1	25
Le Haut-Saint-François	14	8	57
Le Val-Saint-François	18	8	44
Sherbrooke	1	1	100
Coaticook	12	9	75
Memphrémagog	17	10	59
Beauce-Sartigan	3	0	0
Les Appalaches	7	1	14
Arthabaska	1	0	0
<b>PACES Estrie</b>	<b>97</b>	<b>50</b>	<b>52</b>

Taux de réponse au 1<sup>er</sup> avril 2020



Taux de réponse au 1<sup>er</sup> avril 2020





# Phase 2 : Autres travaux amorcés

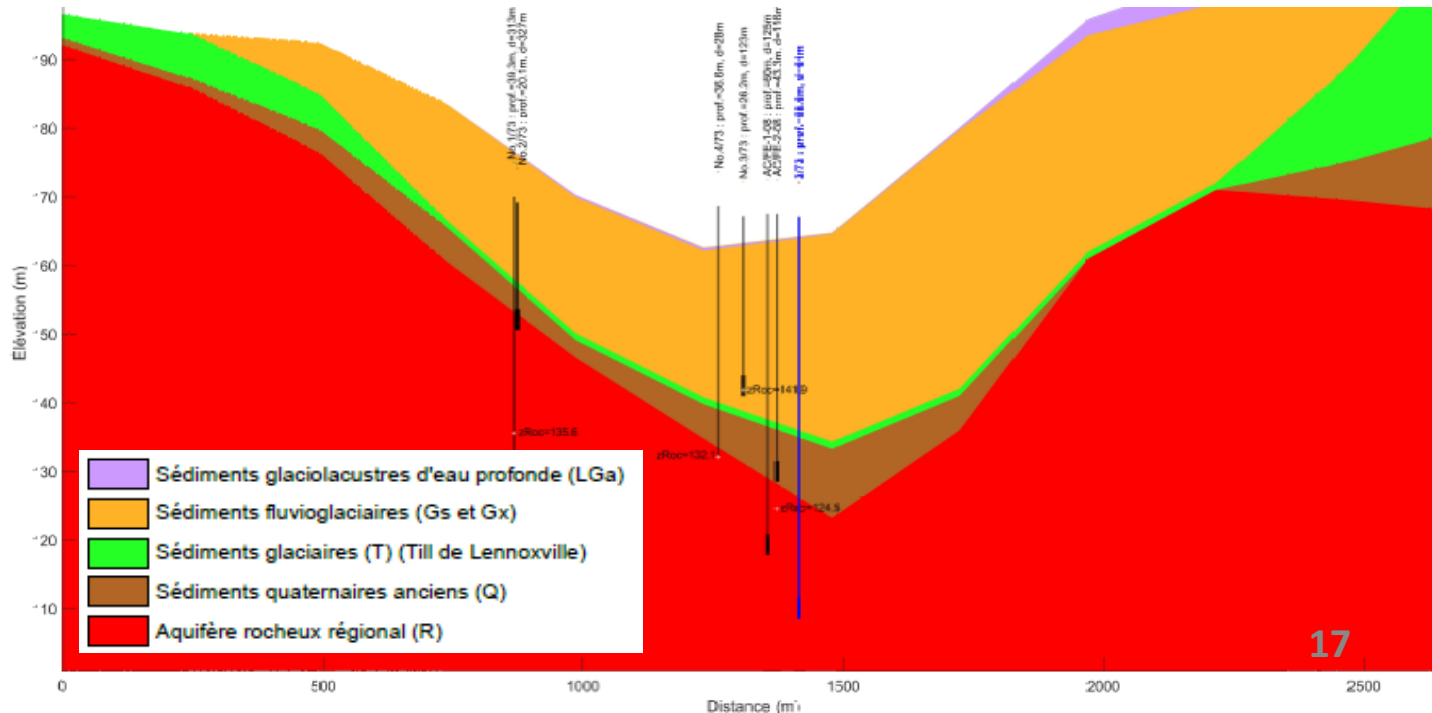
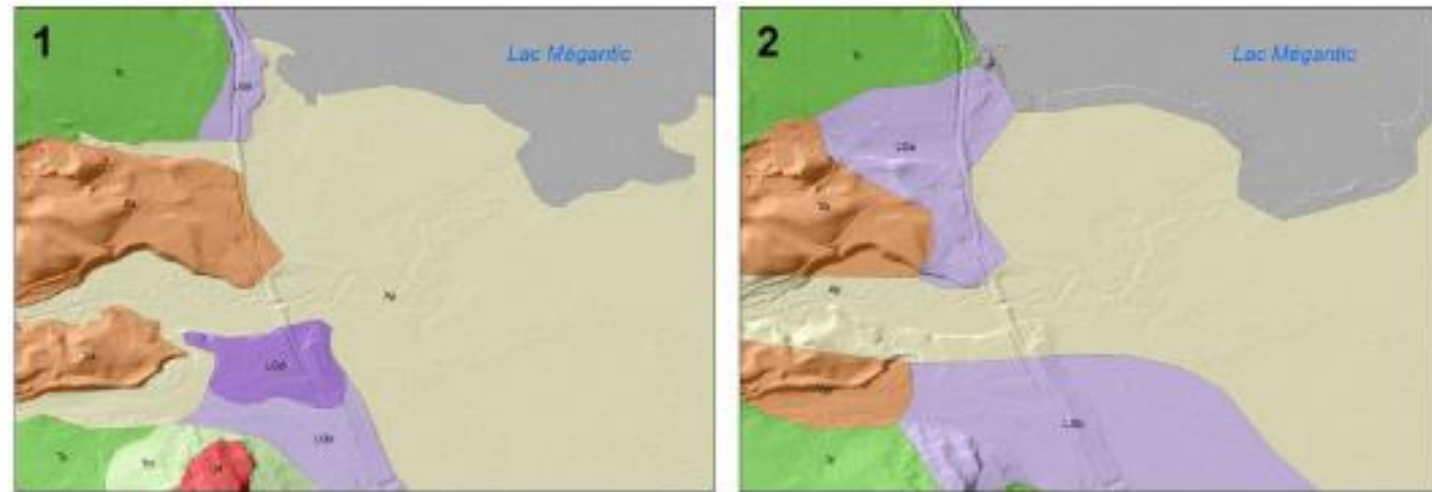
## □ Activité 4 : Travaux sur les dépôts meubles

### □ Mise à jour de la carte Quaternaire :

- *Travaux d'Olivier Caron (UQAM)*
- Révision de plus de 25 000 affleurements
- Intégration de données LiDAR
- **Nouvelle interprétation cartographique**

### □ Amélioration du modèle géologique 3D :

- *Révision du modèle de 2013 (Caron)*
- Utilisation d'orthophotographies récentes
- Intégration des nouvelles données extraites des rapports, du SIH et du RSESQ
- **Potentiel aquifère dans les vallées enfouies**
- **Modélisation hydrogéologique (estimation de la recharge et modèle d'écoulement)**



# Les rencontres avec le comité de suivi

## Rencontre en vidéoconférence le 29 juin 2020 :

- État d'avancement du PACES Estrie (Équipe de projet)
- Transfert de connaissance - RQES (Julie Grenier)
- Projet M.Sc. d'intégration des données du PACES dans les outils de gestion (Renaud Delisle)
- Projet M.Sc. d'hydrogéochimie des eaux souterraines en Estrie (Élise Colléau)
- Implication des partenaires (Julie Grenier)

## Autres rencontre prévues en 2020 :

- Rencontres avec des acteurs de l'eau dans le cadre du projet de Renaud Delisle
- Rencontre des municipalités sur l'évaluation géochimique du risque de contamination

## **2. Les projets étudiants**

# Projet 1 : M.Sc. d'Élise Colléau

## Géochimie et âge de l'eau souterraine en Estrie en relation avec les problématiques en arsenic et manganèse et la vulnérabilité des puits d'approvisionnement

### ❑ Objectifs :

1. Dresser le portrait de la géochimie de l'eau souterraine en Estrie afin de mieux comprendre le fonctionnement du système aquifère régional
2. Identifier les processus géochimiques à l'origine des fortes concentrations en arsenic et en manganèse dans certains secteurs de l'Estrie
3. Evaluer le risque de contamination des puits d'approvisionnement municipaux à l'aide de données géochimiques et d'indicateur de temps de résidence de l'eau souterraine

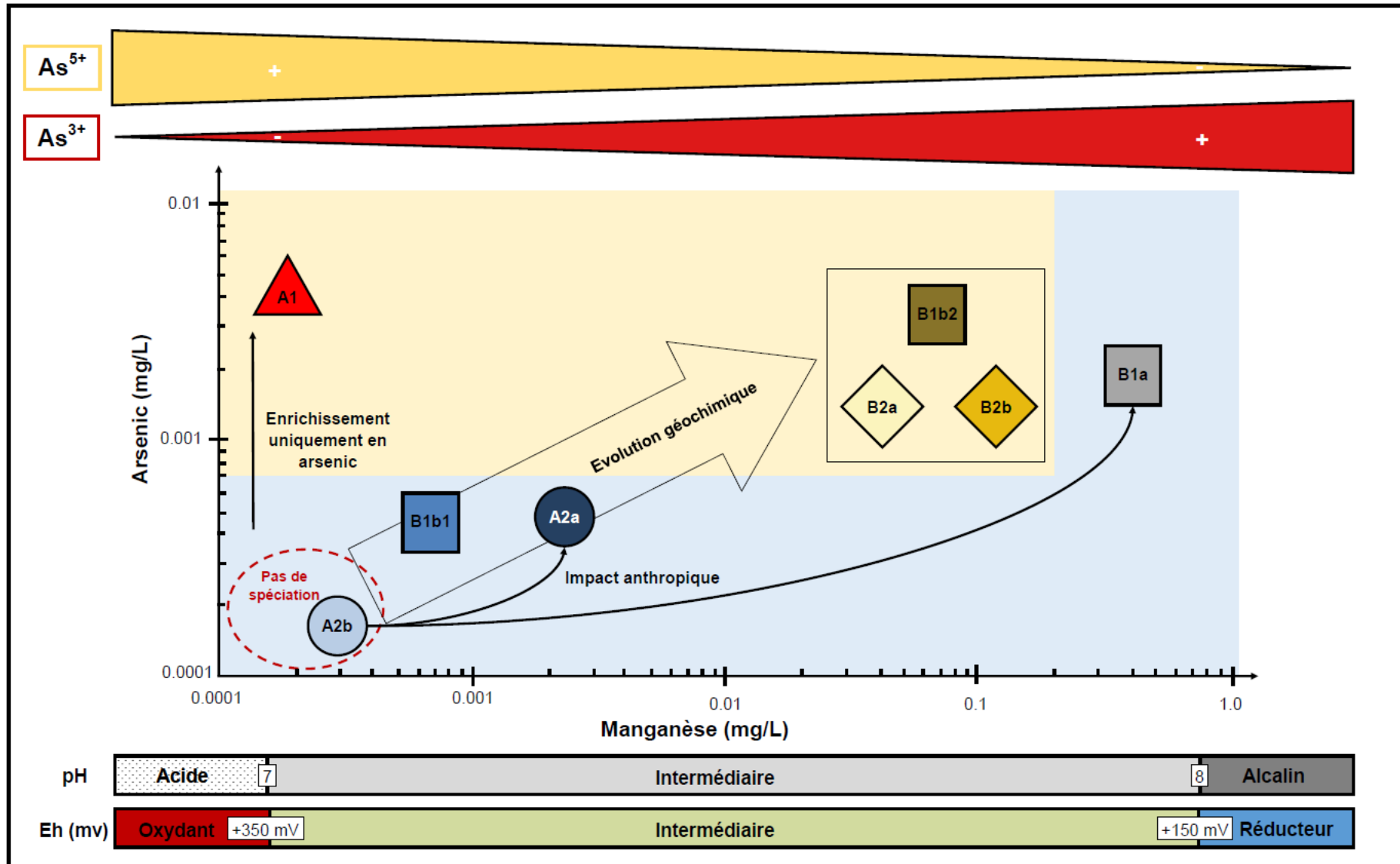
### ❑ Période de réalisation : mai 2019 à août 2020

### ❑ Retombées attendues :

- Meilleure protection contre les problématiques d'As et Mn dans les zones à risque
- Établissement des priorités pour la gestion et la protection des puits municipaux

# Projet 1 : M.Sc. d'Élise Colléau

Géochimie et âge de l'eau souterraine en Estrie en relation avec les problématiques en arsenic et manganèse et la vulnérabilité des puits d'approvisionnement



# Projet 2 : M.Sc. Renaud Delisle

## Transfert des connaissances sur les eaux souterraines pour l'élaboration du plan d'action (volet eau souterraine) des Plans directeurs de l'eau (PDE) en Estrie

### Objectifs :

1. Identifier les besoins et les moyens pour compléter le transfert des connaissances sur les eaux souterraines réalisé par l'équipe PACES-Estrie et le RQES
2. Développer des outils de transfert des connaissances acquises lors du PACES
3. Développer une stratégie pour l'implication des partenaires dans l'identification des priorités régionales de gestion de l'eau souterraine

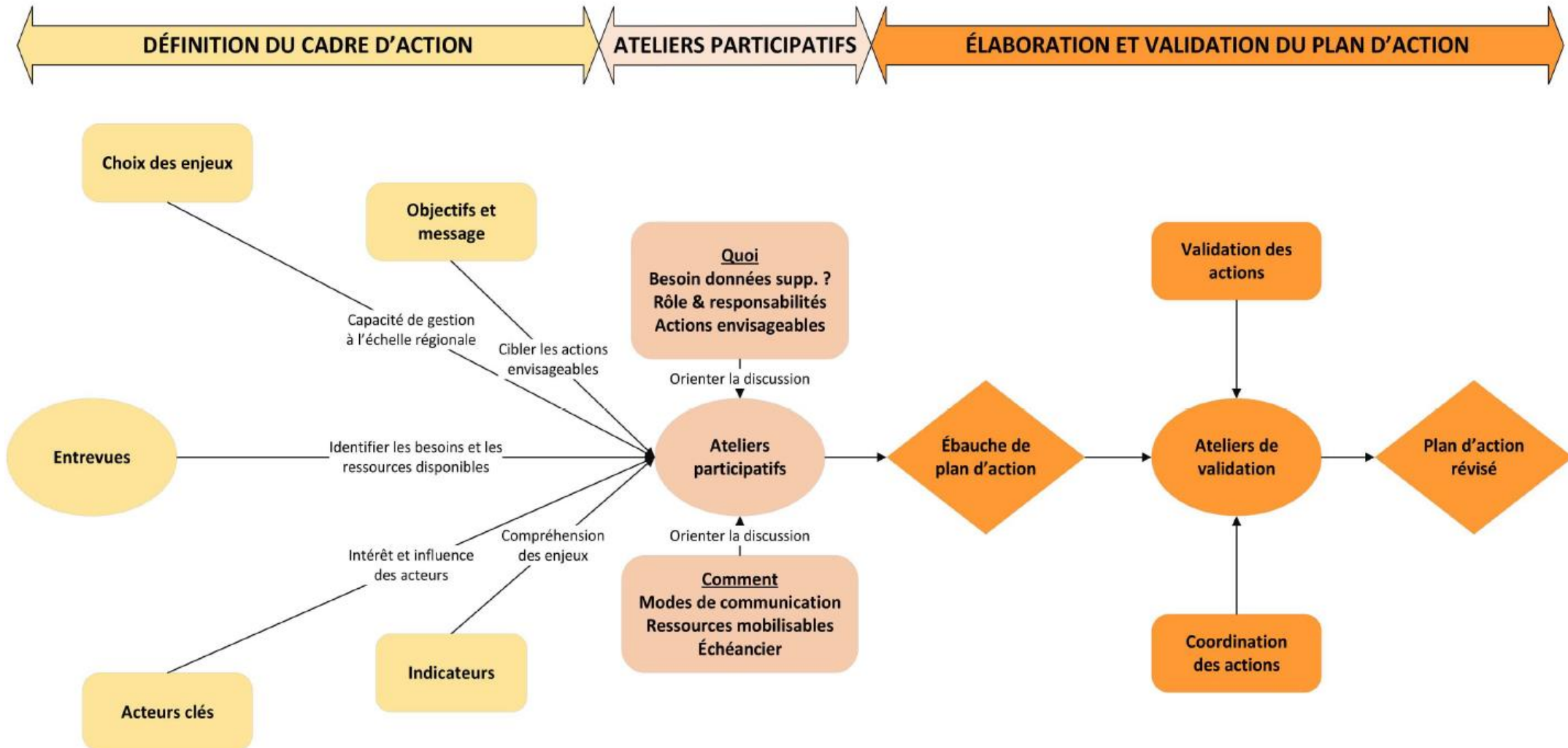
### Période de réalisation : janvier 2020 à décembre 2021

### Retombées attendues :

- Intégration des résultats du PACES Estrie dans les PDE des OBV de l'Estrie
- Support des acteurs régionaux pour la gouvernance et la gestion durable des ressources en eau souterraine

# Projet 2 : M.Sc. Renaud Delisle

Transfert des connaissances sur les eaux souterraines pour l'élaboration du plan d'action (volet eau souterraine) des Plans directeurs de l'eau (PDE) en Estrie



# Projet 3 : M.Sc. de Raphaël Mathis

Développement de modèles numériques pour mieux comprendre la dynamique régionale d'écoulement de l'eau souterraine en Estrie

## ❑ Objectifs :

1. Définir le rôle des vallées enfouies dans la circulation régionale de l'eau souterraine
2. Déterminer la relation entre la circulation de l'eau souterraine et son temps de résidence ainsi que son évolution géochimique
3. Évaluer l'impact des changements climatiques sur l'écoulement régional
4. Identifier la provenance de l'eau souterraine exploitée par les municipalités

## ❑ Période de réalisation : mai 2020 à avril 2022

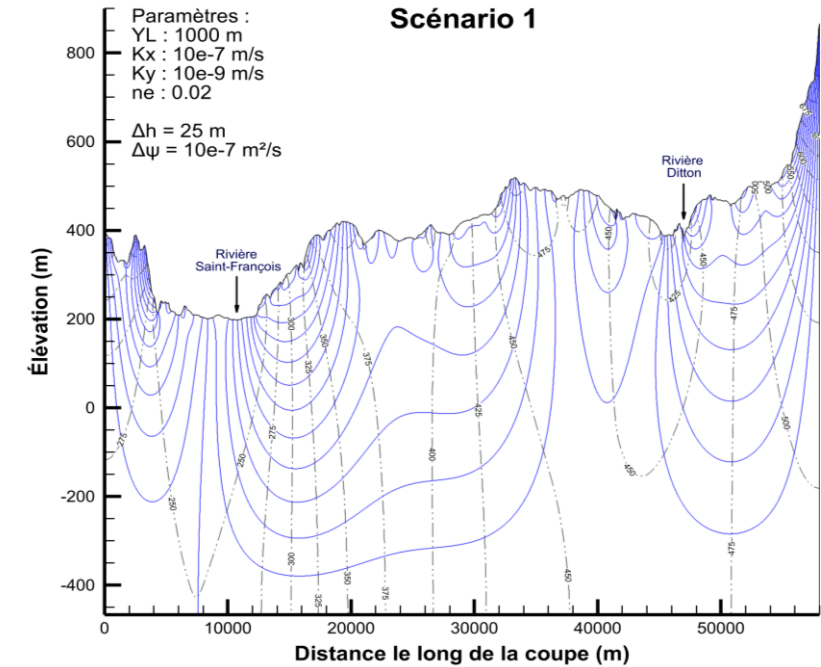
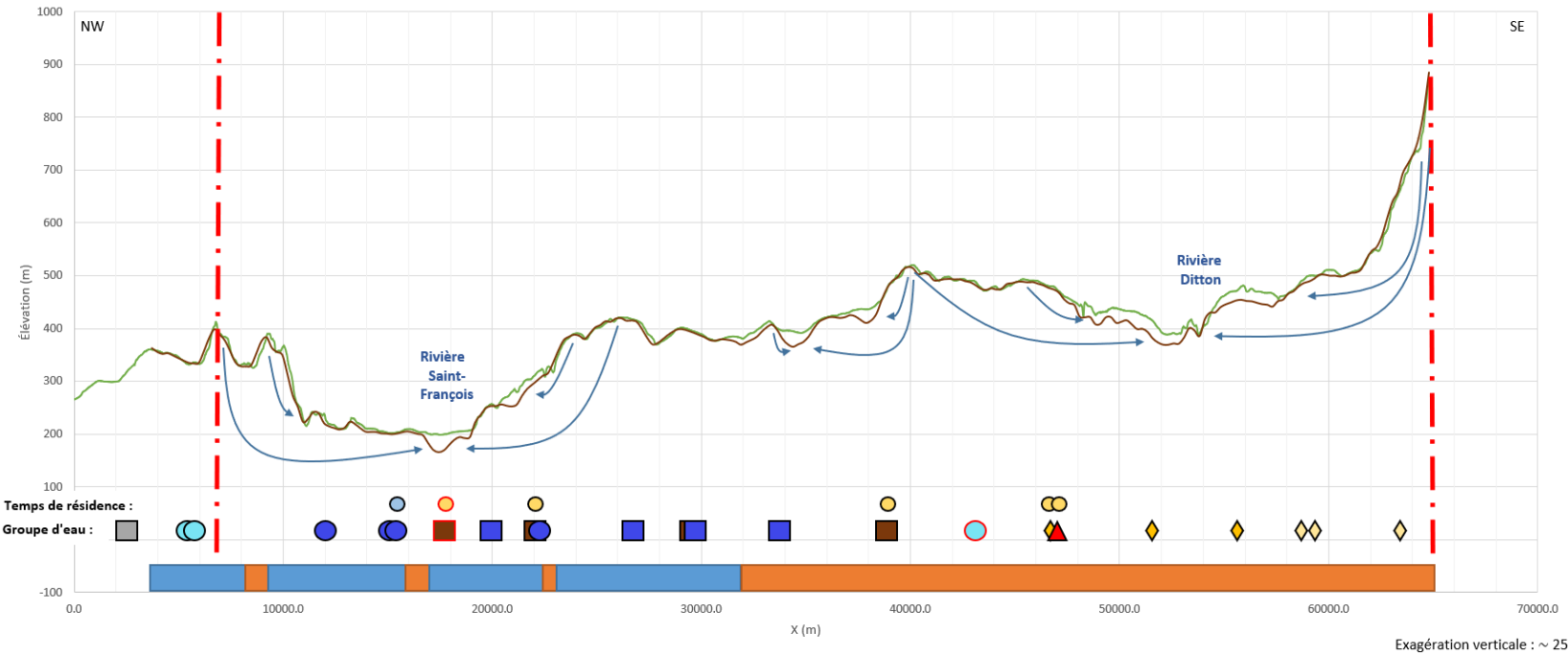
## ❑ Retombées attendues :

- Compréhension quantitative du système régional d'écoulement de l'eau souterraine
- Support à l'approvisionnement en eau souterraine et à sa gestion durable



# Projet 3 : M.Sc. de Raphaël Mathis

Développement de modèles numériques pour mieux comprendre la dynamique régionale d'écoulement de l'eau souterraine en Estrie



### **3. Les faits saillants des résultats préliminaires**

# Résultats préliminaires - Contexte

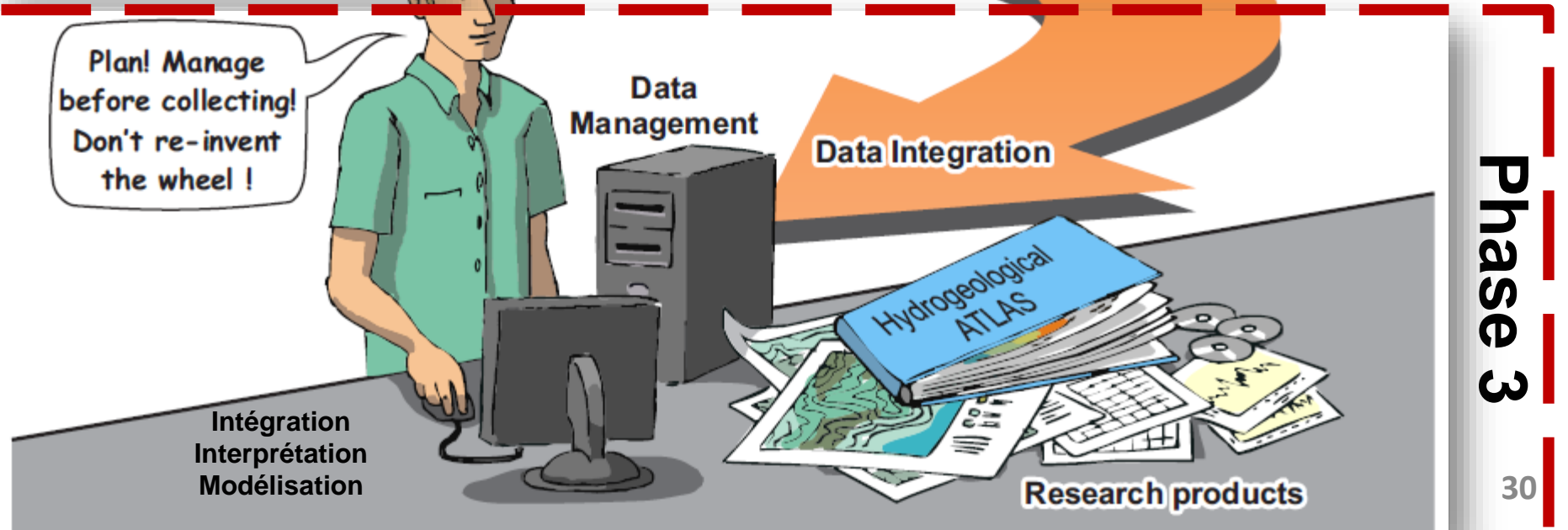
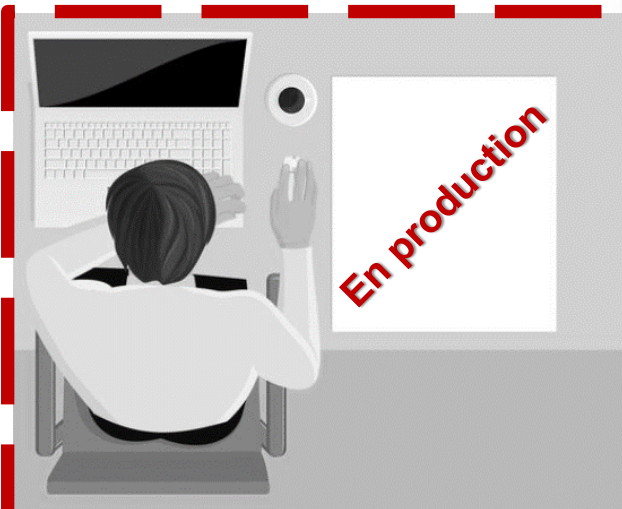
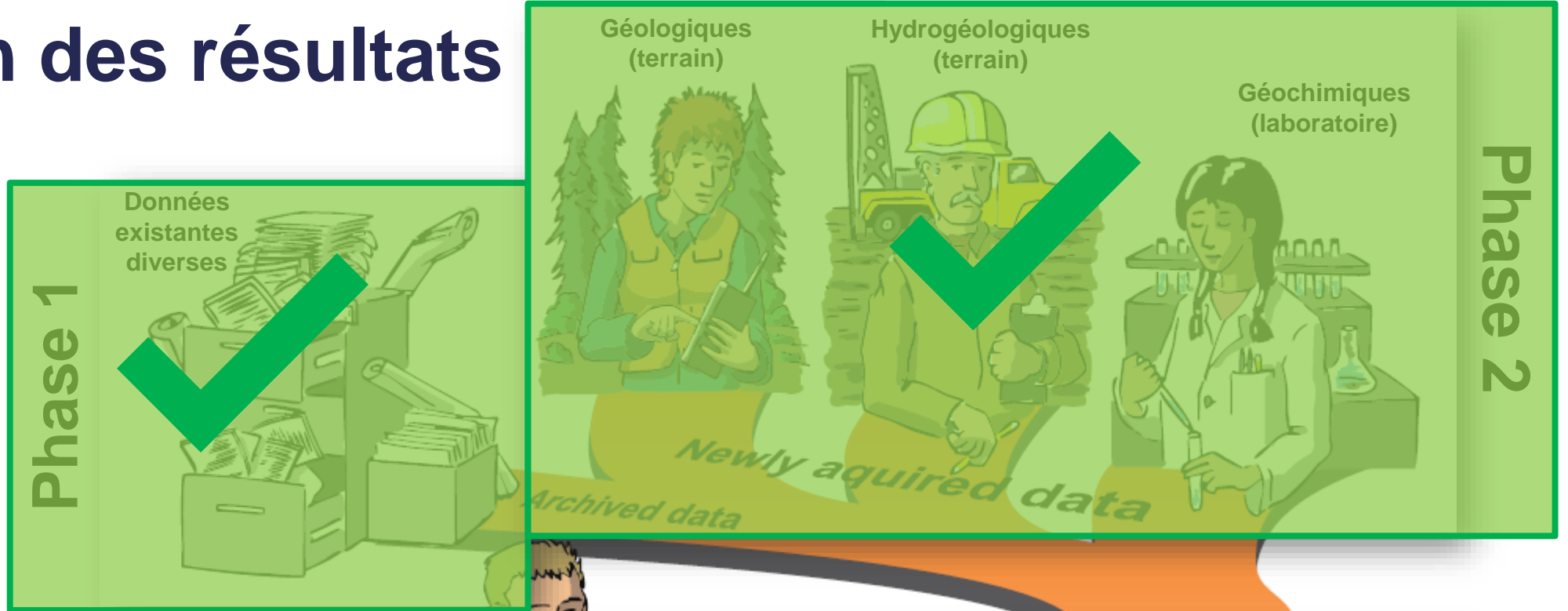
- ❑ Mise à jour de la **cartographie des formations superficielles** sur les bassins versants des rivières Saint-François et Chaudière à l'échelle 1 / 50 000 (utilisation des levés LiDAR)
- ❑ Évaluation de la conductivité hydraulique ( $K$ ) de **l'aquifère régional de roc fracturé : faible productivité** et faible potentiel aquifère ( $K$  de l'ordre de  $10^{-7}$  m/s)
- ❑ L'installation de **10 nouveaux puits d'observation du RSESQ** va permettre le suivi des niveaux d'eau mais aussi des problématiques de qualité d'eau souterraine
- ❑ Le **modèle géologique 3D des dépôts meubles** a été mis à jour dans le cadre du projet : les unités hydrogéologiques et les conditions de confinement ont été définies sur la base de ce modèle
- ❑ **Deux contextes hydrogéologiques** distincts sont présents dans la région, soient les **hauts topographiques** et les **vallées**
- ❑ Le **meilleur potentiel aquifère** se retrouve dans les **vallées enfouies** comblées d'épaisses accumulations de sédiments dont certains sont très perméables (les secteurs les plus prometteurs pour l'approvisionnement en eau souterraine ont été identifiés sur la base du modèle 3D)

# Résultats préliminaires - Interprétation

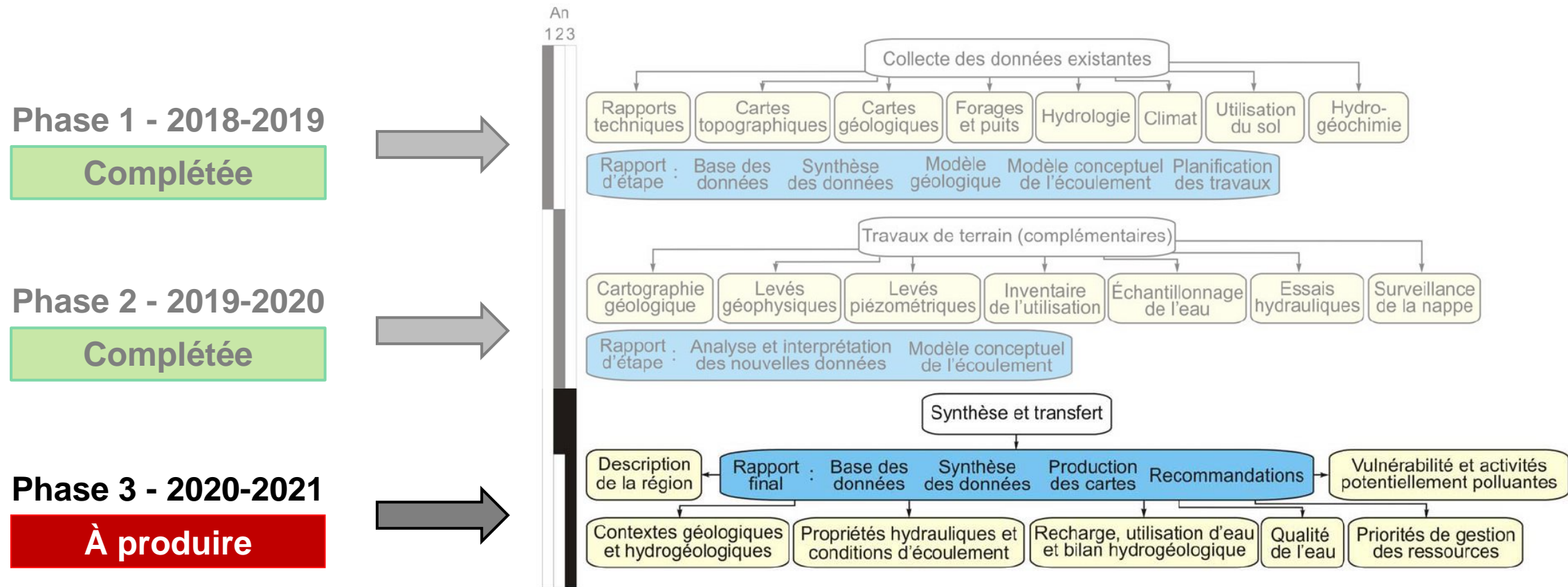
- ❑ La géochimie de l'eau souterraine montre beaucoup de diversité mais peut être regroupée en **deux types d'eau** :
  - **Eau de recharge récente** (< 60 ans) parfois impactée par les activités anthropiques
  - **Eau évoluée** géochimiquement et ancienne (milliers d'années) avec des problèmes en As et Mn
- ❑ Les conditions propices à la **présence d'As et Mn** sont mieux comprises et les **secteurs les plus à risque** de dépassement des normes de potabilité ont pu être définis
- ❑ Le **risque de contamination des puits municipaux** a été évalué géochimiquement
- ❑ Les conditions hydrogéologiques et géochimiques ont permis le développement d'un **modèle conceptuel hydrogéologique** du fonctionnement du système aquifère
- ❑ Définition de la démarche pour le transfert et l'**intégration des résultats dans les PDE** des OBV
- ❑ Identification de trois principaux **enjeux régionaux** liés à l'eau souterraine :
  - Problématiques de qualité liées à la présence **d'As et Mn**
  - Dégradation de la qualité de l'eau souterraine en **milieu agricole**
  - **Gestion durable** de l'eau souterraine (à l'échelle régionale et locale)

## **4. Les actions planifiées pour la prochaine année**

# Production des résultats



# Phases de réalisation: rappel



(MDDEP, 2008)

- Ateliers de transfert #3 et #4 du RQES et réunions du comité de suivi
- Production des derniers livrables : vulnérabilité, recharge actuelle et en climat futur (effet des CC)
- Finalisation des travaux sur la géochimie (problématiques As & Mn ; risque pour les puits)
- Potentiel aquifère des vallées enfouies et modélisation numérique du système aquifère
- Intégration des résultats dans les PDE des OBV
- **Production du rapport final prévue pour le 1<sup>er</sup> trimestre 2022**

# Questions ?



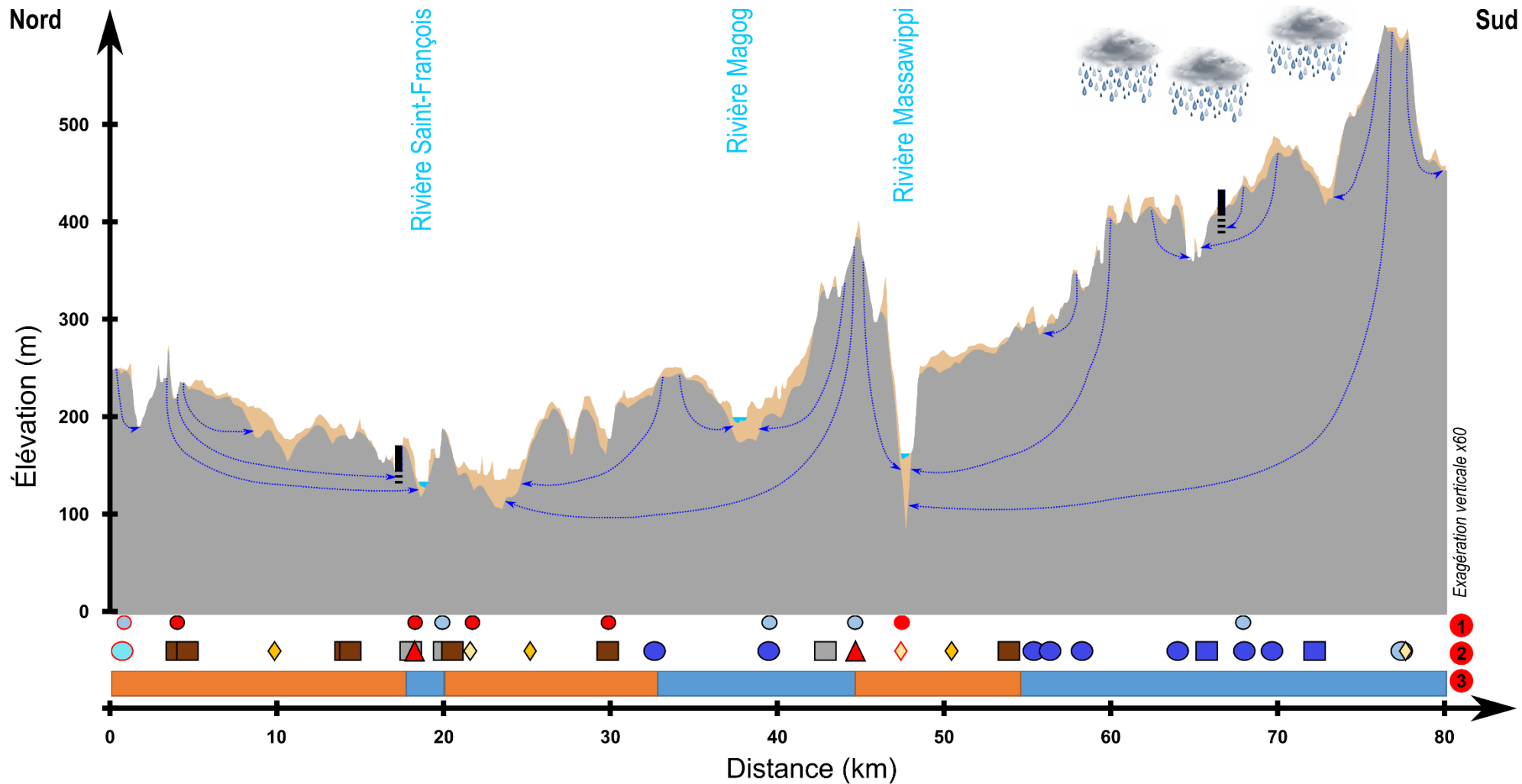
Clavardage



Micro



**Q1. De quelle façon les différentes unités influencent-elles l'écoulement régional dans la région ?**



**Lithologies**

■ Dépôts meubles  
■ Roc fracturé

**Eaux souterraines**

← Lignes d'écoulement

**1 Temps de résidence**

● Court (0 - 2 000 ans)  
● Intermédiaire (2 000 - 5 000 ans)  
● Long (> 5 000 ans)

**2 Groupes d'eau**

Eaux de recharge  
● A2b  
● B1b1  
● A2a  
■ B1a

Eaux évoluées  
▲ A1  
◆ B2b  
■ B1b2  
◆ B2a

**3 Types d'eau**

■ Eaux évoluées  
■ Eaux de recharge

**Éloignement par rapport à la coupe**

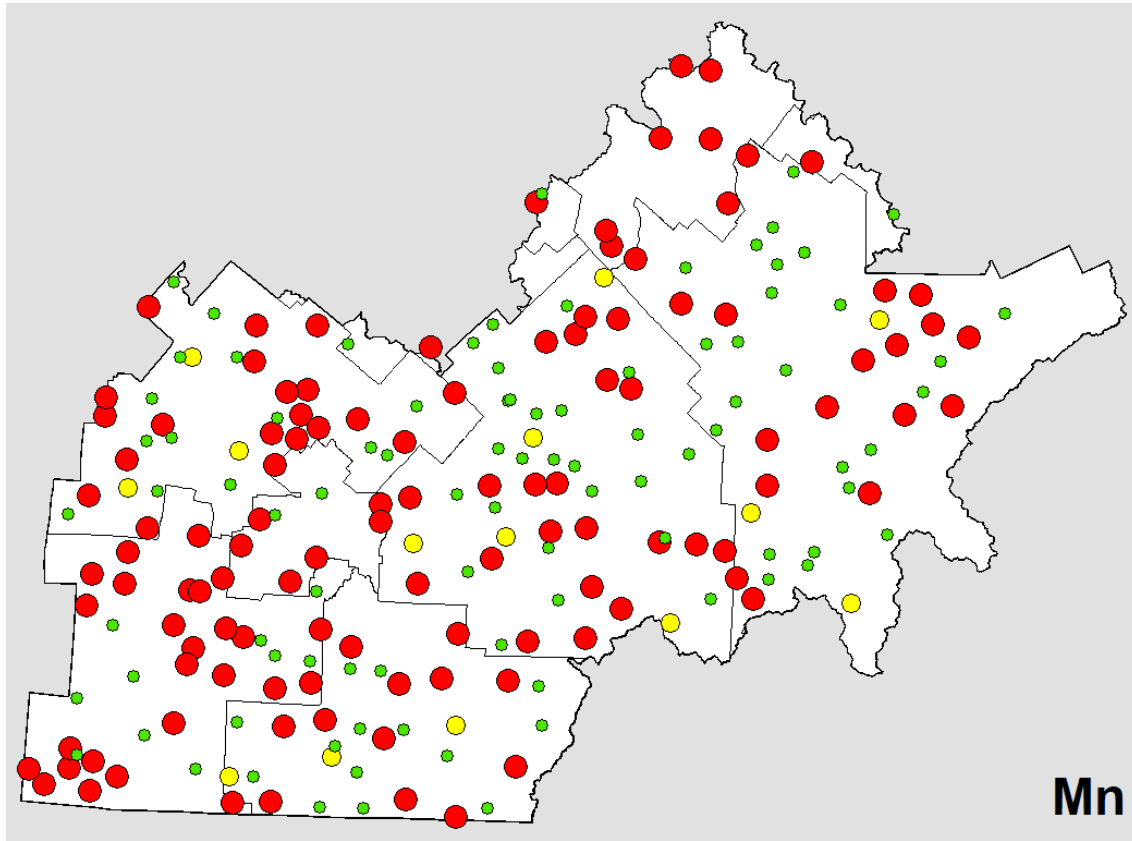
○ Échantillon à plus de 6 km  
○ Échantillon à moins de 6 km

**Site de prélèvement**

■ Captage d'eau souterraine

**Q5. Pourquoi les dépassements en manganèse  
sont-ils problématiques ?**

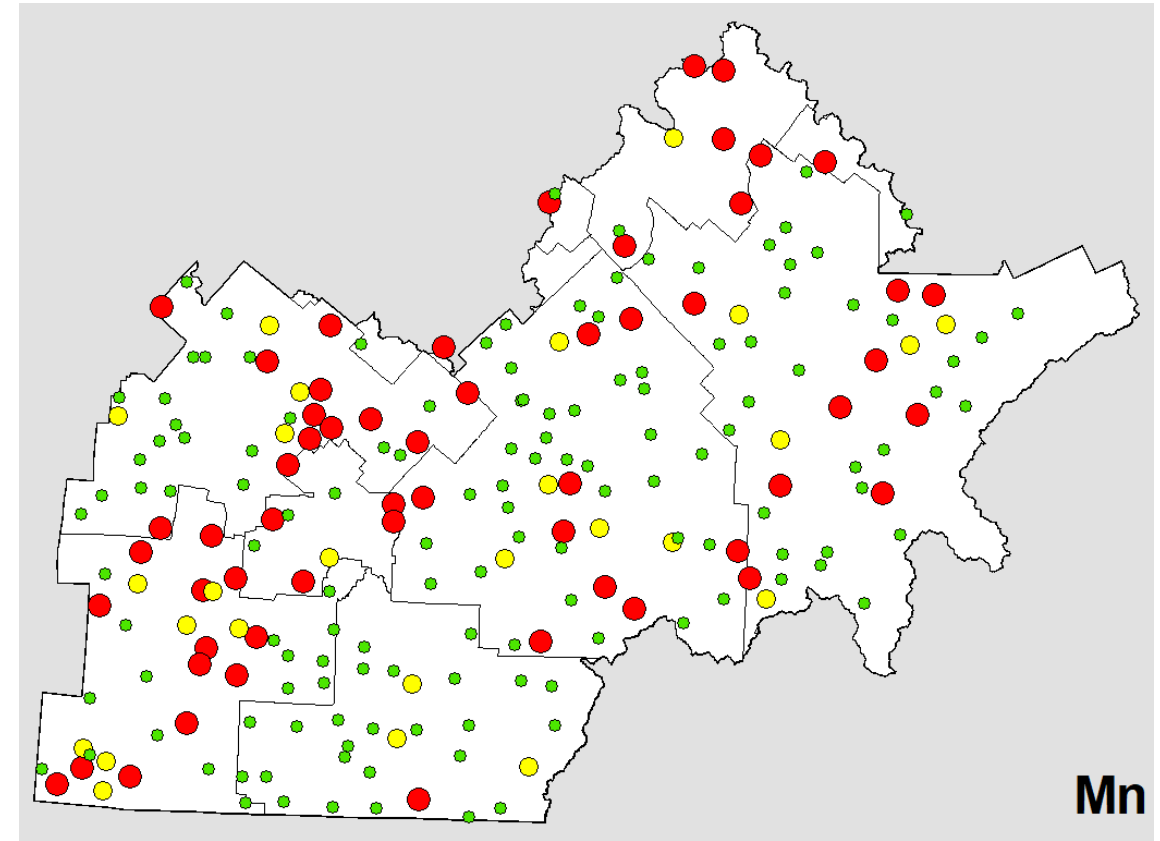
## Critères esthétiques



### Manganèse (Mn)

- Acceptable (<0.01 mg/L)
- A surveiller (0.01 à 0.02 mg/L)
- Médiocre (>0.02 mg/L)

## Critères sanitaires

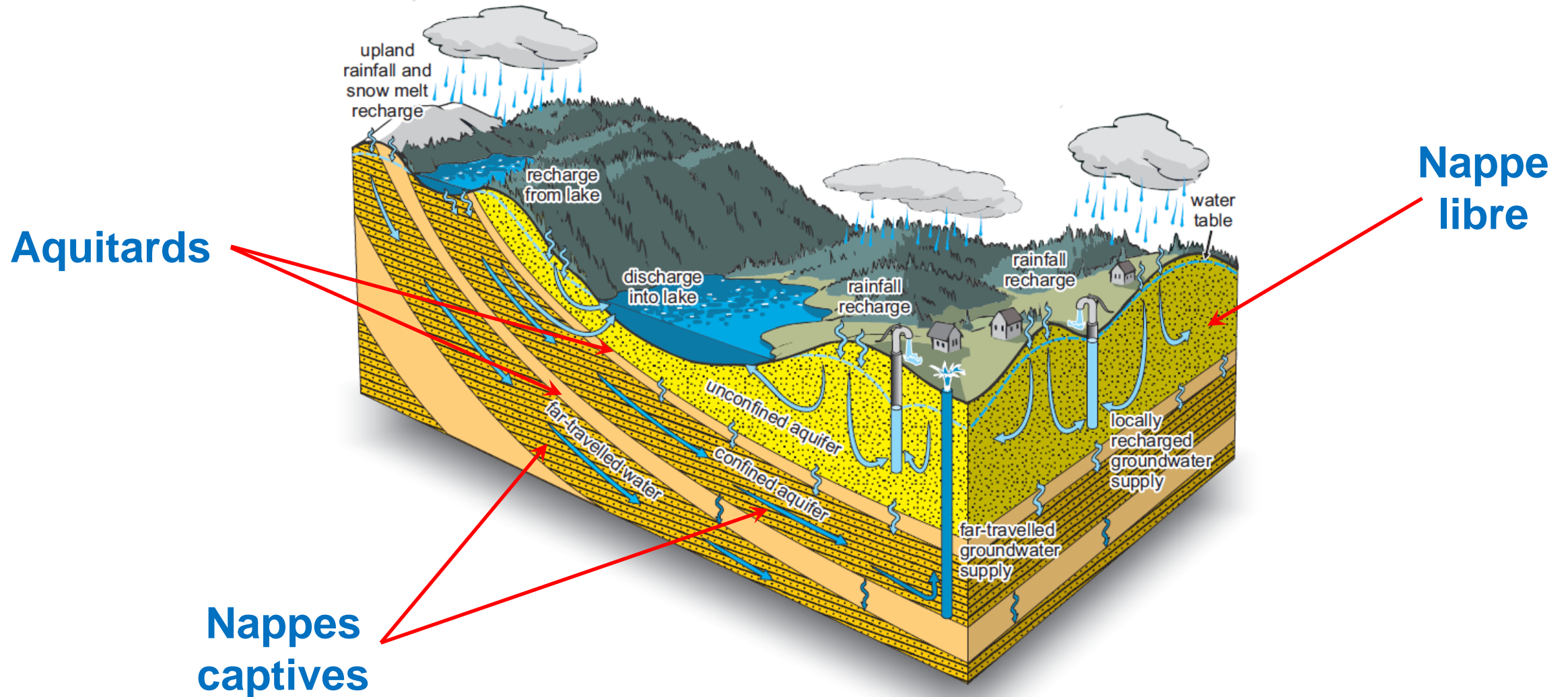


### Manganèse (Mn)

- Conforme (<0.6 mg/L)
- A surveiller (0.6 à 0.12 mg/L)
- Non potable (>0.12 mg/L)

Paramètres	N	Critère	Source	Norme (mg/L)	Nombre Dépassements	% Dépassements
Manganèse (Mn)	219		Santé Canada	0.12	57	26.0%

# Est-il plus avantageux d'exploiter un aquifère en condition de nappe libre ou de nappe captive ?

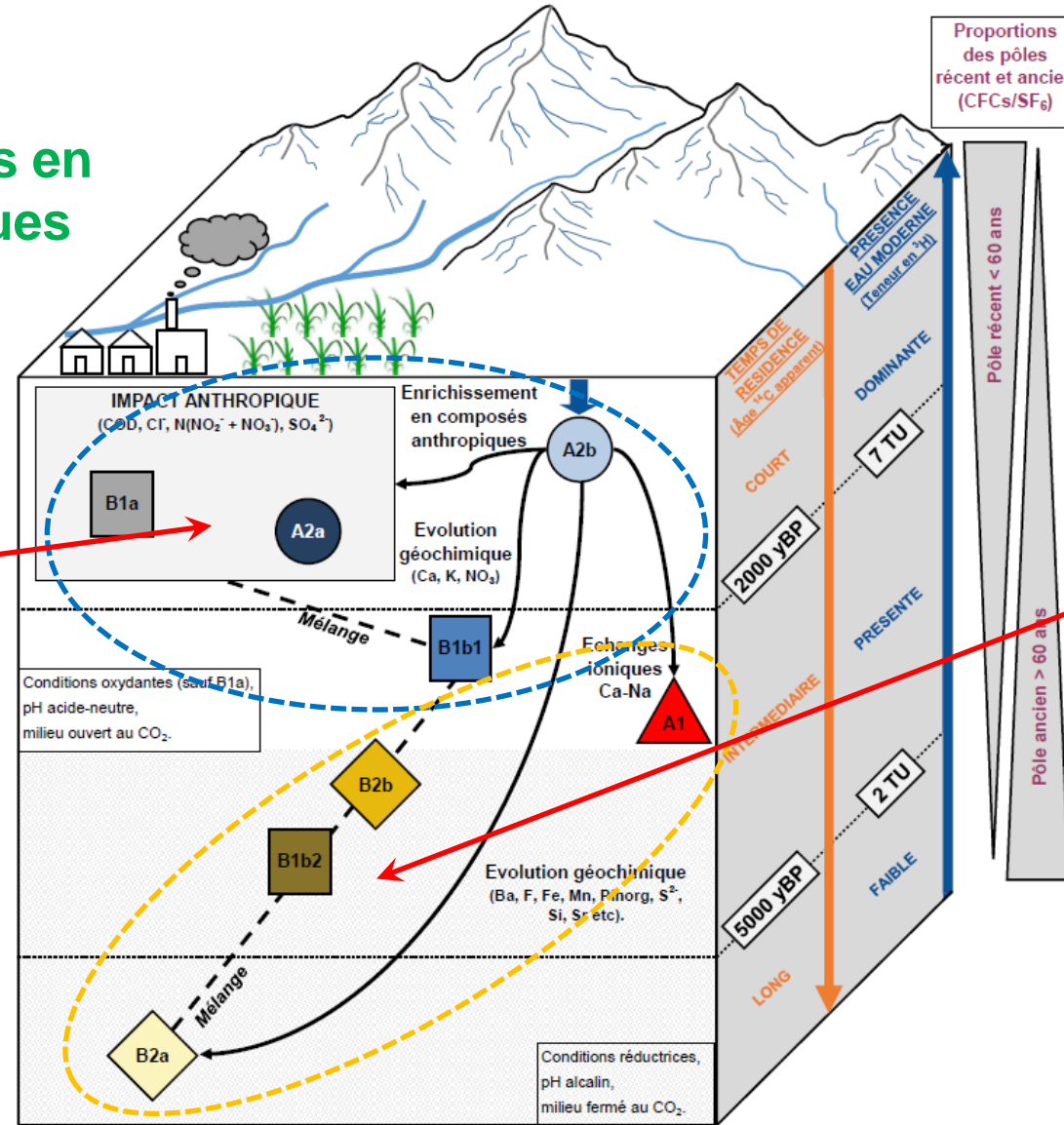


# Quelles interprétations pouvons-nous tirer du modèle conceptuel géochimique ?

Les échantillons d'eau souterraine ont été classés en groupes aux caractéristiques chimiques distinctes

Eaux de recharge récentes avec des impacts anthropiques

Le modèle conceptuel permet d'évaluer le type de risque pour la qualité de l'eau souterraine en Estrie



Les groupes d'eau ont des temps de résidence distincts indiqués par le tritium et le <sup>14</sup>C

Eaux évoluées anciennes avec des problématiques de qualité (As et Mn)