

Retombées des connaissances récentes et les défis du *Réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES)*

Alain Rouleau (UQAC), Vincent Cloutier (UQAT), Marie Larocque (UQÀM),
Julie Ruiz (UQTR), Jean-Paul Raîche (COGESAF & ROBVQ)



Réseau québécois sur
les eaux souterraines

TERRITOIRE. EAU. SOURCES

UN RENDEZ-VOUS
INTERNATIONAL SUR LA PROTECTION
DES SOURCES D'EAU POTABLE

1^{er}, 2 et 3 novembre 2016, Québec

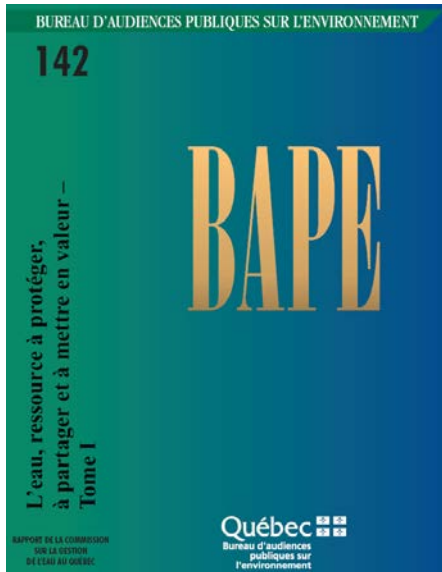


SOMMAIRE

1. **Le Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) du Québec**
2. Exemples de résultats régionaux
3. Les défis pour la suite

Quelques étapes-clés sur la gestion des eaux souterraines au Québec

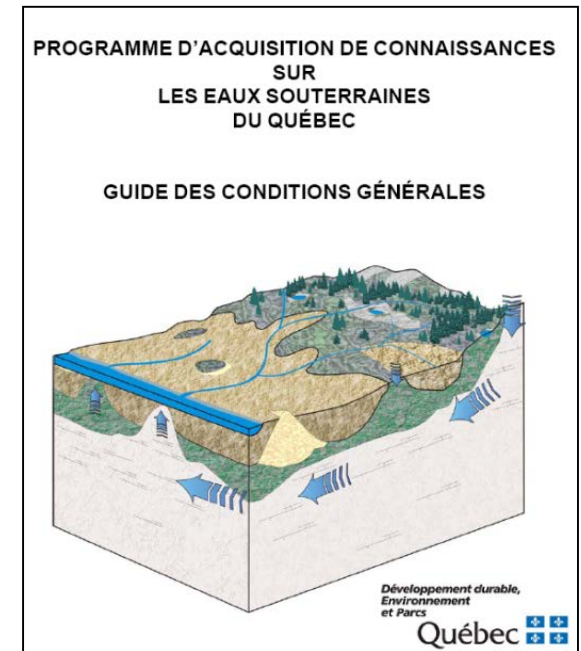
1. Rapport du BAPE (2000) sur la *Gestion de l'eau au Québec*



2. Politique nationale de l'eau (2002)



3. Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES; 2008)



1. <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/rapports/publications/eau-chapitres.htm>
2. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/politique/>
3. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/souterraines/programmes/acquisition-connaissance.htm>
4. <http://www.rqes-gries.ca/gries-a-propos.html>

Projets régionaux préalables au PACES

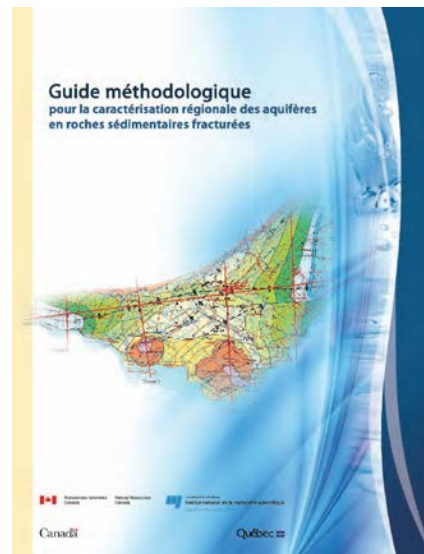
- Projets CGC-MDDEP-INRS
 - Cadre méthodologique de cartographie
 - Défi d'assurer le transfert

Guides

1. ... aquifères granulaires – 2008



2. ... roches sédimentaires fracturées - 2007



3. Châteauguay (2006)



1. http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/aquiferes/guide_granulaires.pdf
2. http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/aquiferes/guide_fractures.pdf
3. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/atlas/chateauguay/index.htm>

Description générale du PACES

- Programme créé en 2008 par le Ministère de l'Environnement* du Québec
- Objectifs généraux du PACES:
 - 1) Établir le **portrait hydrogéologique** du territoire afin de générer les connaissances essentielles à la protection des ressources aquifères;
 - 2) Impliquer les **acteurs de l'eau** et les **gestionnaires du territoire** dans l'acquisition de connaissances,
 ➡ gestion durable des eaux souterraines
- Réalisés par des **universités** en collaboration avec des **partenaires régionaux**:
 - CRÉ, MRC, OBV, organismes-intervenants de l'eau

*Acronymes: *MEnv, MDDEP, MDDEFP, MDDELCC ...*



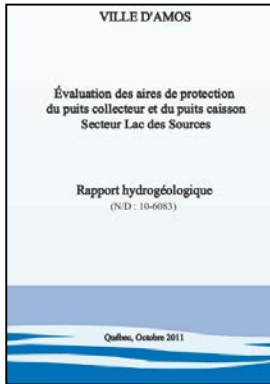
Le Groupe de recherche interuniversitaire sur les eaux souterraines (GRIES)

- **Créé en 2009**
- **11 universités** (INRS-ETE, UQAC, UQAM, UQAT, UQAR, UQTR, U. Laval, ÉTS, U. McGill, U. Concordia, Polytechnique Montréal)
 - **Concertation pour réaliser les projets PACES:**
 - ✓ **Méthodologie et protocoles**
 - ✓ **Uniformisation des livrables**
 - **Mise en commun d'équipements et de services**
 - **Formation de personnel qualifié en hydrogéologie:**
 - ✓ **Professionnels de recherche**
 - ✓ **Étudiants du 1^{er} au 3^e cycle ⇒ codirections inter-GRIES**
 - **Création du *Réseau québécois sur les eaux souterraines* (RQES)**



Étapes de réalisation des projets PACES

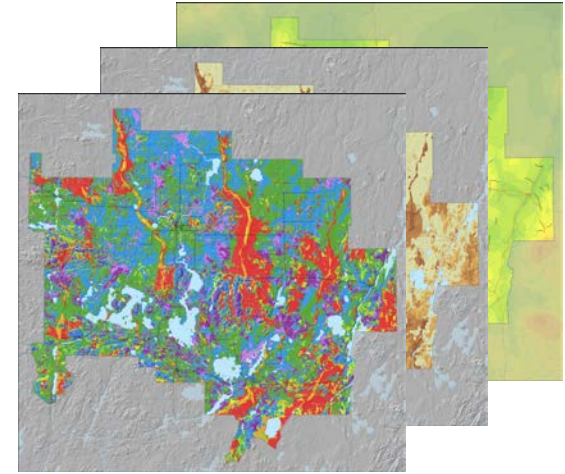
Phase 1: Collecte des données existantes



COUPE GÉOLOGIQUE			
PROF (m)	Élév (m)	DESCRIPTION	STR
1	317,70	Surface du sol.	STR1
1	317,40	Terre végétale. (0,3m)	STR2
1		Argile silteuse brune; consistance raide à très raide.	STR3
3	314,80	Till composé de sable et sil grés, traces de gravier et d'argile.	STR4
3	314,53	Roche rocheux: Andésite verte.	STR5
5	311,31	Fin du forage.	

Paramètres	Unités	
		16 mars 2010
Alcalinité (totale en CaCO ₃)	mg/l	16
Dureté total (CaCO ₃)	mg/l	18
Fer dissous (Fe)	mg/l	1,02
Fer total (Fe)	mg/l	-
Manganèse dissous (Mn)	mg/l	0,096
pH (sur place*)	pH	6,9*
Température (sur place)	°C	-0,1
Carbone organique total	mg/l	19
Couleur vraie	UCV	196
Turbidité	UTN	20

Phase 3: Analyse des données



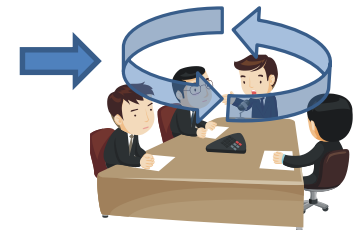
Phase 2: Travaux de terrain



Synthèse et base de données



Transfert



Treize projets PACES (2009-2015)

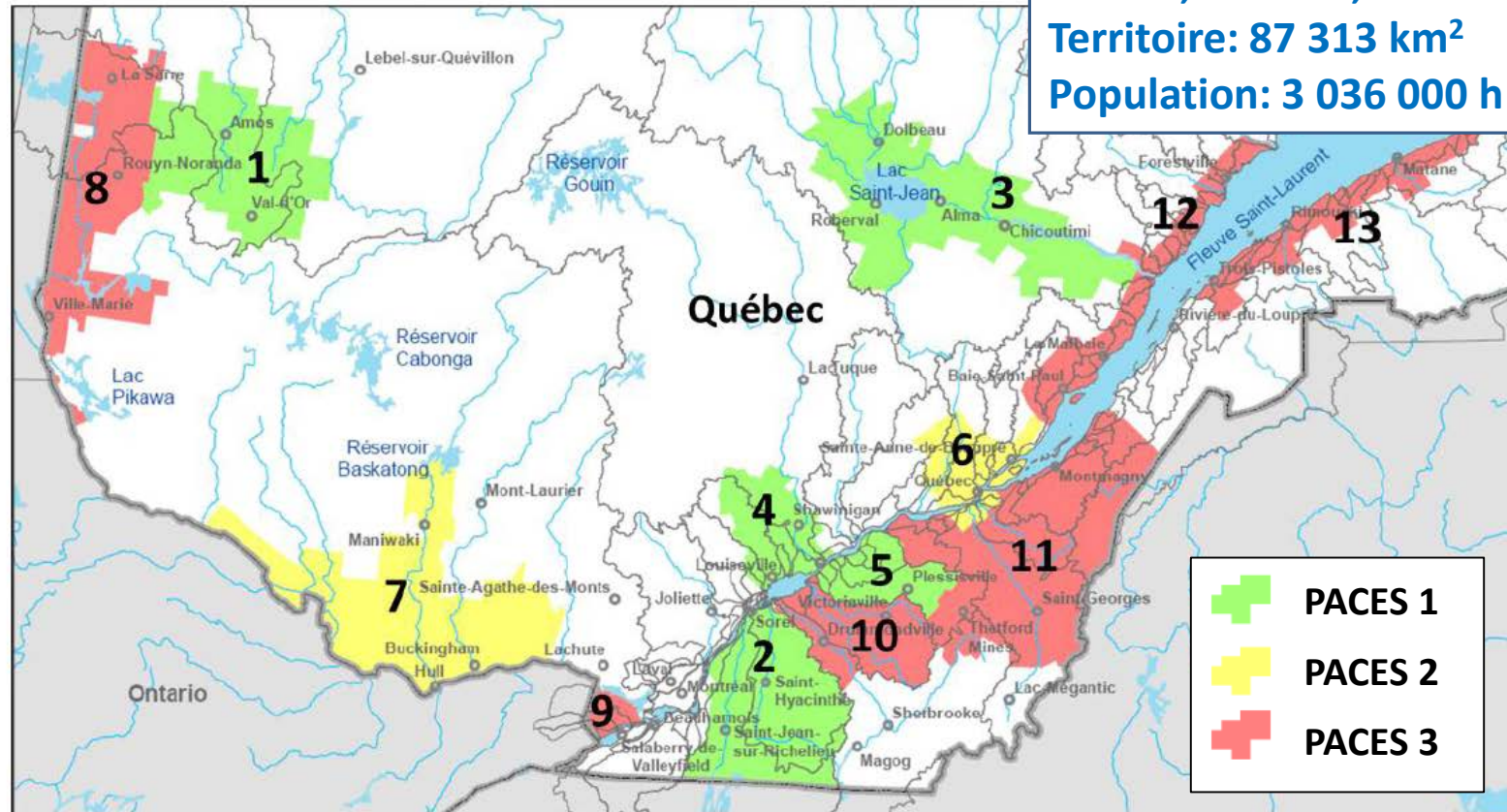
MDDEFP: 13 M\$

Partenaire > 3,5 M\$

- 9 CRÉ, 34 MRC, > 17 OBV

Territoire: 87 313 km²

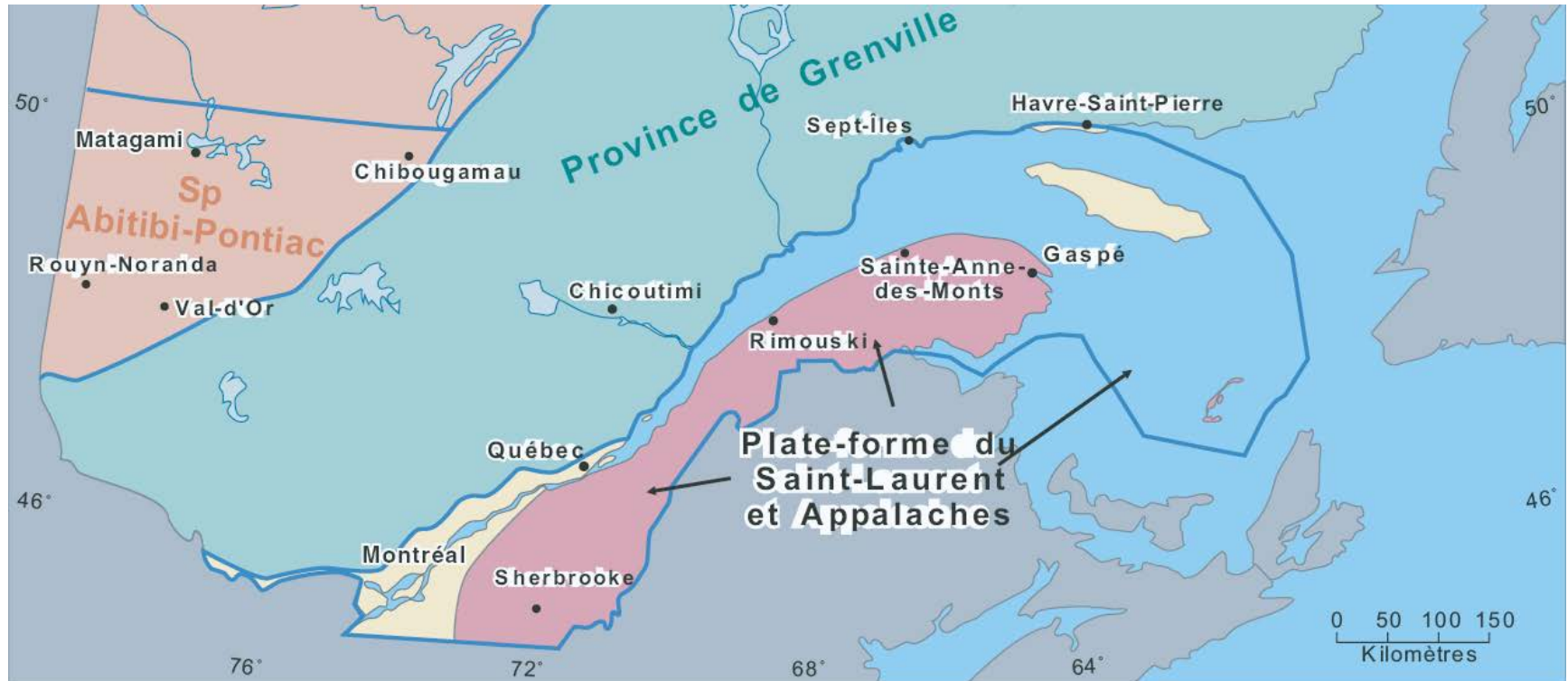
Population: 3 036 000 h



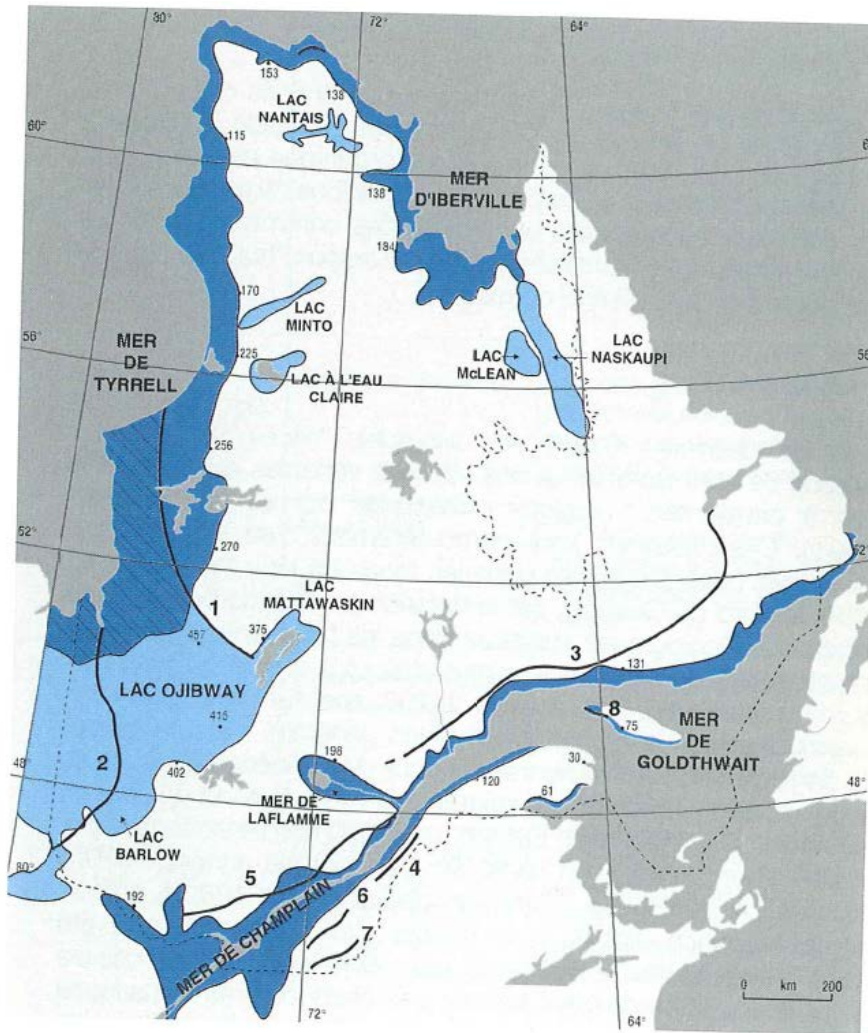
1 : Abitibi-Témiscamingue-1 (UQAT), 2 : Montréal-Est (INRS-ETE), 3 : Saguenay-Lac-Saint-Jean (UQAC),
4 : Mauricie (UQTR), 5 : Bécancour (UQÀM), 6 : Communauté métropolitaine de Québec (U. Laval), 7 : Outaouais (U. Laval), 8 : Abitibi-Témiscamingue-2 (UQAT), 9 : Vaudreuil-Soulanges (UQÀM), 10 : Centre-du-Québec (UQÀM),
11 : Chaudière-Appalaches (INRS-ETE), 12 : Charlevoix/Haute-Côte-Nord (UQAC), 13 : Bas-Saint-Laurent (UQAR)

Contexte géologique: socle rocheux

- Trois grands ensembles géologiques principaux:
 - Bouclier Canadien, Basses-Terres du St-Laurent, Appalaches



Contexte géologique: dépôts superficiels Quaternaire



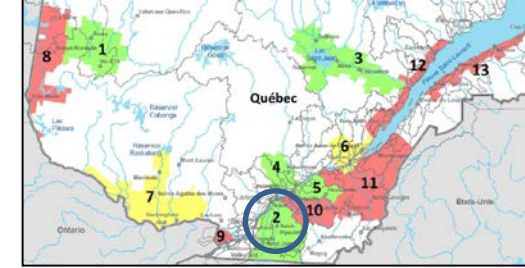
- Extension des mers postglaciaires et lacs proglaciaires
- Façonnement du relief
- Masse d'eau importante:
 - Eau de fonte glaciaire
 - Eau marine
- Sédiments du surface: till, clay, sable, gravier



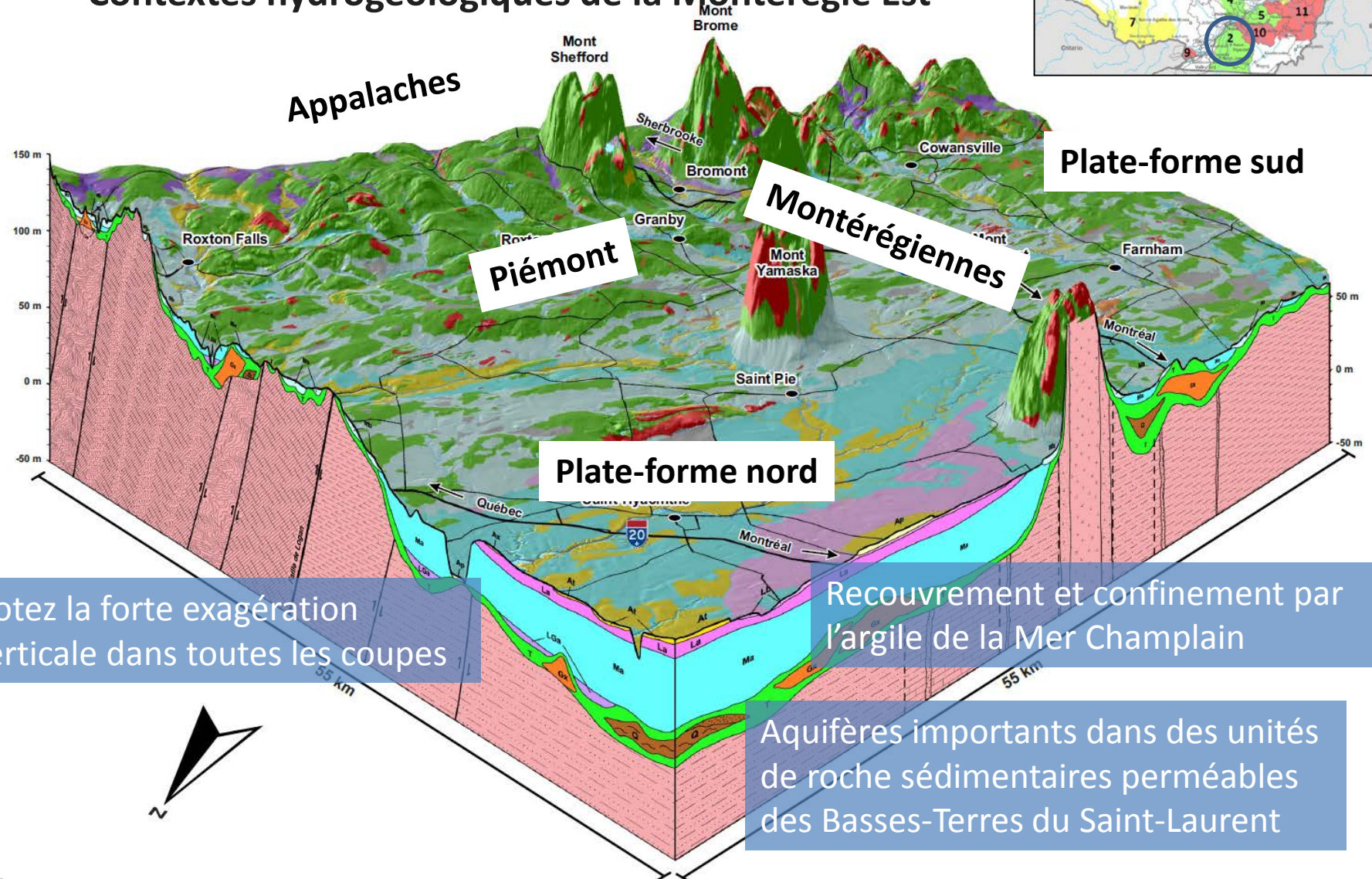
SOMMAIRE

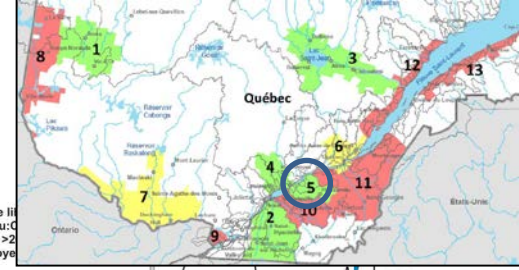
1. Le Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) du Québec
2. Exemples de résultats régionaux
3. Les défis pour la suite

PACES Montérégie Est

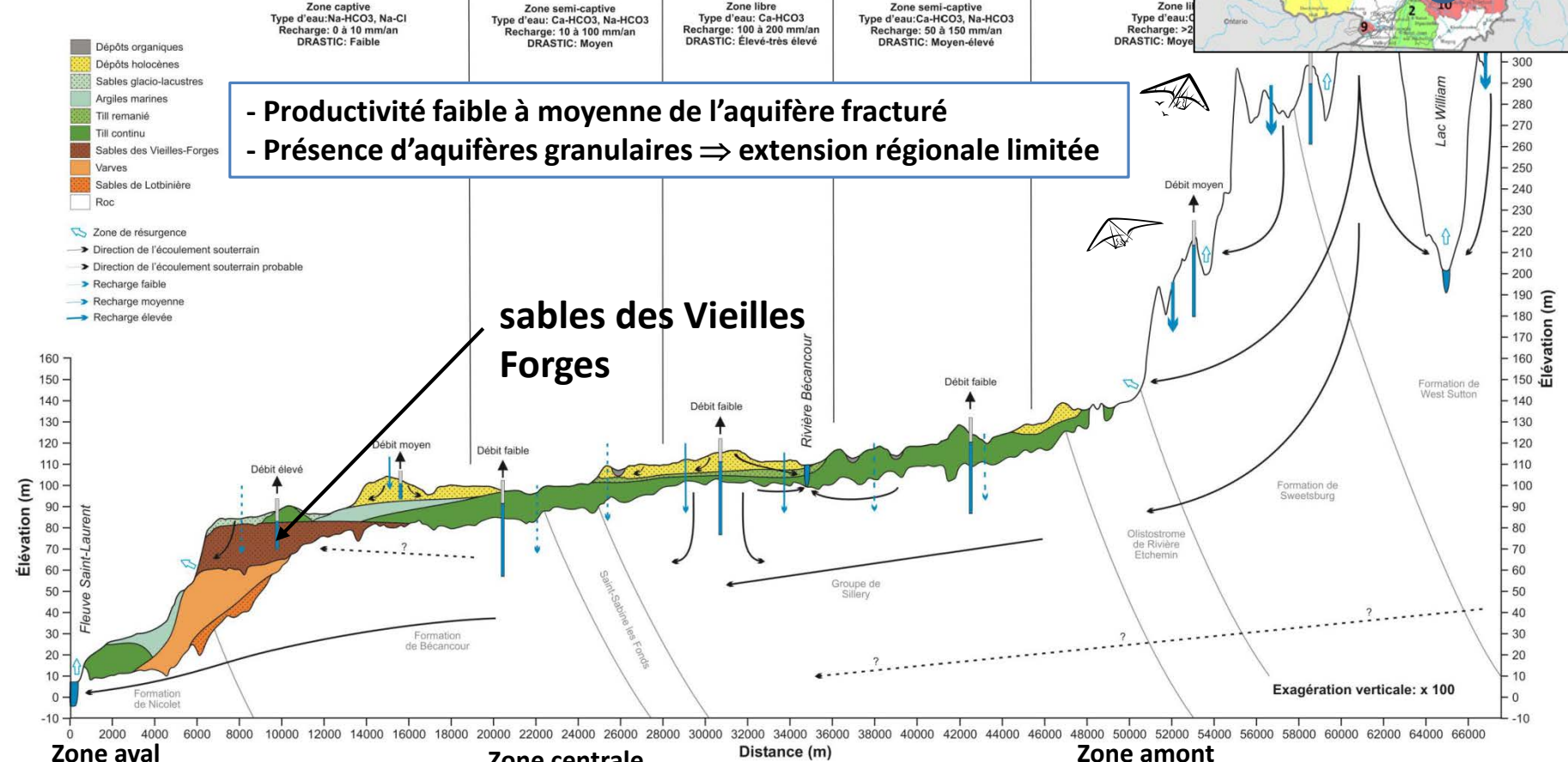


Contextes hydrogéologiques de la Montérégie Est



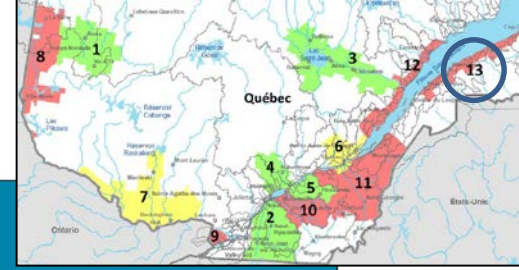


Principales caractéristiques amont-aval de l'aquifère rocheux

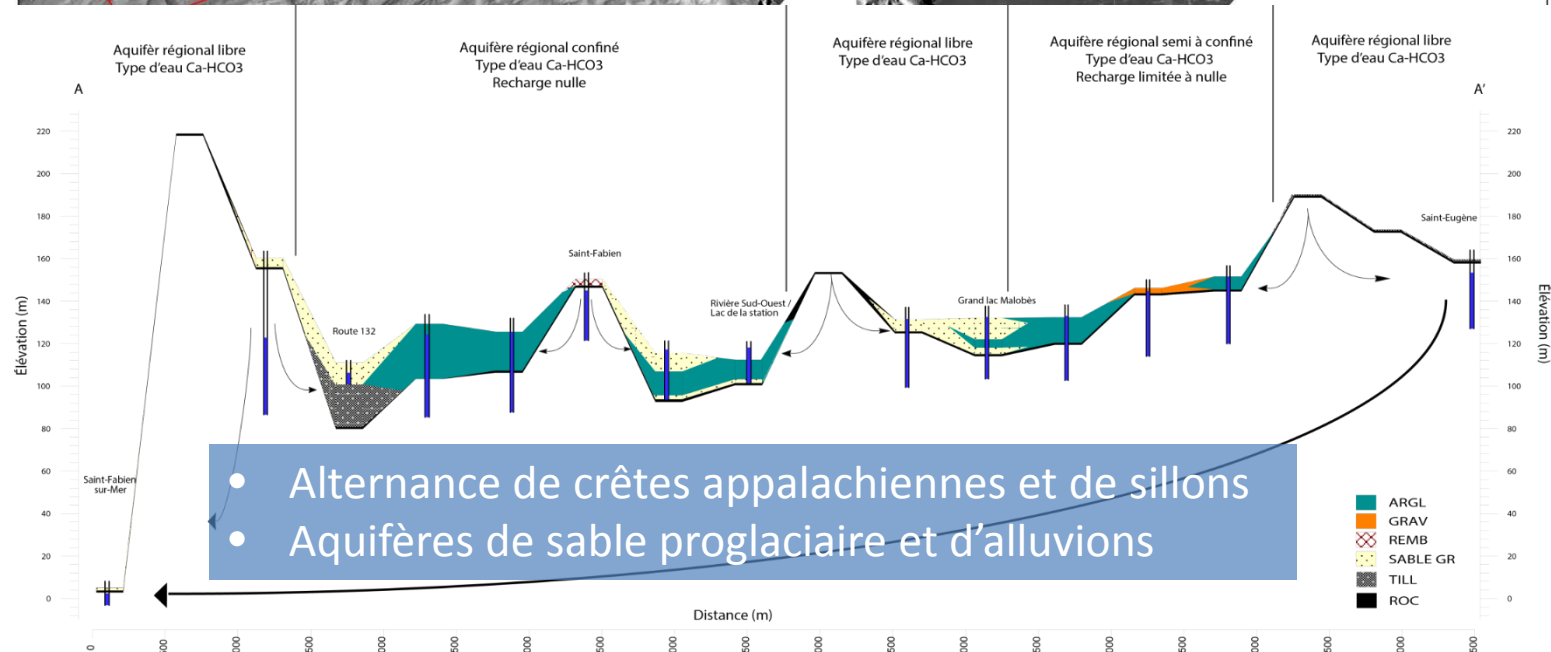
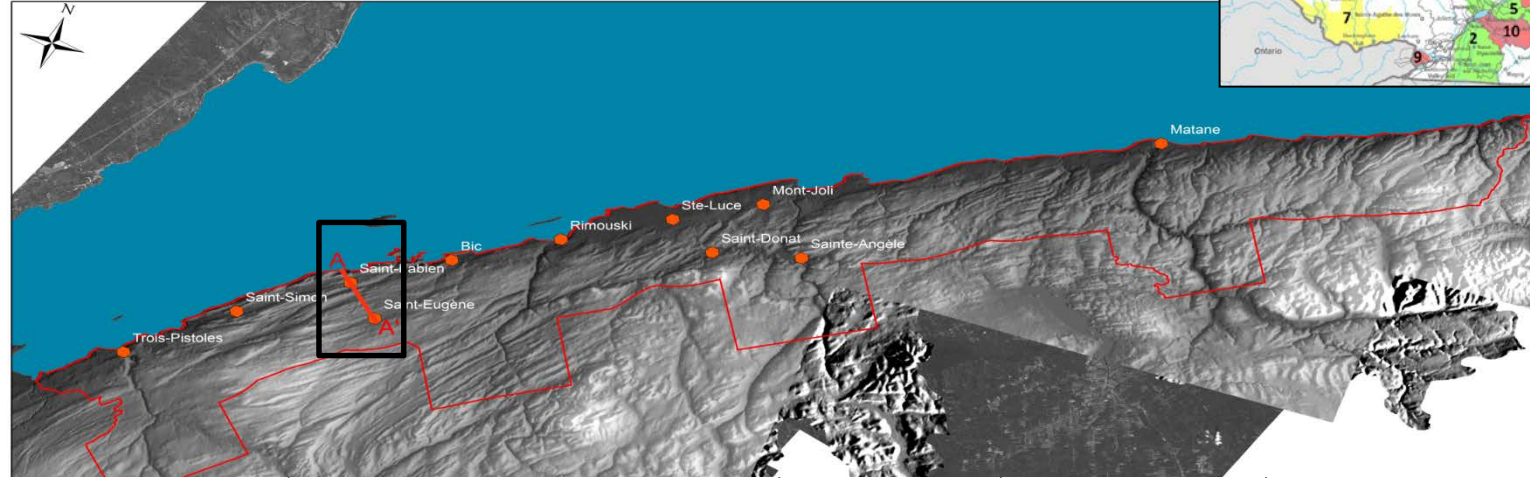


Zone aval	Zone centrale	Zone amont
<ul style="list-style-type: none"> • Recharge faible ou nulle • Aquifère à nappe captive • Vulnérabilité faible • Eaux minéralisées (Na-HCO₃ et Na-Cl) 	<ul style="list-style-type: none"> • Recharge variable (faible à moyenne) • Aquifère semi-confiné • Vulnérabilité moyenne à élevée • Eaux moyennement minéralisées (Ca-HCO₃ et Na-HCO₃) 	<ul style="list-style-type: none"> • Recharge élevée • Aquifère à nappe libre • Vulnérabilité élevée • Eaux faiblement minéralisées (Ca, Mg-HCO₃)

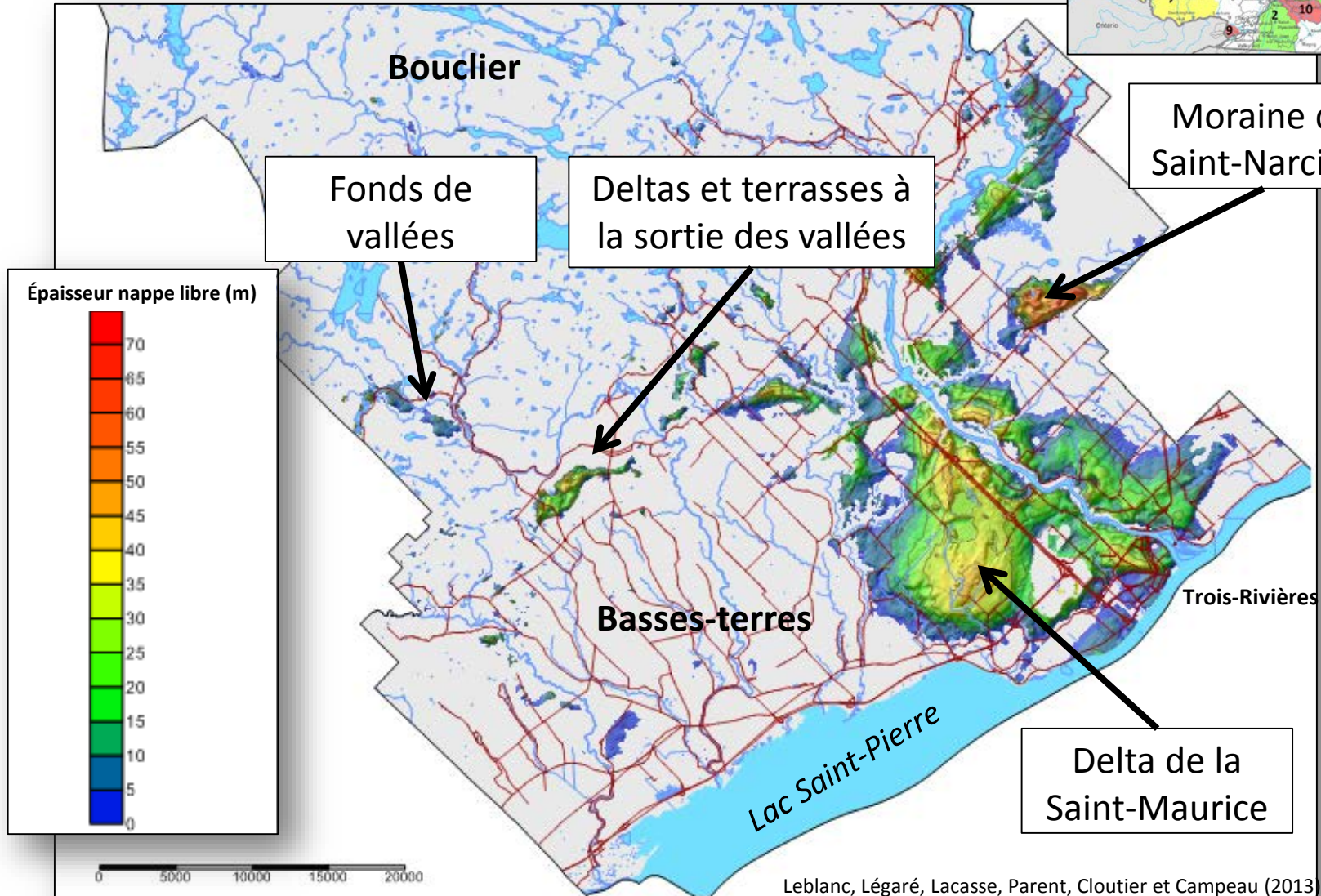
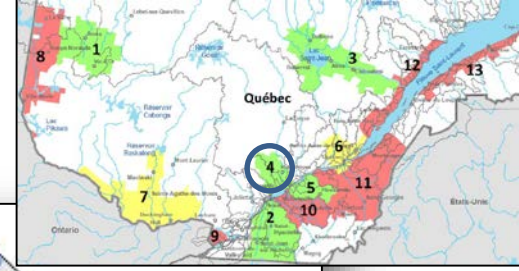


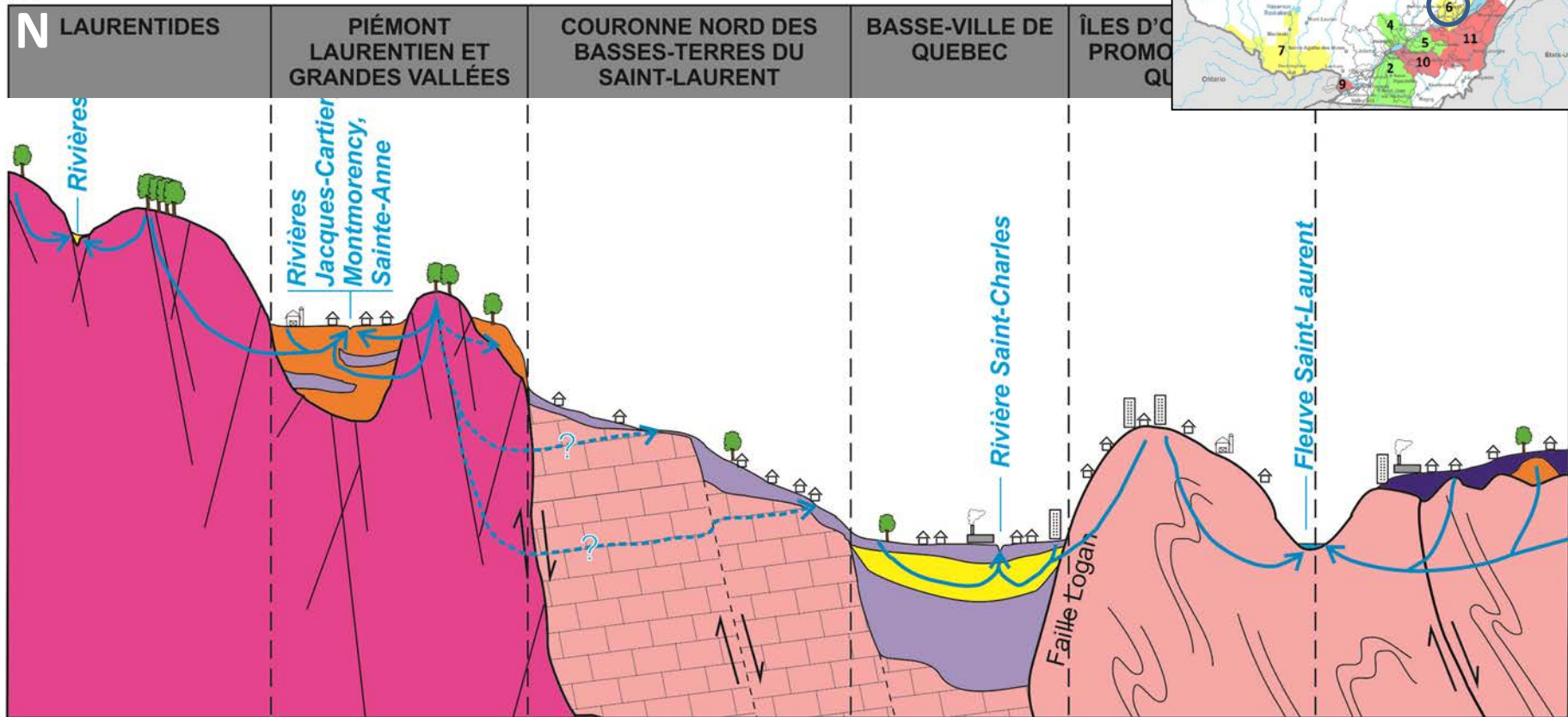
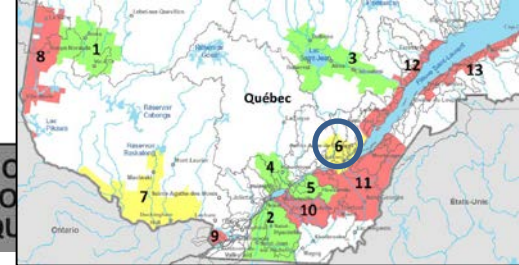


Modèle conceptuel NEBSL: Saint-Eugène et Saint-Fabien



Principaux aquifères exploités: nappe libre de dépôts de surface





- Aquifère libre de **roc fracturé de la province de Grenville**,
- Peu de population,
- puits privés,
- **Recharge très élevée,**
- **Vulnérabilité élevée.**

- Aquifère **granulaire épais** libre/confiné,
- Écoulements complexes,
- **Recharge très élevée,**
- **Vulnérabilité très élevée.**

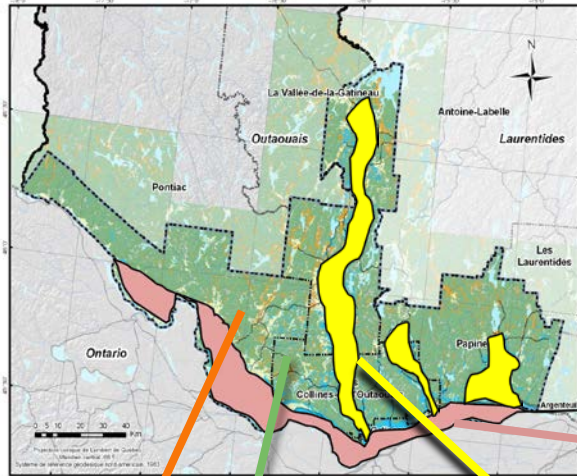
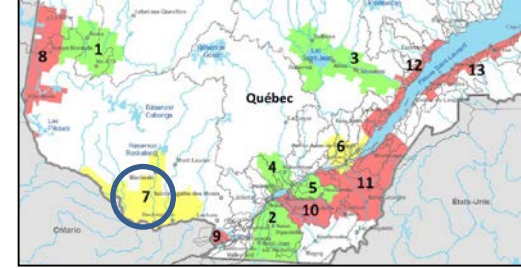
- Aquifère de **roc fracturé de la Plate-forme du St-Laurent**,
- libre/confiné,
- **Recharge moyenne à faible,**
- **Vulnérabilité variable.**

- Aquifère **granulaire du Proto St-Laurent**,
- libre/semi-confiné,
- Non exploité,
- **Recharge moyenne à faible,**
- **Vulnérabilité moyenne.**

- Aquifère libre de **roc fracturé des Appalaches**,
- Peu productif mais exploité,
- **Recharge moyenne à faible,**
- **Vulnérabilité élevée.**

- Aquifère de **roc fracturé des Appalaches**,
- confiné par endroit,
- **Recharge moyenne à faible,**
- **Vulnérabilité variable.**





Contextes hydrogéologiques

Basses-terres

- Aquifère granulaire ou de roc fracturé de la Plate-forme du St-Laurent, confiné ou semi-confiné par endroit.
- Vulnérabilité et recharge variables, très faible par endroit.

Hautes-terres

gravier

- Aquifère libre de roc fracturé de la province de Grenville.
- Peu de population, puits privés
- Recharge élevée,
- Vulnérabilité moyenne à élevée.

Roche du Grenville

Vallées

Rivières Gatineau
Petite-Nation
Du Lièvre
etc.

argile

gravier

- Aquifère granulaire ou de roc fracturé de la province de Grenville, confiné ou semi-confiné par endroit.
- Vulnérabilité et recharge variables.

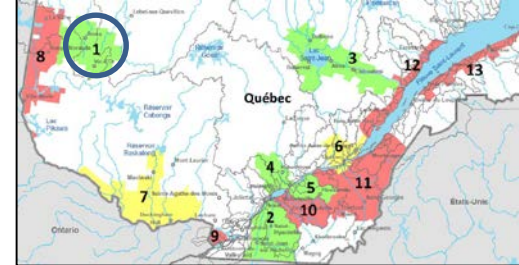
gravier

argile

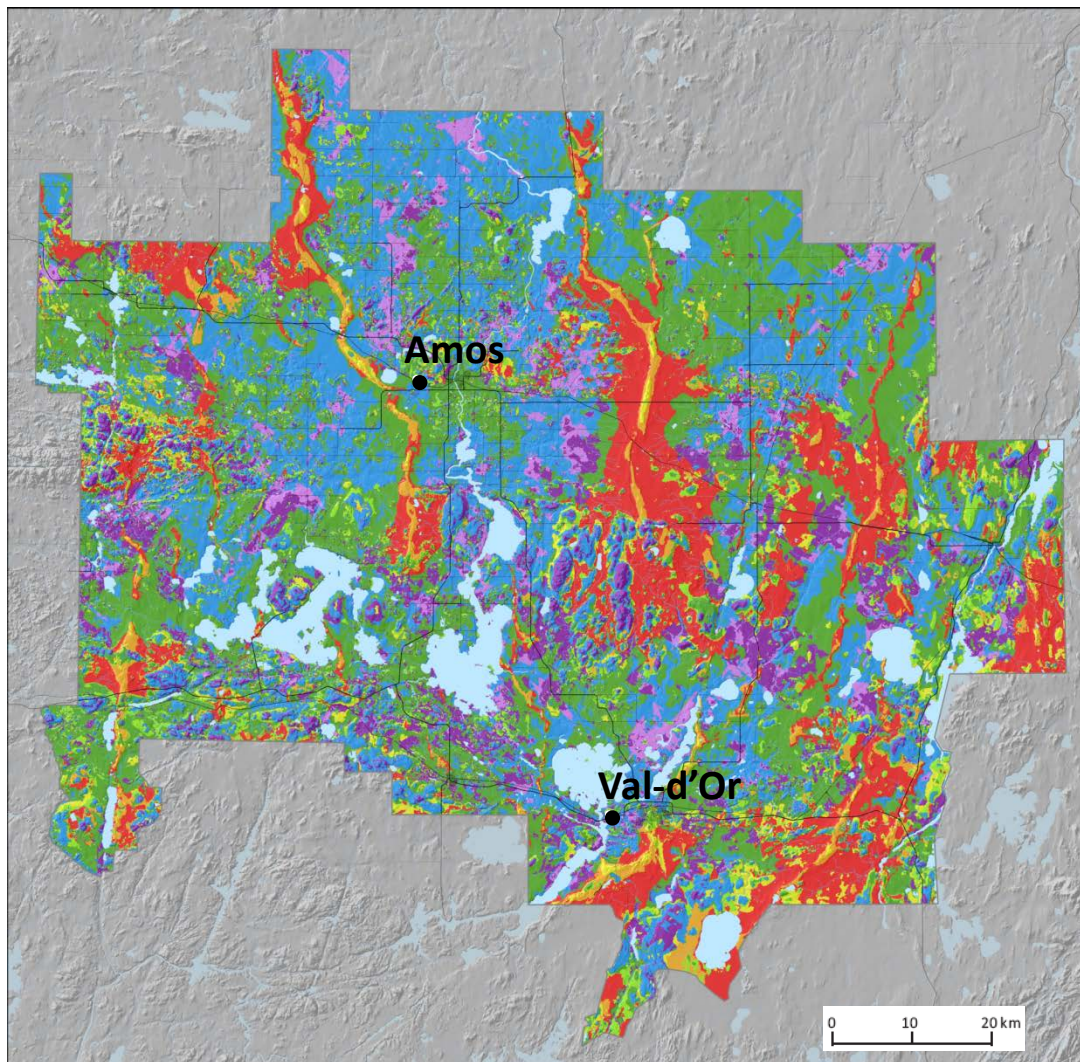
Roche de la Plate-forme
Du Saint-Laurent

Rivière des
Outaouais

PACES Abitibi-Témiscamingue 1



Vulnérabilité des aquifères: indice DRASTIC



DRASTIC: cotes attribuée à 7 paramètres

D: Profondeur à la nappe (Depth)

R: Recharge

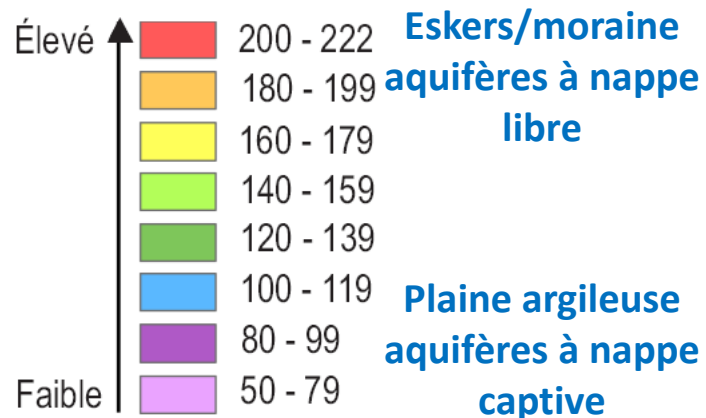
A: Aquifère

S: type de Sol

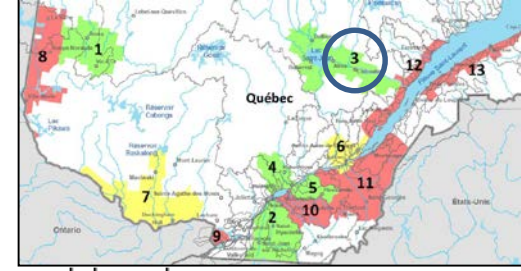
T: Topographie

I: Impact de la zone vadose

C: Conductivité hydraulique



PACES Saguenay-Lac-Saint-Jean

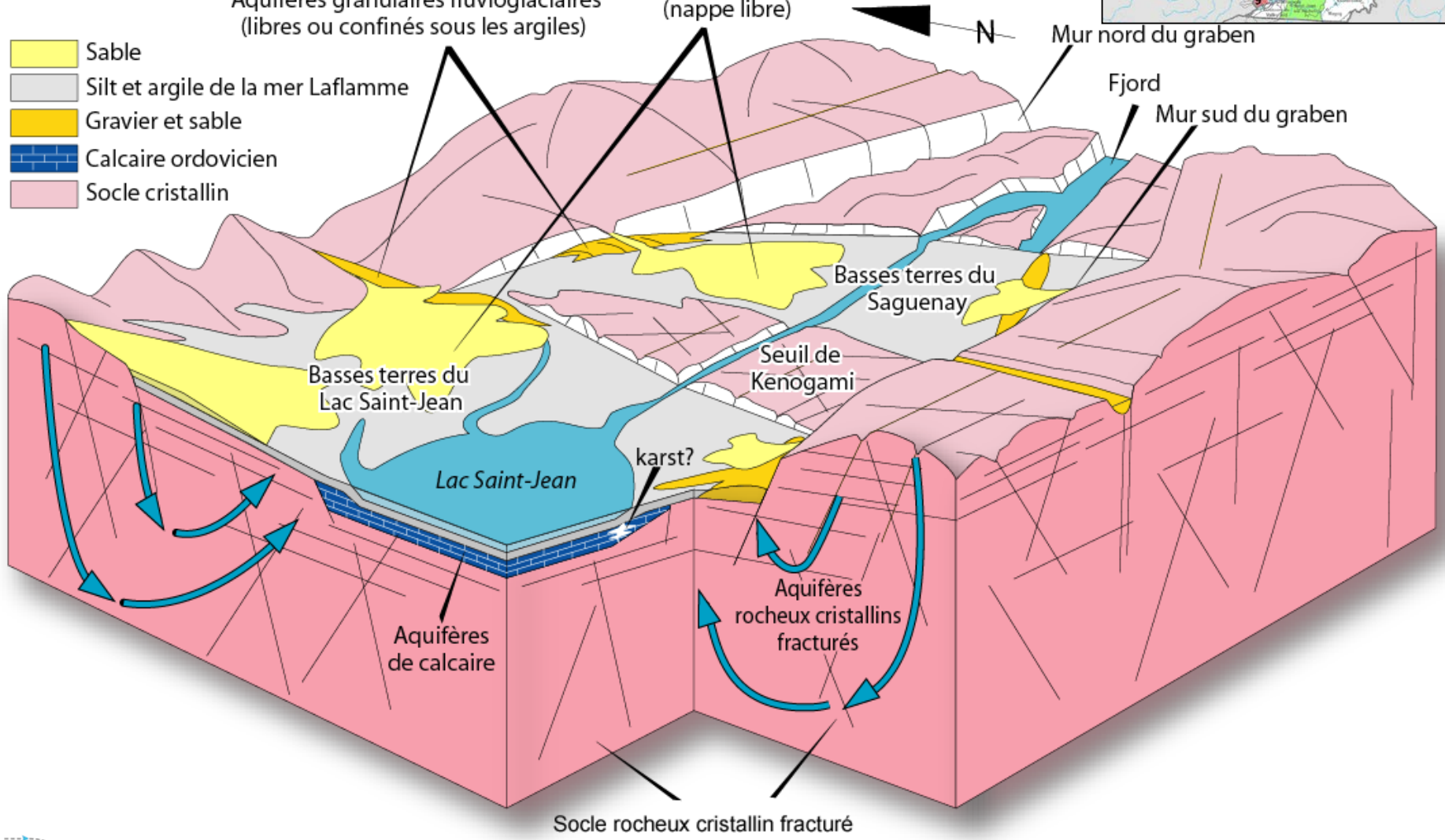


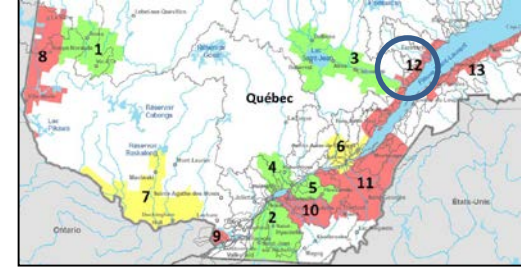
Bloc diagramme conceptuel

Aquifères granulaires fluvioglaciaires
(libres ou confinés sous les argiles)

Aquifères granulaires
plaine deltaïque
(nappe libre)

- Sable
- Silt et argile de la mer Laflamme
- Gravier et sable
- Calcaire ordovicien
- Socle cristallin

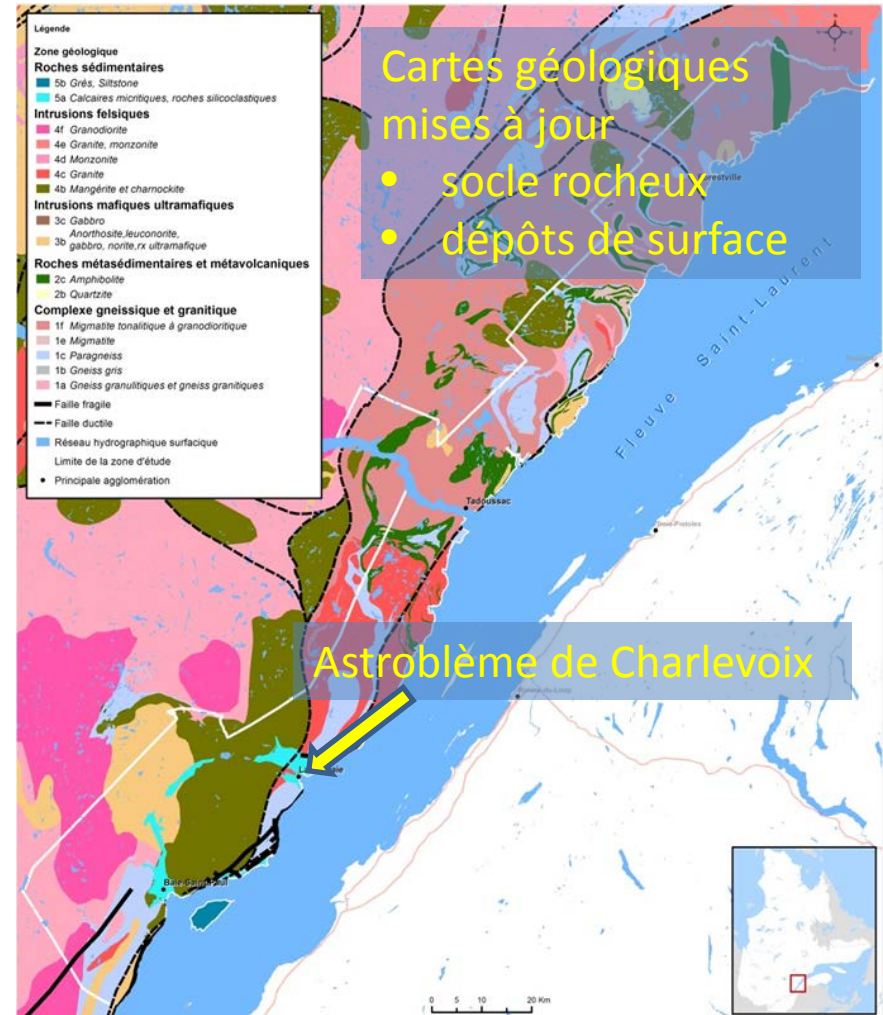


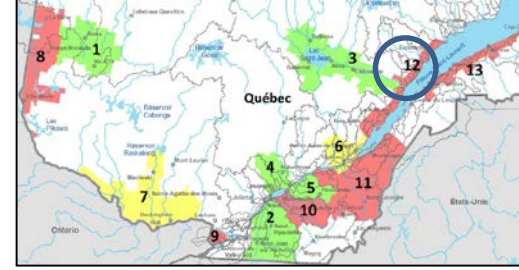


147 coupes stratigraphiques

→ Particularités hydrogéologiques

- **Relief prononcé**
Résurgences importantes captées pour aqueducs municipaux

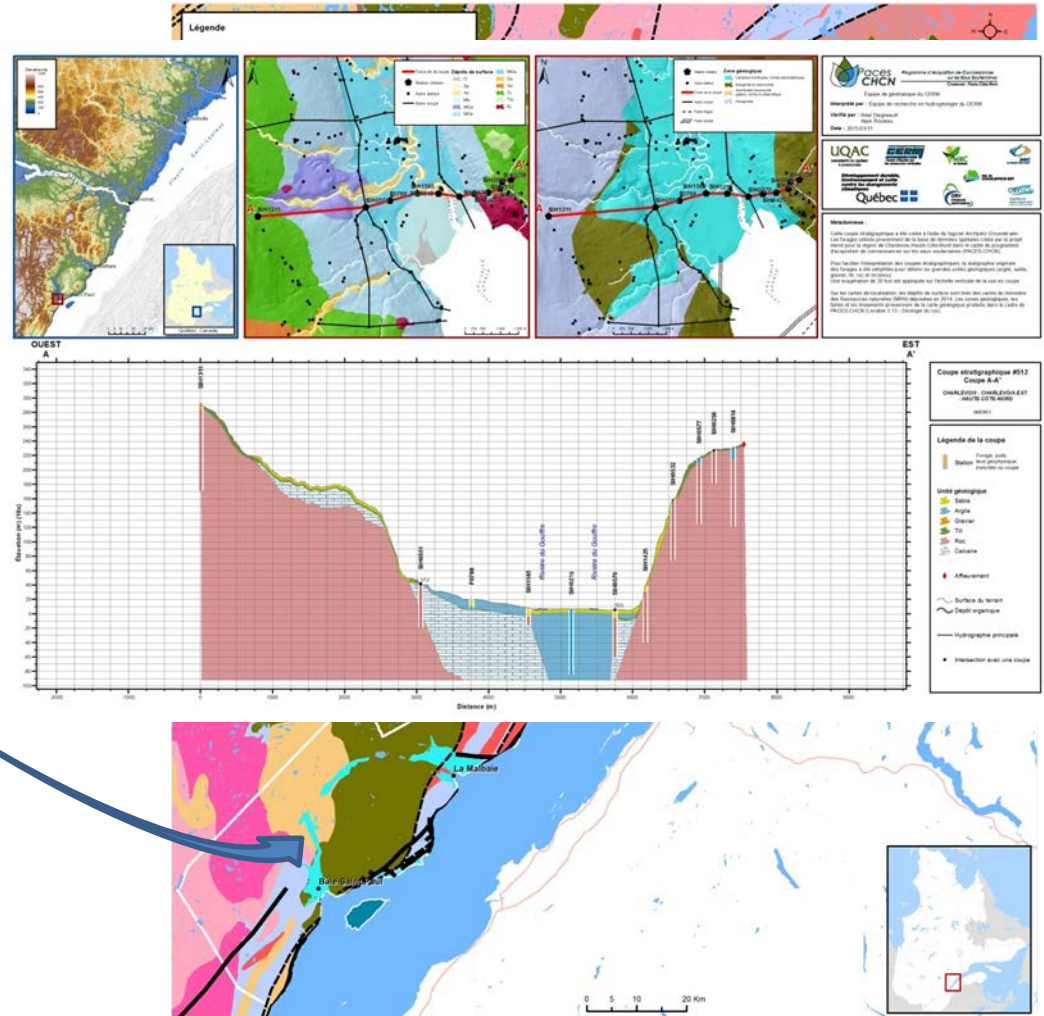


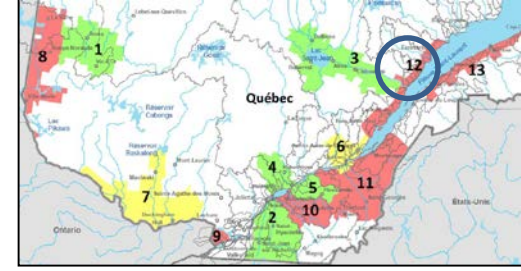


147 coupes stratigraphiques

→ Particularités hydrogéologiques

- **Relief prononcé**
Résurgences importantes captées pour aqueducs municipaux
- **Astroblème de Charlevoix**
Dépression annulaire avec aquifères confinés

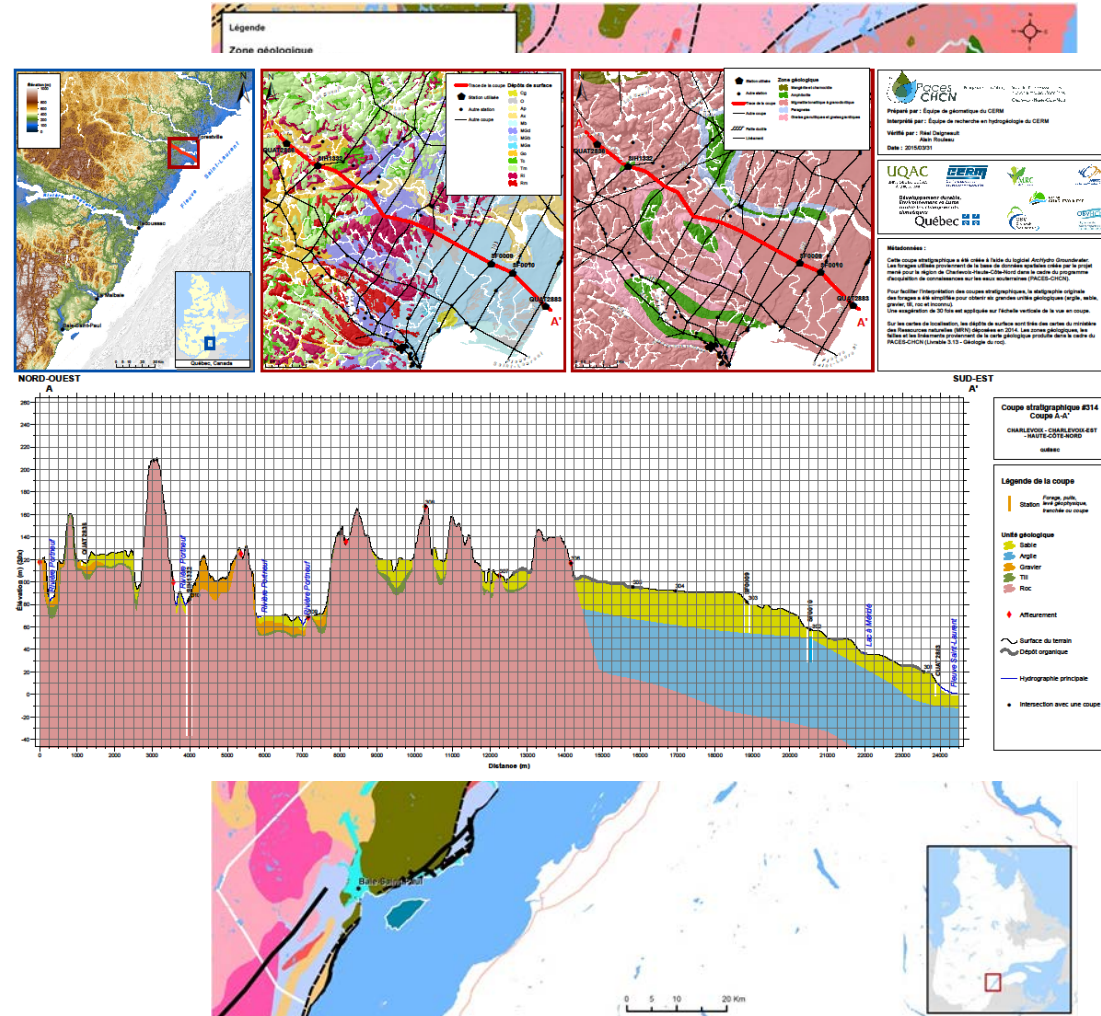




147 coupes stratigraphiques

→ Particularités hydrogéologiques

- **Relief prononcé**
Résurgences importantes captées pour aqueducs municipaux
- **Astroblème de Charlevoix**
Dépression annulaire avec aquifères confinés
- **Paléo deltas**
Importants aquifères côtiers dans Haute-Côte-Nord



Survol trop bref et incomplet ...

Résultats importants et retombées du PACES

- **Importantes bases de données sur \approx 70% du territoire québécois municipalisé**
 - le sous-sol (le contenant)
 - son contenu en eau et sa qualité
- **Pôles d'expertise régionaux (durant les travaux)**
- **Formation d'étudiants - recherches sur des problèmes hydrogéologiques réels**
- **Partenaires régionaux pleinement impliqués (durant les travaux)**
- **Fondements pour des travaux futurs détaillés**
- **Outil disponible pour gérer la ressource ...**

SOMMAIRE

1. Le Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) du Québec
2. Exemples de résultats régionaux
3. Les défis pour la suite

... et les défis!

- A. Utilisation des données du PACES
en appui à la gestion durable de l'eau souterraine**
- A. Suivi de la ressource**
- B. Mise à jour des bases de données**

... et les défis!

A. Utilisation des données des PACES

en appui à la gestion durable de l'eau souterraine

- Transfert des connaissances aux partenaires et autres intervenants (**ateliers en cours par le RQES**)
- Maintien de l'intérêt des gestionnaires à exploiter les connaissances hydrogéologiques

... et les défis!

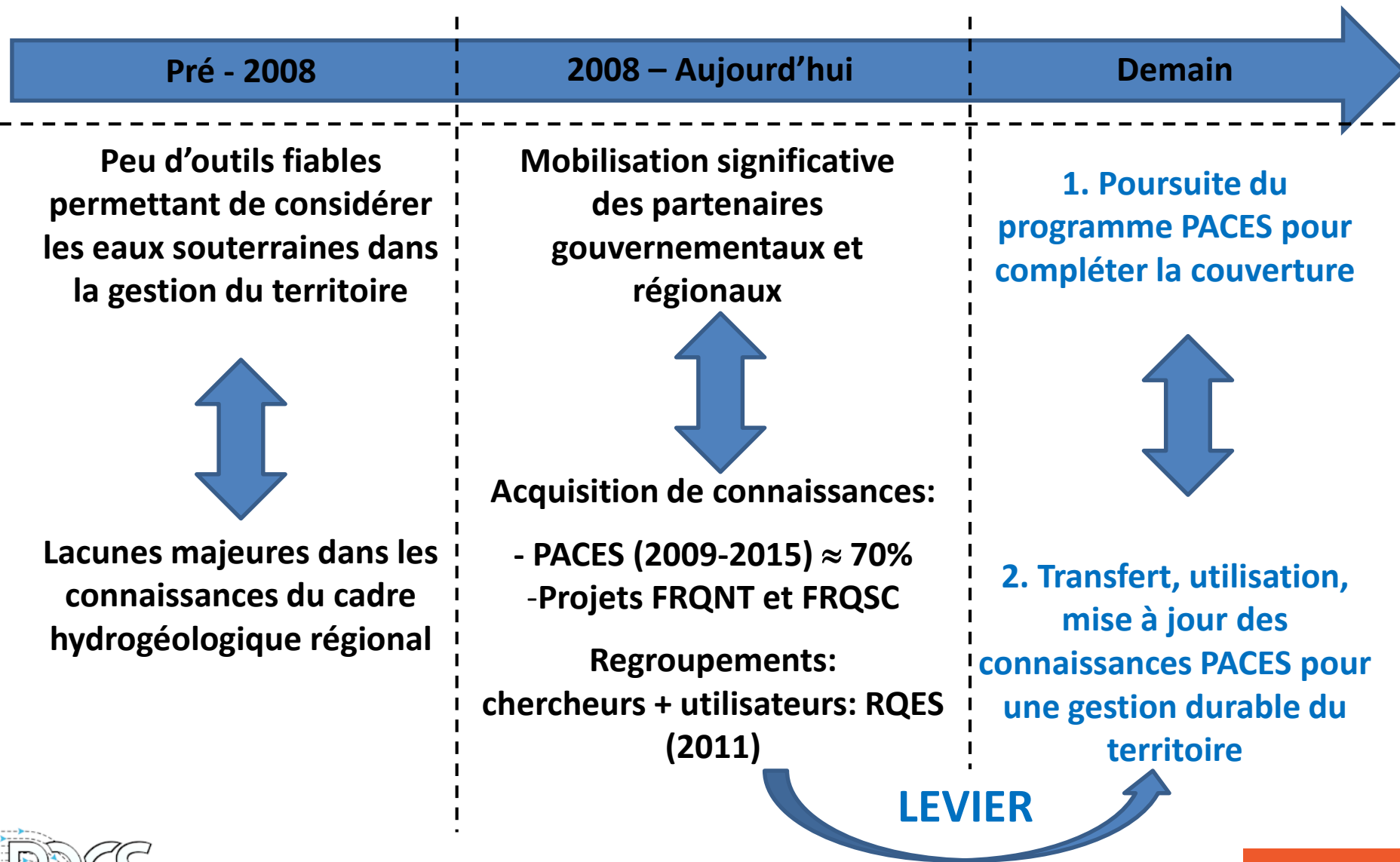
B. Suivi de la ressource

- **Évolution de sa qualité et des niveaux piézométriques**
- **Maintien d'expertise régionale disponible**
- **Accompagnement des gestionnaires dans la mise en valeur des connaissances hydrogéologiques**

... et les défis!

- C. Mise à jour de la base de données dans chacune des régions**
 - **Vigie des travaux récents, surtout dans des secteurs d'intérêt ou problématiques**
 - **Incorporation des données complémentaires ou nouvellement acquises**
 - **Maintien de la pertinence des bases de données développées par le PACES**

Conclusions



Remerciements

- **Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques**
- **Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies**
- **Fonds de recherche du Québec - Société et culture**
- **Partenaires des régions PACES**
 - **9 CRÉ, 34 MRC, villes, 17 OBV**
- **Organismes publiques**
- **Professionnels de recherche**
- **Étudiants 1^{er}, 2^e et 3^e cycles**

<http://www.rqes.ca>



Merci de votre attention