

1^{ER} ATELIER DE TRANSFERT DES CONNAISSANCES SUR LES EAUX SOUTERRAINES

du sud-ouest de la Mauricie

Trois-Rivières, le 11 juin 2015

Yohann Tremblay, RQES

Anne-Marie Decelles, RQES

Marie-Audray Ouellet, RQES

Yves Leblanc, UQTR

Stéphane Campeau, UQTR

Guillaume Légaré, UQTR

Karine Lacasse, UQTR



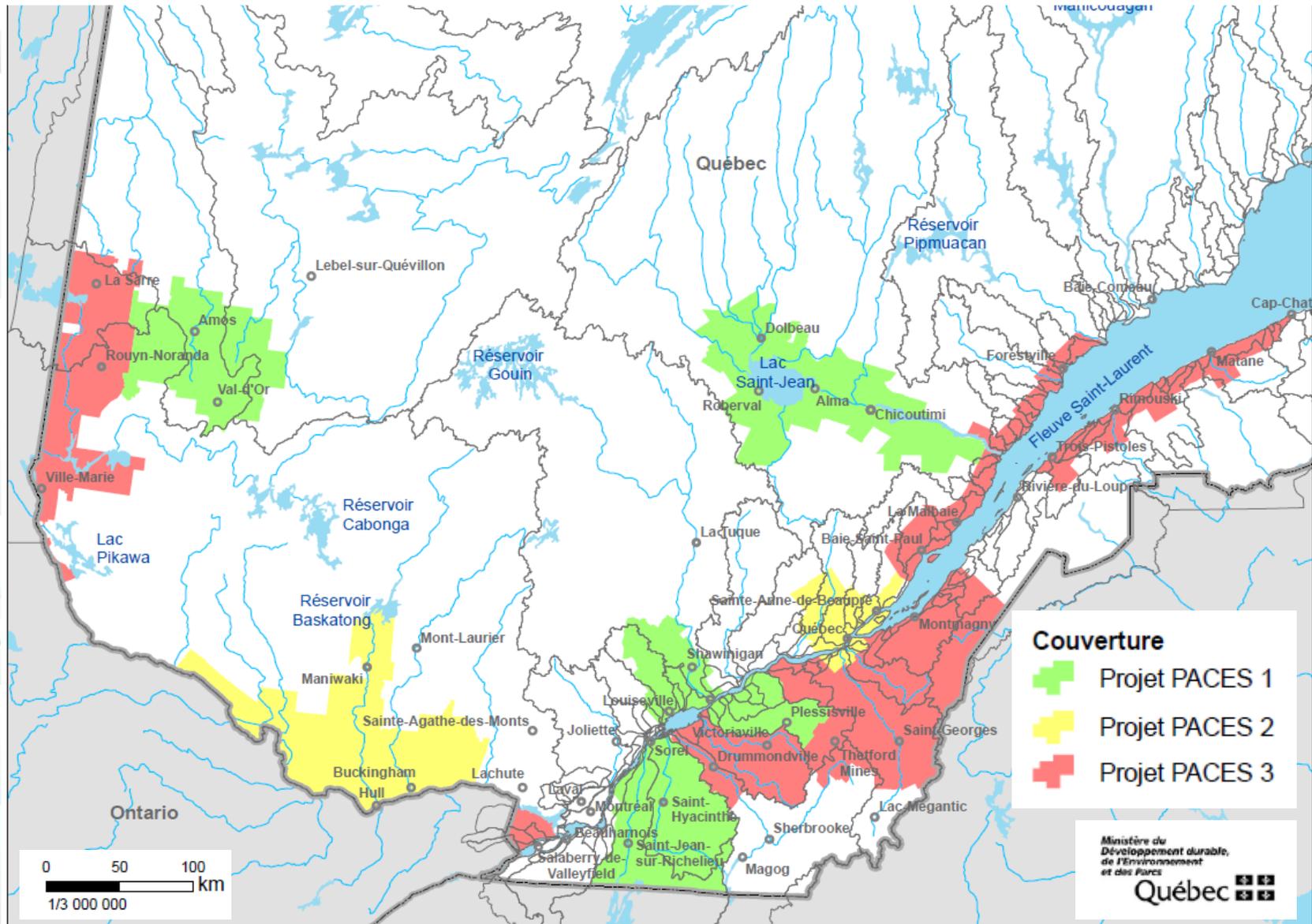
LES ATELIERS DE TRANSFERT DES CONNAISSANCES SUR LES EAUX SOUTERRAINES

- Développés par le RQES :
 - Un regroupement de :
 - Membres générateur des connaissances → chercheurs universitaires
 - Membres utilisateurs des connaissances → municipalités, MRC, OBV
 - En collaboration avec le MDDELCC
 - Mission : consolider et étendre les collaborations en vue de la mobilisation des connaissances scientifiques sur les eaux souterraines.

LES ATELIERS DE TRANSFERT DES CONNAISSANCES SUR LES EAUX SOUTERRAINES

- ❑ Prend appui sur des travaux de recherche où l'on a évalué (Ruiz, Pelchat, Campeau, 2013) :
 - ❑ les freins rencontrés par les acteurs de l'aménagement et de l'eau dans le développement de mesures de protection et de gestion des eaux souterraines
 - ❑ les besoins d'appropriation des connaissances sur les eaux souterraines de ces mêmes acteurs

LE PROGRAMME D'ACQUISITION DE CONNAISSANCE SUR LES EAUX SOUTERRAINES (PACES)



LE PROJET DE CARACTÉRISATION HYDROGÉOLOGIQUE DU SUD-OUEST DE LA MAURICIE

- ❑ 1^{er} portrait régional de la ressource en eau souterraine du territoire municipalisé du sud-ouest de la Mauricie
- ❑ Superficie de 3 915 km²
- ❑ Comprend :
 - les 17 municipalités de la MRC de Maskinongé
 - Ville de Trois-Rivières
 - Ville de Shawinigan
 - Municipalité de Notre-Dame-du-Mont-Carmel (MRC Des Chenaux)
- ❑ Population d'environ 223 000 habitants, dont 55% utilisent l'eau souterraine

LE PROJET DE CARACTÉRISATION HYDROGÉOLOGIQUE DU SUD-OUEST DE LA MAURICIE

- ❑ Le projet visait à répondre aux questions suivantes :
 - Quelle est la nature des formations géologiques qui contiennent de l'eau souterraine ?
 - D'où vient l'eau souterraine ?
 - Où va-t-elle ?
 - Est-elle potable et quels usages pouvons-nous en faire ?
 - Quelles sont les quantités exploitables ?

- ❑ Le projet visait aussi :
 - À offrir aux intervenants locaux les outils nécessaires afin qu'ils puissent s'assurer que la ressource en eau sera protégée et exploitée de façon durable
 - À offrir des données géoscientifiques qui pourront être utilisées par les experts-conseils dans le cadre de mandats locaux

LE PROJET DE CARACTÉRISATION HYDROGÉOLOGIQUE DU SUD-OUEST DE LA MAURICIE

- ❑ Réalisé par l'UQTR
 - Entre 2009 et 2013
 - Participation d'une vingtaine de chercheurs, professionnels et assistants
 - Étroites collaborations avec la Commission géologique du Canada et la Ville de Trois-Rivières

- ❑ Financé par le MDDELCC, la CRÉ de la Mauricie et la MRC de Maskinongé

QUELQUES MOTIFS À LA BASE DE CET ATELIER

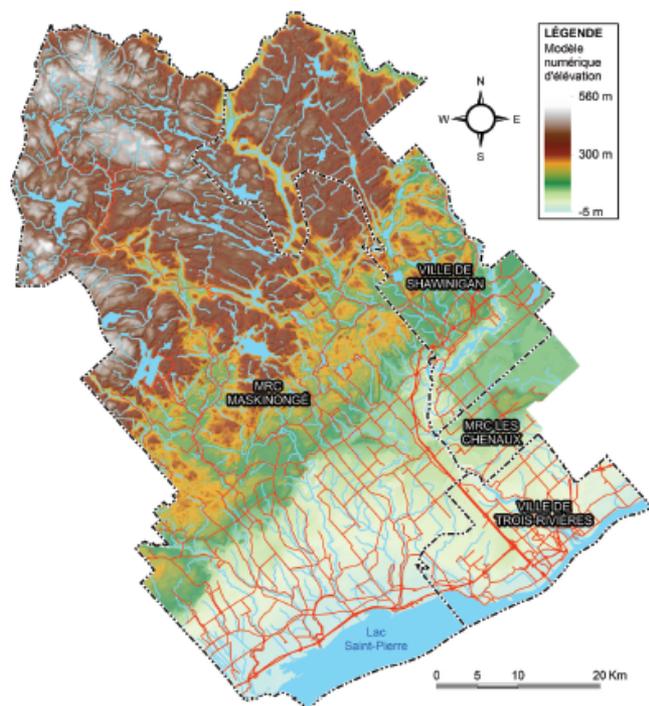
- ❑ Beaucoup de connaissances sur le sous-sol de votre territoire produites
- ❑ Hydrogéologie est un domaine complexe et peu connu
- ❑ Réglementation pour la protection des eaux souterraines est en changement (ex. : nouveau règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection, MDDELCC)
- ❑ Coût de décontamination très important si pollution
 - TCE Valcartier → 100 M\$ d'ici 2030
 - Lagunes de Mercier → 50 M\$ d'ici 2050
 - Importance de s'assurer que ceux qui possèdent des outils pour protéger et gérer les eaux souterraines s'approprient les connaissances sur les eaux souterraines de leur territoire d'action

LES OBJECTIFS DE L'ATELIER D'AUJOURD'HUI

- Développer une base commune de connaissances en hydrogéologie entre les acteurs d'une même région :
 - Revenir sur les principaux résultats du projet de Caractérisation hydrogéologique
 - Acquérir des notions hydrogéologiques pour comprendre les caractéristiques des aquifères de votre territoire d'action
 - Être capable de lire seul, à un premier niveau, les documents produits dans le cadre du projet afin de pouvoir facilement échanger avec un expert en hydrogéologie

1er atelier de transfert des connaissances sur les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie

CAHIER DU PARTICIPANT



Atelier organisé par :
le Réseau québécois sur les eaux souterraines,
et l'Université du Québec à Trois-Rivières

Juin 2015

8h45-9h45 : Notions hydrogéologiques fondamentales
et caractéristiques régionales

Présentation de
Yohann Tremblay

9h45-10h00 : Pause

10h00-11h30 : Les contextes hydrogéologiques des **LAURENTIDES**
– exercices sur données spécifiques

11h30-12h15 : Les contextes hydrogéologiques des **LAURENTIDES**
– exercices de synthèse

12h15-13h30: Pause-Repas

13h30-15h00 : Les contextes hydrogéologiques des **BASSES-
TERRES** – exercices sur données spécifiques

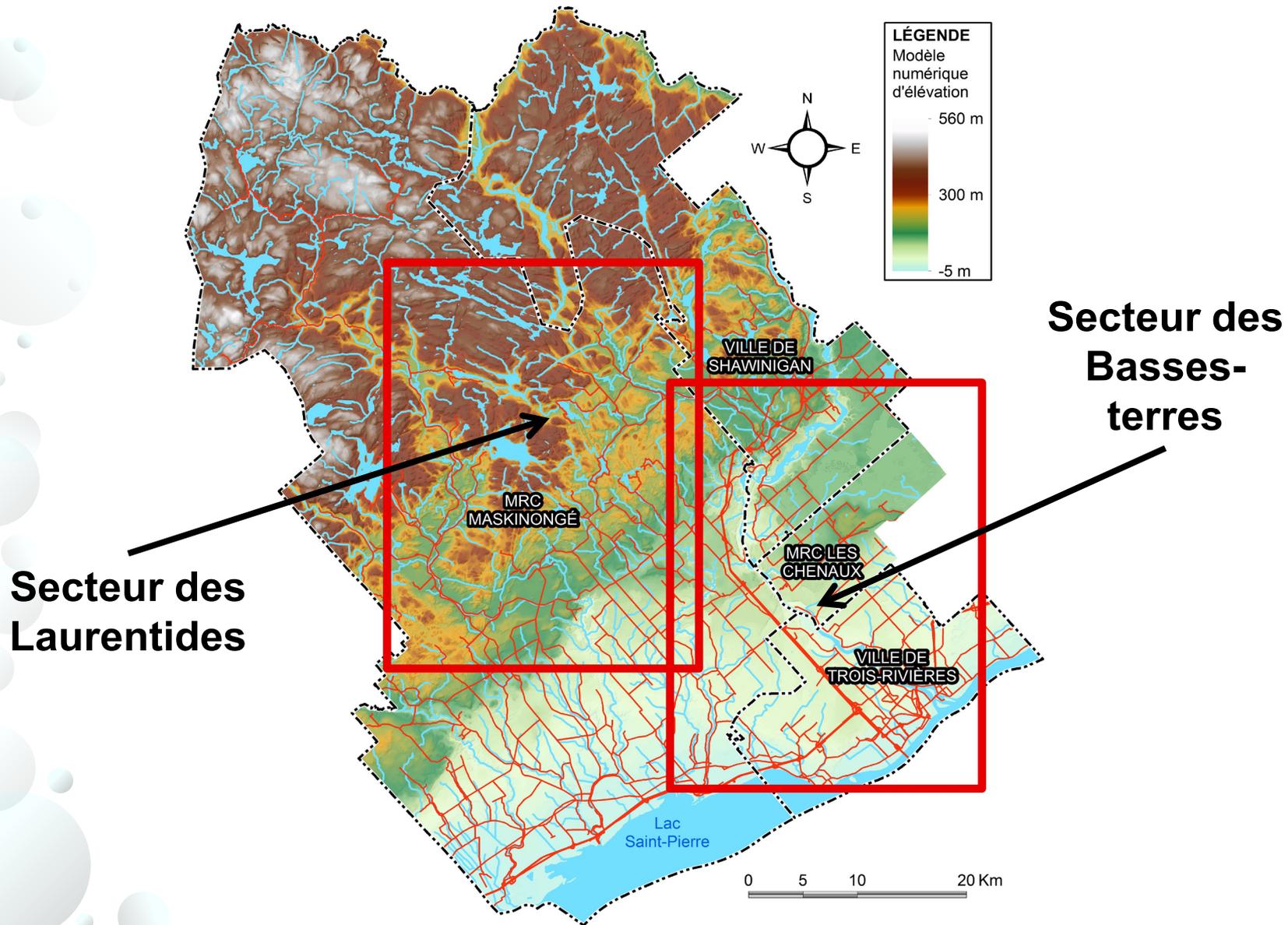
15h00-15h15: Pause

15h15-16h00 : Les contextes hydrogéologiques des **BASSES-
TERRES** – exercices de synthèse

16h00-16h30 : Bilan et mot de la fin

**Ateliers en trois
sous-groupes de
10 participants
max.**

SECTEURS D'ÉTUDE POUR LES ATELIERS



L'ÉQUIPE POUR VOUS ACCOMPAGNER

❑ Les animateurs :

❑ Les chercheurs de l'UQTR:

- Marie-Audray Ouellet
M.Sc. Géographie

- Yves Leblanc
M.Sc. Hydrogéologie

Binôme 1
Salle 2080

- Yohann Tremblay,
M.Sc. Sciences de l'eau

- Karine Lacasse
M.Sc. Sciences de
l'environnement

Binôme 2
Salle 2077

- Anne-Marie Decelles,
M.A. Développement
régional

- Stéphane Campeau
Ph.D. Professeur

Binôme 3
Salle 2082

- Guillaume Légaré
M.Sc. Sciences de
l'environnement

Joker

AUTRES INFORMATIONS

- ❑ Utilisation du cahier du participant pour suivre les exercices et prendre des notes
- ❑ En tout temps, possibilité de poser des questions aux experts en hydrogéologie
- ❑ Ateliers en sous-groupes limités à 10 participants pour faciliter l'apprentissage

→ À chaque activité, changer de table pour pouvoir échanger avec chacun des experts et des participants présents

- ❑ Feuille de présence pour le suivi
- ❑ Sondage d'appréciation

LES PARTENAIRES DU PROJET

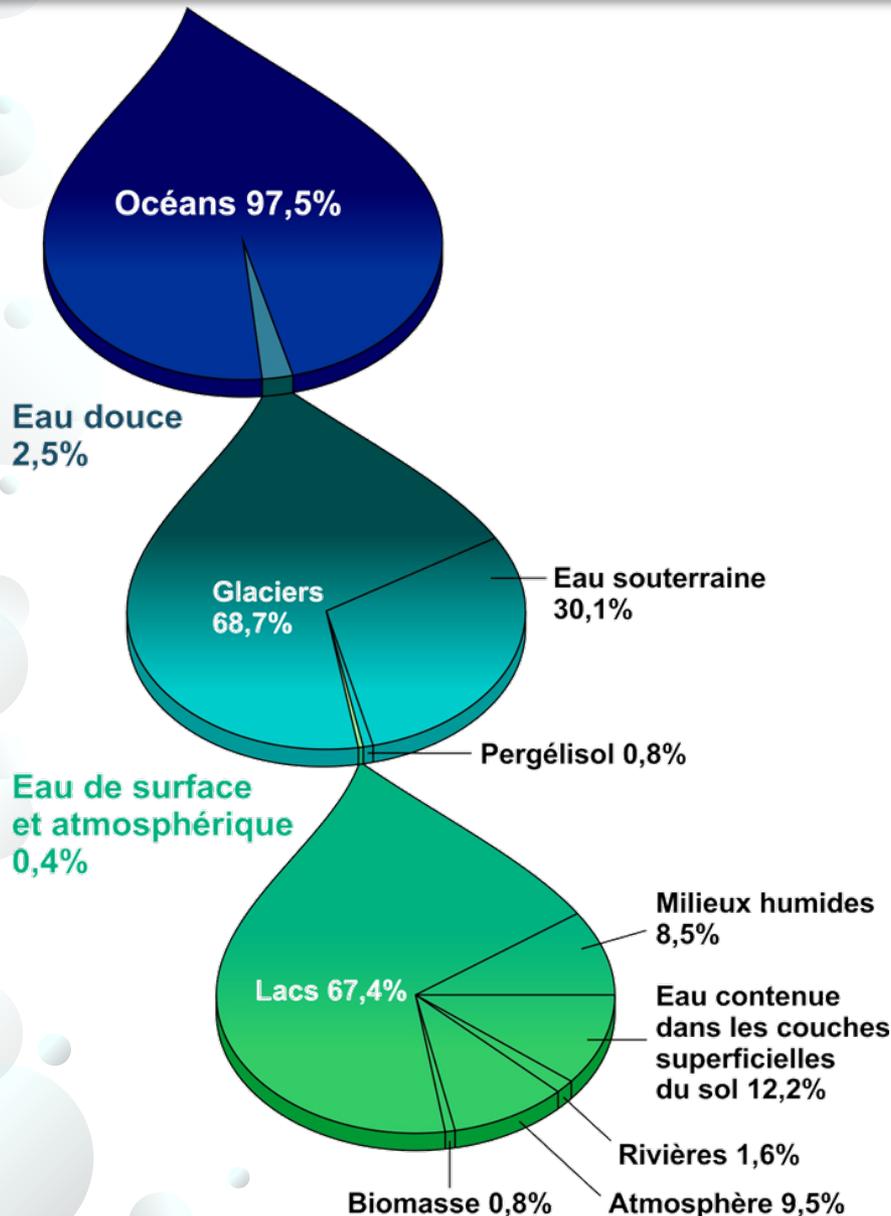
PROTÉGER ET GÉRER LES EAUX SOUTERRAINES



LES NOTIONS HYDROGÉOLOGIQUES FONDAMENTALES

PAR YOHANN TREMBLAY

UNE RESSOURCE À PROTÉGER

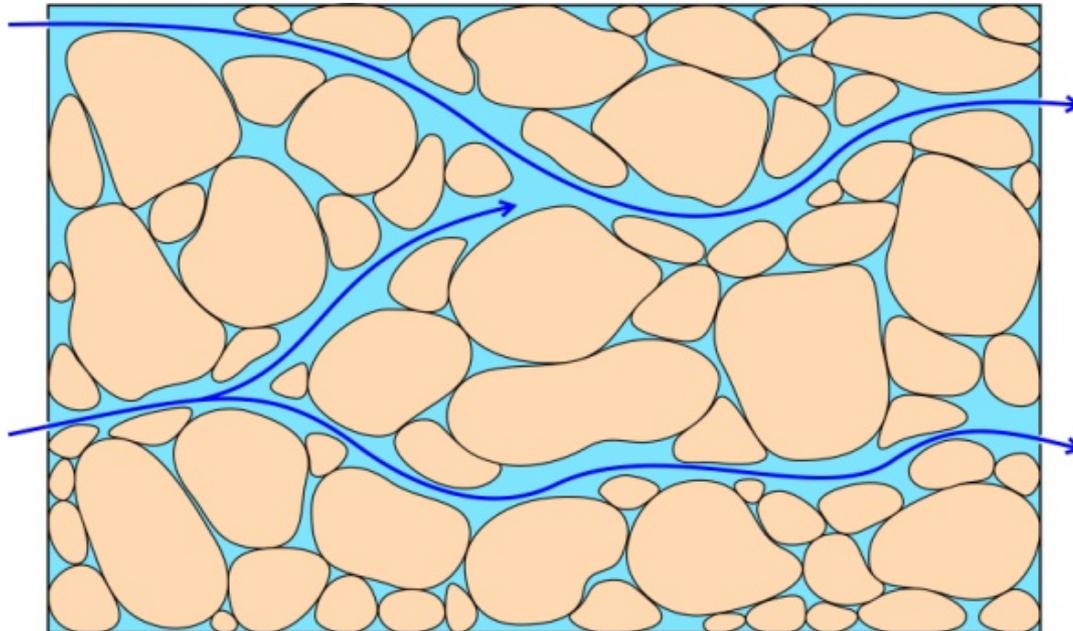


UNESCO-WWAP (2006)

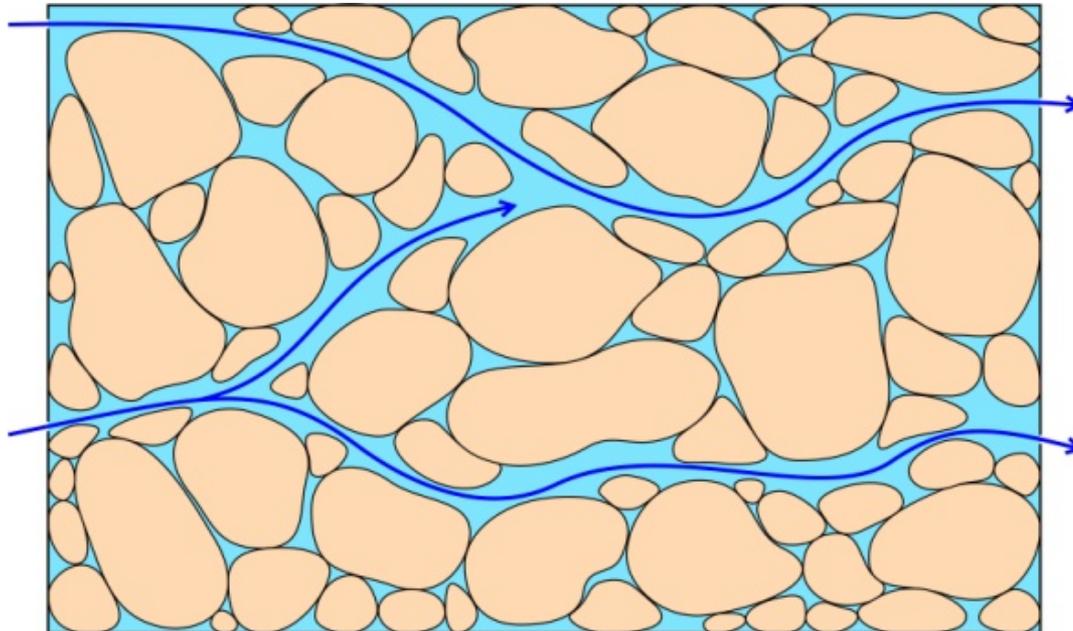
- ❑ 75 X plus abondante que l'eau de surface
- ❑ Au Québec, alimente:
 - 20% de la population
 - 70% des municipalités
 - 90% du territoire habité
- ❑ Plus abordable
- ❑ De meilleure qualité
- ❑ Nécessaire de bien la protéger
- ❑ Joue de multiples rôles
- ❑ Elle est pourtant relativement peu connue

1. Définitions de base
2. Différents types d'aquifère
3. Types de dépôts meubles
4. Conditions de confinement
5. Piézométrie
6. Recharge et résurgence
7. Vulnérabilité de l'eau souterraine
8. Qualité de l'eau

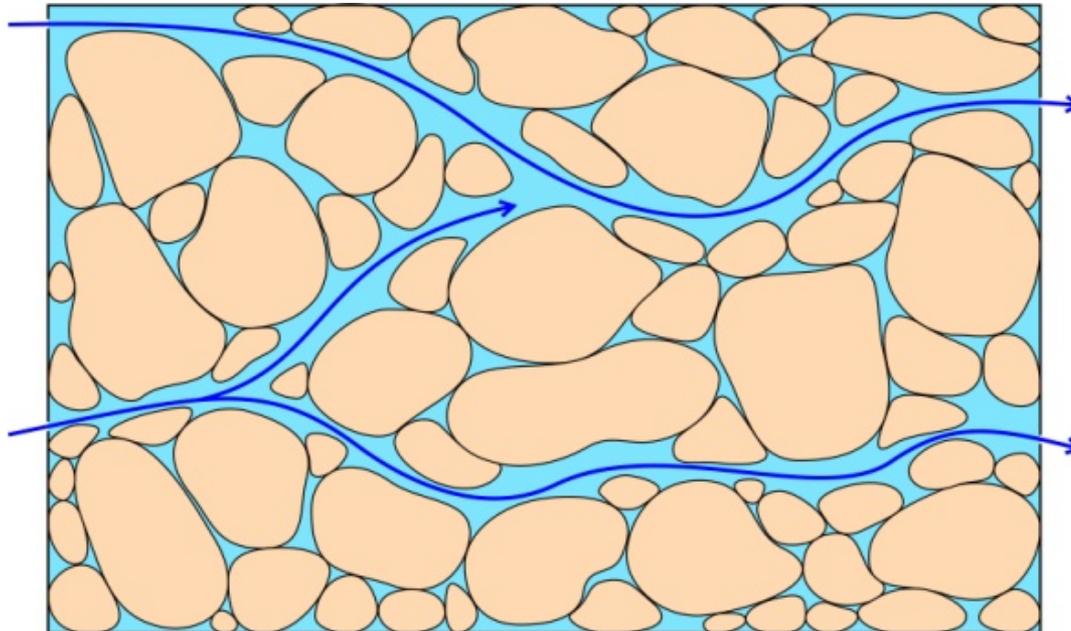
- ❑ L'**EAU SOUTERRAINE** est l'eau qui se trouve sous la surface du sol et qui remplit les espaces vides du milieu géologique
- On en retrouve partout sous nos pieds !
- Comme pour l'eau en surface, l'eau souterraine s'écoule dans l'aquifère, mais beaucoup plus lentement



- ❑ La **POROSITÉ** est le volume (en %) des pores, c'est-à-dire des espaces vides au sein de la matrice solide.
- Plus la porosité est élevée, plus il y a d'espace disponible pour emmagasiner de l'eau.



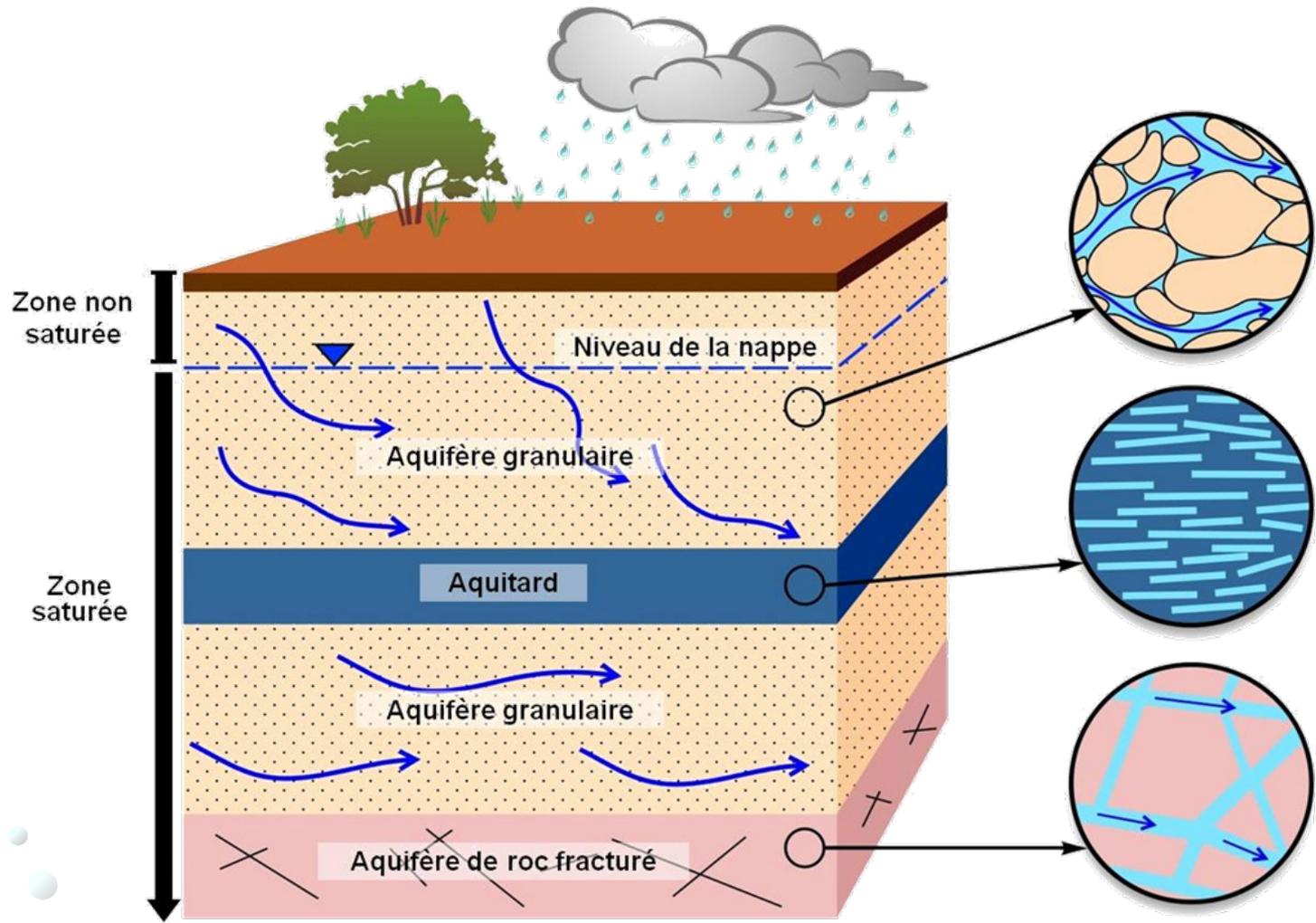
- ❑ La **CONDUCTIVITÉ HYDRAULIQUE** est l'aptitude du milieu à se laisser traverser par l'eau.
- Plus les **pores** sont interconnectés, plus le milieu géologique est **perméable** et plus l'eau peut pénétrer et circuler facilement



NAPPE PHRÉATIQUE

CdP
p. 10

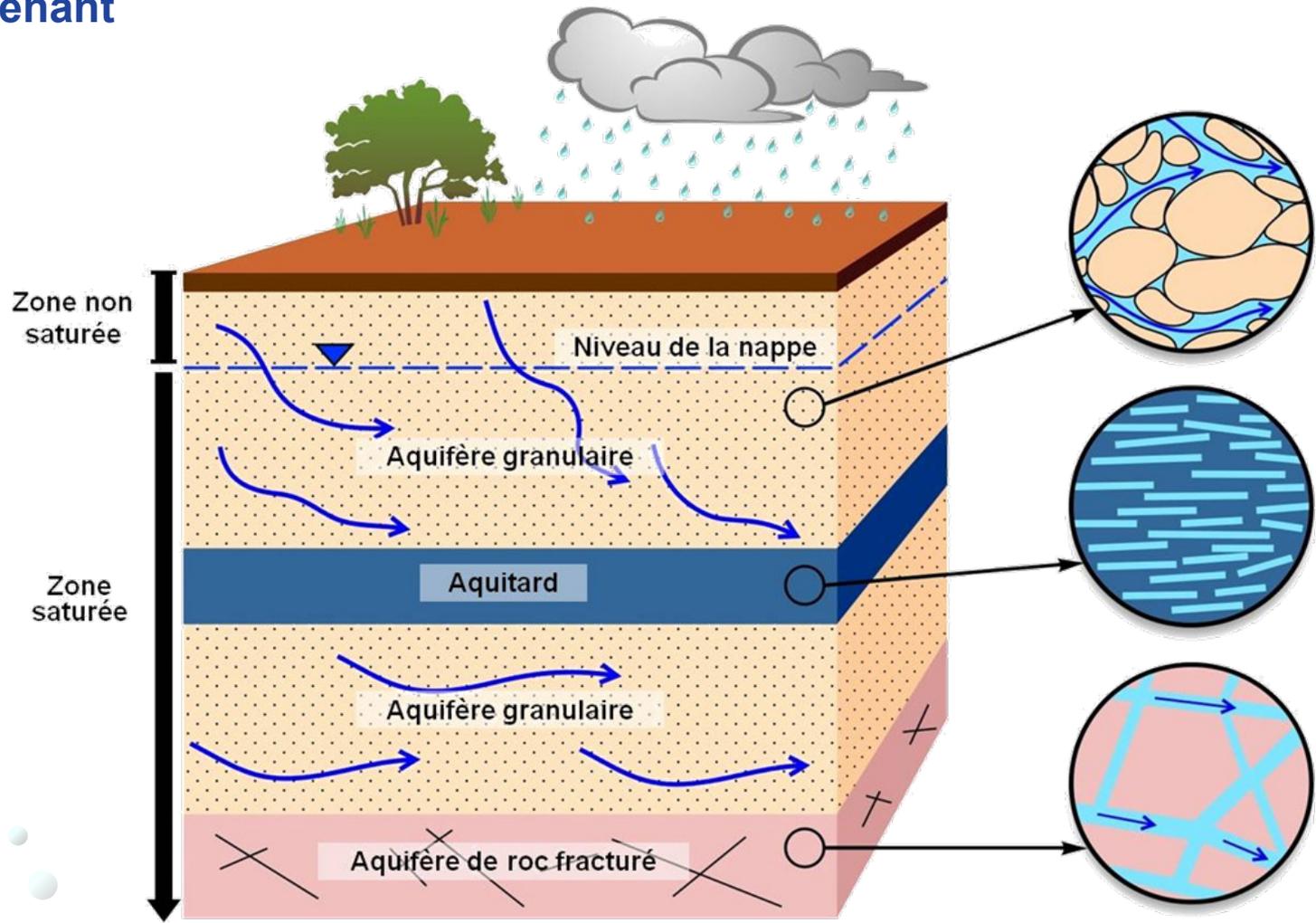
- La **NAPPE** représente l'eau souterraine qui circule dans un aquifère → C'est le contenu



AQUIFÈRE

CdP
p. 10

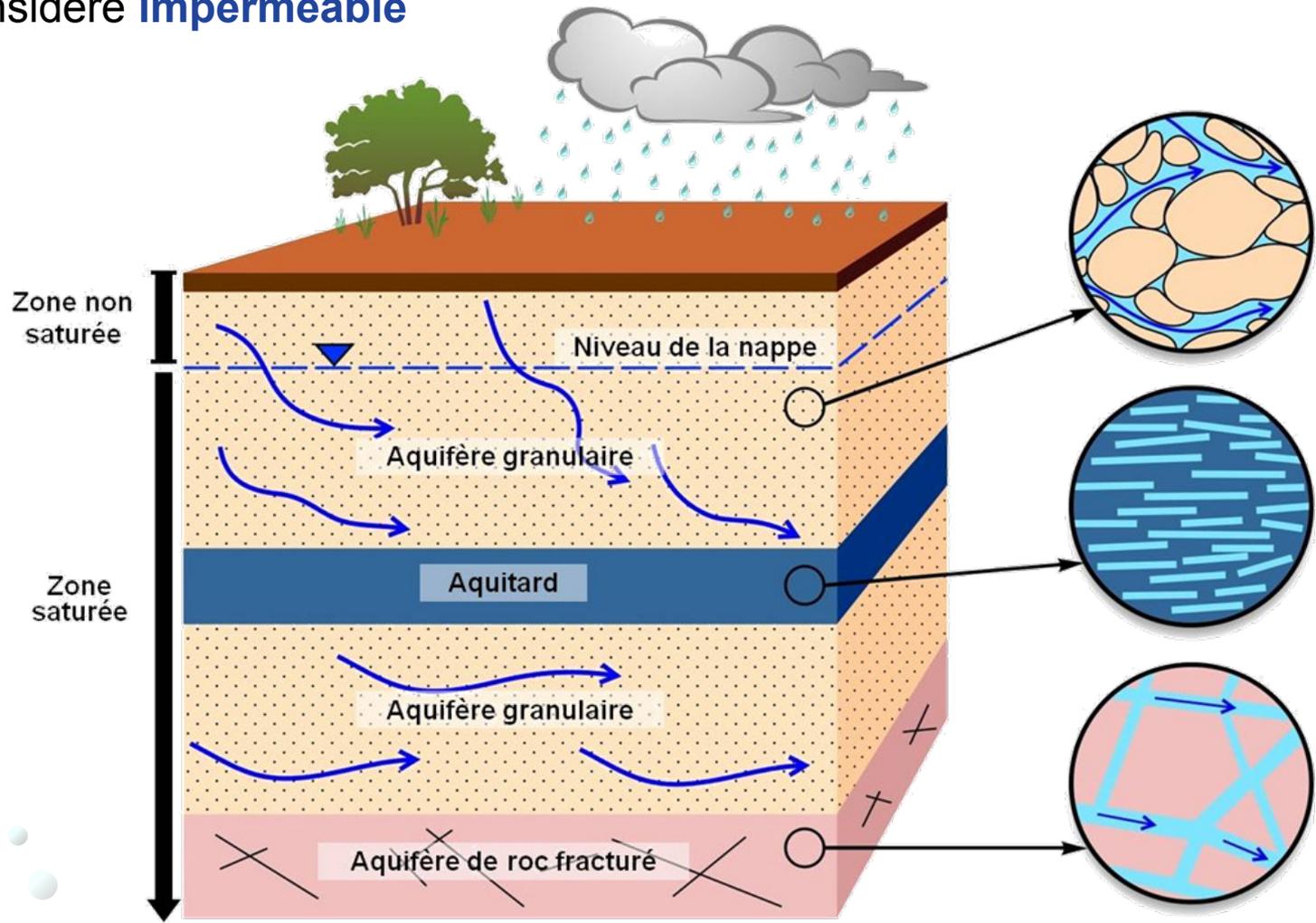
- Un **AQUIFÈRE** est une formation géologique saturée en eau et suffisamment perméable pour permettre son pompage → C'est le **contenant**



AQUITARD

CdP
p. 10

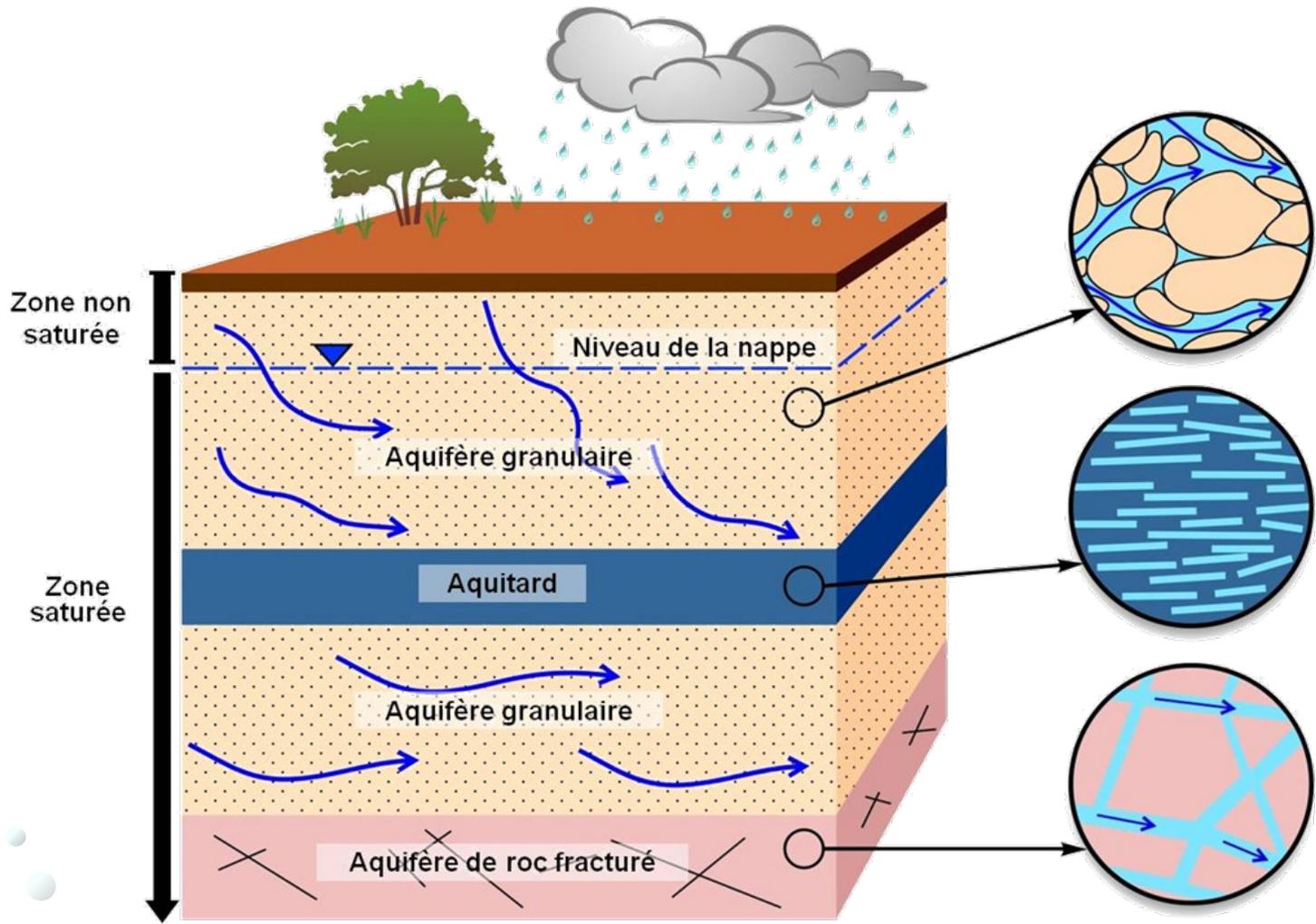
- Un **AQUITARD** est une unité géologique qui n'est pas suffisamment perméable pour qu'il soit possible d'y extraire l'eau
→ Considéré **imperméable**



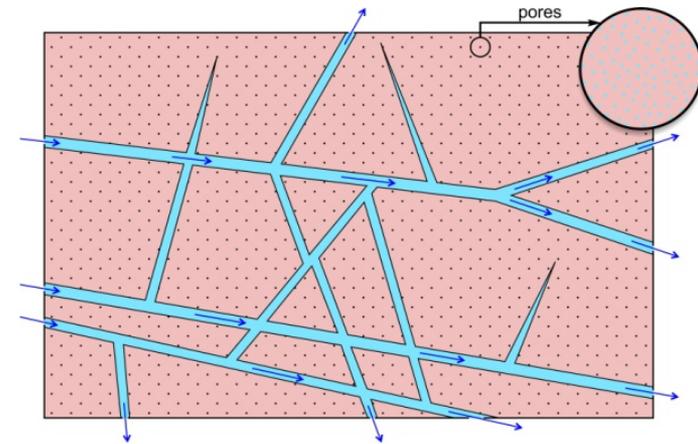
AQUIFÈRE DE ROC FRACTURÉ

CdP
p. 11

- Le **ROC FRACTURÉ** constitue la partie supérieure de la croûte terrestre



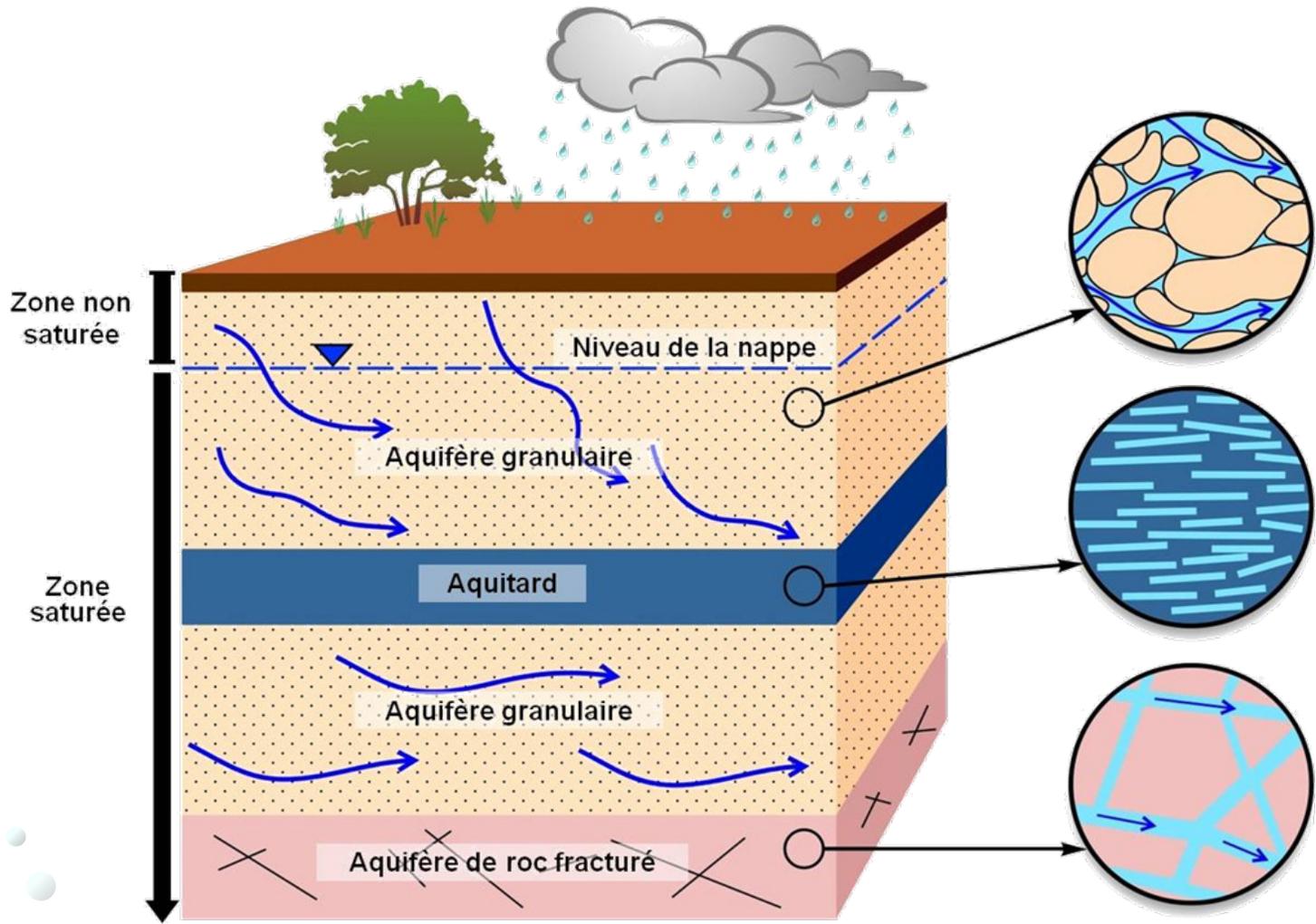
- ❑ L'eau se retrouve :
 - Dans les **pores** de la roche, mais leur faible interconnexion ne permet pas une circulation efficace de l'eau
 - Dans les **fractures** qui permettent une circulation d'eau parfois suffisante pour le captage
- ❑ En forant un puits dans ce type d'aquifère, on cherche à rencontrer le plus de **fractures** possibles



AQUIFÈRE DE DÉPÔTS MEUBLES

CdP
p. 11

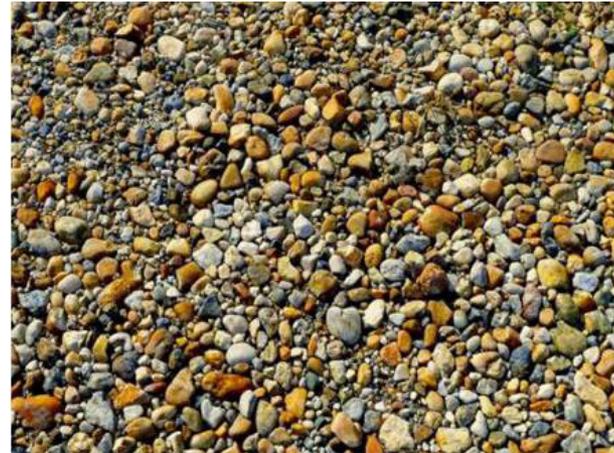
- Les **DÉPÔTS MEUBLES** sont l'ensemble des sédiments qui proviennent de l'érosion du socle rocheux et qui le recouvrent



- ❑ Plus les particules sont grossières, plus les pores sont larges et interconnectés, et plus la perméabilité est élevée

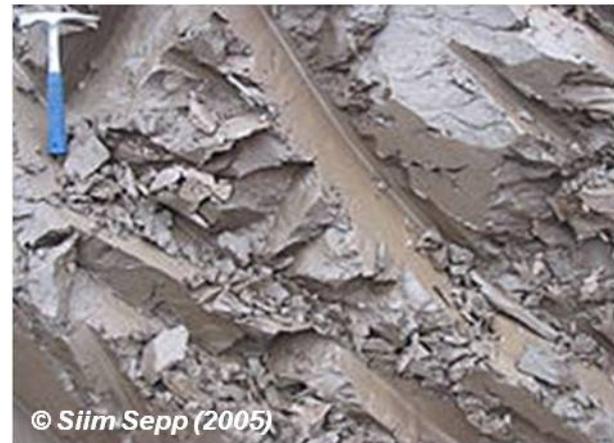
- ❑ **Sables et graviers** → **aquifère**

- Le pompage de débits importants est souvent possible



- ❑ **Argiles et silts** → **aquitard**

- Considéré imperméable

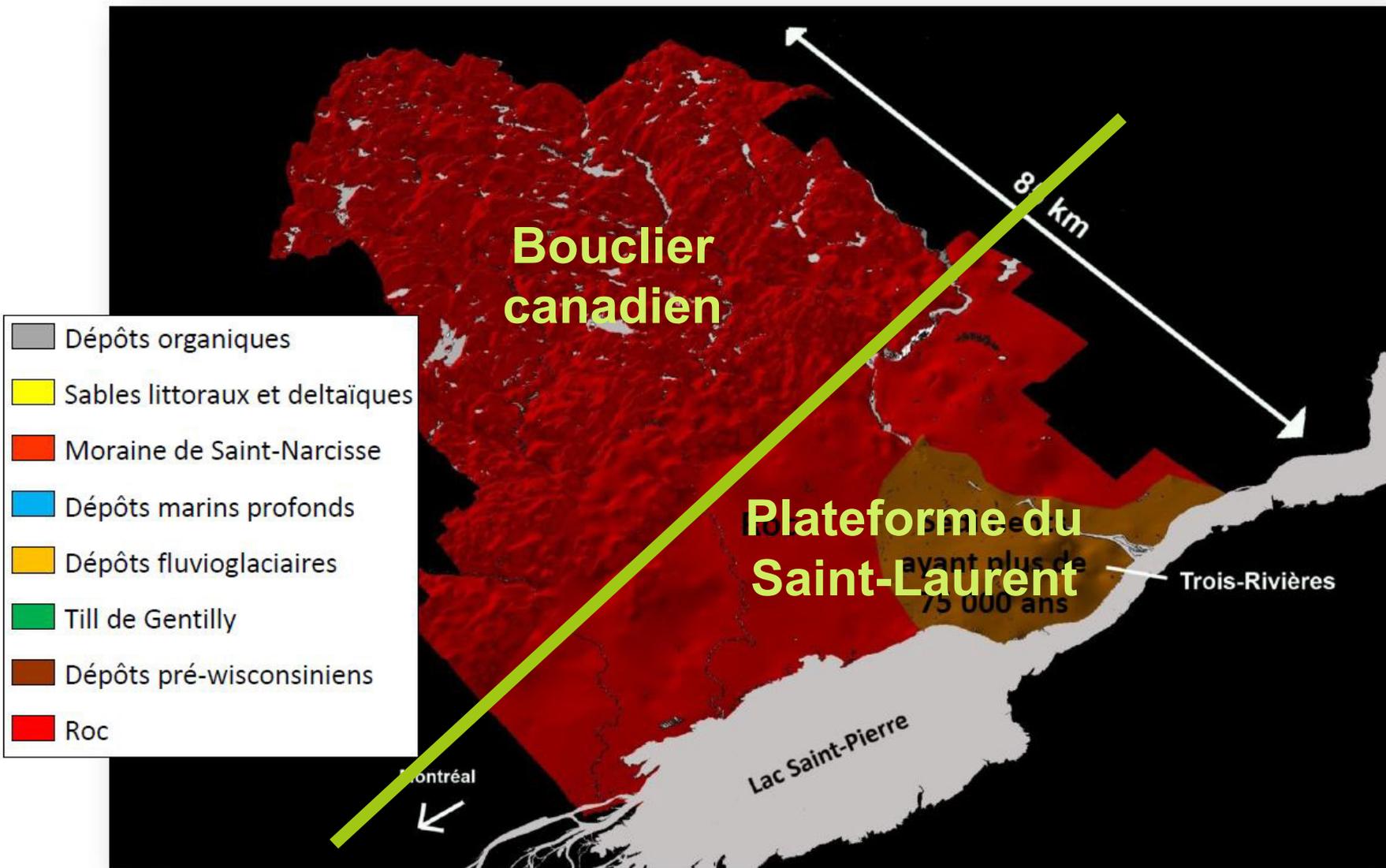


© Siim Sepp (2005)

MODÈLE GÉOLOGIQUE 3D

CdP
p. 15

☐ Roc fracturé → aquifère



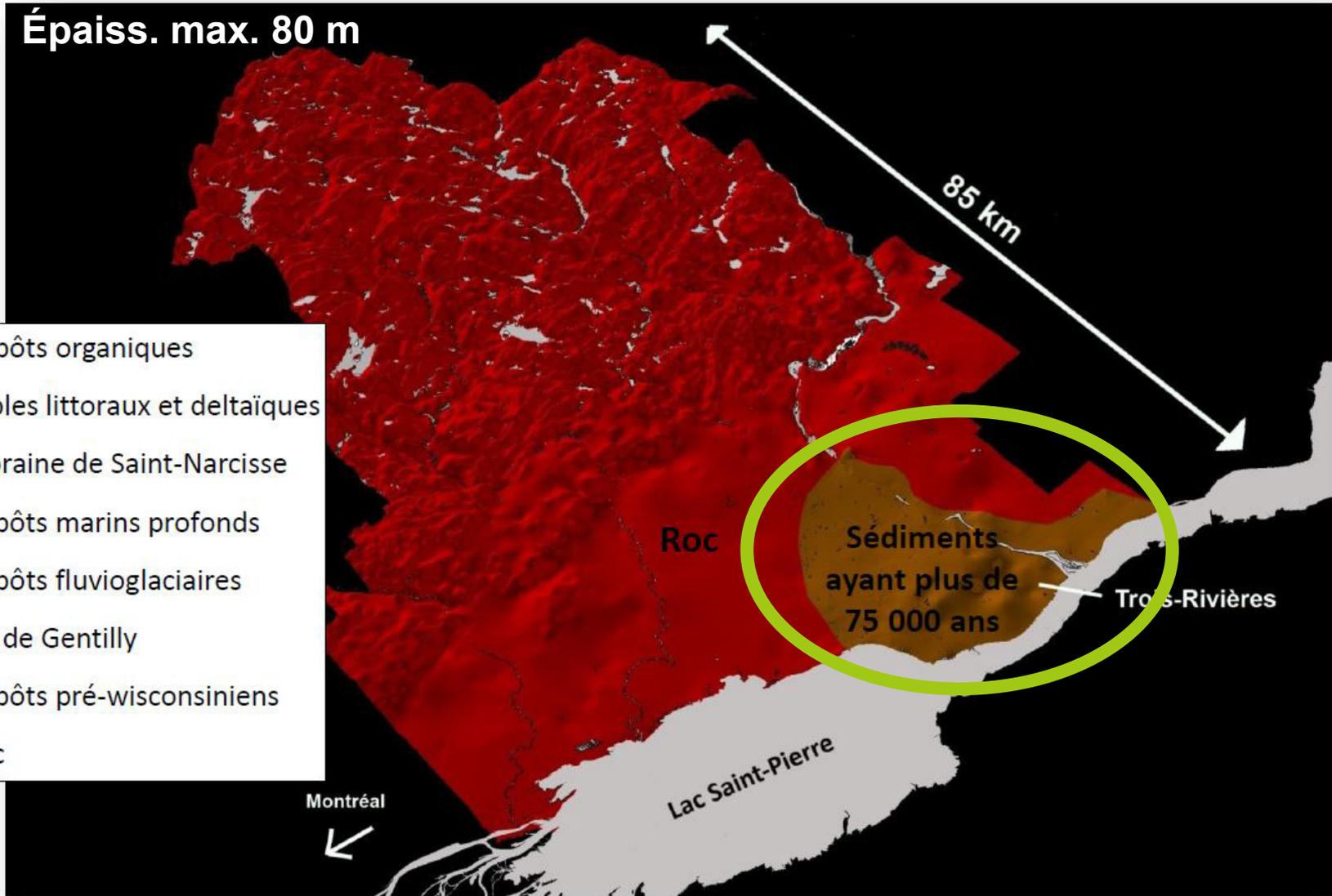
MODÈLE GÉOLOGIQUE 3D

CdP
p. 15

☐ Sédiments du Quaternaires ancien → **aquitard** ou **aquifère**

Épais. max. 80 m

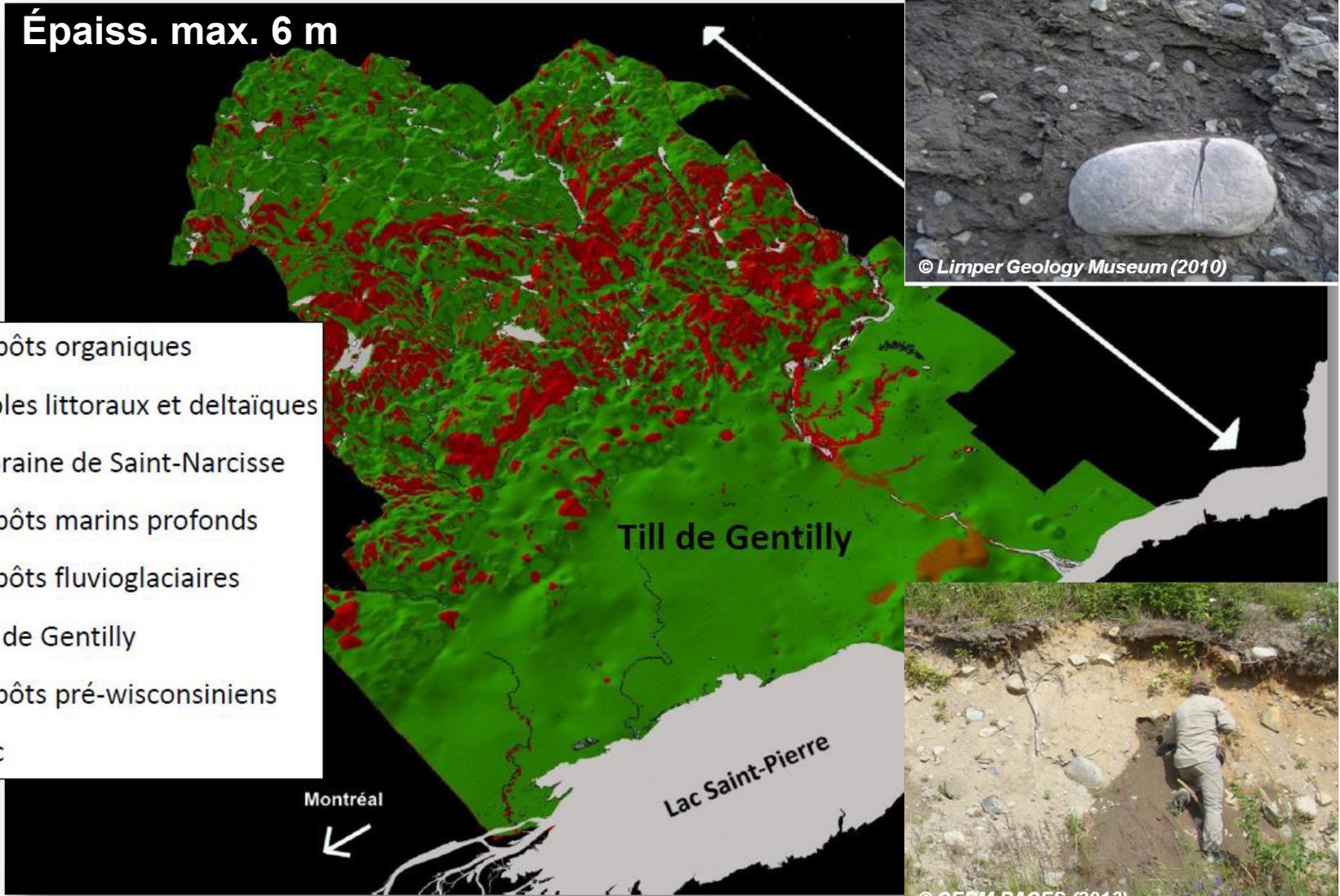
- Dépôts organiques
- Sables littoraux et deltaïques
- Moraine de Saint-Narcisse
- Dépôts marins profonds
- Dépôts fluvioglaciaires
- Till de Gentilly
- Dépôts pré-wisconsinien
- Roc



MODÈLE GÉOLOGIQUE 3D

CdP
p. 15

☐ Sédiments glaciaires (Till) → aquitard ou aquifère



MODÈLE GÉOLOGIQUE 3D

CdP
p. 15

- ❑ Sédiments fluvioglaciaires → aquifère

3. TYPES DE DÉPÔTS MEUBLES

Épais. max. 15 m

- Dépôts organiques
- Sables littoraux et deltaïques
- Moraine de Saint-Narcisse
- Dépôts marins profonds
- Dépôts fluvioglaciaires
- Till de Gentilly
- Dépôts pré-wisconsinien
- Roc

Dépôts
fluvioglaciaires

Montréal

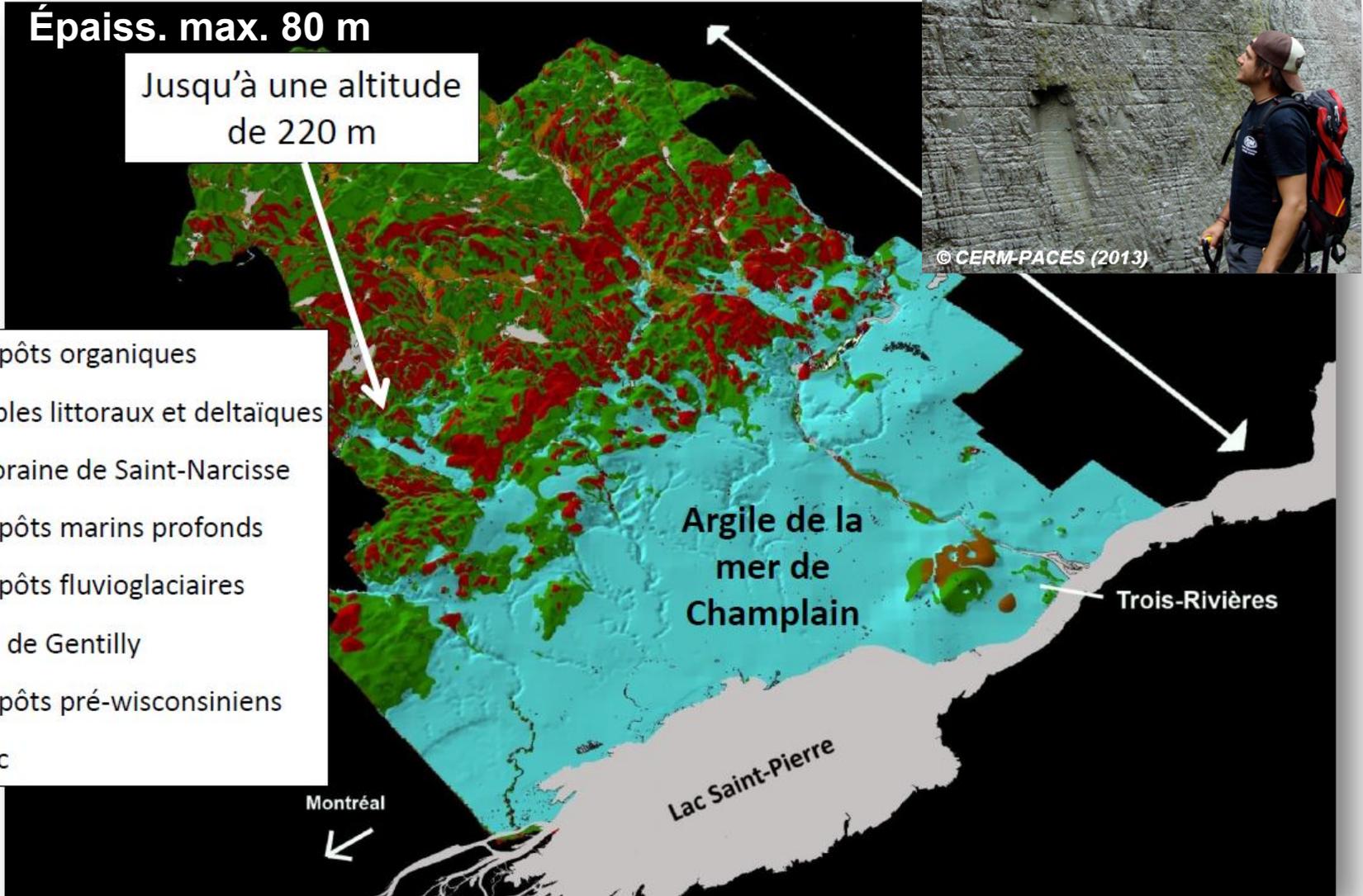
Lac Saint-Pierre



MODÈLE GÉOLOGIQUE 3D

CdP
p. 15

- ☐ Sédiments marins d'eau profonde → aquitard



MODÈLE GÉOLOGIQUE 3D

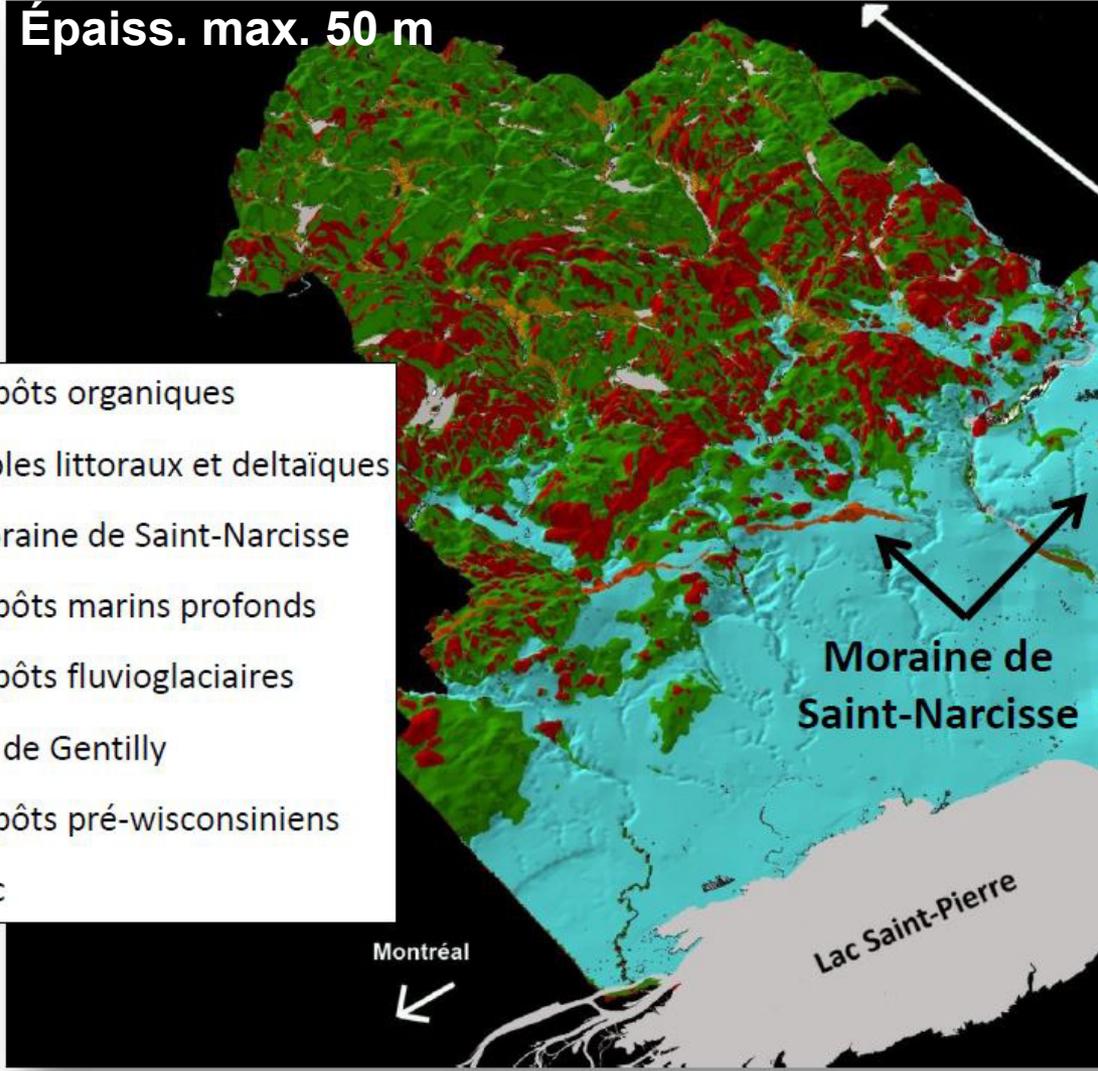
CdP
p. 15

3. TYPES DE DÉPÔTS MEUBLES

☐ Sédiments fluvioglaciaires (Moraine) → aquifère

Épais. max. 50 m

- Dépôts organiques
- Sables littoraux et deltaïques
- Moraine de Saint-Narcisse
- Dépôts marins profonds
- Dépôts fluvioglaciaires
- Till de Gentilly
- Dépôts pré-wisconsinien
- Roc



© CERM-PACES (2013)



© Cloutier et coll. (2013)

MODÈLE GÉOLOGIQUE 3D

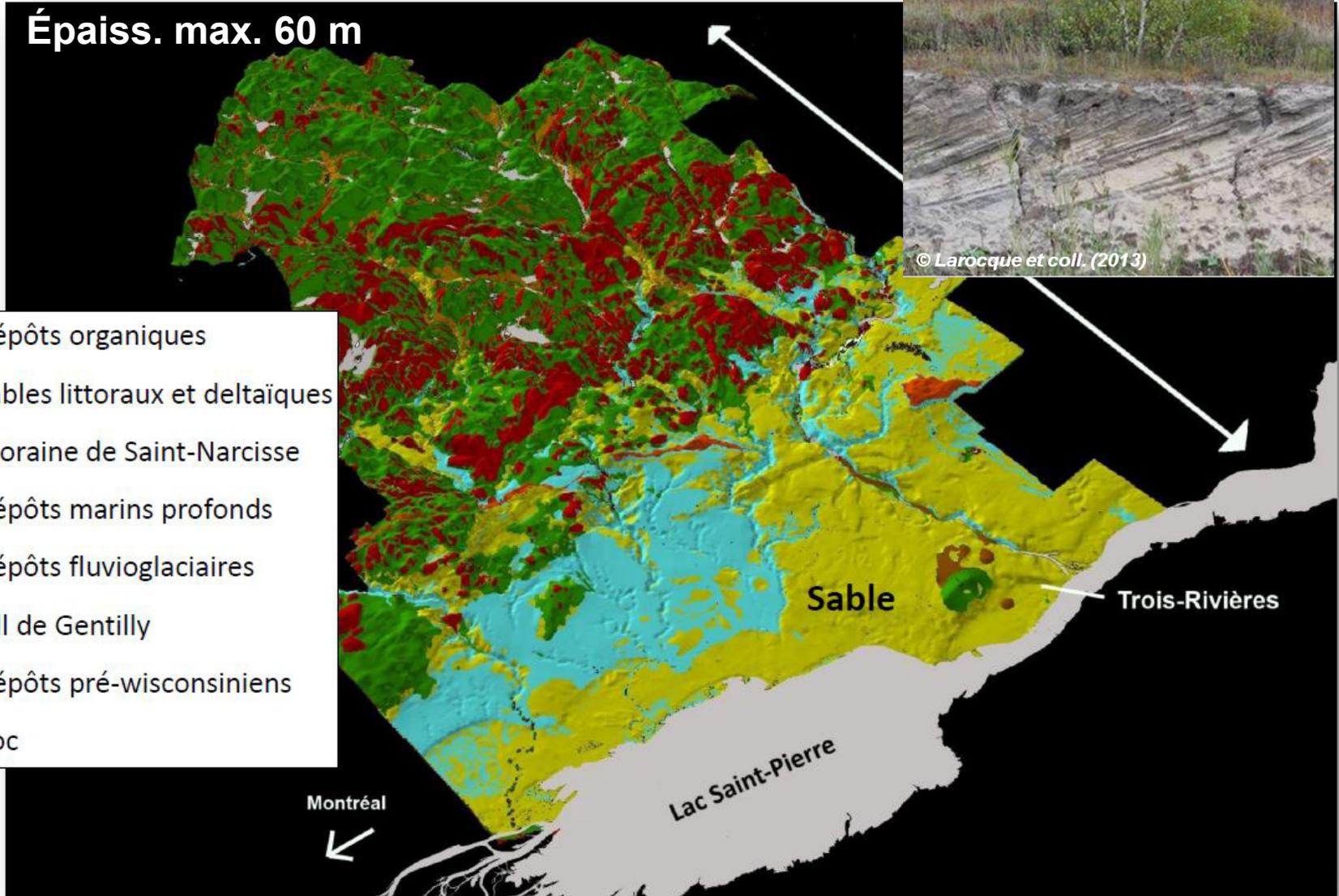
CdP
p. 15

- ☐ Sables littoraux et deltaïques → aquifère

Épais. max. 60 m



- Dépôts organiques
- Sables littoraux et deltaïques
- Moraine de Saint-Narcisse
- Dépôts marins profonds
- Dépôts fluvioglaciaires
- Till de Gentilly
- Dépôts pré-wisconsinien
- Roc

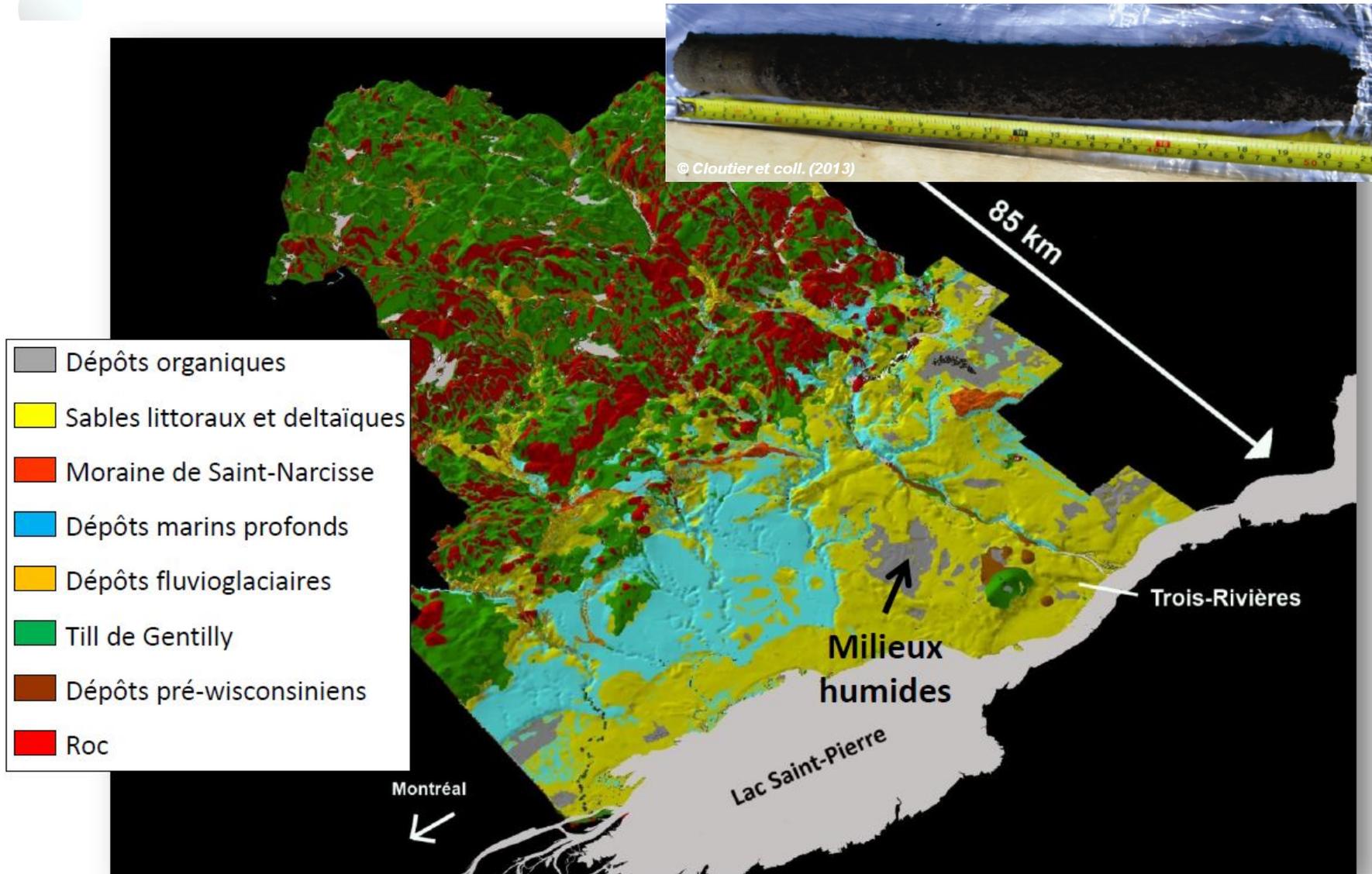


3. TYPES DE DÉPÔTS MEUBLES

MODÈLE GÉOLOGIQUE 3D

CdP
p. 15

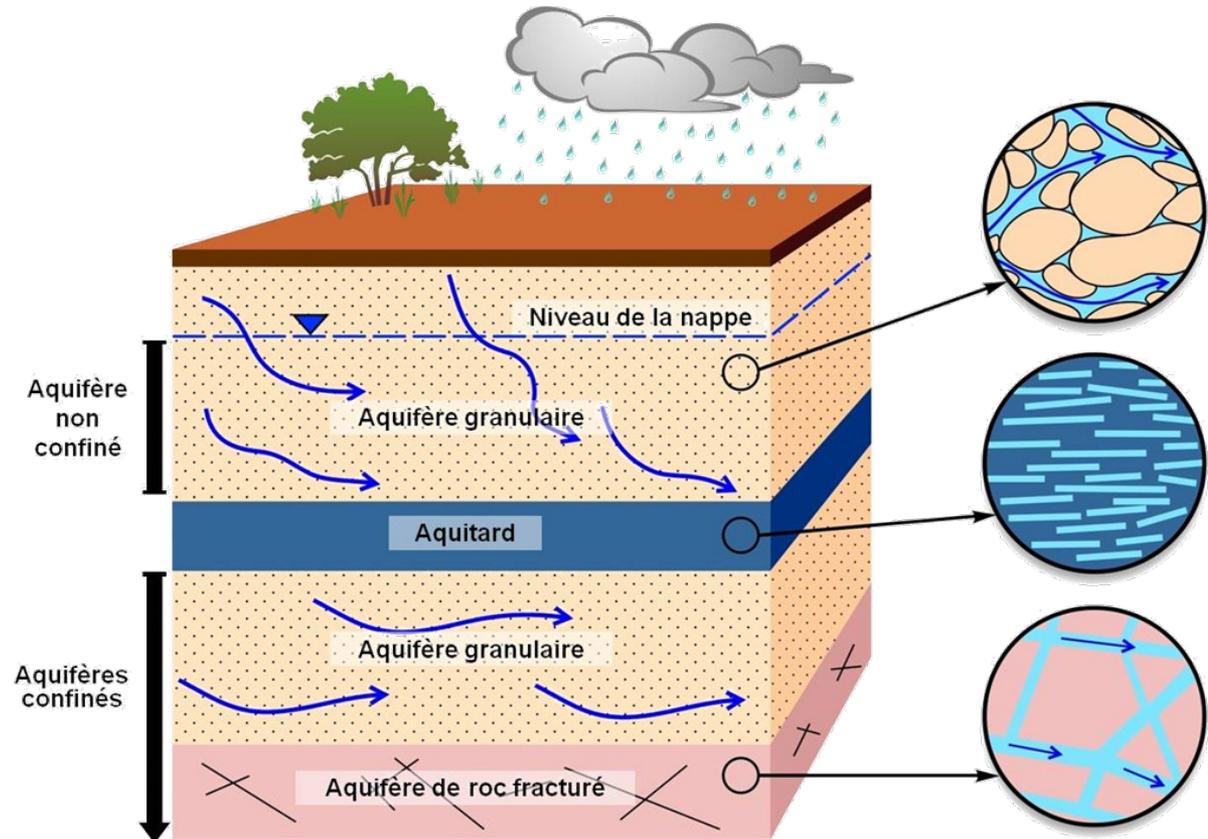
☐ Sédiments organiques → aquitard



AQUIFÈRE À NAPPE CAPTIVE

CdP
p. 13

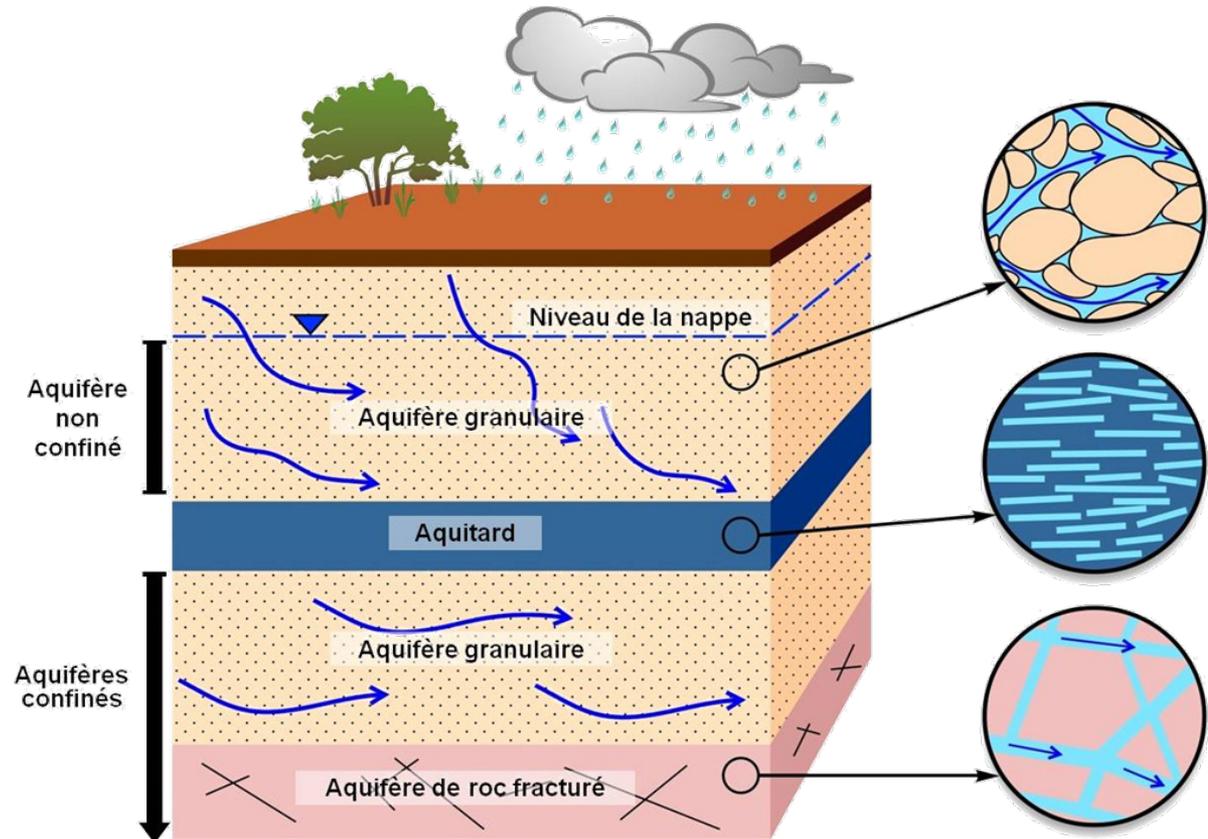
- Un aquifère à **NAPPE CAPTIVE** est emprisonné sous un **aquitard**
 - Pas directement rechargé par l'infiltration verticale
 - Protégé des contaminants provenant directement de la surface



AQUIFÈRE À NAPPE LIBRE

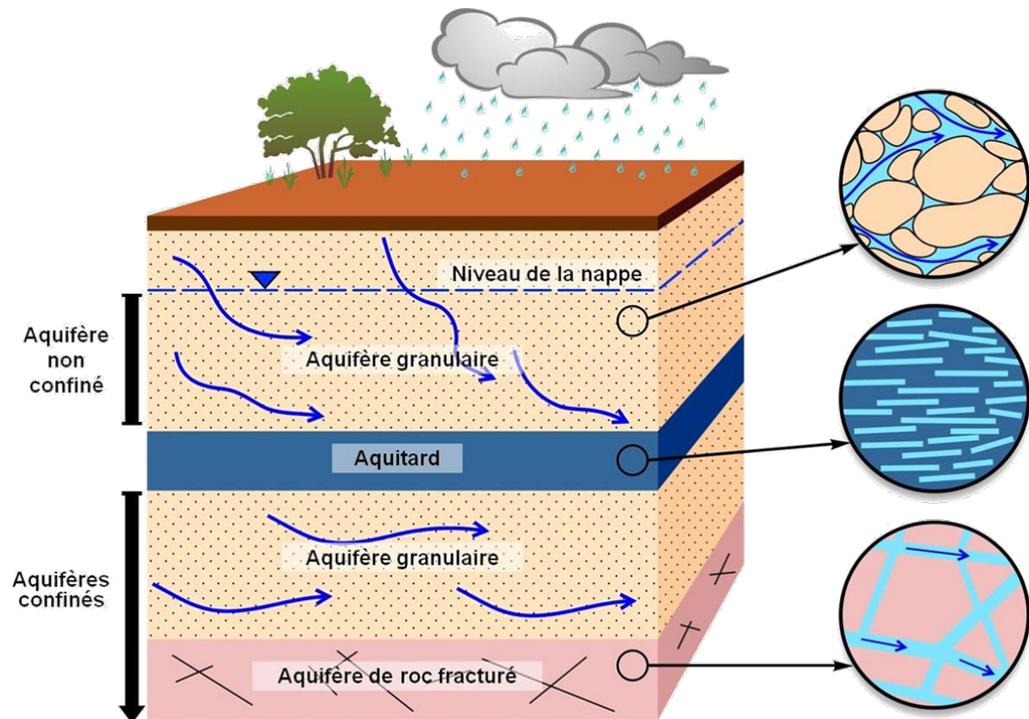
CdP
p. 13

- Un aquifère à **NAPPE LIBRE** n'est pas recouvert par un **aquitard**
 - Directement rechargé par l'infiltration verticale
 - Plus vulnérable à la contamination

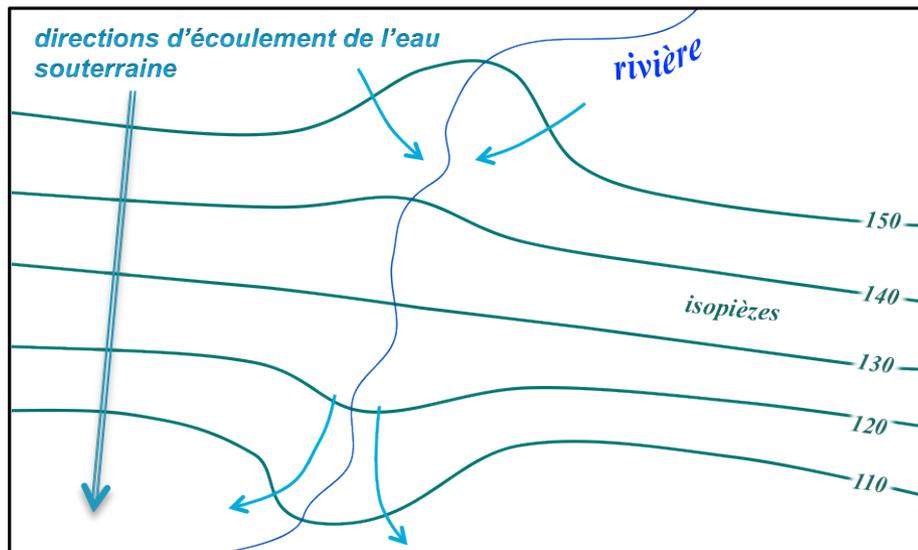


- Un aquifère à **NAPPE SEMI-CAPTIVE** est recouvert de couches confinantes qui ne sont pas totalement imperméables ou de faible épaisseur
 - Modérément rechargés par l'infiltration verticale
 - Modérément vulnérables à la contamination

- On parle d'**AQUIFÈRE DOUBLE** lorsqu'on retrouve un aquifère à nappe captive surmonté d'un aquitard puis d'un aquifère à nappe libre.



- ❑ Le **niveau piézométrique** (ou **charge hydraulique**) correspond à l'élévation du niveau de l'eau souterraine mesurée dans un puits.
- ❑ La **PIÉZOMÉTRIE** représente l'élévation du niveau de l'eau dans un aquifère.
 - Indique le sens de l'écoulement de l'eau souterraine, qui circule des zones à piézométrie élevée vers celles à piézométrie plus basse.



- ❑ La **RECHARGE** est le renouvellement de l'eau souterraine par l'infiltration des précipitations depuis la surface.

- ❑ Une **RÉSURGENCE** correspond à l'exutoire de l'eau souterraine qui refait surface.
 - Sont généralement **diffuses** : par ex., les cours d'eau et les **milieux humides** sont souvent des zones de résurgence.

 - Sont parfois **ponctuelles** : constituent des **sources**.



© Cloutier et coll. (2013)

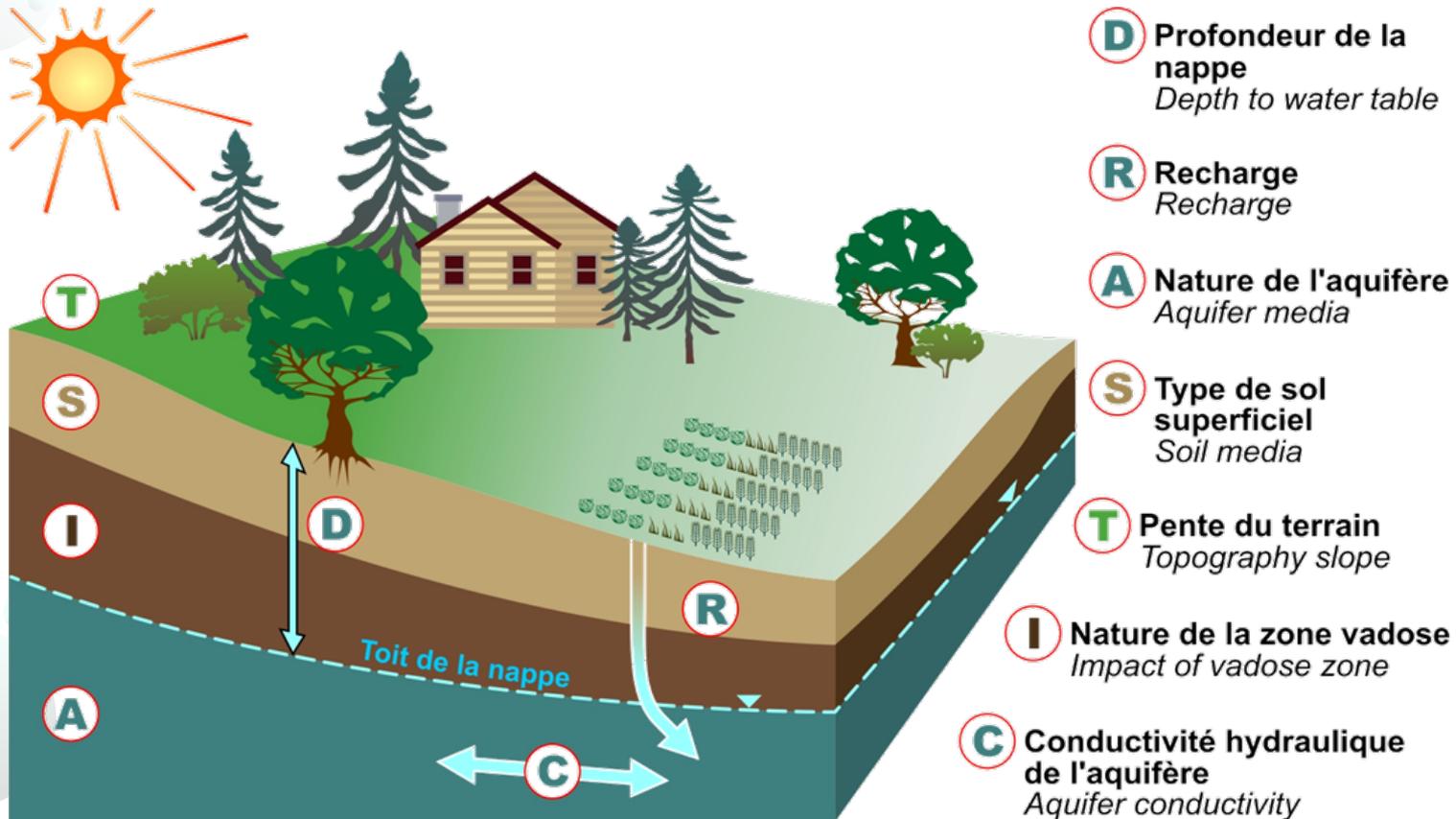


MÉTHODE DRASTIC

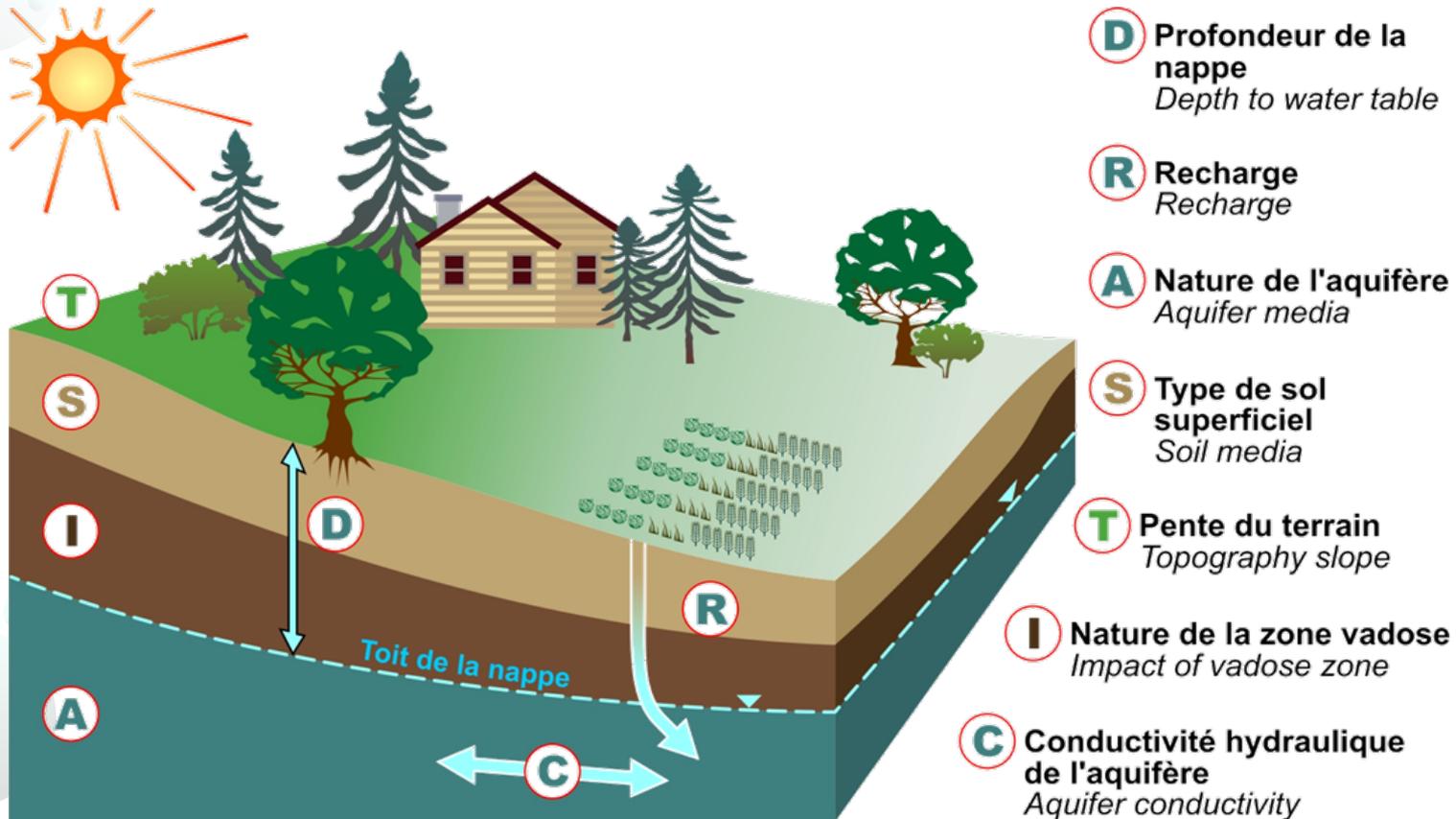
CdP
p. 15

□ La méthode **DRASTIC** évalue la **vulnérabilité** intrinsèque d'un aquifère, soit sa susceptibilité de se voir affecter par une contamination provenant de la surface.

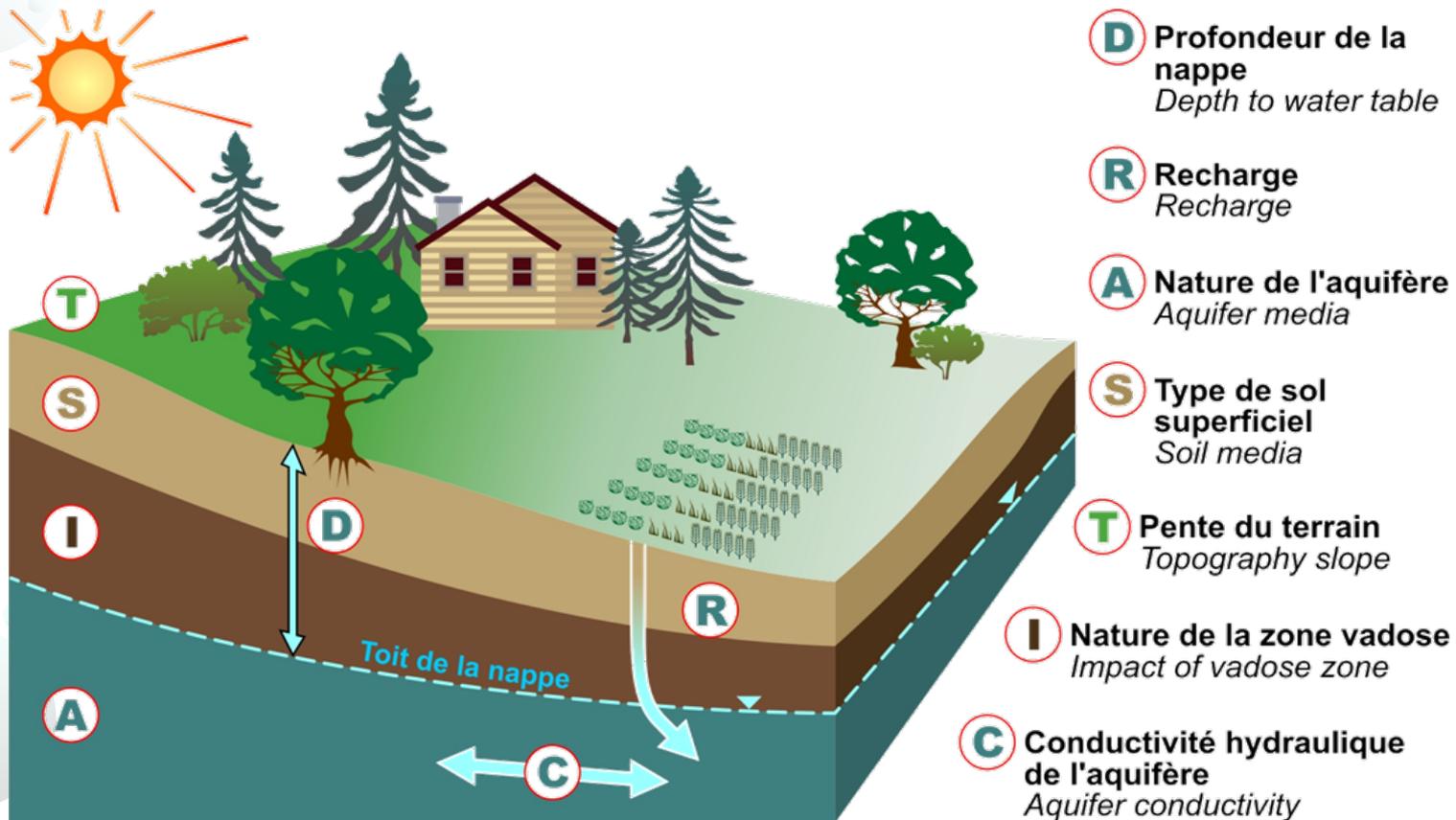
➤ Le calcul de l'indice **DRASTIC** tient compte de sept paramètres :



- ❑ L'indice **DRASTIC** peut varier entre 23 et 226
 - Plus l'indice est élevé, plus la **vulnérabilité** est élevée



- ❑ Le **risque de contamination** peut être estimé en jumelant :
 - l'indice **DRASTIC** et
 - l'impact des **activités humaines potentiellement polluantes**



- ❑ La composition géochimique de l'eau souterraine est influencée par la **dissolution** de certains minéraux présents dans les matériaux géologiques.
 - Plus la distance parcourue par l'eau souterraine dans l'aquifère est grande, et plus le temps de résidence est long, plus l'eau souterraine sera **minéralisée**.

- ❑ Les **conditions de confinement** influencent la géochimie de l'eau souterraine :
 - Aquifère à **nappe libre**: eau récente, peu minéralisée, signature géochimique se rapprochant de l'eau de précipitation
 - Aquifère à **nappe captive** : eau ancienne, plus minéralisée, parfois saumâtre

- ❑ **Concentrations maximales acceptables (CMA) : normes bactériologiques et physicochimiques visant à éviter des risques pour la **santé humaine**.**
 - Ex. Baryum < 1 mg/L pour éviter des maladies cardiovasculaires ou une augmentation de la pression artérielle.
 - Ex. Fluorures < 1,5 mg/L afin de prévenir la fluorose dentaire.

- ❑ **Objectifs esthétiques** (OE) : **recommandations** pour les paramètres ayant un impact sur les **caractéristiques esthétiques** de l'eau (couleur, odeur, goût et autres désagréments), mais n'ayant pas d'effet néfaste reconnu sur la santé humaine.
 - Ex : Fer < 0,3 mg/L, fondé sur le goût et les taches sur la lessives et accessoires de plomberie
 - Ex : Sulfures < 0,05 mg/L, fondé sur le goût et l'odeur

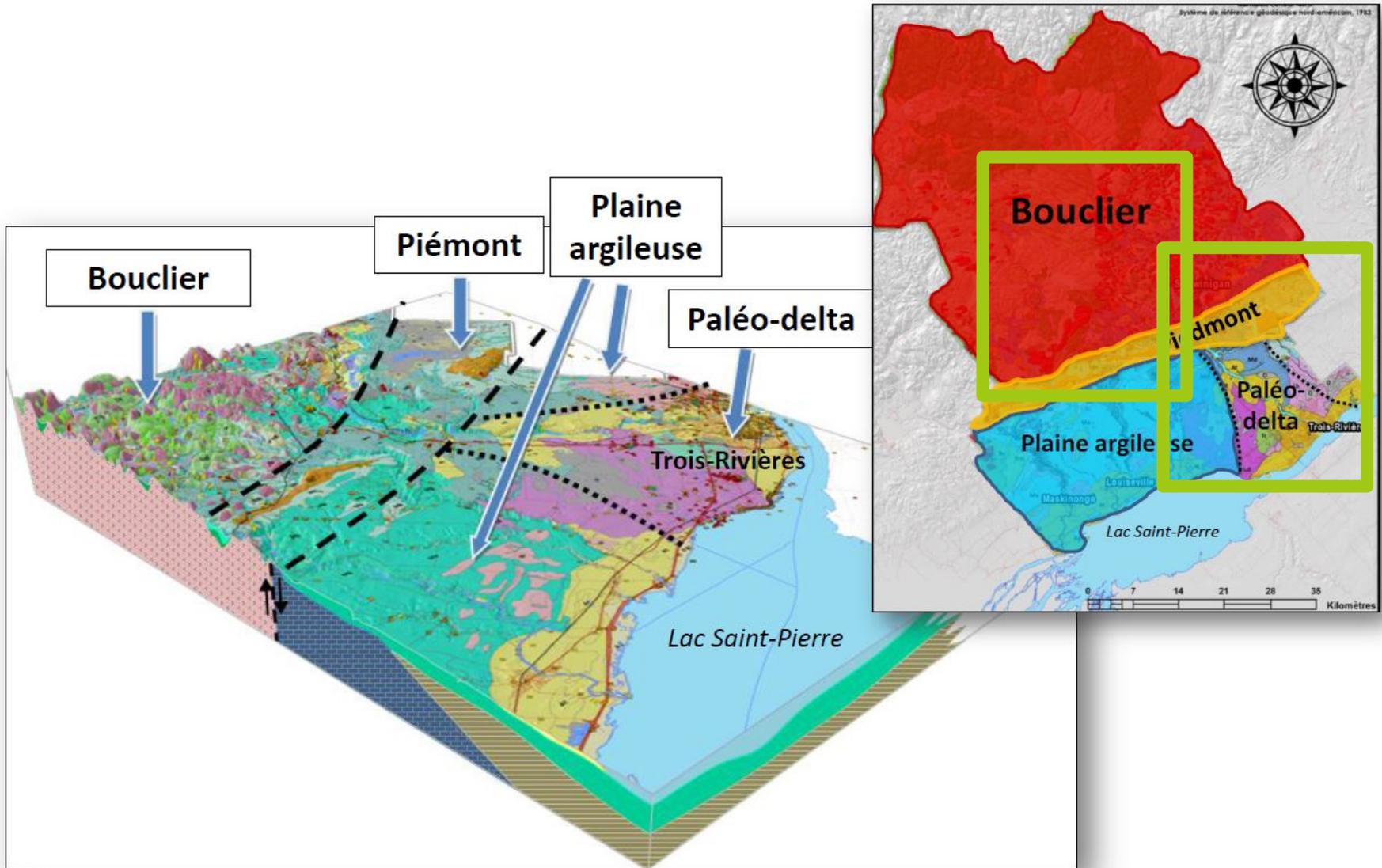
- ❑ Analyses **régionales** réalisées à l'échelle 1/100 000
- ❑ Méthodes de traitement impliquent des généralisations et une importante simplification de la complexité du milieu naturel
- ❑ Méthodes d'interpolation à partir de données de forage ponctuelles
- ❑ Répartition non uniforme des données de base
- ❑ Qualité des données de base variable selon la source
- ❑ Variations temporelles de certaines mesures

→ Des études locales complémentaires sont nécessaires pour obtenir des informations spécifiques à une problématique donnée dans un endroit précis de la zone d'étude.

CONTEXTES HYDROGÉOLOGIQUES

CdP
p. 20-
21

CONCLUSION



PRÊTS POUR LES ATELIERS?

CdP
p. 23
et +

CONCLUSION



LES LAURENTIDES

❑ Exercices sur les données spécifiques

- Marie-Audray Ouellet
M.Sc. Géographie

- Yves Leblanc
M.Sc. Hydrogéologie

**Binôme 1
Salle 2080**

- Yohann Tremblay,
M.Sc. Sciences de l'eau

- Karine Lacasse
M.Sc. Sciences de
l'environnement

**Binôme 2
Salle 2077**

- Anne-Marie Decelles,
M.A. Développement
régional

- Stéphane Campeau
Ph.D. Professeur

**Binôme 3
Salle 2082**

LES LAURENTIDES

☐ Exercices de synthèse

☐ Binôme animateur – expert

• *À Saint-Élie, quelle zone serait la plus propice pour une nouvelle source d'eau potable souterraine?*

• Marie-Audray – Yves

Salle 2080

• *À Charrette, quelles zones devraient être protégées en priorité pour la recharge?*

• Yohann – Karine

Salle 2077

• *À Saint-Paulin, où pourrait-on implanter une nouvelle activité potentiellement polluante afin de minimiser son impact sur la qualité des eaux souterraines?*

• Anne-Marie – Stéphane

Salle 2082

LES BASSES-TERRES

❑ Exercices sur les données spécifiques

- Marie-Audray Ouellet
M.Sc. Géographie

- Yves Leblanc
M.Sc. Hydrogéologie

**Binôme 1
Salle 2080**

- Yohann Tremblay,
M.Sc. Sciences de l'eau

- Karine Lacasse
M.Sc. Sciences de
l'environnement

**Binôme 2
Salle 2077**

- Anne-Marie Decelles,
M.A. Développement
régional

- Stéphane Campeau
Ph.D. Professeur

**Binôme 3
Salle 2082**

LES BASSES-TERRES

☐ Exercices de synthèse

☐ Binôme animateur – expert

• *Nouvelle source d'eau potable souterraine*

- Notre-Dame-du-Mont-Carmel
- Shawinigan
- Saint-Étienne-des-Grès

• Anne-Marie – Stéphane

Salle 2082

• *Zones à protéger en priorité pour la recharge*

- Notre-Dame-du-Mont-Carmel
- Trois-Rivières, à l'est du Saint-Maurice
- Trois-Rivières, à l'ouest du Saint-Maurice

• Marie-Audray – Yves

Salle 2080

• *Implantation d'une nouvelle activité polluante*

- Saint-Boniface-de-Shawinigan
- Shawinigan
- Yamachiche

• Yohann – Karine

Salle 2077

TYPES DE SÉDIMENTS

CdP
p. 15

- ❑ Sédiments du Quaternaires ancien → **aquitard** ou **aquifère**
- ❑ Sédiments glaciaires (Till) → **aquitard** ou **aquifère**
- ❑ Sédiments fluvioglaciaires (Moraine) → **aquifère**
- ❑ Sédiments marins et lacustres d'eau profonde → **aquitard**
- ❑ Sédiments littoraux et deltaïques → **aquifère**
- ❑ Sédiments alluviaux → **aquifère**
- ❑ Sédiments organiques → **aquitard**

