

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

Cowansville, le 15 avril 2015 – Granby, le 16 avril 2015

Yohann Tremblay, RQES
Anne-Marie Decelles, RQES

Marc-André Carrier, INRS-ETE
Christine Rivard, CGC



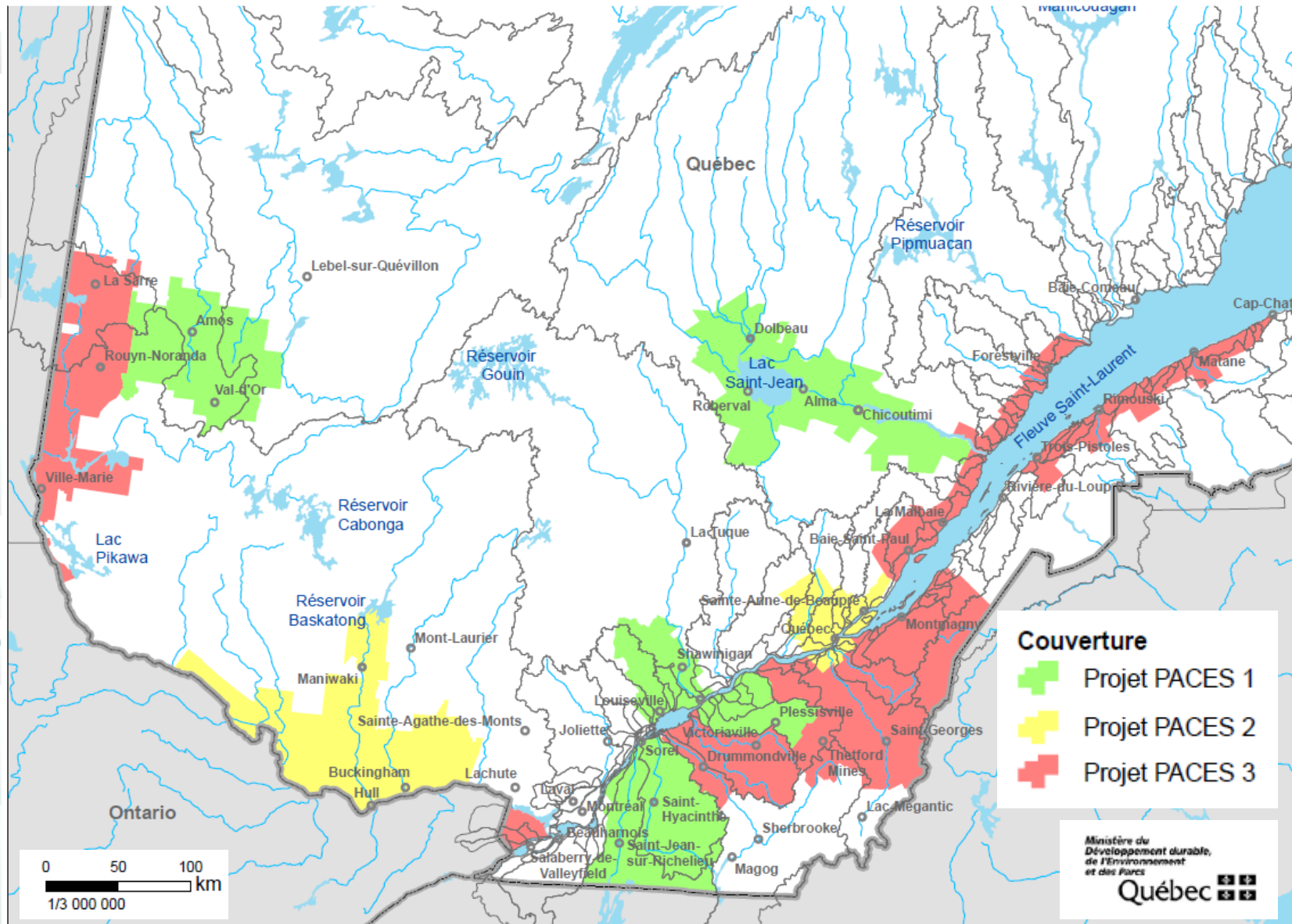
LES ATELIERS DE TRANSFERT DES CONNAISSANCES SUR LES EAUX SOUTERRAINES

- Développés par le RQES :
 - Un regroupement de :
 - Membres générateur des connaissances → chercheurs universitaires
 - Membres utilisateurs des connaissances → municipalités, MRC, CRÉ, 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 PACES EN MONTÉRÉGIE EST

- ❑ 1^{er} portrait régional de la ressource en eau souterraine des bassins versants des rivières Richelieu, Yamaska et de la baie Missisquoi
- ❑ Superficie de 9 032 km²
- ❑ Comprend en totalité ou en partie 15 MRC, 148 municipalités et 2 TNO
- ❑ Population d'environ 792 000 habitants, dont 20% utilisent l'eau souterraine
- ❑ Objectif principal :
 - Regrouper et synthétiser les informations requises pour une gestion durable des ressources en eaux souterraines en Montérégie Est

LE PACES EN MONTÉRÉGIE EST

- ❑ Réalisé par l'INRS-ETE, la CGC, l'IRDA et l'OBV Yamaska, en collaboration avec plusieurs partenaires régionaux :
 - Géomont
 - COBAVAR
 - OBVBM
 - CRÉ Montérégie Est
 - MRC Pierre-De-Saurel
 - MRC Marguerite-d'Youville
 - MRC Acton
 - MRC Les Maskoutains
 - MRC La Haute-Yamaska
 - MRC le Haut-Richelieu
 - MRC Brome Missisquoi
 - UPA Montérégie
 - MAPAQ
 - MDDELCC
 - CRE Montérégie
 - USGS

- ❑ Financé par le MDDELCC (80%) et les partenaires régionaux (20%) dans le cadre du *Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES)* et le *Programme de cartographie des eaux souterraines* de la CGC

QUELQUES MOTIFS À LA BASE DE CET ATELIER

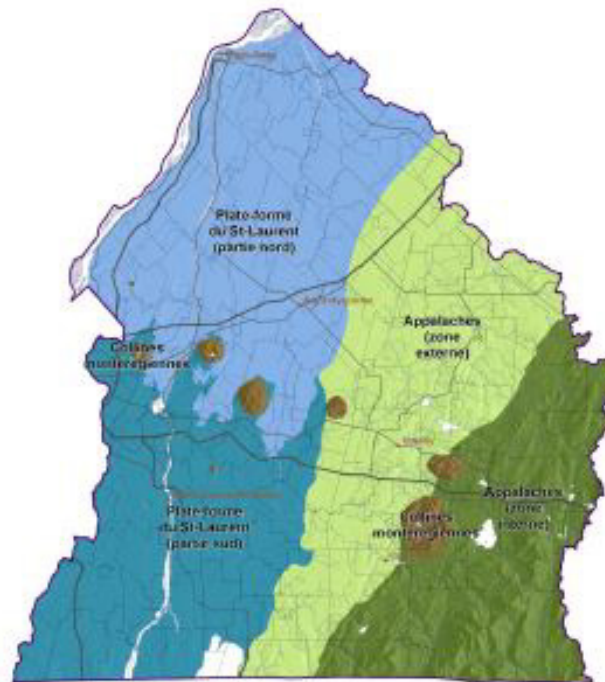
- ❑ Beaucoup de connaissances sur le sous-sol de votre territoire produites
- ❑ Hydrogéologie est un domaine complexe et peu connu
- ❑ Réglementation pour la protection des eaux souterraines est en changement (ex. : nouveau règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection, MDDELCC)
- ❑ Coût de décontamination très important si pollution
 - 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 **PACES en Montérégie Est**
 - 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 **PACES en Montérégie Est** afin de pouvoir facilement échanger avec un expert en hydrogéologie

1^{er} atelier de transfert des connaissances sur les eaux souterraines en Montérégie Est

CAHIER DU PARTICIPANT



Atelier organisé par :
le Réseau québécois sur les eaux souterraines,
l'INRS Centre – Eau Terre Environnement,
la Commission géologique du Canada, et l'UQTR

Avril 2015



8h45-9h30 : Notions hydrogéologiques fondamentales
et caractéristiques régionales

Présentation de
Yohann Tremblay

9h30-10h45 : Les contextes hydrogéologiques des **APPALACHES**
– exercices sur données spécifiques

10h45-11h00 : *Pause*

11h00-12h00 : Les contextes hydrogéologiques des **APPALACHES**
– exercices synthèse

12h00-13h30 : *Pause-Repas*

13h30-14h45 : Les contextes hydrogéologiques des **BASSES-
TERRES** – exercices sur données spécifiques

14h45-15h00 : *Pause*

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

16h00-16h30 : Les conditions hydrogéologiques de l'ensemble
du territoire du **PACES** en Montérégie Est

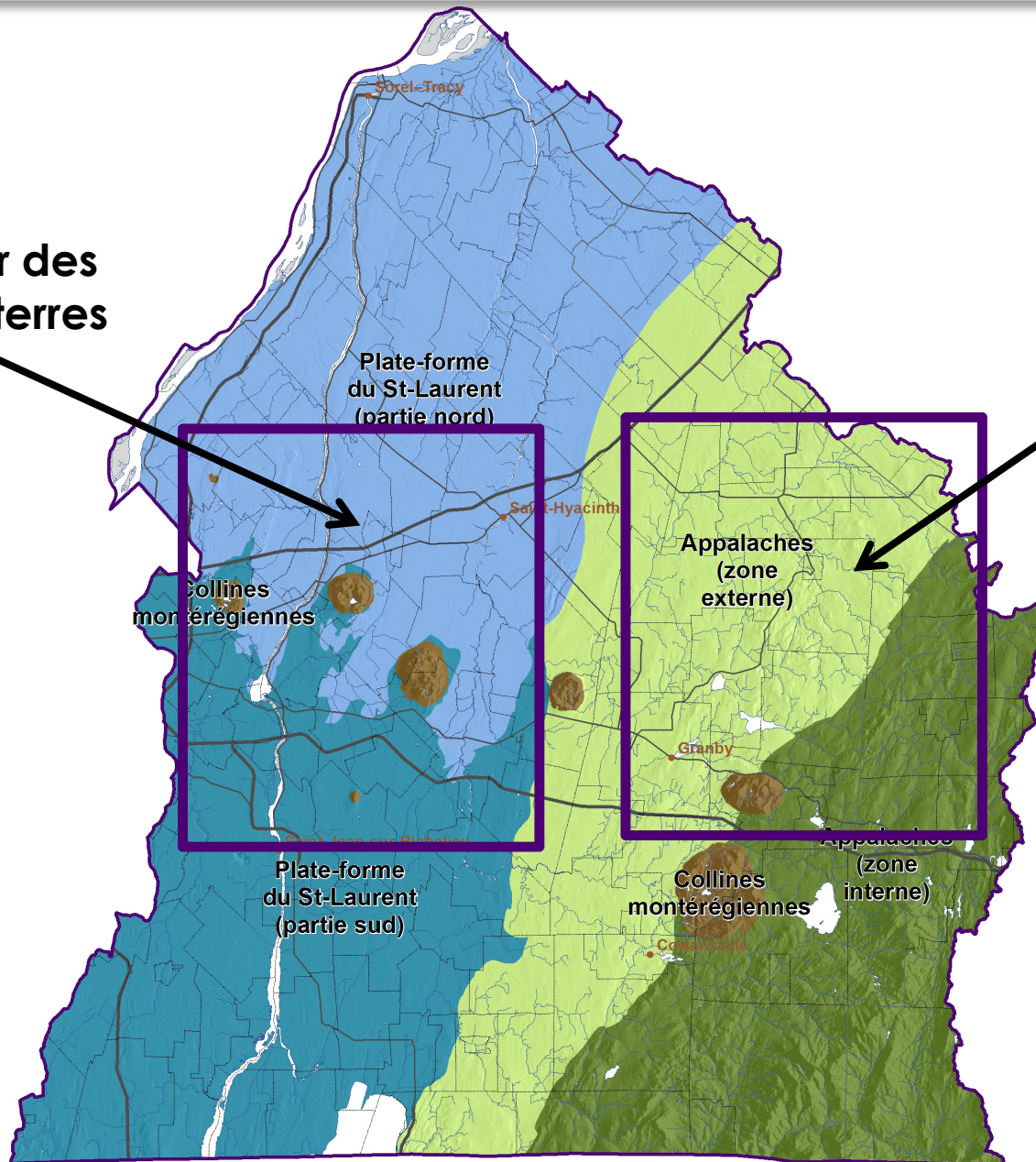
Présentation de
Yohann Tremblay

Ateliers en deux
sous-groupes de
10 participants
max.

SECTEURS D'ÉTUDE POUR LES ATELIERS

Secteur des
Basses terres

Secteur des
Appalaches



L'ÉQUIPE POUR VOUS ACCOMPAGNER

☐ Les animateurs :

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

☐ Les chercheurs de l'INRS et de la CGC:

- Christine Rivard
Ph.D. en hydrogéologie

Binôme 1

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

- Marc-André Carrier
M.Sc. en hydrogéologie

Binôme 2

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

CONNAISSANCES HYDROGÉOLOGIQUES FONDAMENTALES

et caractéristiques régionales de l'eau souterraine

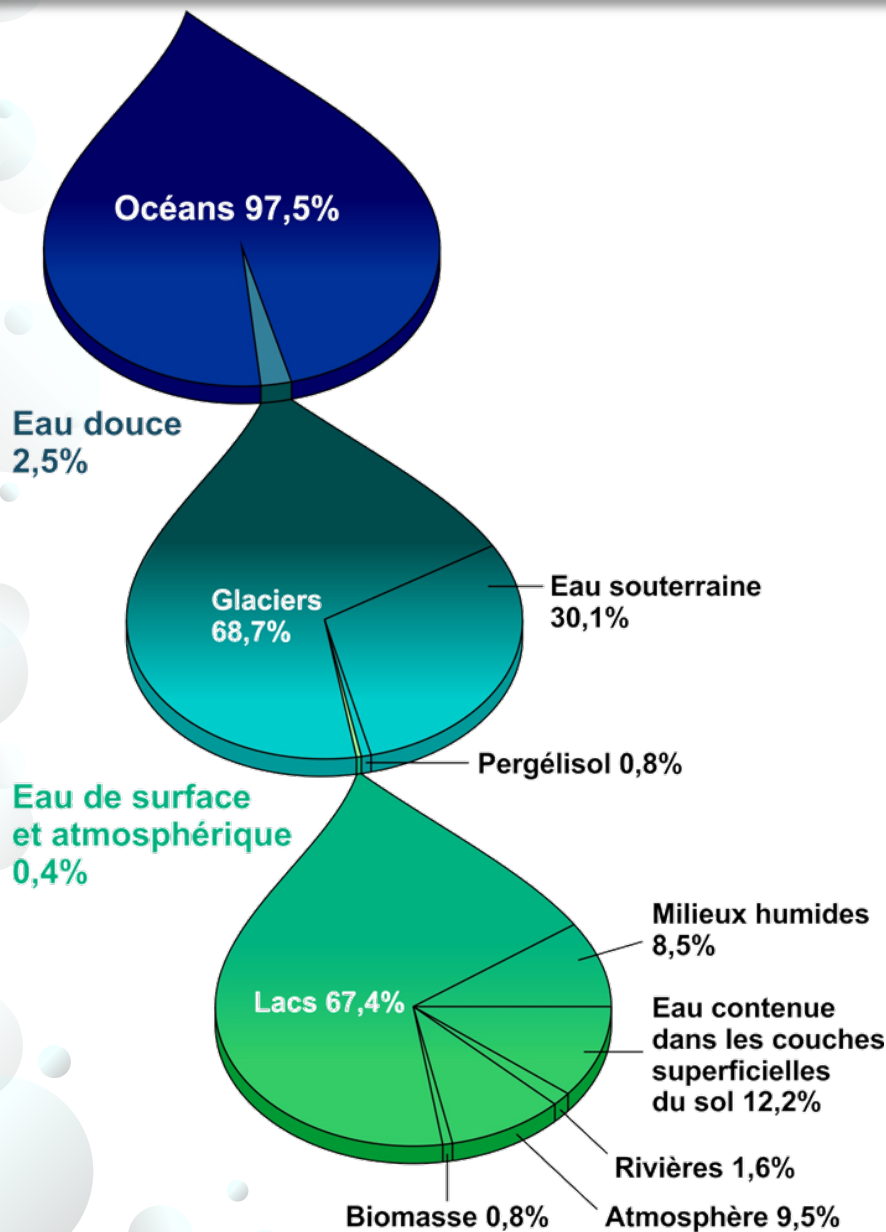
→ **Mise en contexte**

→ **Connaissances fondamentales :**

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

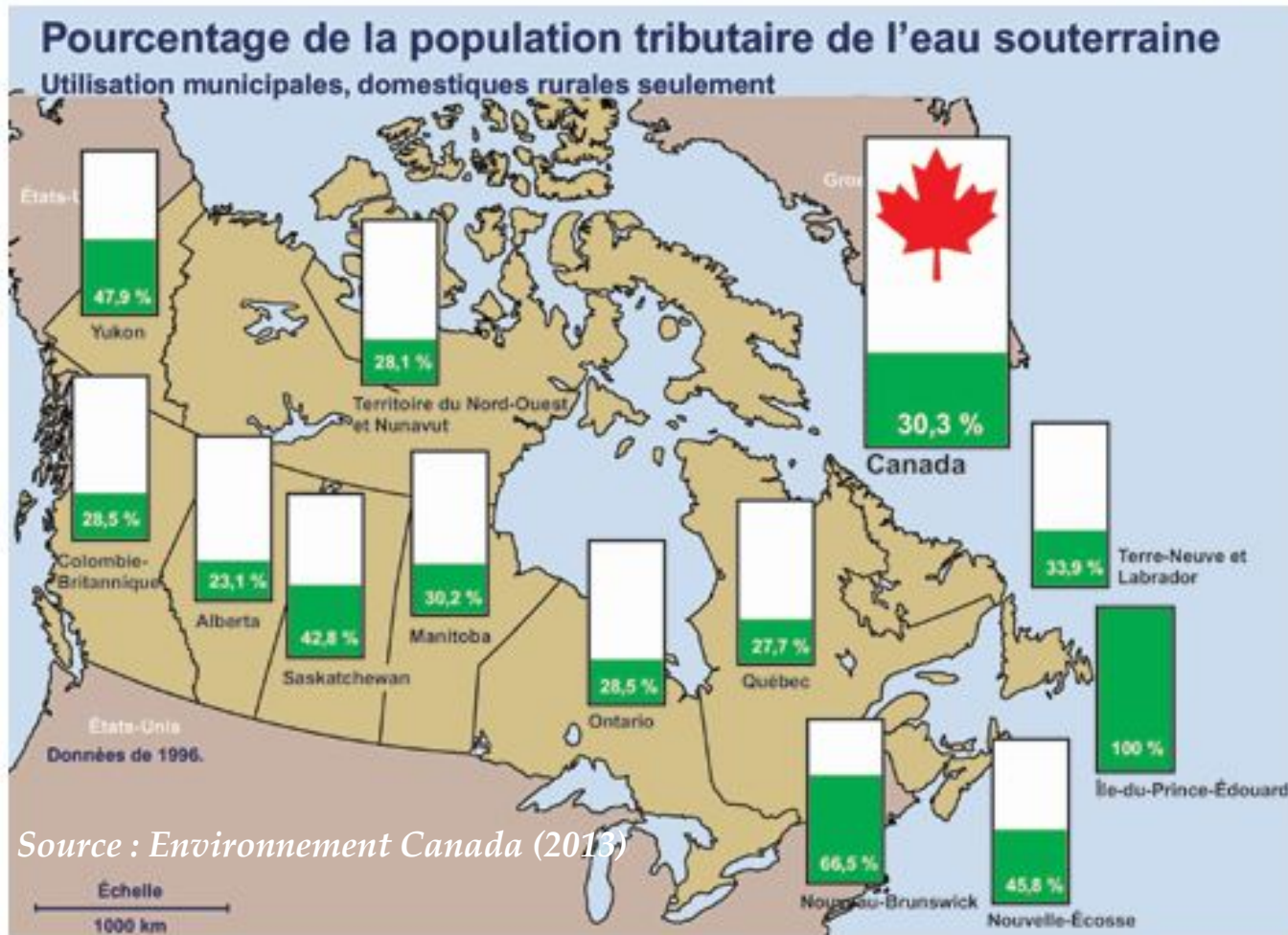
→ **Les caractéristiques régionales de l'eau souterraine**

UNE RESSOURCE TRÈS ABONDANTE



- ❑ L'eau souterraine compte pour 30 % de l'eau douce mondiale.
- ❑ Elle est plus de 75 X plus abondante que l'eau de surface.
- ❑ L'eau souterraine est relativement peu connue comparativement à l'eau de surface
- ❑ Sollicitations croissantes pour l'approvisionnement en eau souterraine pour la population, l'agriculture et l'industrie au Québec

UNE RESSOURCE TRÈS UTILISÉE



Alimente:

30% de la population canadienne

20% de la population québécoise

70% des municipalités québécoises

90% du territoire habité du Québec

UNE RESSOURCE PLUS ABORDABLE

- ❑ Comme source d'eau potable, l'exploitation de l'eau souterraine est plus abordable que l'eau de surface :
 - Plus abondante
 - Plus près du lieu de consommation
 - De meilleure qualité
 - Naturellement « filtrée » en s'écoulant dans le sous-sol
 - Exempte de micro-organismes pathogènes
 - Moins de matière en suspension
 - Ne nécessite souvent aucun traitement
- ❑ Il est nécessaire de bien la protéger car la décontamination coûte très chère et il n'y a souvent pas d'autres alternatives

UNE RESSOURCE AUX MULTIPLES RÔLES

❑ Sociaux:

- alimentation en eau potable
- santé publique

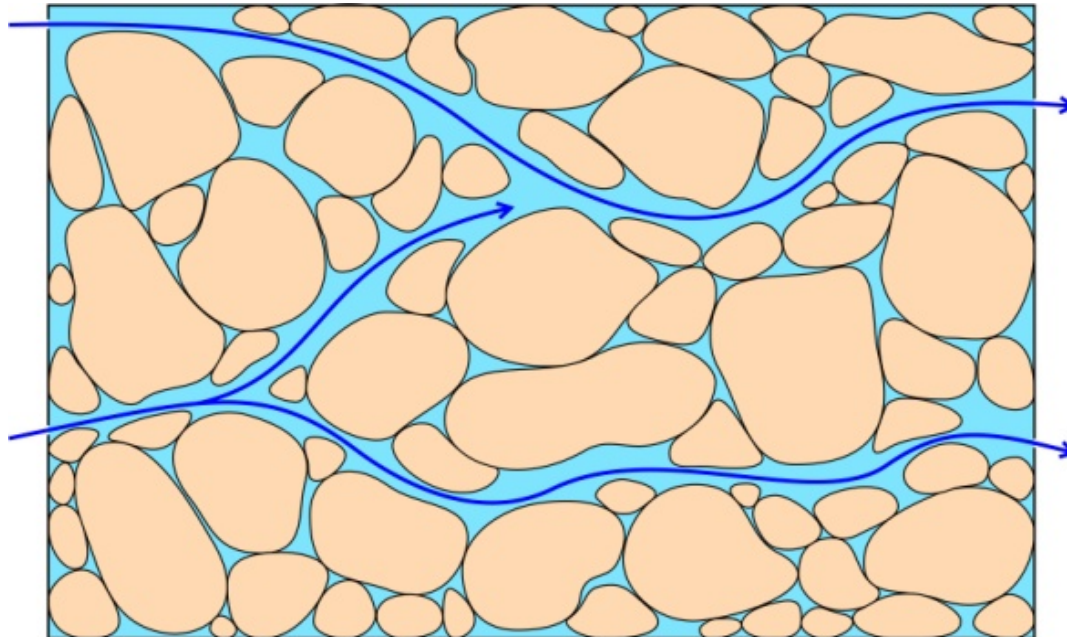
❑ Économiques:

- géothermie
- irrigation et abreuvement du bétail

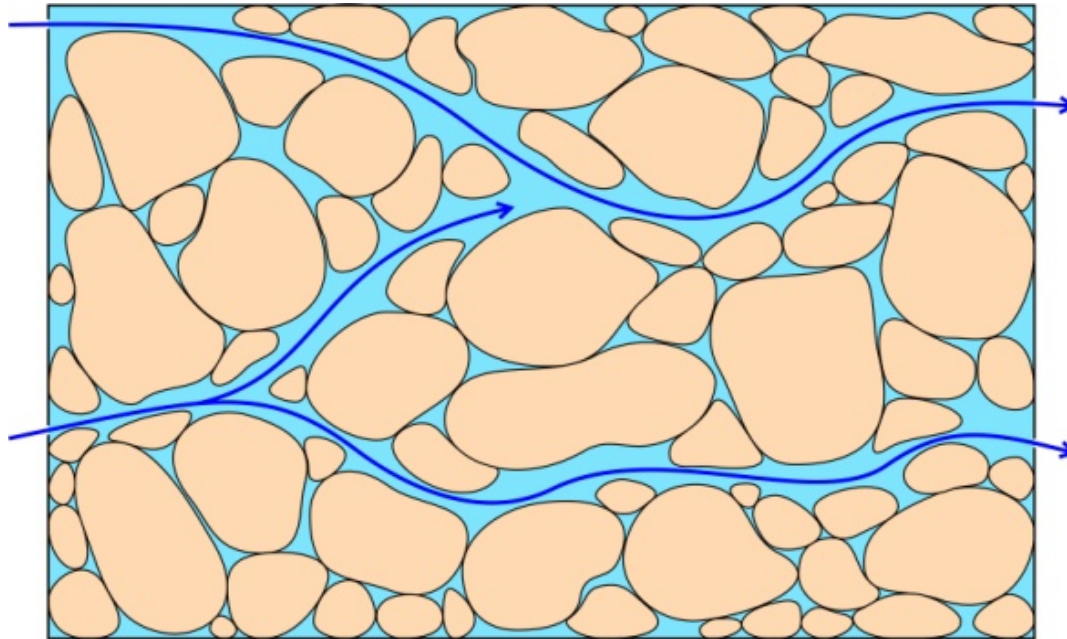
❑ Écologiques:

- assurance d'un débit de base aux rivières permettant la survie de la vie aquatique
- résurgence dans les milieux humides

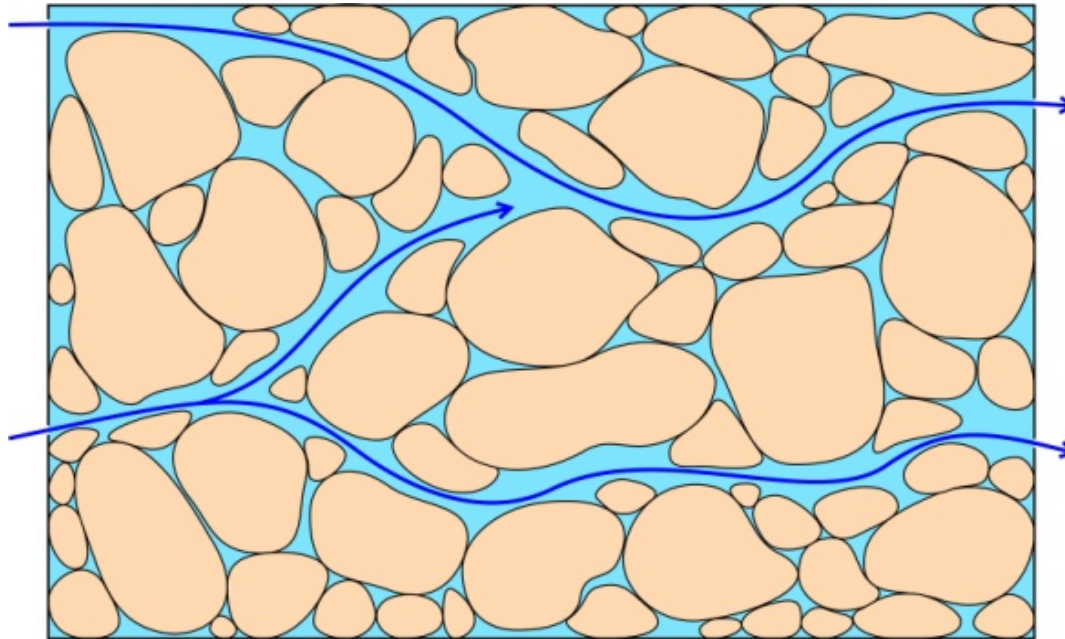
- ❑ L'**EAU SOUTERRAINE** est l'eau qui se trouve sous la surface du sol et qui remplit les espaces vides du milieu géologique
- On en retrouve partout sous nos pieds !
- Comme pour l'eau en surface, l'eau souterraine s'écoule dans l'aquifère, mais beaucoup plus lentement



- ❑ 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'habileté du milieu à transmettre l'eau.
- Plus les **pores** sont interconnectés, plus le milieu géologique est **perméable** et plus l'eau peut pénétrer et circuler facilement



❑ La **NAPPE** représente l'**eau souterraine** qui circule dans un aquifère.

➤ C'est le **contenu**

❑ Un **AQUIFÈRE** est un milieu géologique perméable qui permet le pompage de quantités d'eau appréciables à un puits ou à une source.

➤ C'est le **contenant**

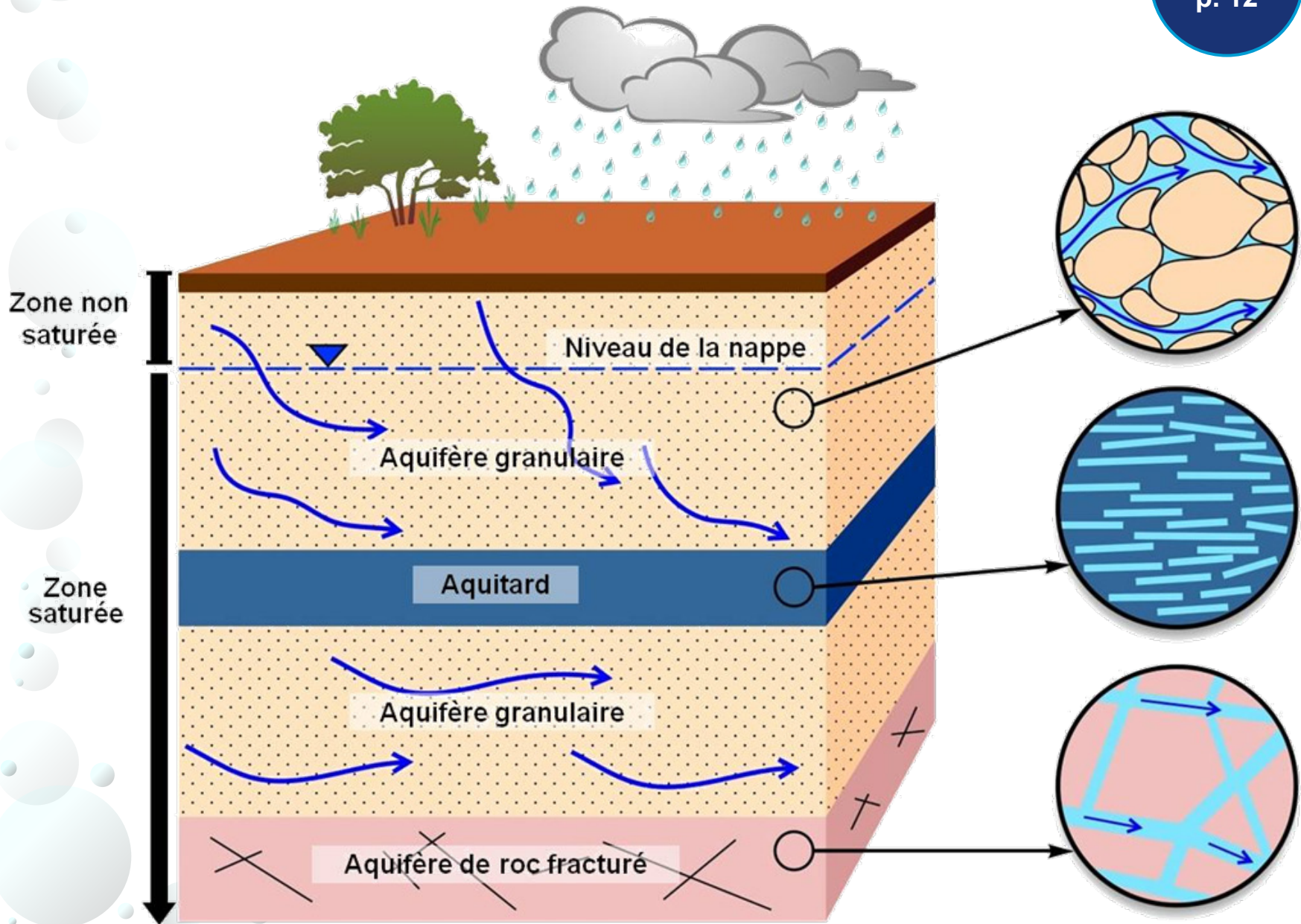
❑ Un **AQUITARD** est un milieu géologique très peu perméable, c.-à-d. de très faible conductivité hydraulique, dans lequel l'eau souterraine s'écoule difficilement.

➤ Considéré **imperméable**

NAPPE, AQUIFÈRE ET AQUITARD

CdP
p. 12

1. DÉFINITIONS DE BASE



- ❑ 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

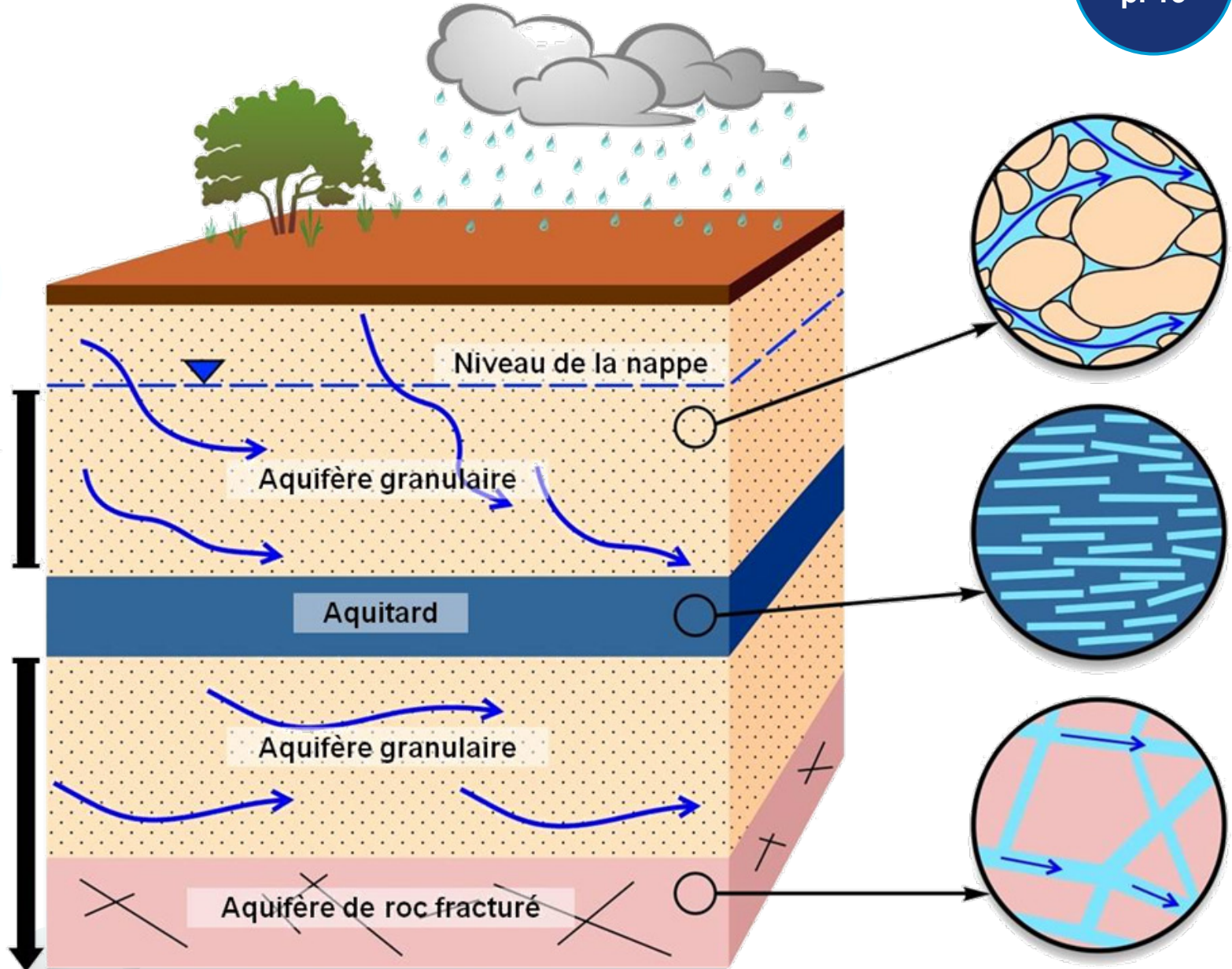
- ❑ Un aquifère à **NAPPE LIBRE** n'est pas recouvert par un **aquitard**
 - Directement rechargé par l'infiltration verticale
 - Plus vulnérable à la contamination

- ❑ Un aquifère à **NAPPE SEMI-CAPTIVE** est un cas intermédiaire pour lequel les couches sus-jacentes ne sont pas totalement imperméables.
 - Modérément rechargé par l'infiltration verticale
 - Modérément protégé

NAPPE CAPTIVE, LIBRE ET SEMI-CAPTIVE

CdP
p. 13

2. CONDITIONS DE CONFINEMENT



DEUX TYPES DE MILIEUX GÉOLOGIQUES CONSTITUENT DES AQUIFÈRES

CdP
p. 14

❑ AQUIFÈRE DE ROC FRACTURÉ

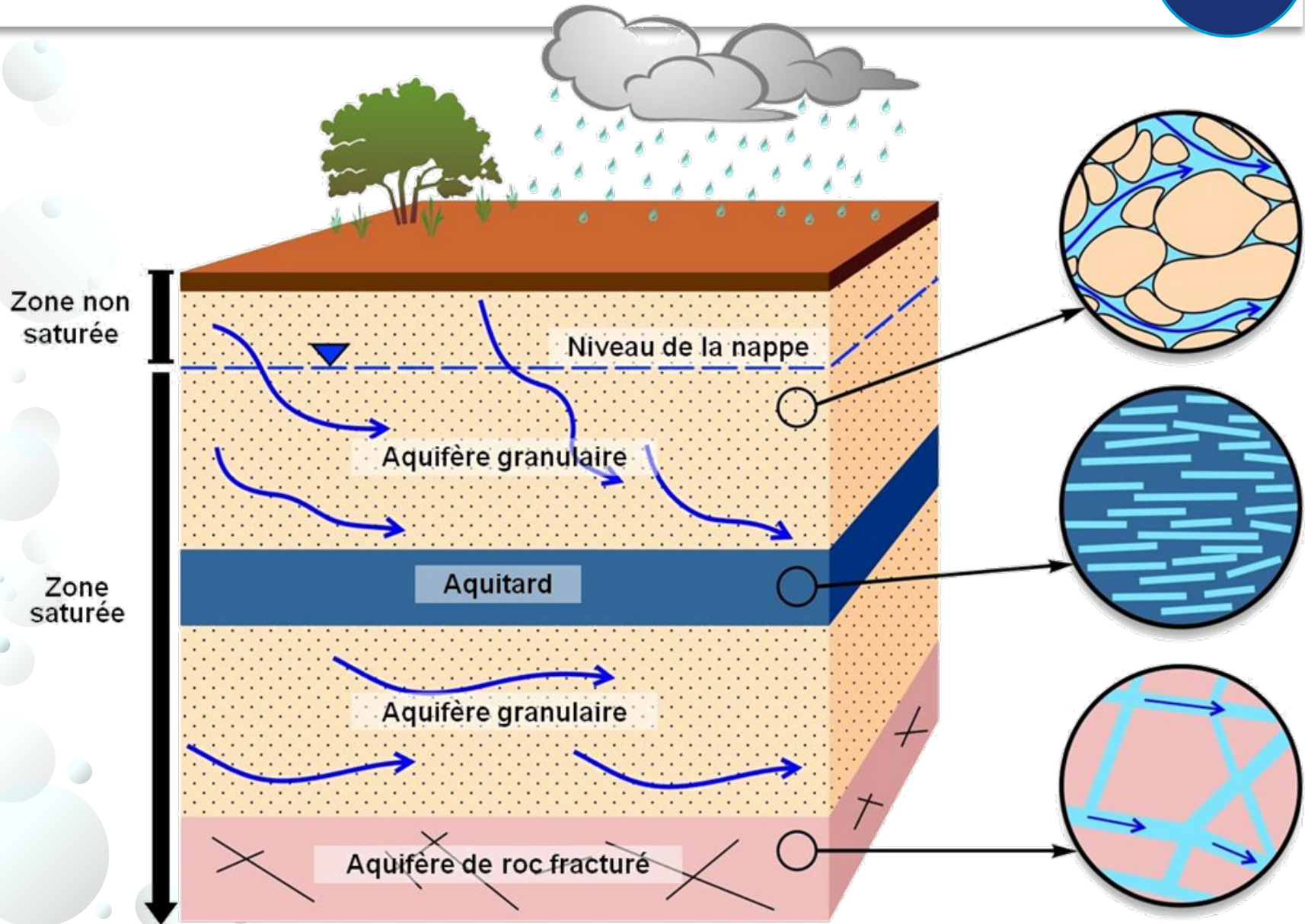
- Constitué de la partie supérieure de la croûte terrestre

❑ AQUIFÈRE DE DÉPÔTS MEUBLES

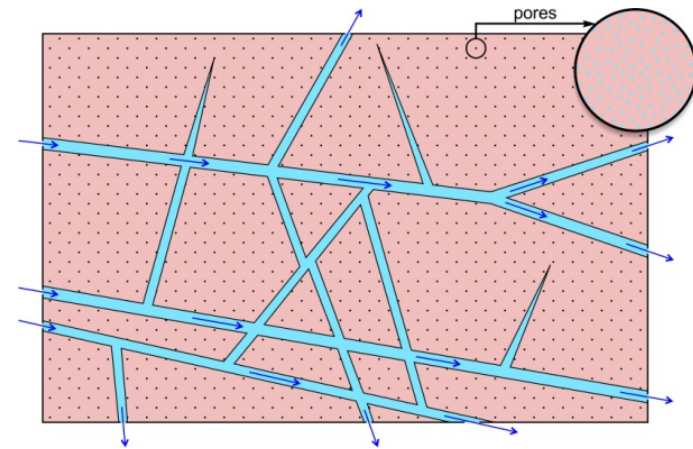
- L'ensemble des sédiments qui recouvrent le socle rocheux

DEUX TYPES DE MILIEUX GÉOLOGIQUES CONSTITUENT DES AQUIFÈRES

CdP
p. 14



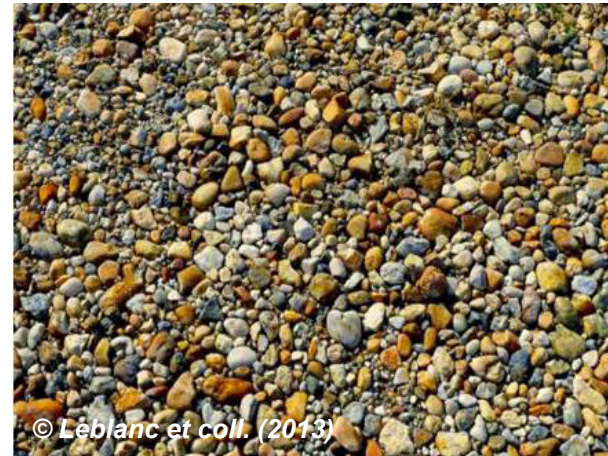
- ❑ L'eau se retrouve :
 - Dans les **pores** de la roche, mais leur faible interconnexion ne permet pas une circulation efficace de l'eau
 - Dans les **fractures** qui permettent une circulation d'eau parfois suffisante pour le captage
- ❑ En forant un puits dans ce type d'aquifère, on cherche à rencontrer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



- ❑ 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 possible si l'épaisseur saturée est suffisante



- ❑ **Argiles et silts → aquitard**

- Considéré imperméable



- ❑ Résulte du transport par les glaciers de fragments arrachés au socle rocheux et la reprise en charge de dépôts meubles anciens

- Composé de grains de toutes tailles dans une matrice fine, semi-perméable → **aquifère** ou **aquitard**



- ❑ Ont été mis en place par les eaux de fonte, pendant la déglaciation

- Composés de sable, gravier et bloc → **aquifère**



- ❑ **SÉDIMENTS GLACIOLACUSTRES** : ont été mis en place dans des lacs alimentés par les eaux de fonte, pendant la déglaciation (ex.: Lac à *Candona*)
- ❑ **SÉDIMENTS MARINS** : ont été mis en place dans la mer de *Champlain*, après la déglaciation
- ❑ **SÉDIMENTS LACUSTRES** : ont été mis en place dans le lac à *Lampsilis* ayant remplacé la mer de *Champlain*

- Lorsque déposés en eau profonde : composés de silt et d'argile → **aquitard**



- Lorsque déposés en eau peu profonde, près du littoral : composés de sable et gravier → **aquifère**



- ❑ Ont été mis en place par les cours d'eau actuels ou anciens

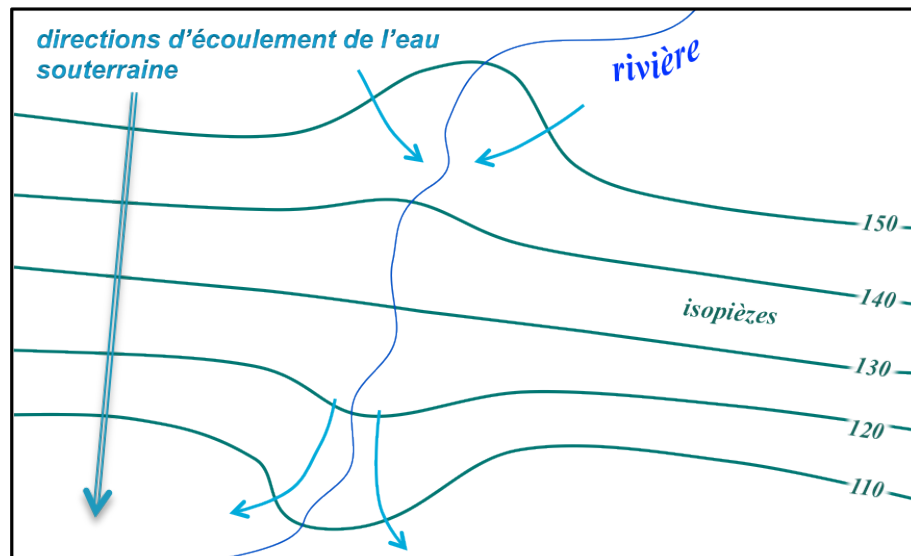
- Composés de silt, sable ou gravier → **aquifère**



- ❑ Constituent les milieux humides.
- Composés de matière organique → **dynamique d'écoulement des eaux souterraines peu connue**



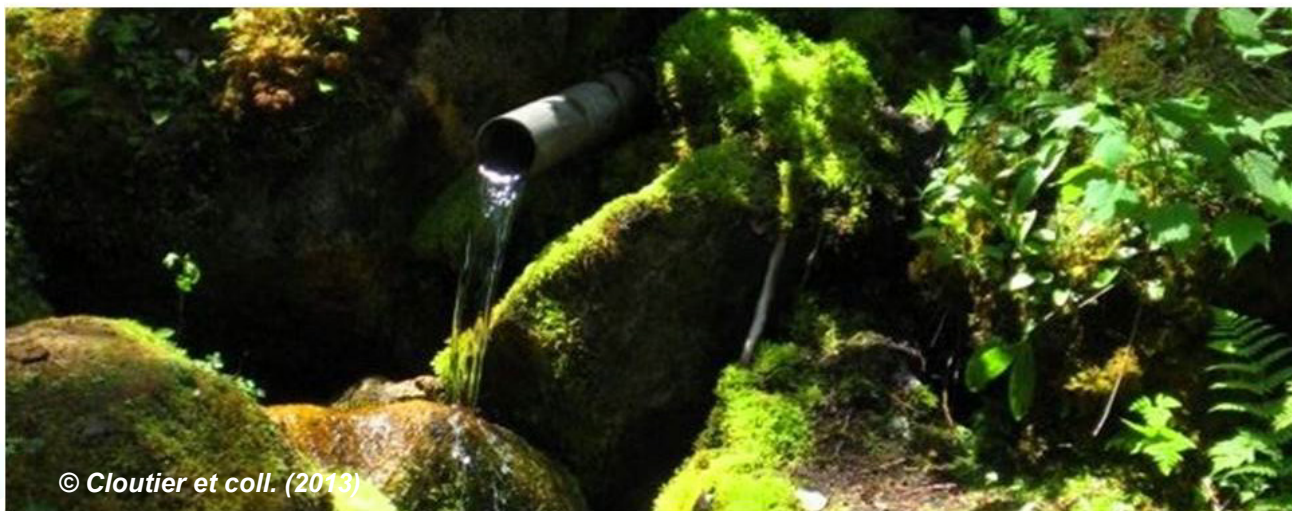
- ❑ Le **niveau piézométrique** (ou **charge hydraulique**) correspond à l'élévation du niveau de l'eau souterraine mesurée dans un puits.
- ❑ La **PIÉZOMÉTRIE** représente l'élévation du niveau de l'eau dans un aquifère.
 - Indique le sens de l'écoulement de l'eau souterraine, qui circule des zones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

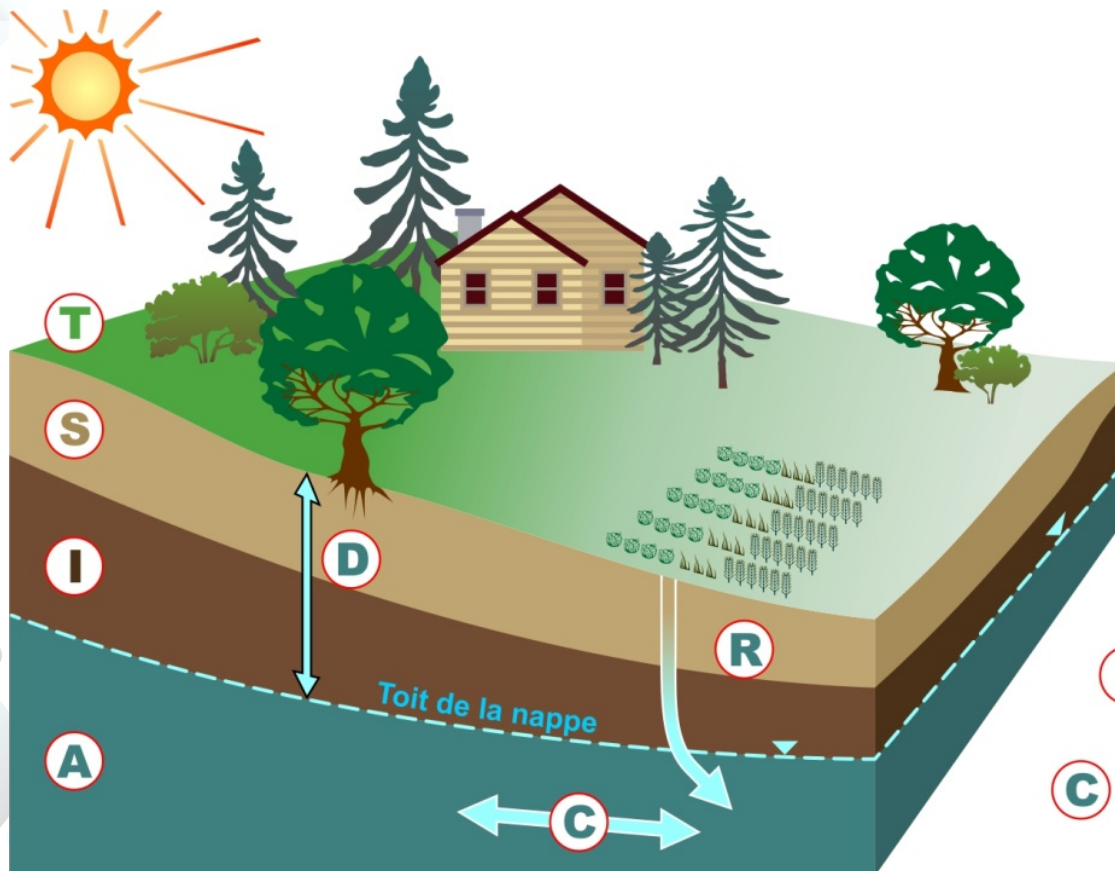
- Dépend de plusieurs facteurs :
- Climat
 - Végétation
 - Occupation du sol
 - Propriétés physiques du sol

- ❑ Une **RÉSURGENCE** correspond à l'exutoire de l'eau souterraine qui refait surface.
 - Sont généralement **diffuses**, c.-à.d. s'étendent sur une grande surface. Par ex., les cours d'eau et les **milieux humides** sont souvent des zones de résurgence.
 - Sont parfois **ponctuelles**, c.-à.d. localisées en un point précis : constituent alors des **sources**.
 - Fournissent le débit de base des cours d'eau.



© Cloutier et coll. (2013)

- ❑ La méthode **DRASTIC** évalue la **vulnérabilité** intrinsèque d'un aquifère, soit sa susceptibilité à être affecté par une contamination provenant de la surface.
- ❑ Le calcul de l'indice **DRASTIC** tient compte de sept paramètres :



D Profondeur de la nappe
Depth to water table

R Recharge
Recharge

A Nature de l'aquifère
Aquifer media

S Type de sol superficiel
Soil media

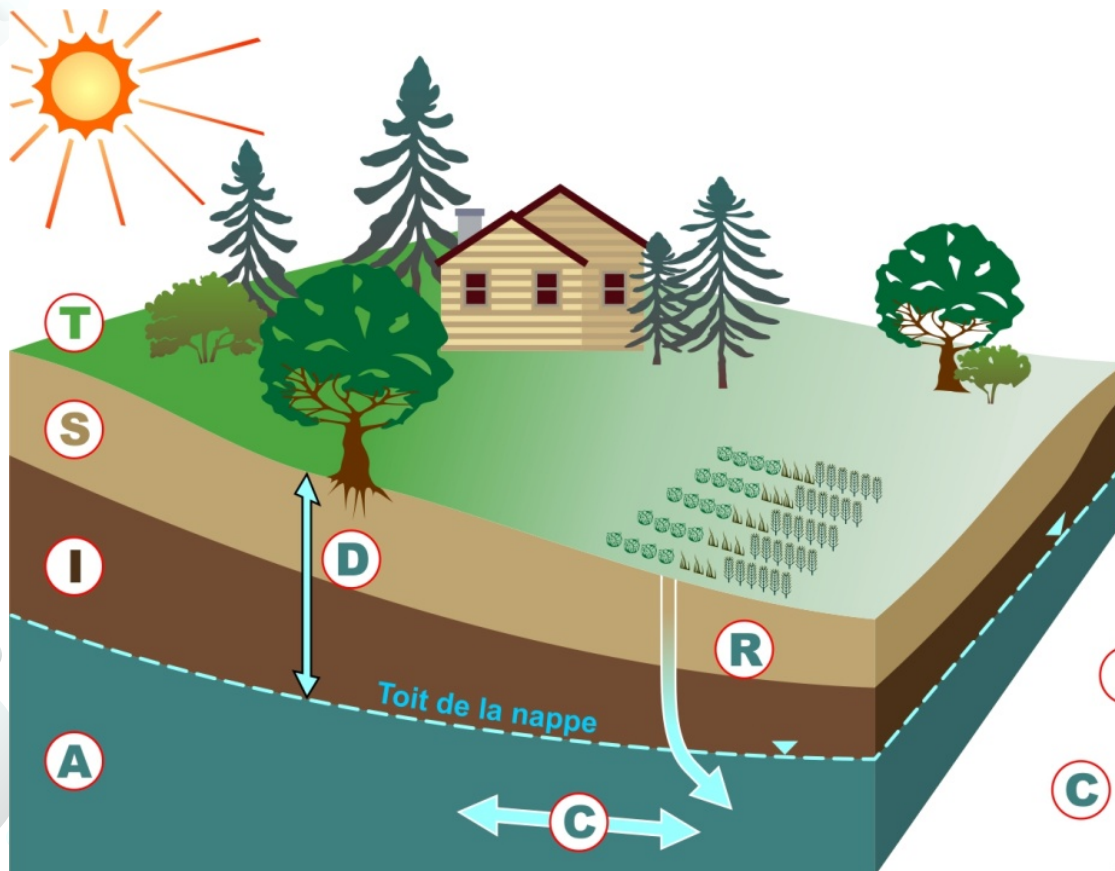
T Pente du terrain
Topography slope

I Nature la zone vadose
Impact of vadose zone

C Conductivité hydraulique de l'aquifère
Aquifer conductivity

□ L'indice **DRASTIC** peut varier entre 23 et 226

➤ Plus l'indice est élevé, plus la **vulnérabilité** est élevée



D Profondeur de la nappe
Depth to water table

R Recharge
Recharge

A Nature de l'aquifère
Aquifer media

S Type de sol superficiel
Soil media

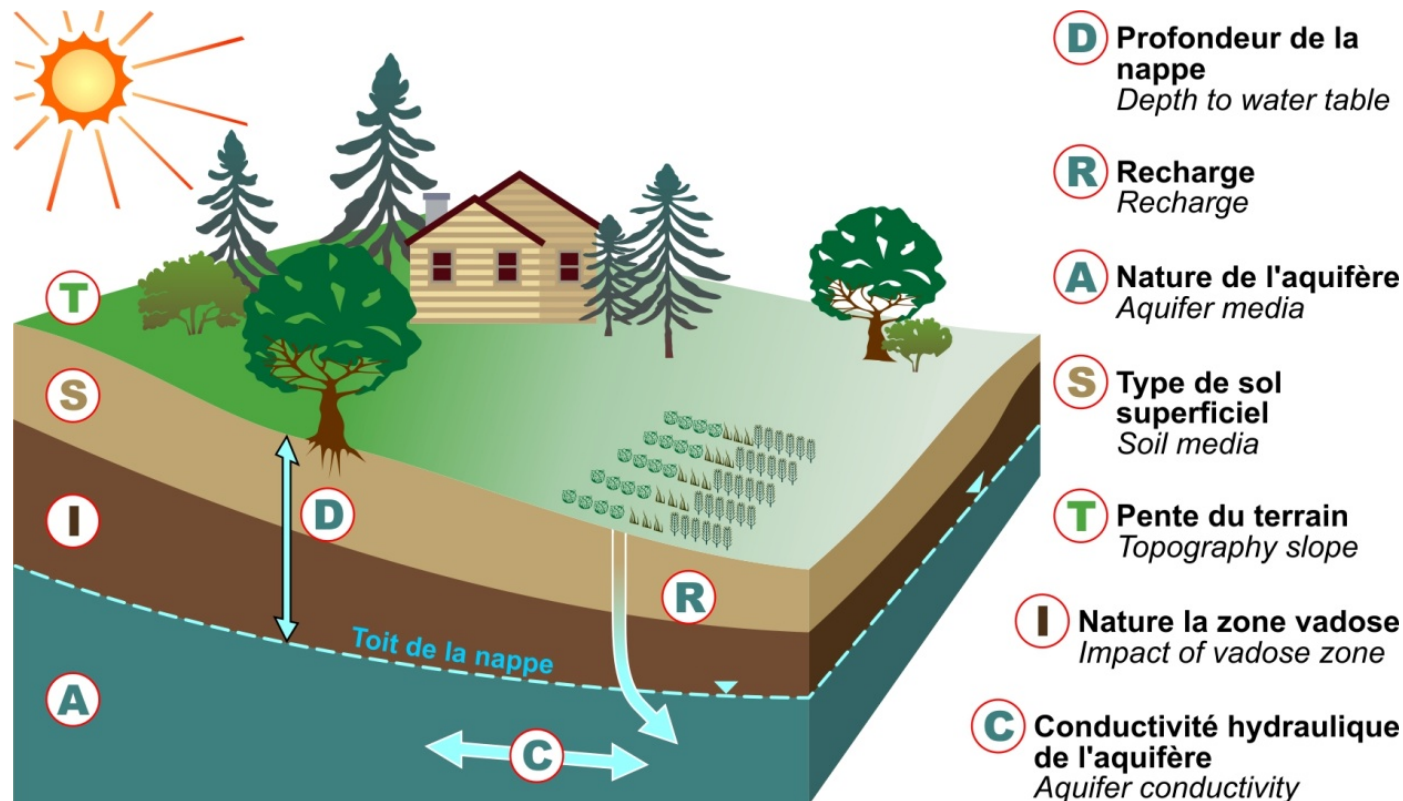
T Pente du terrain
Topography slope

I Nature la zone vadose
Impact of vadose zone

C Conductivité hydraulique de l'aquifère
Aquifer conductivity

❑ Le **risque de dégradation de la qualité** de l'eau souterraine peut être estimé en jumelant :

- la **vulnérabilité**
- l'impact des **activités humaines potentiellement polluantes**
- l'importance de l'exploitation de l'aquifère



- ❑ La composition géochimique de l'eau souterraine est influencée par la **dissolution** de certains minéraux présents dans les matériaux géologiques.
 - Plus le **temps de résidence** de l'eau dans un aquifère est long, plus l'eau souterraine sera **minéralisée**, c.-à.-d. concentrée en minéraux dissous.

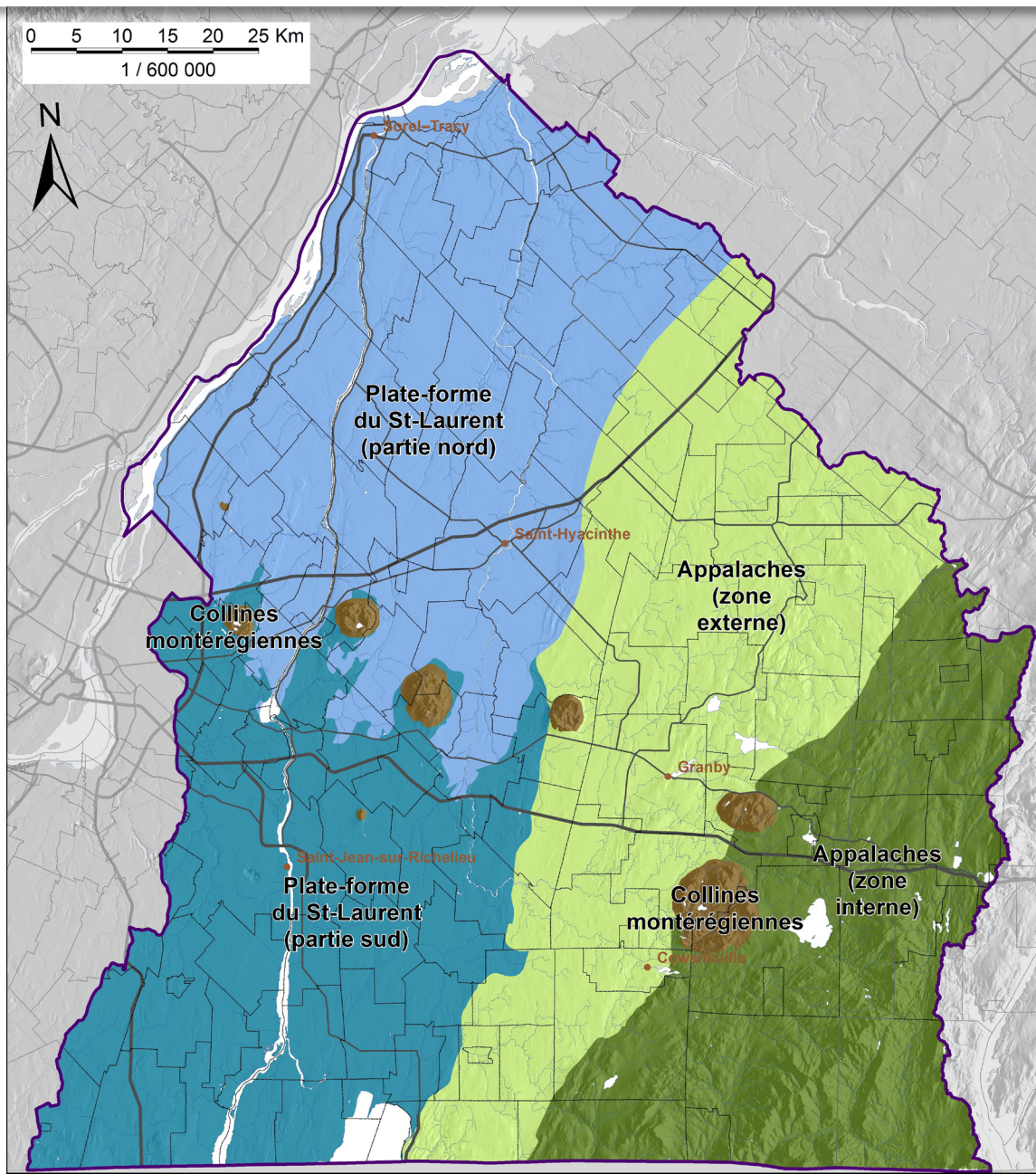
- ❑ Différents **types d'eau** peuvent être distingués :
 - **Eau de recharge** : eau récente, peu minéralisée, signature géochimique se rapprochant de l'eau douce de recharge
 - **Eau évoluée**: eau d'âge intermédiaire, moyennement minéralisée, mélange entre eau de recharge et saumâtre
 - **Eau saumâtre** : eau ancienne, plus minéralisée, signature géochimique se rapprochant de l'eau à salinité élevée.

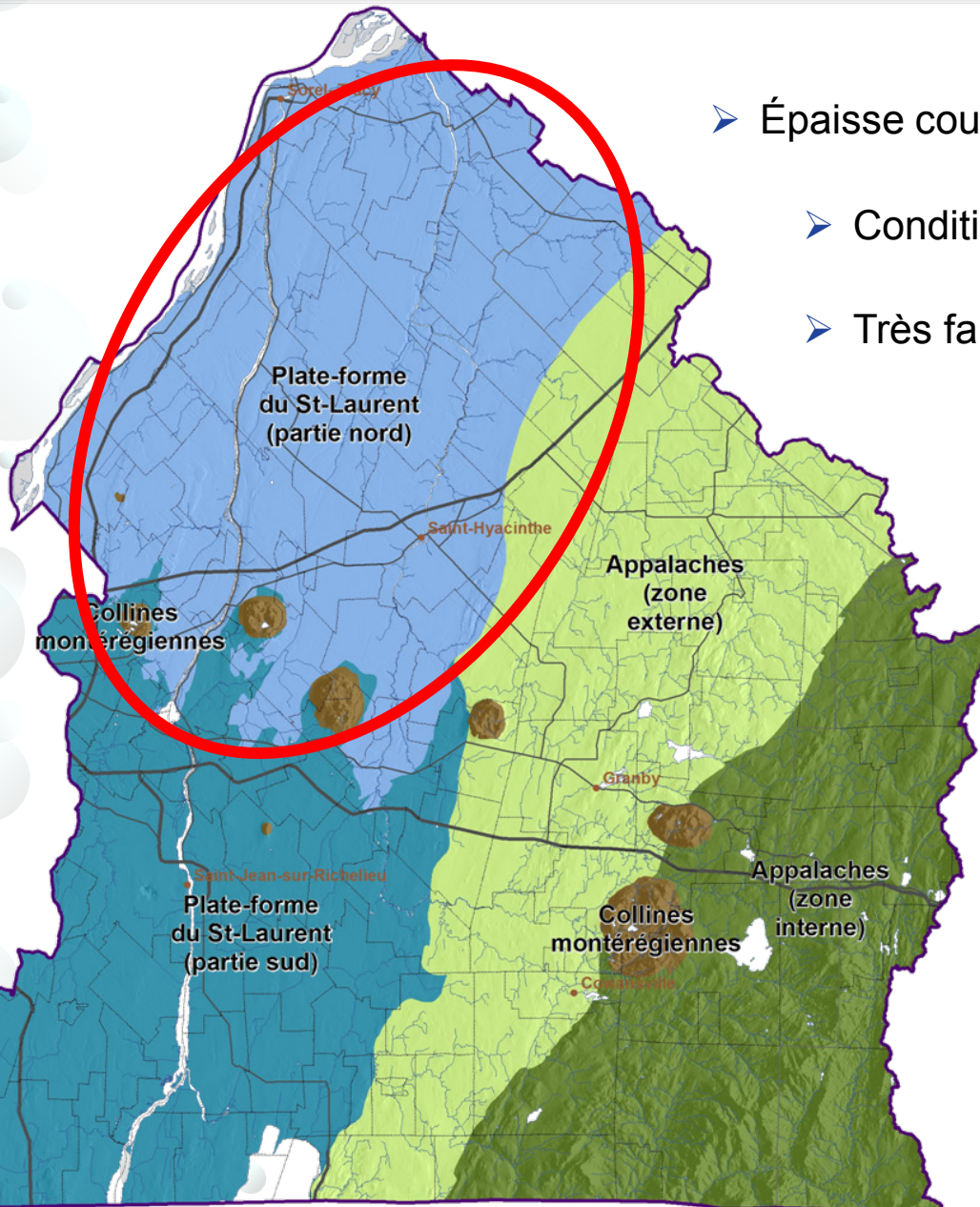
- **Concentrations maximales acceptables (CMA) : normes bactériologiques et physicochimiques visant à éviter des risques pour la santé humaine.**
 - Ex. Baryum < 1 mg/L pour éviter des maladies cardiovasculaires ou une augmentation de la pression artérielle.
 - Ex. Fluorures < 1,5 mg/L afin de prévenir 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
 - Ex : Dureté (CaCO_3) \leq 200 mg/l, fondé sur la corrosion et l'entartrage

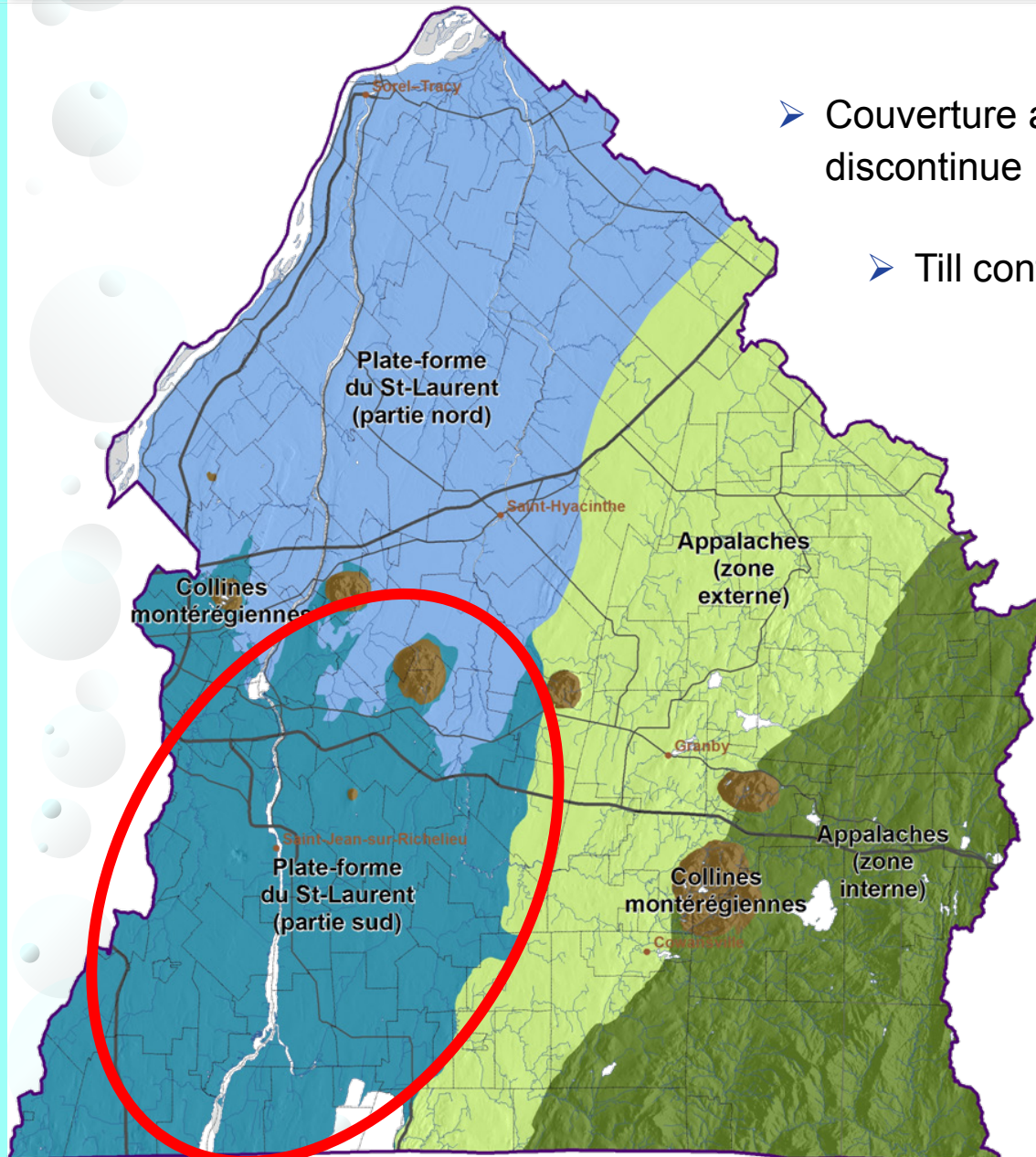
CINQ CONTEXTES HYDROGÉOLOGIQUES

CdP
p. 22





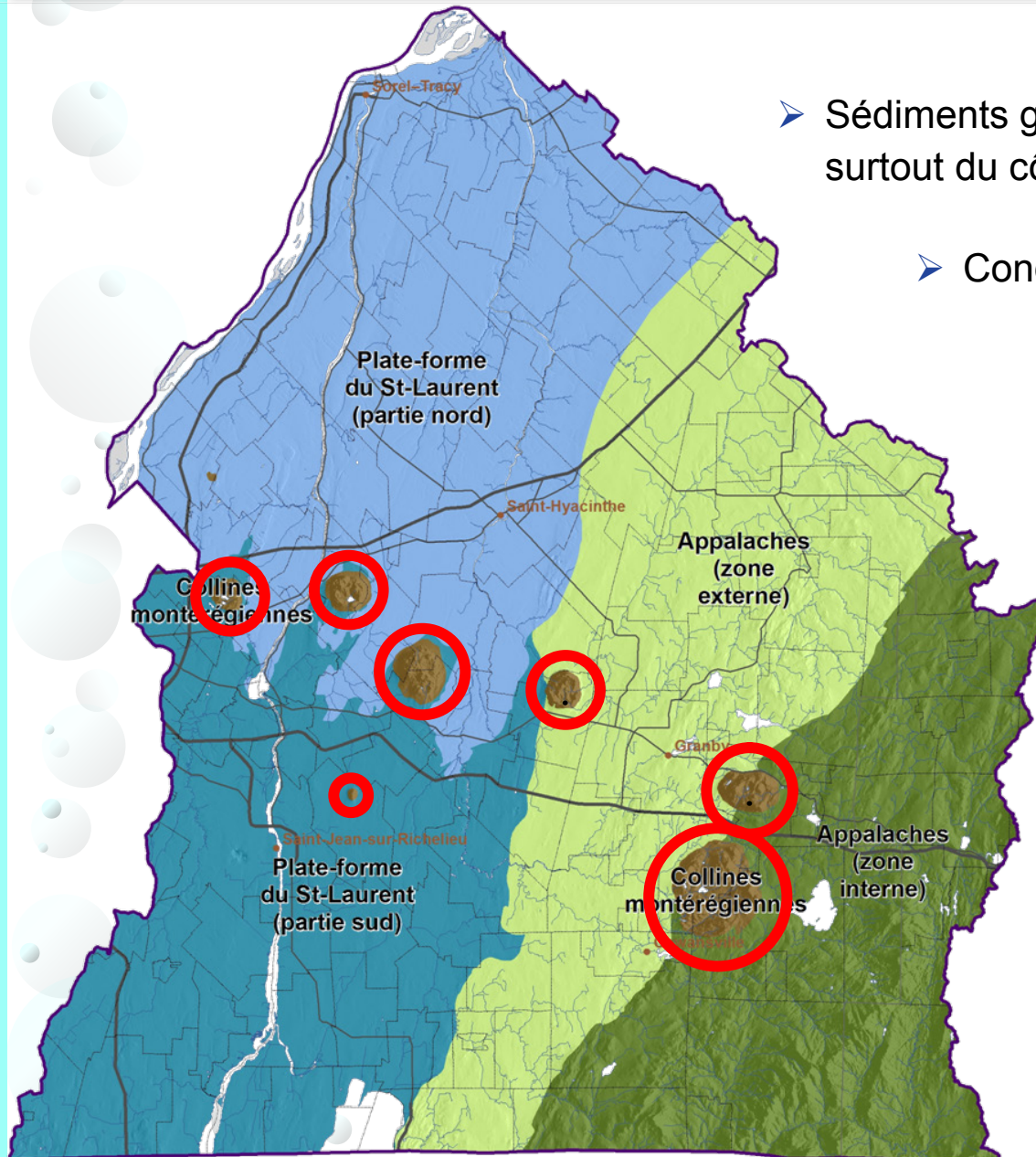
- Épaisse couverture argileuse (> 10 m)
- Conditions de nappe captive
- Très faible écoulement
- Recharge et résurgence minimale
- Vulnérabilité faible
- Présence d'eau saumâtre non potable
- Très faible potentiel aquifère
- Utilisation minimale de l'eau souterraine



- Couverture argileuse mince (< 5 m) et discontinue
- Till continu de < 10 m d'épaisseur
- Conditions dominantes de nappe semi-captive
- Recharge significative
- Résurgence dans cours d'eau
- Vulnérabilité moyenne
- Eau de qualité passable
- Potentiel aquifère dans roc
- Utilisation significative pour l'approvisionnement

LES INTRUSIONS MONTÉRÉGIENNES

CdP
p. 22



- Sédiments granulaires (> 15 m), surtout du côté sud
- Conditions de nappe libre
- Zone de recharge régionale
- Vulnérabilité faible ou moyenne
- Eau de qualité passable
- Potentiel aquifère dans roc et dans dépôts meubles du côté sud

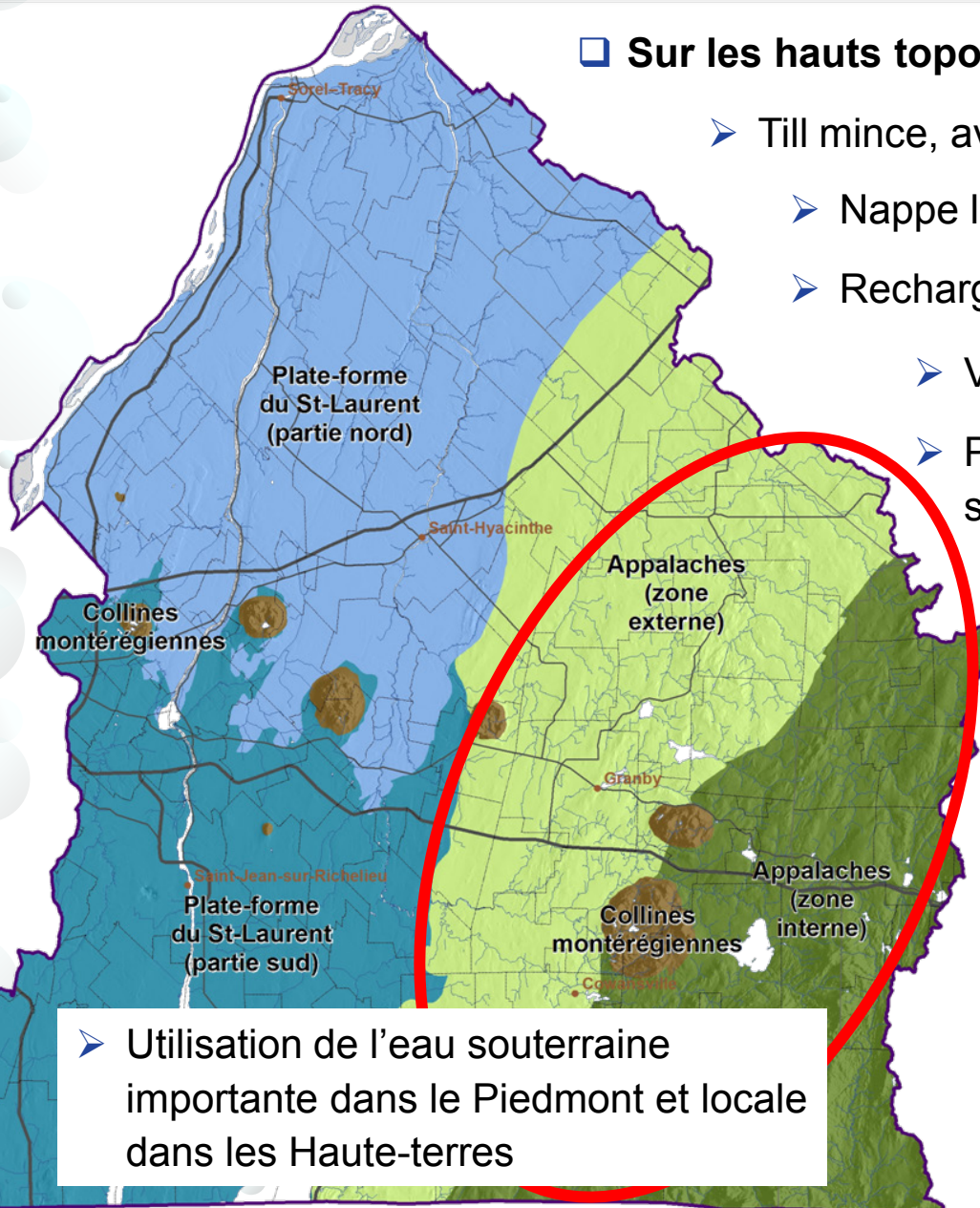
☐ Sur les hauts topographiques :

- Till mince, avec affleurement rocheux
- Nappe libre
- Recharge importante
- Vulnérabilité plus élevée
- Potentiel aquifère au roc seulement

☐ Dans les vallées :

- Argile peu épaisse et sable et gravier par endroit
- Nappes captives ou semi-captives
- Résurgences
- Vulnérabilité plus faible
- Potentiel aquifère au roc et dans sédiments par endroits

➤ Utilisation de l'eau souterraine importante dans le Piedmont et locale dans les Haute-terres



- ❑ 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.

PRÊTS POUR LES ATELIERS?



CONNAISSANCES HYDROGÉOLOGIQUES FONDAMENTALES et caractéristiques régionales de l'eau souterraine



□ Plate-forme du Saint-Laurent :

- roches sédimentaires peu déformées
- perméabilité moyenne

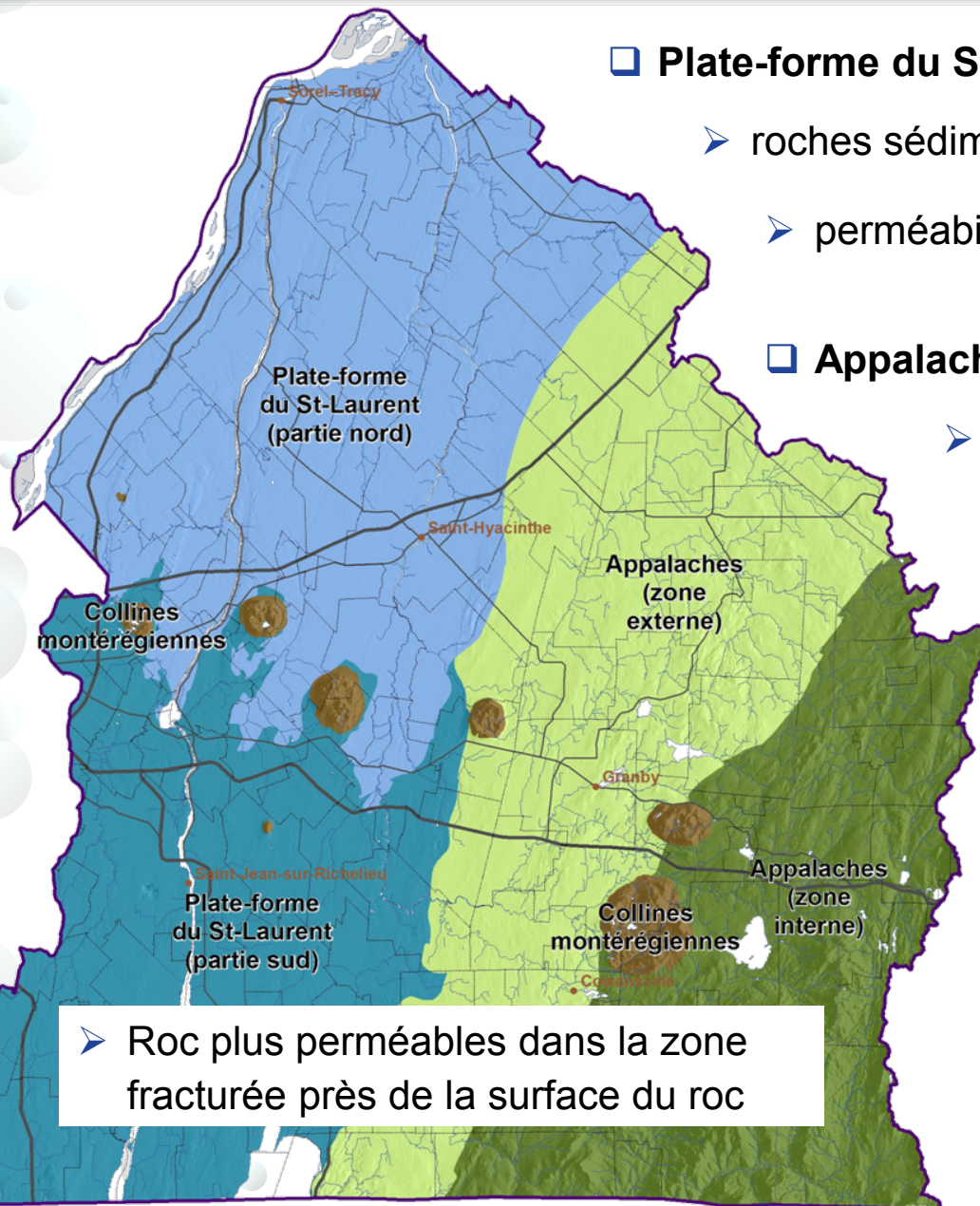
□ Appalaches :

- Roches sédimentaires métamorphisées
- perméabilité faible à moyenne
- peut être plus fracturée autour des failles

□ Intrusions montérésiennes :

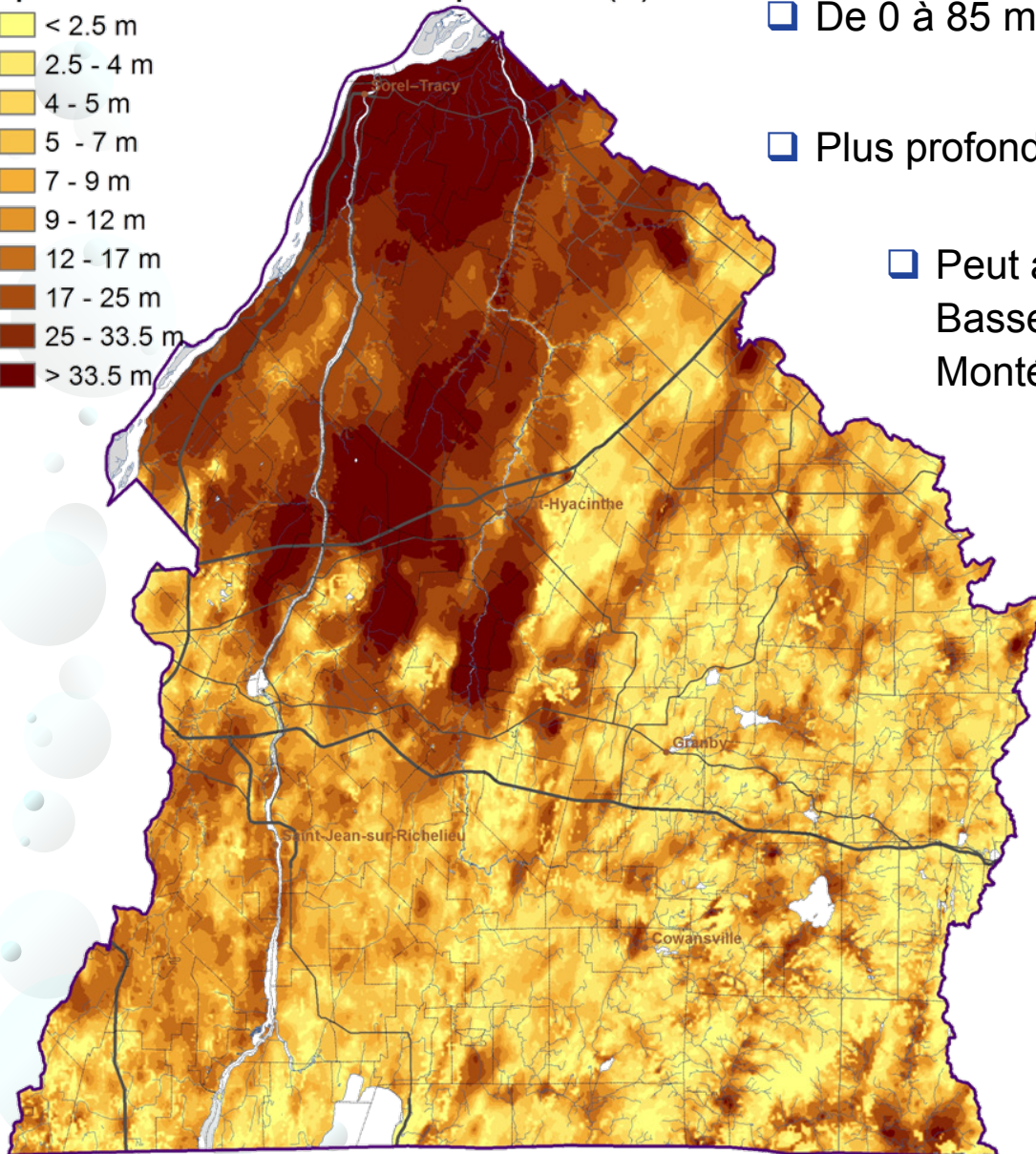
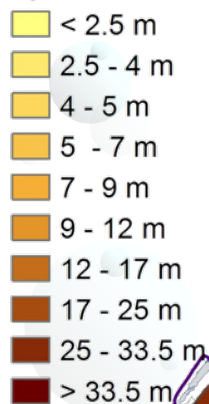
- Roches ignées
- peut être plus fracturé à l'interface des intrusions

➤ Roc plus perméables dans la zone fracturée près de la surface du roc



ÉPAISSEUR DES DÉPÔTS MEUBLES

Épaisseur totale des formations superficielles (m)



De 0 à 85 m d'épaisseur

Plus profond dans les Basses-terres nord

Peut atteindre 30 m par endroit dans les Basses-terres sud et au pourtour des Montérégiennes

Généralement < 5 m sur les hauteurs des Appalaches

Jusqu'à > 15 m dans les vallées des Appalaches

CONTEXTES HYDROGÉOLOGIQUES

☐ Basses-Terres nord :

- sable mince en surface (< 3 m) → **aquifère**
- argile épaisse (> 10 m) → **aquitard**
- sable par endroit et/ou till (> 10 m) → **aquifère**

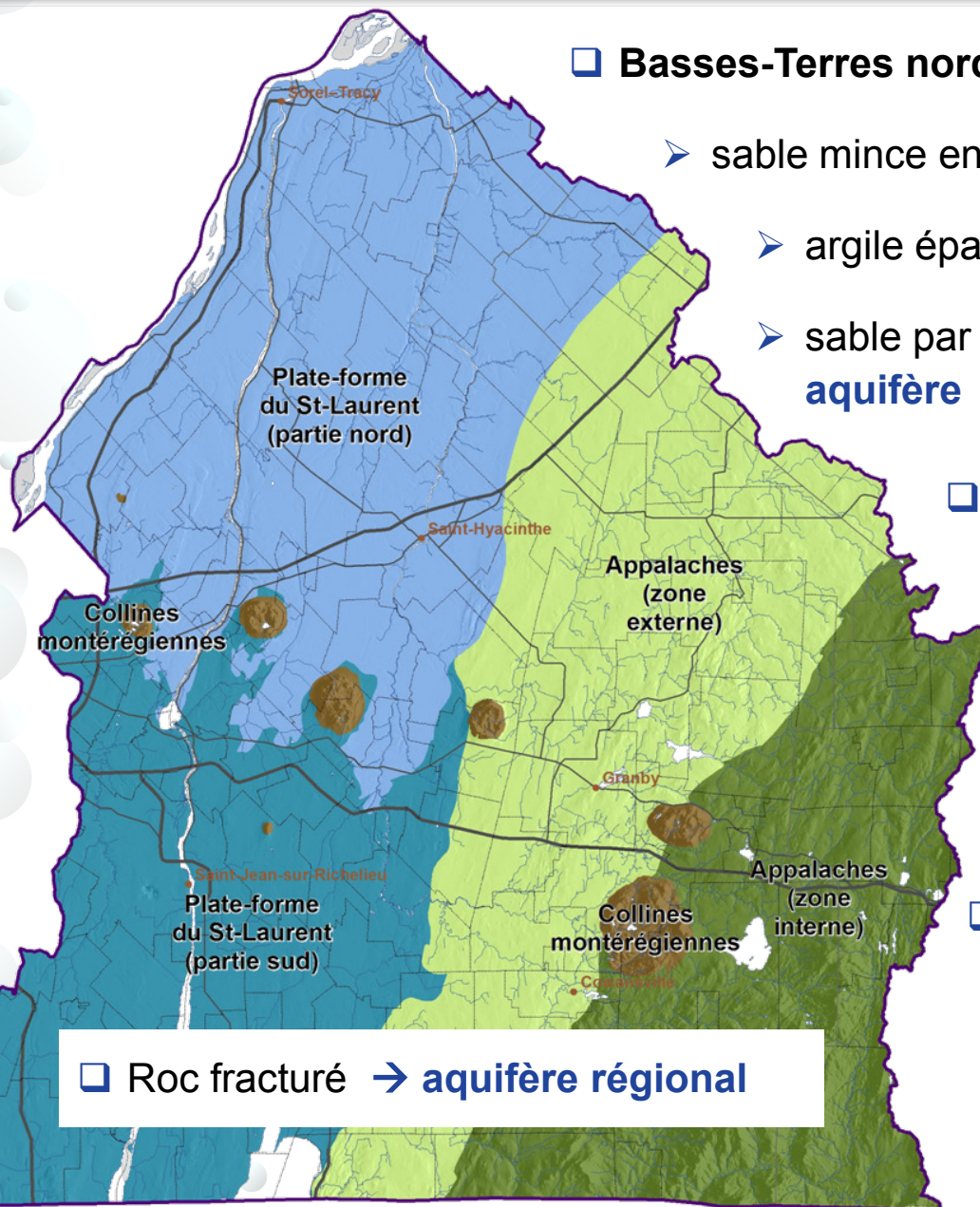
☐ Basses-terres sud :

- argile mince (< 5 m) et discontinue → **aquitard**
- till continu et sable localement → **aquifère**

☐ Collines montérégiennes :

- sable et gravier sur le pourtour, surtout du côté sud (> 15 m) → **aquifère**

☐ Roc fracturé → **aquifère régional**



CONTEXTES HYDROGÉOLOGIQUES

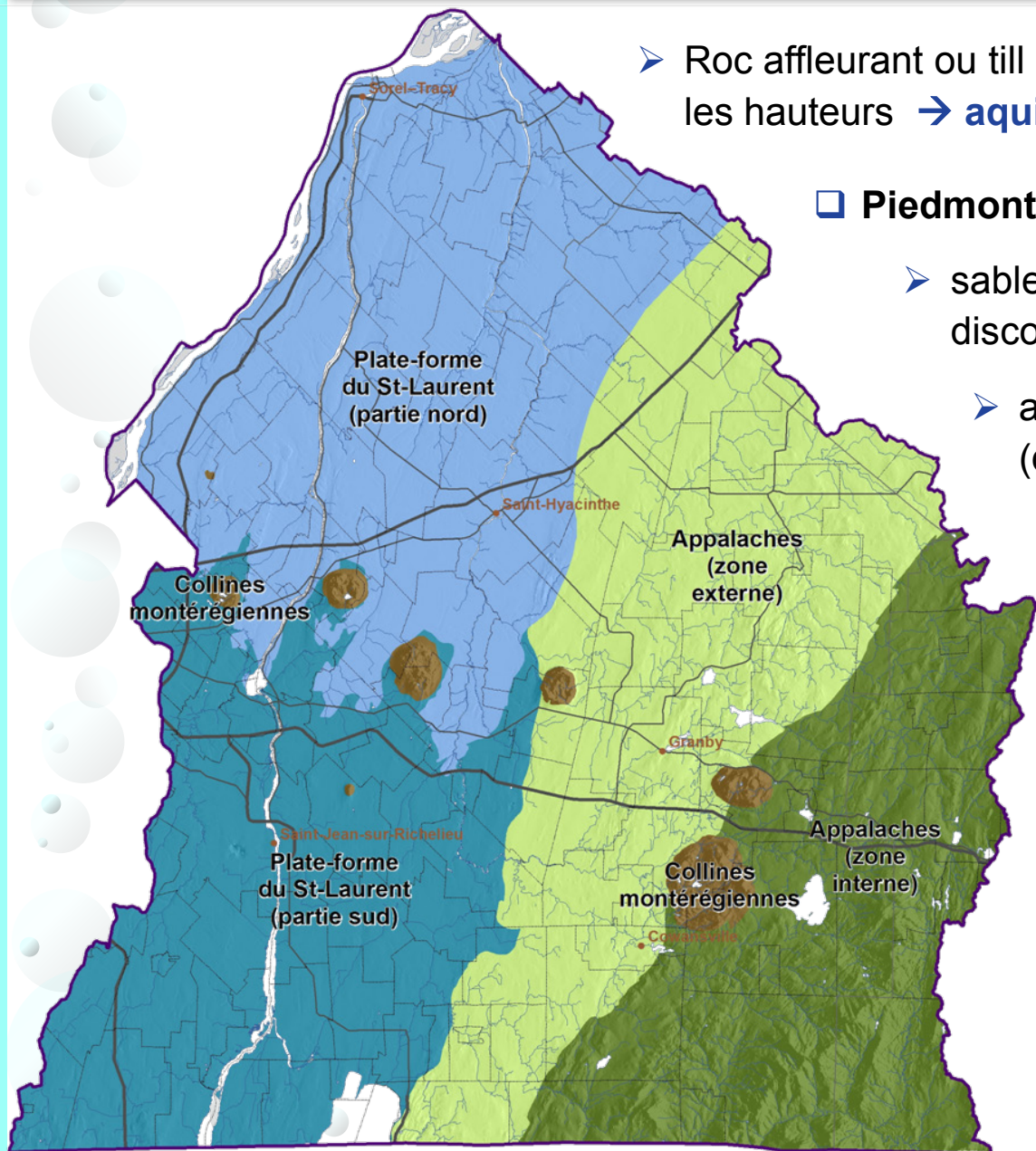
- Roc affleurant ou till mince (< 5 m) et discontinu sur les hauteurs → **aquifère régional**

□ Piedmont :

- sable et gravier mince (< 3 m) et discontinu en surface → **aquifère**
- argile peu épaisse dans les vallées (de 5 à 10 m) → **aquitard**
- sable et gravier par endroit dans les vallées (< 15 m) → **aquifère**

□ Hautes-terres :

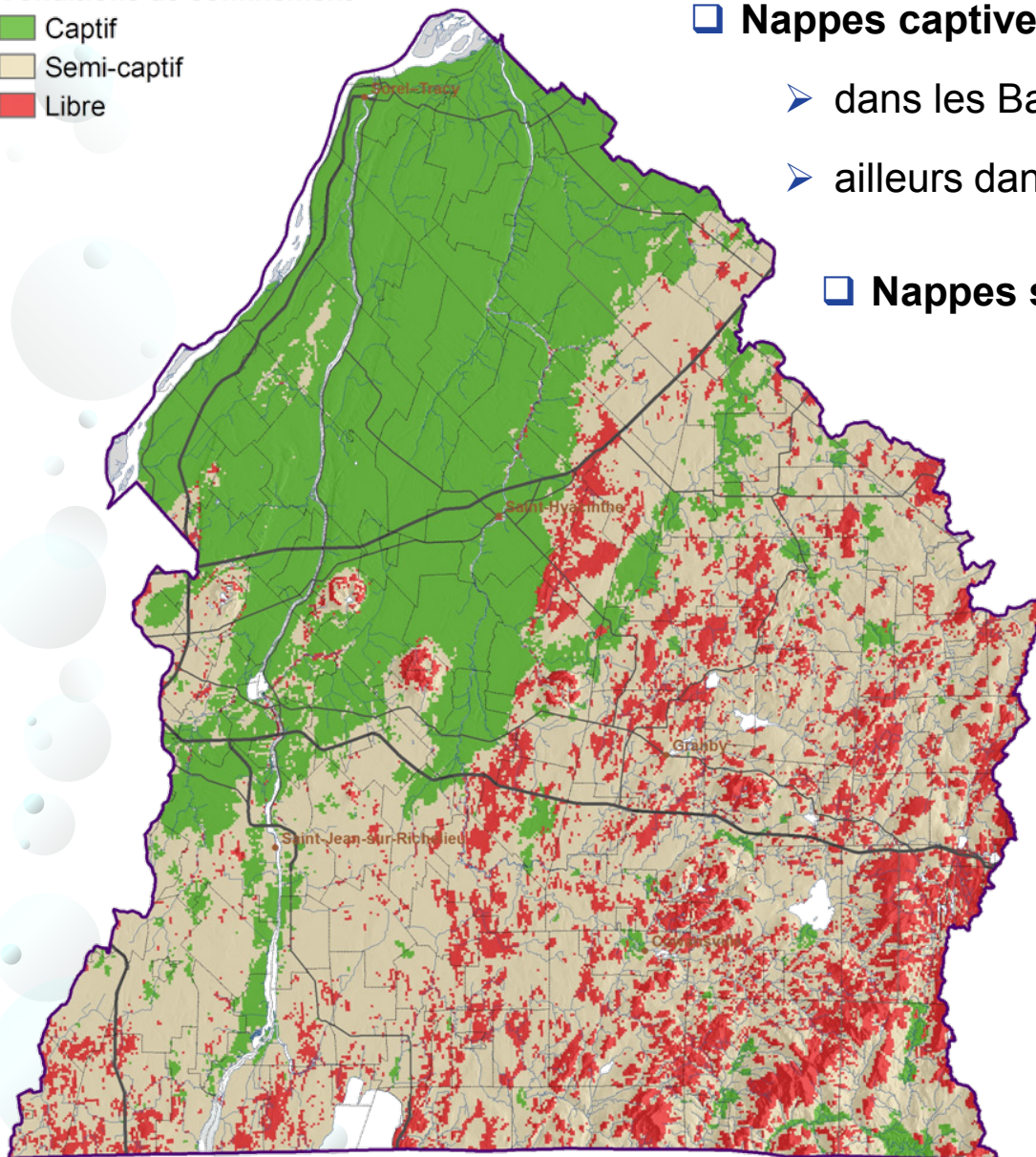
- argile mince dans les vallées (de 2 à 10 m) → **aquitard**
- sable et gravier par endroit dans les vallées (< 15 m) → **aquifère**



CONDITIONS DE CONFINEMENT

Conditions de confinement

- Captif
- Semi-captif
- Libre



□ Nappes captives :

- dans les Basse-terres nord
- ailleurs dans les vallées principales

□ Nappes semi-captives :

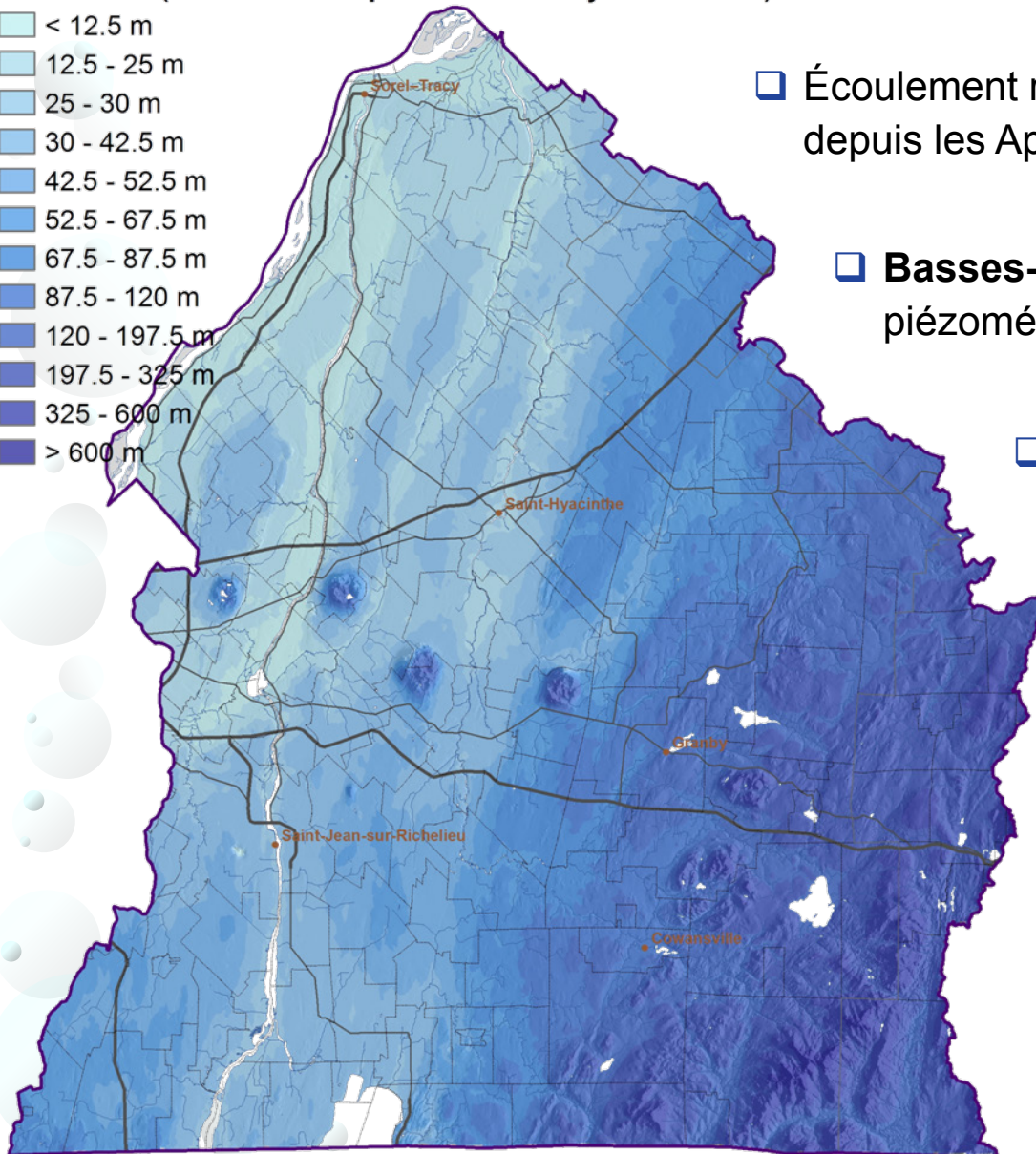
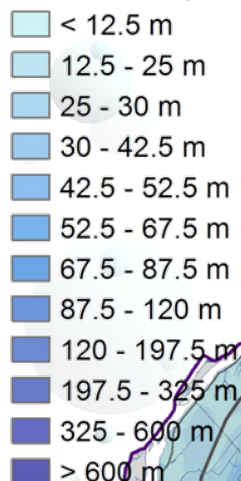
- dominant les Basses-terres sud
- dans vallées des Appalaches
- sur hauteurs dans Piedmont
- sur le pourtour des Montérégiennes

□ Nappes libres :

- sur les hauteurs des Appalaches, surtout dans les Hautes-terres
- sur les Montérégiennes

PIÉZOMÉTRIE

Piézométrie (élévation en m p/r au niveau moyen de la mer)



□ Écoulement régional profond de l'est vers l'ouest, depuis les Appalaches vers les Basses-terres


□ **Basses-terres nord** : faible gradient piézométrique → écoulement très faible


□ **Basses-terres sud** : écoulement latéral est-ouest depuis les hauts vers les creux piézométriques

□ **Montérégiennes** : écoulement radial et vers les Basses-terres nord

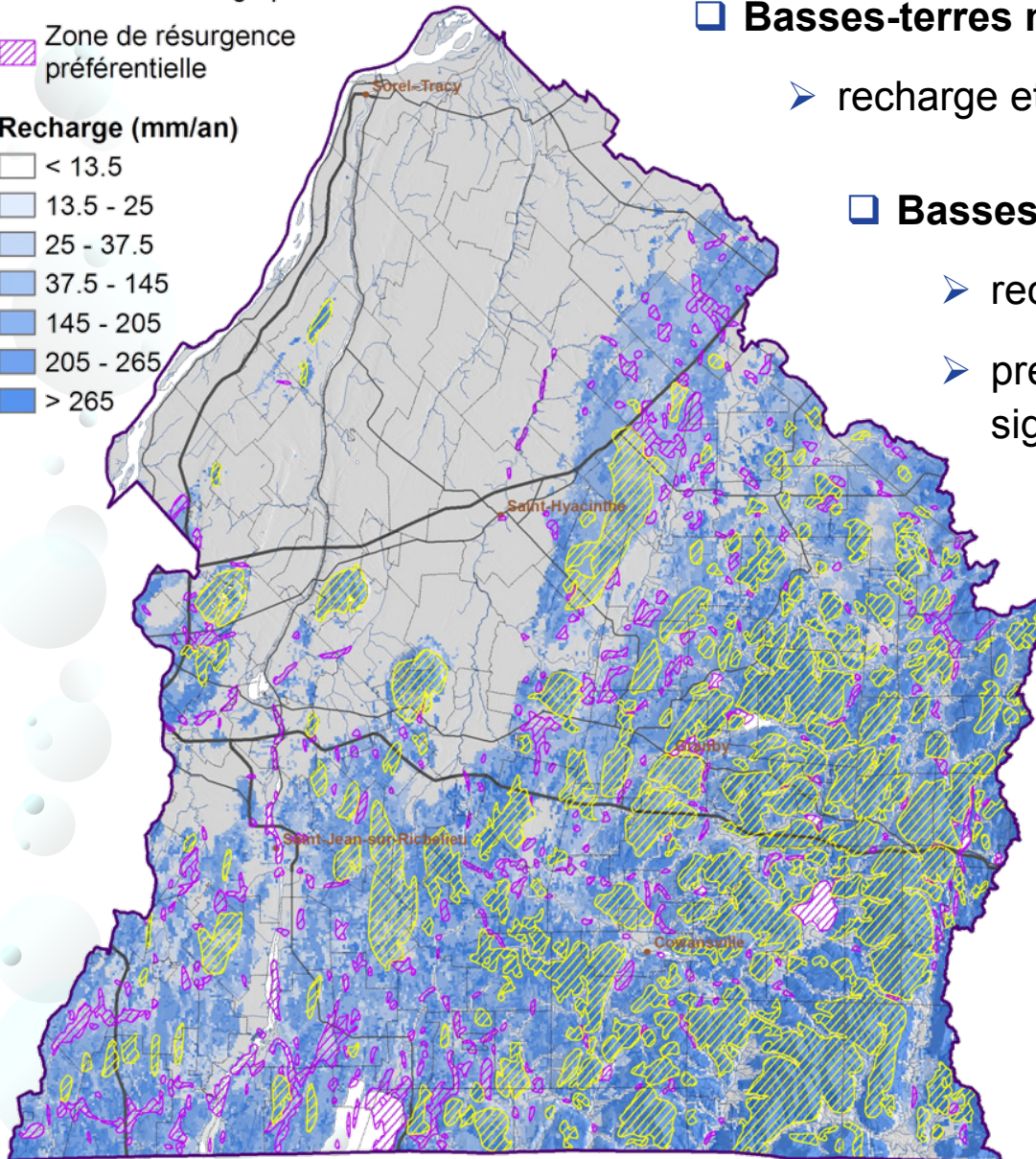
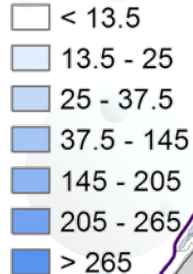
□ **Appalaches** : écoulement depuis les hauteurs vers les vallées

RECHARGE ET RÉSURGENCE

 Zone de recharge préférentielle

 Zone de résurgence préférentielle

Recharge (mm/an)



▣ Basses-terres nord :

- recharge et résurgence de nulle à faible

▣ Basses-terres sud :

- recharge modérée
- présence de zones de résurgence significatives

▣ Montérégiennes :

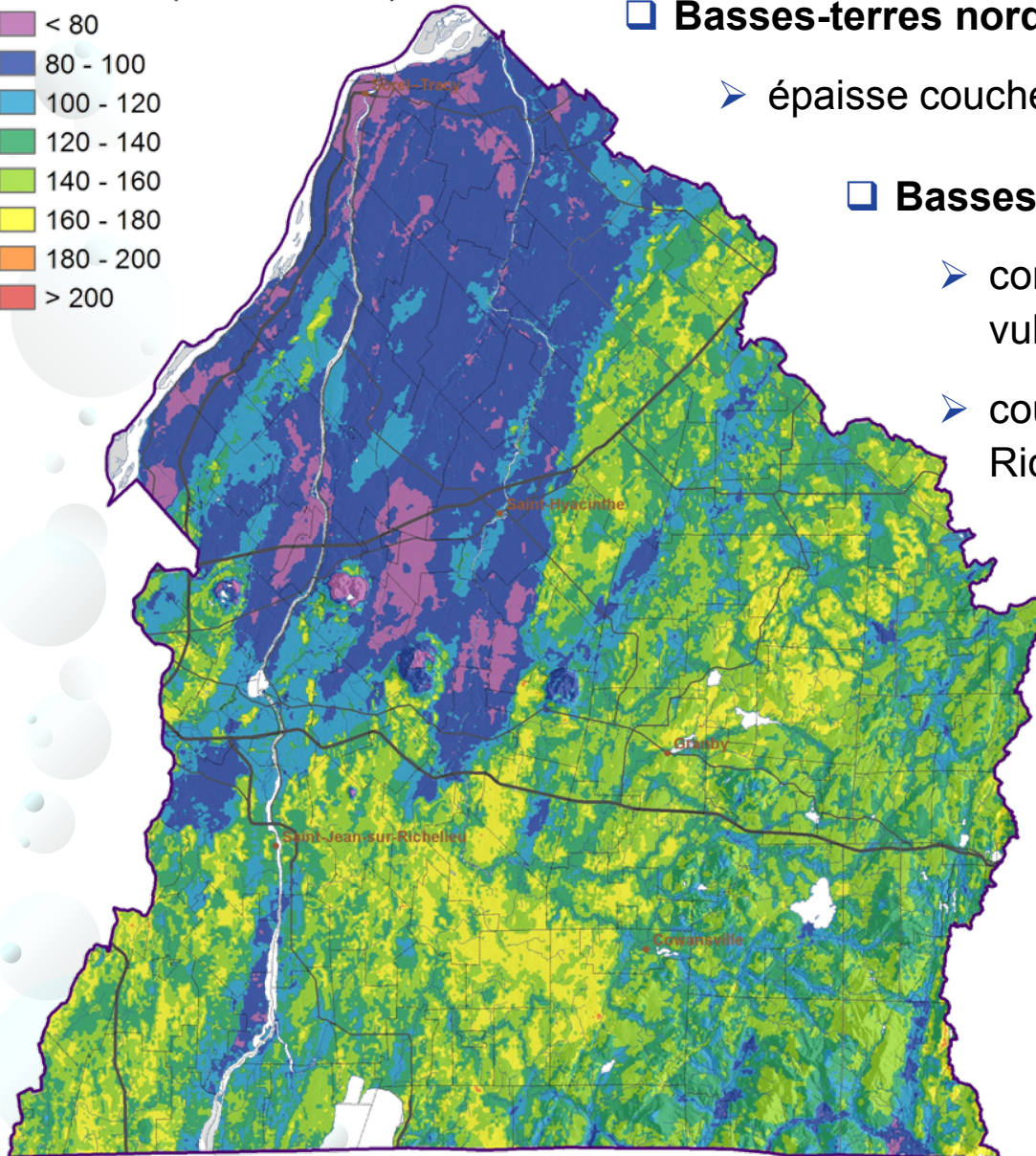
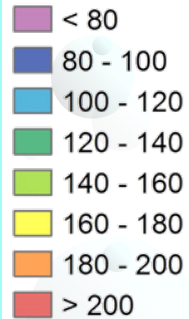
- zones de recharge préférentielle

▣ Appalaches :

- recharge élevée sur les hauteurs
- recharge faible dans les vallées et résurgences locales

VULNÉRABILITÉ

Vulnérabilité (indice DRASTIC)



▣ Basses-terres nord :

- épaisse couche d'argile → vulnérabilité faible

▣ Basses-terres sud :

- conditions semi-captives → vulnérabilité moyenne
- couche argileuse le long de la rivière Richelieu → vulnérabilité faible

▣ Montérégiennes :

- fortes pentes et grande profondeur de la nappe → vulnérabilité faible ou moyenne

▣ Appalaches :

- vallées → vulnérabilité faible à moyenne
- hauteurs → vulnérabilité plus élevée

QUALITÉ DE L'EAU

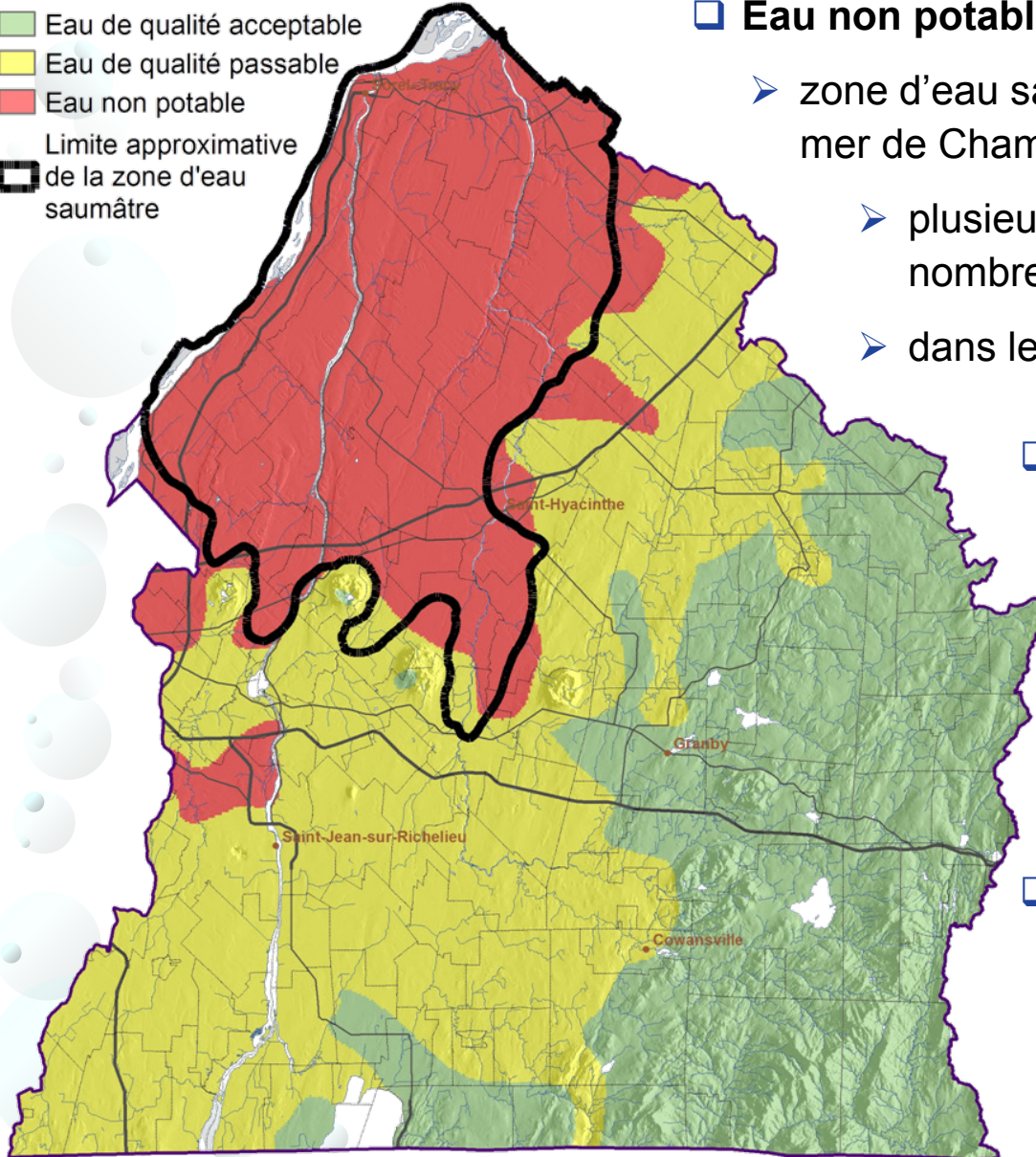
Qualité relative de l'eau souterraine

Eau de qualité acceptable

Eau de qualité passable

Eau non potable

Limite approximative
de la zone d'eau
saumâtre



☐ Eau non potable :

- zone d'eau saumâtre sur 2200 km², vestige de la mer de Champlain
- plusieurs dépassements de CMA et nombreux dépassements d'OE
- dans les basses-terres nord

☐ Eau de qualité passable :

- mélange entre eau de recharge et saumâtre
- dépassements d'OE fréquents
- dans les Basses-terres sud et le Piedmont

☐ Eau de qualité acceptable :

- eau douce de recharge
- dépassements d'OE notables
- dans les Haute-terres

- ❑ 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.

AUTRES LIVRABLES CARTOGRAPHIQUES DU PACES

- Topographie
- Routes et limites administratives
- Modèle altimétrique numérique
- Pente du sol
- Hydrographie
- Limites de bassins versants
- Occupation du sol
- Couverture végétale
- Milieux humides
- Affectations du territoire
- Pédologie
- Géologie des formations superficielles
- Géologie simplifiée du roc
- Coupes des formations superficielles et du roc
- Topographie du roc
- Paramètres hydrauliques
- Indice de densité des activités anthropiques
- Emplacement des stations de mesure
- Utilisation de l'eau souterraine

CONTRIBUTEURS ET PARTENAIRES DE L'ATELIER

Économie,
Innovation
et Exportations

Québec 



UQTR



Université du Québec
à Trois-Rivières

INRS

Université d'avant-garde



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada



UNIVERSITÉ
LAVAL

UQÀM

Université du Québec à Montréal

UQAT

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC
EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE