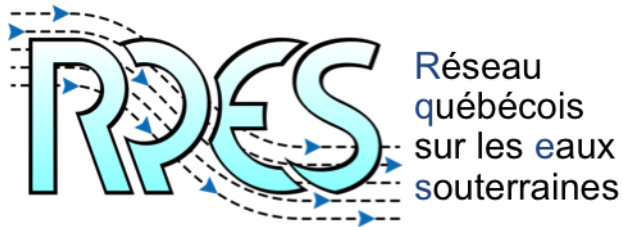


Atelier A

Familiarisation avec les connaissances hydrogéologiques

Nord-est du Bas-Saint-Laurent

12 avril 2017



UQAR

Université du Québec
à Rimouski





La licence Creative Commons

Cette œuvre est sous licence Creative Commons. Cette licence vous permet de remixer, arranger, et adapter cette œuvre à des fins non commerciales tant que vous créditez le RQES en citant son nom et que les nouvelles œuvres sont diffusées selon les mêmes conditions.



Creative Commons = œuvre sous licence Creative Commons.



Paternité = vous pouvez de copier, distribuer, adapter et modifiée l'œuvre à condition que le crédit soit donné en citant l'auteur (RQES).



Pas d'utilisation commerciale = vous ne pouvez pas utiliser l'œuvre à des fins commerciales.



Partage selon les conditions initiales = vous pouvez distribuer l'œuvre modifiée sous une licence identique à l'œuvre originale.

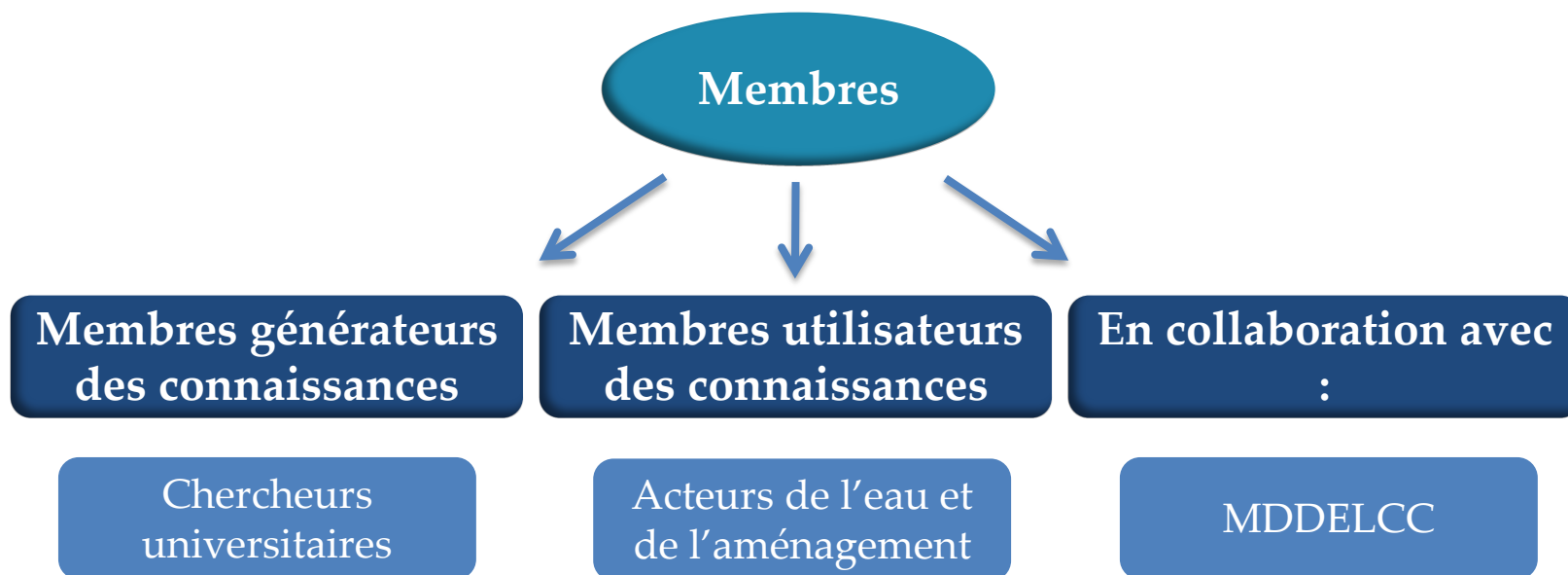


Comment utiliser le logo et la licence

<https://creativecommons.org/>

RQES

Le Réseau québécois sur les eaux souterraines



Mission : Consolider et étendre les collaborations en vue de la mobilisation des connaissances sur les eaux souterraines.



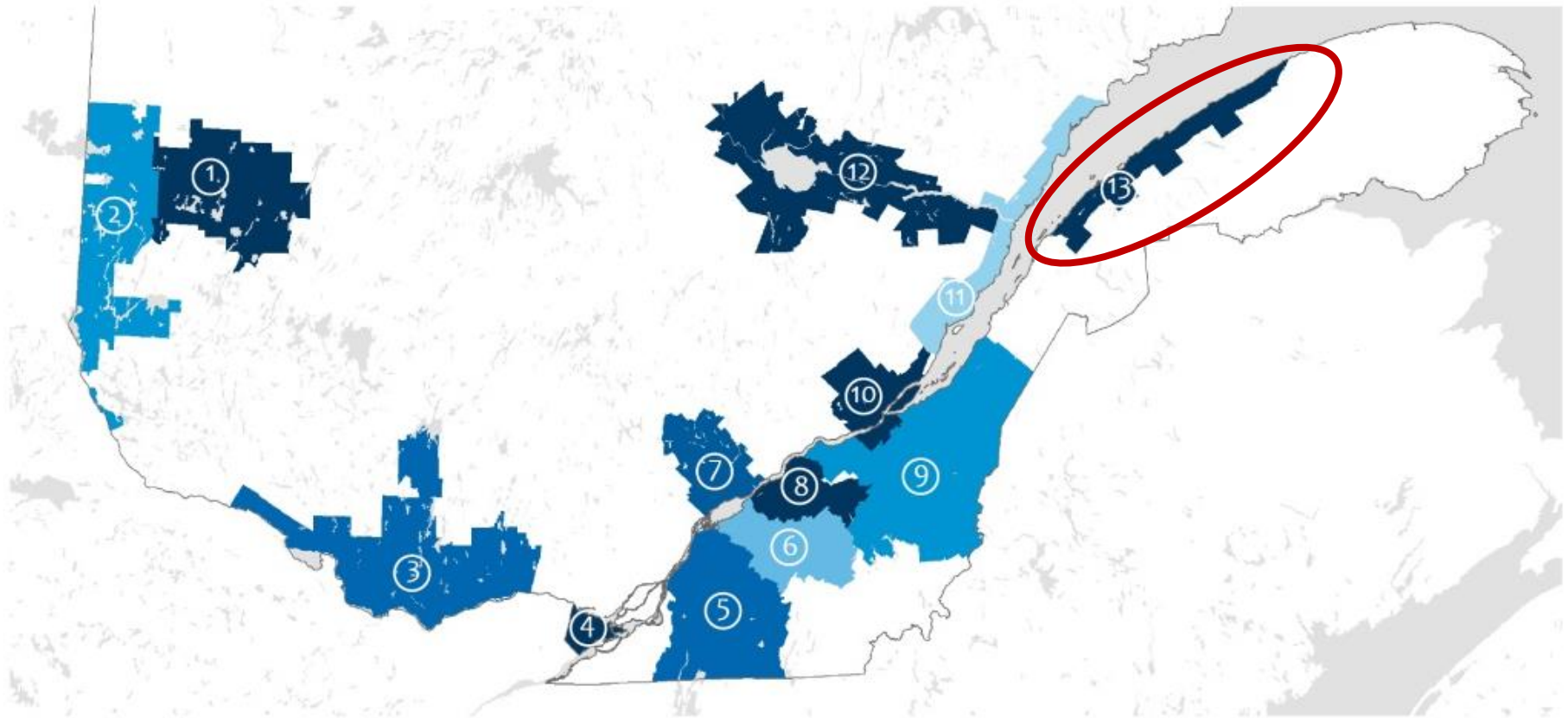
Les ateliers de transfert des connaissances sur les eaux souterraines

- ❑ Prend appui sur des travaux de recherche (Ruiz, Pelchat, Campeau, 2013) où l'on a évalué :
 - 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

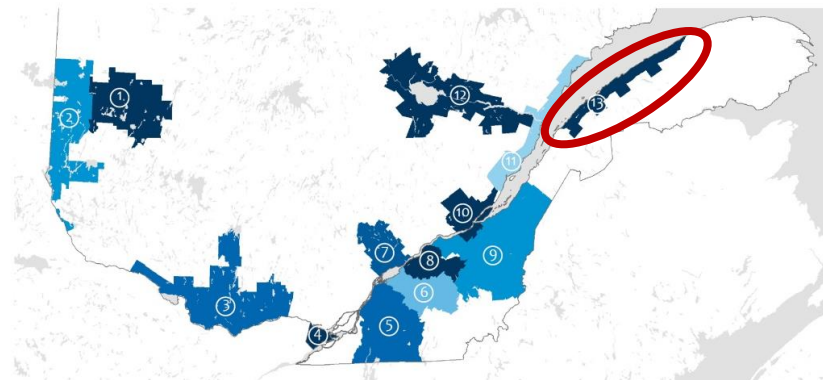




PACES NEBSL

PROGRAMME D'ACQUISITION DE CONNAISSANCES SUR LES
EAUX SOUTERRAINES NORD-EST DU BAS-SAINT-LAURENT

- ❑ Le PACES du Nord-est du Bas-Saint-Laurent visait à répondre aux questions suivantes :
 - D'où vient l'eau souterraine et où va-t-elle ?
 - Est-elle potable et quelle est sa qualité ?
 - Quelle est la nature des formations géologiques qui la contiennent ?
 - En quelle quantité la retrouve-t-on ?
 - Est-elle vulnérable aux activités humaines ?

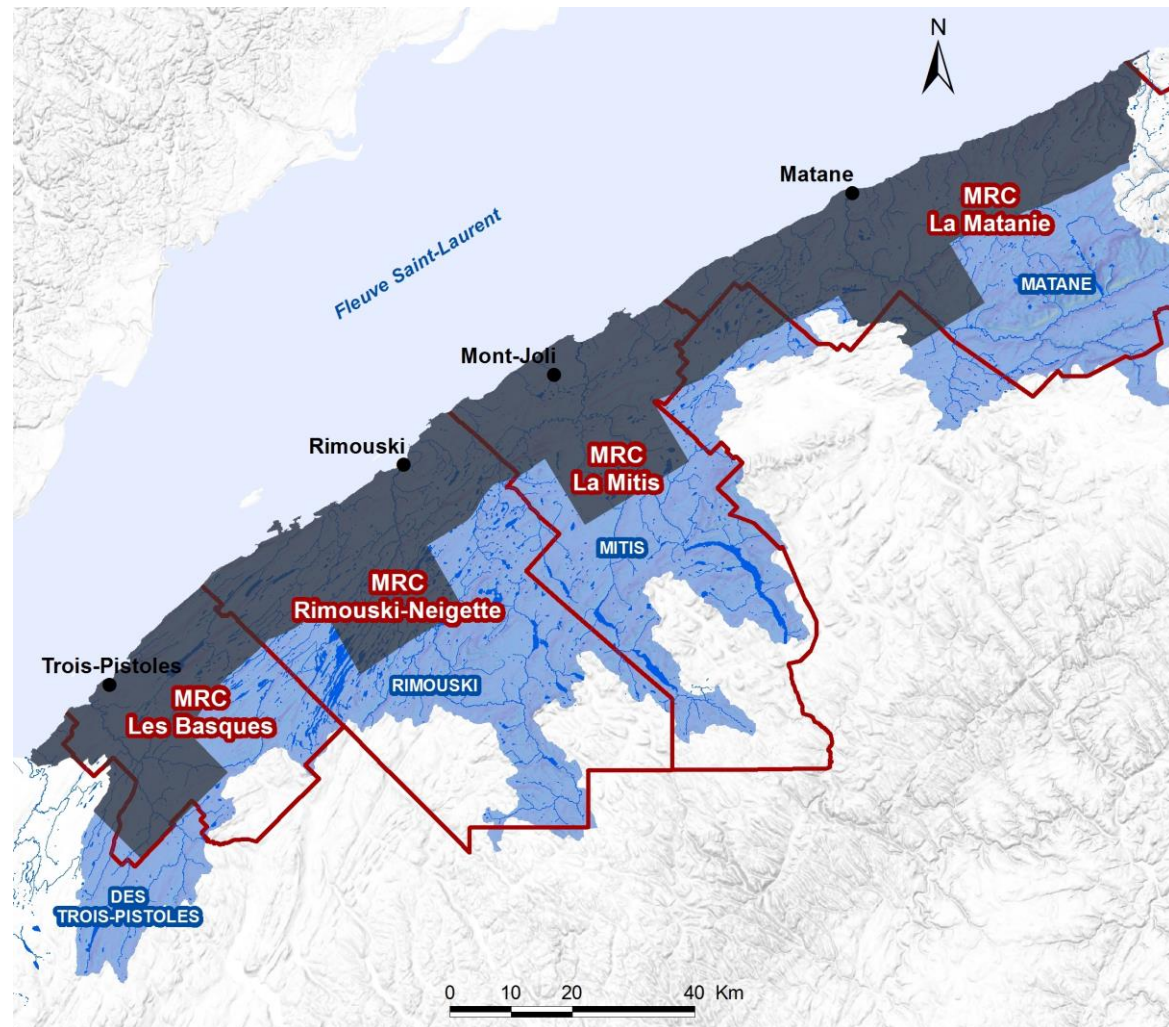




PACES NEBSL

PROGRAMME D'ACQUISITION DE CONNAISSANCES SUR LES
EAUX SOUTERRAINES NORD-EST DU BAS-SAINT-LAURENT

- ❑ 1^{er} portrait régional de la ressource en eau souterraine du territoire municipalisé du NEBSL
- ❑ Superficie de l'ordre de 4 000 km²
- ❑ Comprend :
 - 4 MRC
 - 39 municipalités
 - 1 OBV
- ❑ Population du Bas-Saint-Laurent de plus de 200 000 habitants, dont 60% s'alimentent en eau souterraine



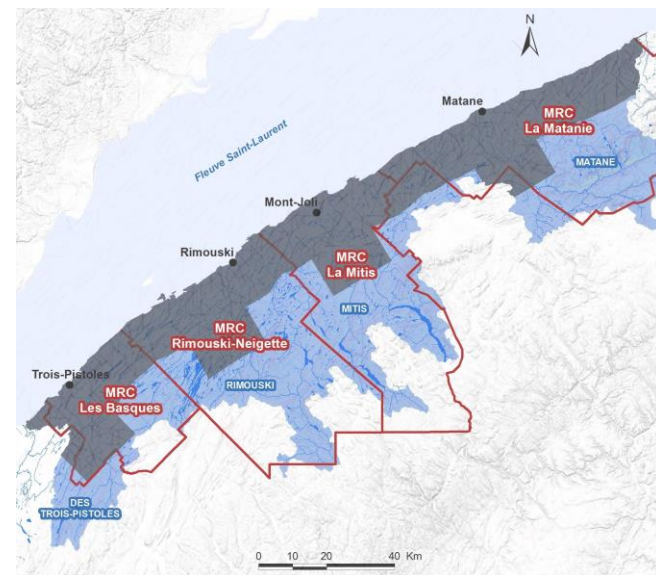


PACES NEBSL

PROGRAMME D'ACQUISITION DE CONNAISSANCES SUR LES
EAUX SOUTERRAINES NORD-EST DU BAS-SAINT-LAURENT

- ❑ Réalisé par l'UQAR entre 2012 et 2015, en collaboration avec:
 - Conférence régionale des élus du Bas-Saint-Laurent
 - MRC des Basques, de La Mitis, de Rimouski-Neigette et de la Matanie
 - Organisme des bassins versants du nord-est du Bas-Saint-Laurent
 - Conseil régional en environnement du Bas-Saint-Laurent
 - Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire

- ❑ Avec la collaboration scientifique de:
 - INRS-ETE
 - Firme Envir'eau Puits



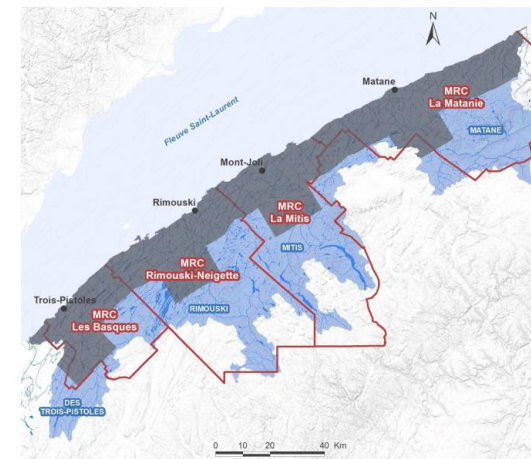


PACES NEBSL

PROGRAMME D'ACQUISITION DE CONNAISSANCES SUR LES
EAUX SOUTERRAINES NORD-EST DU BAS-SAINT-LAURENT

- ❑ Principalement financé par le Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC)

- ❑ Autres partenaires régionaux:
 - Ministère des Transports (MTQ)
 - Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ)
 - Ministère des Affaires Municipales et de l'Occupation du Territoire (MAMOT)
 - Ministère de la Sécurité Publique (MSP)
 - Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ)
 - Commission Géologique du Canada (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
 - 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



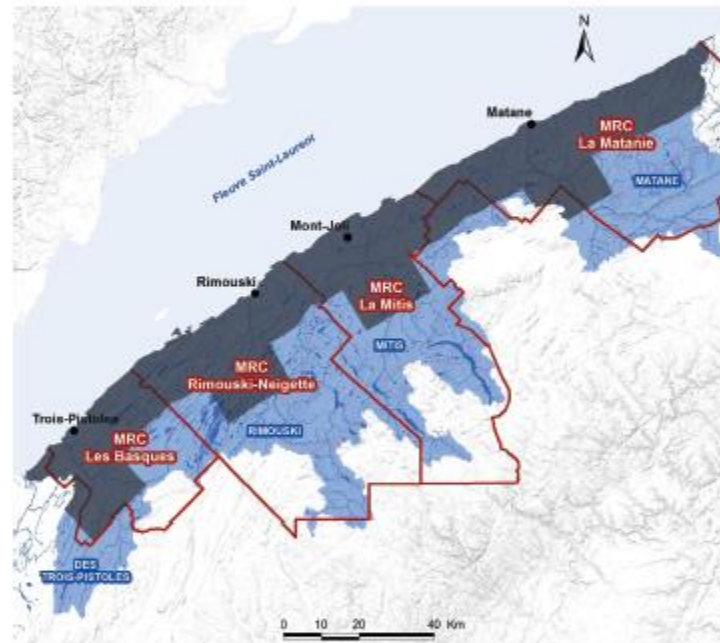
Nos objectifs

- ❑ Développer une base commune de connaissances en hydrogéologie entre les acteurs d'une même région :
- Revenir sur les principaux résultats du PACES du Nord-est du Bas-Saint-Laurent
- 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

ATELIER A

Familiarisation avec les connaissances hydrogéologiques

Nord-est du Bas-Saint-Laurent



CAHIER DU PARTICIPANT

Janvier 2017

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



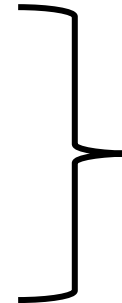
**Présentation de
Yohann Tremblay**



9h45-10h00 : *Pause-café*

10h00-12h30 : Le contexte hydrogéologique régional des
HAUTES-TERRES

- Exercices sur données spécifiques
- Exercices de synthèse



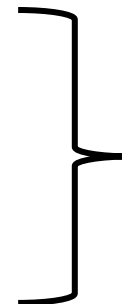
**Ateliers en trois
sous-groupes de
10 participants
max.**



12h30-13h45 : *Pause-Repas*

13h45-16h15 : Les contextes hydrogéologiques régional de
LA PLAINE CÔTIÈRE

- Exercices sur données spécifiques
- Exercices de synthèse

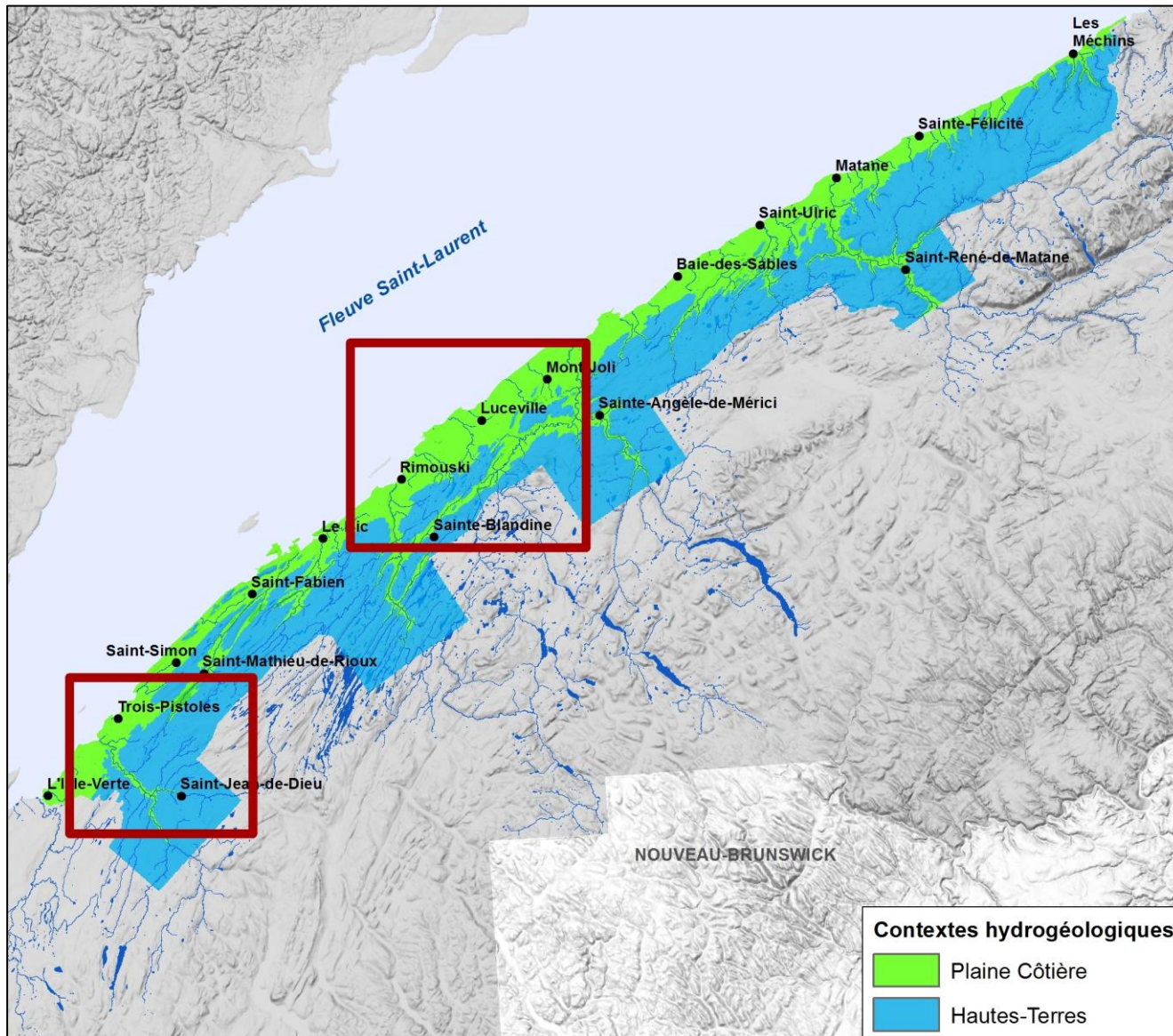


**Ateliers en trois
sous-groupes de
10 participants
max.**



16h15-16h30 : Bilan et mot de la fin

Secteurs d'étude



Contextes hydrogéologiques

Plaine Côtière

Hautes-Terres



L'équipe pour vous accompagner

CdP
p. 9

Vos animateurs



Yohann Tremblay

M.Sc. Sciences de l'eau
Agent de transfert du RQES
Département de géologie et
génie géologique
Université Laval



Anne-Marie Decelles

M.A. Développement régional
Agente de transfert du RQES
Département des sciences
de l'environnement
Université du Québec à Trois-Rivières



Miryane Ferlatte

M.Sc. Hydrogéologie
Coordinatrice du RQES
Département des sciences de
la Terre et de l'Atmosphère
UQAM



L'équipe pour vous accompagner

Vos experts en eaux souterraines



Thomas Buffin Bélanger
Ph.D. en géographie
Professeur en
hydrogéomorphologie
Département de biologie,
chimie et géographie
Université du Québec à Rimouski



Gwénaëlle Chaillou
Ph.D. en océanographie
Professeure, titulaire de la chaire de
recherche du Canada sur la géochimie
des hydrogéosystèmes côtiers
Département de biologie, chimie et
géographie
Université du Québec à Rimouski



Maud Touchette
M.Sc., Agente de recherche
Chaire de recherche en
géosciences côtière
Laboratoire de dynamique et de
gestion intégrée des zones côtières
Département de biologie, chimie et
géographie
Université du Québec à Rimouski

L'équipe pour vous accompagner

Les animateurs

Les experts



Yohann Tremblay



Thomas Buffin-Bélangier

Binôme 1
**Nouveau
Puits**



Miryane Ferlatte



Gwenaëlle Chaillou

Binôme 2
**Zone de
Recharge**



Anne-Marie Decelles



Maud Touchette

Binôme 3
**Activité
polluante**

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

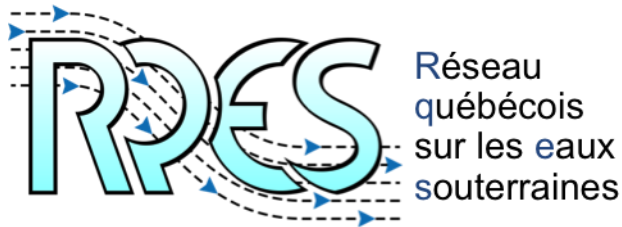
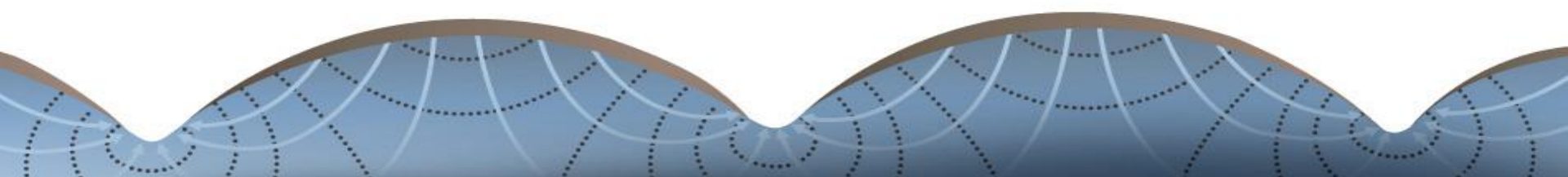
Les partenaires du projet de transfert des connaissances sur les eaux souterraines





Les notions hydrogéologiques fondamentales

Par Yohann Tremblay

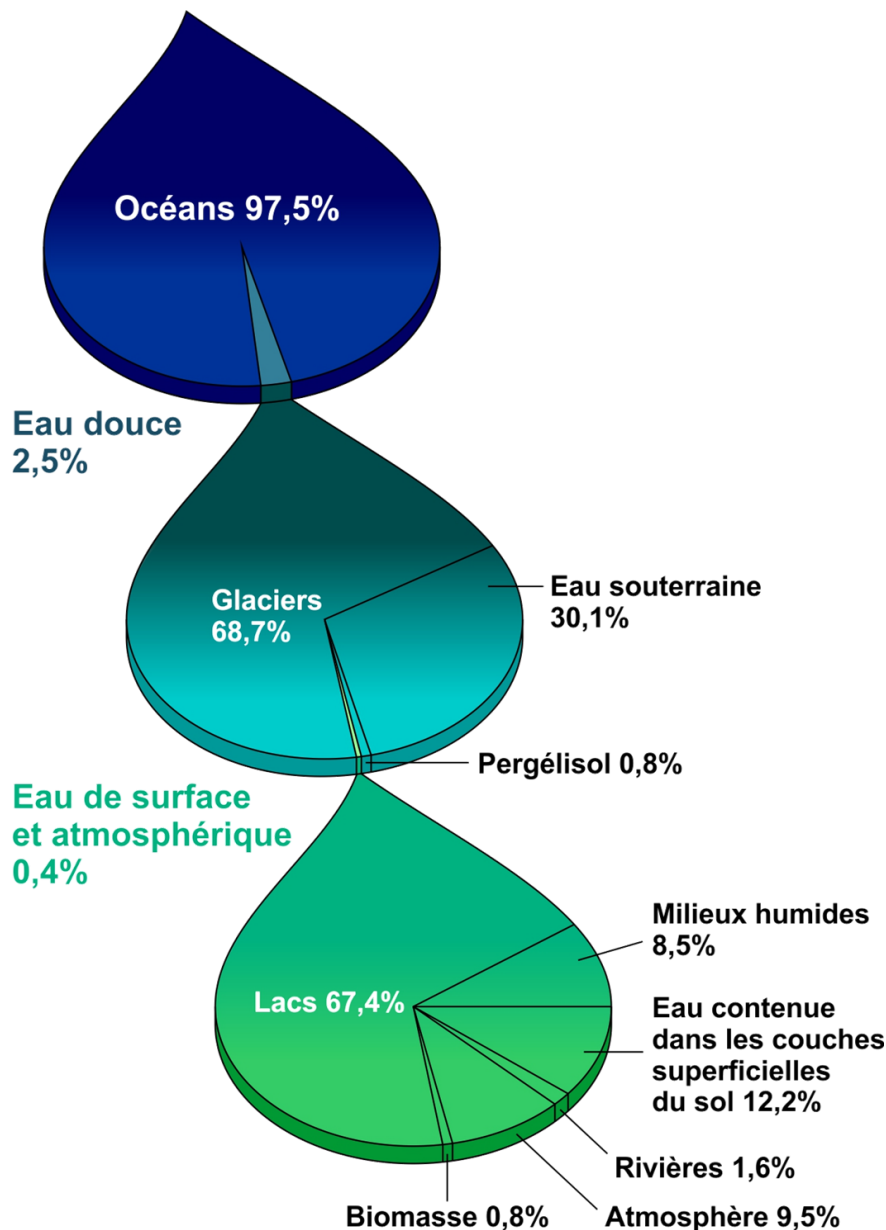


UQAR

Université du Québec
à Rimouski



Eau souterraine : une ressource à protéger



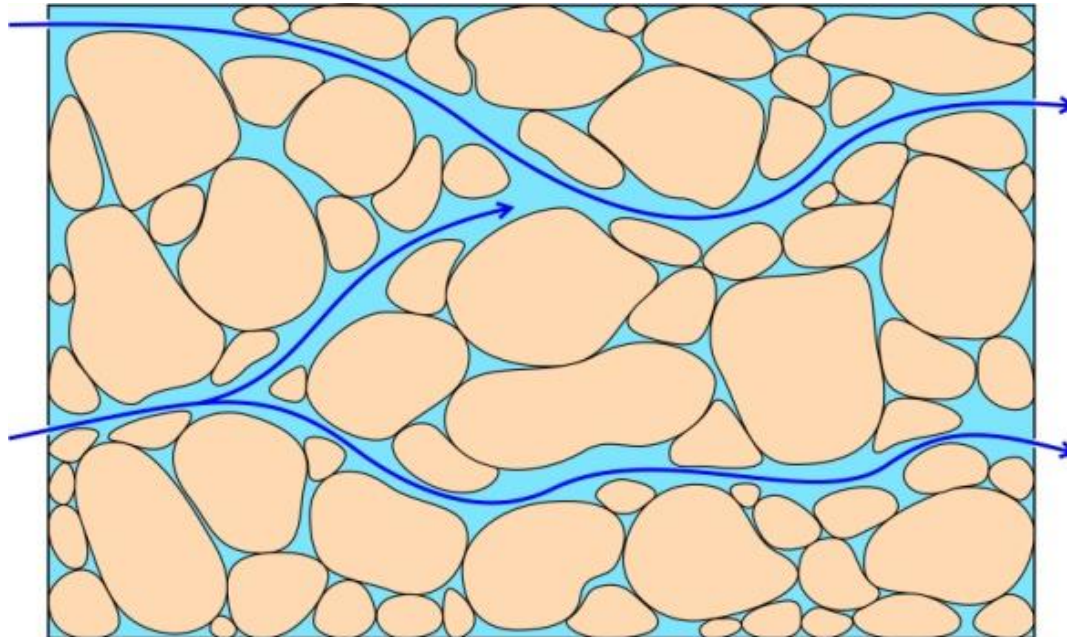
- ❑ 75 X plus abondante que l'eau de surface
- ❑ Au Québec, alimente:
 - 20% de la population
 - 70% des municipalités
 - 90% du territoire habité
- ❑ Plus abordable
- ❑ De meilleure qualité
- ❑ Nécessaire de bien la protéger
- ❑ Joue de multiples rôles
- ❑ Elle est pourtant relativement peu connue

Plan de la présentation

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

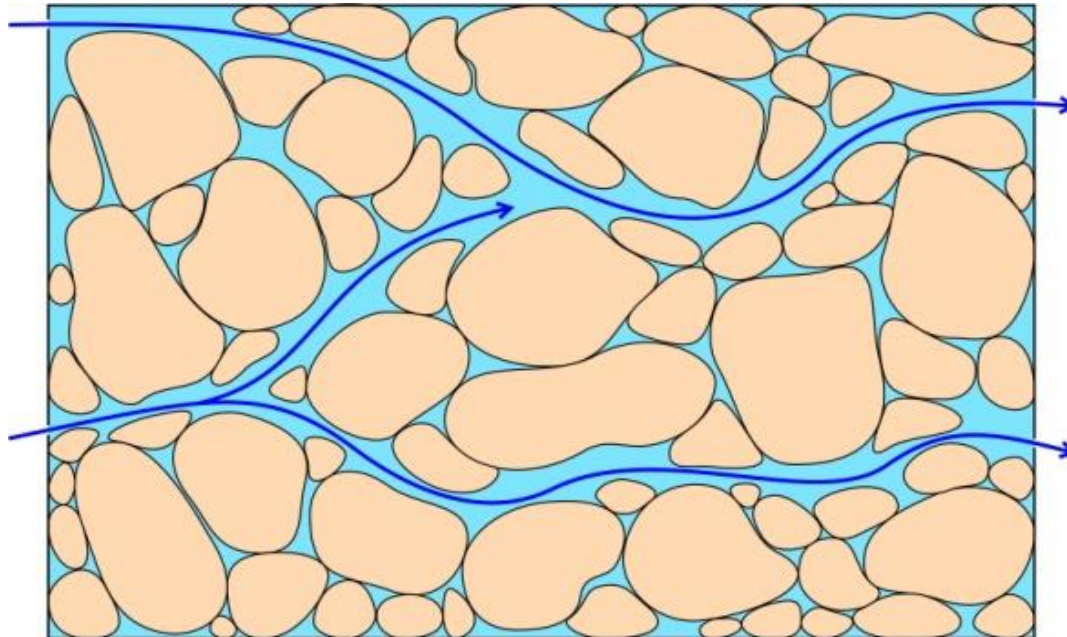
EAU SOUTERRAINE

- ❑ 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



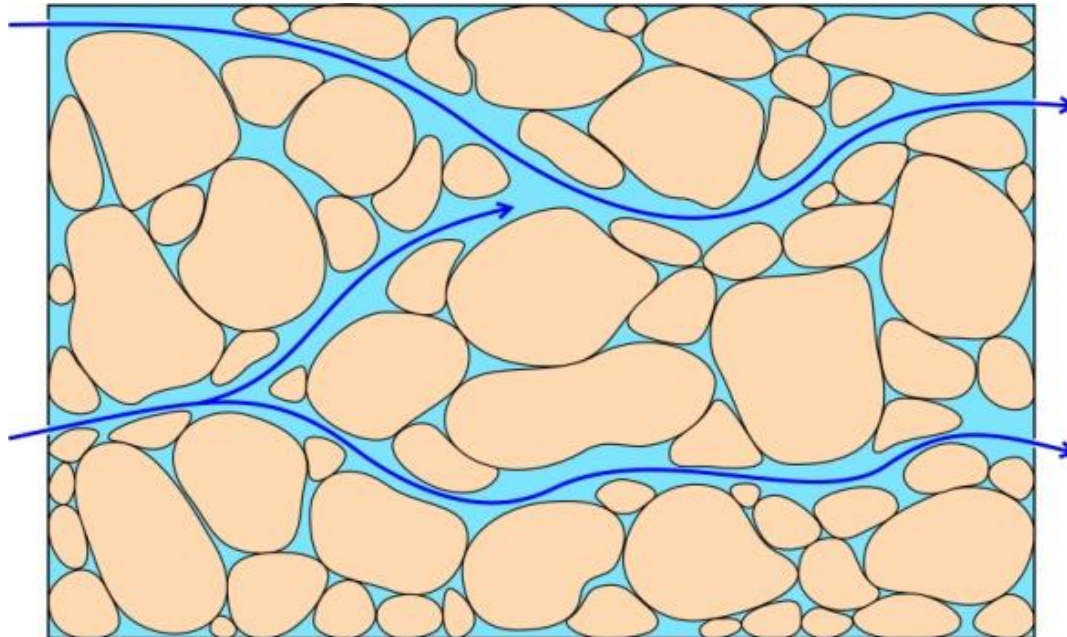
POROSITÉ

- 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.



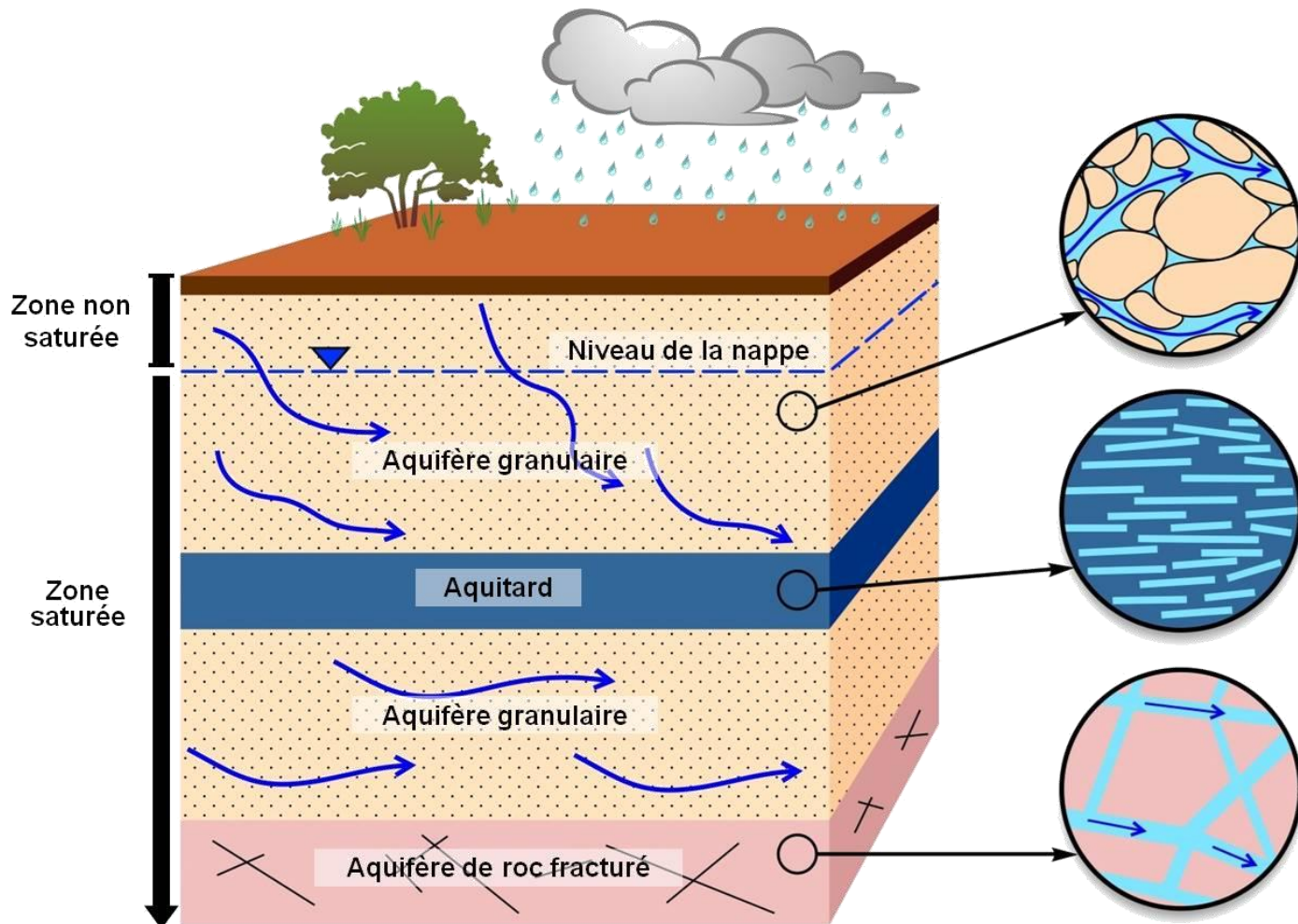
CONDUCTIVITÉ HYDRAULIQUE

- 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



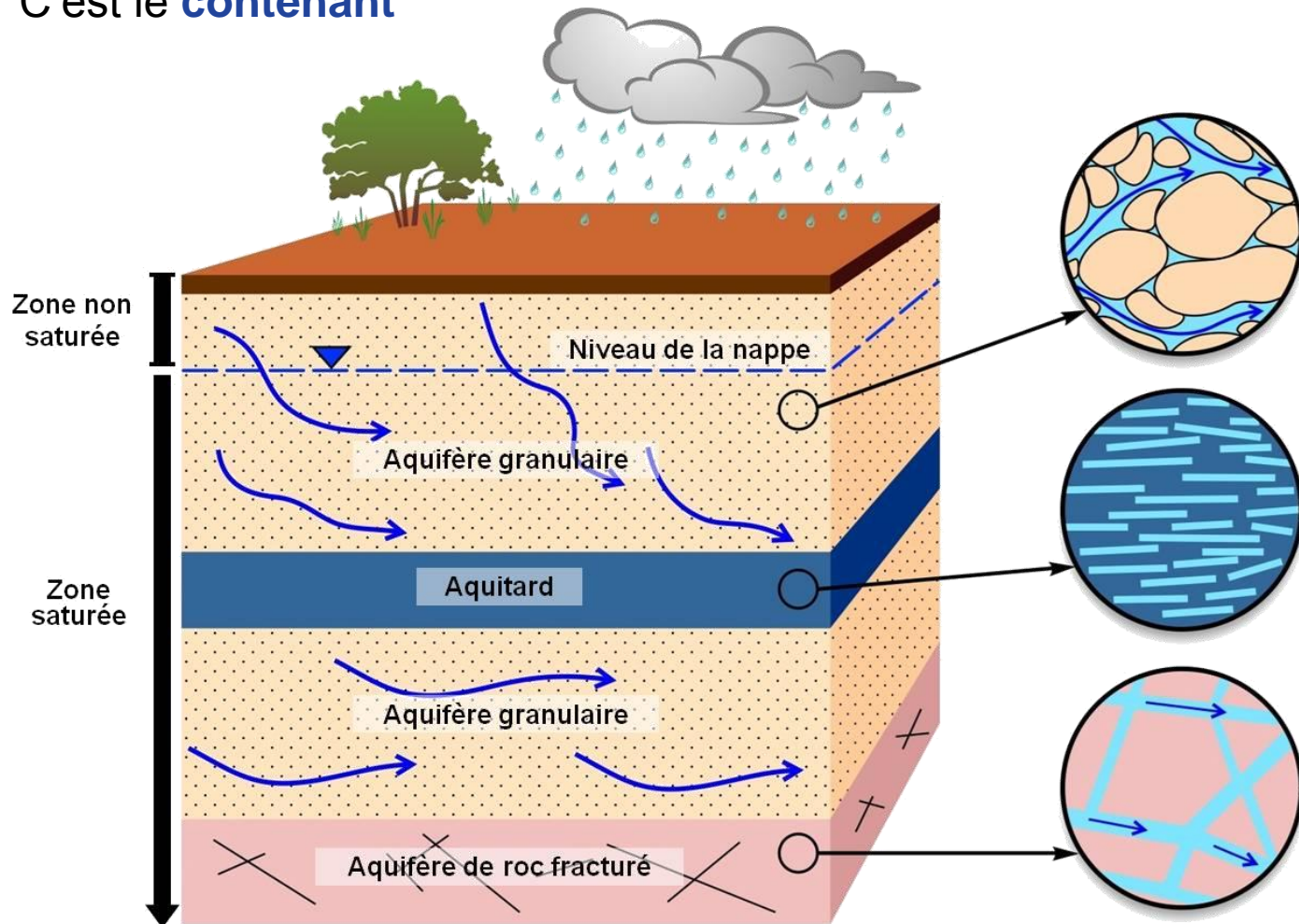
NAPPE PHRÉATIQUE

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



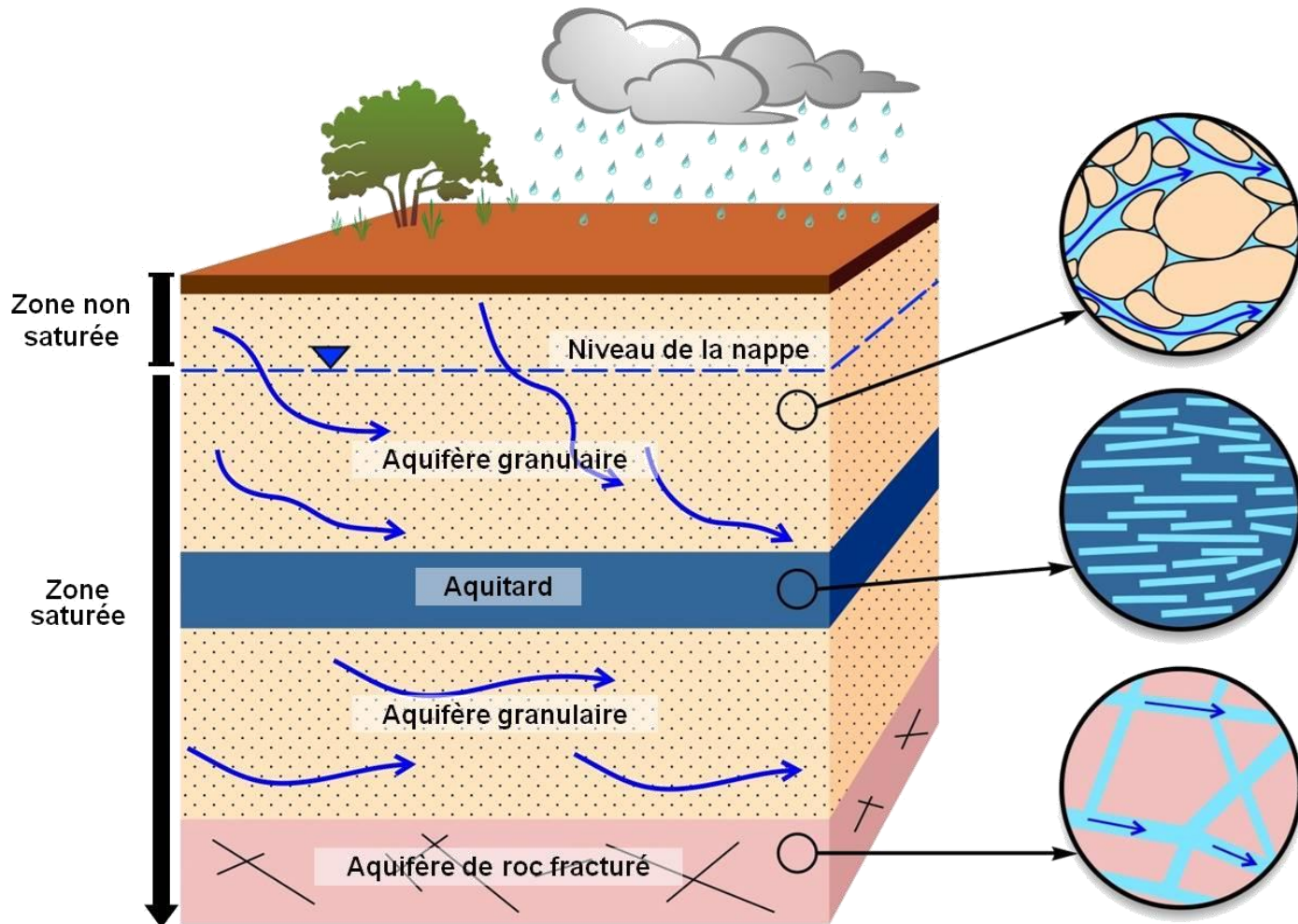
AQUIFÈRE

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



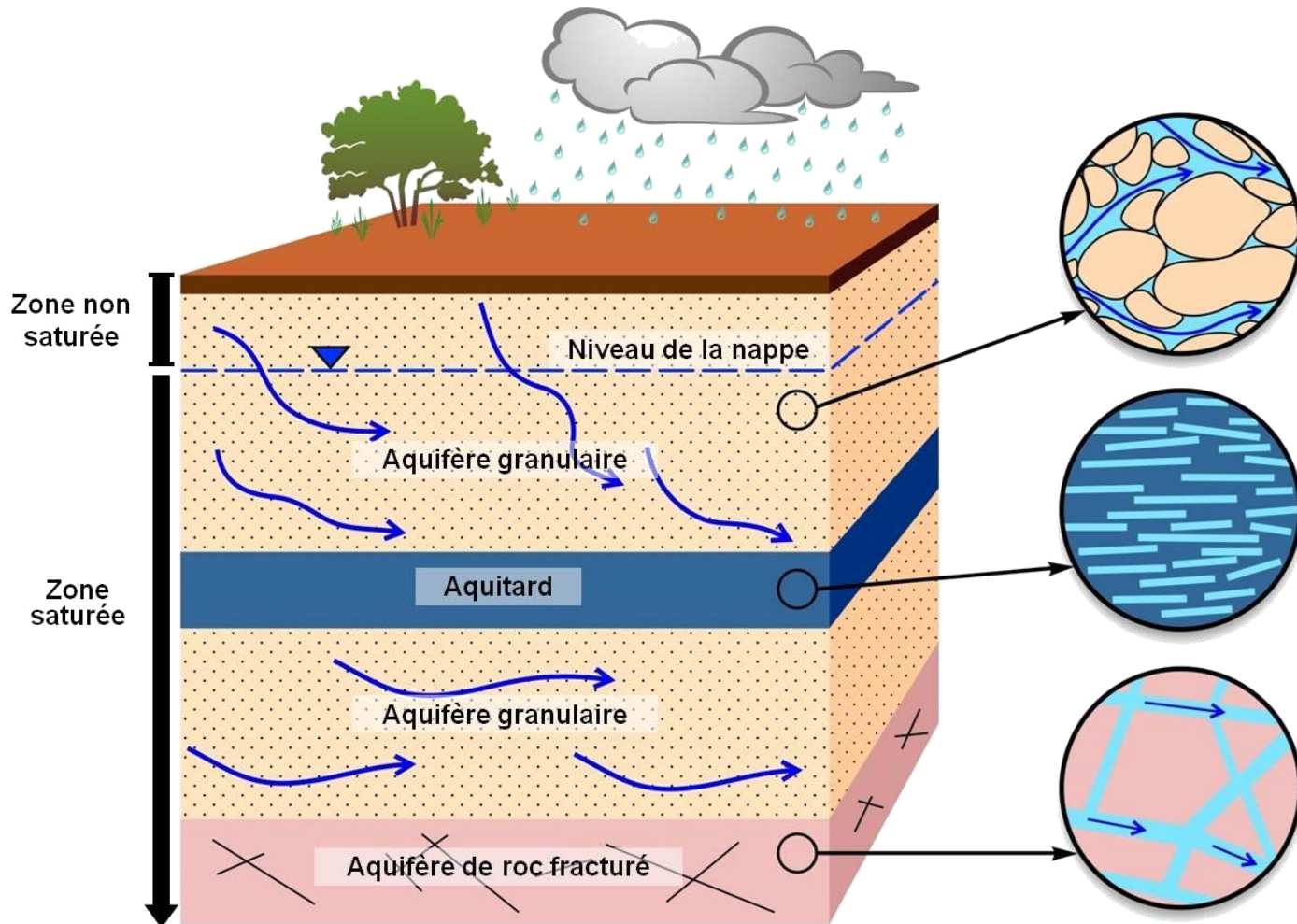
AQUITARD

- 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

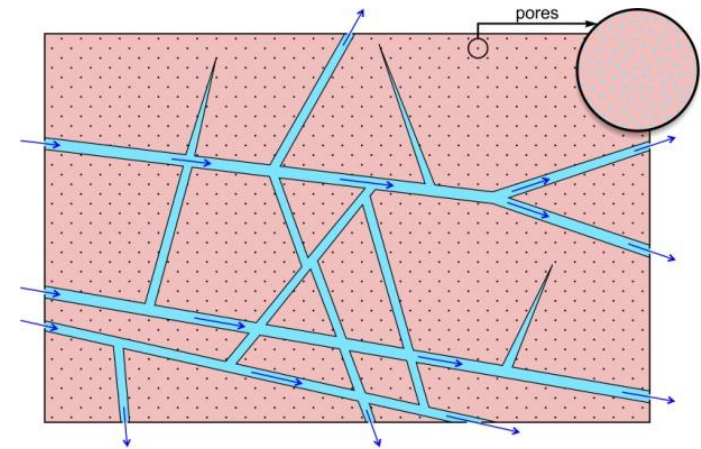
- Le **ROC FRACTURÉ** constitue la partie supérieure de la croûte terrestre



AQUIFÈRES DE ROC FRACTURÉ

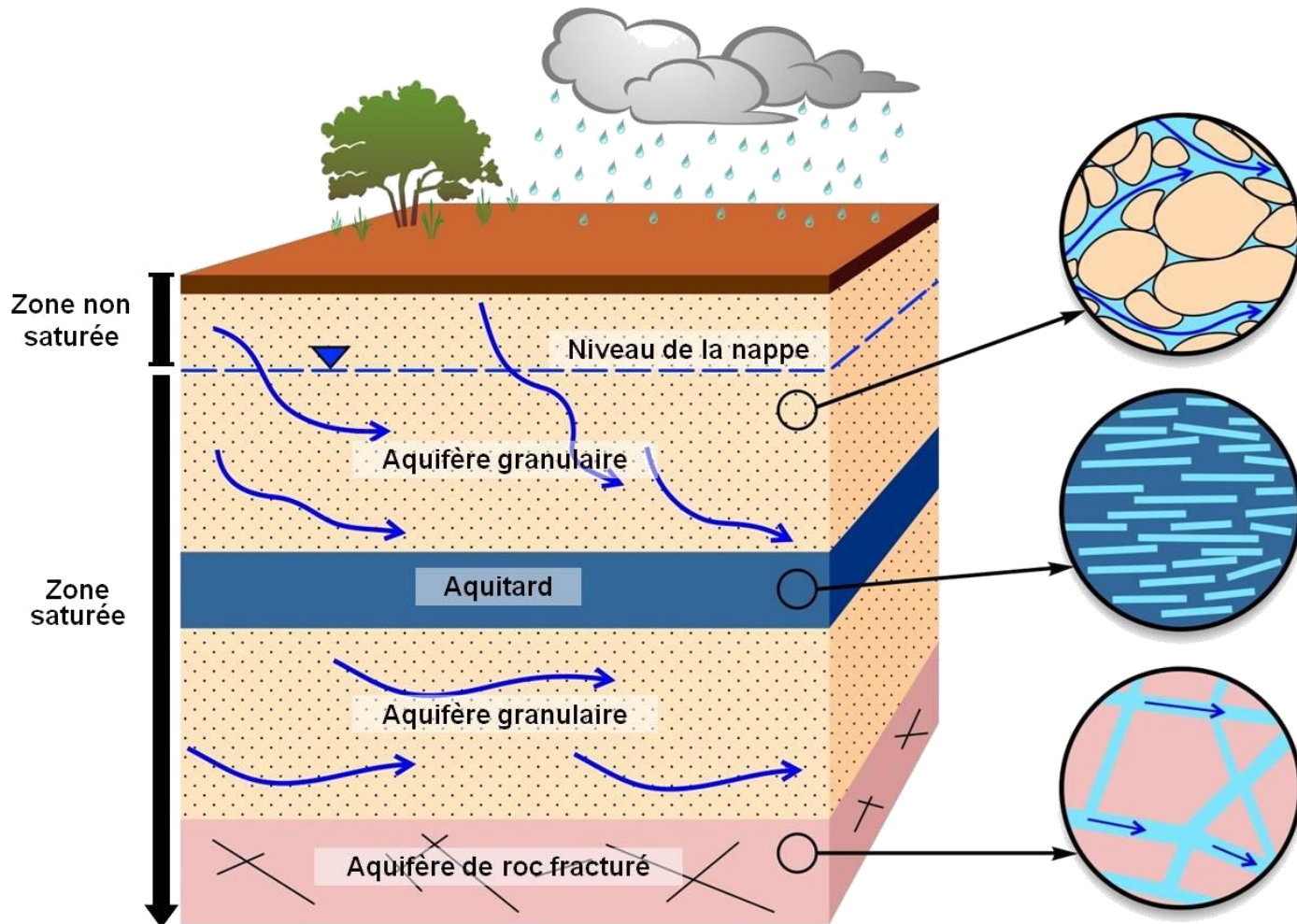
CdP
p. 13

- ❑ 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** possible



AQUIFÈRE DE DÉPÔTS MEUBLES

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



AQUIFÈRE DE DÉPÔTS MEUBLES

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

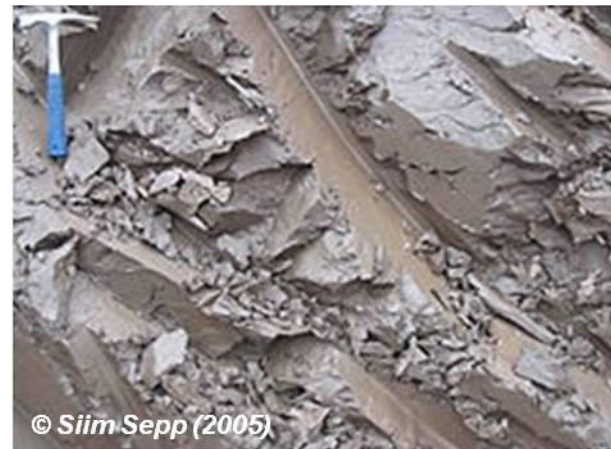
- **Sables et graviers** → **aquifère**

- Le pompage de débits importants est souvent possible



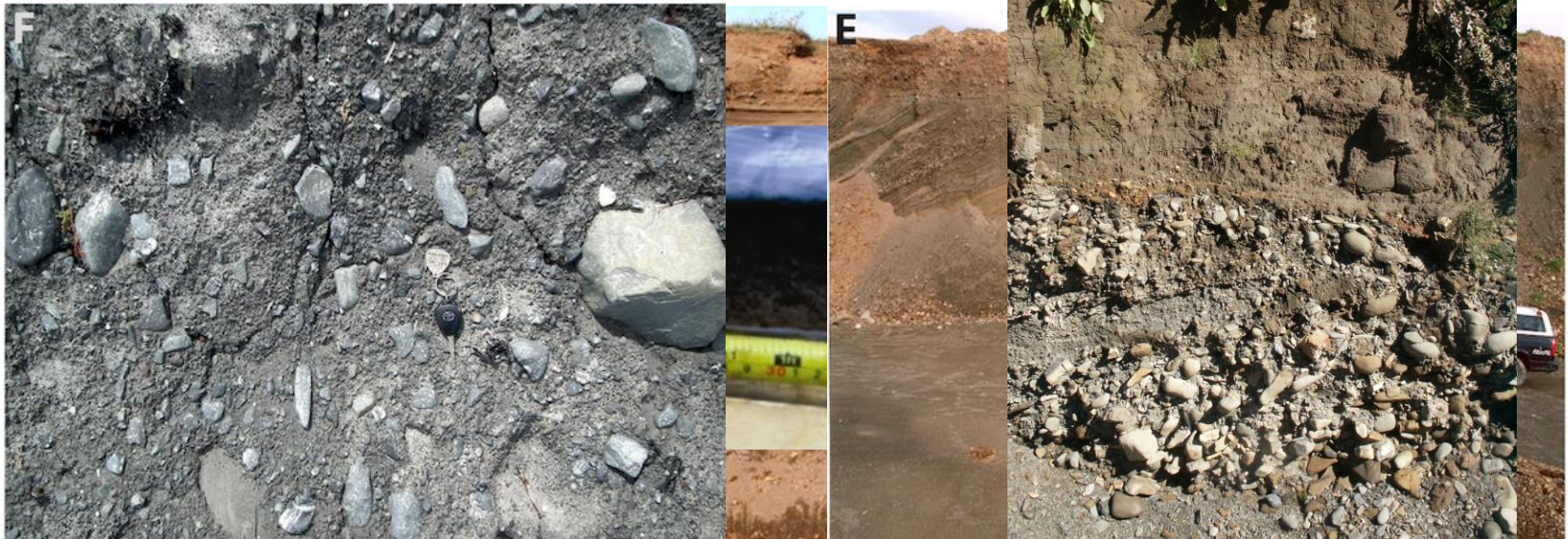
- **Argiles et silts** → **aquitard**

- Considéré imperméable



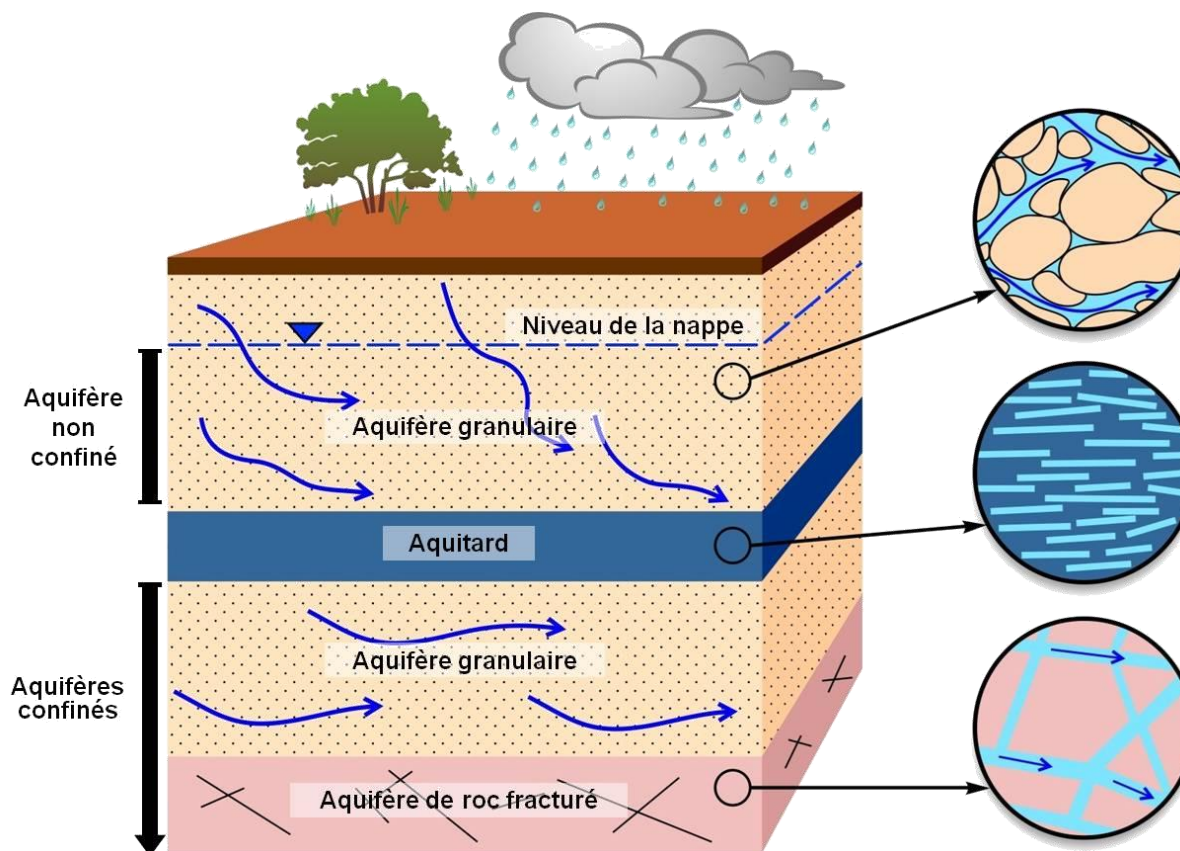
TYPES DE SÉDIMENTS

- ❑ Sédiments glaciaires (Till) → souvent **aquitard**
- ❑ Sédiments fluvioglaciaires → **aquifère**
- ❑ Sédiments marins d'eau profonde → **aquitard**
- ❑ Sédiments littoraux et deltaïques → **aquifère**
- ❑ Sédiments alluviaux → **aquifère**
- ❑ Sédiments organiques → **complexe**



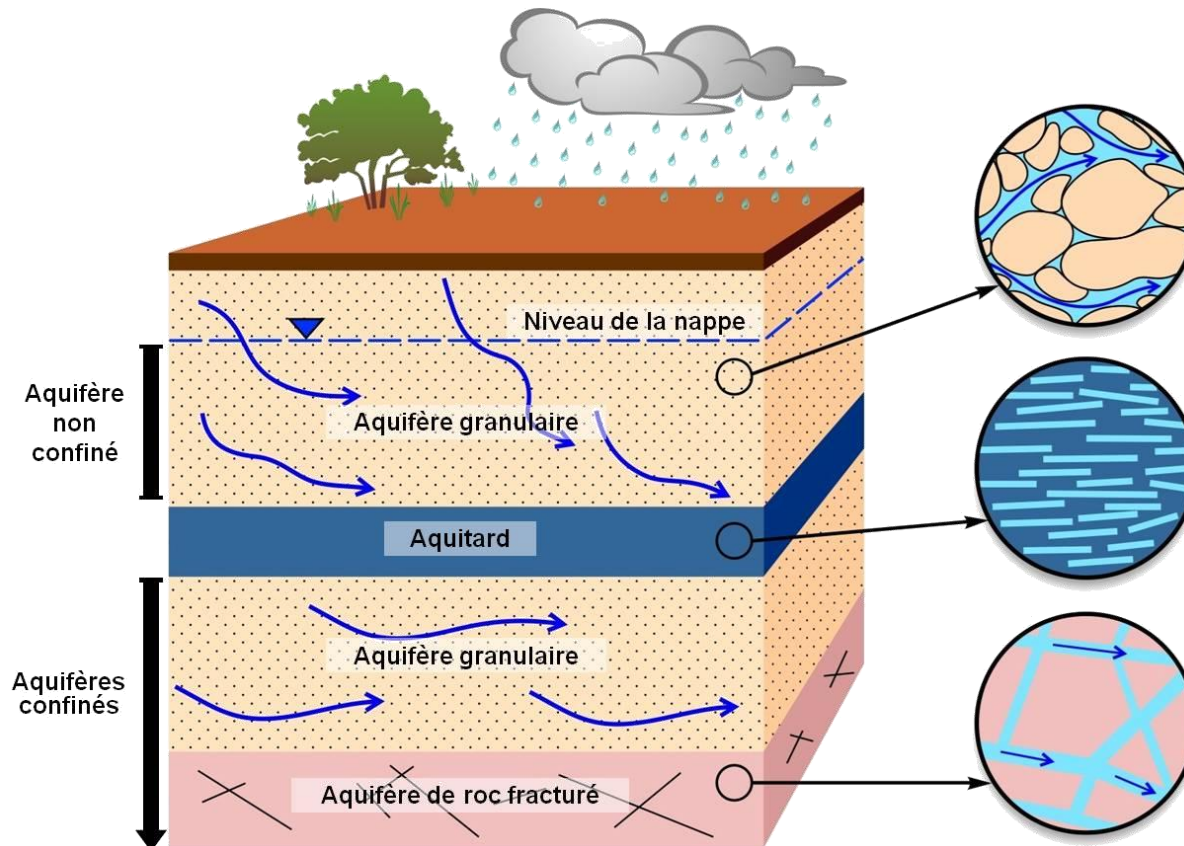
AQUIFÈRE CONFINÉ

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



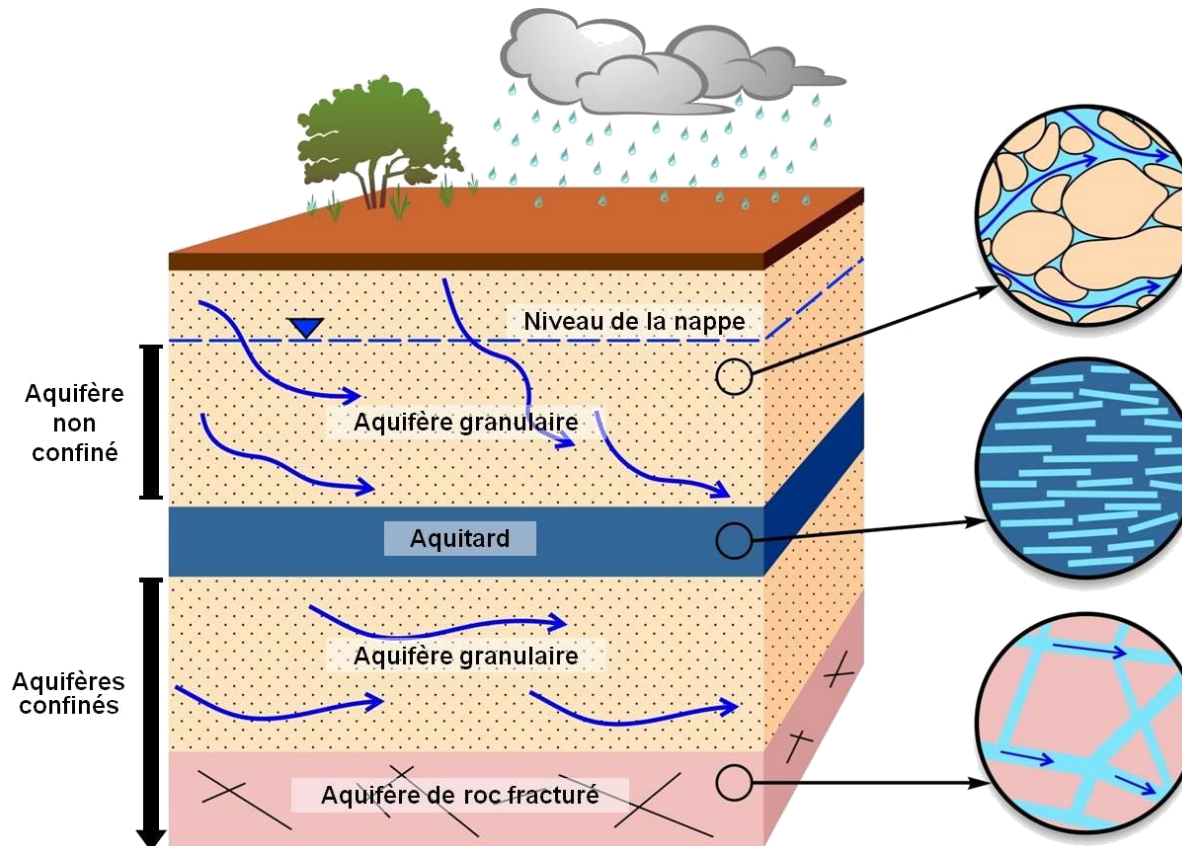
AQUIFÈRE NON CONFINÉ

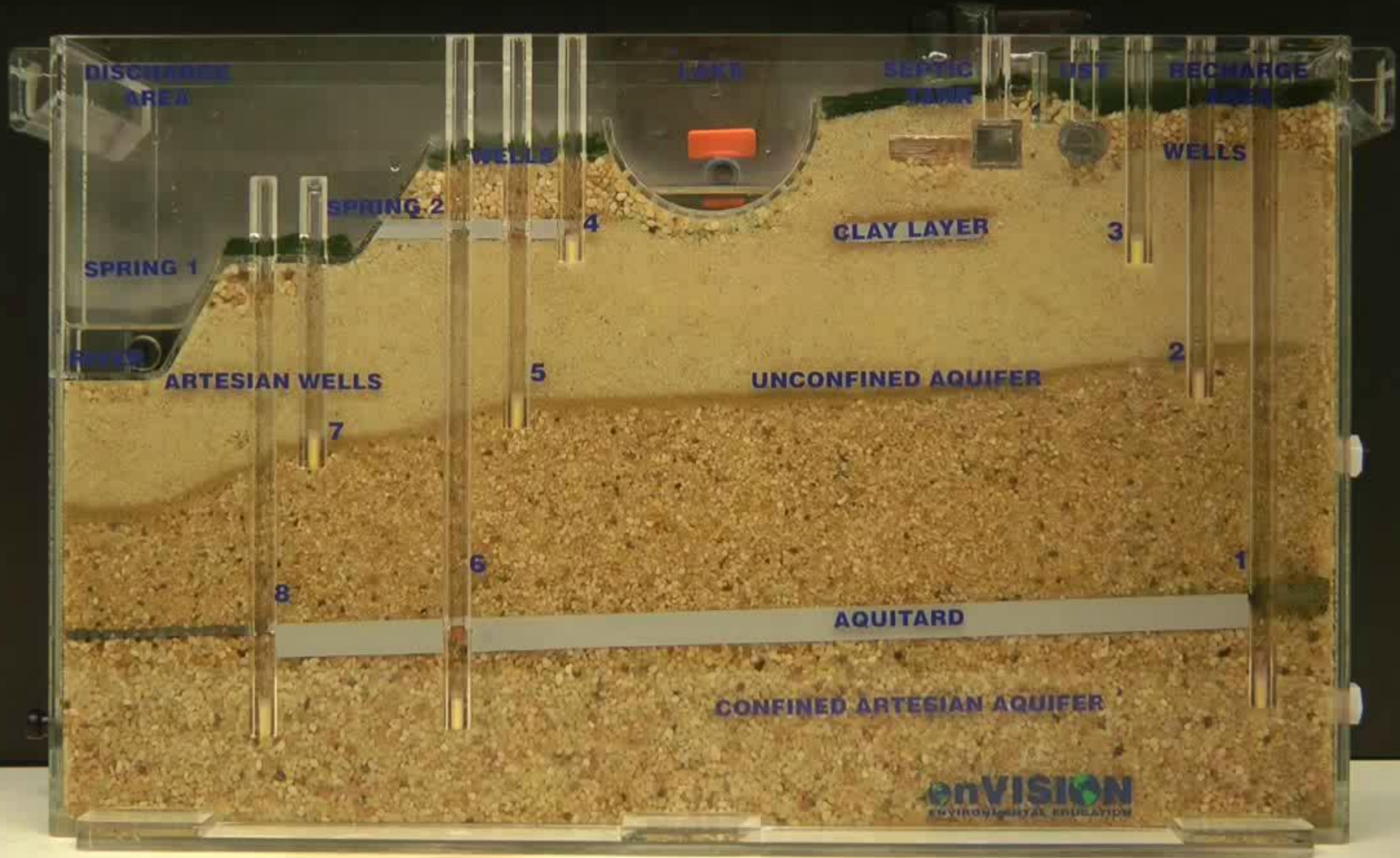
- Un aquifère **NON CONFINÉ** n'est pas recouvert par un **aquitard**
 - Directement rechargé par l'infiltration verticale
 - Plus vulnérable à la contamination



AUTRES CAS DE CONFINEMENT

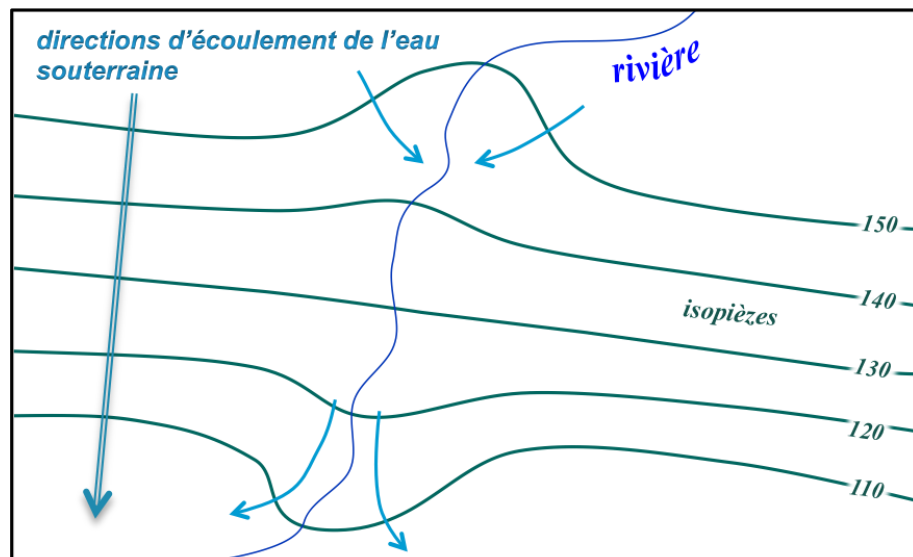
- Un aquifère **SEMI-CONFINÉ** est recouvert de couches confinantes qui ne sont pas totalement imperméables ou de faible épaisseur
 - Modérément rechargé par l'infiltration verticale
 - Modérément vulnérables à la contamination





PIÉZOMÉTRIE

- ❑ 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.

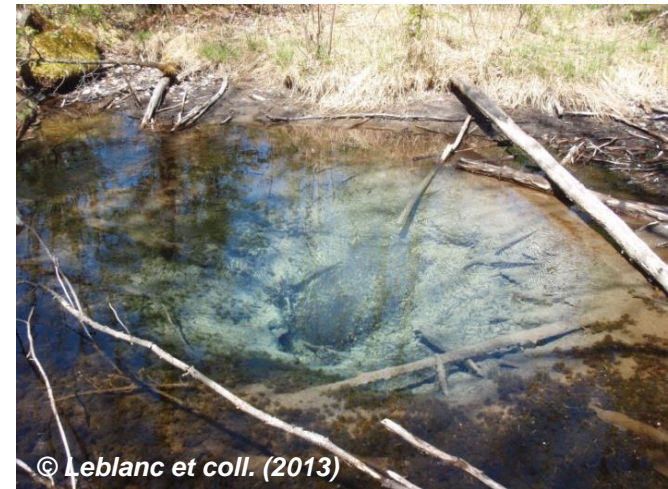


RECHARGE ET RÉSURGENCE

- ❑ 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)

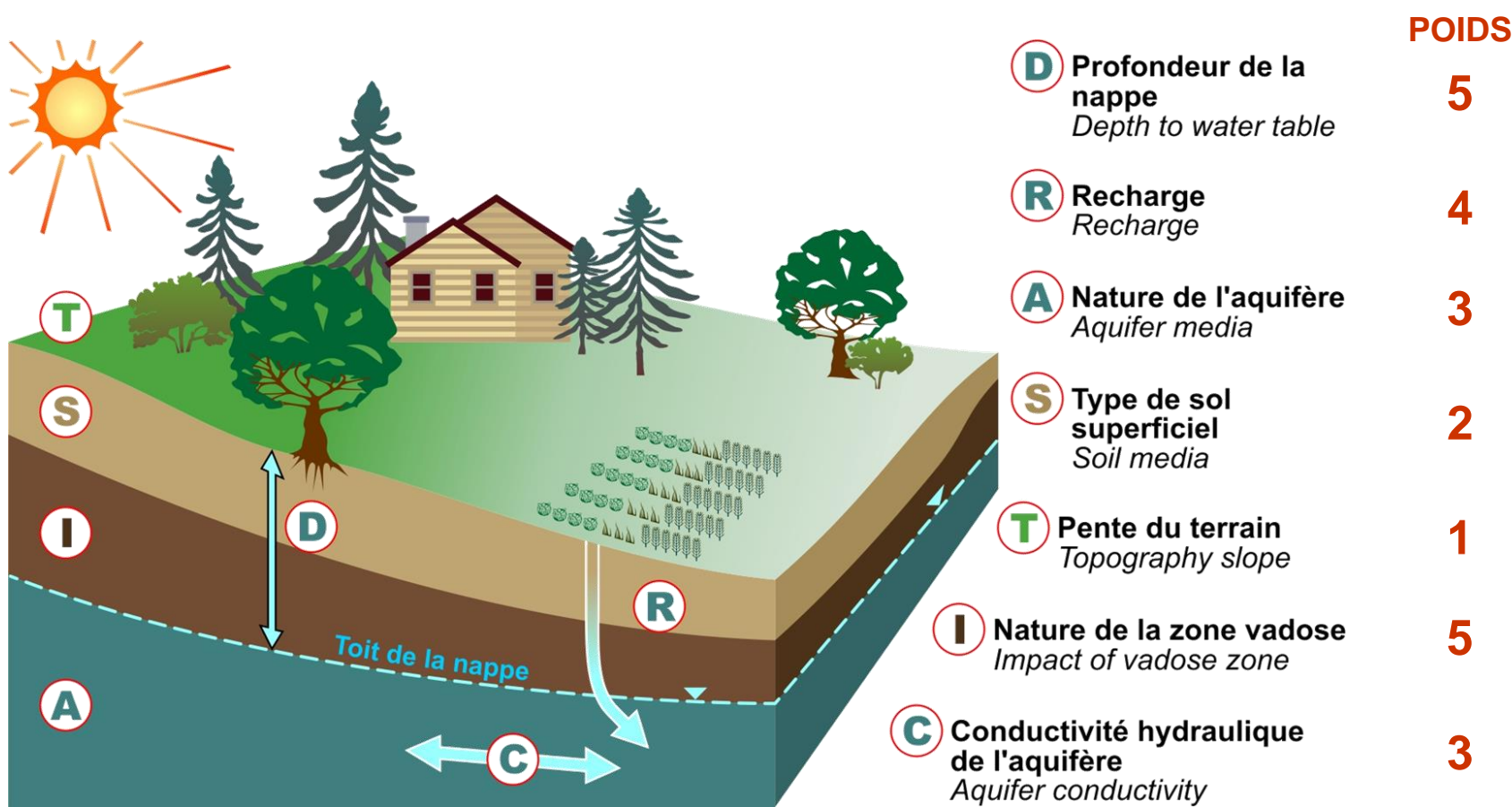


© Leblanc et coll. (2013)

MÉTHODE DRASTIC

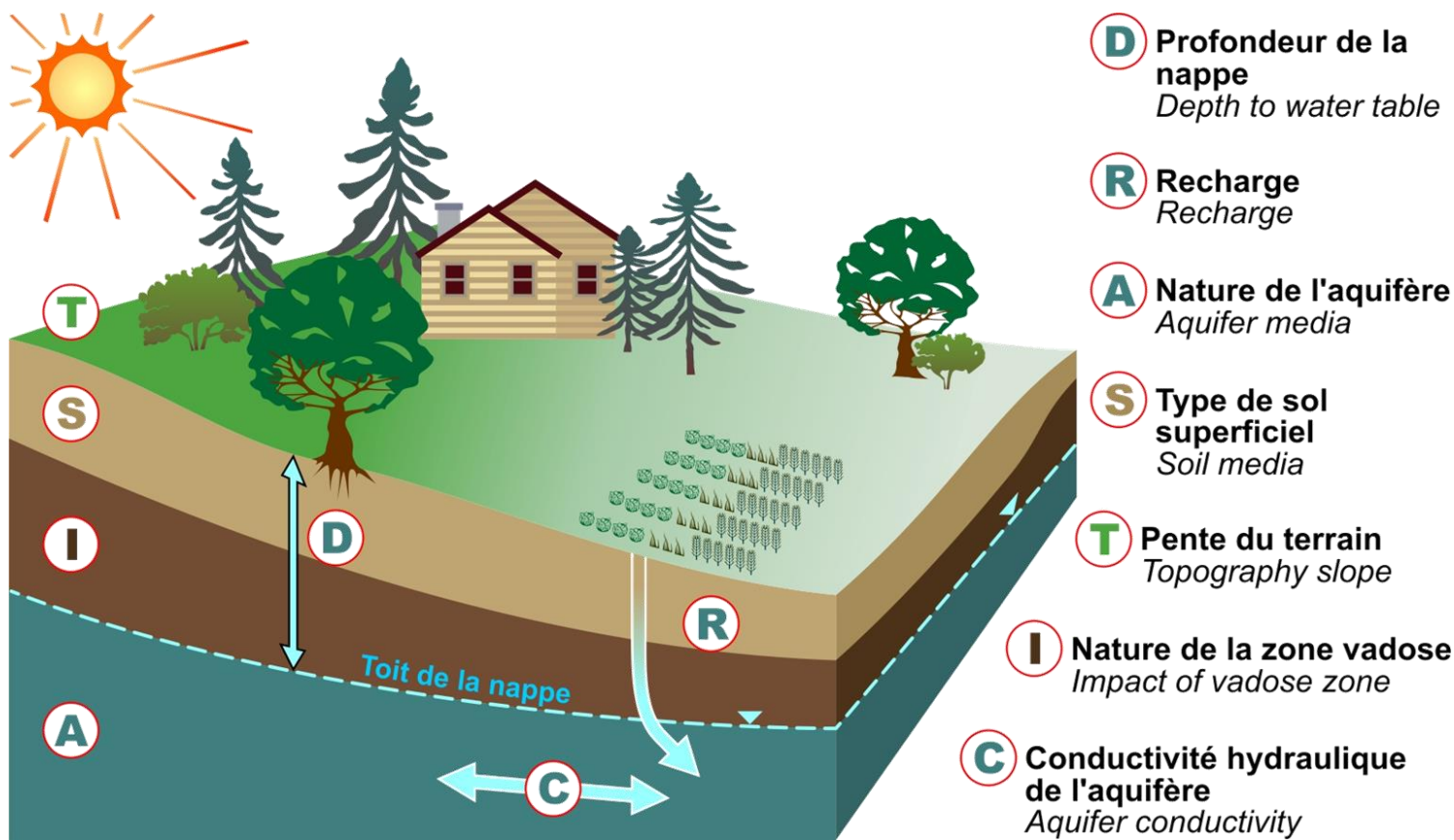
□ La méthode **DRASTIC** évalue la **vulnérabilité** intrinsèque d'un aquifère, soit sa susceptibilité de se voir affecter par une contamination provenant de la surface.

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



INDICE DRASTIC

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



POIDS

5

4

3

2

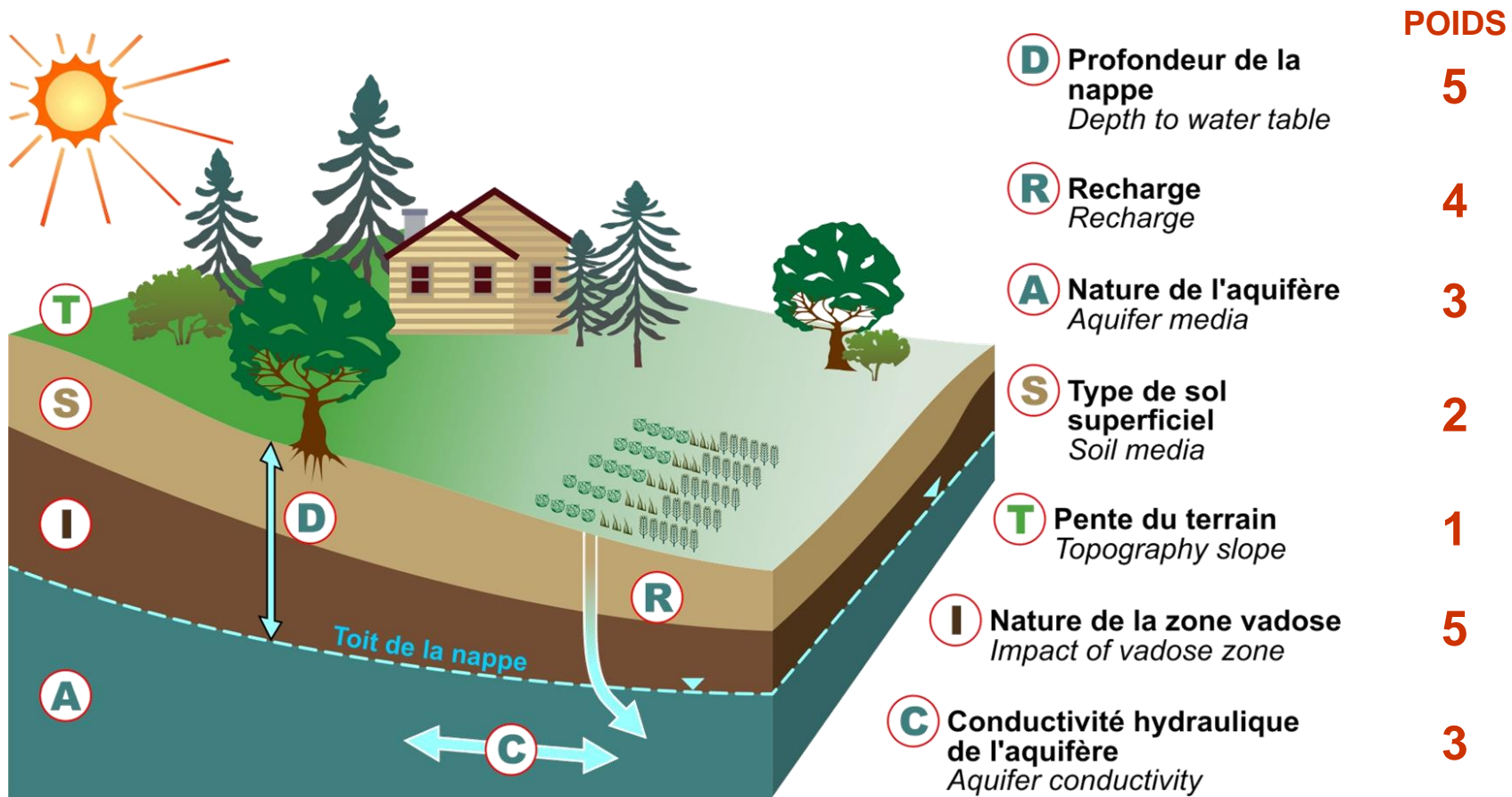
1

5

3

RISQUE DE CONTAMINATION

- 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 **évoluée** et **minéralisée**.

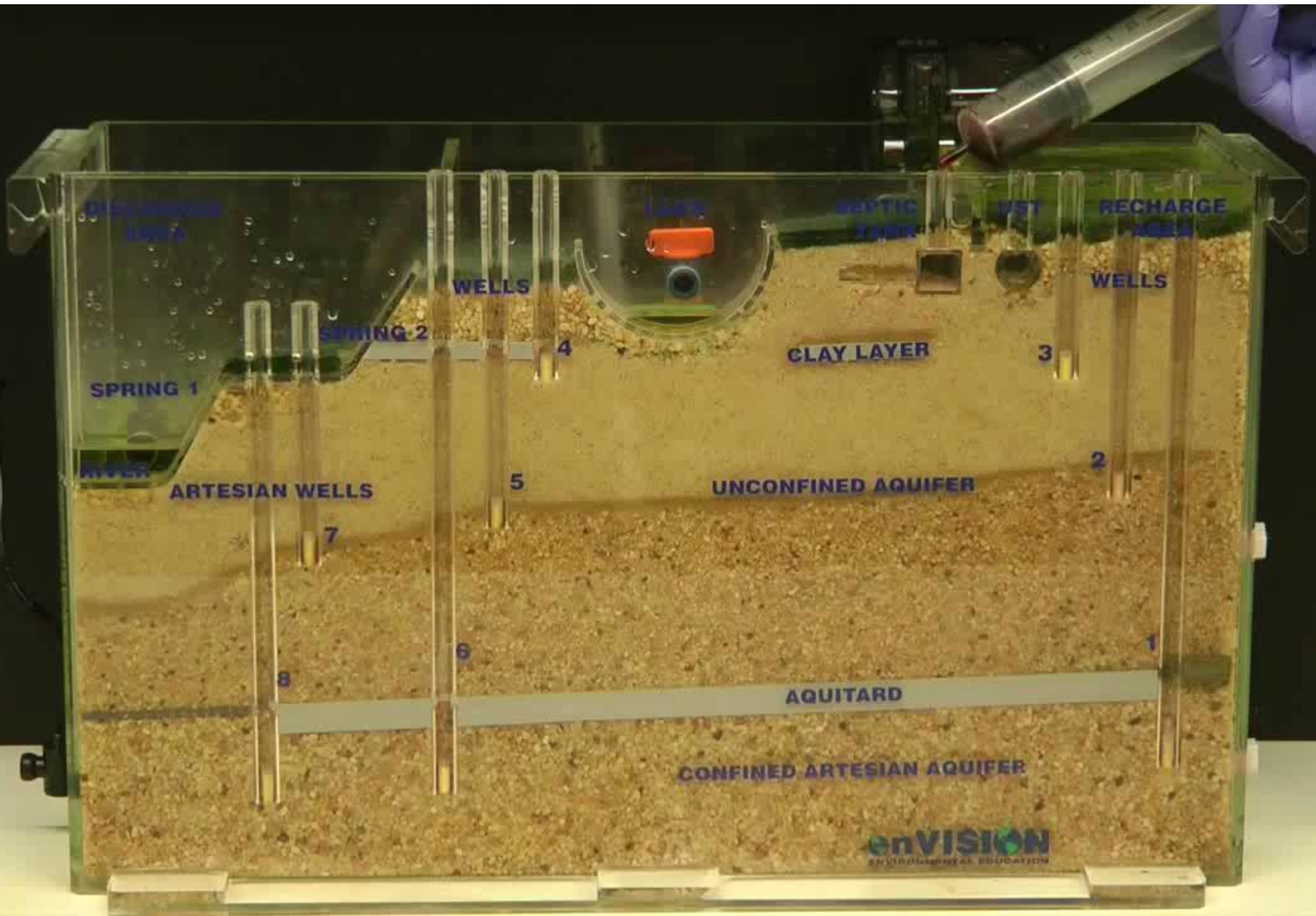
- ❑ Différents **types d'eau** peuvent être distingués :
 - **Eau de recharge** : eau récente, peu minéralisée, signature géochimique se rapprochant de l'eau douce de recharge
 - **Eau intermédiaire** : eau un peu plus ancienne, légèrement minéralisée
 - **Eau évoluée** : eau encore plus ancienne, minéralisée
 - **Eau très évoluée** : eau ancienne, minéralisée, parfois saumâtre

CRITÈRES DE POTABILITÉ

- ❑ **Concentrations maximales acceptables (CMA) : normes bactériologiques et physicochimiques visant à éviter des risques pour la **santé humaine**.**
 - Ex. Arsenic < 0,01 mg/L, pour éviter certains cancers et des effets cutanés, vasculaires et neurologiques
 - Ex. Fluorures < 1,5 mg/L, afin de prévenir la fluorose dentaire

OBJECTIFS ESTHÉTIQUES

- **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 lessive et accessoires de plomberie
 - Ex : Sodium < 200 mg/L, fondé sur le goût

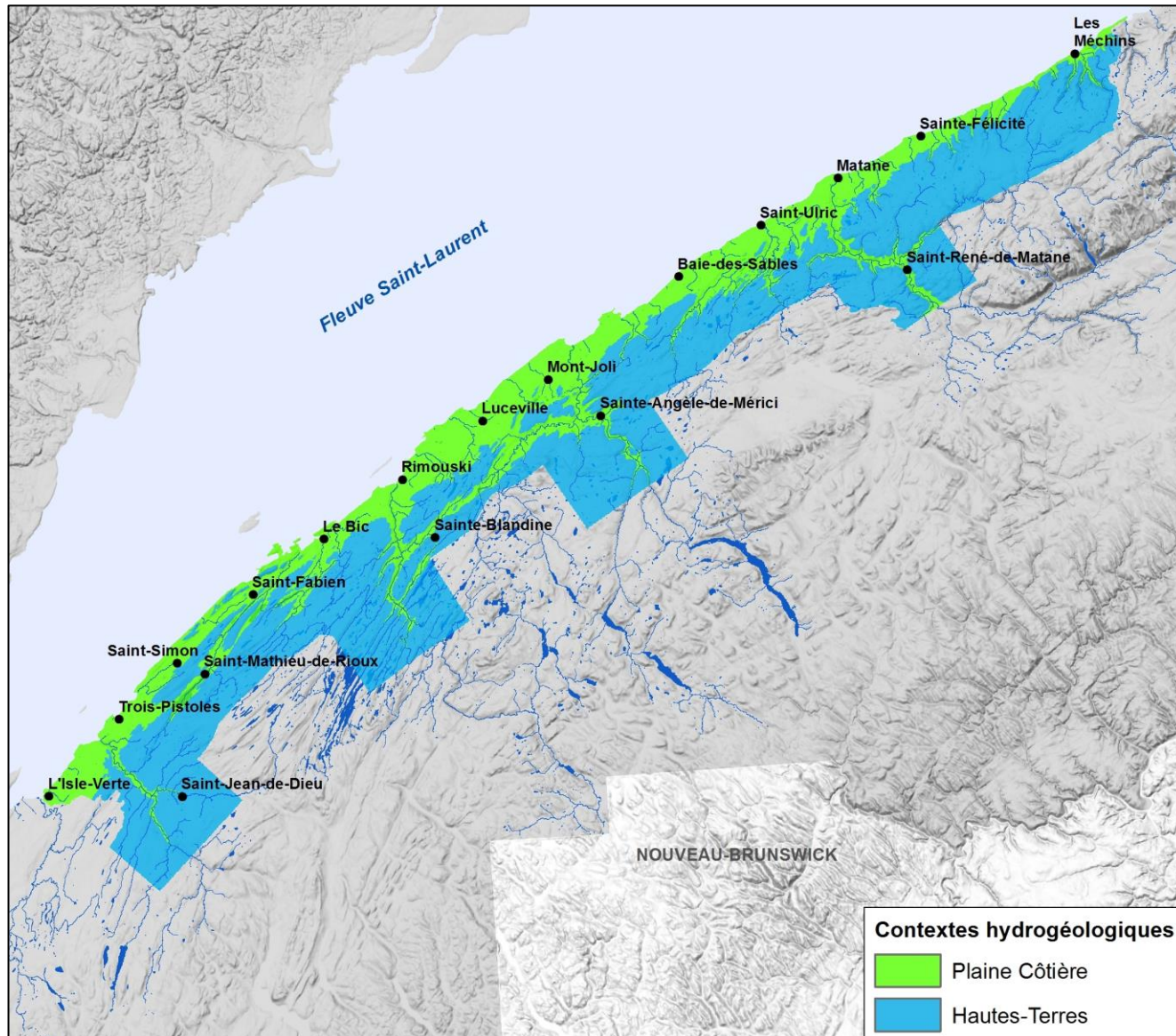


- ❑ Analyses **régionales** réalisées à l'échelle 1/300 000
- ❑ Méthodes de traitement impliquent des généralisations et une importante simplification de la complexité du milieu naturel
- ❑ Méthodes d'interpolation à partir de données de forage ponctuelles
- ❑ Répartition non uniforme des données de 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.**

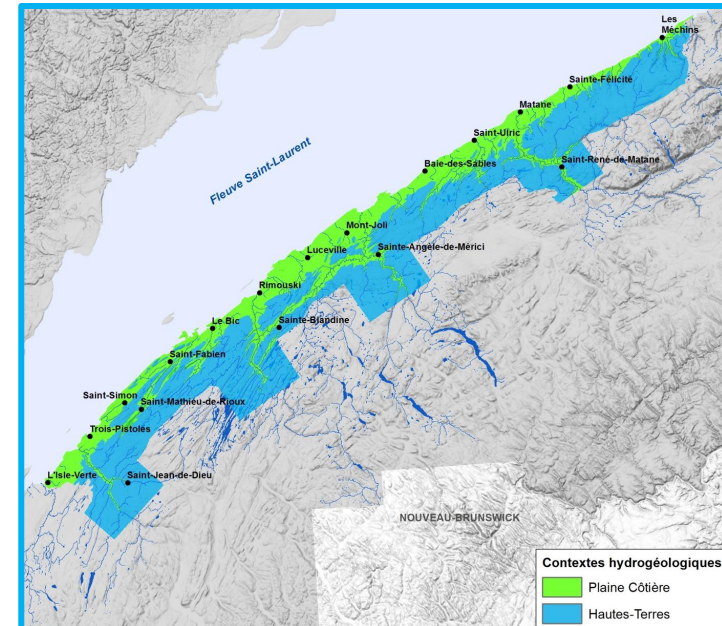
CONTEXTES HYDROGÉOLOGIQUES

CdP
pp.
22-24



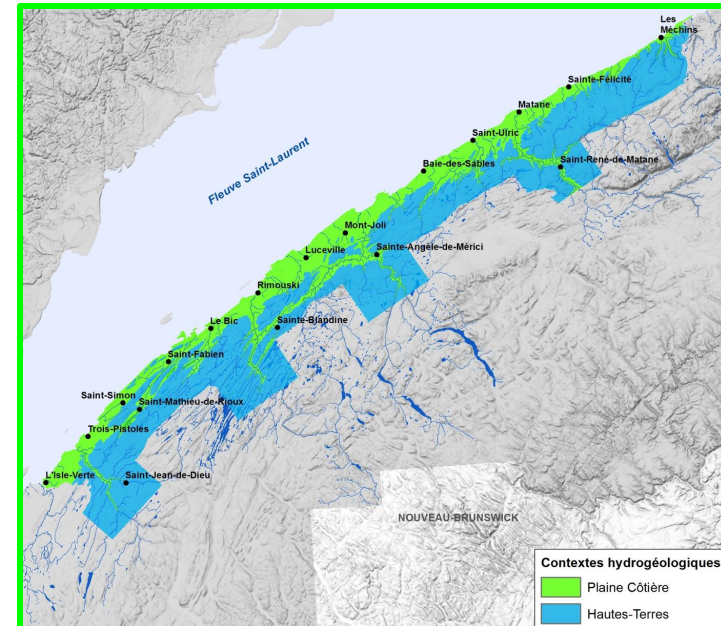
Les Hautes-Terres

- ❑ 73% du territoire du PACES-NEBSL
- ❑ Altitude supérieure à 150 m p/r NMM
- ❑ Dépôts superficiels minces et/ou discontinus recouvrant le socle rocheux
- ❑ Aquifère principal : aquifère rocheux à nappe libre
- ❑ Petits aquifères granulaires de surface présents localement
- ❑ Principale zone de recharge du NEBSL
- ❑ Écoulement régional vers la Plaine Côtière
- ❑ Vulnérabilité de moyenne à significative
- ❑ Eau majoritairement de type recharge, peu évoluée et peu minéralisée
- ❑ Qualité de l'eau généralement bonne



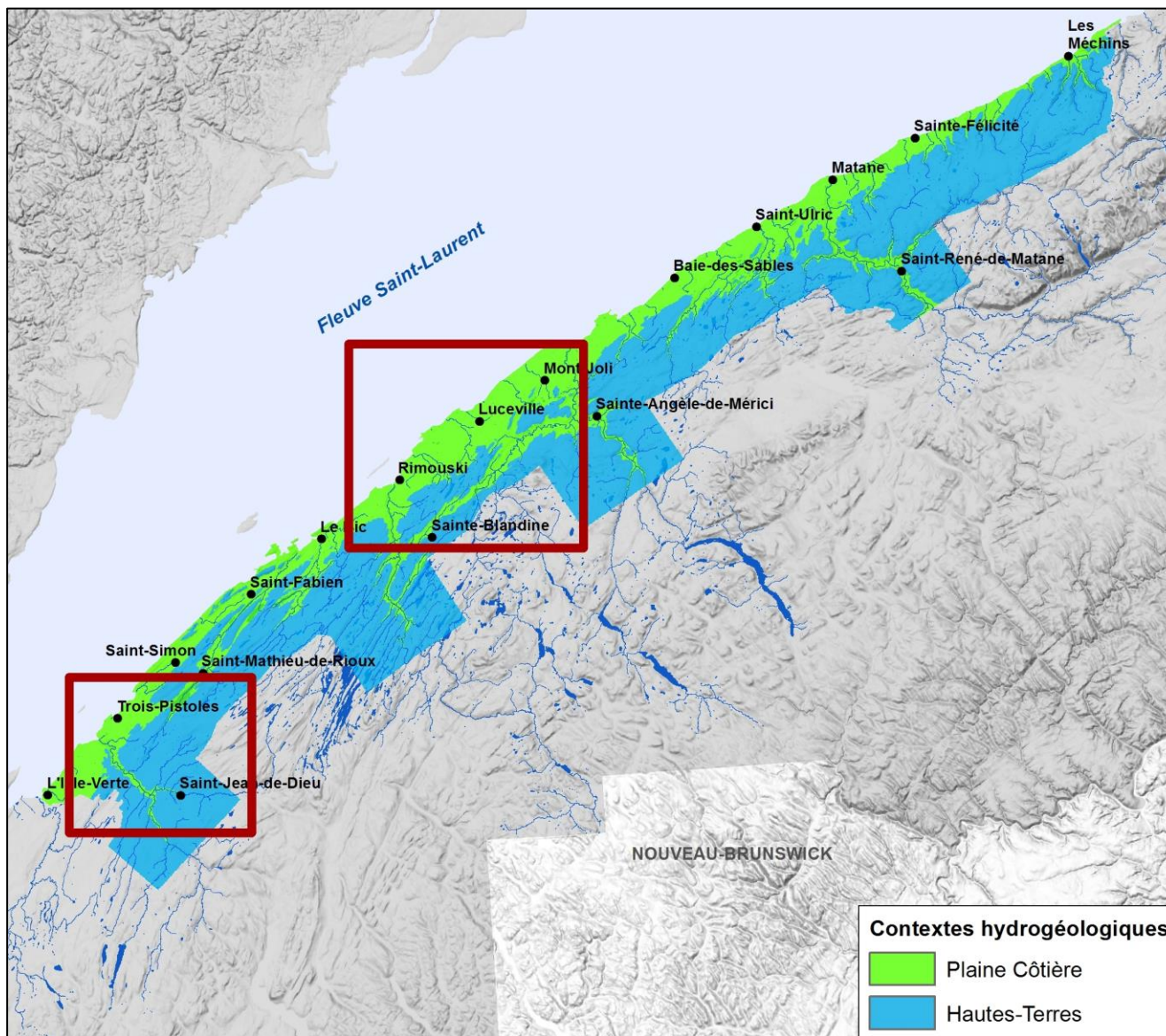
La Plaine Côtière

- ❑ Territoire submergé par la mer de Goldthwait il y a environ 13 000 ans
- ❑ Correspond au littoral actuel, aux grandes plaines agricoles et aux vallées alluviales
- ❑ Couverture quasi-continue de dépôts marins, littoraux et deltaïques généralement épais
- ❑ Aquifères granulaires à nappe libre dans les plaines, les deltas et les vallées
- ❑ Aquifères granulaires à nappe captive localement dans les vallées
- ❑ Aquifère rocheux à nappe captive
- ❑ Recharge nulle à faible
- ❑ Vulnérabilité de très faible à faible
- ❑ Eau de type évolué dans les nappes captives; eau de type recharge dans les nappes libres



Secteurs d'étude

CdP
pp.
27 et
+





PRÊTS POUR LES ATELIERS?

