

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

Gatineau, le 17 septembre 2015

Yohann Tremblay, RQES
Anne-Marie Decelles, RQES
Stéphanie Ayotte, L'ATINO

Guillaume Comeau, SNC-Lavalin inc.
Marie-Catherine Talbot, Université Laval
John Molson, Université Laval

LES ATELIERS DE TRANSFERT DES CONNAISSANCES SUR LES EAUX SOUTERRAINES

❑ Développés par le RQES :

➤ Un regroupement de :

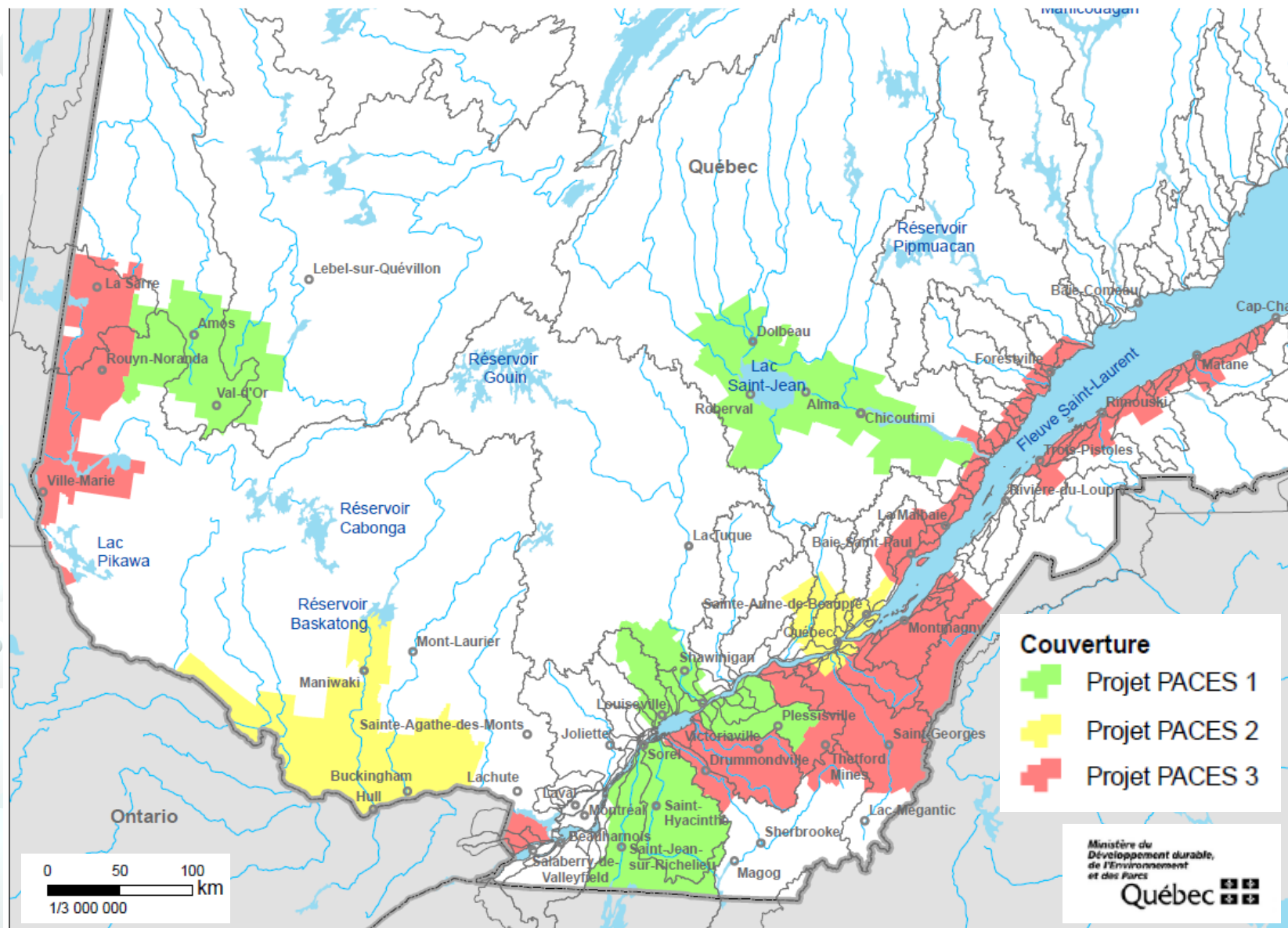
- Membres générateurs des connaissances → chercheurs universitaires
- Membres utilisateurs des connaissances → municipalités, MRC, OBV
- En collaboration avec le MDDELCC

➤ 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 (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 CONNAISSANCES SUR LES EAUX SOUTERRAINES (PACES)



LE PROJET D'ACQUISITION DE CONNAISSANCES SUR LES EAUX SOUTERRAINES EN OUTAOUAIS

- ❑ 1^{er} portrait régional de la ressource en eau souterraine du territoire municipalisé de l'Outaouais
- ❑ Superficie de 13 762 km²
- ❑ Comprend :
 - 1 ville
 - 4 MRC
 - 3 OBV
 - 67 municipalités
 - 1 région administrative
- ❑ Population d'environ 367 770 habitants, dont un peu plus de 50% utilisent l'eau souterraine

LE PROJET D'ACQUISITION DE CONNAISSANCES SUR LES EAUX SOUTERRAINES EN OUTAOUAIS

□ Le PACES en Outaouais 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 ?

LE PROJET D'ACQUISITION DE CONNAISSANCES SUR LES EAUX SOUTERRAINES EN OUTAOUAIS

❑ Réalisé par l'Université Laval

- En étroite collaboration avec l'Agence de l'information traitement numérique de l'Outaouais (L'ATINO)
- Entre 2010 et 2013

❑ Principalement financé par le MDDELCC, et autres partenaires régionaux:

- | | |
|-----------------------------------|-------------|
| ➤ MRC des Collines-de-l'Outaouais | ➤ ABV des 7 |
| ➤ MRC de La Vallée-de-la-Gatineau | ➤ COBALI |
| ➤ MRC Pontiac | ➤ OBV-RPNS |
| ➤ MRC Papineau | ➤ MAPAQ |
| ➤ Ville de Gatineau | ➤ MAMOT |
| | ➤ CREDDO |

QUELQUES MOTIFS À LA BASE DE CET ATELIER

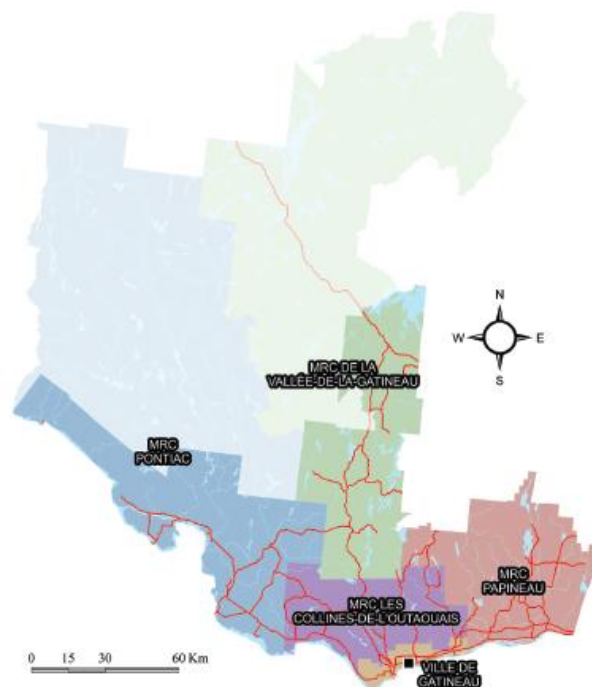
- ❑ Beaucoup de connaissances sur le sous-sol de votre territoire produites
- ❑ Hydrogéologie est un domaine complexe et peu connu
- ❑ Réglementation pour la protection des eaux souterraines est en changement (ex. : nouveau règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection, MDDELCC)
- ❑ Coût de 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 PACES en Outaouais
 - 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 en Outaouais

CAHIER DU PARTICIPANT



Atelier organisé par :
le Réseau québécois sur les eaux souterraines,
l'Université Laval, l'Université du Québec à Trois-Rivières
et l'Agence de traitement de l'information numérique de l'Outaouais

Septembre 2015



L'agence de traitement de
l'information numérique
de l'Outaouais

DÉROULEMENT DE LA JOURNÉE

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

Présentation de
Yohann Tremblay

9h45-10h00 : *Pause-café*

10h00-12h30 : Les contextes hydrogéologiques des
HAUTE-TERRES

- Exercices sur données spécifiques
- Exercices de synthèse

Ateliers en trois
sous-groupes de
10 participants
max.

12h30-13h45 : *Pause-Repas*

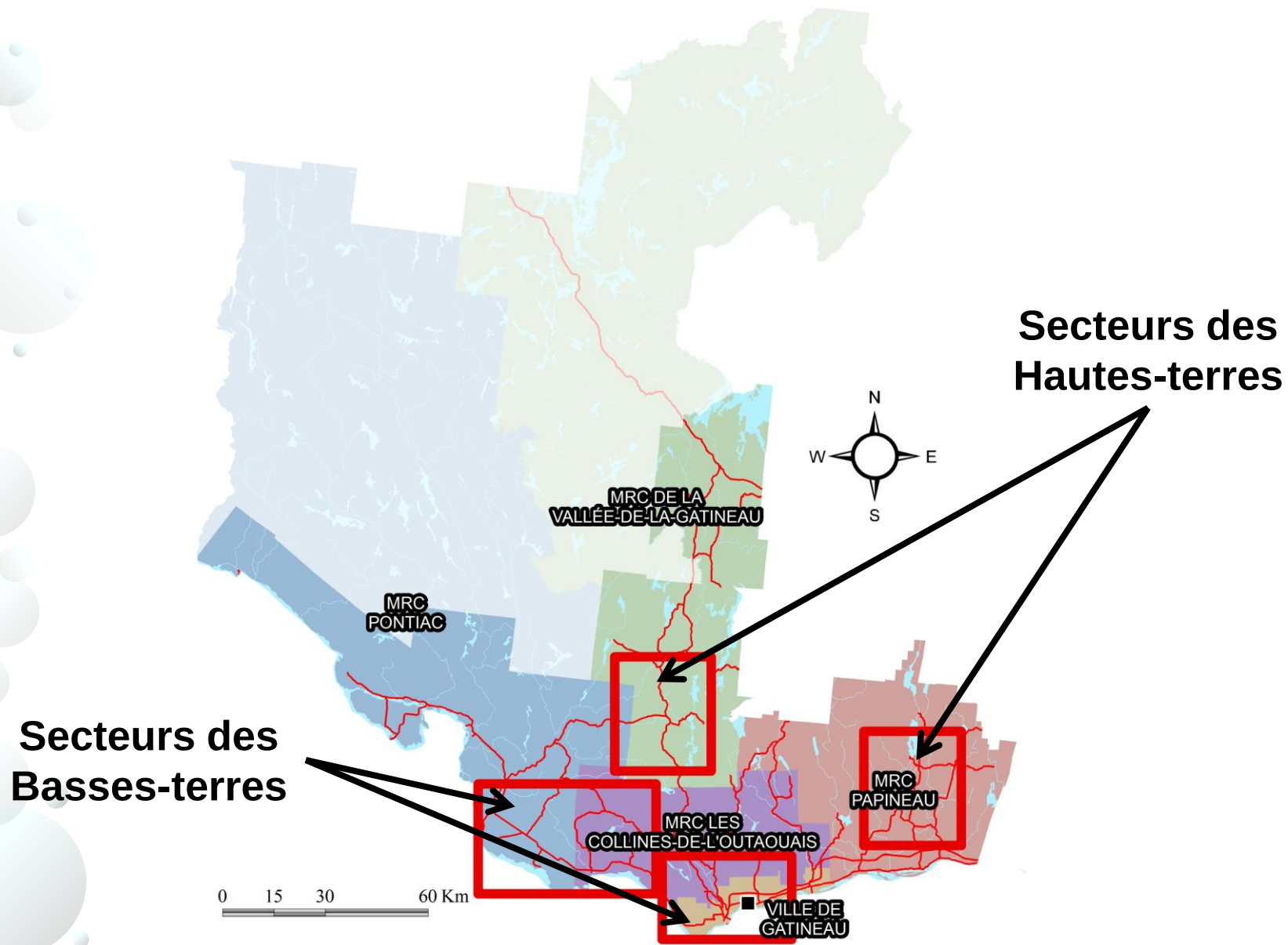
13h45-16h15 : Les contextes hydrogéologiques des
BASSES-TERRES

- 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 POUR LES ATELIERS



L'ÉQUIPE POUR VOUS ACCOMPAGNER

❑ Les animateurs :

❑ Les chercheurs de l'ULaval :

- Stéphanie Ayotte,
M.Sc. Environnement

- Guillaume Comeau,
Ing., M.Sc. Hydrogéologie

Binôme 1

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

- John Molson,
Ph.D. Hydrogéologie

Binôme 2

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

- Marie-Catherine Talbot,
M.Sc. Hydrogéologie

Binôme 3

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

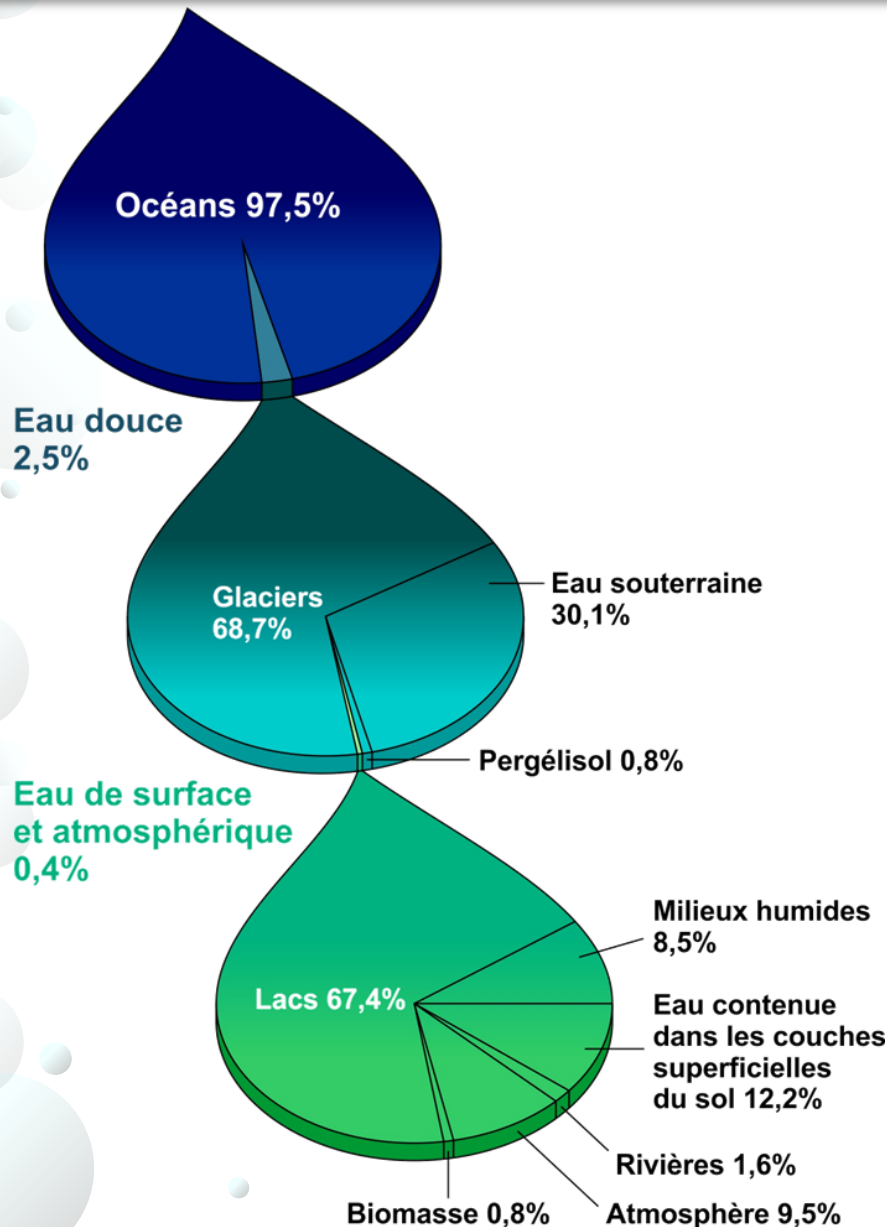
PROTÉGER ET GÉRER LES EAUX SOUTERRAINES



LES NOTIONS HYDROGÉOLOGIQUES FONDAMENTALES

PAR YOHANN TREMBLAY

EAU SOUTERRAINE : UNE RESSOURCE À PROTÉGER

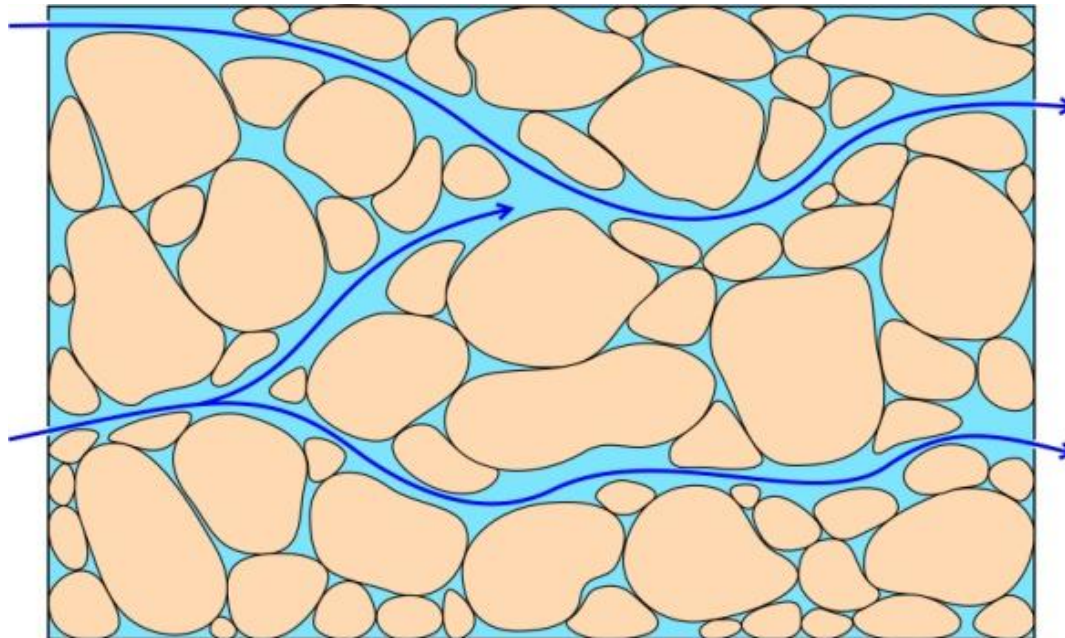


UNESCO-WWAP (2006)

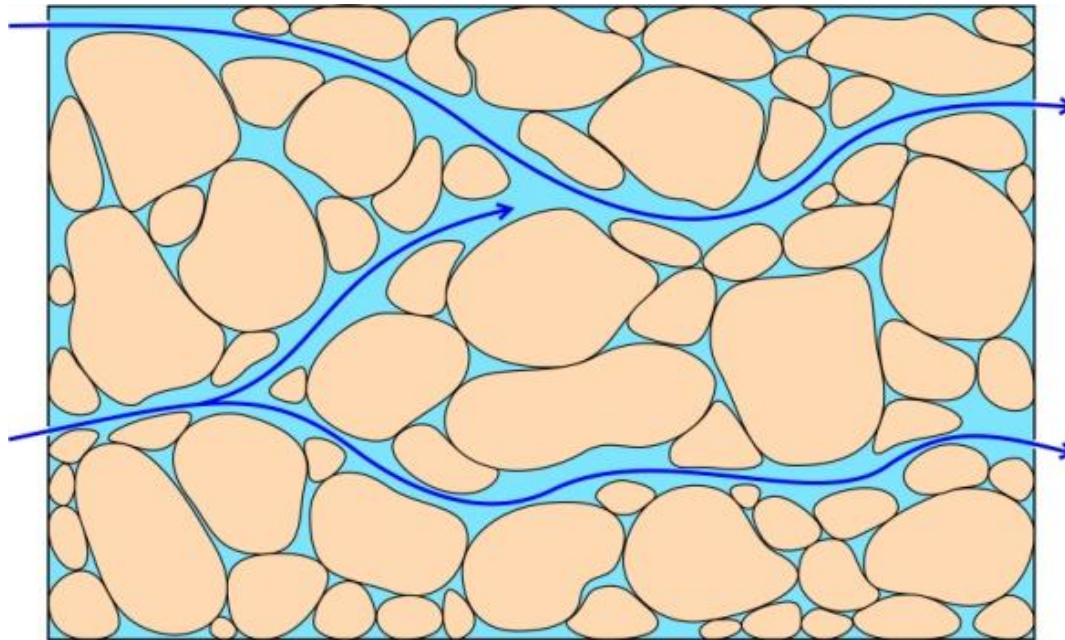
- ❑ 75 X plus abondante que l'eau de surface
- ❑ Au Québec, alimente:
 - 20% de la population
 - 70% des municipalités
 - 90% du territoire habité
- ❑ Plus abordable
- ❑ De meilleure qualité
- ❑ Nécessaire de bien la protéger
- ❑ Joue de multiples rôles
- ❑ Elle est pourtant relativement peu connue

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

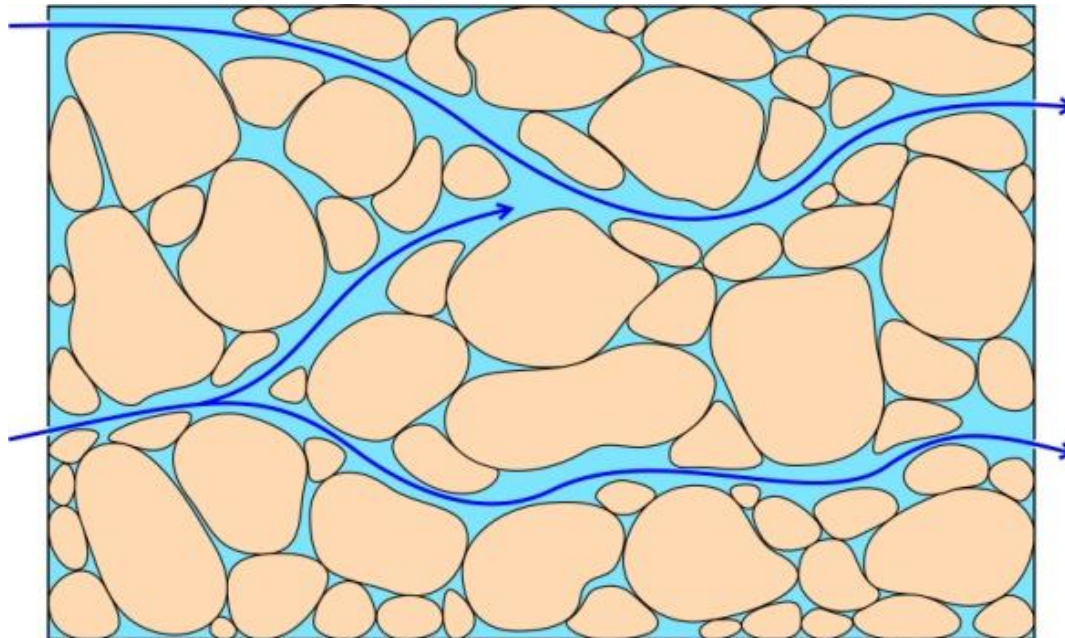
- ❑ L'**EAU SOUTERRAINE** est l'eau qui se trouve sous la surface du sol et qui remplit les espaces vides du milieu géologique
- On en retrouve partout sous nos pieds !
- Comme pour l'eau en surface, l'eau souterraine s'écoule dans l'aquifère, mais beaucoup plus lentement



- ❑ 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

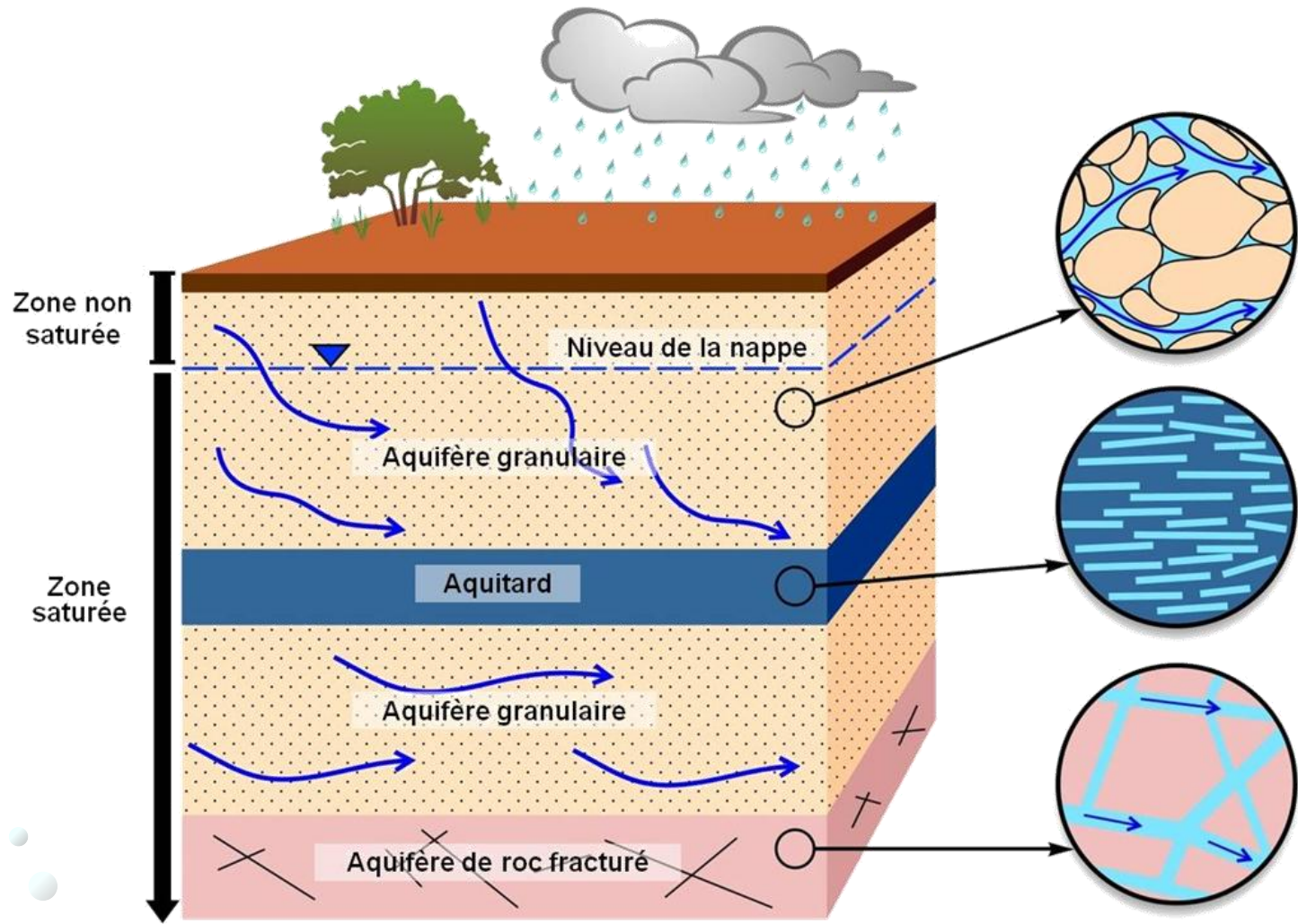


NAPPE PHRÉATIQUE

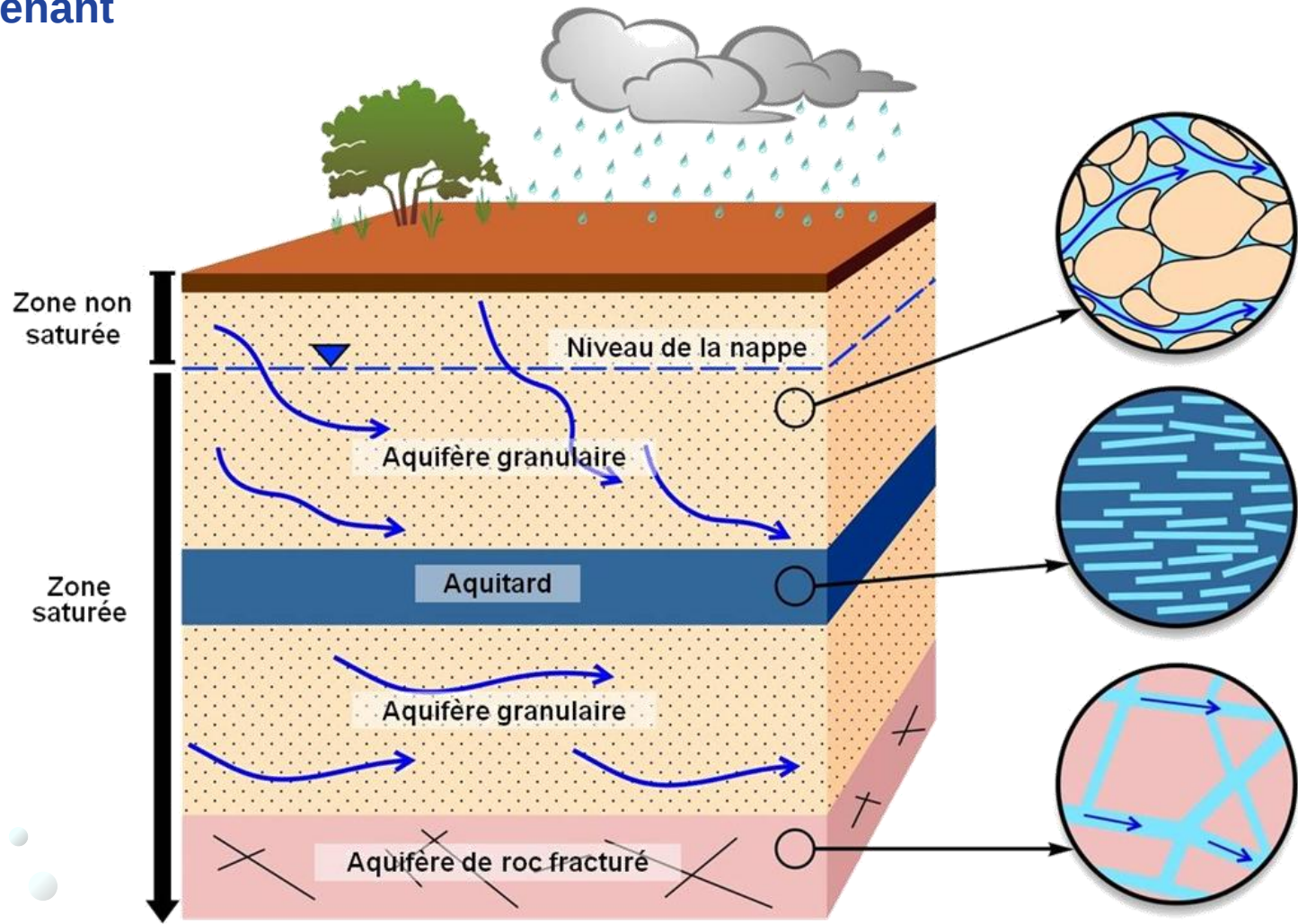
CdP
p. 10

1. DÉFINITIONS DE BASE

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



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

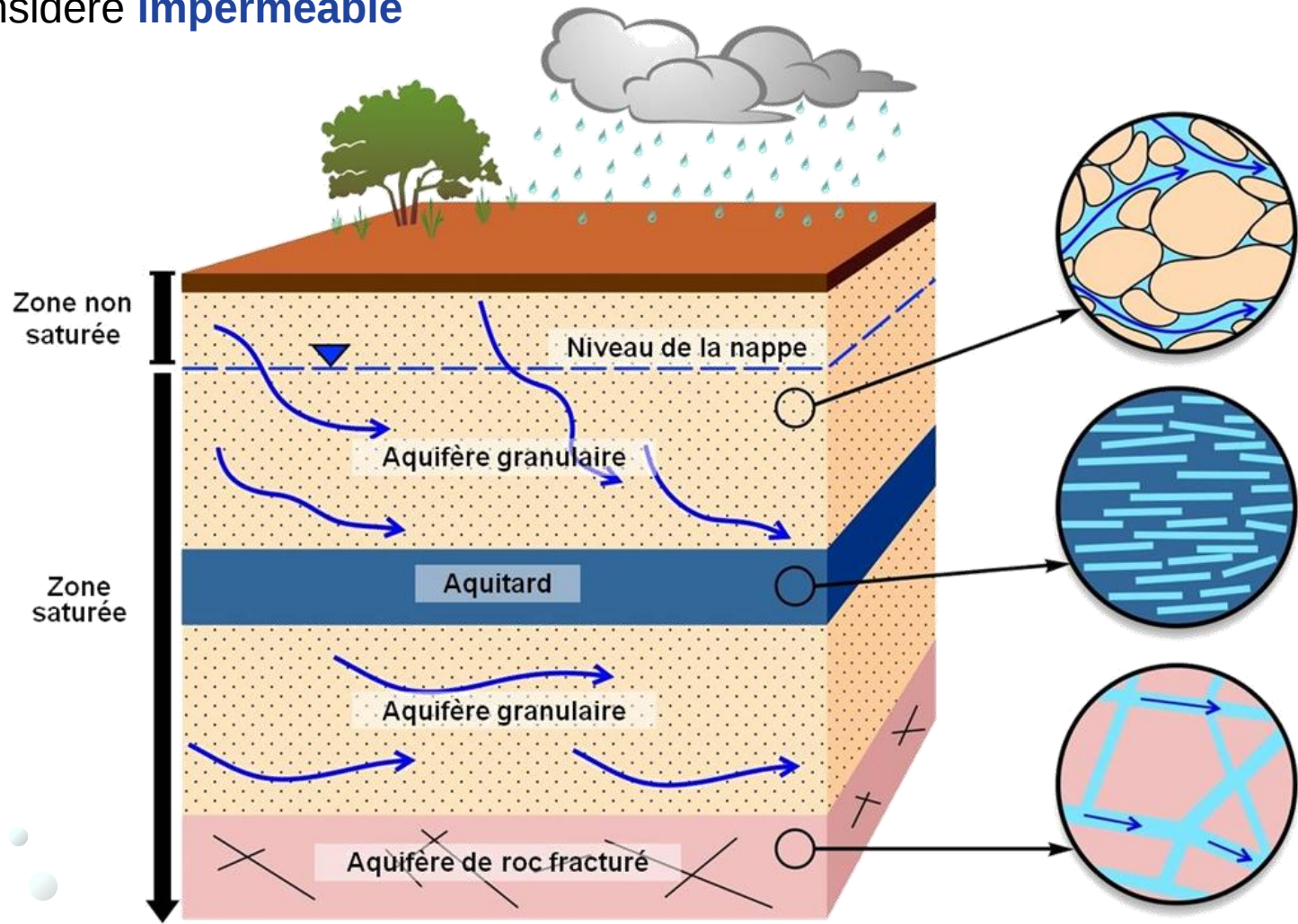


AQUITARD

CdP
p. 10

1. DÉFINITIONS DE BASE

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

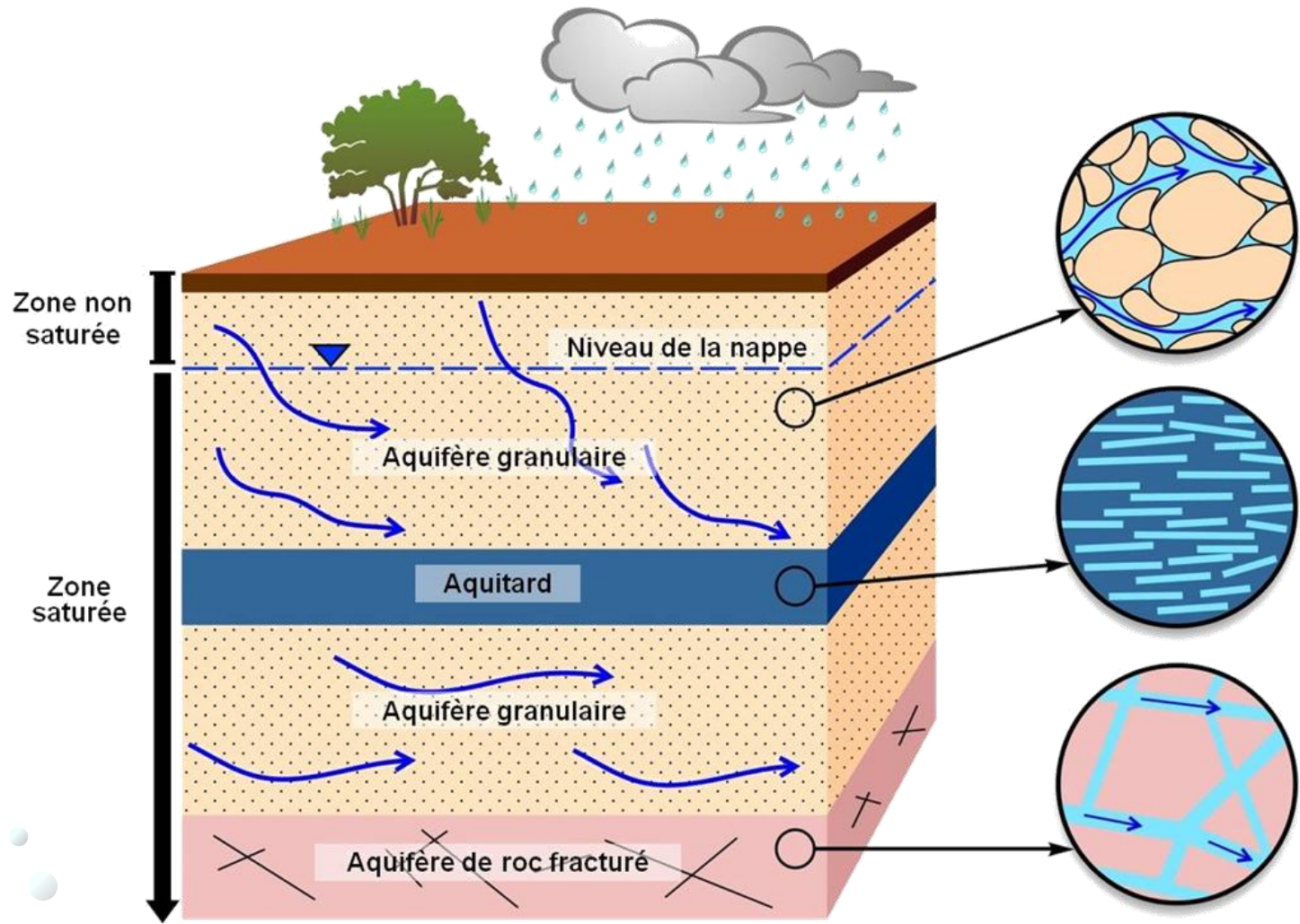


AQUIFÈRE DE ROC FRACTURÉ

CdP
p. 11

2. DIFFÉRENTS TYPES D'AQUIFÈRES

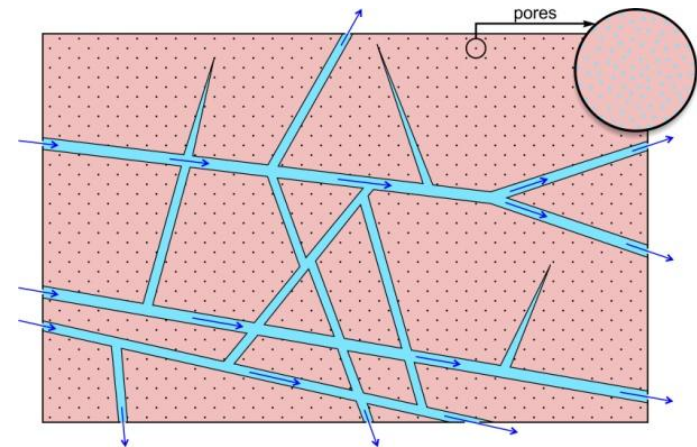
- Le **ROC FRACTURÉ** constitue la partie supérieure de la croûte terrestre



❑ 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



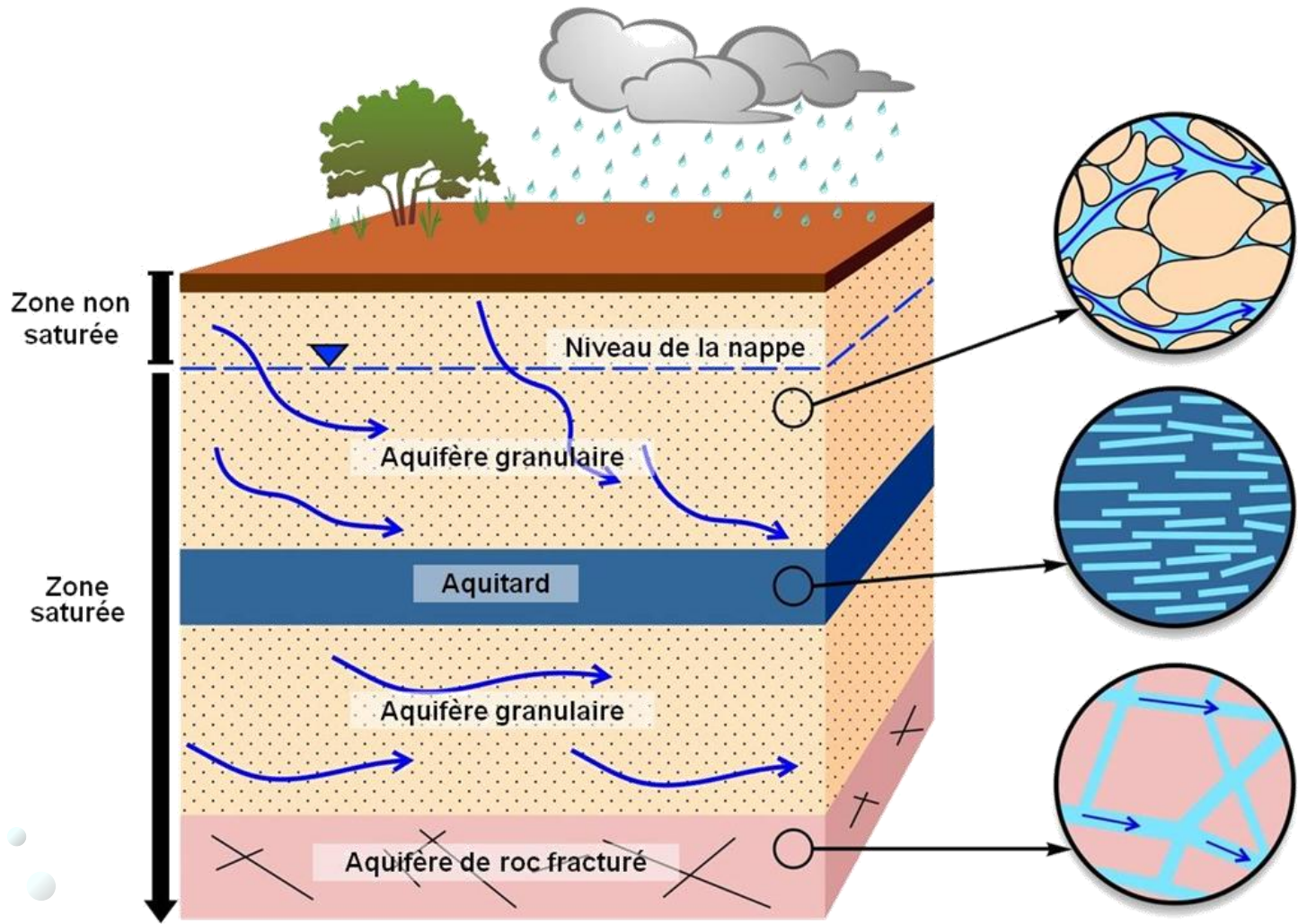
© Leblanc et coll. (2013)

AQUIFÈRE DE DÉPÔTS MEUBLES

CdP
p. 11

2. DIFFÉRENTS TYPES D'AQUIFÈRES

- 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

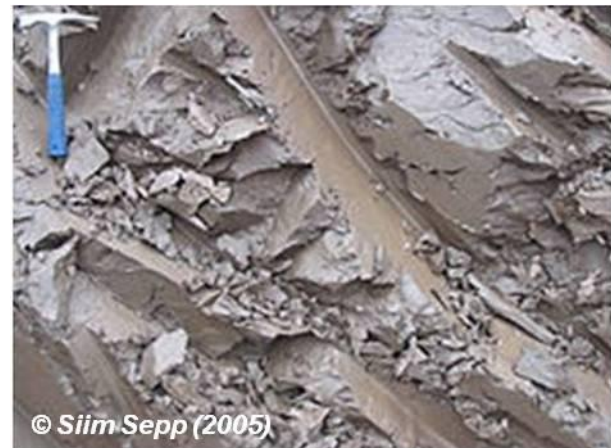
- ❑ **Sables et graviers** → **aquifère**

- Le pompage de débits importants est souvent possible



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

- Considéré imperméable

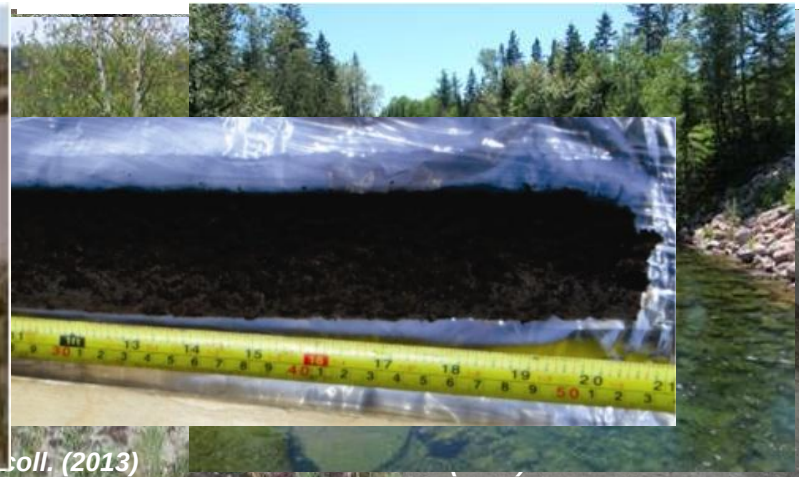


TYPES DE SÉDIMENTS

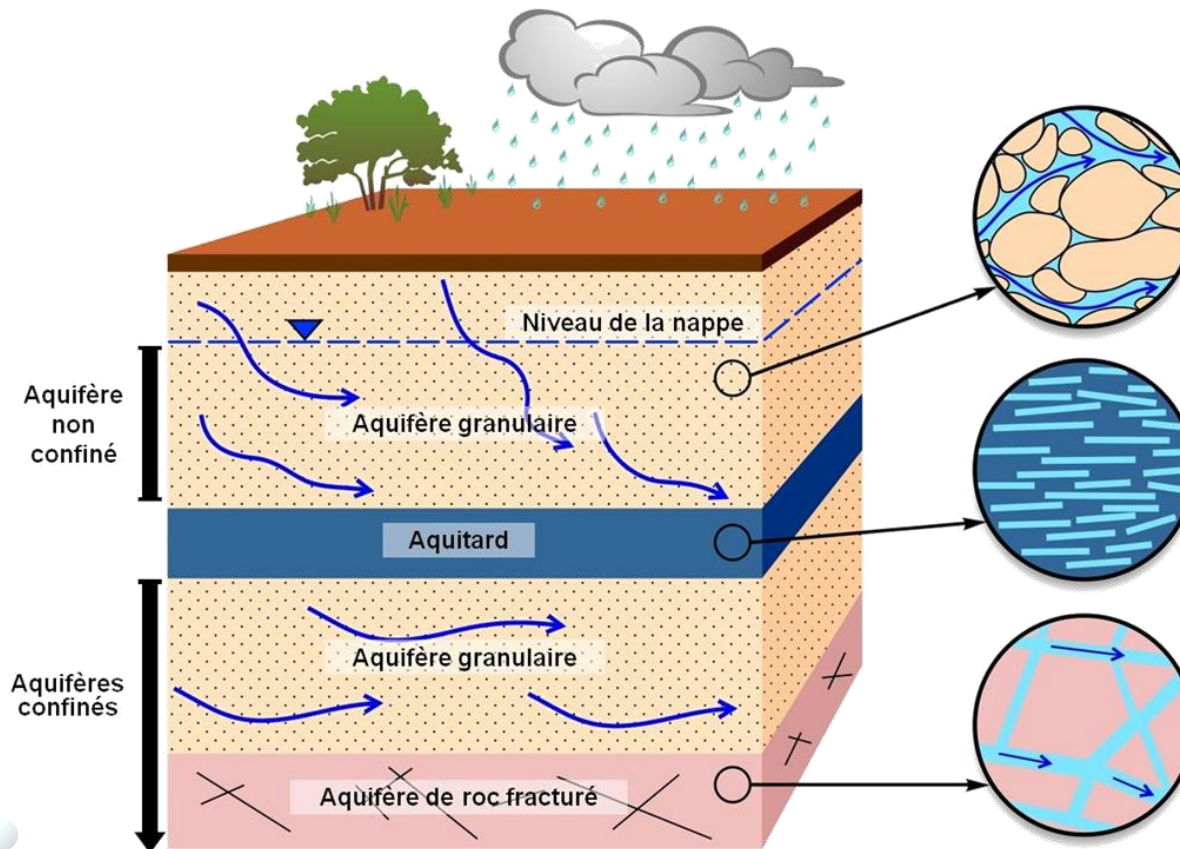
CdP
p. 12

3. TYPES DE DÉPÔTS MEUBLES

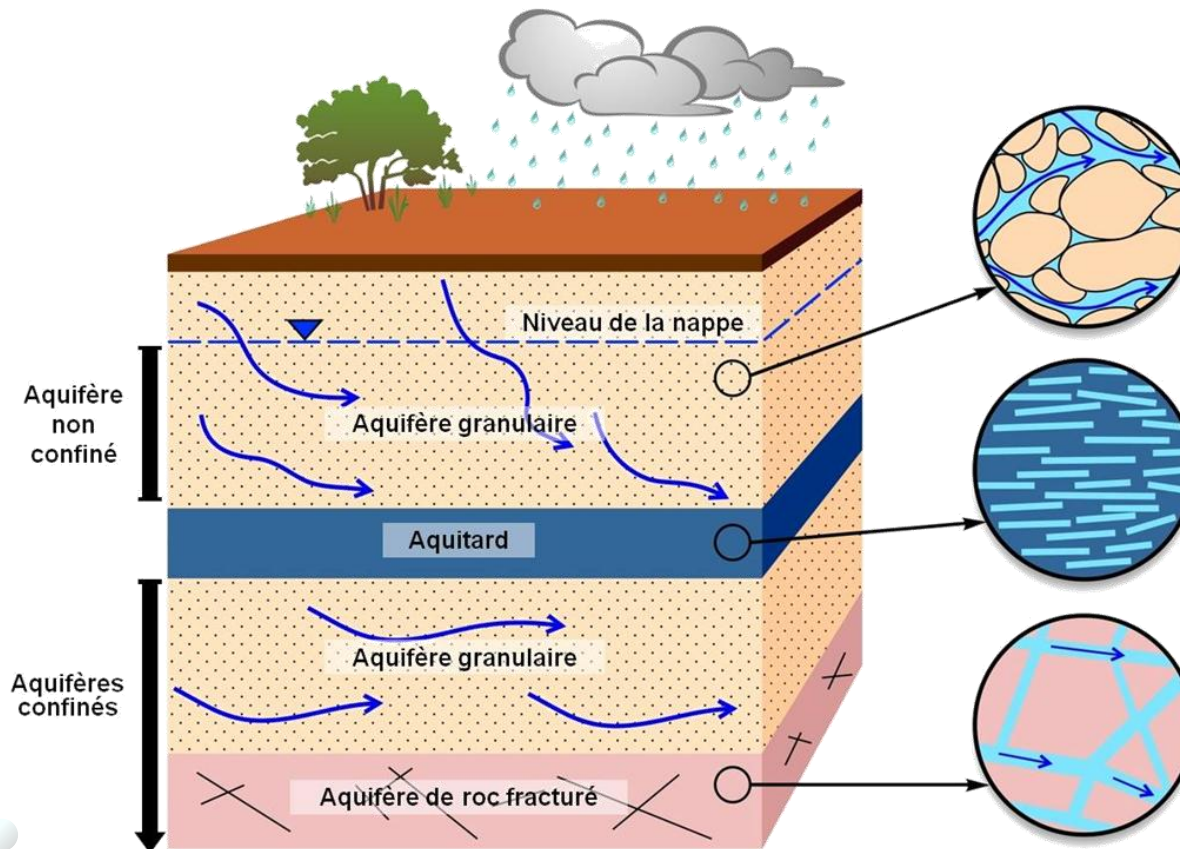
- ❑ Sédiments glaciaires (Till) → généralement **aquitard** rarement **aquifère**
- ❑ Sédiments fluvioglaciaires → **aquifère**
- ❑ Sédiments marins et lacustres d'eau profonde → **aquitard**
- ❑ Sédiments littoraux et deltaïques → **aquifère**
- ❑ Sédiments alluviaux et éolien → **aquifère**
- ❑ Sédiments organiques → **aquitard**



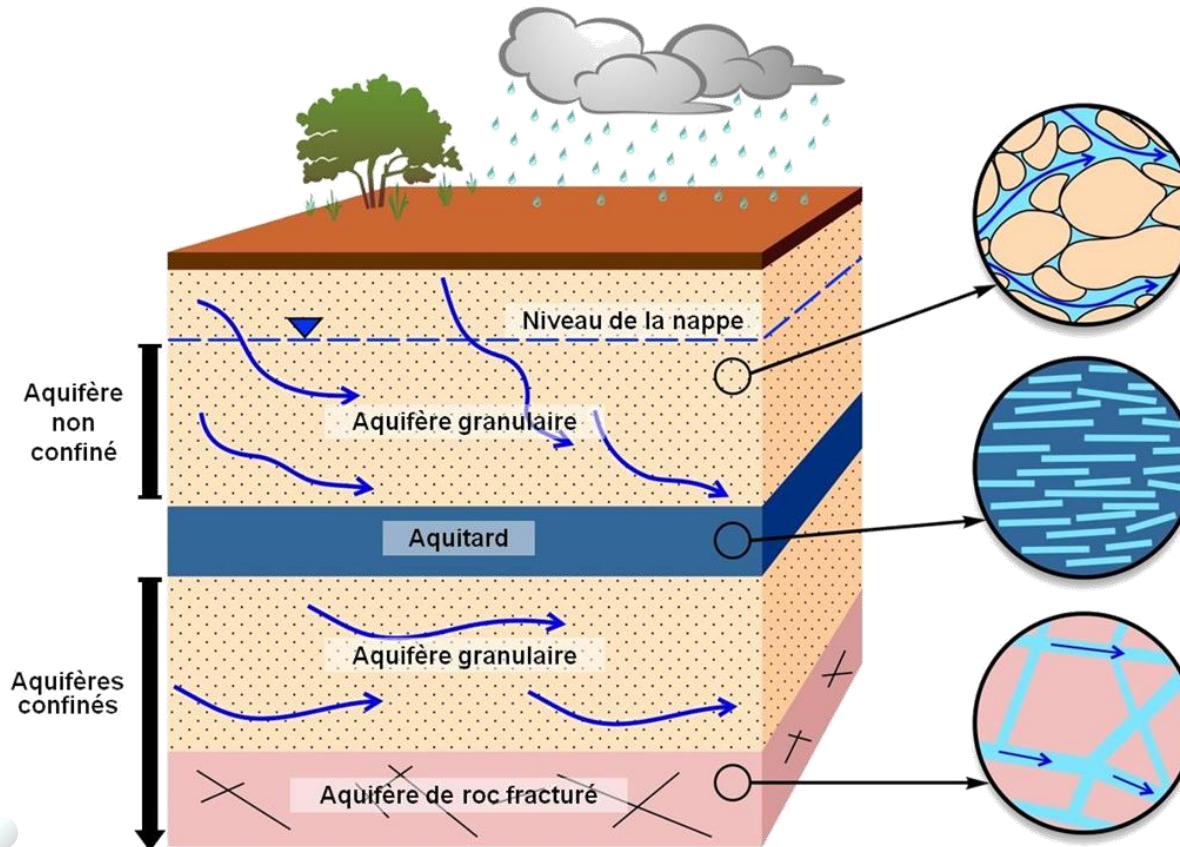
- ❑ Un aquifère à **CONFINÉ** est emprisonné sous un **aquitard**
 - Pas directement rechargé par l'infiltration verticale
 - Protégé des contaminants provenant directement de la surface

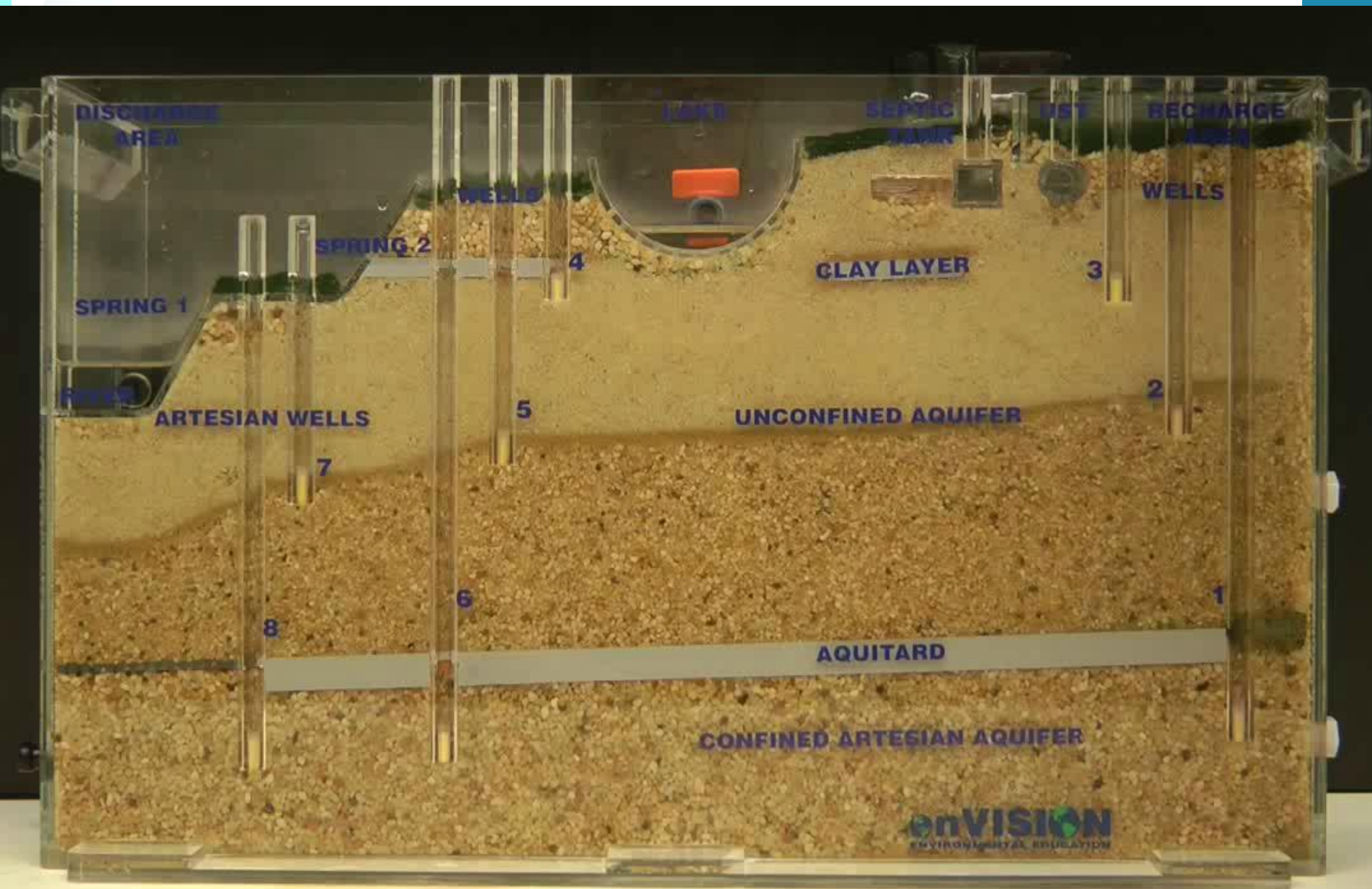


- ❑ Un aquifère **NON CONFINÉ** n'est pas recouvert par un **aquitard**
 - Directement rechargé par l'infiltration verticale
 - Plus vulnérable à la contamination

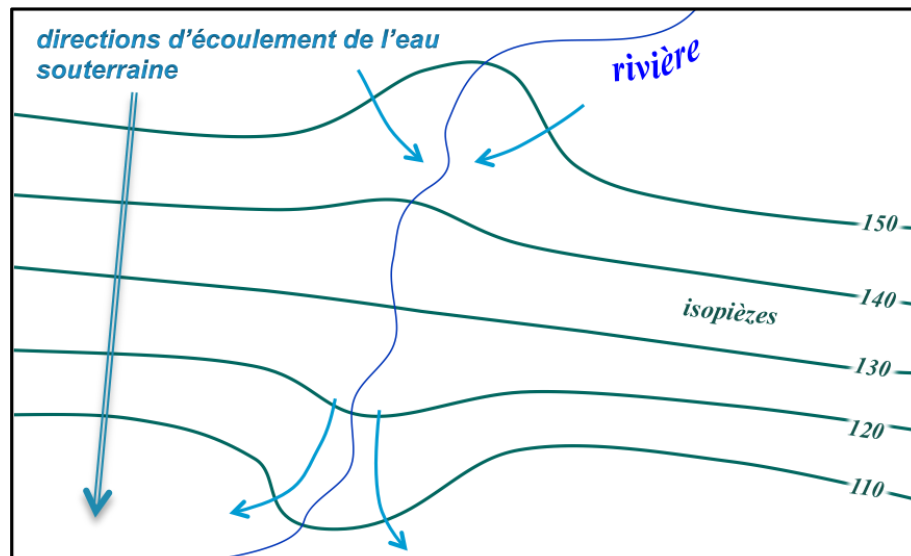


- ❑ Un aquifère **SEMI CONFINÉ** est recouvert de couches confinantes qui ne sont pas totalement imperméables ou de faible épaisseur
 - Modérément rechargés par l'infiltration verticale
 - Modérément vulnérables à la contamination





- ❑ 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.

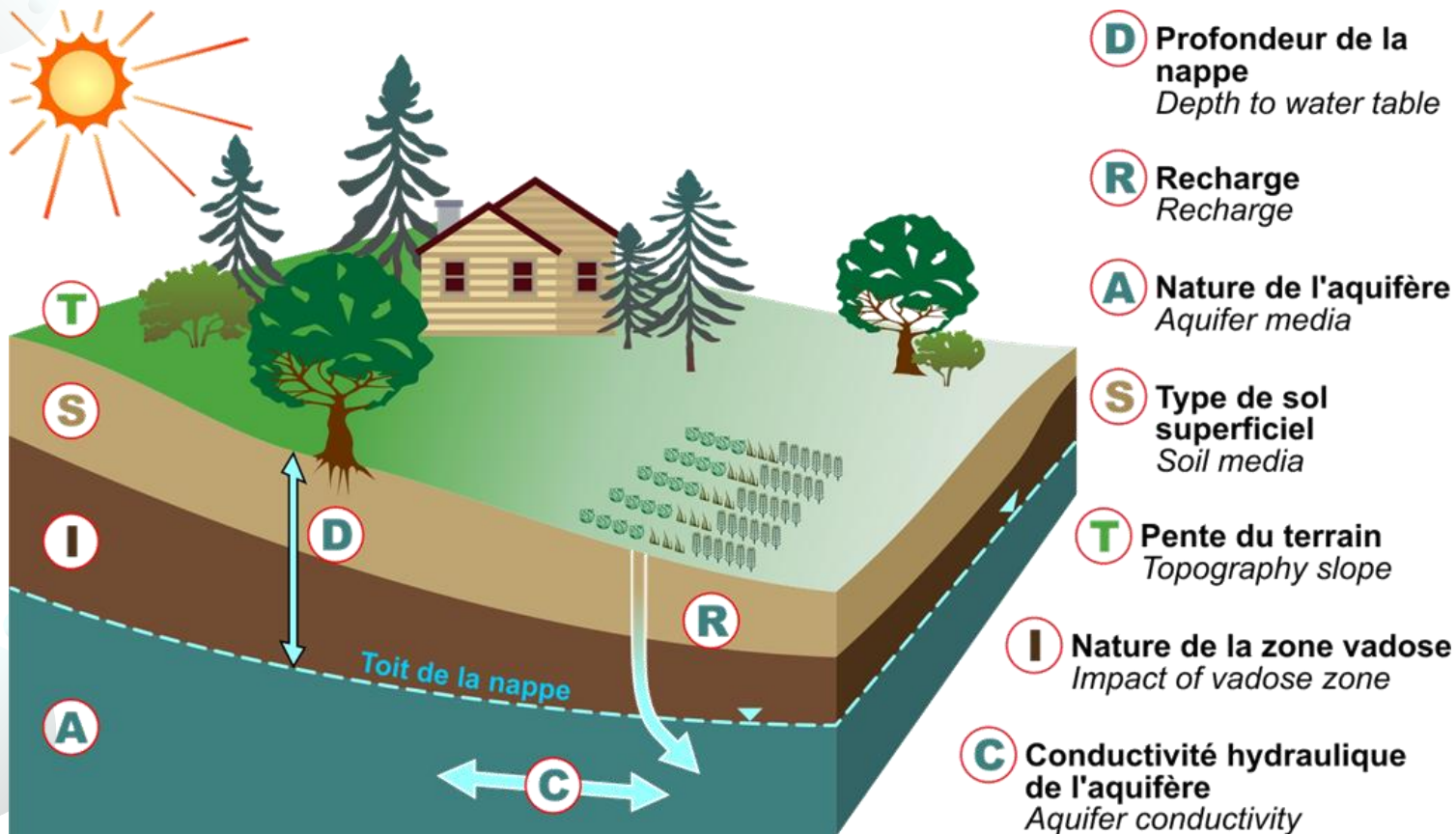


- ❑ La **RECHARGE** est le renouvellement de l'eau souterraine par l'infiltration des précipitations depuis la surface.
- ❑ Une **RÉSURGENCE** correspond à l'exutoire de l'eau souterraine qui refait surface.
 - Sont généralement **diffuses** : par ex., les cours d'eau et les **milieux humides** sont souvent des zones de résurgence.
 - Sont parfois **ponctuelles** : constituent des **sources**.

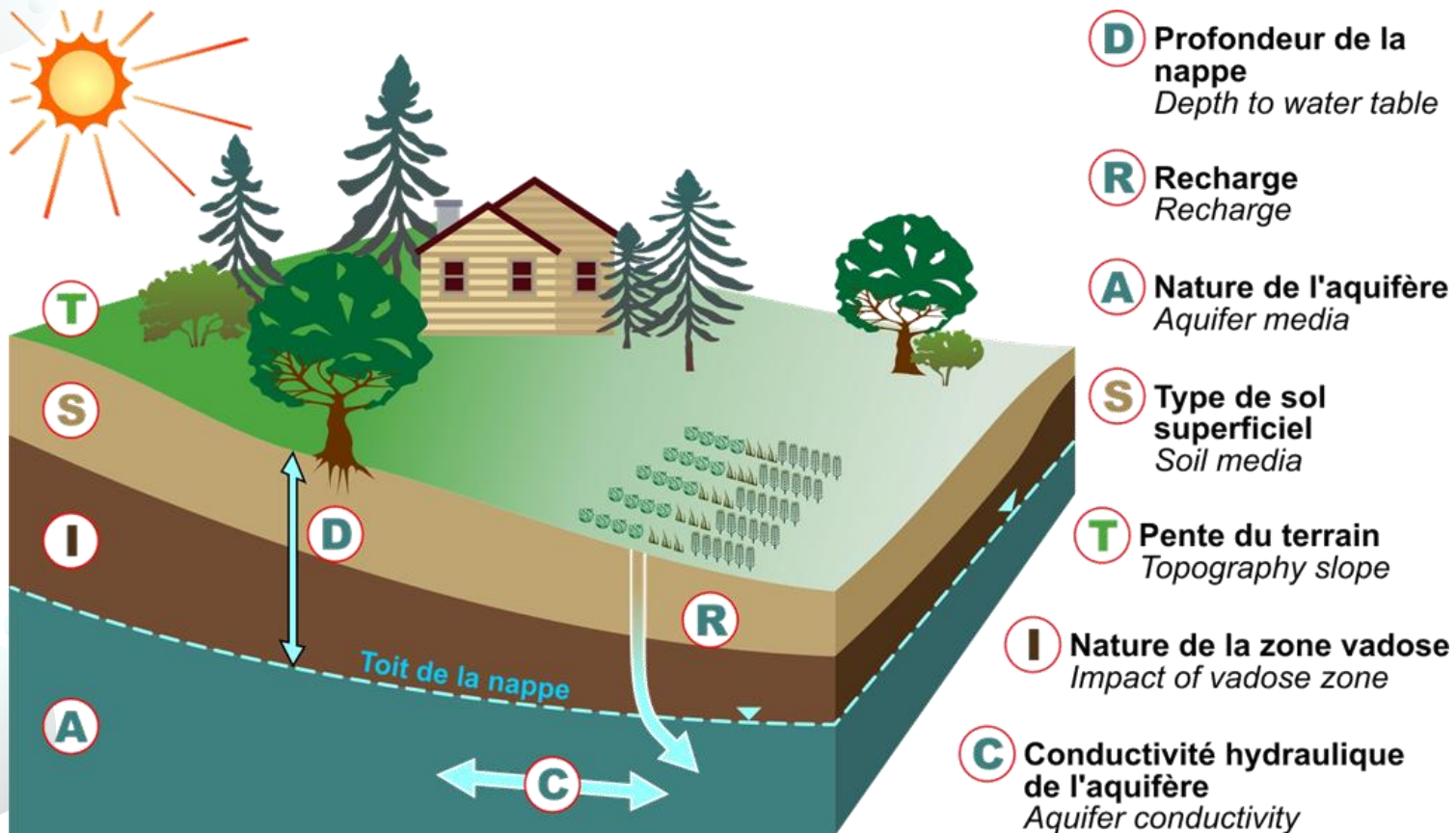


❑ La méthode **DRASTIC** évalue la **vulnérabilité** intrinsèque d'un aquifère, soit sa susceptibilité de se voir affecter par une contamination provenant de la surface.

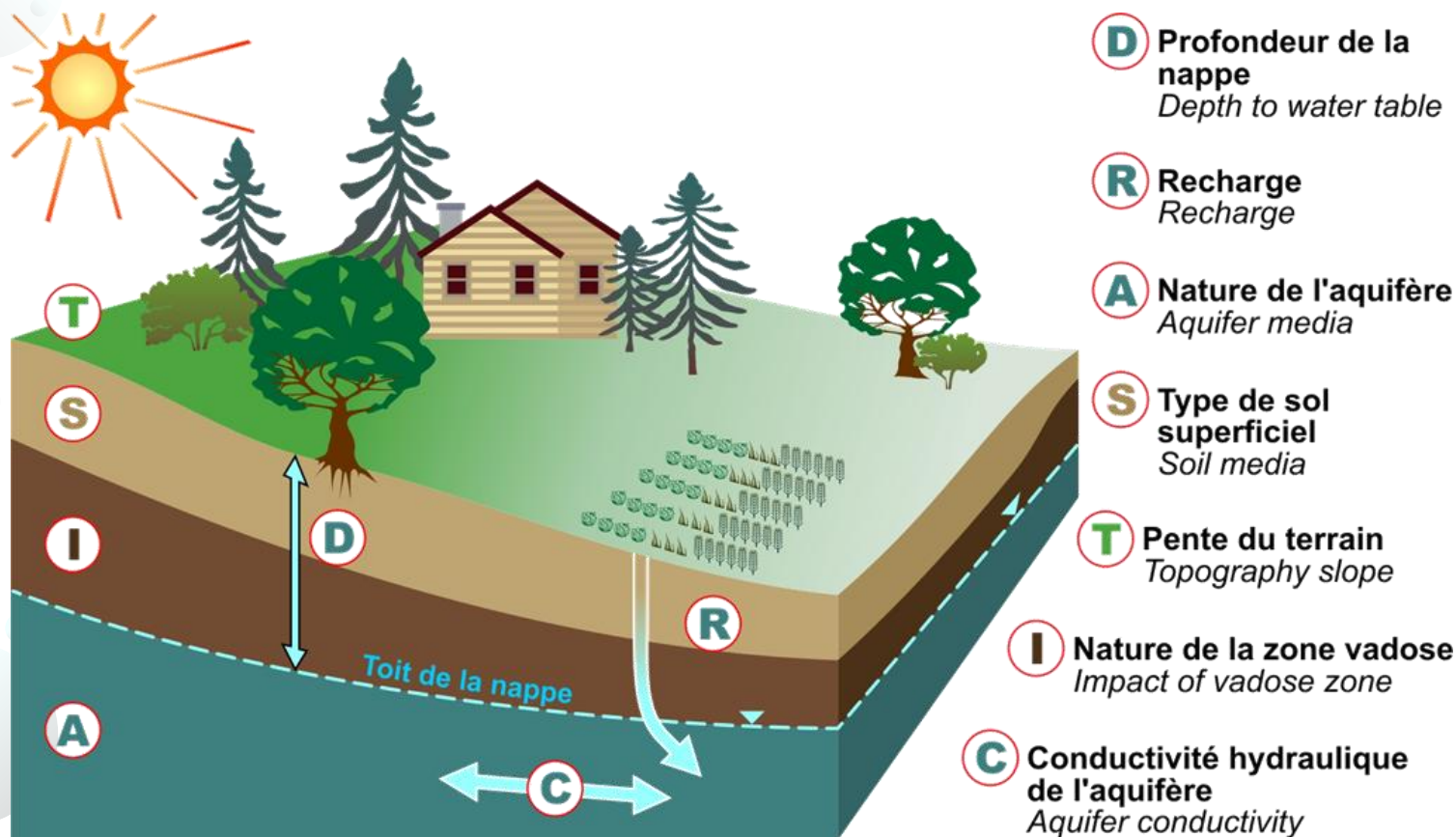
➤ Le calcul de l'indice **DRASTIC** tient compte de sept paramètres :



- ❑ 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**

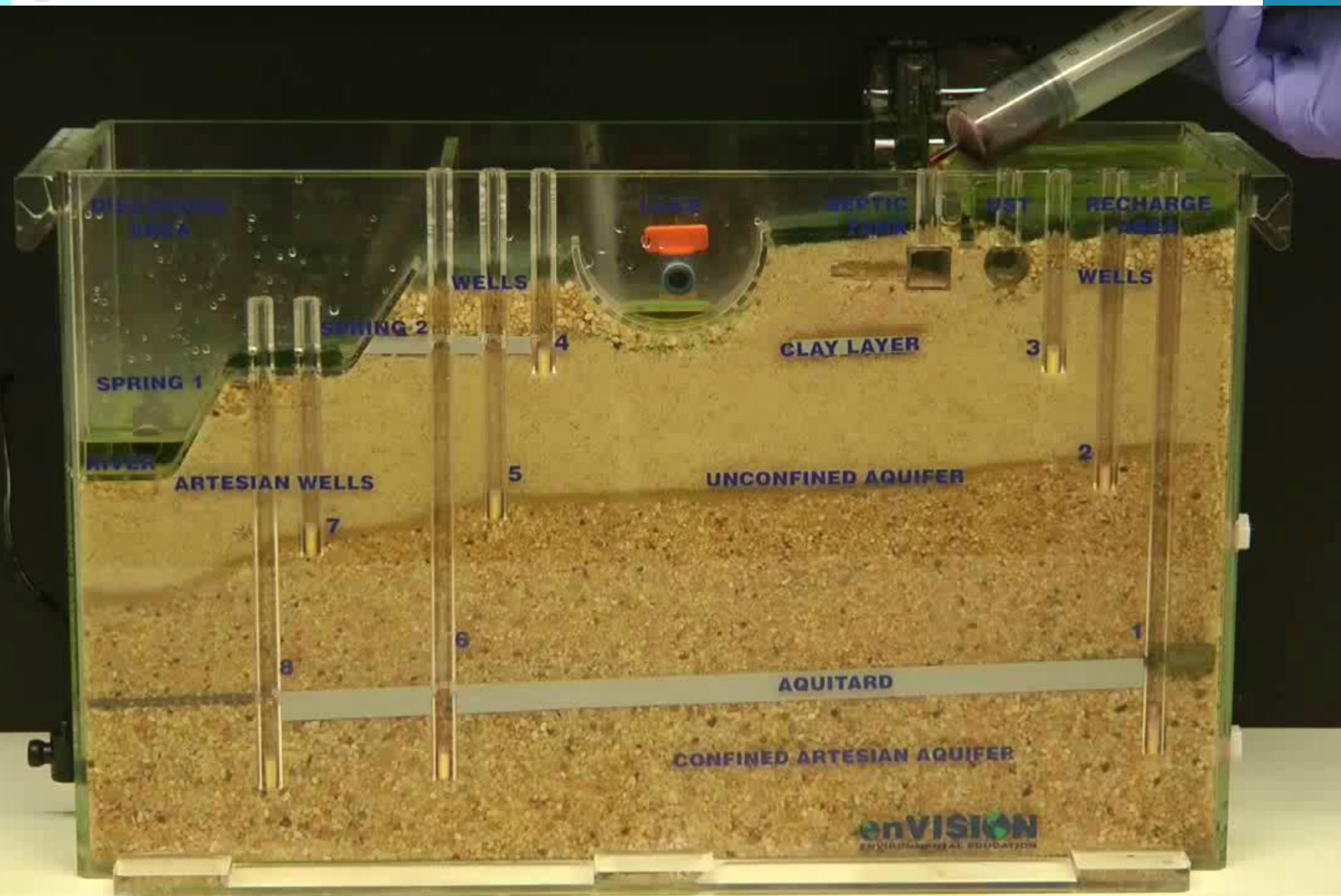


- ❑ La composition géochimique de l'eau souterraine est influencée par la **dissolution** de certains minéraux présents dans les matériaux géologiques.
 - Plus la distance parcourue par l'eau souterraine dans l'aquifère est grande, et plus le temps de résidence est long, plus l'eau souterraine sera **évoluée** et **minéralisée**.
- ❑ Les **conditions de confinement** influencent la géochimie de l'eau souterraine :
 - Aquifère **non confiné**: eau récente, peu évoluée et minéralisée, signature géochimique se rapprochant de l'eau de précipitation
 - Aquifère **confiné** : eau ancienne, plus évoluée et 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

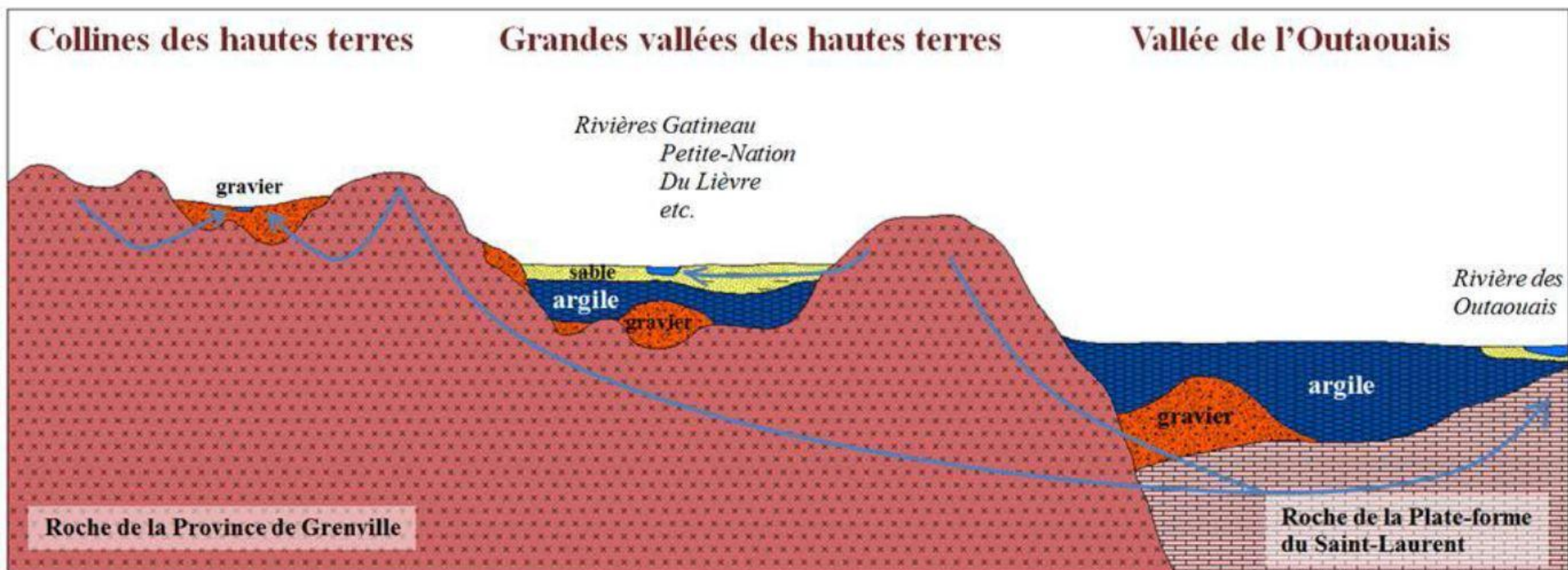


- ❑ Analyses **régionales** réalisées à l'échelle 1/250 000
- ❑ Méthodes de traitement impliquent des généralisations et une importante simplification de la complexité du milieu naturel
- ❑ Méthodes d'interpolation à partir de données de forage ponctuelles
- ❑ Répartition non uniforme des données de 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.

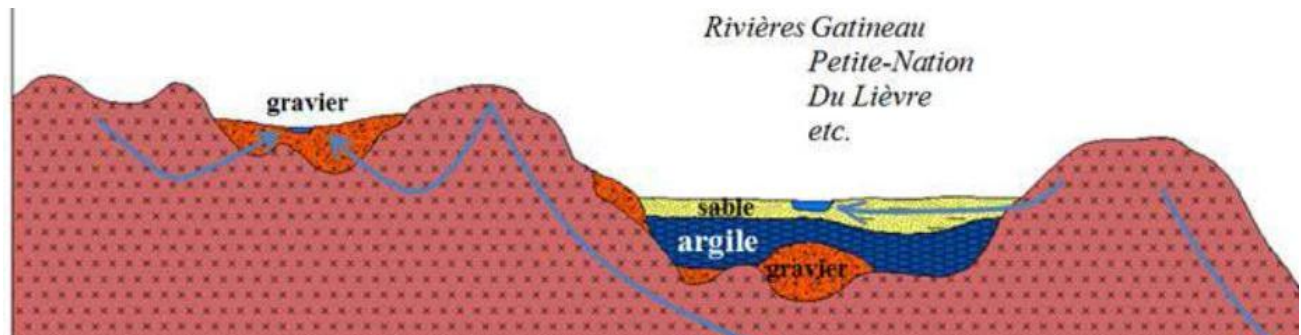
Les contextes des HAUTES-TERRES

Les contextes des BASSES-TERRES



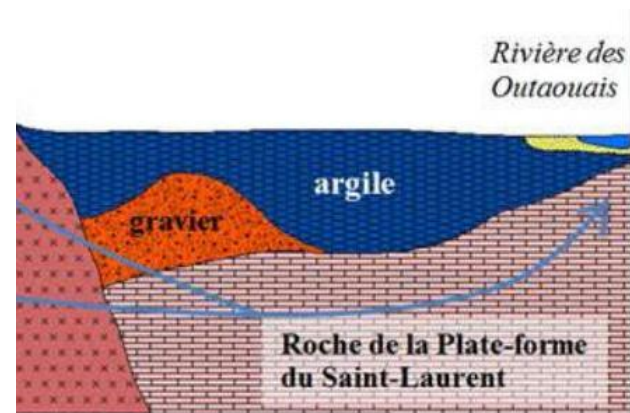
❑ Les Hautes-terres

- 84% du territoire de l'Outaouais
- Roches de la Province de Grenville → **aquifère**
- Sables et graviers fluvioglaciaires, deltaïques, alluvionnaires ou éoliens par endroit dans les vallées → **aquifère**
- Couverture d'argiles ou silts marins dans les grandes vallées → **aquitard**
- Aquifères non confiné sur les collines, confinés dans les grandes vallées
- Écoulement souterrain depuis les hauts topographiques vers le fond des vallées
- Recharge élevée sur les collines, résurgence dans les lacs et cours d'eau
- Vulnérabilité très variable, de faible à élevée
- Eau peu évoluée et minéralisée



❑ Les Basses-terres

- 16% du territoire, en bordure de la rivière des Outaouais
- Roches de la Plate-forme du Saint-Laurent → **aquifère**
- Dépôts meubles épais, jusqu'à 100 m
- Importante couche d'argiles → **aquitard**
- Sables et graviers fluvioglaciaires, deltaïques, alluvionnaires ou éoliens par endroit → **aquifère**
- Aquifères souvent confinés, parfois non confiné vers l'ouest
- Recharge limitée, résurgence dans la rivière des Outaouais
- Vulnérabilité faible, parfois plus élevée
- Eau plus évoluée et minéralisée



PRÊTS POUR LES ATELIERS?

CdP
p. 23
et +

CONCLUSION



LES HAUTES-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 HAUTES-TERRES

❑ 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