

Les eaux souterraines et mon puits en contexte de changements climatiques

Bonjour !



Miryane Ferlatte

Coordonnatrice scientifique
RQES

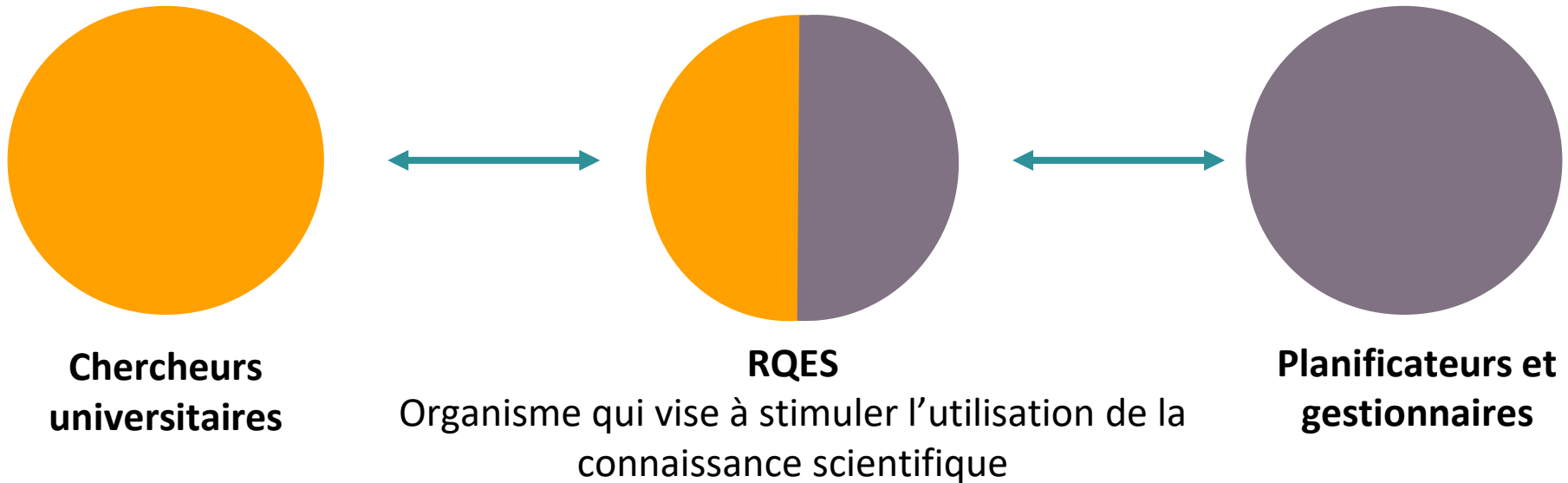
Formation

Baccalauréat en Sciences de la Terre
Maîtrise en hydrogéologie

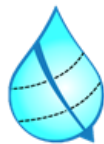


Le Réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES)

Faire le lien entre la recherche et les
planificateurs et gestionnaires



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



www.rques.ca



L'approche du RQES

Miser sur les connaissances de tous les participants et sur
« l'expérience » (apprendre en faisant)



Présentation
magistrale



Question éclair



Introduction





Contexte

- › Sondage et entretiens sur les préoccupations et les aléas vécus en lien avec les CC
 - 80 % des 139 municipalités (cat. 1) questionnées ont subi des impacts des CC
 - Les sécheresses et les fortes pluies constituaient les événements les plus fréquemment mentionnés
 - Eau de surface = dégradation de la qualité
 - Eau souterraine = sécheresses et pénuries

- › Pénuries d'eau et puits à sec font l'actualité



Contexte

Les pénuries d'eau frappent de plus en plus aux quatre coins du Québec

Radio-Canada a recensé des exemples de municipalités qui ont récemment subi un manque d'eau.

ACTUALITÉS

Marie-Josée Bétournay - Initiative de journalisme local | 24 septembre 2025 | 09h00 | 0 commentaires

Changements climatiques et besoins en eau : les réserves fragilisées

Info | Environnement | Agriculture

« Il va manquer d'eau dans plein d'endroits si on continue comme ça »

À Mercier et à Saint-Rémi, en Montérégie, les agriculteurs creusent toujours plus profond pour trouver de l'eau.

Info | Environnement | Changements climatiques

Manque d'eau : les creuseurs de puits du Québec sont « débordés » d'appels

Certains clients n'ont même plus assez d'eau pour faire une brassée de lavage, témoignent des puisatiers.

Actualités locales

Réserves d'eau: Sutton en mode alerte

Par Jean-François Guillet, La Voix de l'Est


13 août 2025 à 12h56 | Mis à jour le 13 août 2025 à 14h28

Info | Environnement | Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine

Devant des puits à sec, Percé veut cartographier son territoire



Objectifs



Sensibiliser les municipalités sur la protection des sources d'eau potable souterraines face aux enjeux des changements climatiques

- › Connaître les contextes hydrogéologiques de la région
- › Comprendre l'impact des CC sur les sources d'eau potable souterraines et leur lien avec les eaux de surface
- › Apprendre sur les outils disponibles pour protéger et gérer les eaux souterraines (PGES)





Plan de la présentation

1. Quelques notions de base en hydrogéologie
2. Les PACES et les contextes hydrogéologiques des Laurentides et de l'Outaouais
3. L'impact des changements climatiques sur les sources d'approvisionnement en eau souterraine et leur lien avec les eaux de surface
4. Les outils disponibles pour protéger et gérer les eaux souterraines



1

L'eau souterraine, c'est quoi ?

Les notions de base

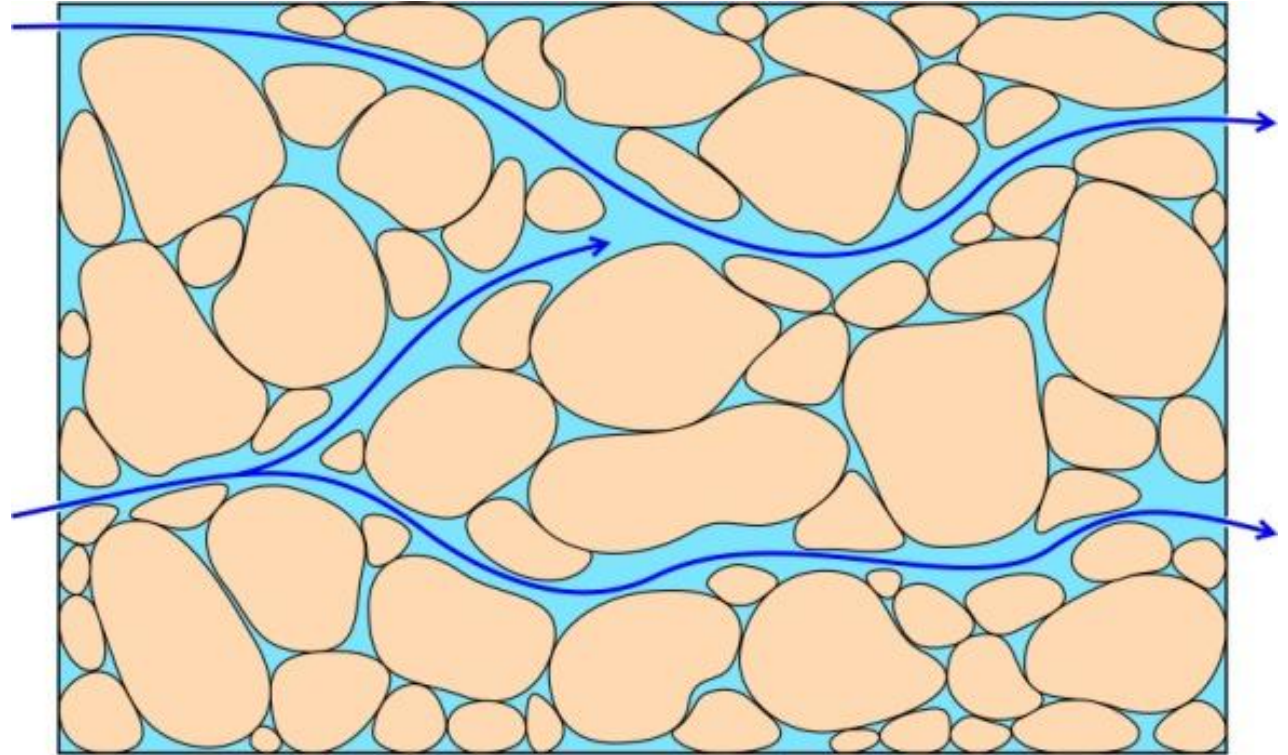


Définitions de base - **EAU SOUTERRAINE**



□ L'**EAU SOUTERRAINE** est l'eau qui se trouve sous la surface du sol et qui remplit les espaces vides du milieu géologique

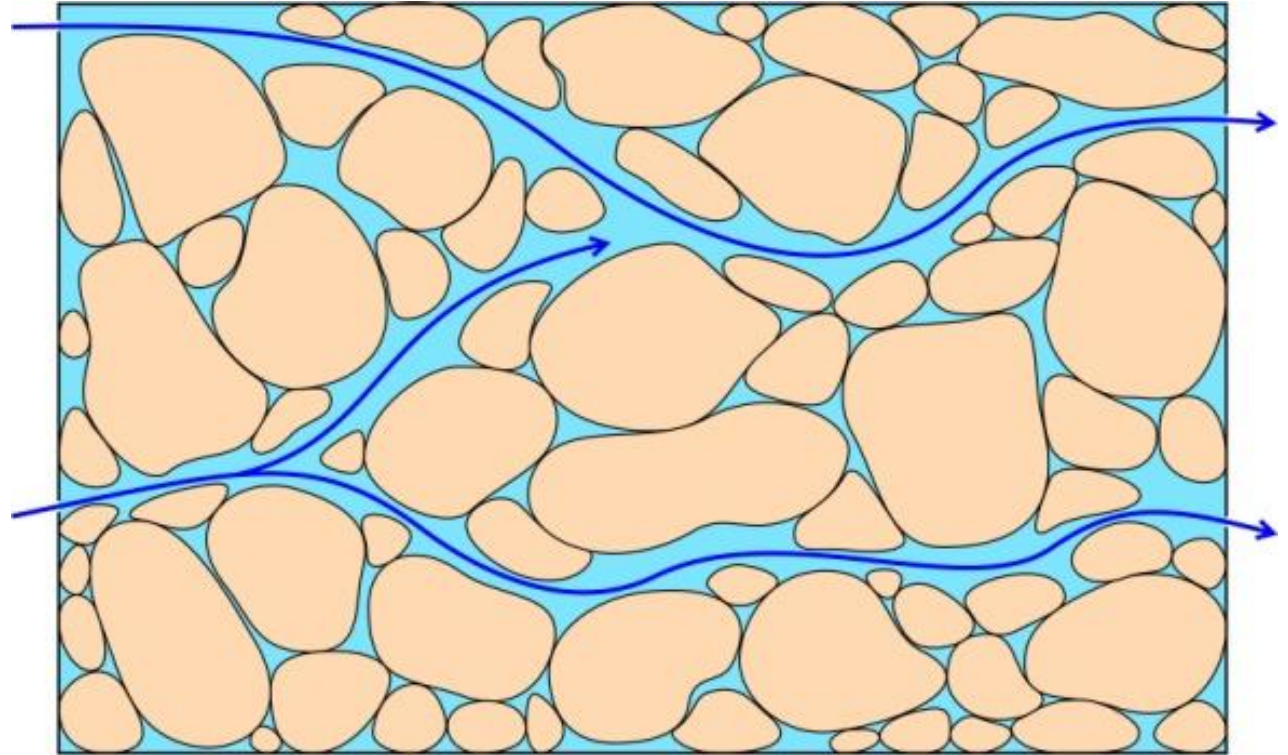
- On en retrouve partout sous nos pieds !
- Comme pour l'eau en surface, l'eau souterraine s'écoule dans l'aquifère, mais beaucoup plus lentement





Définitions de base - **POROSITÉ**

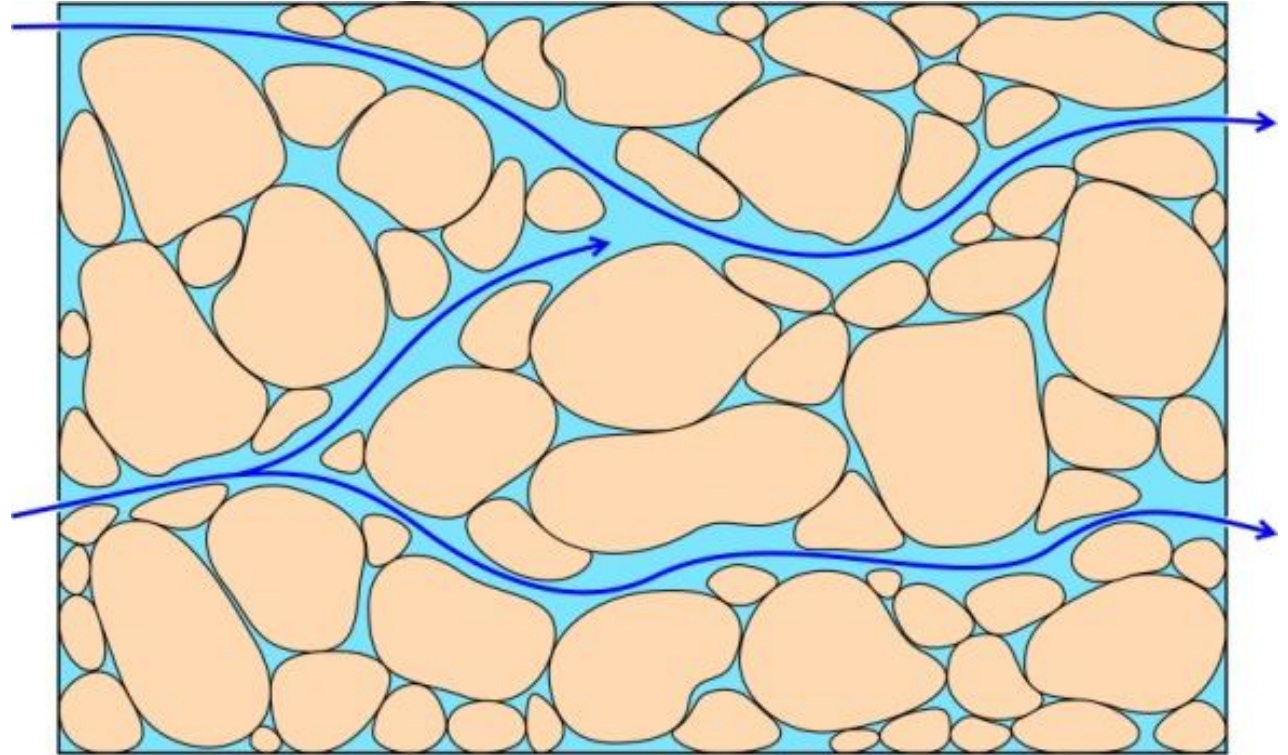
- La **POROSITÉ** est le volume (en %) des pores, c'est-à-dire des espaces vides au sein de la matrice solide.
- Plus la porosité est élevée, plus il y a d'espace disponible pour emmagasiner de l'eau.





Définitions de base - **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

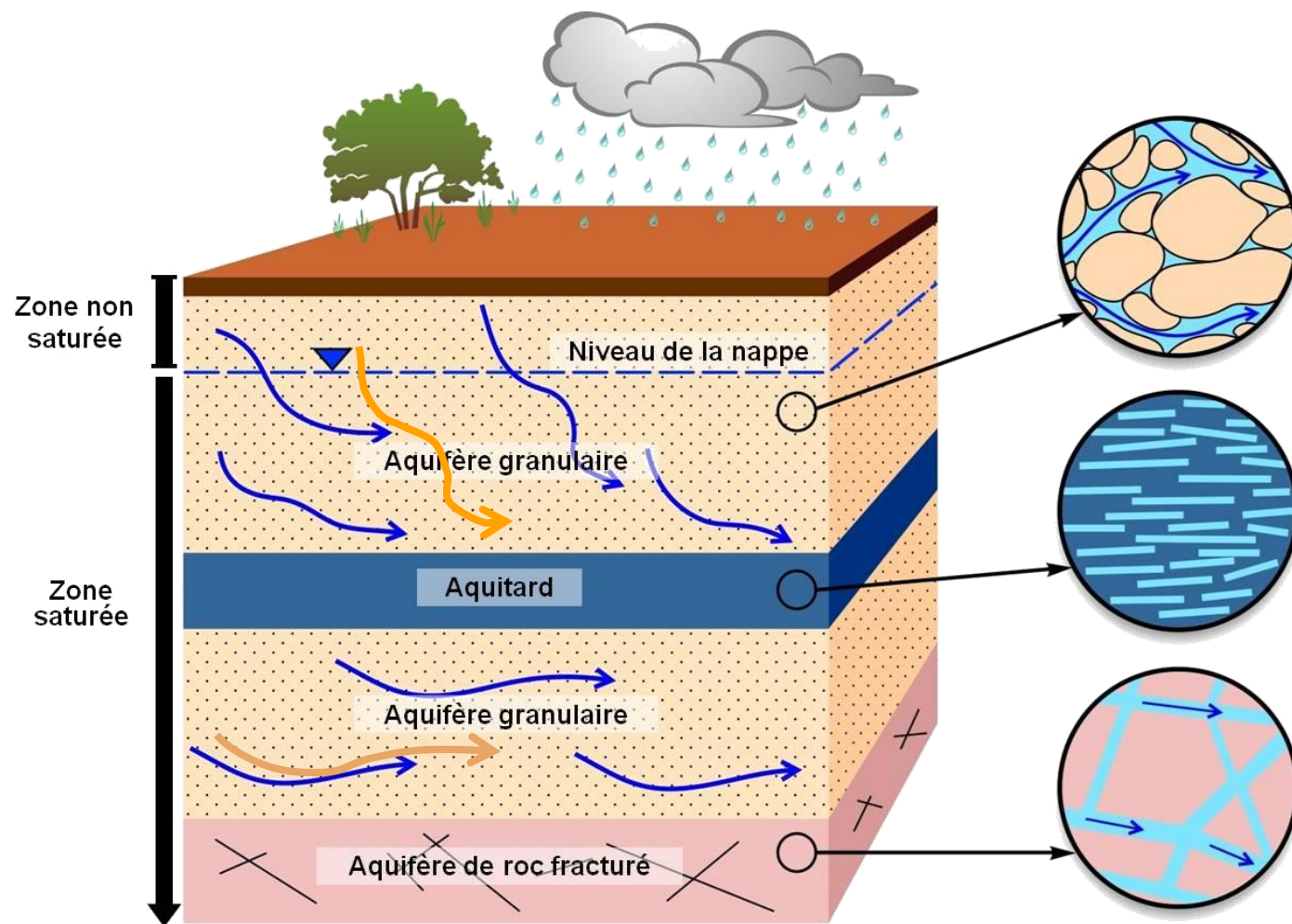




Définitions de base - **NAPPE**

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

→ C'est le **contenu**

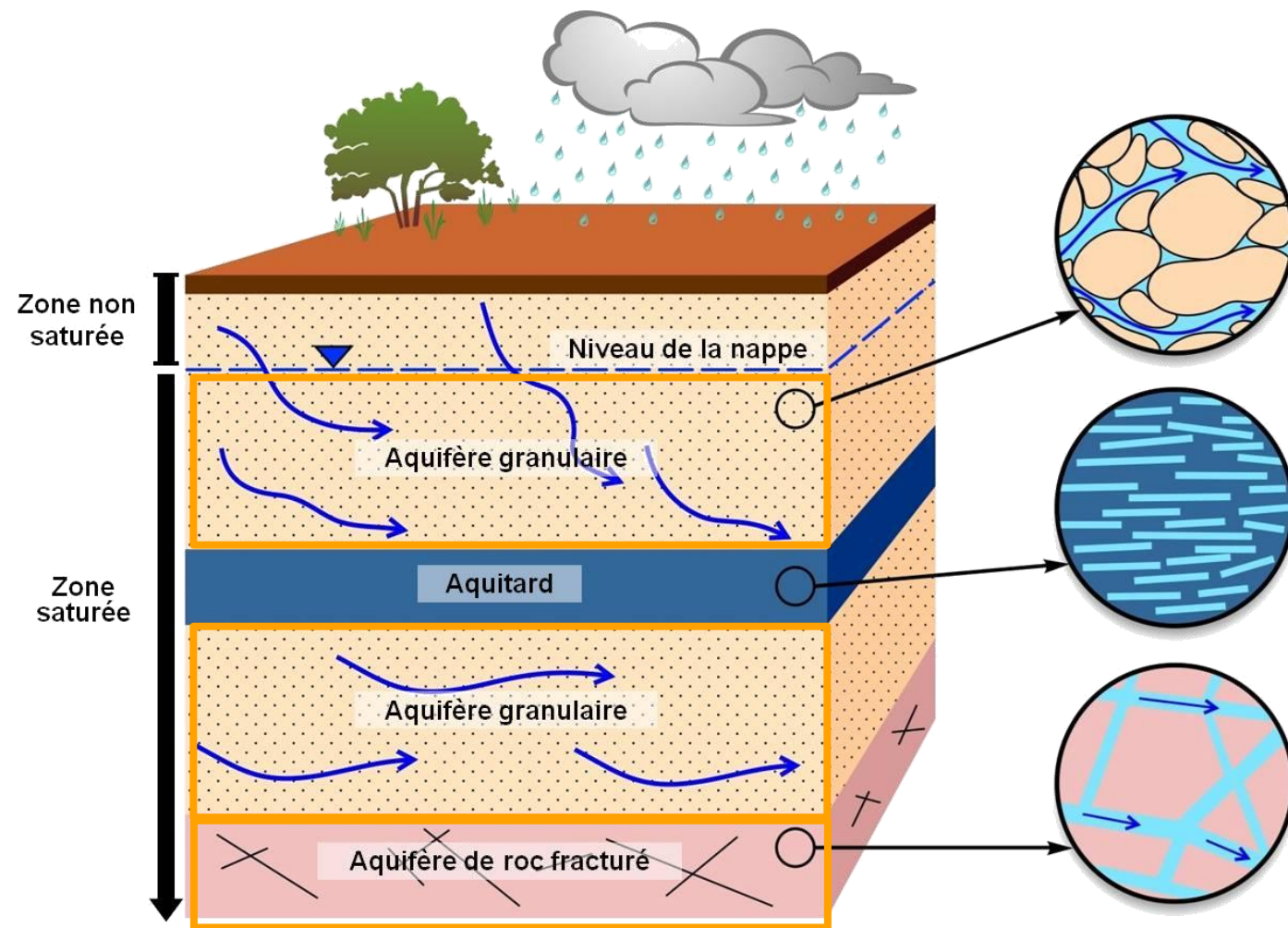




Définitions de base - **AQUIFÈRE**

□ Un **AQUIFÈRE** est une formation géologique saturée en eau et suffisamment perméable pour permettre son pompage

→ C'est le **contenant**

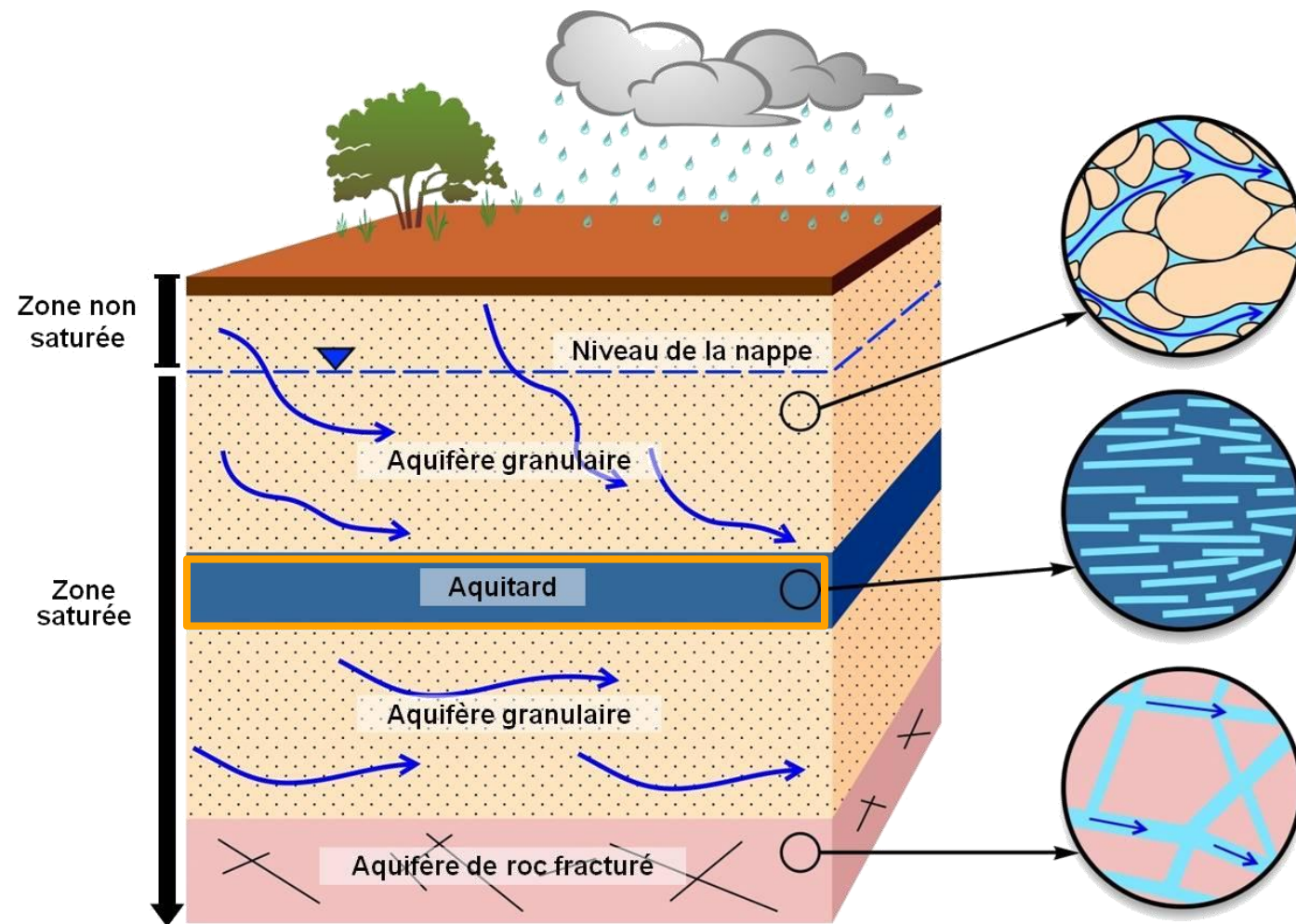




Définitions de base - **AQUITARD**

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

→ Considéré **imperméable**



Question éclair



Quel paramètre correspond à la perméabilité d'un aquifère ?



a) La porosité



b) La conductivité hydraulique



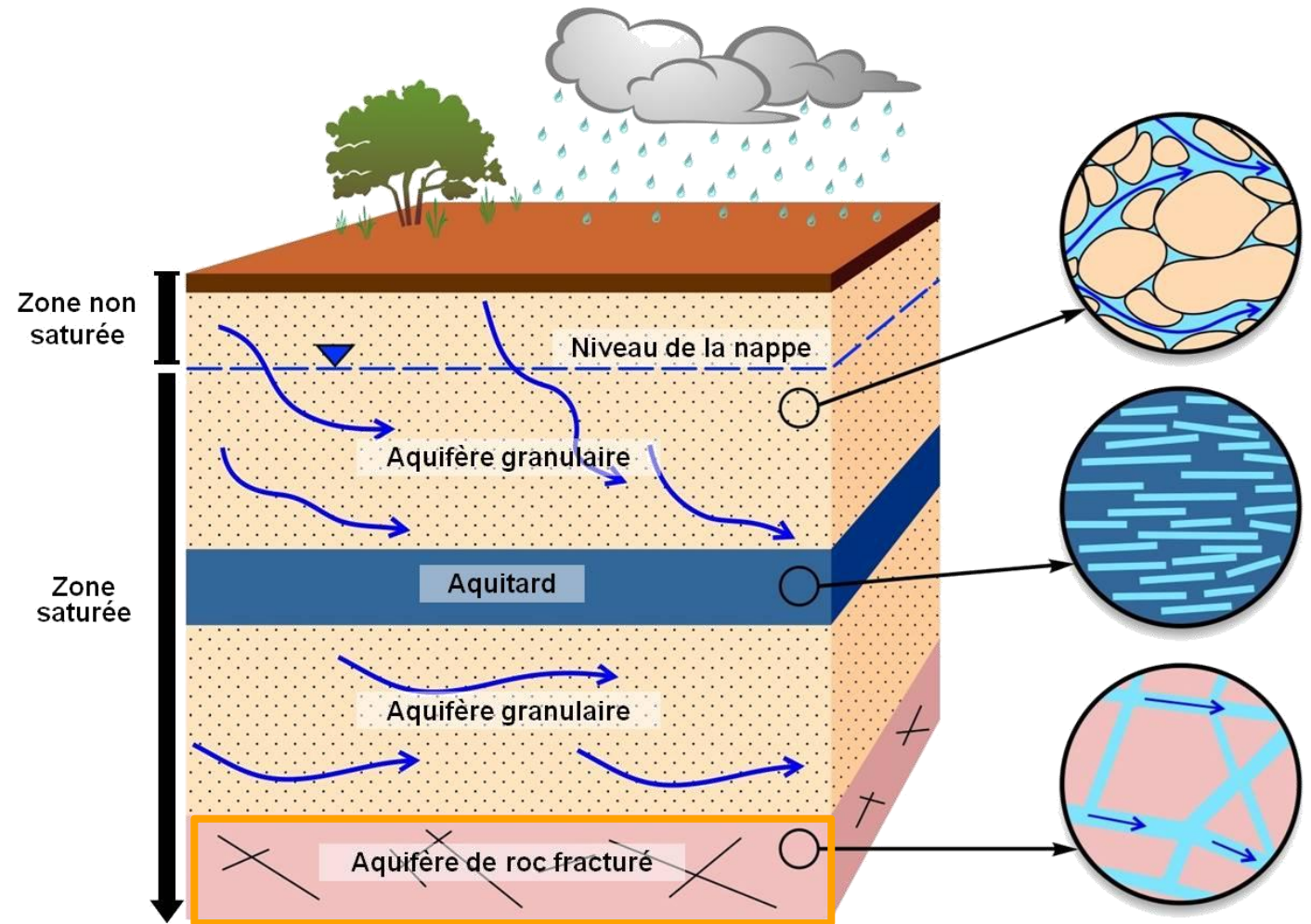
c) Le débit



Définitions de base – **TYPES D'AQUIFÈRE**

AQUIFÈRES DE ROC FRACTURÉ

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

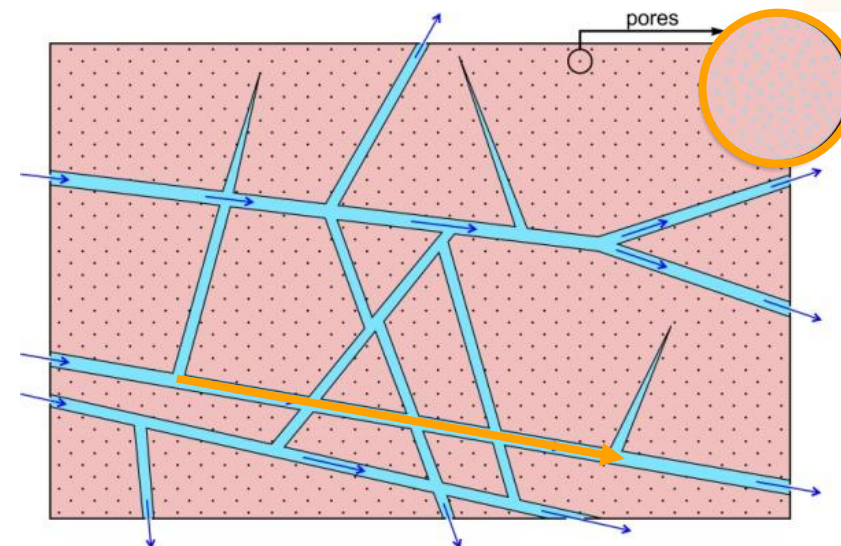




Définitions de base – TYPES D'AQUIFÈRE

AQUIFÈRES DE ROC FRACTURÉ

- ❑ 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

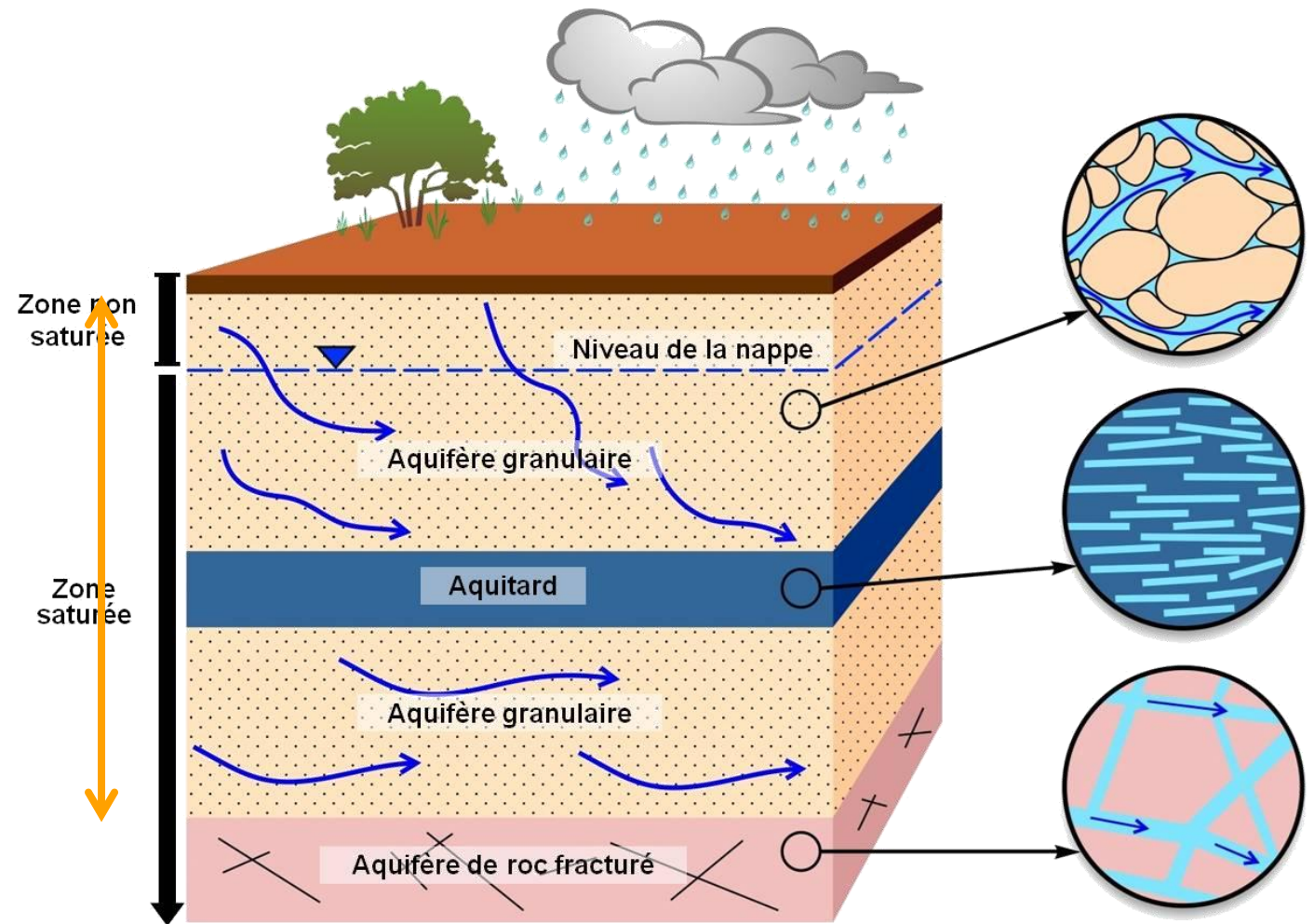




Définitions de base – **TYPES D'AQUIFÈRE**

AQUIFÈRES DE DÉPÔTS MEUBLES

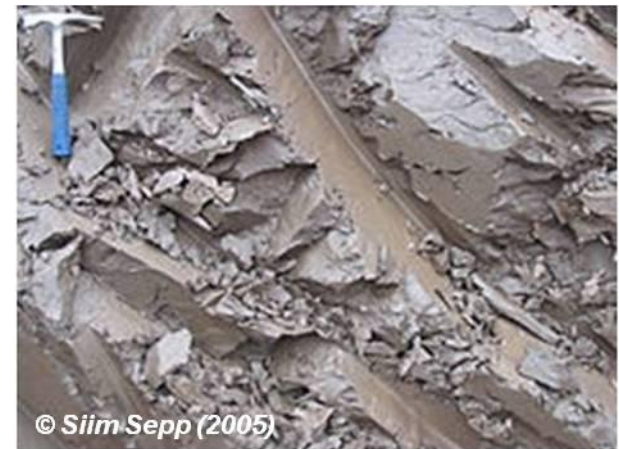
- ❑ Les **DÉPÔTS MEUBLES** sont l'ensemble des sédiments qui proviennent de l'érosion du socle rocheux et qui le recouvrent.
- ❑ Les dépôts meubles sont souvent représentés sur une carte de la **géologie du Quaternaire**.



Définitions de base – **TYPES D'AQUIFÈRE**

AQUIFÈRES 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



Question éclair



Dans le roc fracturé, l'eau circule surtout dans les pores



Vrai

☐

Faux

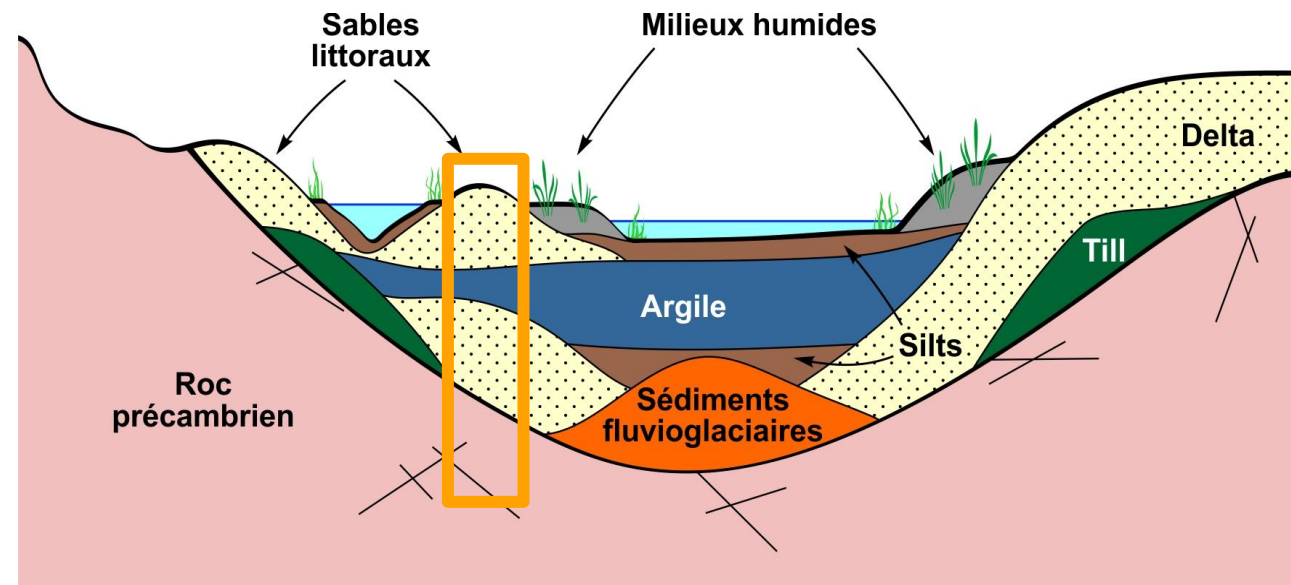
☒

F: Dans le roc fracturé, l'eau circule surtout dans les fractures.



Définitions de base – CONTEXTES HYDROGÉOLOGIQUES

- ❑ La représentation des **SÉQUENCES HYDROSTRATIGRAPHIQUES** est faite sur une coupe en deux dimensions ou sur une colonne stratigraphique.
- ❑ La superposition des différentes unités géologiques (dépôts meubles et roc) y est représentée afin d'en apprécier leur **continuité**, leur **étendue** et leur **épaisseur**.
- ❑ Ces contextes exercent une influence sur l'**écoulement** et la **qualité** de l'eau souterraine.
- ❑ Ces séquences déterminent les **conditions de confinement** des aquifères.

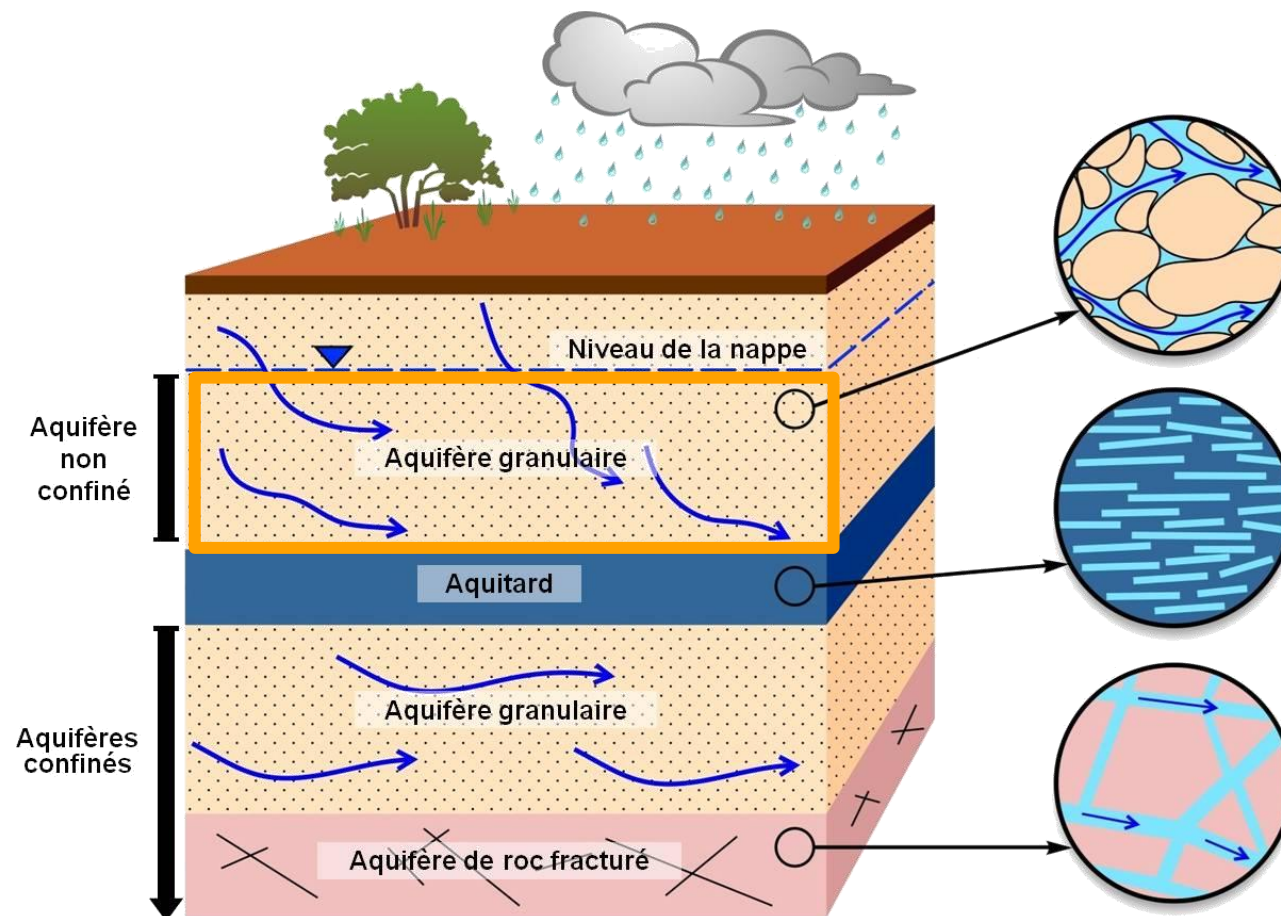




Définitions de base – **CONDITIONS DE CONFINEMENT**

❑ Un **AQUIFÈRE NON CONFINÉ** n'est pas recouvert par un **aquitard**:
à **nappe libre**

- Directement rechargé par l'infiltration verticale
- Plus vulnérable à la contamination

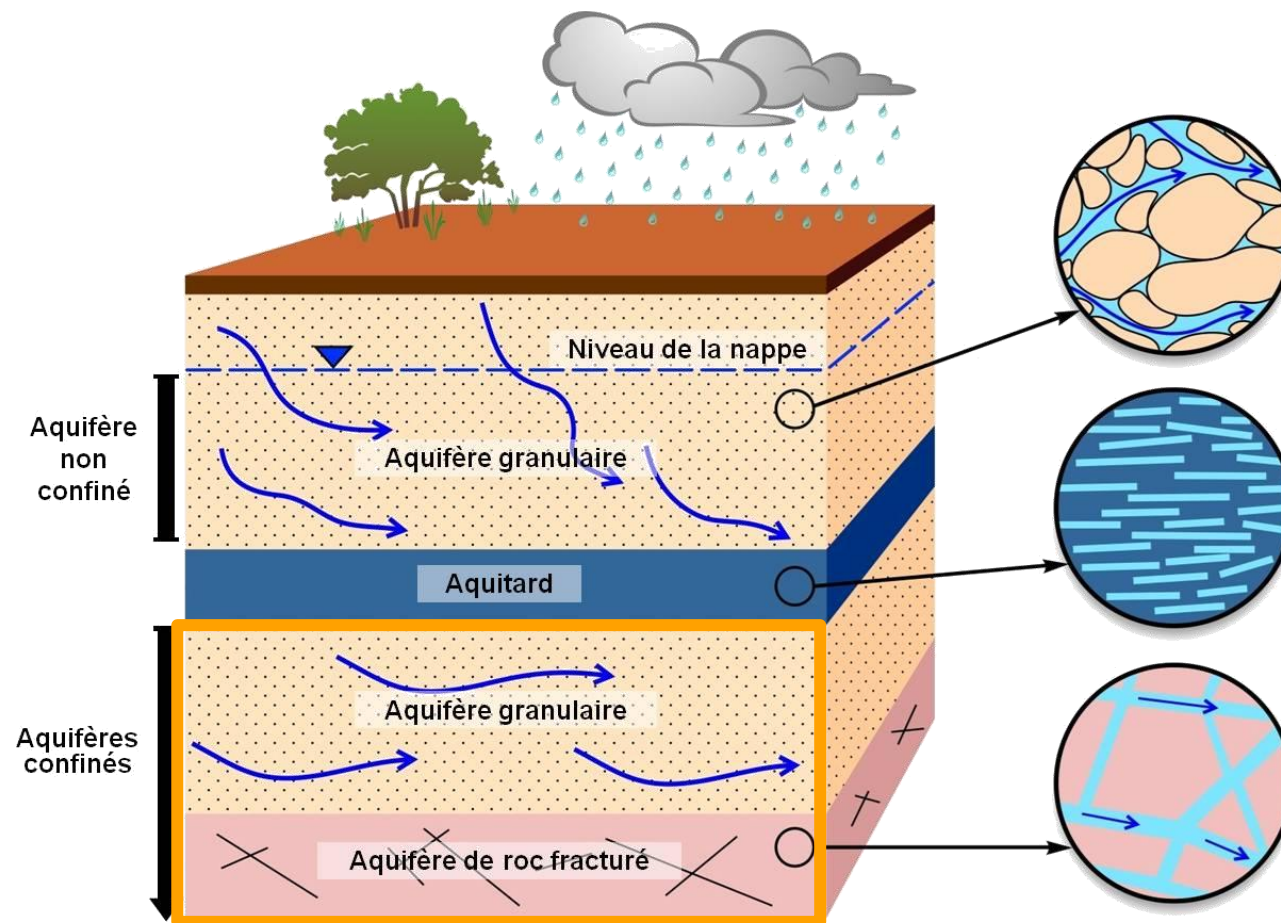




Définitions de base – **CONDITIONS DE CONFINEMENT**

□ Un **AQUIFÈRE CONFINÉ** est emprisonné sous un **aquitard**: à **nappe captive**

- Pas directement rechargé par l'infiltration verticale
- Protégé des contaminants provenant directement de la surface

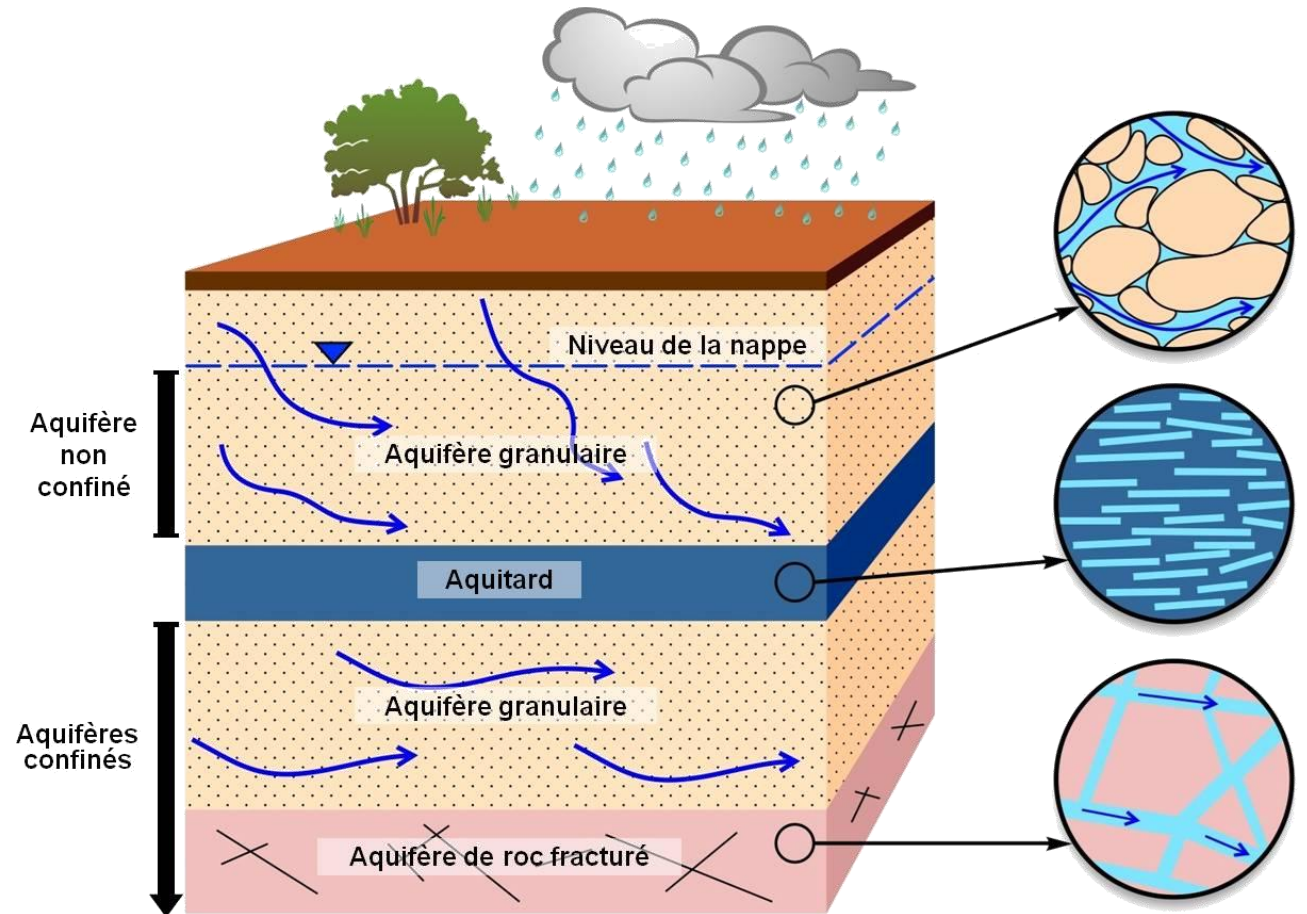




Définitions de base – **CONDITIONS DE CONFINEMENT**

□ Un **AQUIFÈRE SEMI-CONFINÉ** est recouvert de couches confinantes qui ne sont pas totalement imperméables ou de faible épaisseur: à **nappe semi-captive**

- Modérément rechargé par l'infiltration verticale
- Modérément vulnérables à la contamination



Question éclair



Comment nomme-t-on un aquifère recouvert d'un aquitard ?



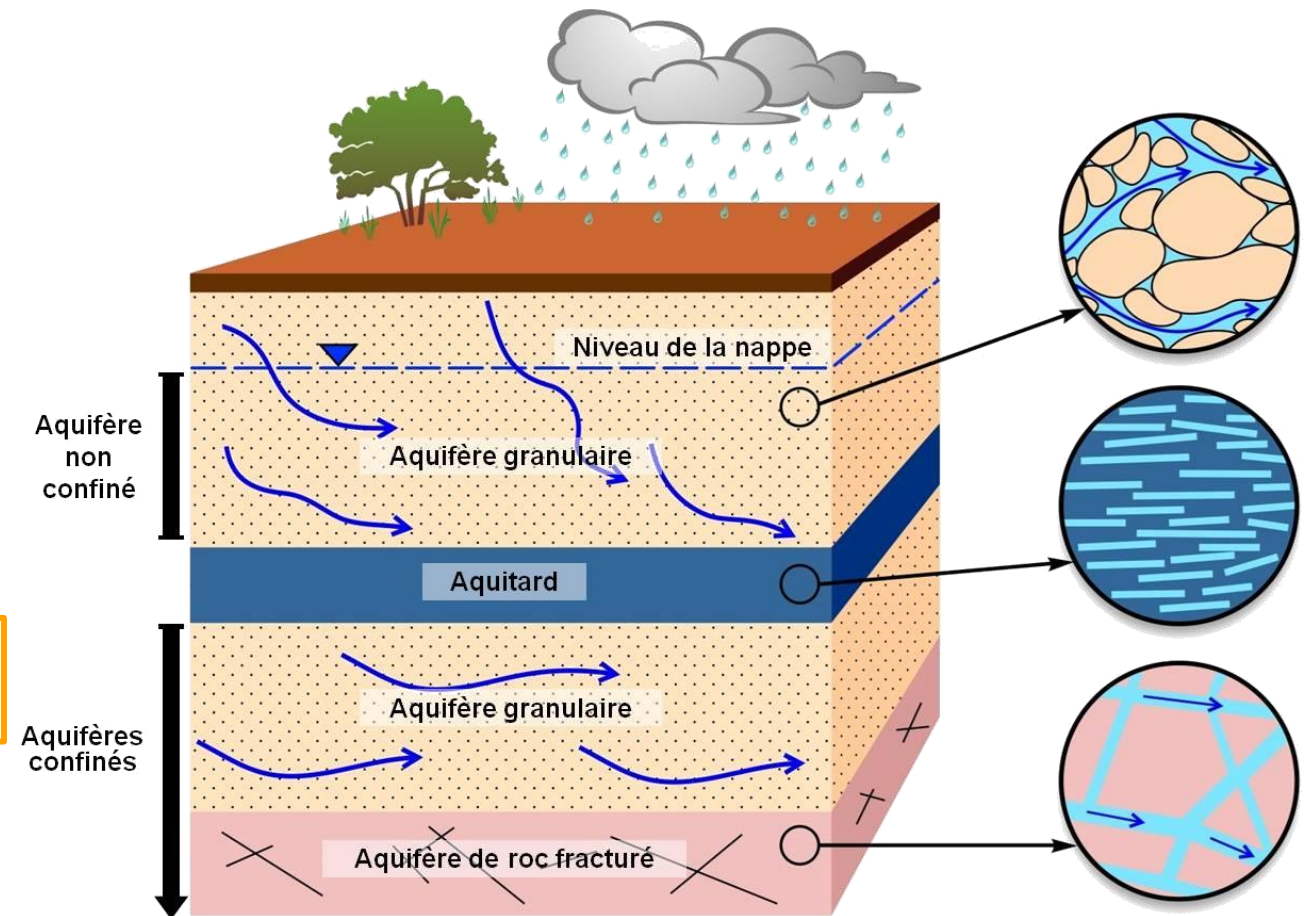
a) Un aquifère non confiné (à nappe libre)



b) Un aquifère de roc fracturé



c) Un aquifère confiné (à nappe captive)





Définitions de base – PIÉZOMÉTRIE

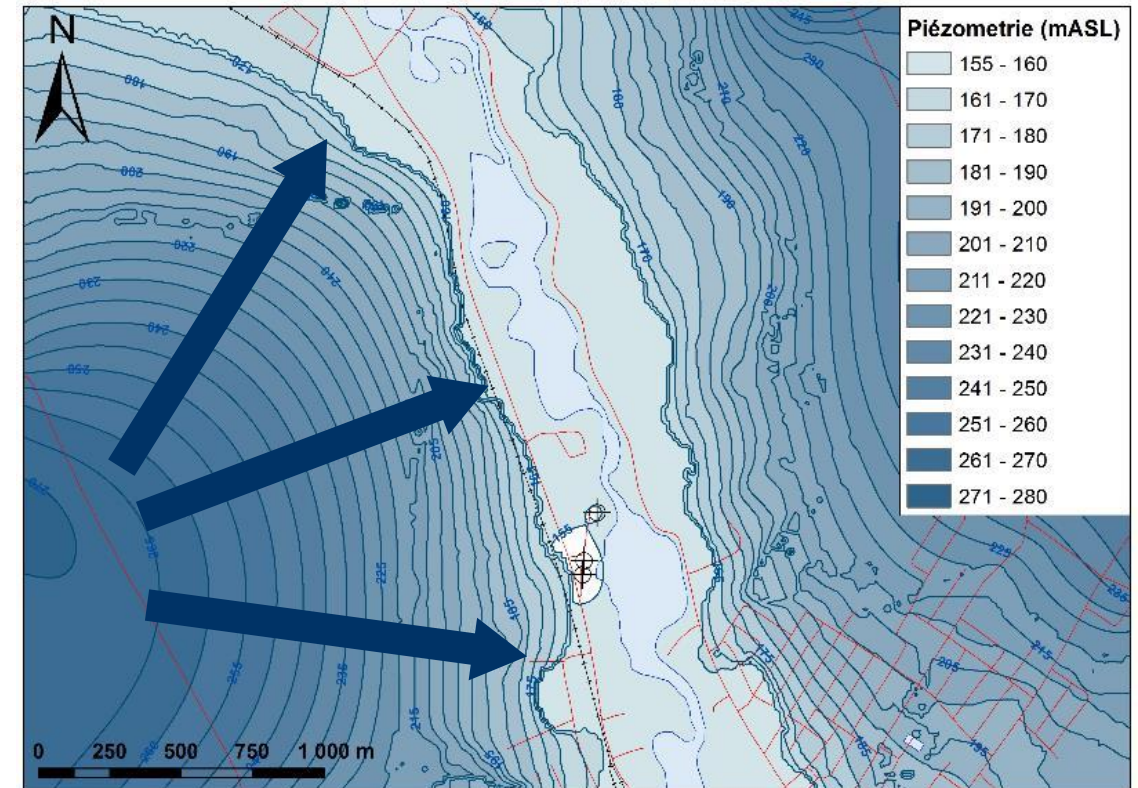
- La **PIÉZOMÉTRIE** représente l'élévation de la nappe dans un aquifère.
- Le **niveau piézométrique** (ou charge hydraulique) correspond à l'élévation du niveau de l'eau souterraine mesurée dans un puits par rapport au NMM.





Définitions de base – PIÉZOMÉTRIE

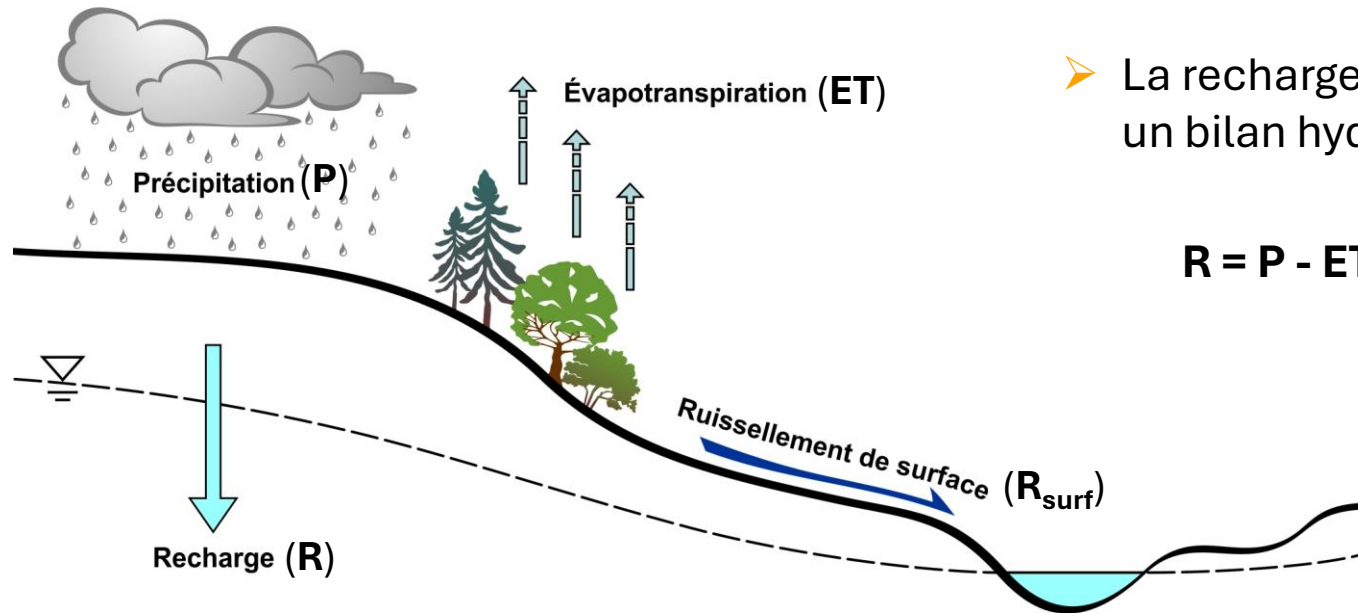
- ❑ Les **ISOPIÈZES**: lignes joignant les points de même niveau d'eau, à la manière des courbes de niveau topographique.
- ❑ Indique le **sens de l'écoulement** de l'eau souterraine qui circule des zones à piézométrie élevée vers celles à piézométrie plus basse.
- ❑ Plus les lignes sont rapprochées, plus la pente est forte et plus l'écoulement se fait rapidement.
- ❑ On considère généralement que la piézométrie constitue en fait une réplique adoucie de la surface du sol.





Définitions de base – RECHARGE ET RÉSURGENCE

- La **RECHARGE** correspond à la quantité d'eau (**en mm/an**) qui s'infiltre dans le sol et atteint la nappe phréatique.



- La recharge est calculée comme un bilan hydrique :

$$R = P - ET - R_{surf}$$

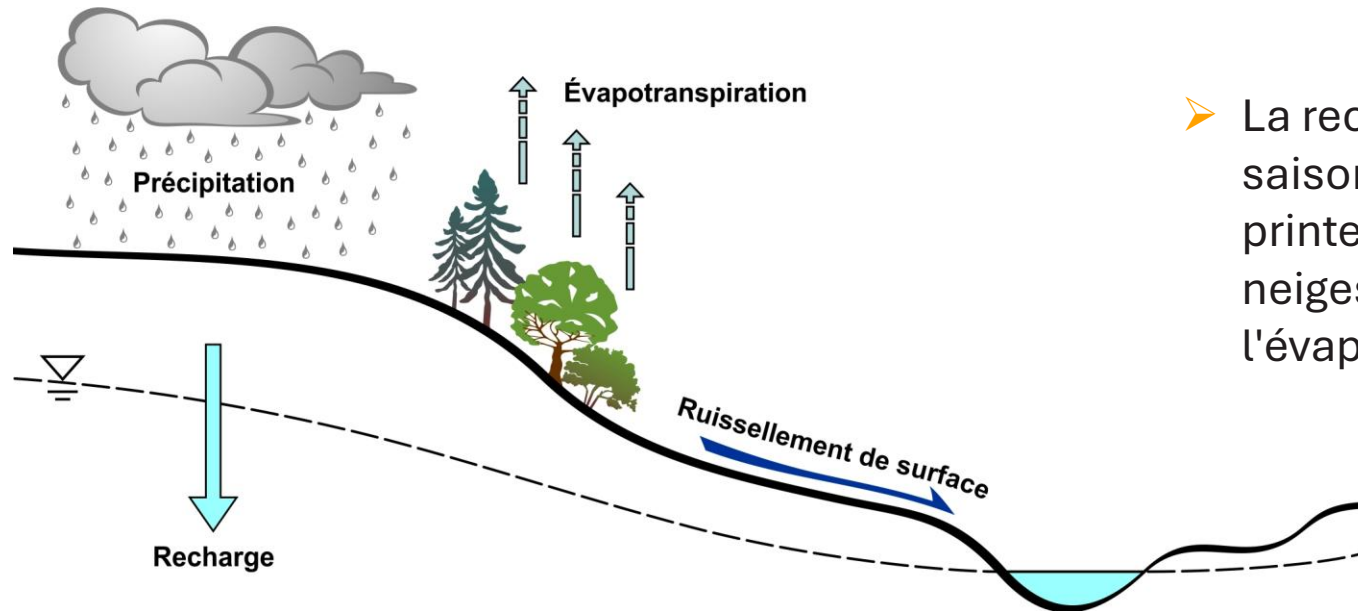
- L'estimation de la recharge est nécessaire pour évaluer les ressources disponibles en eau souterraine.
- Un niveau d'exploitation inférieur à 20% de la recharge est généralement jugé durable.



Définitions de base – RECHARGE ET RÉSURGENCE



- La recharge est liée aux conditions climatiques, à l'occupation du sol et aux propriétés physiques du sol, soit sa capacité à laisser s'infiltrer l'eau.



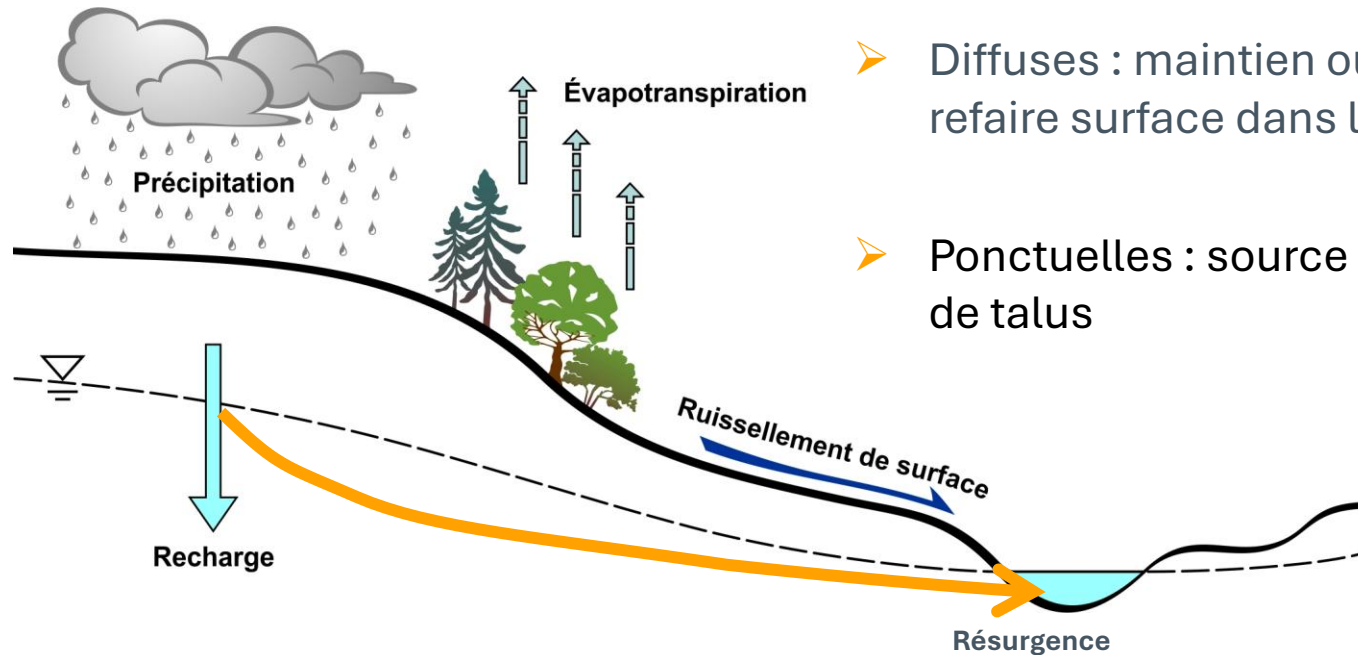
- La recharge se produit de façon saisonnière, principalement au printemps lors de la fonte des neiges, et à l'automne lorsque l'évapotranspiration diminue.

- En période estivale, les précipitations liquides sont partagées entre le ruissellement et l'évapotranspiration.
- En période hivernale, la neige est stockée jusqu'au printemps, sa remobilisation liquide est fonction de la température. Si le sol est gelé, l'ensemble de l'eau de surface ruisselle et la recharge est nulle.



Définitions de base – RECHARGE ET RÉSURGENCE

- Au terme de leur parcours souterrain, les eaux souterraines font **RÉSURGENCE**



- Diffuses : maintien ou création de milieux humides ou refaire surface dans les cours d'eau
- Ponctuelles : source ou têtes de ruisseaux situés en pied de talus

- En période d'étiage, l'essentiel de l'eau qui s'écoule dans les rivières provient de l'apport des eaux souterraines : **DÉBIT DE BASE**.
- Les zones de résurgence jouent un rôle vital dans le maintien des écosystèmes, notamment en fournissant un apport constant en nutriments et en eau pour la faune et la flore aquatiques.



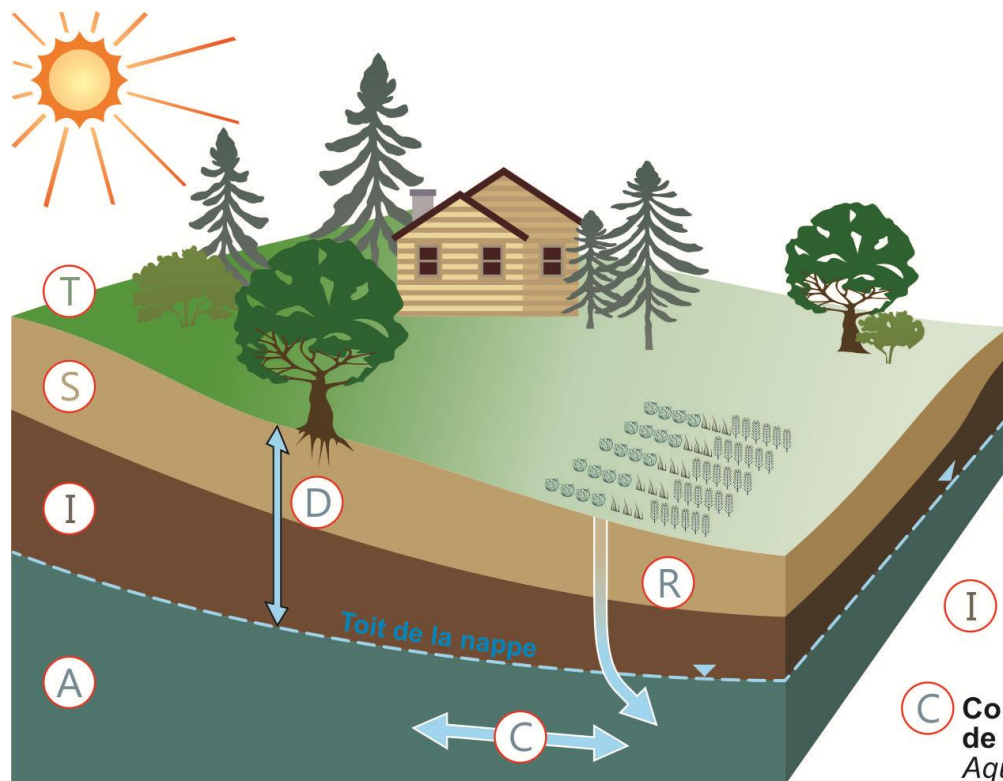
Définitions de base – **VULNÉRABILITÉ**

- ❑ La méthode **DRASTIC** fournit une évaluation relative de la vulnérabilité intrinsèque d'un aquifère, soit sa **susceptibilité à être affecté par une contamination provenant de la surface**.
- ❑ L'indice DRASTIC peut varier entre **23 et 226**. Plus l'indice est élevé, plus l'aquifère est vulnérable à la contamination.
- ❑ Permet d'estimer le **risque de dégradation de la qualité de l'eau souterraine** avec l'impact des activités potentiellement polluantes présentes en surface et l'importance de l'exploitation de l'aquifère.



Définitions de base – **VULNÉRABILITÉ**

- Le calcul de l'indice DRASTIC tient compte de sept paramètres physiques et hydrogéologiques:



(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 de la zone vadose
Impact of vadose zone

(C) Conductivité hydraulique de l'aquifère
Aquifer conductivity

POIDS



D : plus la nappe est profonde, plus l'indice est faible



R : plus la recharge est importante, plus l'indice est élevé



A : plus l'aquifère est composé de matériel grossier perméable, plus l'indice est élevé



S : plus le sol est composé de matériel grossier perméable, plus l'indice est élevé



T : plus la pente est accentuée, plus l'indice est faible



I : plus la zone non saturée est composée de matériel grossier, plus l'indice est élevé



C : plus la conductivité hydraulique est importante, plus l'indice est élevé.

Question éclair



Qu'est-ce qu'un niveau piézométrique ?



a) La pression atmosphérique



b) L'élévation du niveau de l'eau souterraine (par rapport au niveau moyen de la mer)



c) La profondeur de la nappe



Définitions de base – **QUALITÉ DE L'EAU**

Concentrations maximales acceptables (CMA)

❑ critères de potabilité, **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 (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 (Fe) $< 0,3$ mg/L, donne un goût métallique et tache la lessive et les accessoires de plomberie
- Ex. : Chlorures $< 0,250$ mg/L, fondé sur le goût et la corrosion

L'écoulement des eaux souterraines

Est-ce que ça va ?



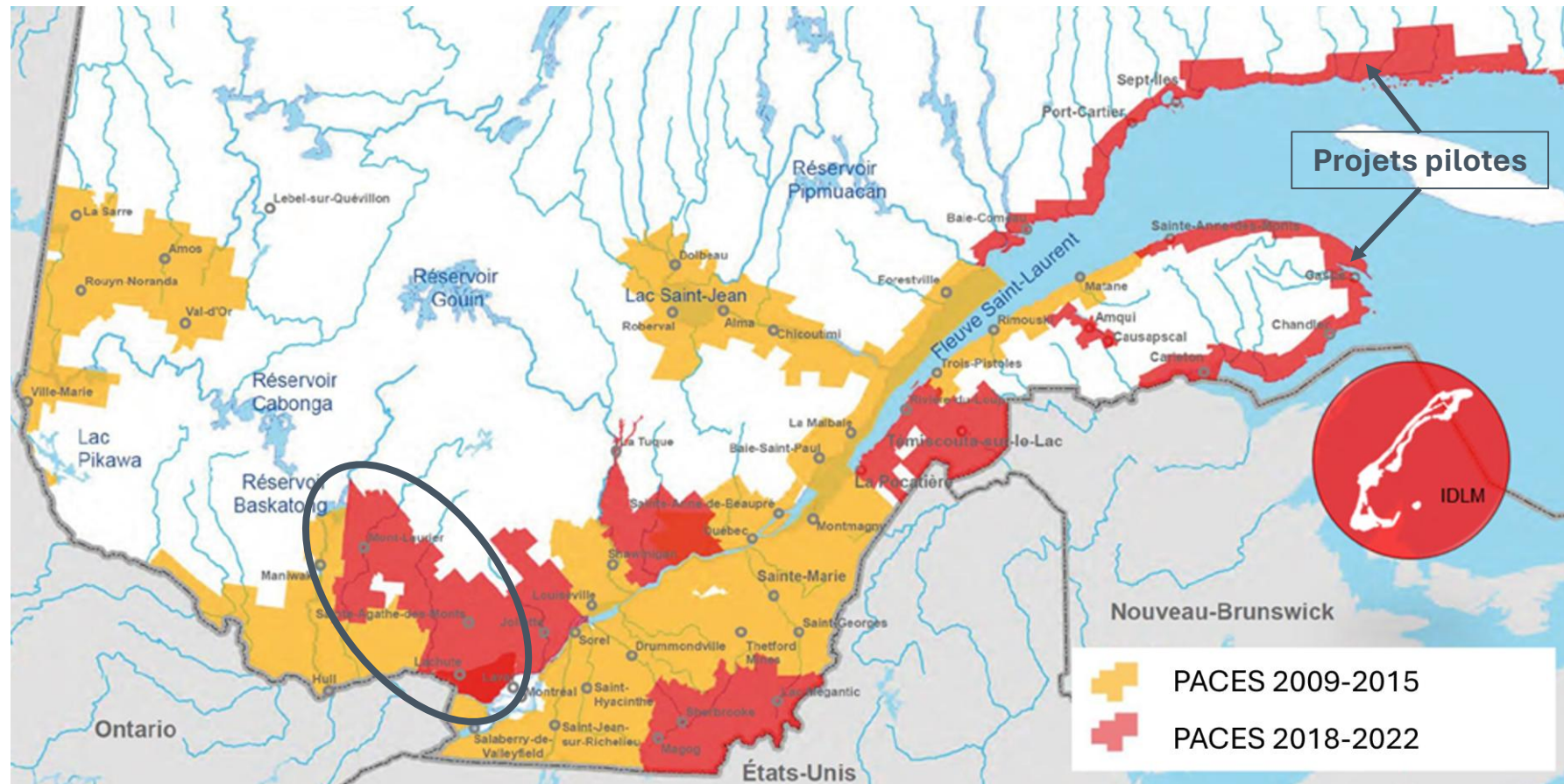
2

Les contextes hydrogéologiques de la région

Laurentides

Les PACES

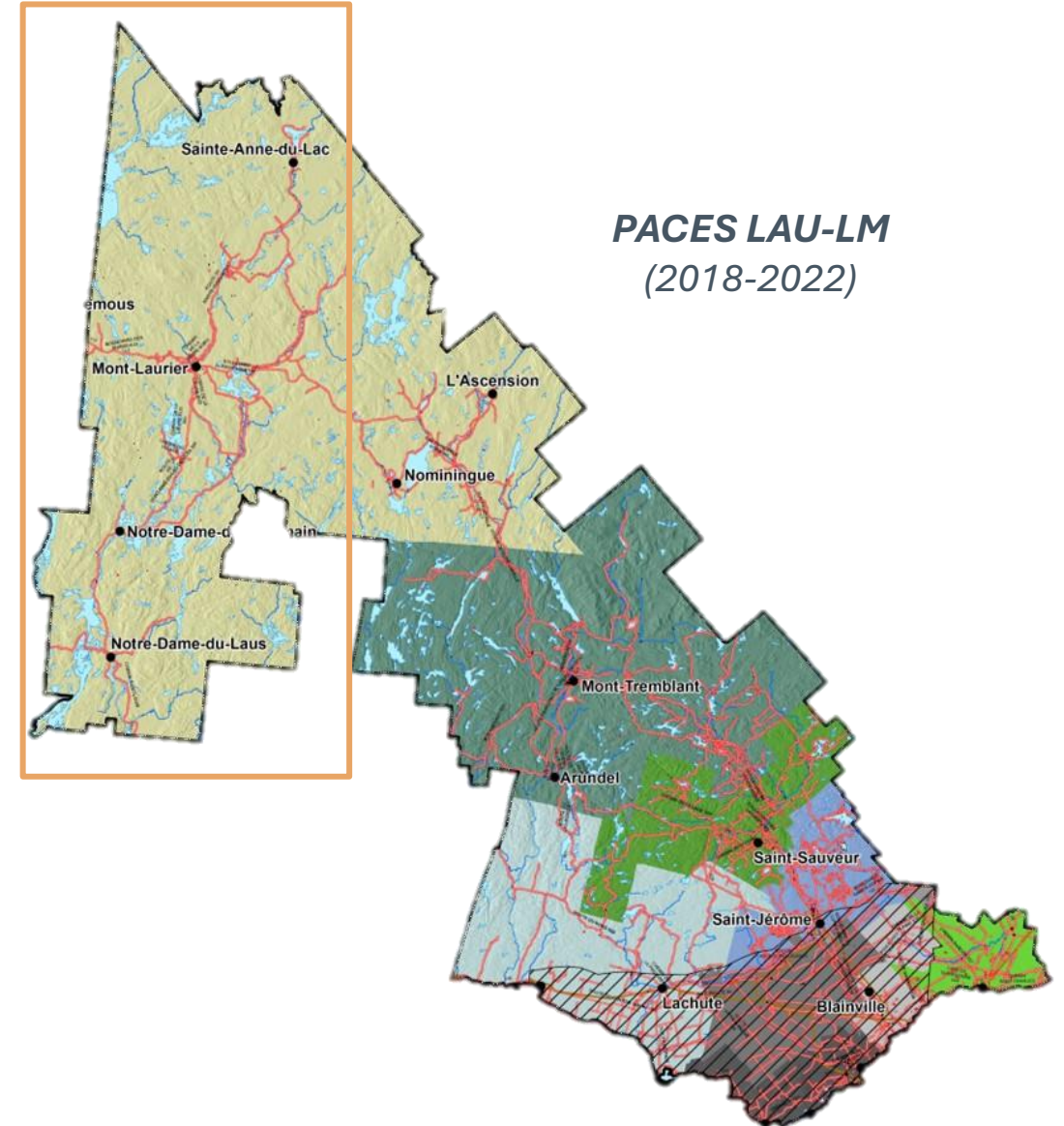
- › Dresser un **portrait régional** réaliste et concret de la ressource en eaux souterraines des territoires municipalisés du Québec méridional dans le but de la protéger et d'en assurer la pérennité.



Les PACES

Un PACES doit répondre aux questions suivantes:

1. Quelle est la nature des formations géologiques qui la contiennent ?
2. D'où vient l'eau (zones de recharge) et où va-t-elle (résurgences) ?
3. Est-elle potable et quels usages pouvons-nous en faire ?
4. Quelles sont les quantités exploitées et exploitables de façon durable ?
5. Est-elle vulnérable aux activités humaines ?
6. Quels sont les principales menaces et les principaux enjeux à considérer pour assurer une protection et une gestion durable de l'eau souterraine dans la région ?



Contextes hydrogéologiques



Le contexte till sur roc domine dans la région.



a) Vrai



b) Faux

Contexte hydrostratigraphique

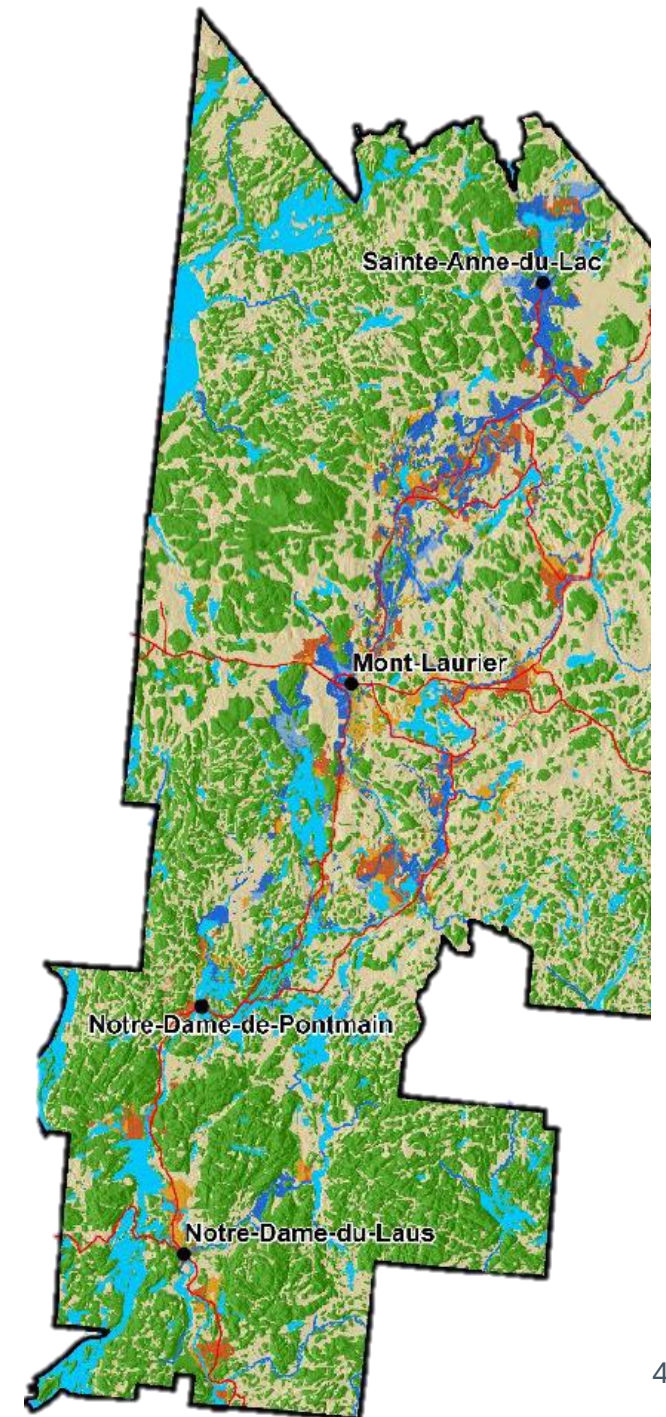
- Till ou affleurement de roc
- Sable et gravier / till-roc
- Argile / till / roc
- Argile / sable et gravier / till / roc
- Sable et gravier / argile / till / roc**
- Sable et gravier / argile / sable et gravier / till / roc



=



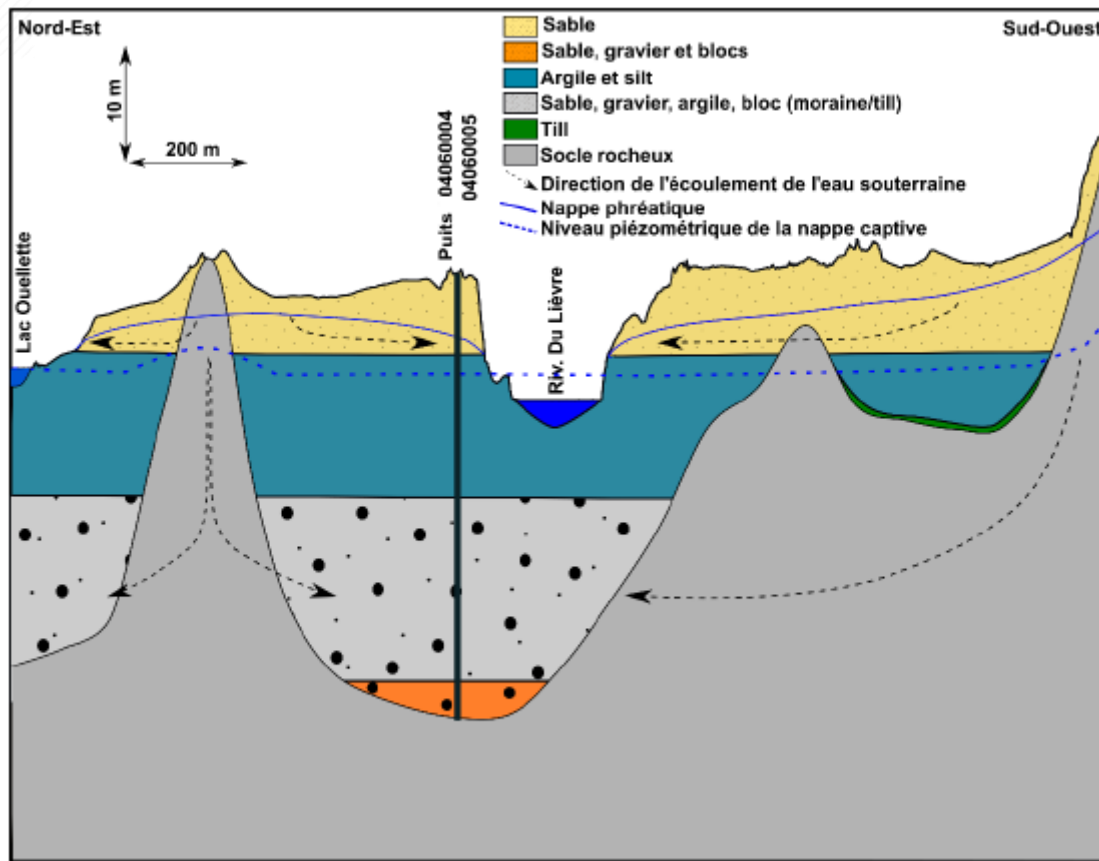
Sable et gravier
Argile
Till
Roc



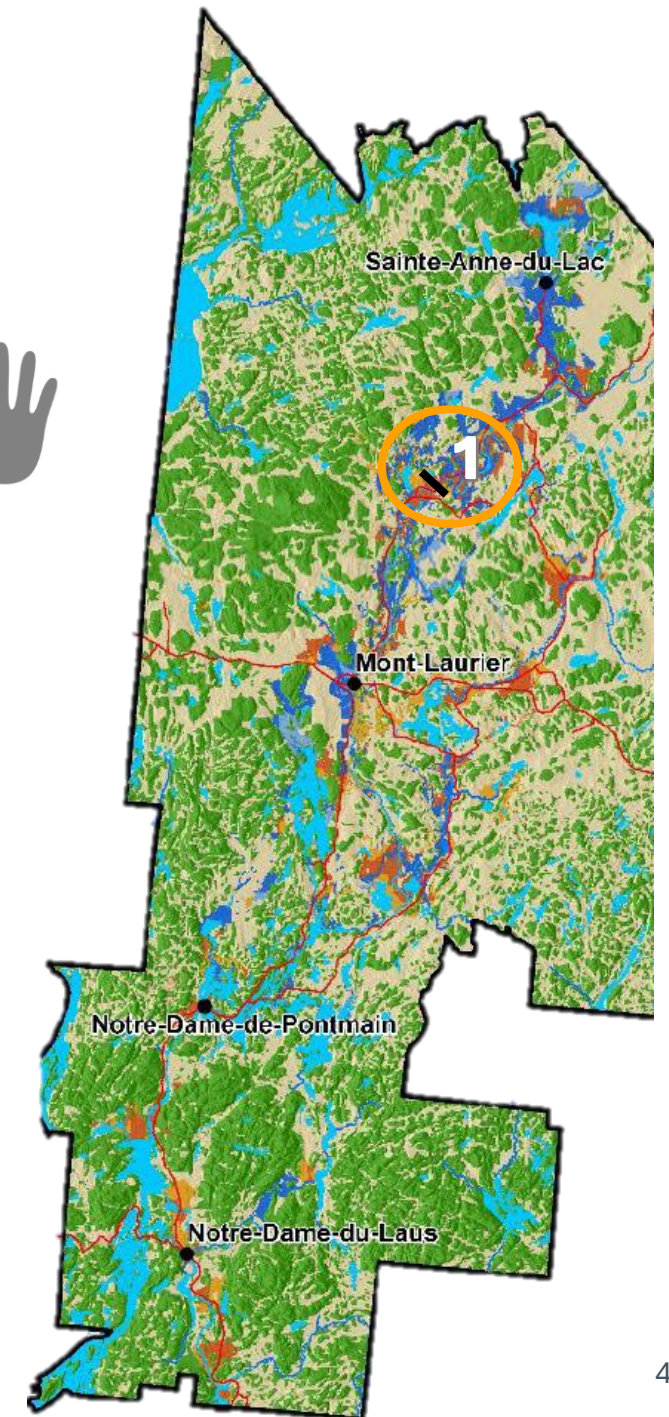
Contextes hydrogéologiques



Sur cette coupe, d'où vient l'eau qui alimente le puits ?



Coupe 1



Épaisseur des dépôts perméables en nappe libre



Si vous deviez trouver une nouvelle source d'approvisionnement en eau potable souterraine, quels secteurs auraient le plus de potentiel ?

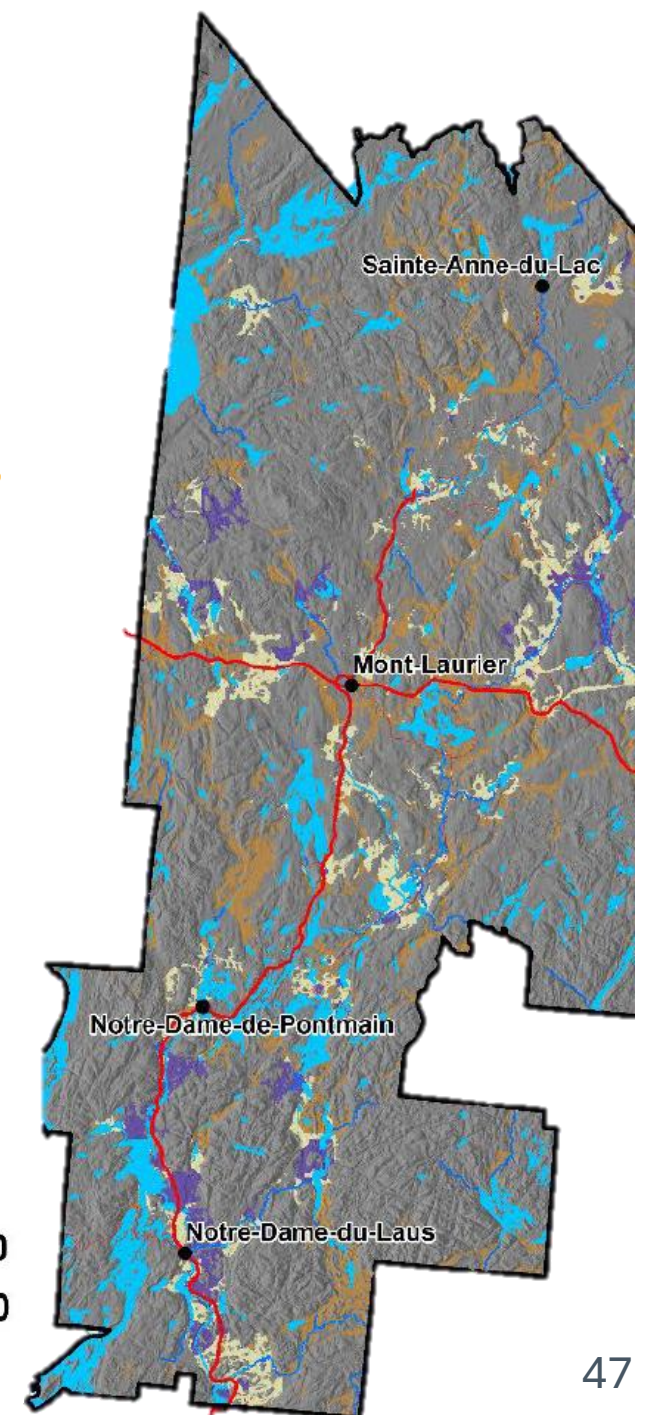
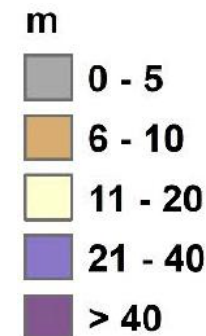


a) Les zones en violet



b) Les zones en gris

Le rendement potentiel des aquifères est estimé indirectement sur la base (1) des caractéristiques géométriques, (2) de la conductivité hydraulique et (3) du taux de recharge des aquifères.



Confinement



La majorité des aquifères du territoire sont en condition de nappe libre.






a) Vrai



b) Faux

Indice de confinement

-  Nappe libre
-  Nappe semi-captive
-  Nappe captive



Piézométrie



À l'échelle régionale, l'eau souterraine s'écoule du Nord vers le Sud



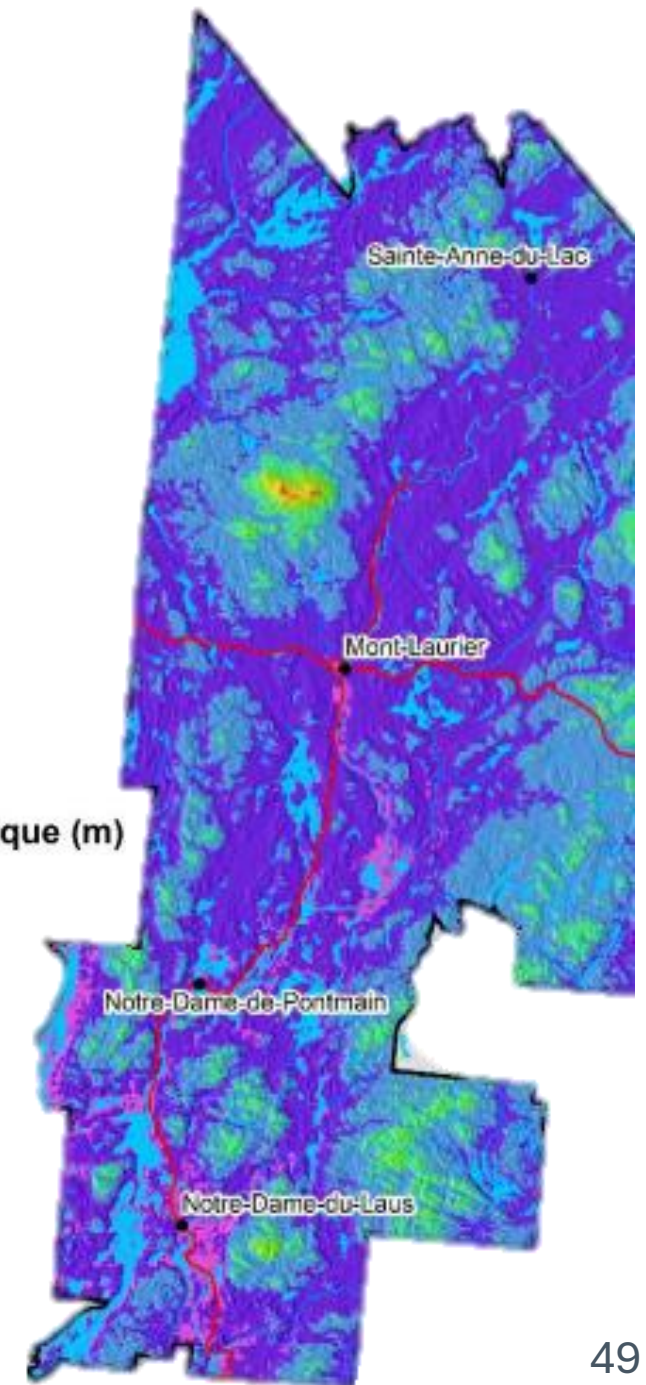
a) Vrai



b) Faux

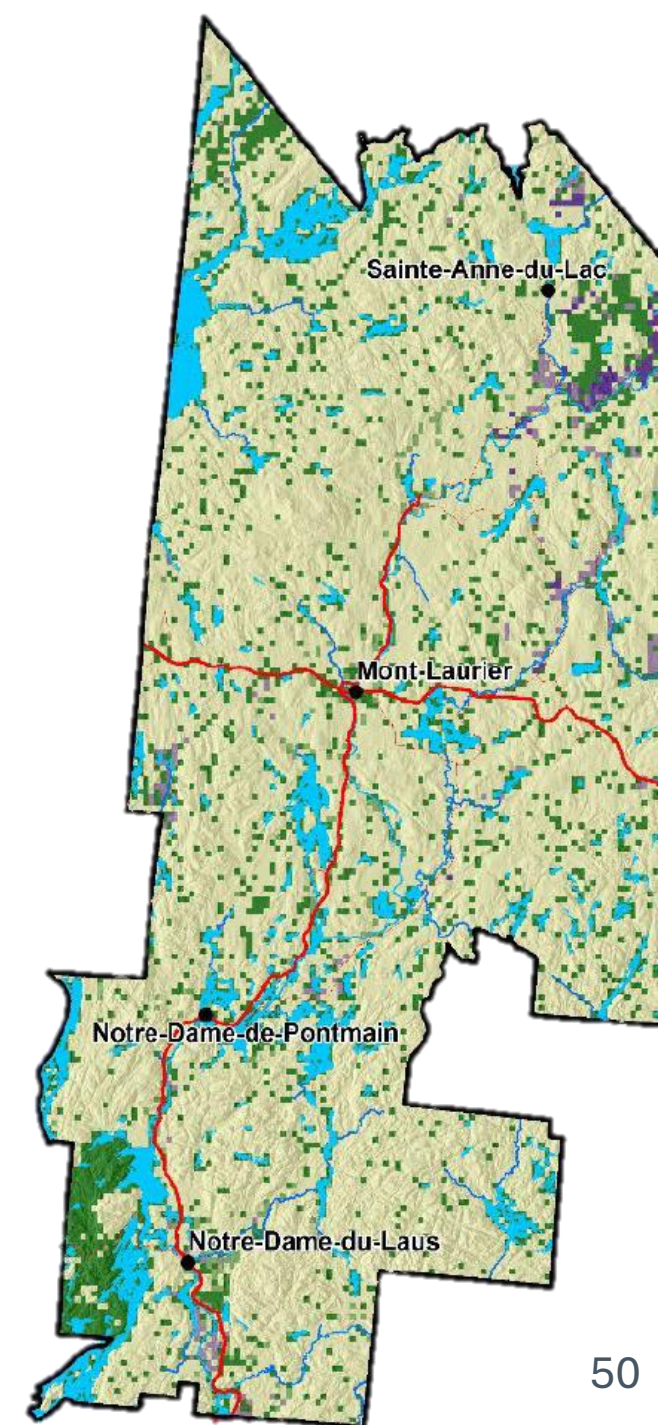
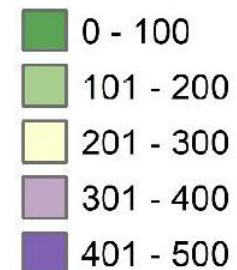
- ❑ L'eau souterraine s'écoule des sommets vers les vallées pour ensuite faire résurgence dans les rivières
- ❑ La profondeur moyenne du niveau par rapport au sol est de 9,2 m (médiane 6,1 m)

Élévation piézométrique (m)



Recharge potentielle

- ❑ La recharge moyenne pour toute la zone d'étude est 198 mm/an et varie entre 0 et 468 mm/an dans l'espace
- ❑ Entre 1961 et 2017, la recharge annuelle médiane a varié de 150 mm/an à près de 320 mm/an pour les années les plus humides.
- ❑ Sur une grande partie de la zone d'étude, la recharge annuelle moyenne varie entre 200 et 300 mm/an
- ❑ Les zones où la recharge potentielle est la plus élevée correspondent aux secteurs d'aquifère granulaire en nappe libre



Recharge préférentielle



La recharge est limitée en milieu urbain.



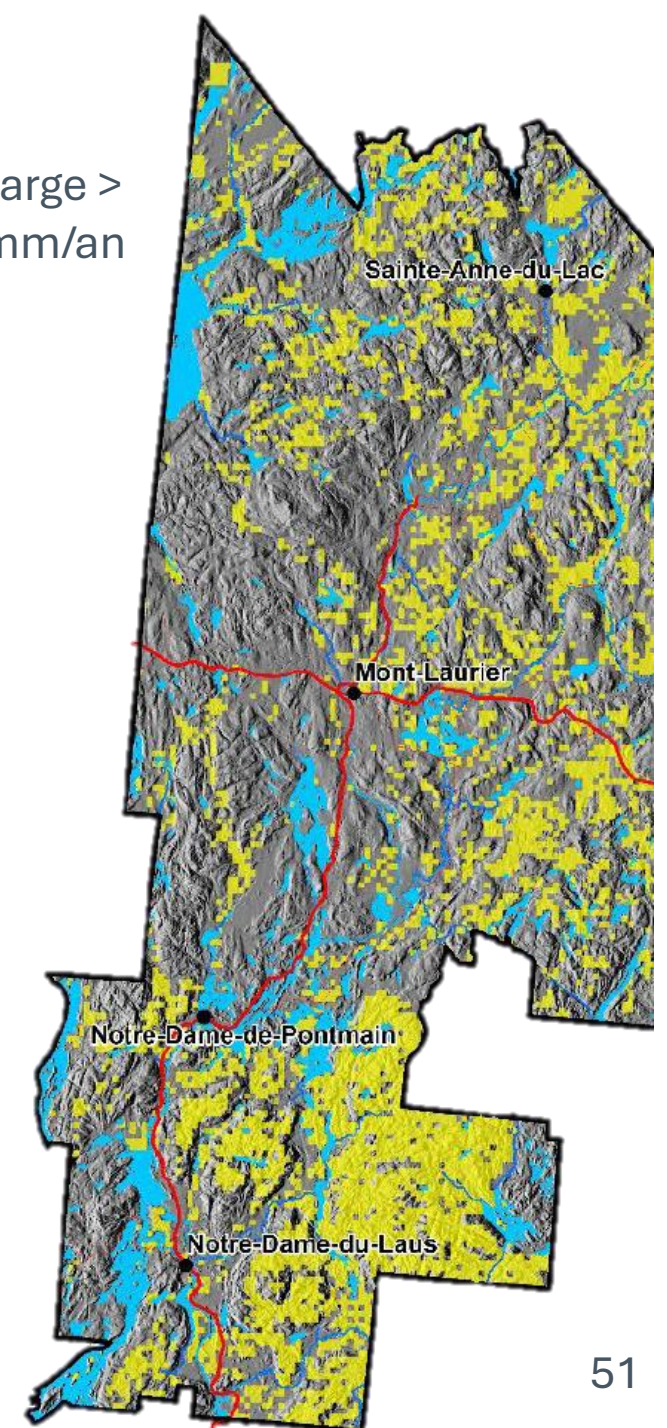
a) Vrai



b) Faux

En milieu urbain, l'imperméabilisation des surfaces par l'**asphaltage des routes et des stationnements**, le **compactage des sols** et la présence d'**immeubles et autres structures** ont un impact important sur la recharge car ils empêchent l'eau de s'infiltrer.

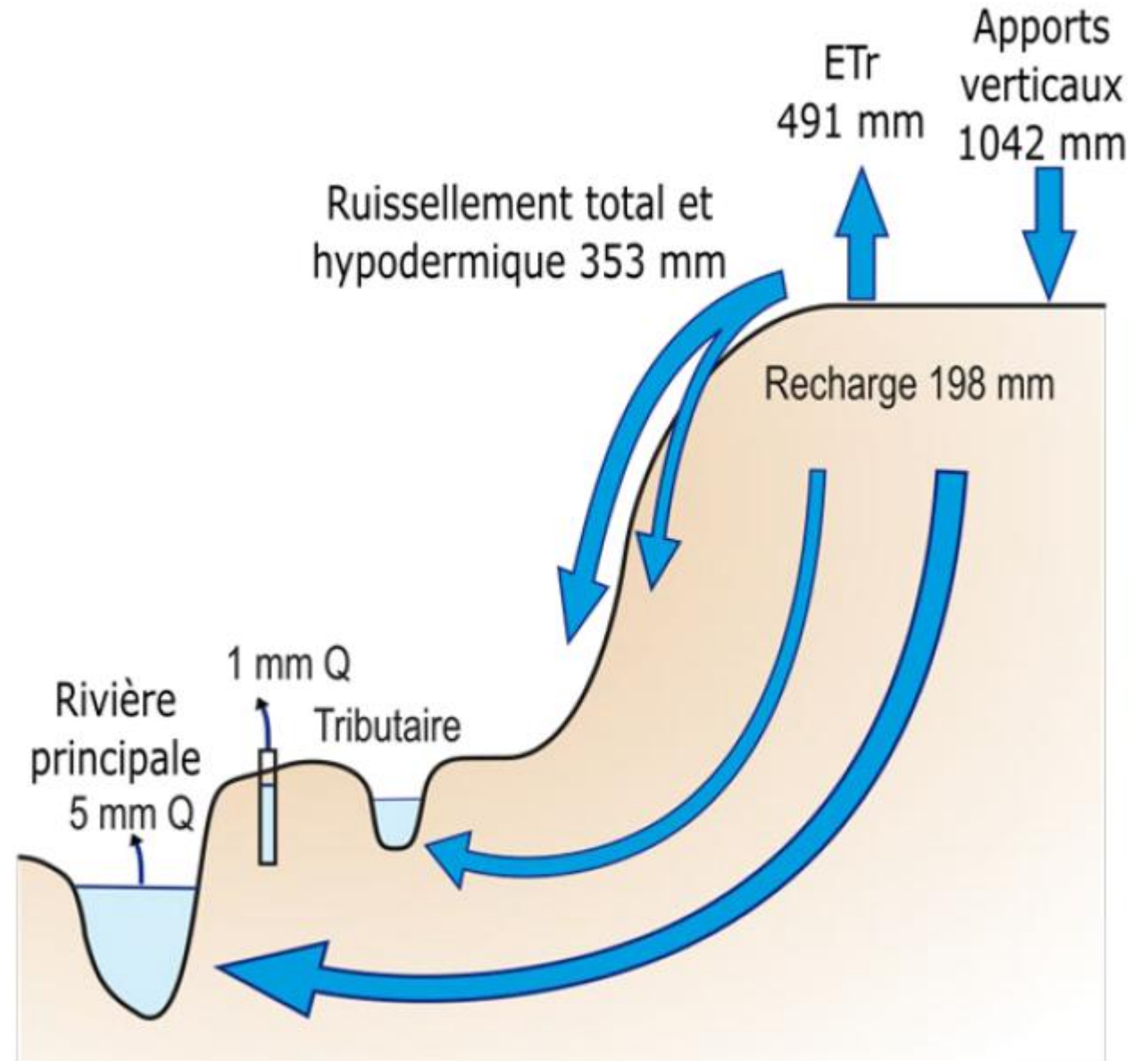
Recharge > 265 mm/an



Bilan hydrogéologique

□ Modèle conceptuel

- Ruissellement = 34%
- Évapotranspiration = 47%
- Recharge = 19%

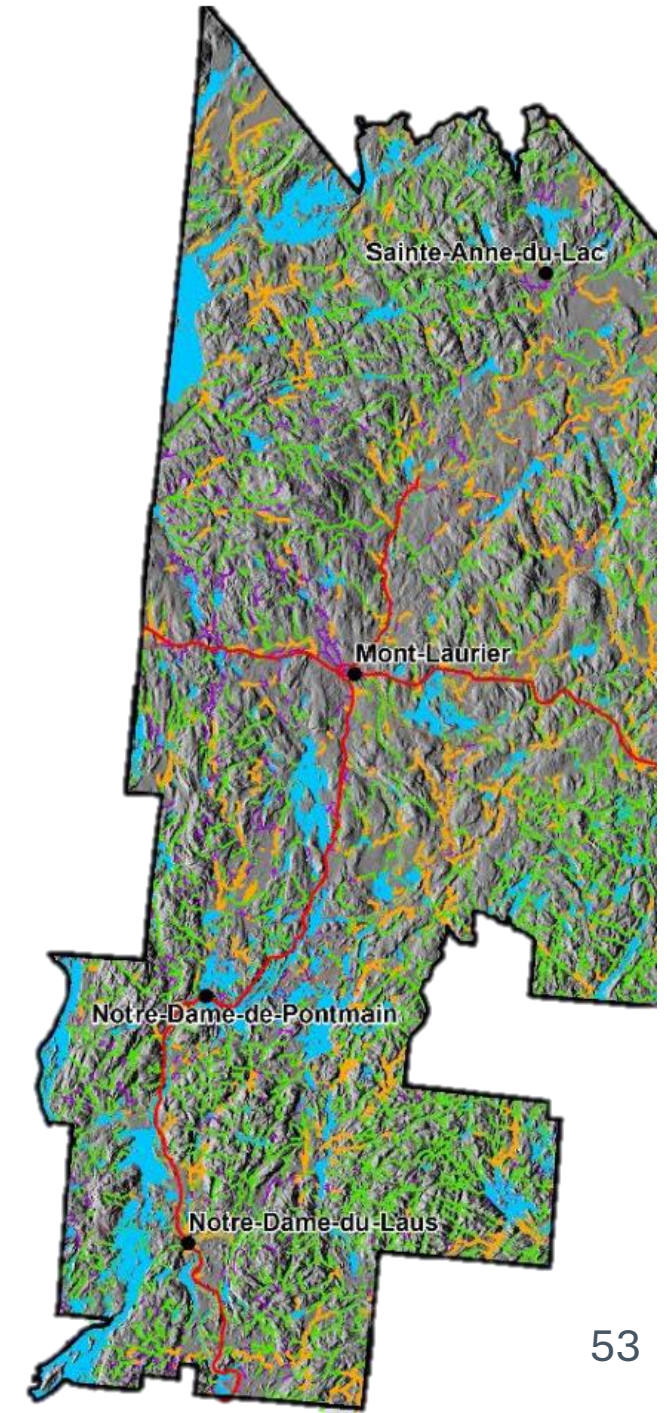


Échanges nappe-rivière

- ❑ **Potentiel de connectivité** hydrologique évalué en fonction de la perméabilité des dépôts sous-jacents aux cours d'eau
- ❑ Les dépôts granulaires perméables ont une conductivité hydraulique et une porosité généralement plus élevées que le roc et le till
- ❑ Ces deux facteurs font que leur potentiel à décharger des volumes d'eau souterraine importants aux cours d'eau est plus élevé que le roc et le till.

Potentiel d'échange nappe - rivière

- Faible
- Moyen
- Élevé



Vulnérabilité



Parmi les caractéristiques suivantes, laquelle ne contribue pas à un indice DRASTIC élevé?



a) La perméabilité élevée des dépôts granulaires en surface

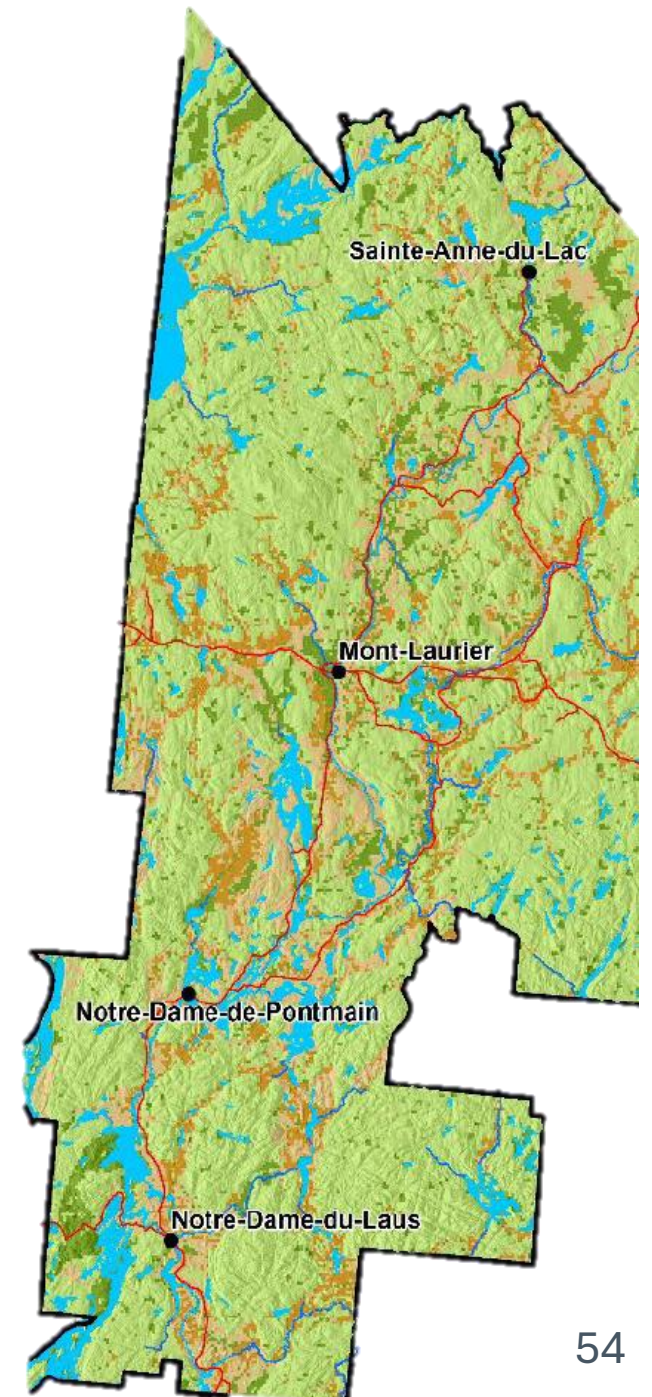
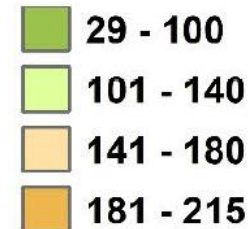


b) La faible pente



c) La nappe profonde

Indice DRASTIC



Qualité: paramètres inorganiques

Sur les 392 échantillons analysés:

- 10% de dépassements en Manganèse ($\text{Mn} > 0,12 \text{ mg/l}$)
- 2% de dépassements en Fluor ($\text{F} > 1,5 \text{ mg/l}$)
- 1% de dépassements en Baryum ($\text{Ba} > 1,0 \text{ mg/l}$)
- 1% de dépassements en Uranium ($\text{U} > 0,02 \text{ mg/l}$)
- **Contamination d'origine naturelle (géologie)**

Type de dépassement inorganique

Aquifère granulaire

- Aucun dépassement

Aquifère roc fracturé

- ▲ Aucun dépassement

▲ Baryum

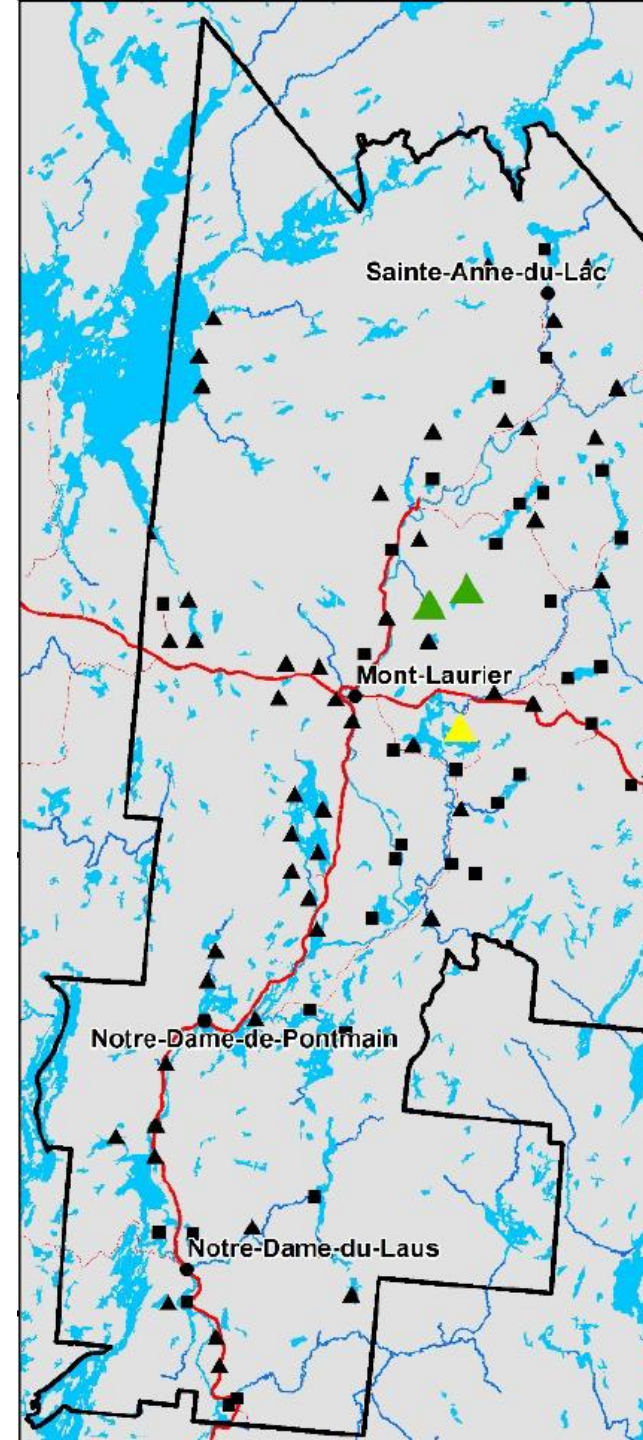
▲ Fluorures

▲ Uranium

Aquifère inconnu

- ◆ Aucun dépassement

◆ Fluorures



Qualité: paramètres bactériologiques

Sur les 361 échantillons analysés:

- 29% de dépassements bactériologiques
- La majorité des dépassements de normes de potabilité ont été observés dans des puits de surface en nappe libre
- **Non conforme** si l'eau contient plus de 10 coliformes totaux et/ou plus de 200 bactéries atypiques,
- **Non potable** si présence de *E. coli* ou entérocoques fécaux

Type de dépassement bactériologique

Aquifère granulaire

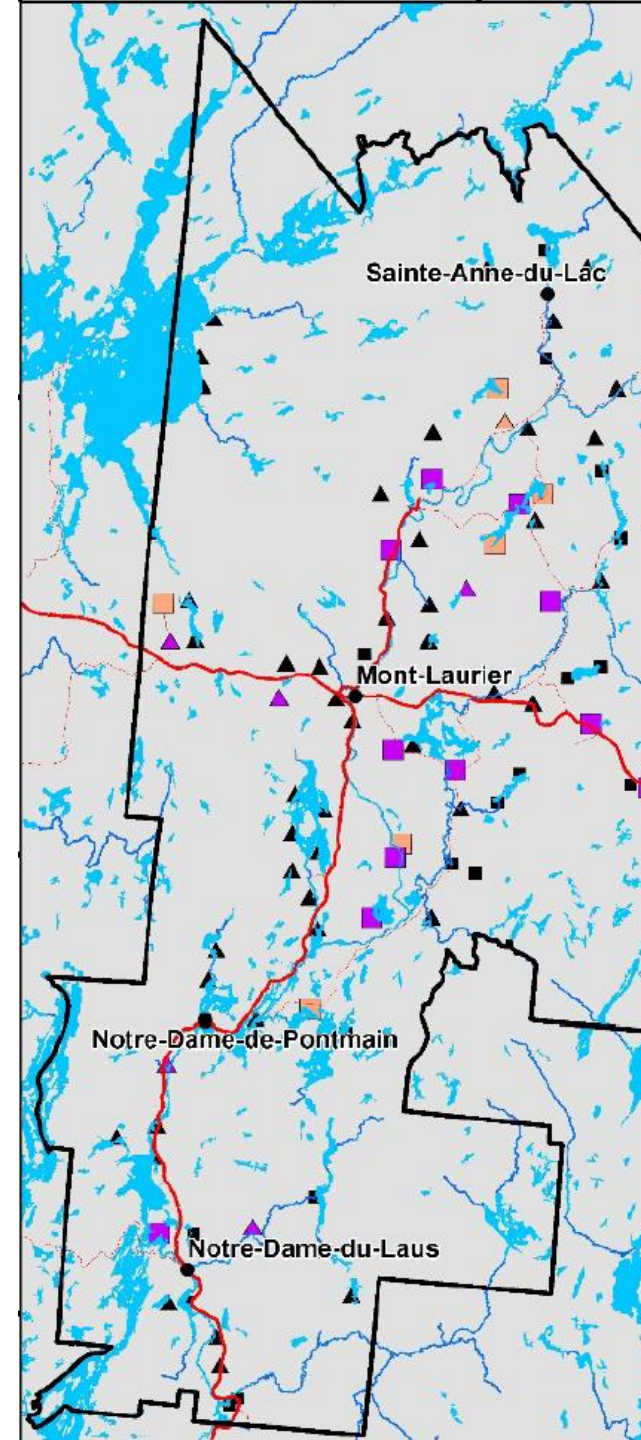
- Aucun dépassement
- Non conforme
- Non potable

Aquifère roc fracturé

- ▲ Aucun dépassement
- ▲ Non conforme
- ▲ Non potable

Aquifère inconnu

- ◆ Aucun dépassement



Est-ce que ça va ?



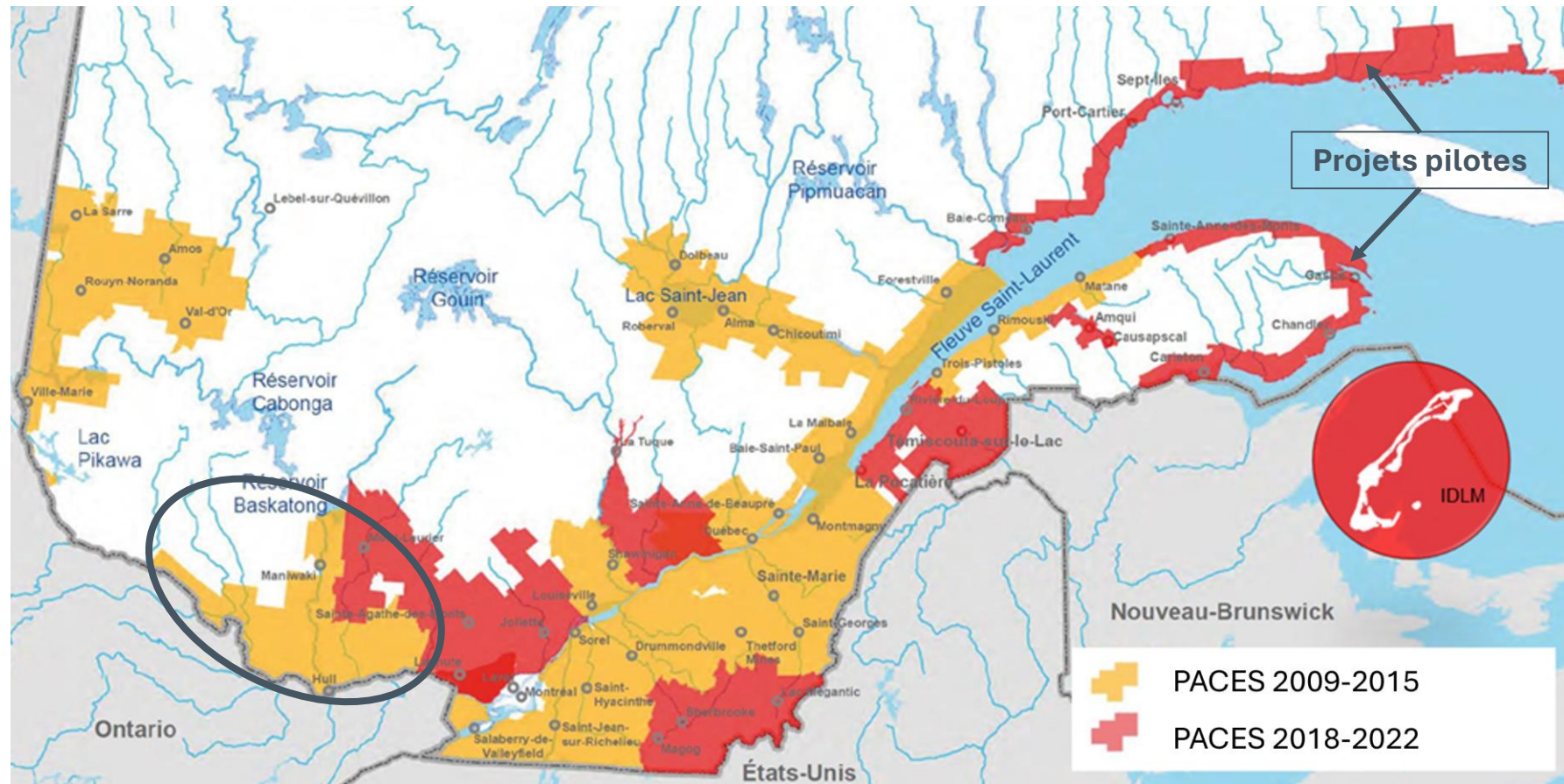
2

Les contextes hydrogéologiques de la région

Outaouais

Les PACES

- › Dresser un **portrait régional** réaliste et concret de la ressource en eaux souterraines des territoires municipalisés du Québec méridional dans le but de la protéger et d'en assurer la pérennité.

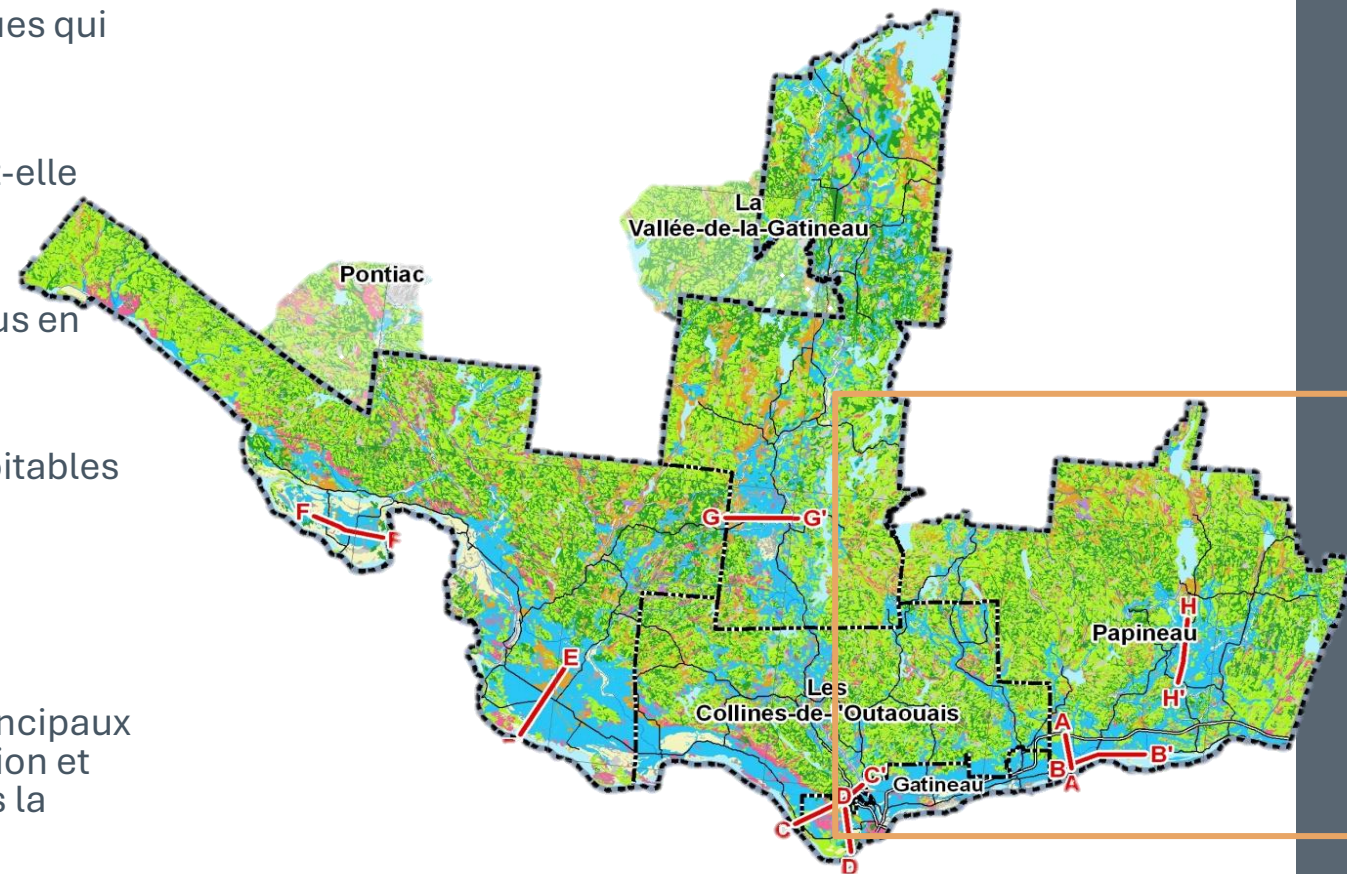


Les PACES

Un PACES doit répondre aux questions suivantes:

1. Quelle est la nature des formations géologiques qui la contiennent ?
2. D'où vient l'eau (zones de recharge) et où va-t-elle (résurgences) ?
3. Est-elle potable et quels usages pouvons-nous en faire ?
4. Quelles sont les quantités exploitées et exploitables de façon durable ?
5. Est-elle vulnérable aux activités humaines ?
6. Quels sont les principales menaces et les principaux enjeux à considérer pour assurer une protection et une gestion durable de l'eau souterraine dans la région ?

PACES Outaouais
(2010-2013)



Les contextes hydrogéologiques

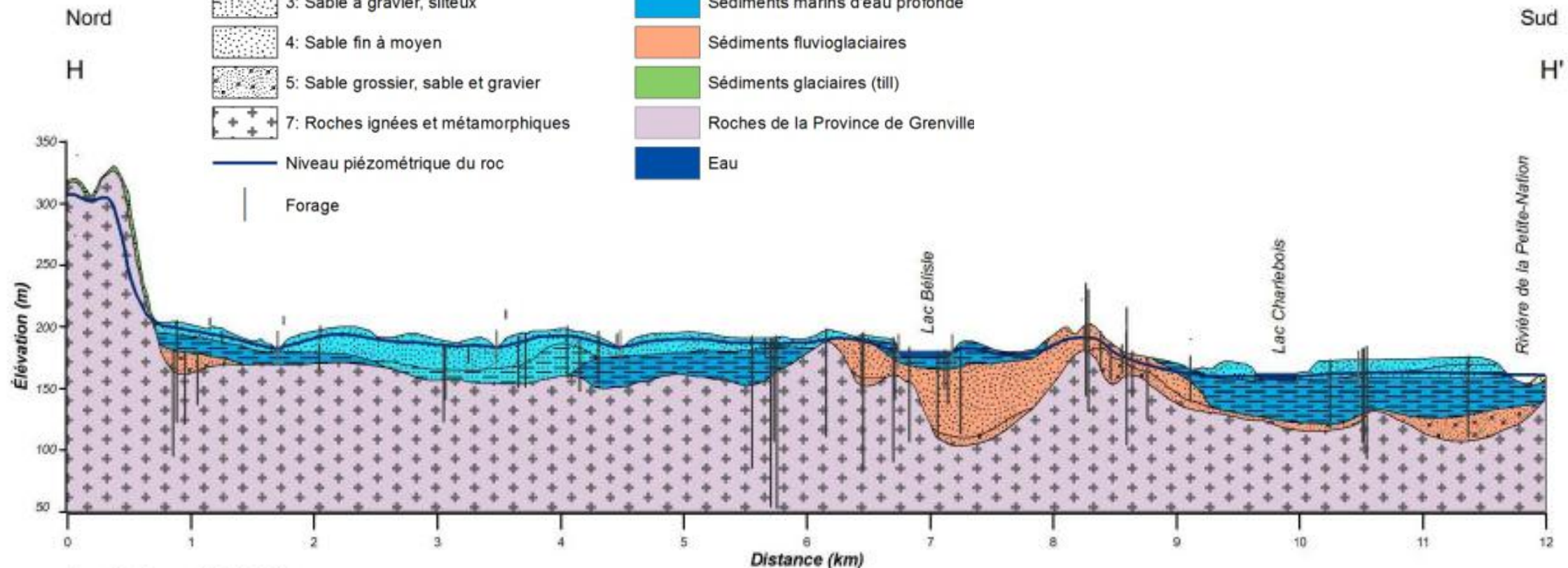
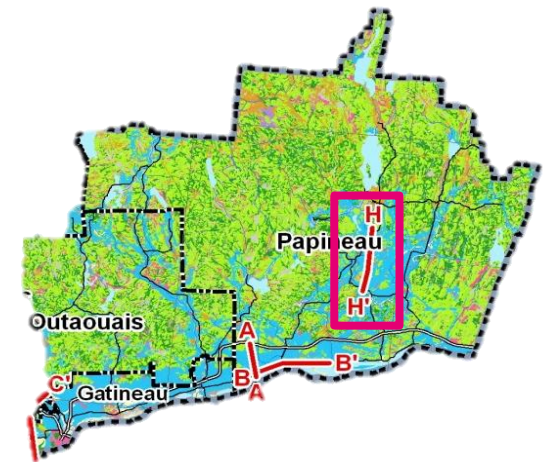
Couches confinantes (aquitard)

Hydrofaciès

- 1: Argile à silt
 - 2: Argile à silt, sableux ou graveleux
 - 3: Sable à gravier, silteux
 - 4: Sable fin à moyen
 - 5: Sable grossier, sable et gravier
 - 7: Roches ignées et métamorphiques
- Niveau piézométrique du roc
- | Forage

Unités géologiques

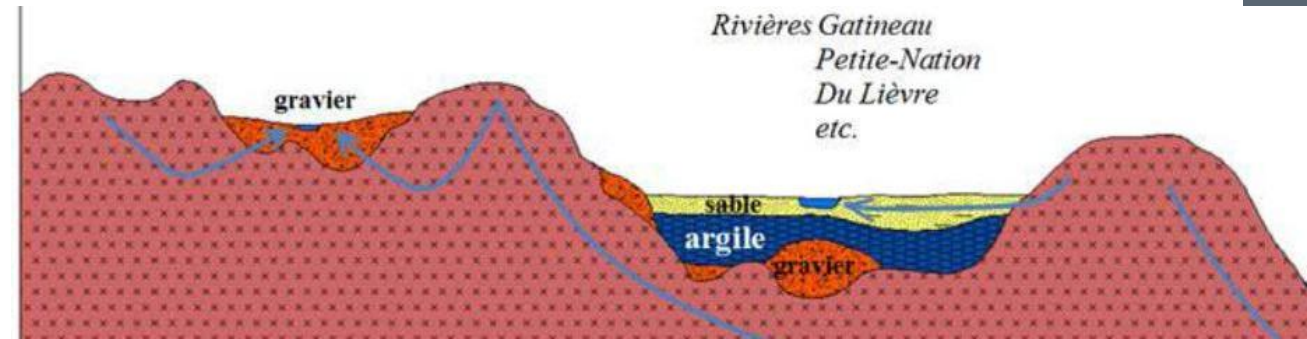
- Alluvions
- Sédiments marins deltaïques
- Sédiments marins d'eau profonde
- Sédiments fluvioglaciers
- Sédiments glaciaires (till)
- Roches de la Province de Grenville
- Eau



Les contextes hydrogéologiques

❑ Les Hautes-terres

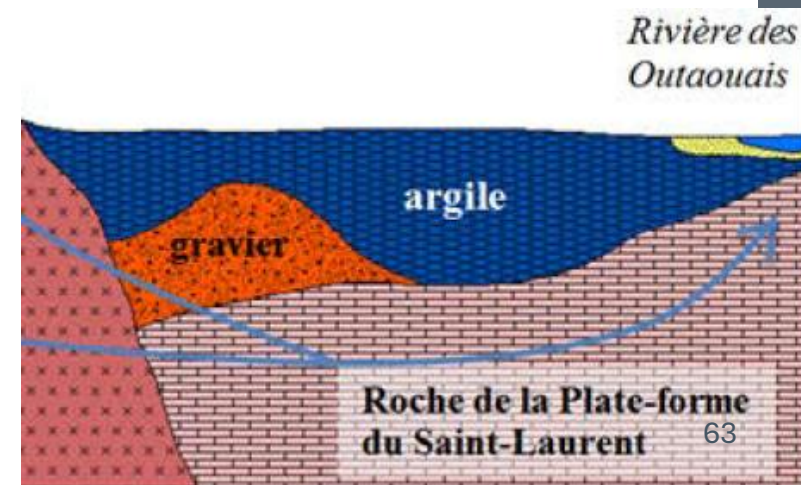
- 84% du territoire de l'Outaouais
- Roches de la Province de Grenville → **aquifère**
- Sables et graviers fluvioglaciaires, deltaïques, alluvionnaires ou éoliens par endroit dans les vallées → **aquifère**
- Couverture d'argiles ou silts marins dans les grandes vallées → **aquitard**
- Aquifères non 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 contextes hydrogéologiques

❑ Les Basses-terres

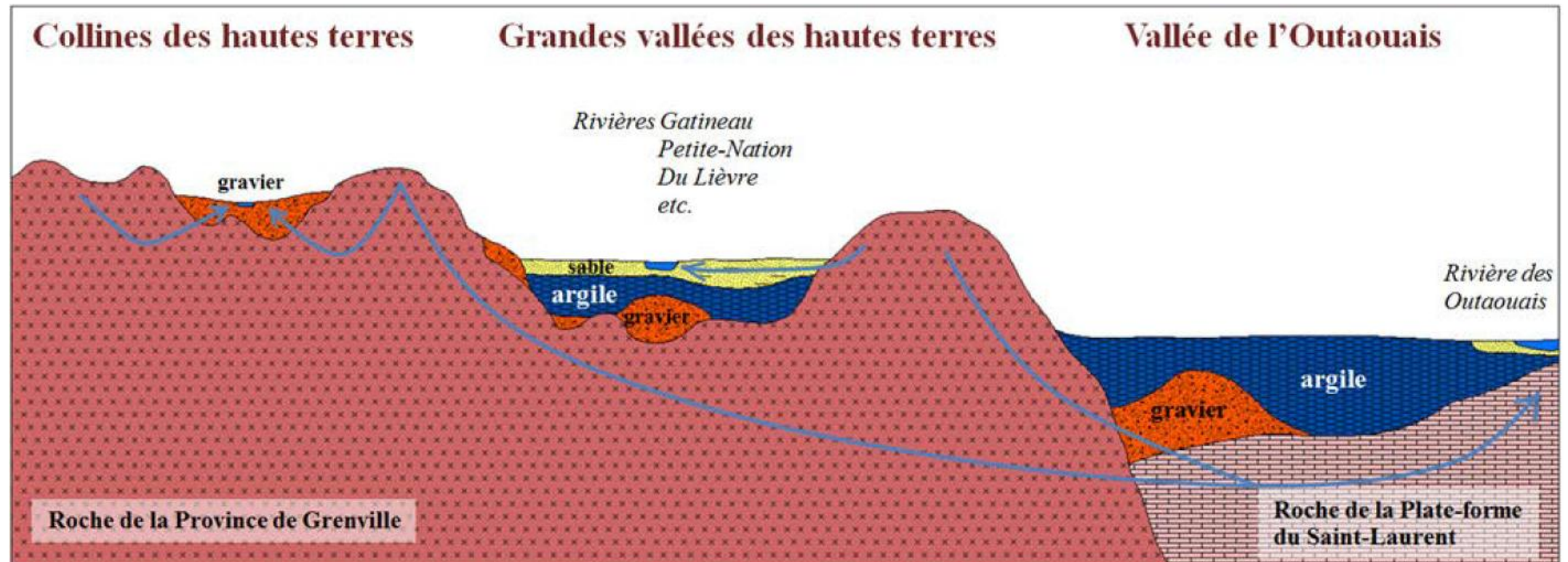
- 16% du territoire, en bordure de la rivière des Outaouais
- Roches de la Plate-forme du Saint-Laurent → **aquifère**
- Dépôts meubles épais, jusqu'à 100 m
- Importante couche d'argiles → **aquitard**
- Sables et graviers fluvioglaciaires, deltaïques, alluvionnaires ou éoliens par endroit → **aquifère**
- 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



Les contextes hydrogéologiques

Les contextes des HAUTES-TERRES

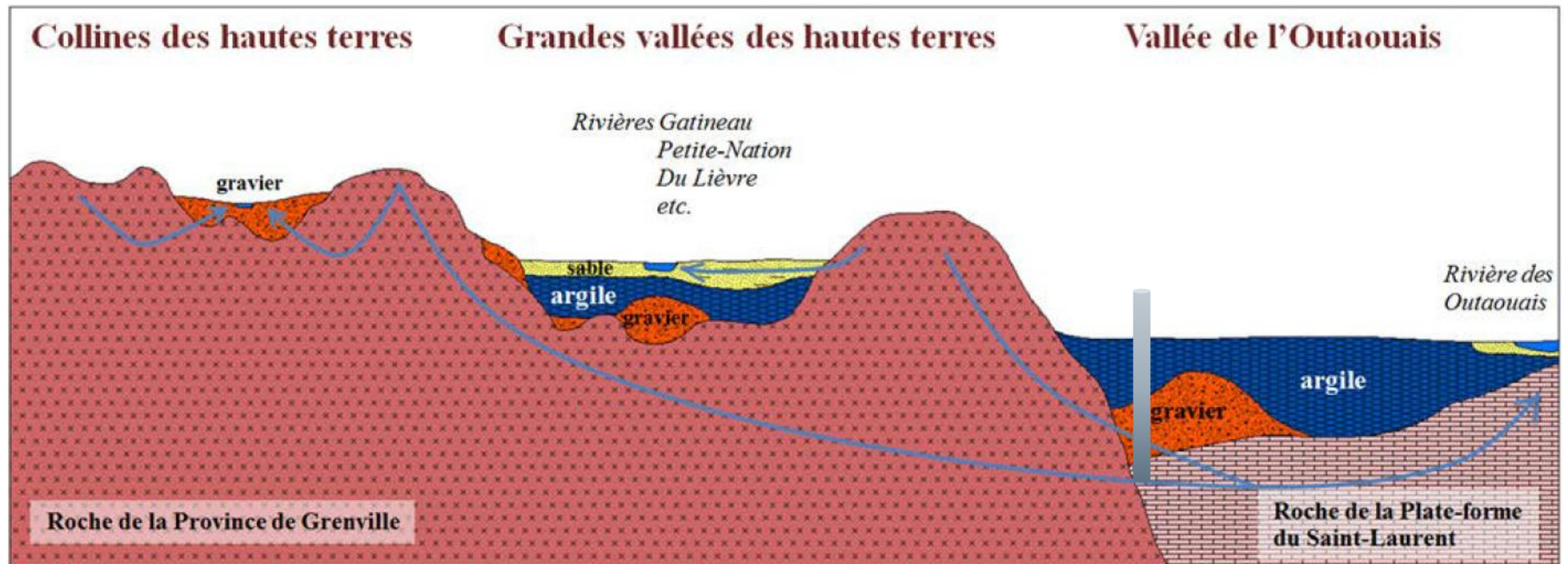
Les contextes des BASSES-TERRES



Les contextes hydrogéologiques

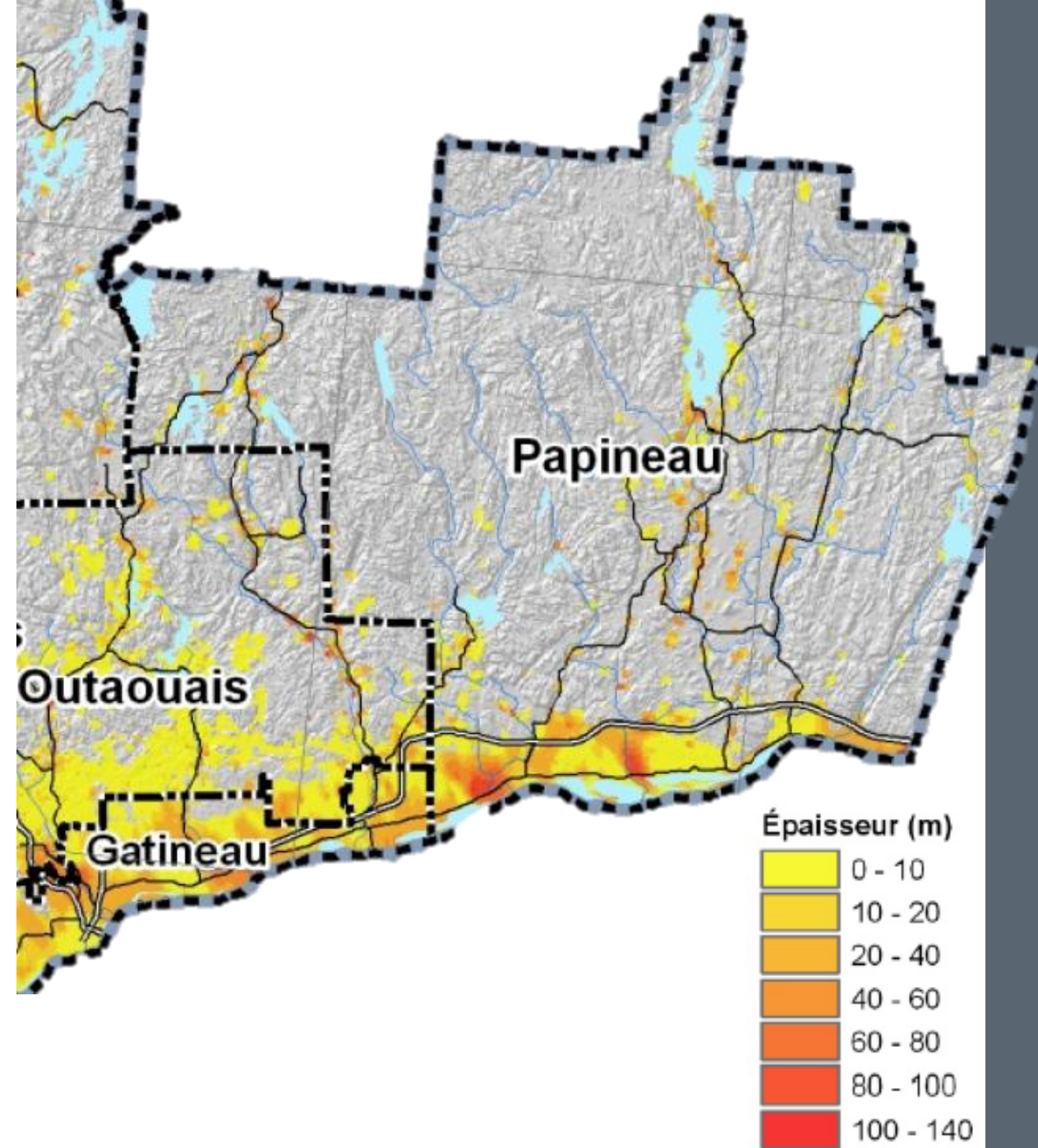


Sur cette coupe, d'où vient l'eau qui alimente le puits ?



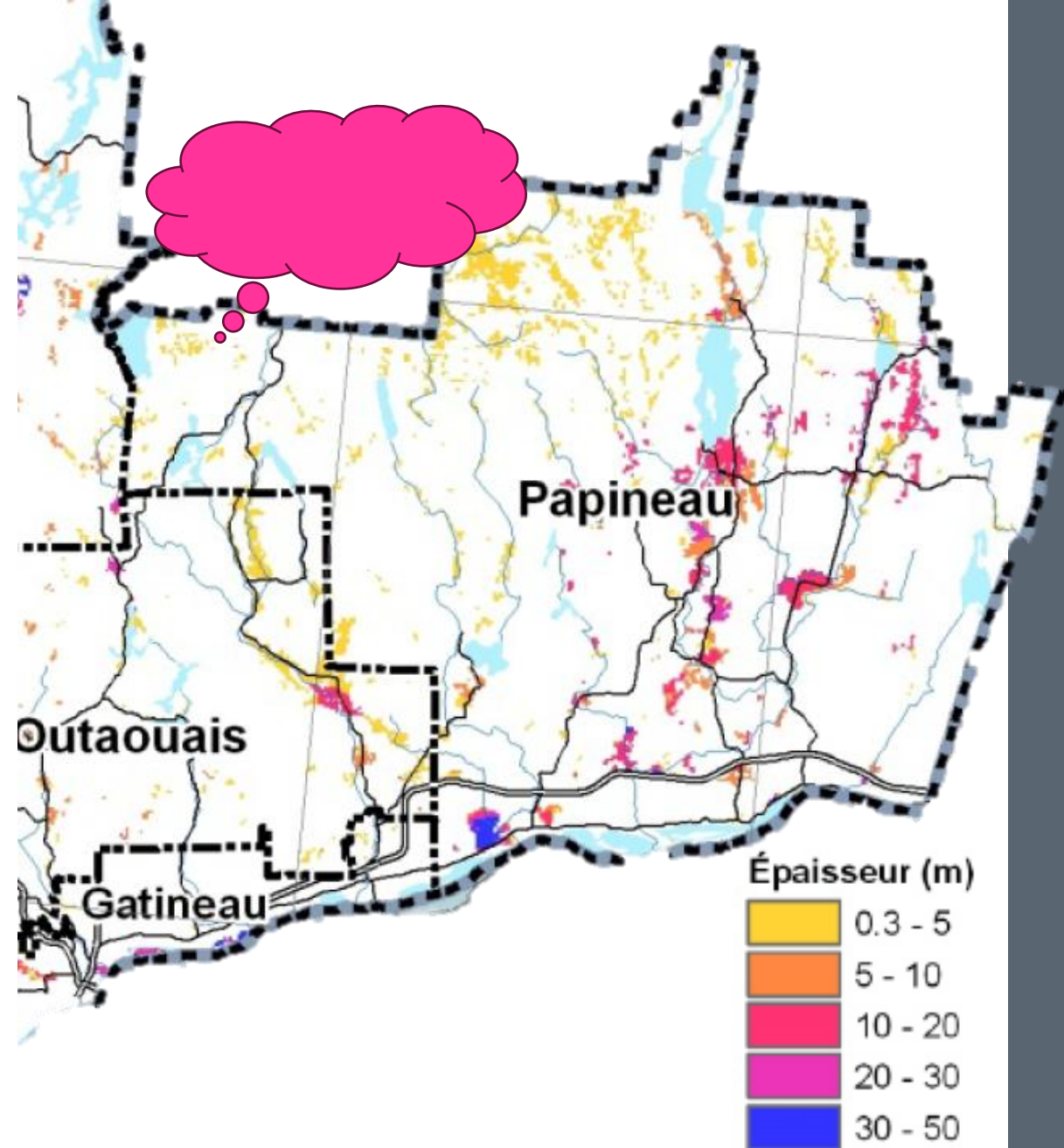
Épaisseur des dépôts meubles

- Sous la limite marine variant de 177 à 265 m selon les secteurs, les sédiments déposés ont aplani le relief, tel qu'observé dans la vallée de la rivière des Outaouais et les vallées des grandes rivières des hautes terres
- Dépôts jusqu'à 100 m d'épaisseur dans les Basses Terres, aux embouchures des vallées des grandes rivières



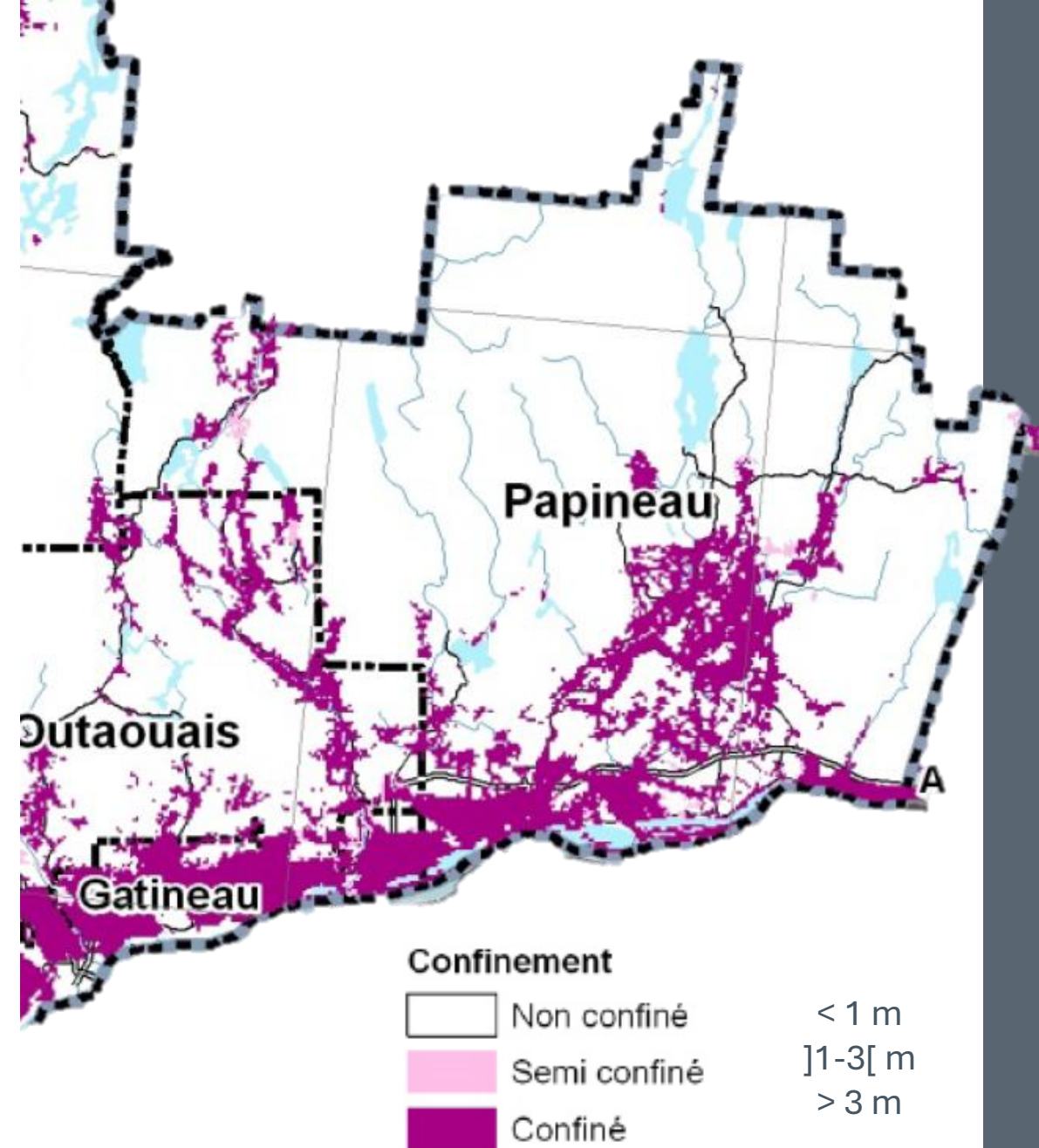
Épaisseur des aquifères de dépôts meubles

- Peu d'aquifères granulaires et localisés de façon discontinue à l'échelle régionale
- Les principales unités géologiques pouvant constituer des aquifères de dépôts meubles sont les sédiments fluvioglaciaires et les sédiments marins d'origine deltaïque.



Confinement de l'aquifère de roc

- L'aquifère de roc fracturé est confiné et semi confiné lorsqu'il est recouvert de dépôts argileux ou silteux.
- Les principales unités géologiques pouvant constituer des aquifères de dépôts meubles sont les sédiments fluvioglaciaires et les sédiments marins d'origine deltaïque.



Recharge



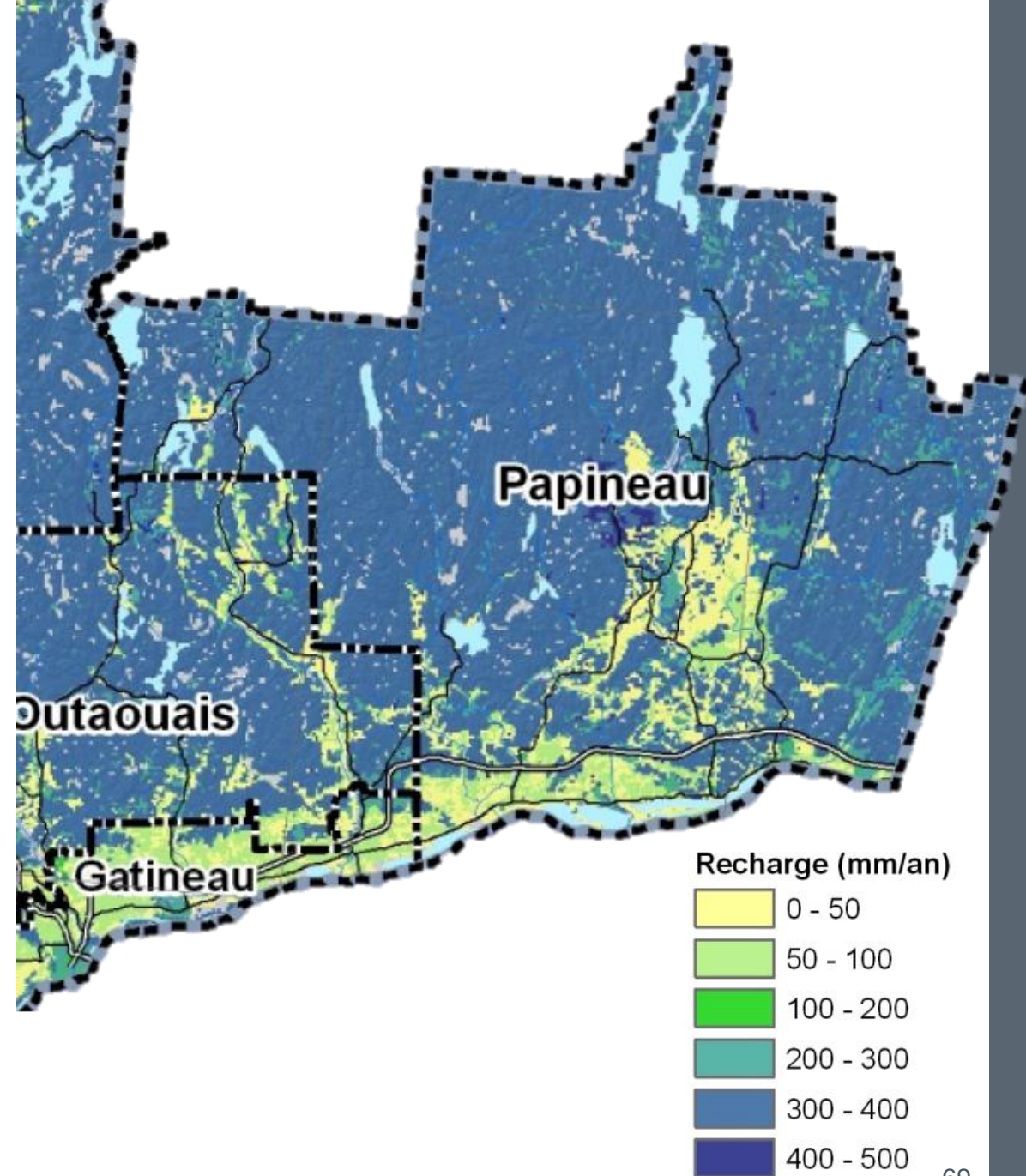
**Les faibles taux de recharge
sont dus aux conditions de
nappe captive.**



a) Vrai

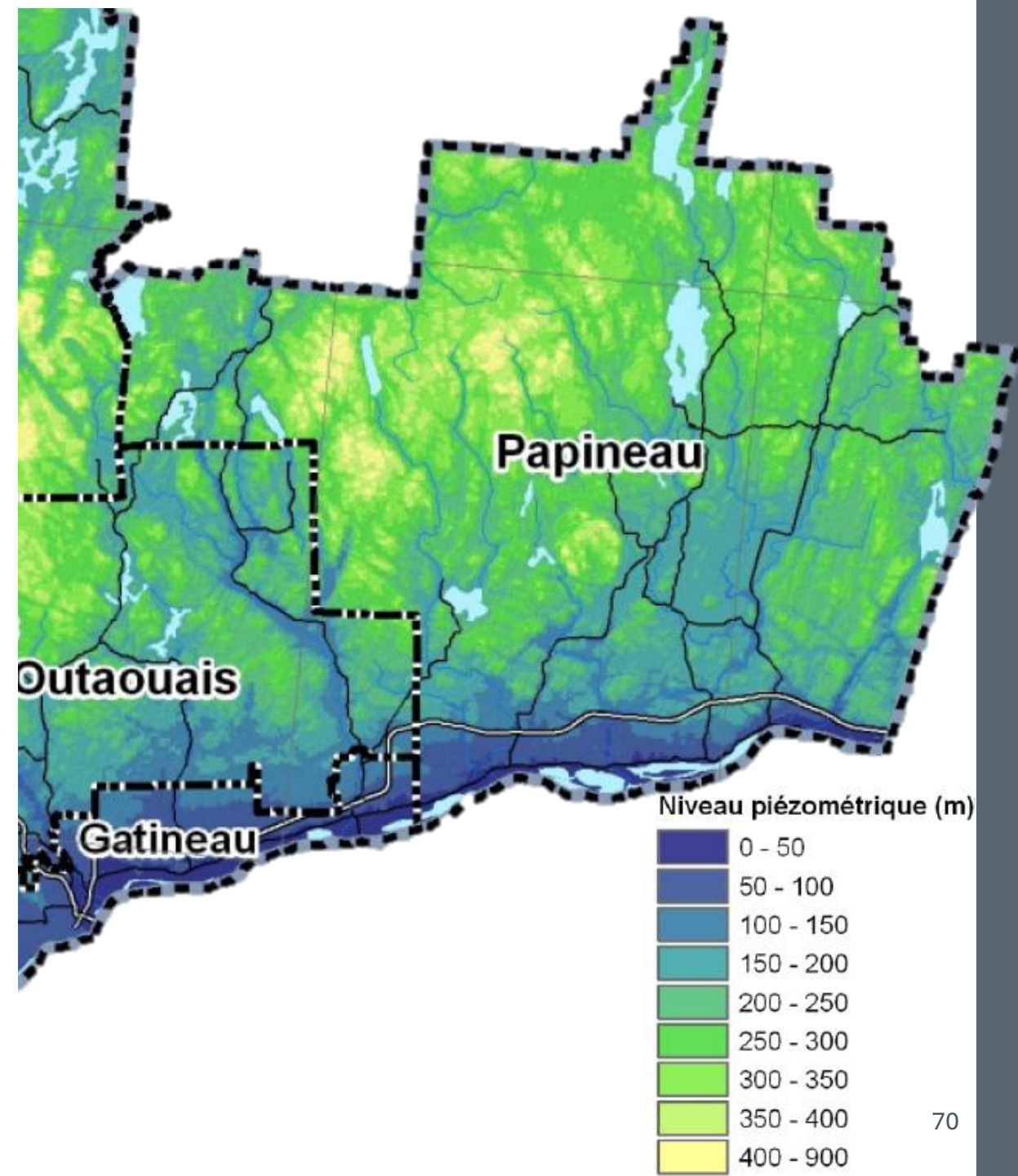


b) Faux

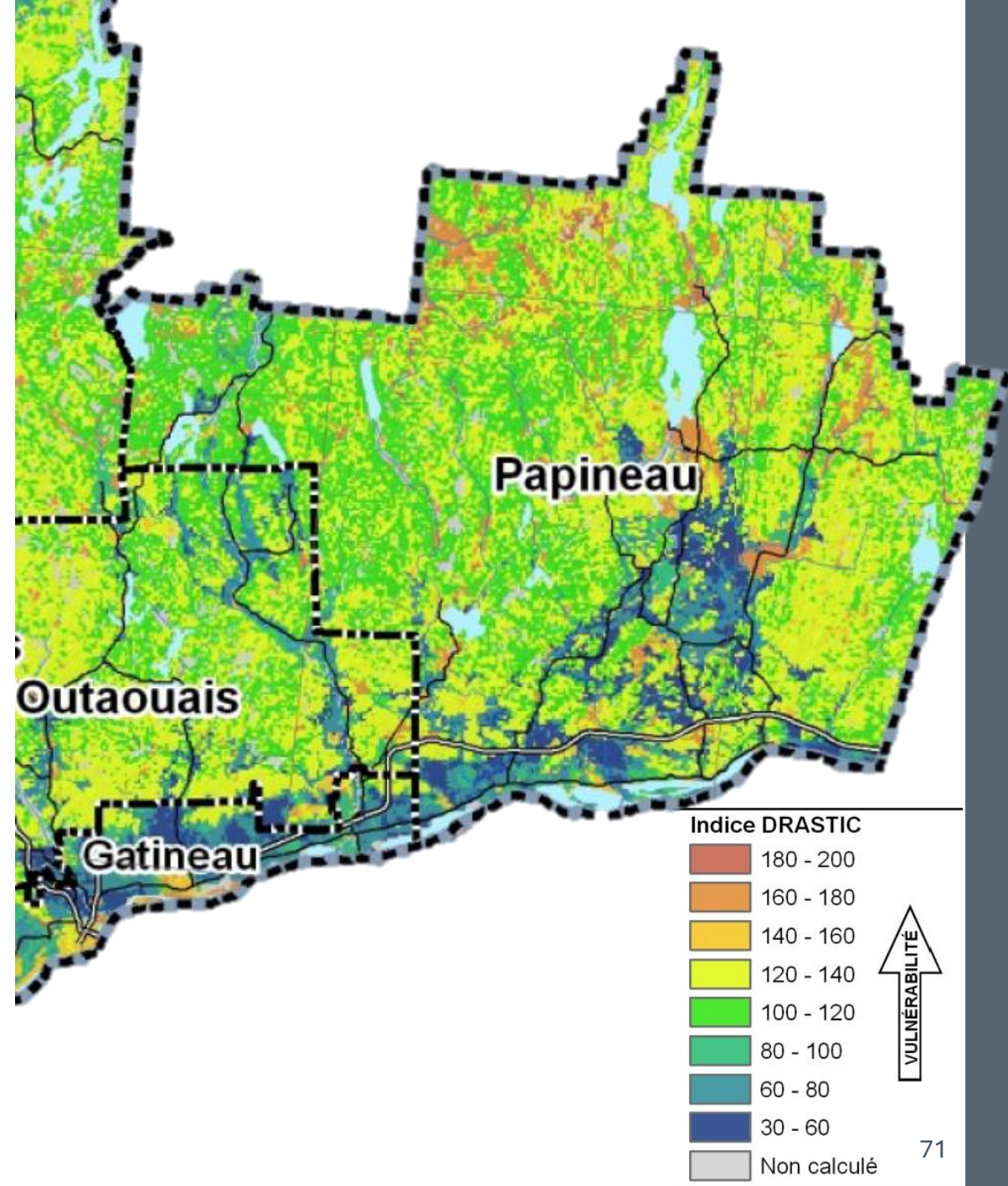




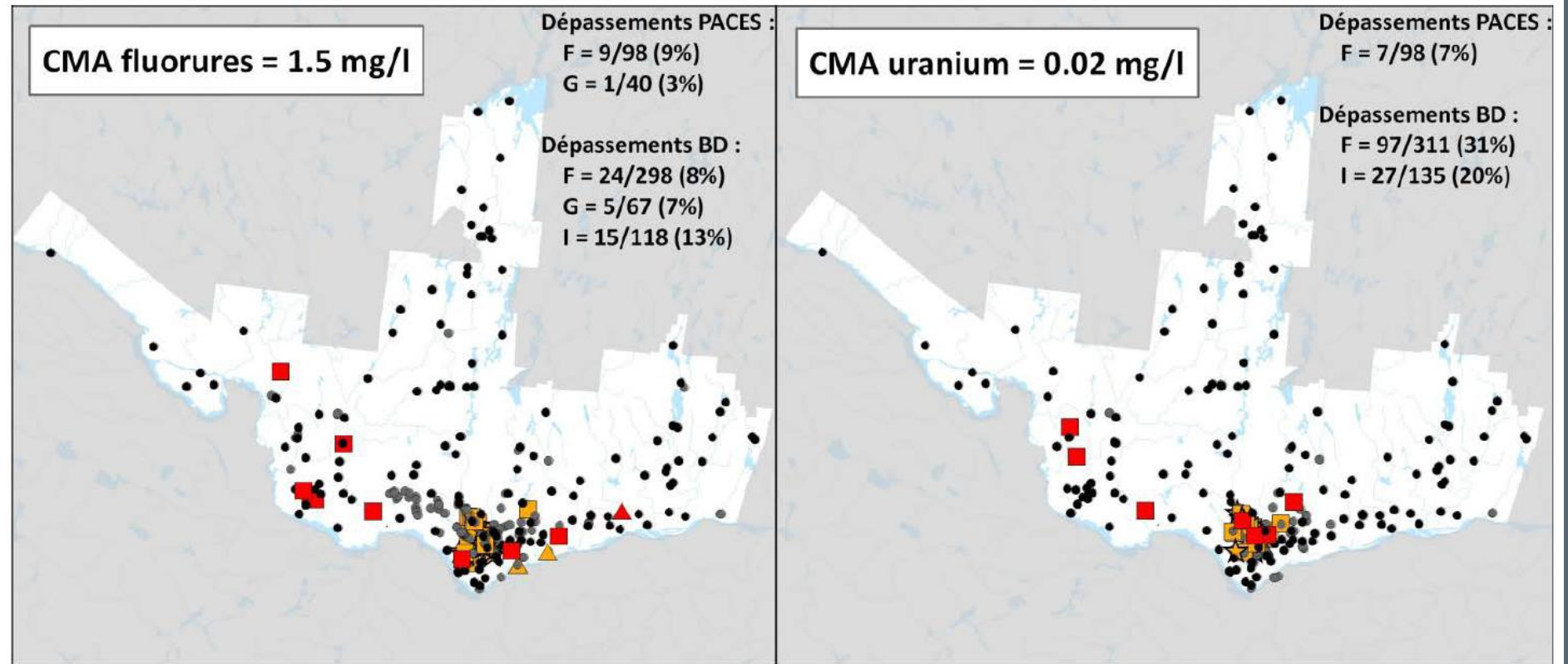
Piézométrie



Vulnérabilité



Qualité: critères de potabilité



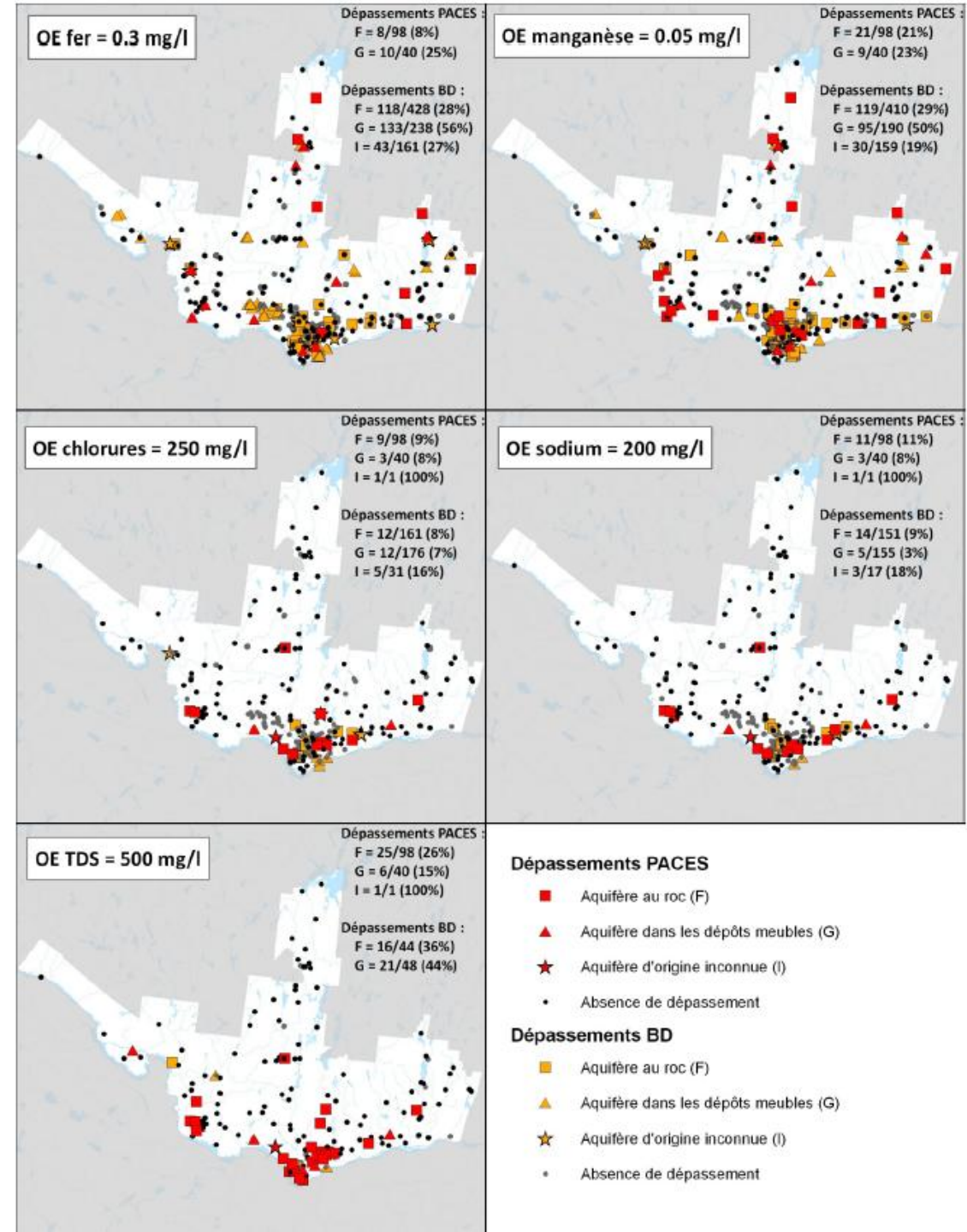
Dépassement PACES

- Aquifère au roc (F)
- ▲ Aquifère dans les dépôts meubles (G)
- Absence de dépassement

Dépassement BD

- Aquifère au roc (F)
- ▲ Aquifère dans les dépôts meubles (G)
- ★ Aquifère d'origine inconnue (I)
- Absence de dépassement

Qualité: critères esthétiques



Est-ce que ça va ?





3

L'impact des changements climatiques sur les sources d'approvisionnement en eau souterraine

Et leur lien avec les eaux de surface

3.1

Les sources d'eau potable

Types de sources d'eau potable



EAU DE SURFACE



Lac



Rivière



Fleuve

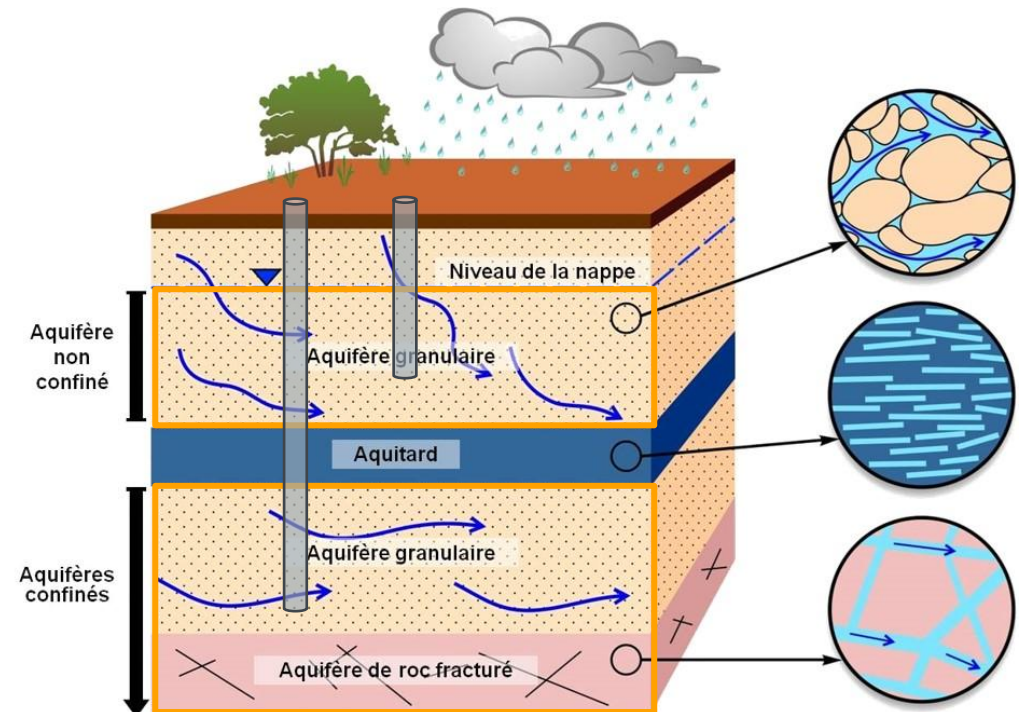
- › Alimente environ 1/3 des municipalités du Québec (soit plus de 75% de la population)

Types de sources d'eau potable



EAU SOUTERRAINE

- › Puits en nappe libre
 - Plus vulnérables
- › Puits en nappe captive
 - Moins de recharge
 - Moins vulnérables à une contamination depuis la surface
- › Alimente environ 2/3 des municipalités du Québec (soit environ 25% de la population)

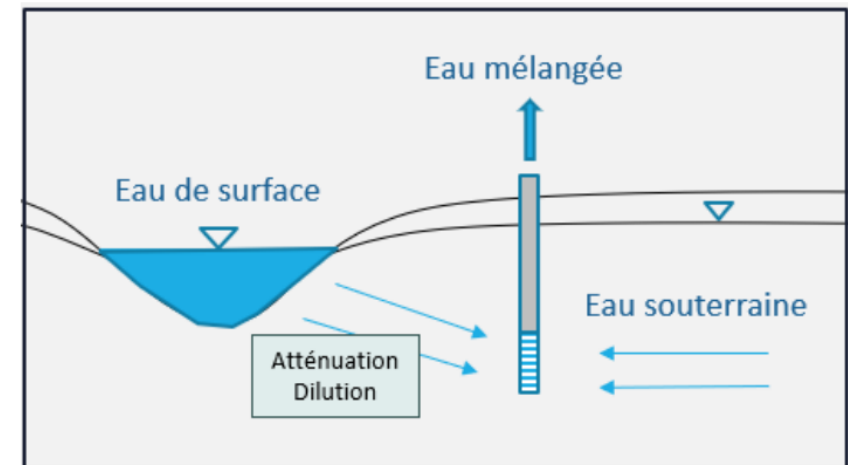


Types de sources d'eau potable



EAU SOUTERRAINE : HYBRIDES

- › Puits en filtration sur berge (FSB)
 - Mélange d'eau souterraine provenant de l'aquifère en amont et d'eau de surface infiltrée dans la berge
- › Eau souterraine sous l'influence direct des eaux de surface (ESSIDES)
 - Classification basée sur l'analyse des données microbiologiques et sur l'état et la conception de l'installation.
 - Obligation du Règlement sur la qualité de l'eau potable de traiter comme une eau de surface



Filtration sur berge
(Baudron et al. 2022)

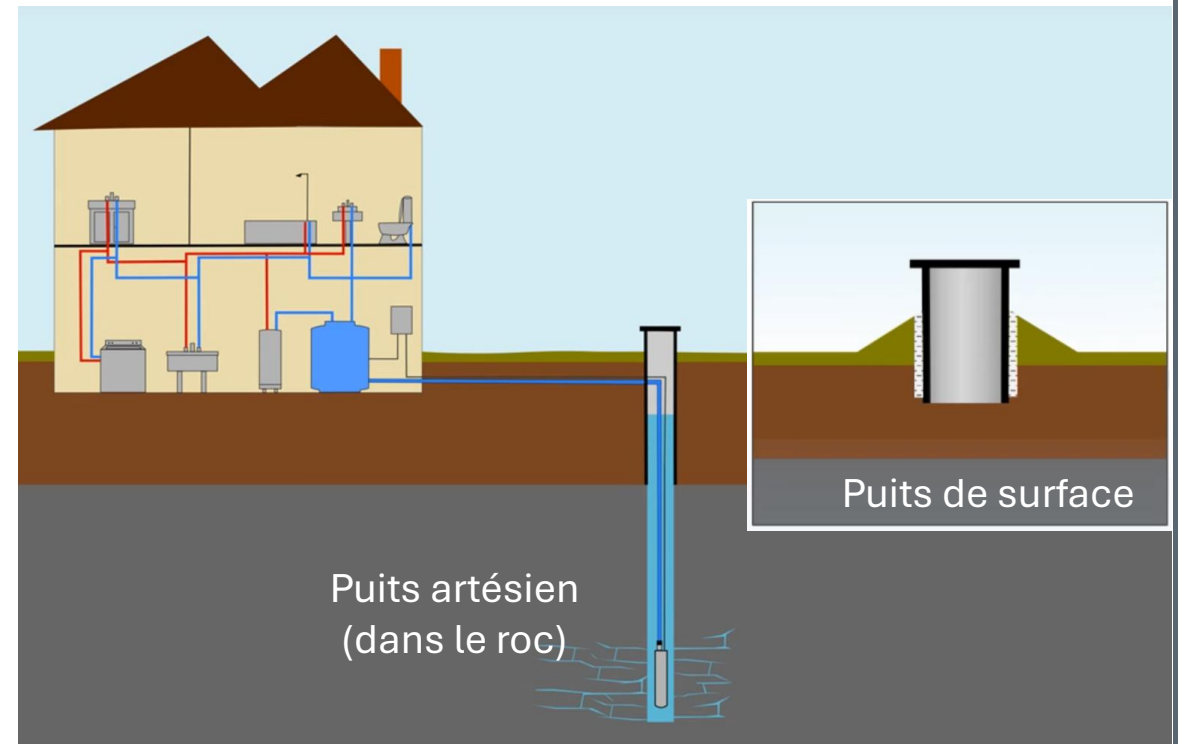
- › Ont une contribution en eau de surface qui varient dans le temps

Types de sources d'eau potable



EAU SOUTERRAINE : PUIITS PRIVÉS

- ❑ Puits artésien
 - Dans le roc fracturé
 - Plus profond
 - En nappe libre ou captive
- ❑ Puits de surface
 - Dans les dépôts granulaires
 - Peu profond et plus vulnérables au manque d'eau
 - En nappe libre
- ❑ Puits en filtration sur berge (FSB) si près d'un cours d'eau



Question éclair



Quel est votre type de source d'eau potable ?



a) Pas d'aqueduc (puits privés)



b) Rivière



c) Eau souterraine



L'eau souterraine et mon puits

Qu'est-ce-qui influence la quantité?

- ☐ La recharge
- ☐ L'utilisation
- ☐ Les propriétés hydrauliques de l'aquifère



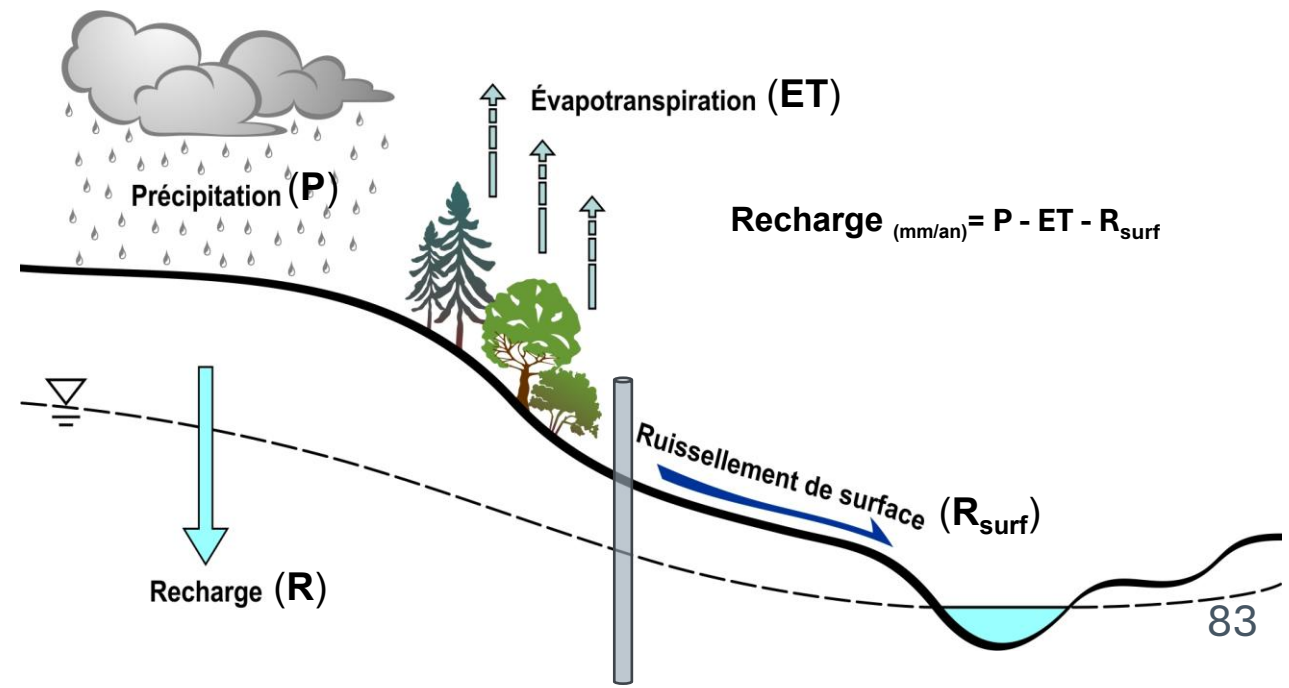
Qu'est-ce-qui influence la qualité?

- ☐ La nature du milieu géologique
- ☐ Le temps de séjour
- ☐ Les conditions de confinement
- ☐ La vulnérabilité de l'aquifère
- ☐ Les activités humaines

L'eau souterraine et mon puits

- La recharge se produit de façon saisonnière, principalement **au printemps** lors de la fonte des neiges, et **à l'automne** lorsque l'évapotranspiration diminue.
- **L'été**, il n'y a presque pas de recharge: les précipitations liquides sont partagées entre le ruissellement et l'évapotranspiration.

- **L'hiver**, la neige est stockée jusqu'au printemps, sa remobilisation liquide est fonction de la température. Si le sol est gelé, l'ensemble de l'eau de surface ruisselle et la recharge est nulle.



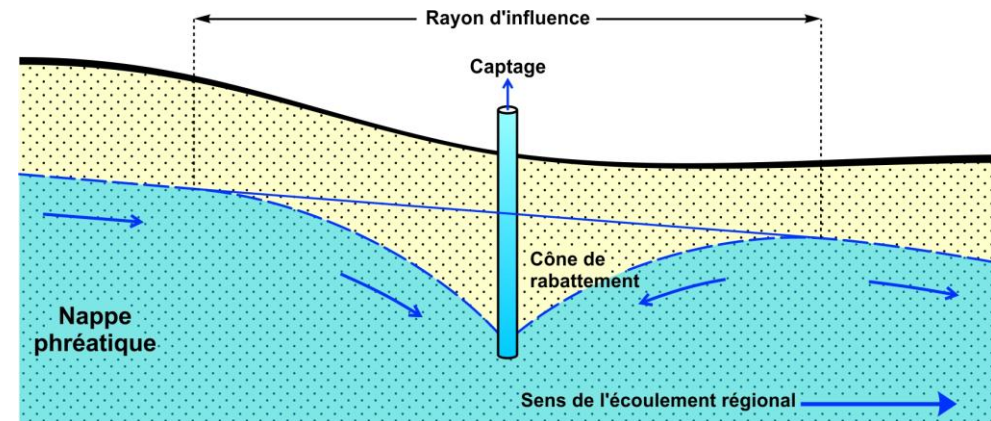
L'eau souterraine et mon puits

L'utilisation

- Une ressource renouvelable, mais à un certain rythme
- Les débits prélevés doivent respecter la capacité de l'aquifère (volume contenu) et être $< 20\%$ du taux de recharge
- Densité du développement: Chaque puits en pompage induit un rabattement de la nappe qui peut influencer le niveau d'eau chez le voisin

Les propriétés hydrauliques de l'aquifère

- Par ex.: plus la perméabilité est élevée, plus il est possible de pomper des débits importants



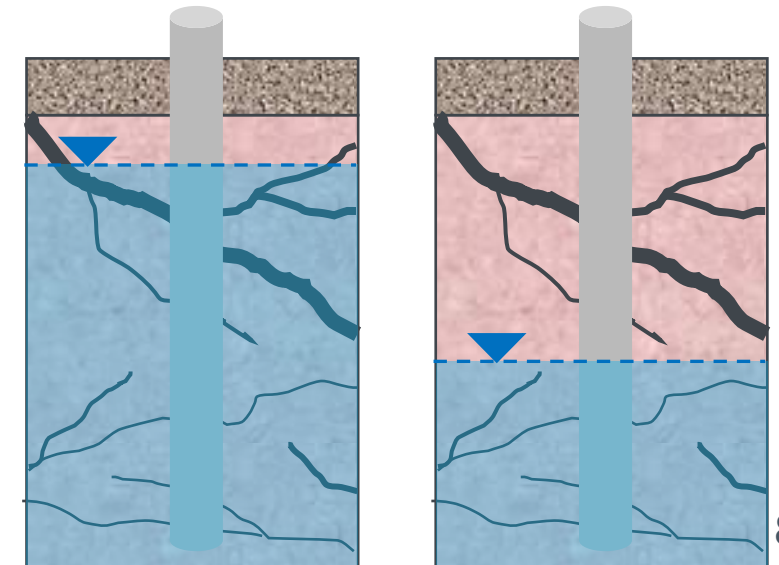
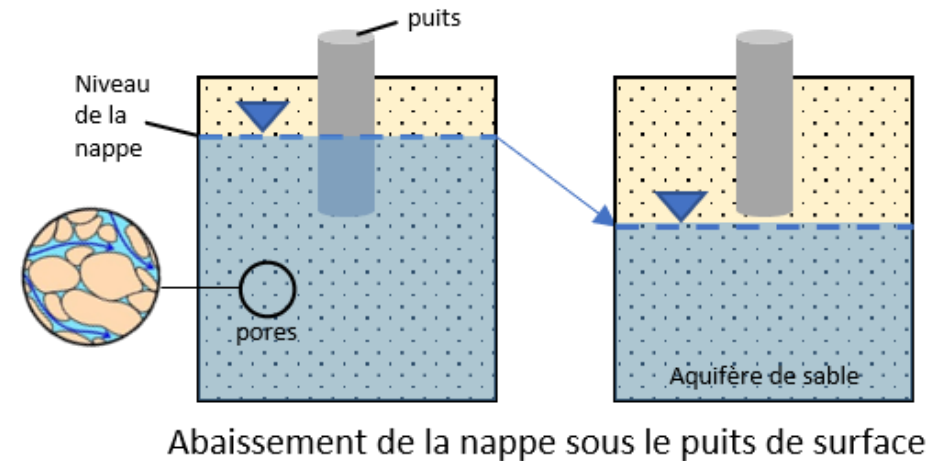
L'eau souterraine et mon puits

Pourquoi mon puits est à sec?

- Le niveau de nappe a baissé
 - Augmentation de la demande
 - Densité des prélèvements
 - Diminution de la recharge
- Perte de capacité:
 - Dénoisement des fractures productives
 - Colmatage des fractures (fer, particules fines)
 - Encrassement du puits et du système de pompage (corrosion, biofilm)

Importance de l'entretien des puits (réhabilitation):

- Nettoyage mécanique et/ou chimique
- Hydrofracturation
- Surcreusage



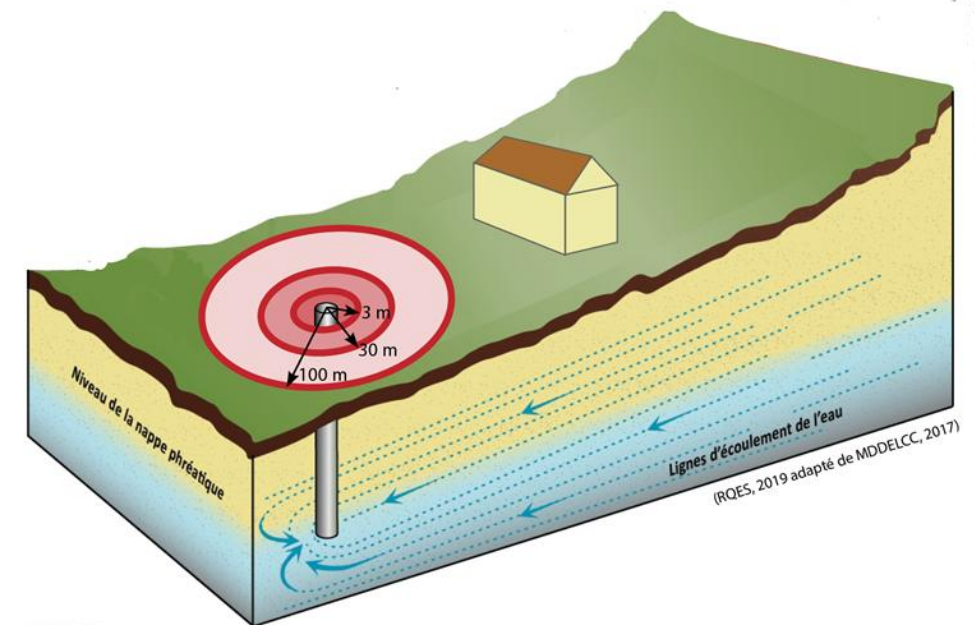
L'eau souterraine et mon puits

La nature du milieu géologique

- Les dépassements sont souvent **d'ORIGINE NATURELLE**, cad liés à la nature des roches en place : la composition géochimique de l'eau souterraine est influencée en grande partie par la dissolution de certains minéraux présents dans les matériaux géologiques.

Le temps de séjour

- Plus la distance parcourue par l'eau souterraine dans l'aquifère est grande, et plus son temps de résidence est long, plus elle sera **ÉVOLUÉE** et **MINÉRALISÉE**, c'est-à-dire concentrée en minéraux dissous.
- Pour les contaminations en bactéries et virus, un temps de séjour suffisant permet d'éliminer naturellement ces contaminants.



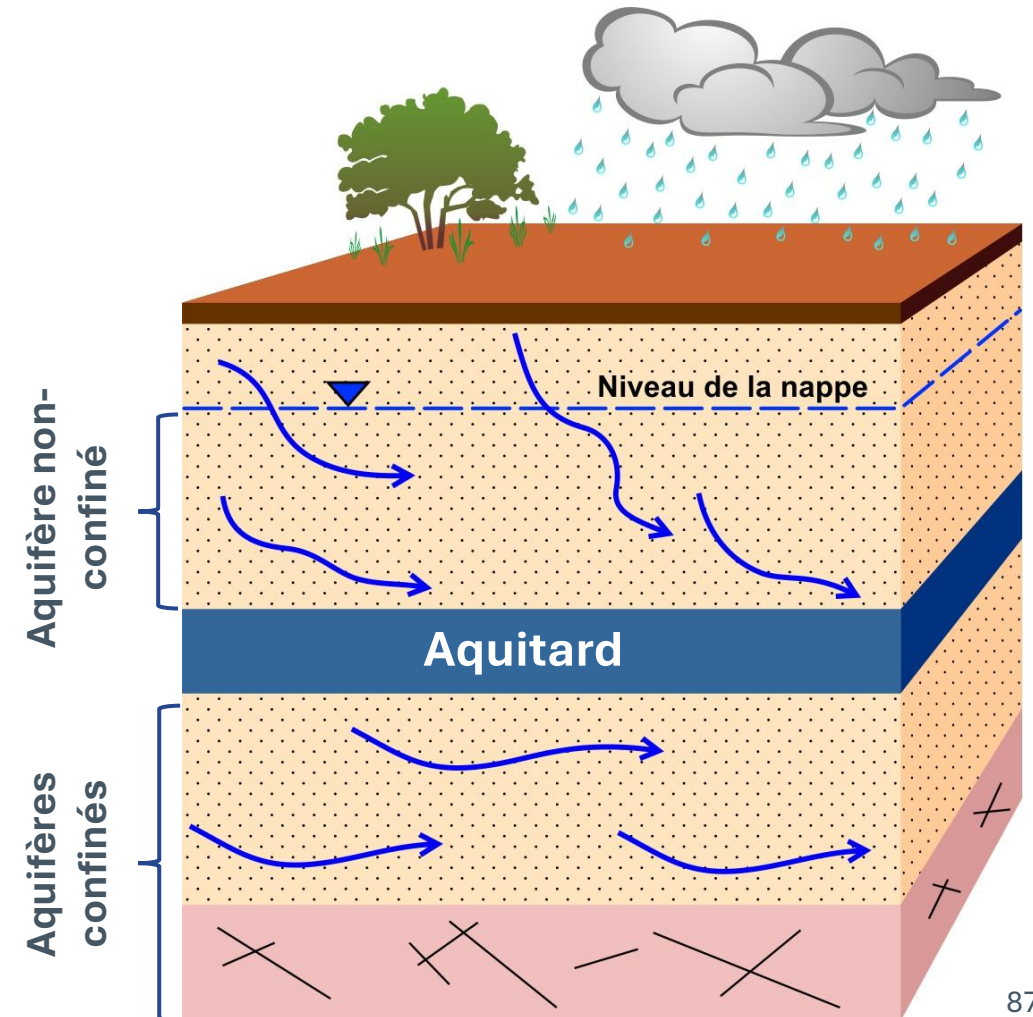
L'eau souterraine et mon puits

Les conditions de confinement

- ❑ Un aquifère **NON CONFINÉ** (ou à nappe libre) peut être **directement rechargé** par l'infiltration verticale et est donc généralement **plus vulnérable à la contamination**.
- ❑ Un aquifère **CONFINÉ** (ou à nappe captive) n'est **pas directement rechargé** par l'infiltration verticale et se retrouve ainsi **protégé des contaminants** provenant directement de la surface.
- Sa zone de recharge est située plus loin en amont, là où la couche confinante n'est plus présente.

eau moins minéralisée

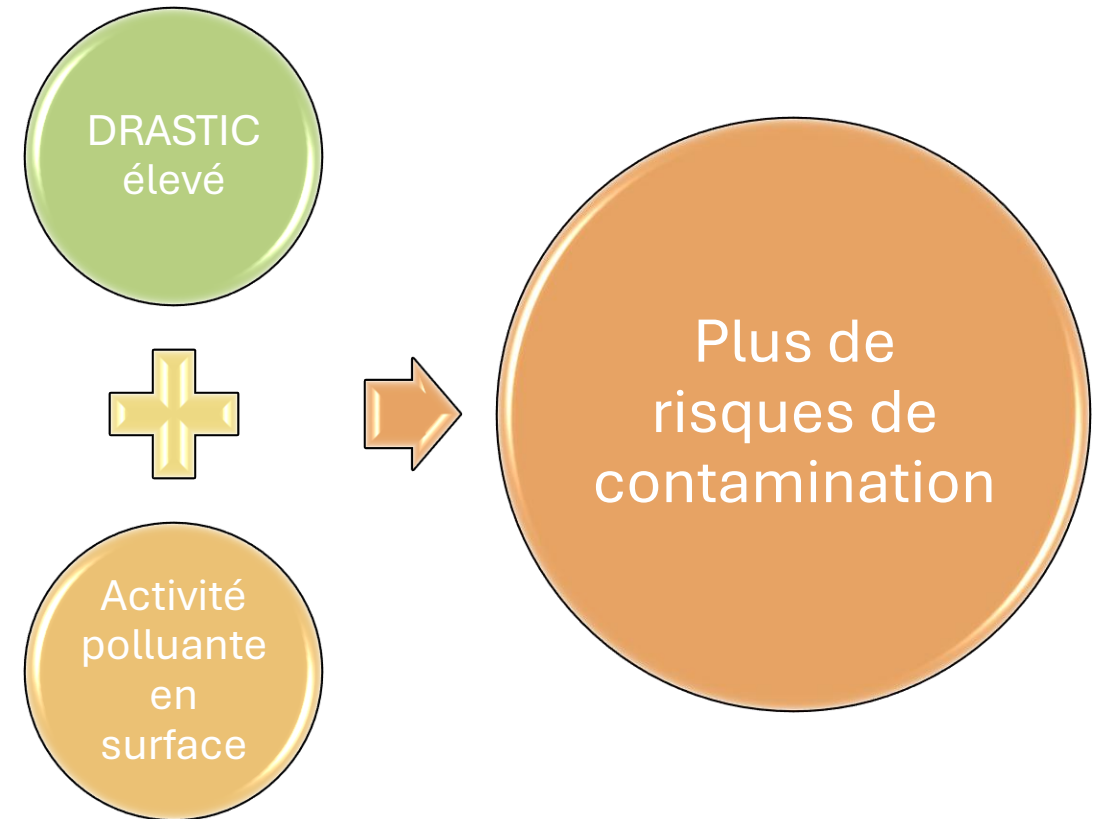
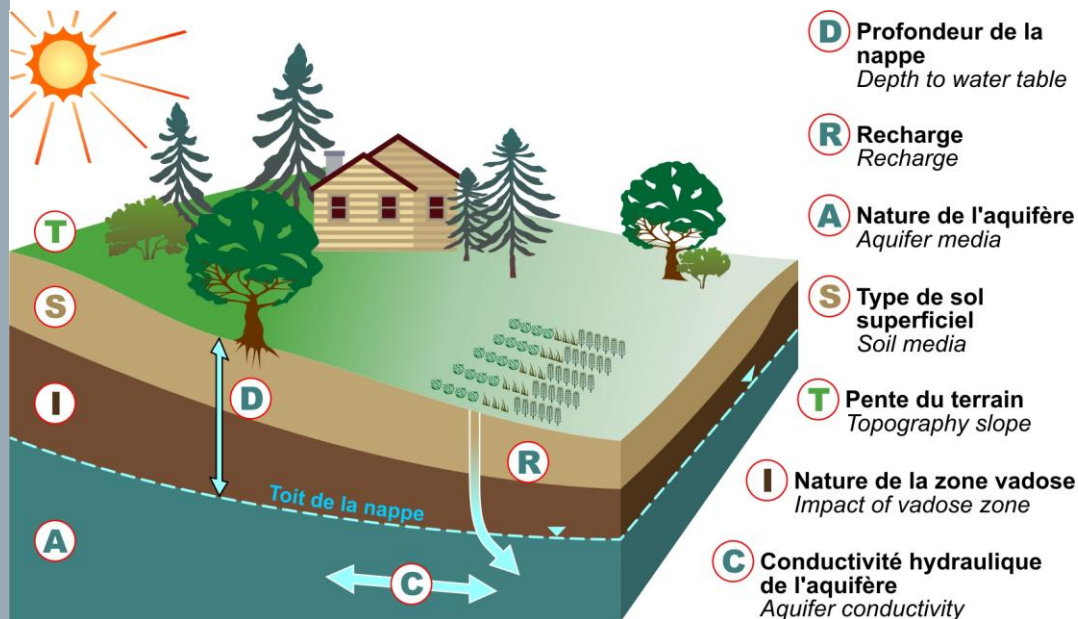
eau plus minéralisée



L'eau souterraine et mon puits

La vulnérabilité de l'aquifère

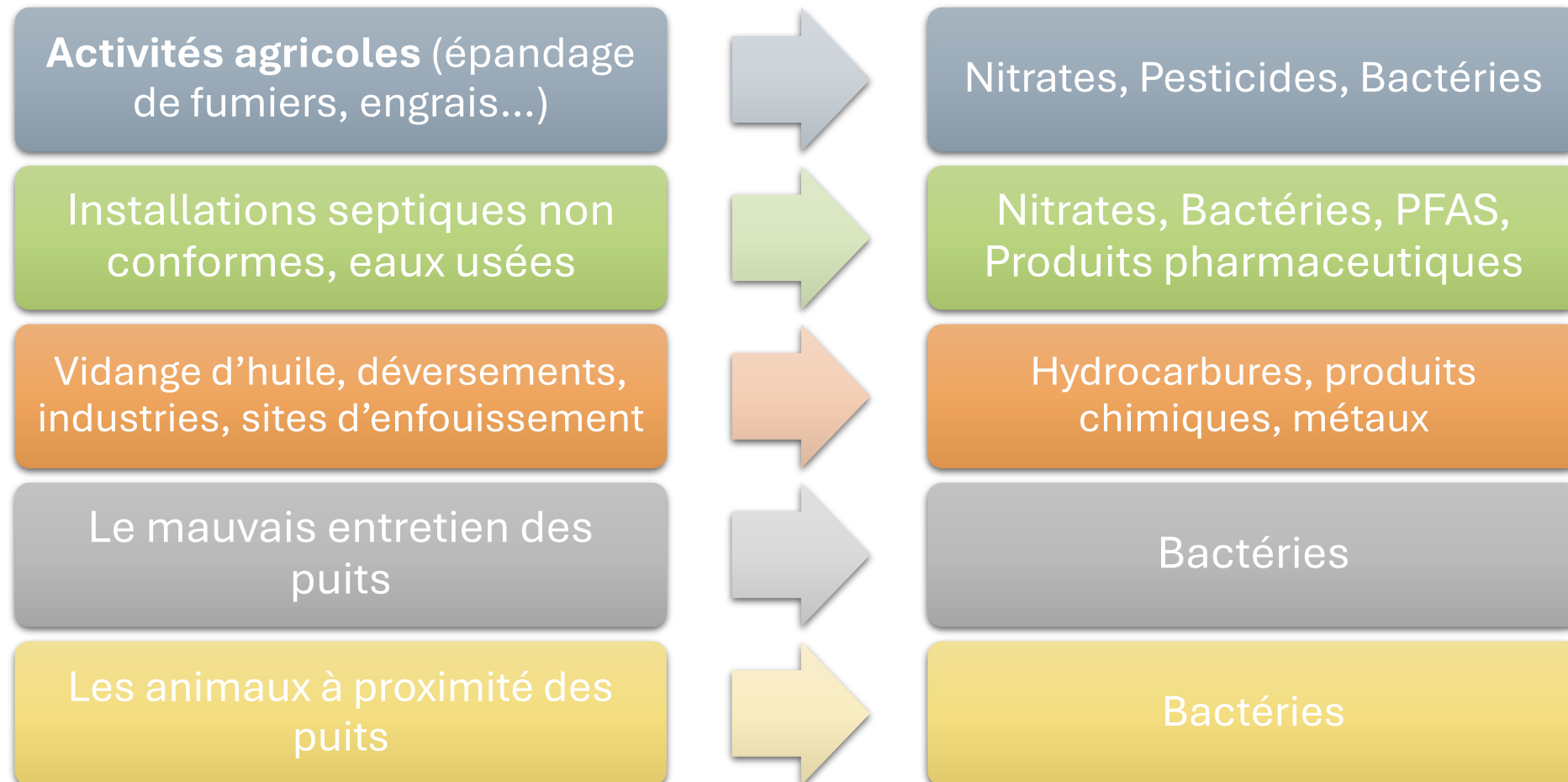
- La méthode **DRASTIC** fournit une évaluation relative de la vulnérabilité intrinsèque d'un aquifère, soit sa **susceptibilité à être affecté par une contamination provenant de la surface**.



Permet d'identifier où il faudrait agir en premier

L'eau souterraine et mon puits

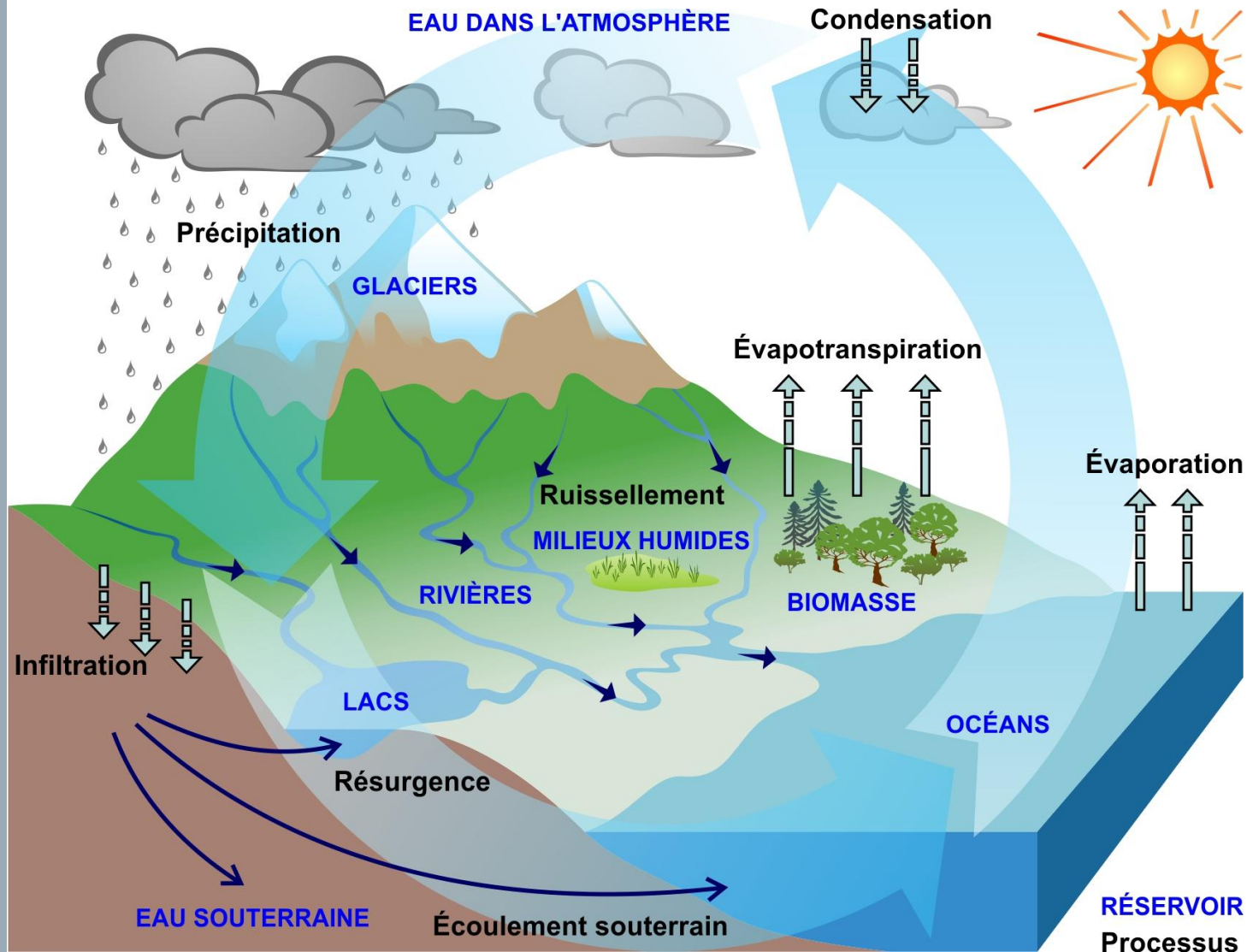
Les activités humaines



3.2

Impact des aléas climatiques sur les sources d'eau potable souterraines

Changements climatiques et grand cycle de l'eau naturel



↑ Température

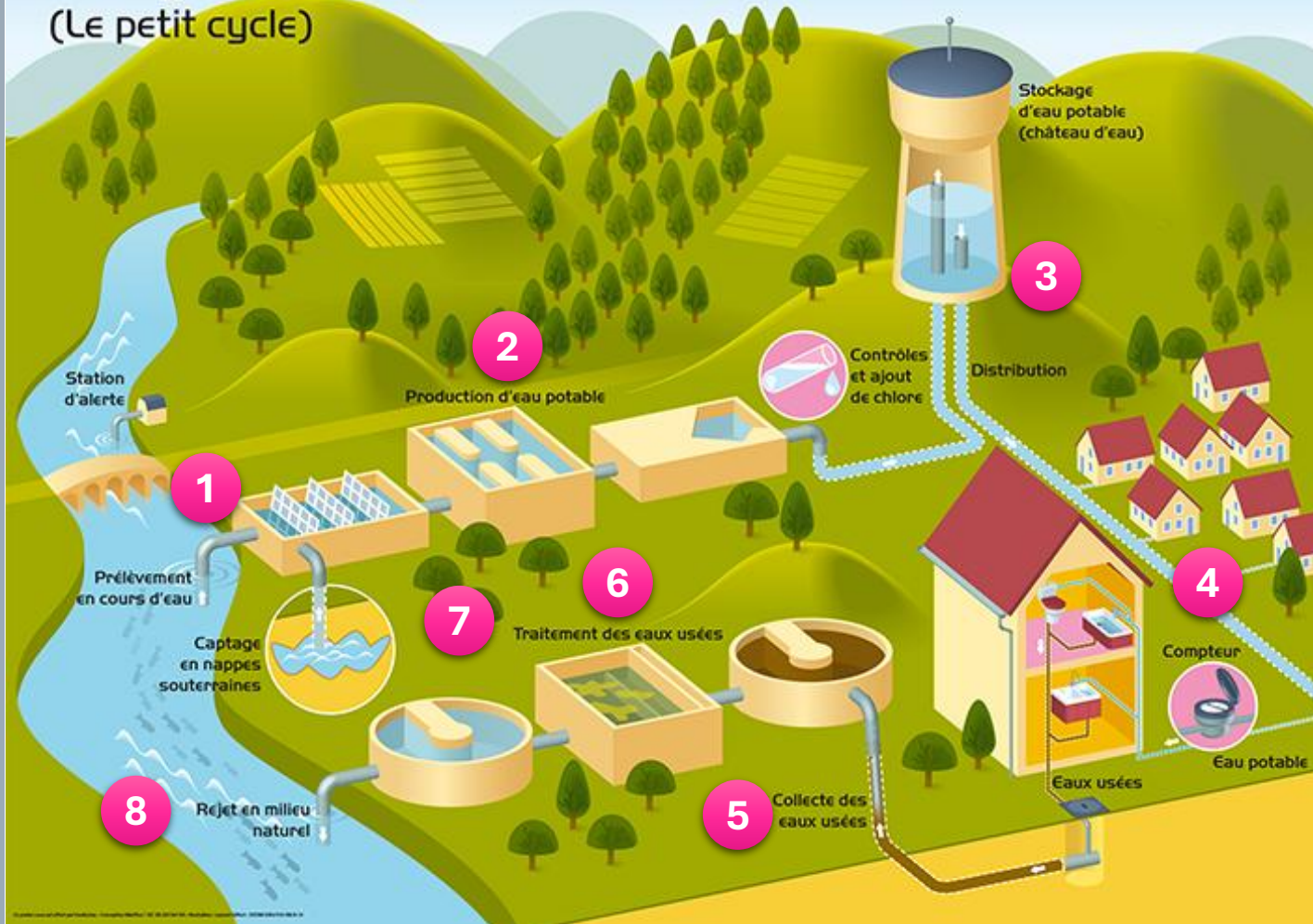
↑ Évaporation
↑ Précipitations

↑ Ruissellement
↑ Évapotranspiration

↑ ou ↓ Recharge

Changements climatiques et petit cycle de l'eau urbain

Le Cycle des traitements de l'eau (Le petit cycle)

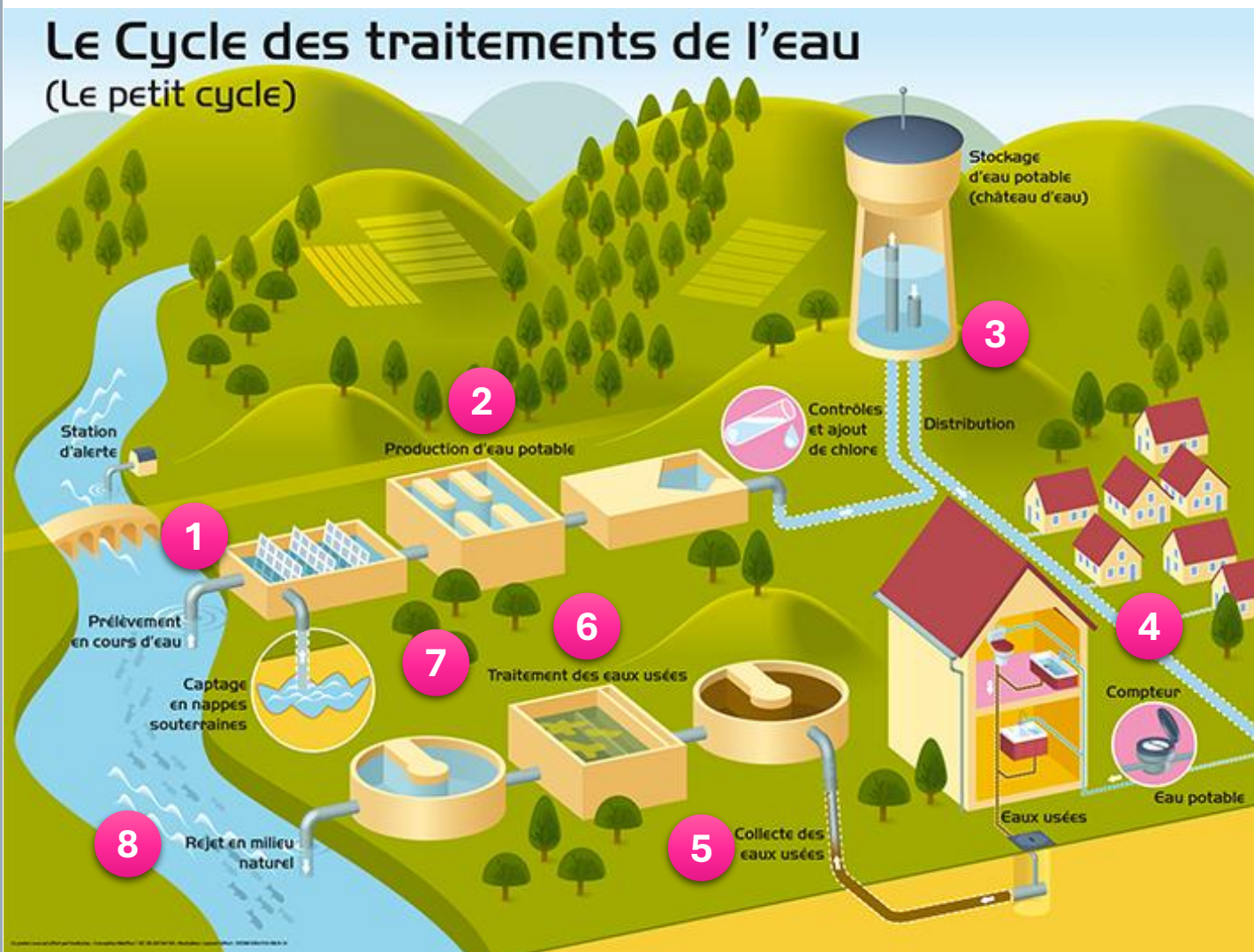


Approvisionnement (de la source au robinet)

1. Prélèvement d'eau à la source (eau brute)
2. Production d'eau potable
3. Stockage et distribution
4. Utilisation domestique et industrielle

5. Collecte des eaux usées
6. Traitement des eaux usées
7. Gestion des eaux pluviales
8. Retour à l'environnement

Changements climatiques et petit cycle de l'eau



(illustration tirée du site <https://www.nimes-metropole.fr>)

Source (qualité,
quantité)



Infrastructures
(ex: frasil)



Traitement
(capacité,
ajustements)



Gestion des eaux
usées et pluviales
(surverses)



Les aléas climatiques : définition

« *Phénomène d'origine climatique susceptible de **causer une dégradation de l'environnement** (qualité et quantité des sources d'eau potable) **ou des dommages aux biens** (infrastructures de prélèvement et de distribution de l'eau potable) »*

Les 8 principaux aléas climatiques du Québec



Augmentation de la température de l'air



Précipitations extrêmes



Inondations



Érosion



Sécheresses



Modification des cycles gel-dégel



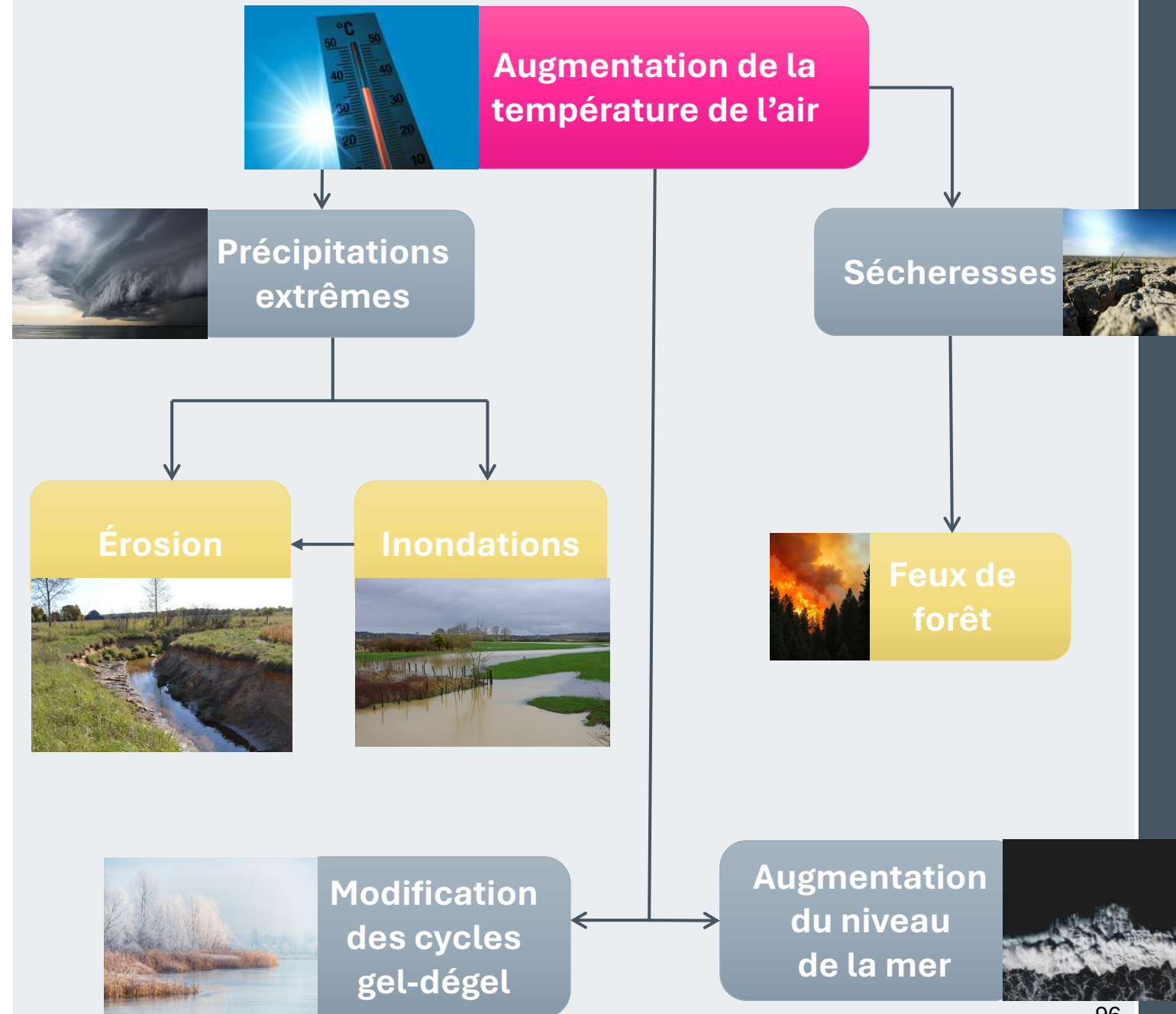
Feux de forêt



Augmentation du niveau de la mer

LES ALÉAS CLIMATIQUES :

DES PHÉNOMÈNES INTERRELIÉS



Question éclair



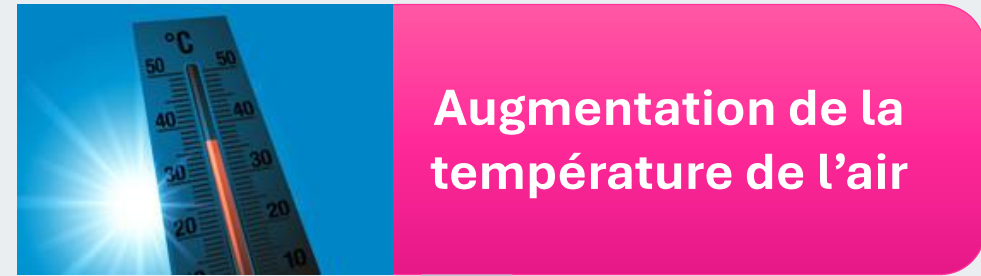
Avez-vous connu des impacts des aléas climatiques sur vos sources d'eau potable au cours des 10 dernières années?



LES CONSÉQUENCES DES ALÉAS SUR LES SOURCES D'EAU POTABLE

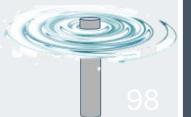
Sur la qualité

- › Augmentation et prolongation des vagues de chaleur intenses
- › Augmentation du nombre de jours chauds et des températures élevées où $T > 30\text{ °C}$



- › Diminution possible de la qualité des eaux souterraines
 - › Augmentation de la survie de certains microorganismes pathogènes
 - › Dissolution favorisée des contaminants

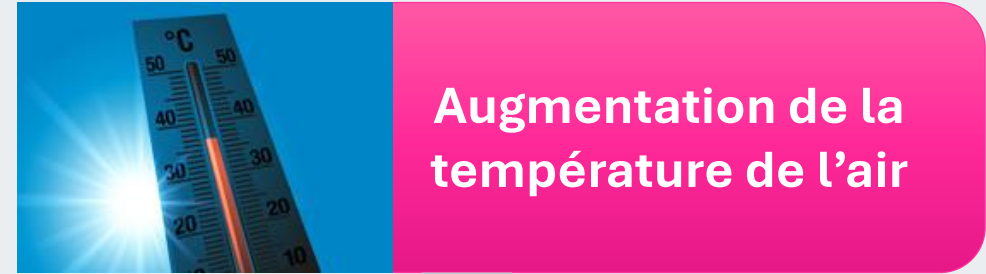
Ces changements peuvent se manifester de manière décalée par rapport aux impacts observés en surface



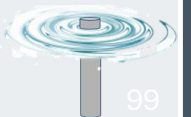
LES CONSÉQUENCES DES ALÉAS SUR LES SOURCES D'EAU POTABLE

Sur la quantité

Une réserve d'eau renouvelée
plus tôt mais qui s'étire sur un
été plus long



- › Recharge printanière précoce
- › Augmentation de la demande
- › Baisse des niveaux de nappe
- › Risque croissant de pénurie d'eau



LES CONSÉQUENCES DES ALÉAS SUR LES SOURCES D'EAU POTABLE

Sur la quantité



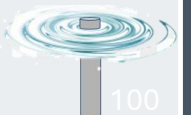
Intensité et
Fréquence des sécheresses



Sécheresses



- › Augmentation de la demande en eau et risques de pénurie
- › Baisse des niveaux de nappe (et risques de dénoisement de la pompe)
- › Intensification des épisodes d'étiage des cours d'eau due aux nappes plus basses
- › Altération de la recharge (diminution de l'humidité du sol et augmentation du ruissellement = moins de recharge)



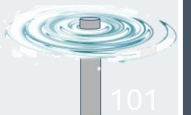
LES CONSÉQUENCES DES ALÉAS SUR LES SOURCES D'EAU POTABLE



Fréquence des feux de forêt



- › Impact sur les sources d'eau souterraine : manque de recherches approfondies
 - › Changements dans les régimes d'infiltration
 - › Contamination potentielle par les cendres

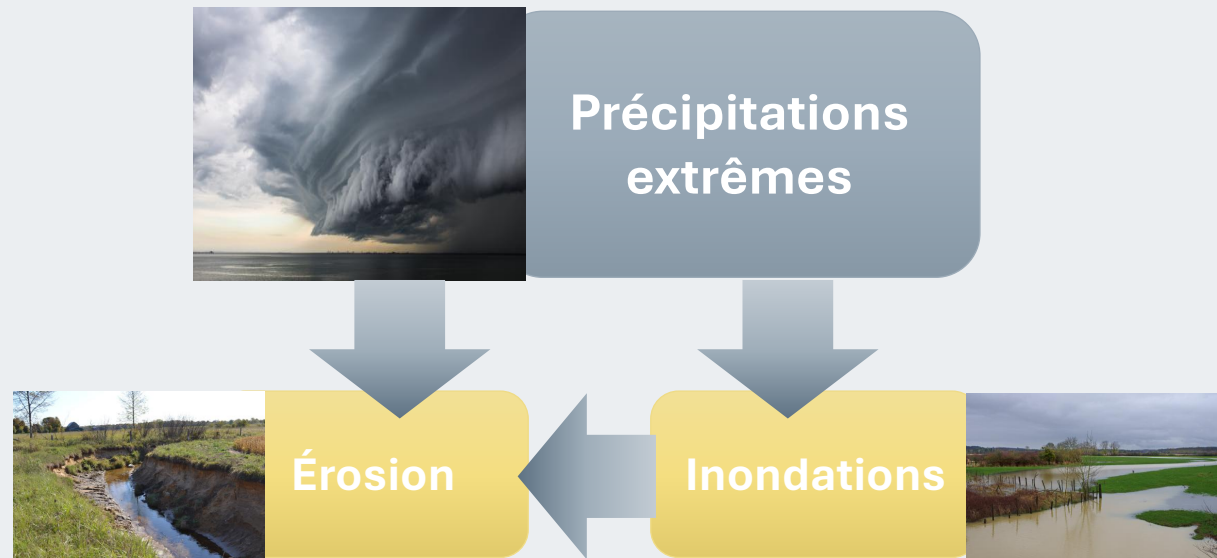


LES CONSÉQUENCES DES ALÉAS SUR LES SOURCES D'EAU POTABLE

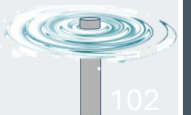
Sur la qualité



Intensité des pluies
Fréquence des pluies
Inondations

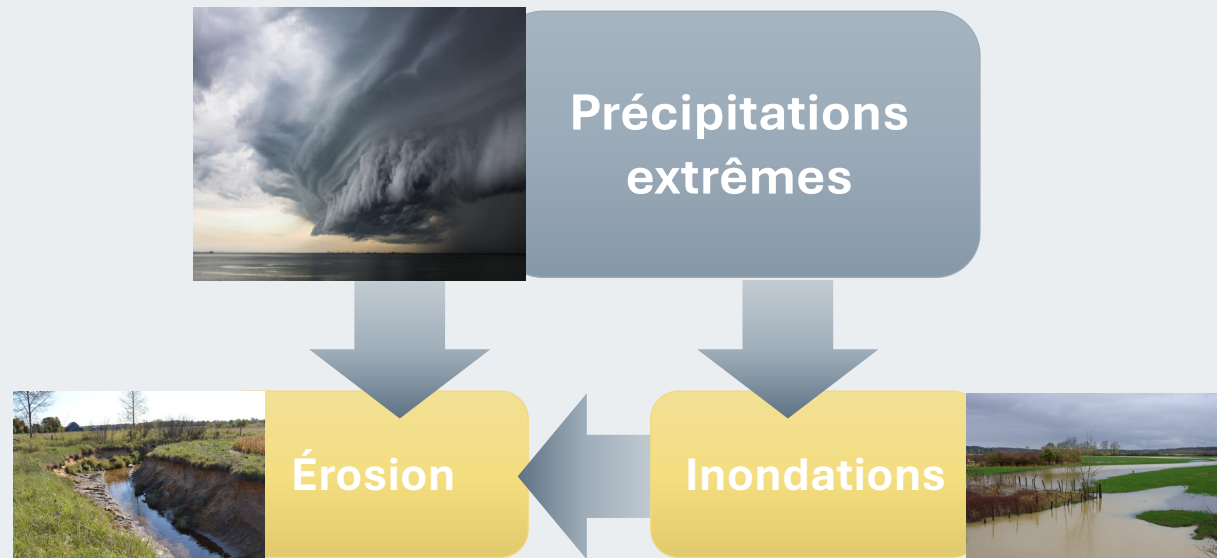


- › Ruissellement → lessivage des contaminants dans les nappes phréatiques (selon l'environnement de la prise d'eau - pesticides, nitrites-nitrates, bactéries, virus, métaux, etc.)
- › Inondations → contamination des puits FSB et ESSIDES par les eaux de surface

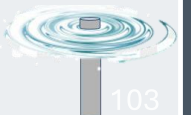


LES CONSÉQUENCES DES ALÉAS SUR LES SOURCES D'EAU POTABLE

Sur les infrastructures



- › Bris physiques des installations de prélèvement
- › Charge de contaminants plus importante qui nécessite d'adapter le traitement



LES CONSÉQUENCES DES ALÉAS SUR LES SOURCES D'EAU POTABLE

Sur la quantité

- › Diminution de la période de gel de 2 à 5 semaines
- › Augmentation des températures minimales jusqu'à + 10 °C
- › Augmentation de l'intensité et de la fréquence des cycles de gel-dégel
- › Baisse des précipitations sous forme de neige



Modification des
cycles gel-dégel



- › Recharge potentiellement plus importante des aquifères lors des épisodes de redoux l'hiver
- › Recharge précoce → la quantité d'eau souterraine disponible pour passer à travers l'été s'étend sur une plus longue période
- › Modification de l'apport en eau souterraine dans les cours d'eau au printemps et à l'été



LES CONSÉQUENCES DES ALÉAS SUR LES SOURCES D'EAU POTABLE

Sur la qualité

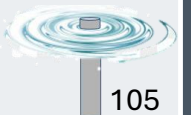
En zones côtières



Augmentation du
niveau de la mer



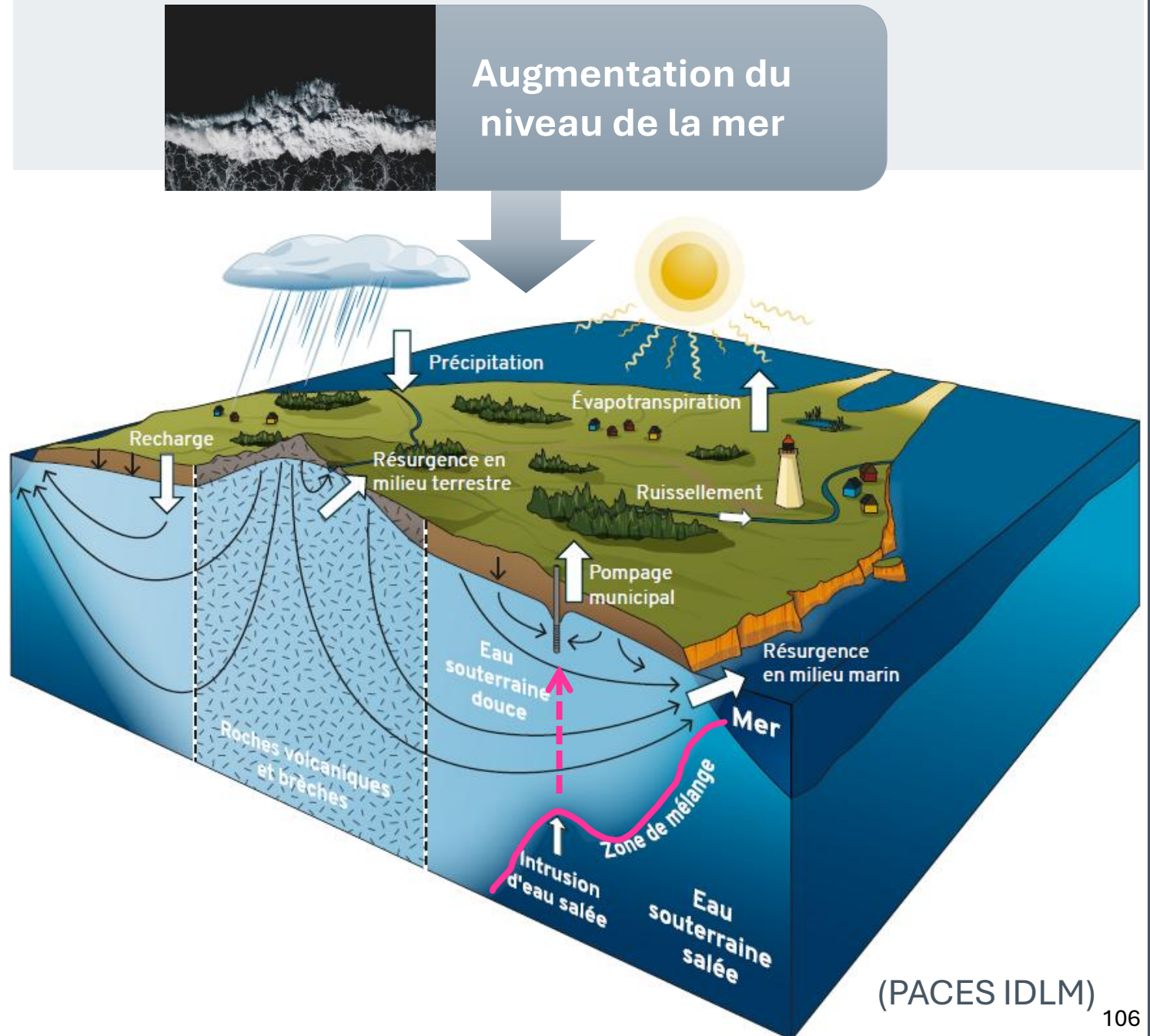
- › La montée du niveau des eaux dans l'estuaire du Saint-Laurent induit l'intrusion des eaux salines du fleuve dans les eaux souterraines
- › Augmentation de la salinité des eaux souterraines (à proximité des côtes)
 - › Par intrusion saline
 - › Par submersion
- › La salinité favorise la dissolution d'autres métaux (As, Mn)



LES CONSÉQUENCES DES ALÉAS SUR LES SOURCES D'EAU POTABLE

Sur la qualité

- › Déplacement de l'interface eau douce / eau salée
- › Amplifié par le rabattement causé par le pompage



LES CONSÉQUENCES DES ALÉAS SUR LES SOURCES D'EAU POTABLE

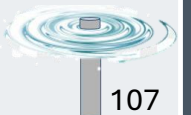
Sur la quantité



Augmentation du
niveau de la mer



- › Diminution des débits de résurgence d'eau douce souterraine
- › Fluctuations du niveau de la nappe phréatique, altérant la zone d'eau douce et affectant ainsi les volumes d'eau exploitables



Est-ce que ça va ?



4

Les outils disponibles pour protéger et gérer les eaux souterraines

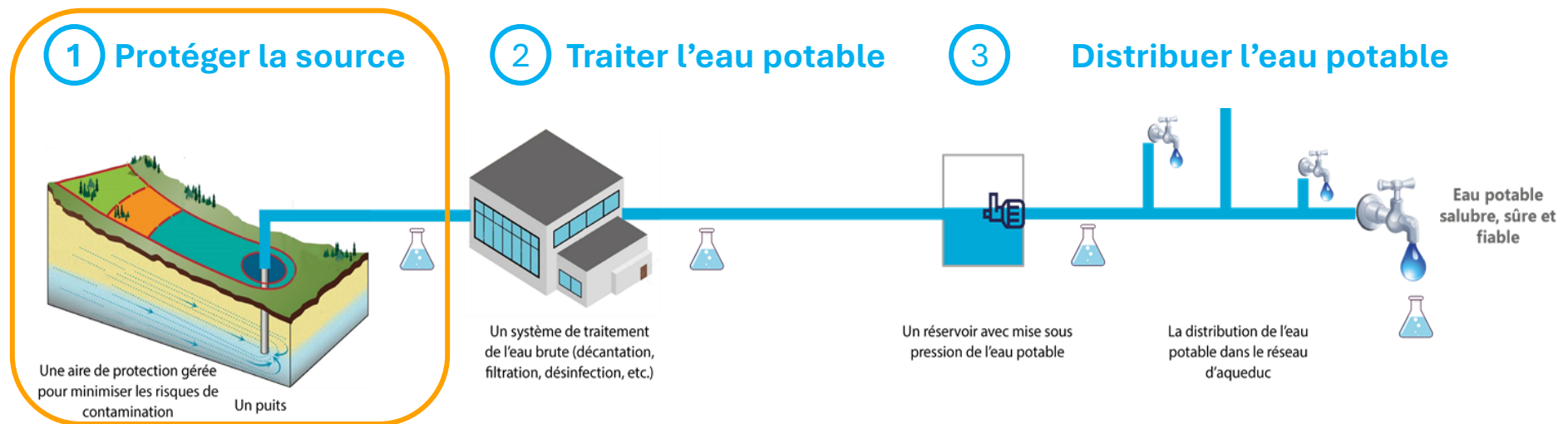


Les enjeux de protection et de gestion des eaux souterraines (PGES)

Manque de connaissances
Qualité de l'eau
Milieux humides
Protection du territoire
Contamination
Étiages
Recharge
Pénuries
Inondations
Hydrocarbures
Mines
Changements climatiques
Activités agricoles
Grands préleveurs
Surexploitation

Approche à barrières multiples – eau potable

- Si l'une des barrières fait défaut, les autres demeurent efficaces et prennent le relais pour assurer une eau potable de qualité
- L'efficacité de l'approche à barrières multiples dépend de la préservation des sources d'eau
- La protection des sources, intégrant la résilience aux changements climatiques, exige une **approche proactive et adaptable** face aux incertitudes, et qui tient compte de différents scénarios afin de générer de multiples pistes de solutions basées sur des risques possibles ou probables





L'analyse de vulnérabilité des sources d'eau (RPEP)

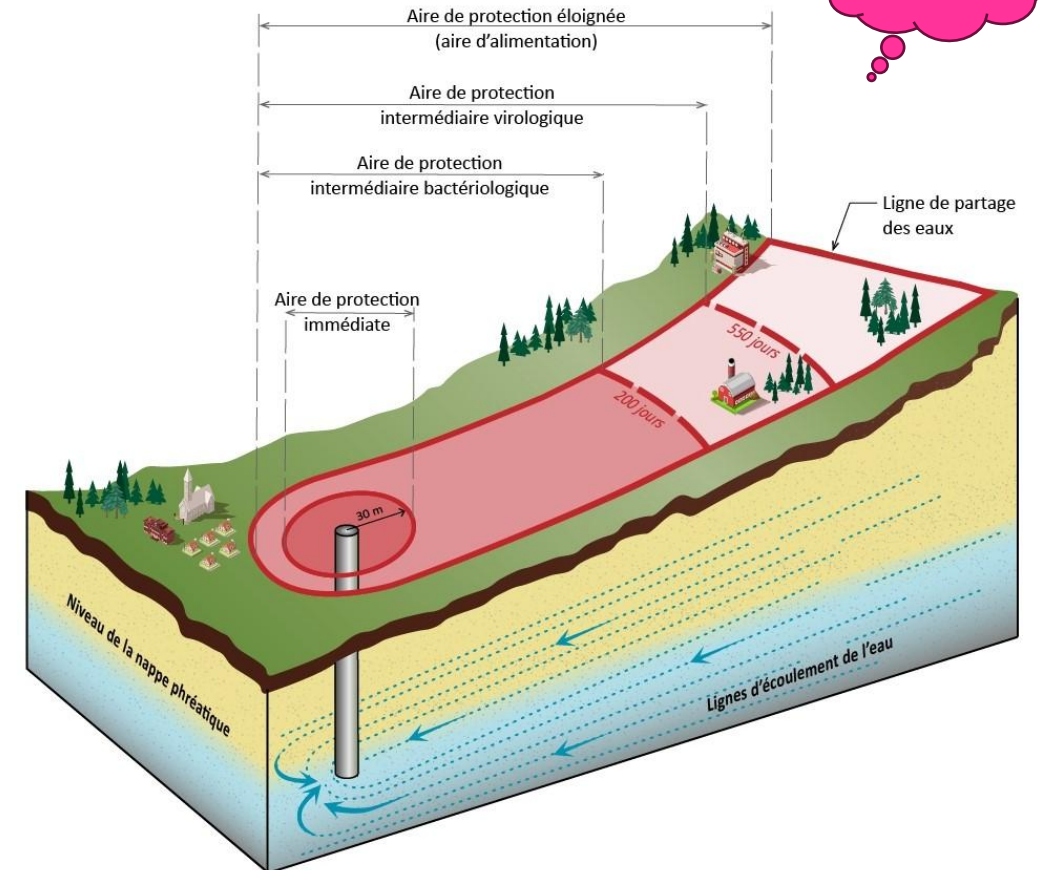
Le contenu légal
du rapport de
l'analyse de
vulnérabilité
(art. 68, RPEP)

1. Localisation et description du site de prélèvement
2. Localisation des 4 aires de protection
3. Évaluation des niveaux de vulnérabilité pour les 4 aires de protection (basé selon la méthode DRASTIC)
4. Inventaire des activités anthropiques, des affectations du territoire et des événements potentiels qui sont susceptibles d'affecter la qualité et la quantité des eaux exploitées
5. Évaluation des menaces que représentent les activités anthropiques et les événements potentiels identifiés
6. Identification des causes pouvant expliquer ce qui affecte ou a affecté la qualité et la quantité des eaux souterraines exploitées

Caractère
public

L'analyse de vulnérabilité des sources d'eau (RPEP)

- ❑ 4 aires de protection
- ❑ Au minimum un indice DRASTIC pour chaque aire de protection
- ❑ Un inventaire des activités qui affectent ou qui sont susceptibles d'affecter la qualité et la quantité des eaux
- ❑ Évaluation des menaces



Sert de base pour élaborer **un plan de mesure d'urgence** et un **plan de protection des sources** (PEPPSEP)



La PGES en contexte de changements climatiques

- › Des stratégies qui passent par **l'intégration systématique des effets potentiels des CC dans les opérations et la planification** (plan de protection des sources, le plan de sécurité civile ou le plan d'adaptation aux CC)
- › Des stratégies qui incluent la **hiérarchisation des risques** et **l'identification des éléments les plus vulnérables** face aux événements climatiques et autres enjeux
- › Des stratégies à **court terme** et à **long terme**, en **prévention** (mesures de protection des sources) ou en **réaction** (mesures d'urgence)
- › Des stratégies qui demandent une **sensibilité accrue aux signes avant-coureurs** pour renforcer la réactivité
- › **Rôle important des communications, de la gouvernance, de la coordination des différents intervenants, et de la collaboration/concertation amont-aval**

Des outils multiples et complémentaires



OUTILS RÉGLEMENTAIRES

DÉFINITION

Édiction de normes opposables aux citoyens ou aux entreprises pour le contrôle des activités humaines

EXEMPLES

- RPEP
- Gestion des rives et du littoral
- Document complémentaire des schémas d'aménagement et de développement
- Règlements d'urbanisme qui contrôlent mieux le développement dans les zones déjà à risque
- Restrictions d'usages

Des outils multiples et complémentaires



OUTILS NON RÉGLEMENTAIRES



OUTILS DE PLANIFICATION ET DE CONCERTATION

DÉFINITION

Stratégies, plans de gestion, plan d'action qui définissent des orientations à travers une concertation entre acteurs

EXEMPLES

- Plan de protection des sources
- Plan directeur de l'eau
- Protocoles d'intervention et mesures d'urgence



OUTILS VOLONTAIRES

Encouragent des changements de pratiques sur une base volontaire

- Campagne de sensibilisation à l'économie d'eau potable
- Éducation sur les bonnes pratiques



OUTILS INCITATIFS

Mesures économiques qui activent un changement de pratiques, une autre manière d'aménager.

- Redevances sur l'eau
- Remboursement de taxes foncières
- Amendes



Des outils multiples et complémentaires



OUTILS NON RÉGLEMENTAIRES



ACQUISITION ET GESTION DE CONNAISSANCES

DÉFINITION

Vise la compréhension des phénomènes qui affectent les sources d'alimentation en eau potable

EXEMPLES

- Étude de caractérisation
- Suivi de la qualité
- Suivi des niveaux d'eau
- Protocoles de gestion des données



MESURES STRUCTURELLES (OPÉRATIONNELLES)

Moyens concrets et applicables sur le terrain

Technologies, ingénierie

- Réservoirs
- Colmatage de fuites
- Surfaces perméables
- Écoroutes



MESURES STRUCTURELLES (OPÉRATIONNELLES)

Moyens concrets et applicables sur le terrain

Solutions basées sur la nature (services écologiques)

- Conservation et restauration des milieux naturels
- Végétalisation
- Espace de liberté des cours d'eau



Les mesures possibles

RISQUE DE PÉNURIE D'EAU

- ☐ Augmentation de la capacité de stockage du réservoir (ou sa construction)
- ☐ Analyse de l'option de raccorder un secteur de la municipalité à l'aqueduc d'une municipalité voisine
- ☐ Installation d'une prise d'eau d'appoint
- ☐ Aménagement de nouveaux puits pour mieux distribuer les pressions sur l'aquifère
- ☐ Entretien et réhabilitation du puits pour améliorer la performance du captage
- ☐ Préservation des zones de recharge de l'aquifère
- ☐ Aménagement d'infrastructures pour la recharge artificielle de l'aquifère
- ☐ Camions citernes
- ☐ Règlementation pour des restrictions d'usages en cas de pénurie d'eau et renforcements pour son application
- ☐ Suivis des niveaux de nappe automatisé pour prévenir les tendances
- ☐ Recherche et colmatage des fuites sur le réseau d'aqueduc
- ☐ Protocole de mesures d'urgence
- ☐ Programme d'économie d'eau potable et sensibilisation sur les bonnes pratiques pour réduire la demande
- ☐ Installation de compteurs d'eau et taxation
- ☐ Estimation de la consommation/taux de recharge



Saint-Hippolyte reçoit une subvention de 144 000 \$ pour le suivi de sa nappe phréatique (mai 2024)

*La Municipalité de Saint-Hippolyte a développé, avec ses différents partenaires, **le projet d'instrumenter 21 puits artésiens municipaux et résidentiels** à l'aide de sondes pour évaluer, en temps réel et en continu, les fluctuations de la nappe phréatique.*

- Permet de mieux anticiper les risques de pénurie d'eau potable et de mieux comprendre la dynamique de la nappe phréatique.



Règlement obligeant les promoteurs immobiliers à produire des études hydrogéologiques mesurant la capacité de fourniture en eau potable de la nappe phréatique.

Récolter de l'eau avec une barrière à neige

Un projet pilote réalisé à Sainte-Luce par l'entreprise Terre-Eau sur ½ hectare (avril 2021)

« Avec les haies brise-vent, naturelles ou artificielles, la neige peut s'accumuler, (...). Et en s'accumulant, elle se densifie et se concentre, tout en empêchant le sol de geler durant les grands froids. »

« Si on capte la neige et qu'on la retient sur place, cette neige va évidemment fondre et si le sol n'est pas gelé, elle va s'infiltrer et recharger la nappe, explique Louis Drainville. Quand on recharge la nappe, si on a un puits de surface, ça veut dire plus d'eau pour nos besoins agricoles et nos besoins municipaux. »

« Les résultats ont permis d'offrir 13 heures supplémentaires de consommation en eau potable à la municipalité de Sainte-Luce. »



Compteurs d'eau

❑ Objectifs:

- mieux connaître la consommation d'eau
- réduire les pertes
- favoriser les bonnes pratiques de consommation

❑ Imposition d'une tarification progressive en fonction des volumes d'eau consommés par les ICI

❑ Exemple de la ville de Saint-Colomban, qui impose une tarification résidentielle de base pour une consommation d'eau potable annuelle égale ou inférieure à 250 m³, auquel s'ajoute un tarif progressif par tranche de mètres cubes consommés au delà de ce seuil



**NOUVEAU RÈGLEMENT
COMPTEURS D'EAU OBLIGATOIRES**

Accès public à l'eau potable pour les résidents sur puits privés affectés par la sécheresse

[ACCUEIL](#)[MA MUNICIPALITÉ](#)[SERVICES AUX
CITOYENS](#)[ADMINISTRATION](#)[URBANISME ET
RÈGLEMENTATION](#)[LOISIRS ET
CULTURE](#)

CITAM - SYSTÈME D'ALERTE DE MASSE Pour inscription, cliquez ici : [CITAM – Système d'alerte de masse](#)

ACCÈS PUBLIC À L'EAU POTABLE

En raison de la sécheresse exceptionnelle que nous connaissons actuellement, plusieurs puits de notre territoire sont à sec ou présentent un niveau critique.

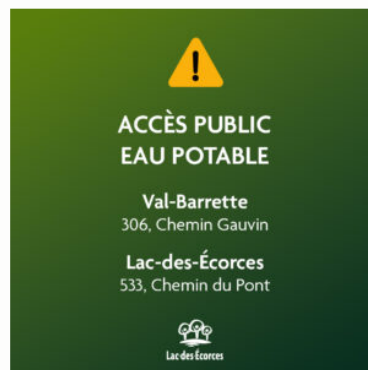
Afin de soutenir les citoyennes et citoyens touchés, la Municipalité met à disposition deux points d'accès à de l'eau potable :

Lac-des-Écorces : 533, ch. du Pont

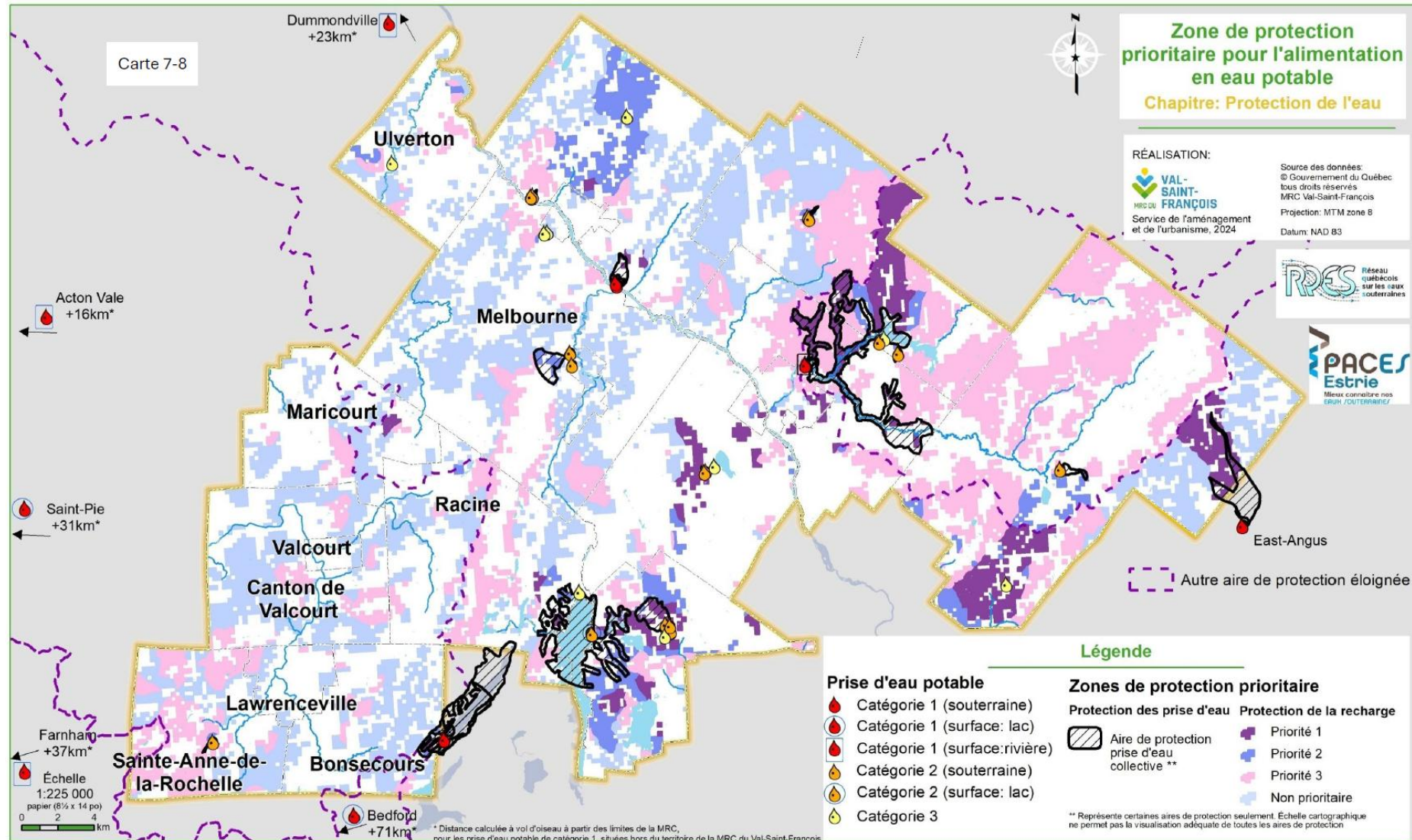
Val-Barrette : 306, ch. Gauvin

Apportez vos contenants propres et limitez votre prélèvement aux besoins essentiels.

En raison du risque de gel, les robinets extérieurs situés à la halte routière (à côté de l'Hôtel de ville) et devant l'ancienne église du secteur Val-Barrette ne sont pas fonctionnels à cette période de l'année.



Intégrer la protection de l'eau souterraine dans les schémas d'aménagement et de développement des MRC



Les mesures possibles



DIMINUTION DE LA QUALITÉ

- ❑ Gestion des activités anthropiques (menaces) identifiées dans l'aire d'alimentation des puits (telles qu'identifiées et priorisées dans les analyses de vulnérabilité)
 - Gérer les risques d'apports en contaminants de toute sorte en poursuivant les inspections, l'application réglementaire, l'évaluation et le contrôle des activités incompatibles
 - Mise en place ou mise aux normes réglementaire d'installations individuelles de traitement des eaux
- ❑ Maintien des services écologiques des milieux naturels et humides qui filtrent l'eau, réduisent le lessivage des contaminants
- ❑ S'assurer que le puits est bien scellé pour éviter les infiltrations directement depuis la surface
- ❑ Acquisition de terrains et conservation pour protéger les zones de recharge
- ❑ Mise en place d'écoroutes pour diminuer l'impact des sels de déglacage
- ❑ Intensification du suivi de la qualité en temps réel pour anticiper les variations
- ❑ Mise en place de protocoles d'intervention d'urgence pour ajuster le traitement en fonction de seuils critiques
- ❑ Examen pour la mise en place de technologies de traitement d'eau supplémentaires ou adaptées aux conditions changeantes
- ❑ Avis d'ébullition

La qualité de l'eau de mon puits



MON EAU
MON PUIT
MA SANTÉ

Accueil À propos Nous joindre

D'où vient
votre eau

Analyser
votre eau

Entretenir
votre puits

Trouver un
laboratoire

Outil d'aide pour
comprendre vos résultats

Recherche



Pourquoi
faire analyser
votre eau



Qu'est-ce qui peut
contaminer l'eau de
votre puits?



Où, quand et comment
faire analyser l'eau de
votre puits



Comprendre les
résultats de votre
analyse d'eau



Que faire si votre
eau contient des
contaminants

<https://moneaumonpuits.ca/>

Plan de protection des sources de la ville de Richmond

« Cinq objectifs opérationnels ont été identifiés pour assurer une eau de qualité pour les générations présentes et futures, soit

- **s'assurer que les têtes des piézomètres et des puits soient étanches et/ou rehaussées au-dessus de la cote d'inondation 0-100 ans ;**
- faire un suivi de l'impact réel des activités sur la route avec le MTQ et informer les utilisateurs et opérateurs de la présence des aires de protection des puits à proximité ;
- avoir mis en place des actions permettant de protéger les puits ;
- tendre vers la moyenne québécoise de consommation de l'eau par habitant et
- avoir établi le risque réel des activités énumérées dans les aires de protection.»





Les mesures possibles



BRIS DES INFRASTRUCTURES

- ❑ Rénovation et renforcement physique des infrastructures
 - ❑ Prise d'eau d'urgence
 - ❑ Création de liens d'urgence avec des systèmes de distribution d'eau de municipalités voisines
 - ❑ Acquisition de génératrices portables en cas de panne de courant
 - ❑ Création d'une station de traitement d'eau auxiliaire pour garantir une réserve d'approvisionnement en eau potable en cas de défaillance des autres installations
 - ❑ Priorisation des systèmes de communication, des transformateurs et des lignes de transmission
- ❑ Ralentir et retenir l'eau pour diminuer le ruissellement et les volumes d'eau
 - Végétaliser et protéger les bandes riveraines
 - Ville éponge: surfaces perméables, marais filtrants, bassins de rétention, noues
 - Rétablir l'espace de liberté des cours d'eau et ses méandres

Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines (CERIU): fiches résilience

L'outil *Résilience des actifs* a pour objectif principal d'accompagner les municipalités dans leur démarche de résilience, en les aidant à effectuer un **diagnostic pour identifier le niveau de vulnérabilité des actifs en eau**, et en leur offrant des **pistes de solutions** en termes d'adaptation aux changements climatiques.

Thèmes / Aléas	Fortes précipitations	Sécheresse	Tempêtes	Section du guide
Connaissances des risques et sensibilisation	Fiche 01	Fiche 02	Fiche 03	3.2.1.2
Prévention et adaptation	Fiche 04	Fiche 05	Fiche 06	3.2.2.2
Réaction face à un événement	Fiche 07	Fiche 08	Fiche 09	3.2.3.2
Récupération et reconstruction	Fiche 10	Fiche 11	Fiche 12	3.2.4.2
Gestion et planification stratégique	Fiche 13			3.2.5.2

<https://ceriu.qc.ca/bibliotheque/fiche-resilience-1-connaissance-risques-sensibilisation-fortes-precipitations>

La MRC de Papineau « En mode solutions nature » pour contrer les changements climatiques

Un projet pilote avec Nature Québec

VOTRE GUIDE GRATUIT!

Dans le cadre du projet En mode solutions nature, Nature Québec offre gratuitement son guide « Les solutions nature pour le climat en milieu municipal » un outil d'accompagnement à l'intention des municipalités québécoises qui souhaitent faire de la nature une alliée dans la lutte contre les changements climatiques.

JE REÇOIS LE GUIDE GRATUITEMENT



Question éclair



Et vous, quelles mesures mettez-vous en place pour protéger vos sources d'eau souterraines ?

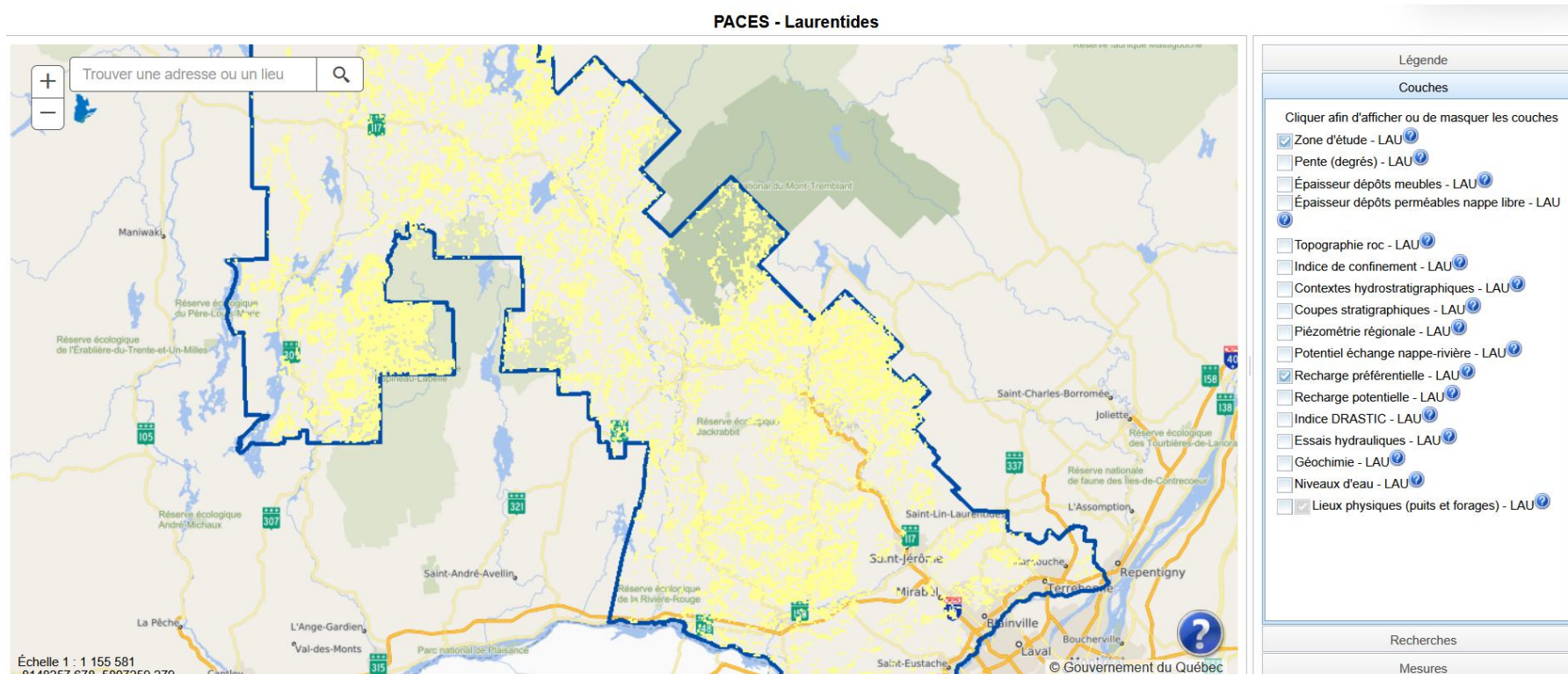




Les ressources utiles

❑ Les données PACES

- Carte interactive, bases de données géomatiques, rapports
- <https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset/projets-d-acquisition-de-connaissances-sur-les-eaux-souterraines-paces>





Les ressources utiles

❑ Le système d'information hydrogéologique (SIH)

- Banque de données des forages réalisés sur le territoire québécois depuis 1967
- Description lithologique du forage, la profondeur du puits, la méthode de forage qui a été employée et le matériau du tubage
- Données à prendre avec un bémol mais utiles pour évaluer les besoins en eau

<https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/eau-souterraines-sih-index>

ou

<https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/souterraines/sih/index.htm>



SIH

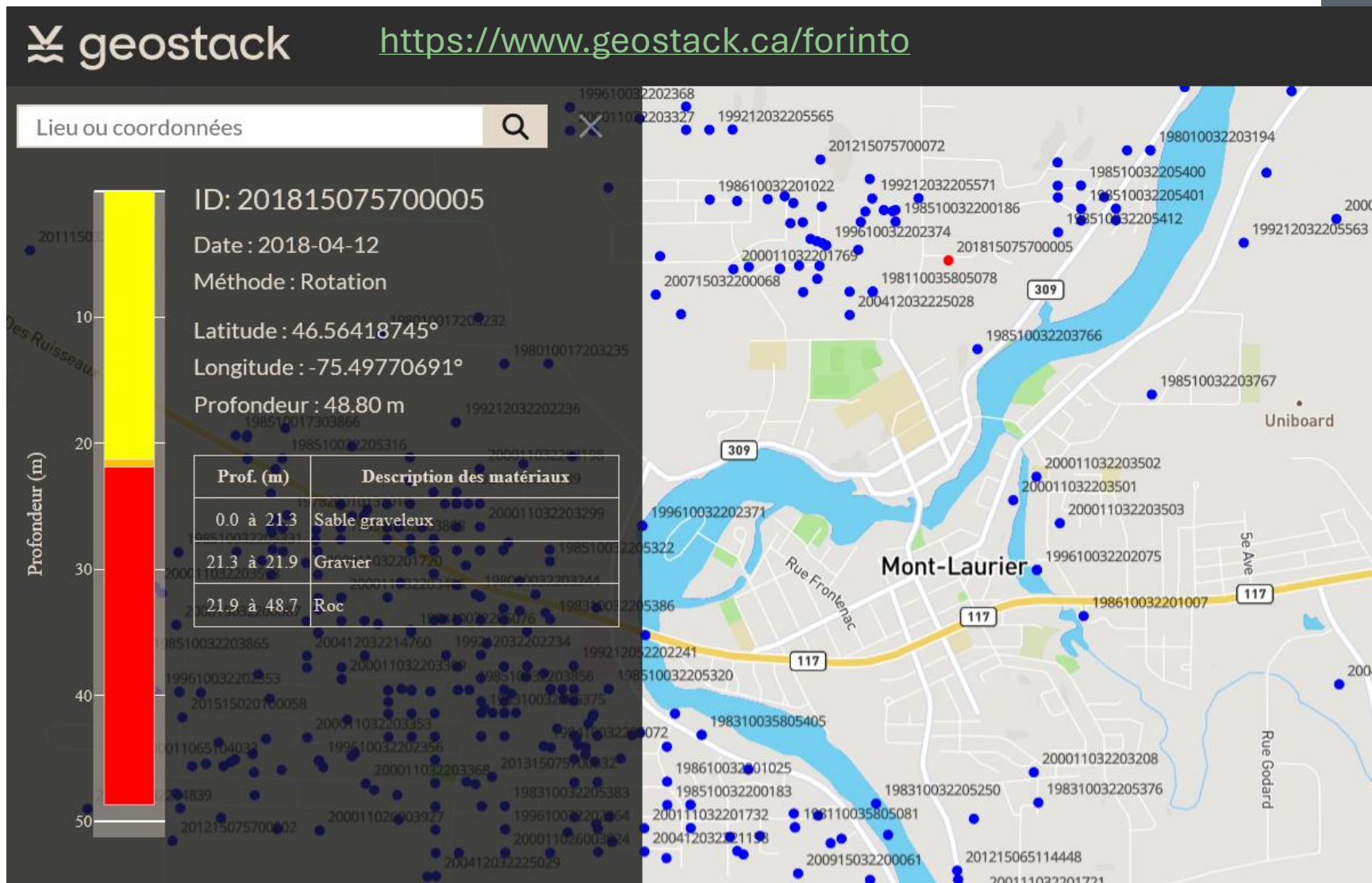




Les ressources utiles

Forinto

- un outil de visualisation des données de forage du Québec





Les ressources utiles

- › Plans de protection des sources, plan de sécurité civile, plan climat, plan d'urbanisme, mise à jour des SAD et des RAV:
 - **Importance de l'intégration des CC et de la PGES dans la planification**
- › Développement d'un guide par l'U Laval (CREPUL) et de webinaires par le RQES sur les impacts des changements climatiques sur les sources d'eau potable (souterraine et de surface)
 - L'impact des changements climatiques sur les sources d'eau potable au Québec – Guide de formation
 - Webinaires

CONCLUSION



- › Importance de l'intégration de mesures d'adaptation aux CC et de PGES dans les outils de planification pour protéger les sources d'eau potable
- › Retrouvez une foule de ressources sur notre site web:

www.rqes.ca

- › Me contacter: coordination@rqes.ca

Merci !