

Atelier 3

Comprendre le fonctionnement hydrogéologique de notre territoire

Les îles de la Madeleine

14 JUIN 2022



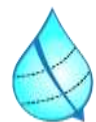


Le Réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES)

Faire le lien entre la recherche et les planificateurs et gestionnaires



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



www.rques.ca

Animatrice



Anne-Marie Decelles

Directrice générale
RQES

Gestion du temps
Bon déroulement



L'équipe de recherche

- ✓ **Jean-Michel Lemieux**, ing., Ph.D., professeur, coordonnateur du projet
- ✓ **Yohann Tremblay**, M.Sc., professionnel de recherche
- ✓ **Laura Gatel**, Ph.D., professionnelle de recherche
- ✓ **Cécile Coulon**, étudiante au doctorat
- ✓ **John Molson**, ing., Ph.D., professeur

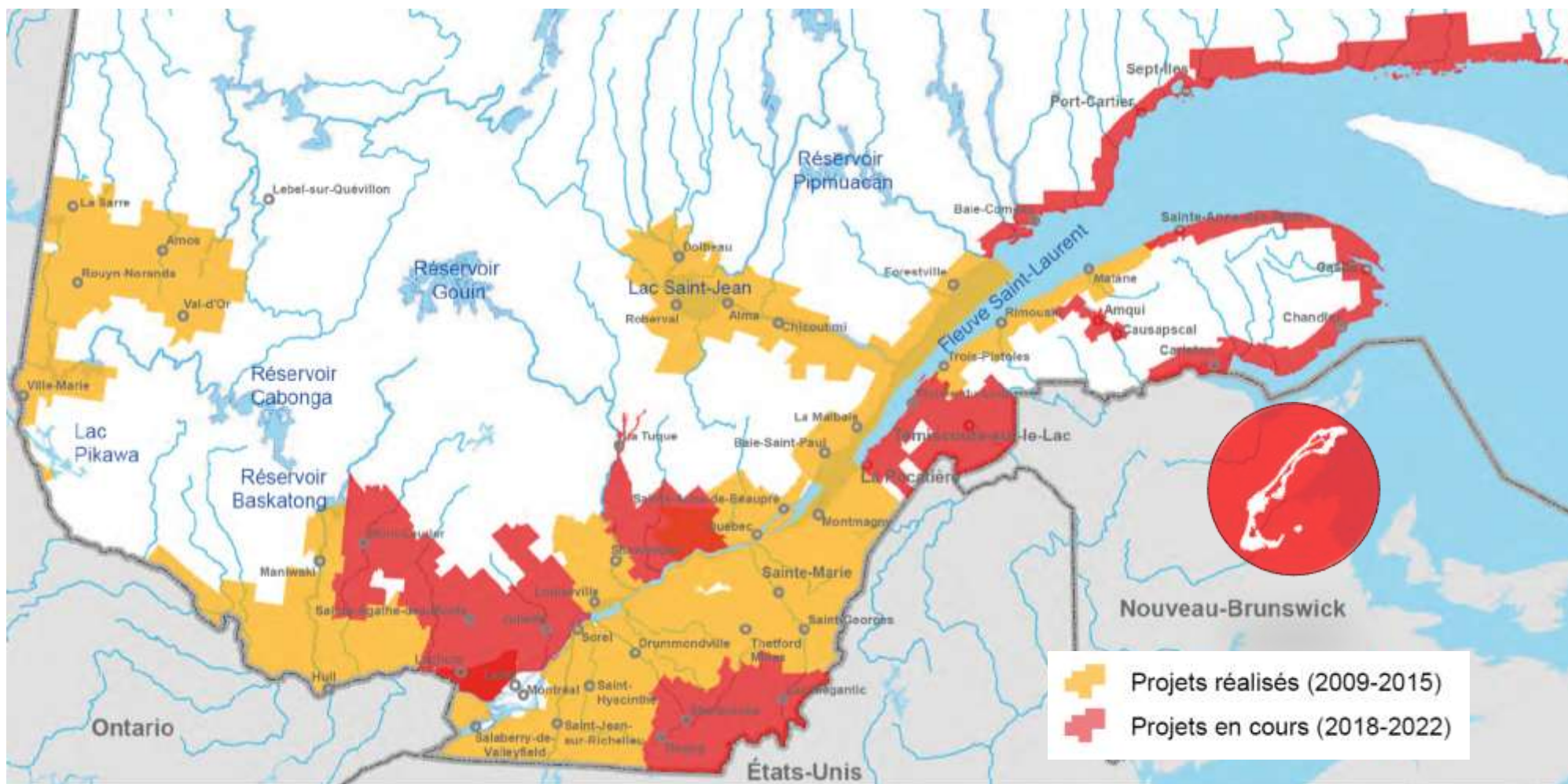


Absents

- ✓ **Alexandra Germain**, ing. M.Sc., professionnelle de recherche
- ✓ **Guillaume Arbour**, M.Sc., professionnel de recherche
- ✓ **Christian J. Dupuis**, Ph.D., professeur



Les projets d'acquisition de connaissance sur les eaux souterraines



Projets financés par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC)

Objectif principal

- Dresser un portrait complet de la ressource « eau souterraine » sur l'ensemble du territoire des îles de la Madeleine



Protéger la ressource et assurer sa pérennité

Les questions

- ☐ D'où vient l'eau souterraine (recharge) et où va-t-elle (résurgence) ?
 - ☐ Quelle est la nature des formations géologiques qui la contiennent ?
 - ☐ Est-elle potable et quels usages pouvons-nous en faire ?
 - ☐ Quelles sont les quantités exploitées et exploitables de façon durable ?
 - ☐ Est-elle vulnérable aux activités humaines ?
- ☐ 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 ?



Le Portrait des ressources en eau souterraine des îles de la Madeleine

Les livrables additionnels spécifiques aux îles de la Madeleine

- ☐ Recommandations pour l'exploitation durable des eaux souterraines qui prennent en compte les changements climatiques et les besoins futurs de la communauté maritime des IDLM (modélisation numérique)
- ☐ Cartographie des portions du territoire où l'eau souterraine est exploitée ou exploitable qui pourrait servir pour l'encadrement des activités potentiellement polluantes



Les 3 étapes de l'étude

Étape 1

Collecte de données existantes

Intégration dans une base de données hydrogéologiques à référence spatiale



Étape 2

Travaux terrain

Obtention d'informations complémentaires ou manquantes



Étape 3

Synthèse et transfert

Intégration et analyse des données, production d'un rapport et cartes hydrogéologiques et transfert des connaissances acquises



Les ateliers de transfert et d'échange des connaissances sur les eaux souterraines

PACES

Mai 2018

- 1 Découvrir notre PACES et le lier aux enjeux de notre territoire

Mai 2019

- 2 Se préparer à utiliser les données du PACES pour passer à l'action



Juin 2022

- 3 Comprendre le fonctionnement hydrogéologique de notre territoire

Juin 2022

- 4 S'appropriier les bases de données géomatiques du PACES



1. Poursuivre l'acquisition des notions de base en hydrogéologie pour communiquer avec les chercheurs
2. Comprendre le fonctionnement des aquifères de notre région
3. Apprendre à lire et à interpréter les résultats du projet pour répondre à des enjeux de protection et de gestion de l'eau souterraine

Atelier 3

Notre approche pour l'atelier



**Présentation
magistrale**



**Question
éclair**



**Activité en
petits groupes**



**Échange en
grand groupe**

Maximiser l'interactivité

Atelier 3

Le déroulement



2 pauses de 15 min.

8 h 30 **Introduction** (mise en contexte et tour de table)

9 h **Activité 1** Les notions de base en hydrogéologie



9 h 30 **Activité 2** Lecture des données cartographiques

12 h



13 h **Activité 3** L'eau souterraine de notre territoire, les faits saillants



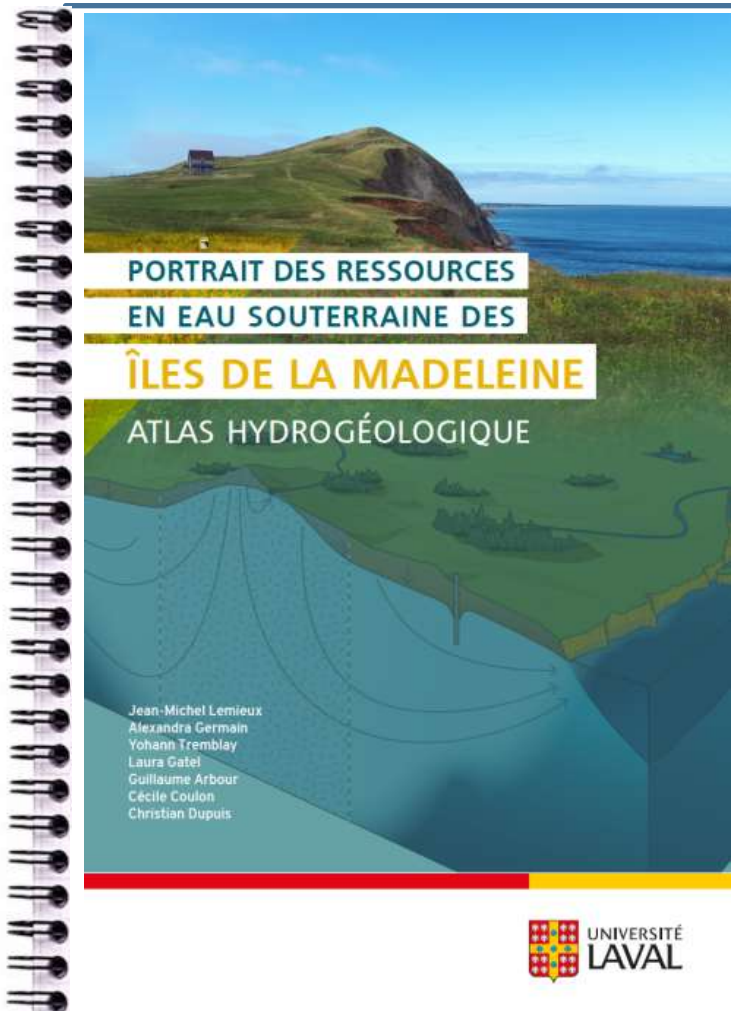
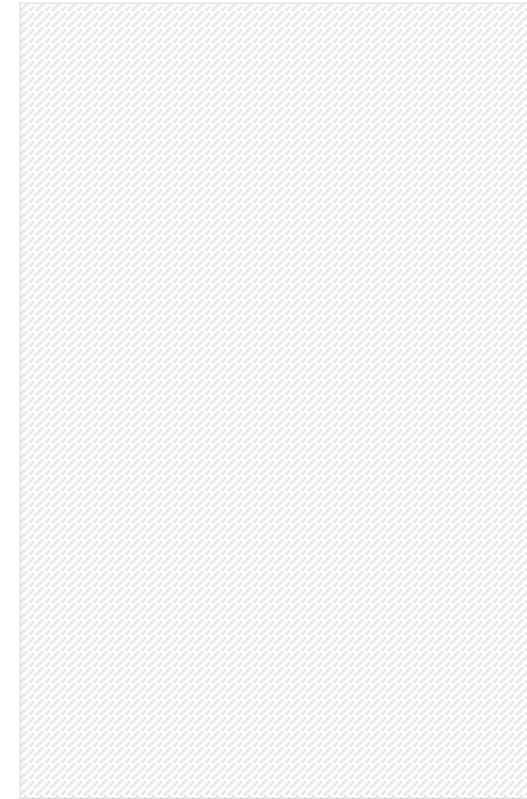
13 h 30 **Activité 4** Synthèse des notions apprises

15 h 45 **Conclusion** Réponse à une question synthèse du MELCC et la suite

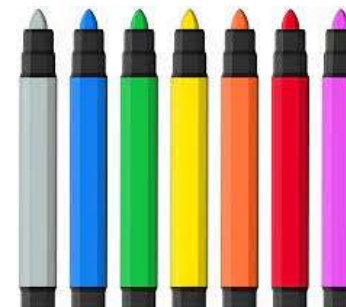
16 h 30 **Fin de l'atelier**

Atelier 3

Le matériel



Feuillet de
questions



Est-ce que ça va ?





Le projet en un coup d'oeil

Des statistiques

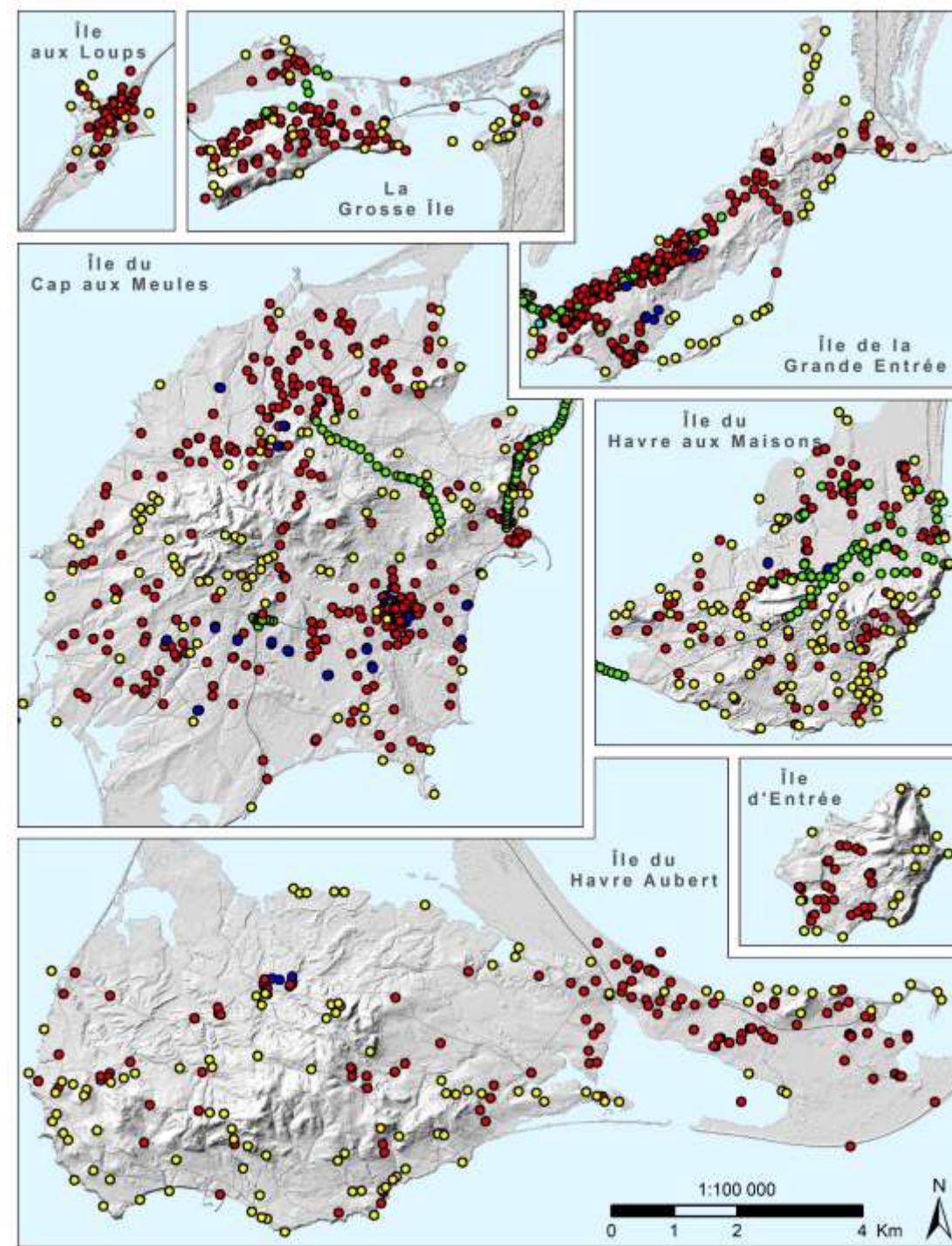
- Durée du projet : 4 ans
- Équipe de recherche : 17 professeurs, professionnels, étudiants
- Points de mesures : 1842 (puits, affleurements rocheux, etc.)
- Travaux terrain : 3 saisons
- Collaborations : plusieurs !



Le projet en un coup d'oeil

Contenu de la base de données hydrogéologique

<u>Type d'objet</u>	<u>Nombre d'objets</u>
● Puits	1 027
● Affleurement rocheux	383
● Trou non aménagé	315
● Piézomètre	101
● Source ou résurgence	10
● Réservoir d'eau potable	5
● Site d'échantillonnage d'eau de surface	1
TOTAL	1 842



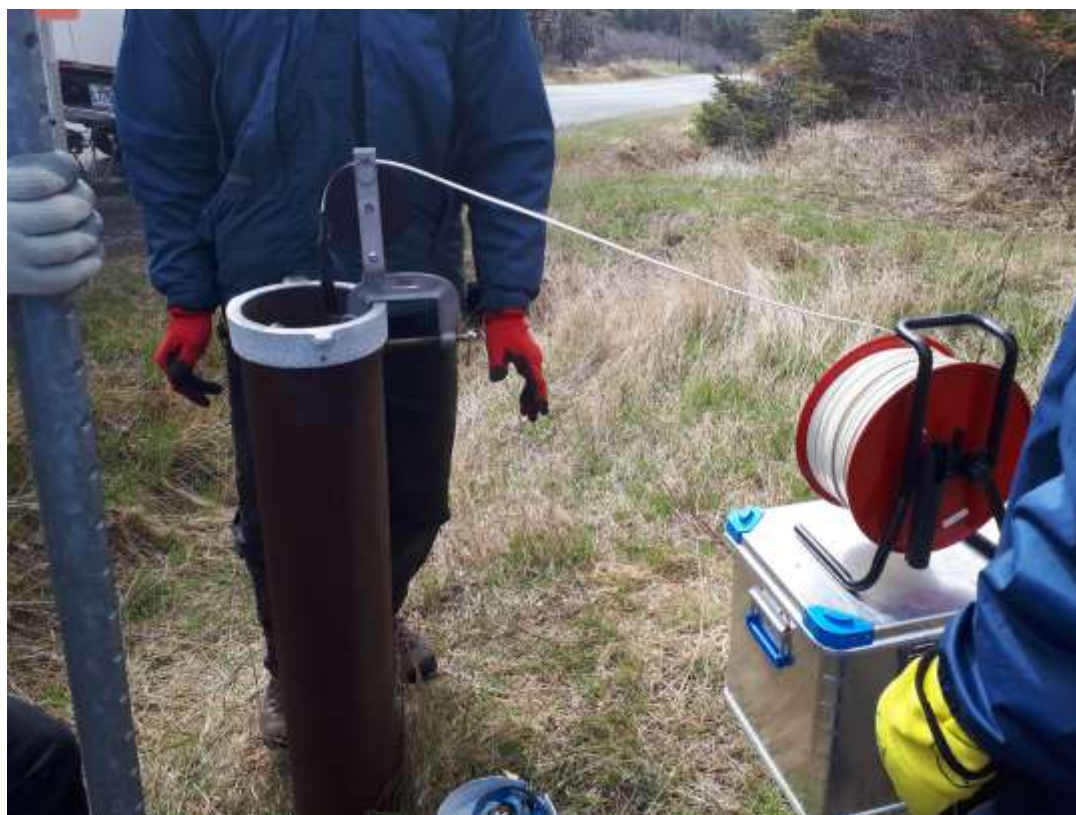


Le projet en un coup d'oeil

Travaux terrain

Niveau d'eau en continu : 27

Niveau d'eau ponctuel : 73



Propriété du puits

- Puits privé
- Puits municipal
- Puits du RSESQ
- Puits d'Hydro-Québec





Le projet en un coup d'oeil

Travaux terrain

Échantillonnage de la qualité
de l'eau : 48

Propriété du puits

-  Puits privé
-  Puits municipal
-  Puits du RSESQ
-  Puits d'Hydro-Québec





Le projet en un coup d'oeil

Travaux terrain

Profil de conductivité
électrique : 8





Le projet en un coup d'oeil

Travaux terrain

Essais de perméabilité multi-niveaux : 4

Essais de perméabilité à charge variable : 10





Le projet en un coup d'oeil

Travaux terrain

Diagraphie: 27





Le projet en un coup d'oeil

Travaux terrain

**Sondage électromagnétique
transitoire (TDEM) : 695**





Le projet en un coup d'oeil

Projets étudiants

Baccalauréat

Travaux de terrain l'été

Frédéric Croteau

Cédric Dubuc

Doctorat

Modélisation numérique des eaux
souterraines aux Îles-de-la-
Madeleine et scénarios d'exploitation
durable

Cécile Coulon

Maîtrise

Application des relevés infrarouges aéroportée à l'observation de
résurgences d'eau souterraine en milieu marin aux îles de la Madeleine

Marjorie Parenteau-Thibault

Effet des longs puits d'observation sur le suivi de la zone de transition
eau douce – eau salée dans les aquifères côtiers

Frédéric Croteau

Utilisation des relevés électromagnétiques transitoires pour l'étude des
aquifères côtiers des îles de la Madeleine

Léo Adam Sawyer

Simulation numérique des aires d'alimentation sous l'influence d'une
interface d'eau salée : Île de Cap-aux-Meules

Ndèye Marie Diop



Le projet en un coup d'oeil

La documentation produite

- La base de données hydrogéologiques
- Les shapefiles des cartes interprétées
- Document présentant détails techniques de la préparation, du développement et de l'utilisation des modèles numériques
- Les fichiers de modélisation
- Les données brutes des travaux de géophysique

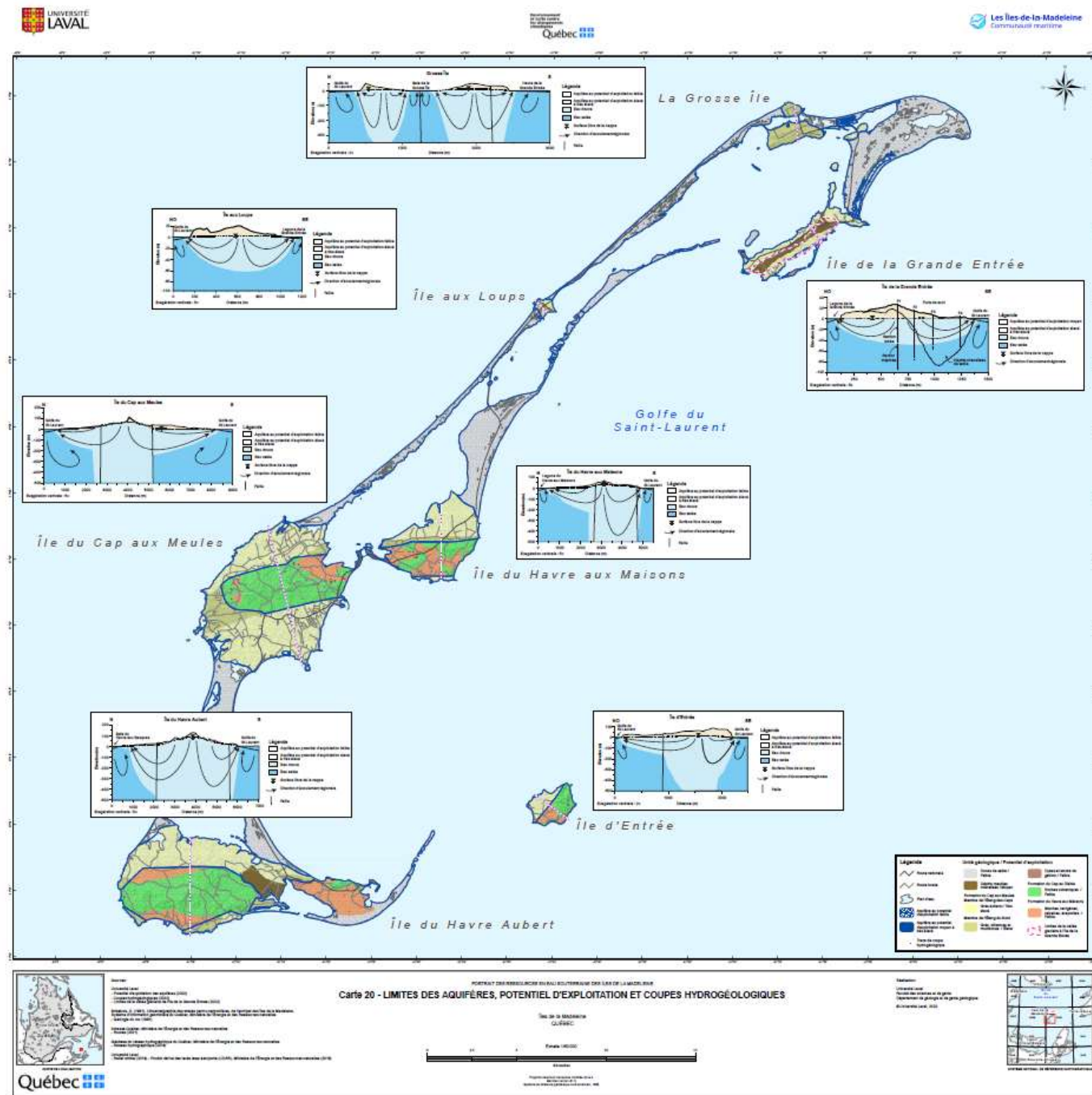
Libres d'accès sur internet

Données Québec

Plateforme Dataverse de
l'Université Laval



**39 cartes en format
42 x 42 po**





Le projet en un coup d'oeil

La documentation produite

Rapport scientifique

293 pages + 250 pages d'annexes

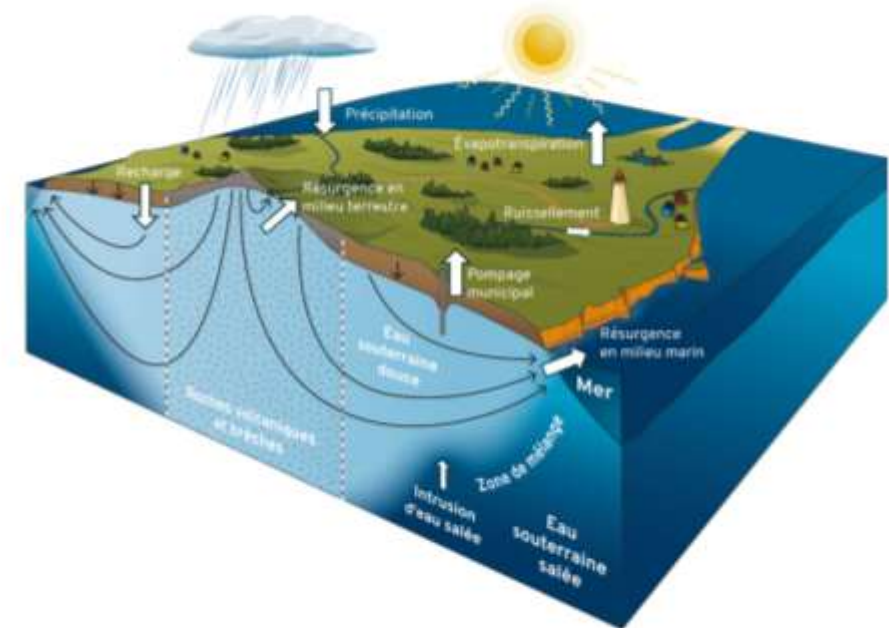
Libres d'accès sur internet

Dépôt institutionnel de
l'Université Laval Corpus^{UL}
+
Données Québec



Portrait des ressources en eau souterraine des îles de la Madeleine

soumis par le Département de géologie et de génie géologique de l'Université Laval
au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques dans le cadre des
Projets d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec



Juin 2022



Le projet en un coup d'oeil

La documentation produite

Atlas hydrogéologique

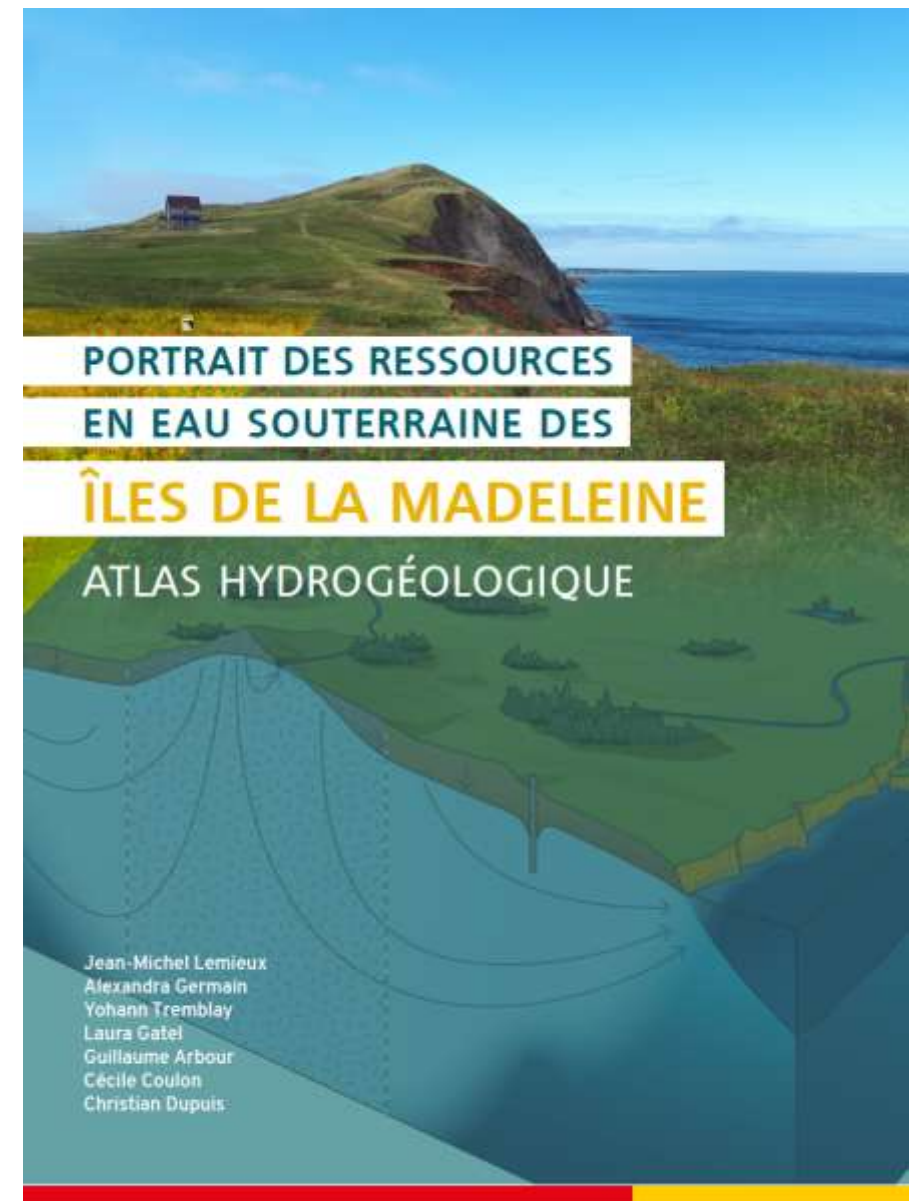
Document de travail de l'atelier

Libres d'accès sur internet

Dépôt institutionnel de
l'Université Laval Corpus^{UL}

+

Données Québec



Atelier 3

Tour de table

- ☐ Prénom et nom
- ☐ Fonction
- ☐ Organisme
- ☐ Participation aux ateliers 1 et 2 ?
- ☐ Vos attentes ?



ACTIVITÉ 1

Les notions de base en
hydrogéologie



Poursuivre l'acquisition
des notions de base en
hydrogéologie pour avoir
un vocabulaire de base



**Présentation
magistrale**

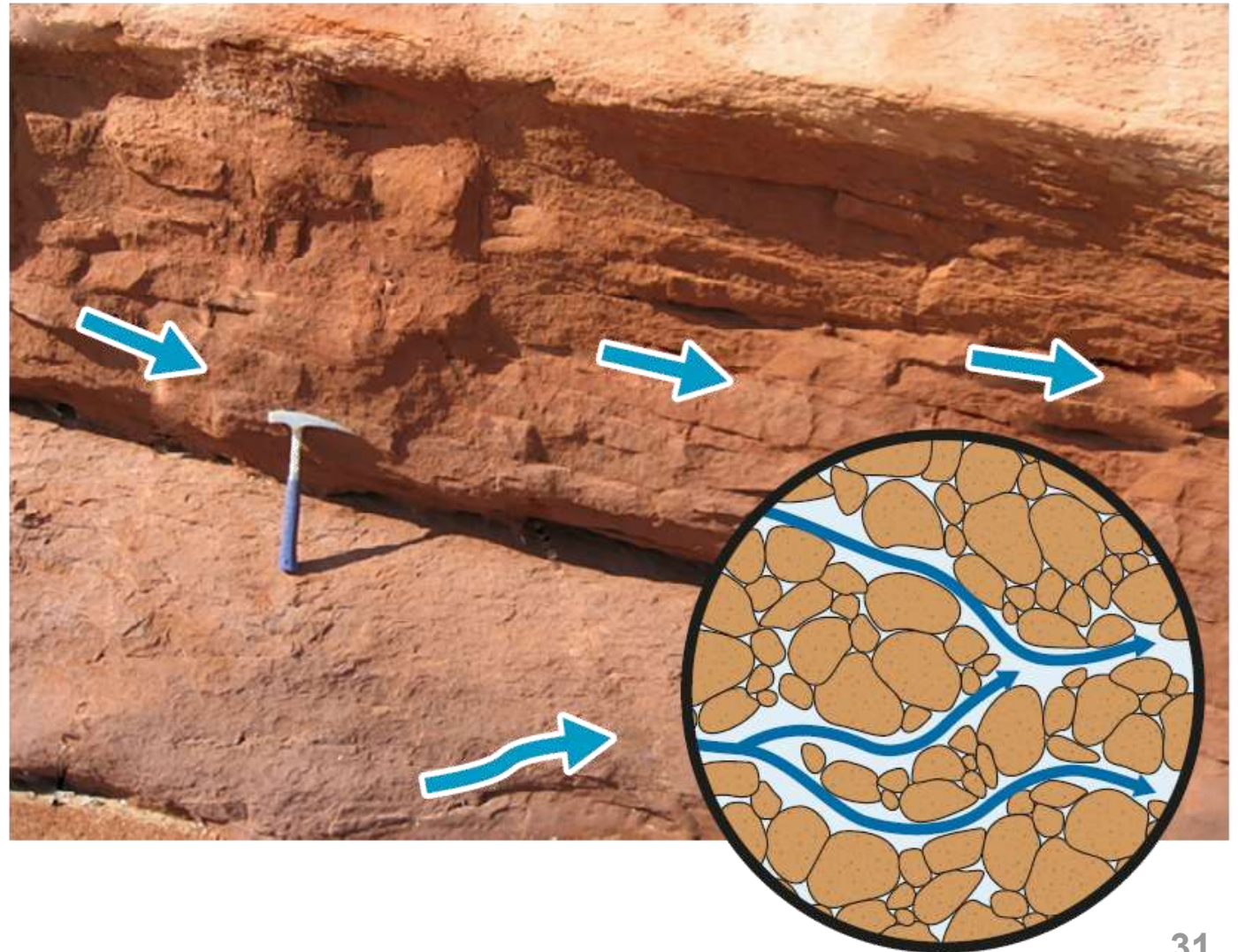
+



**Question
éclair**

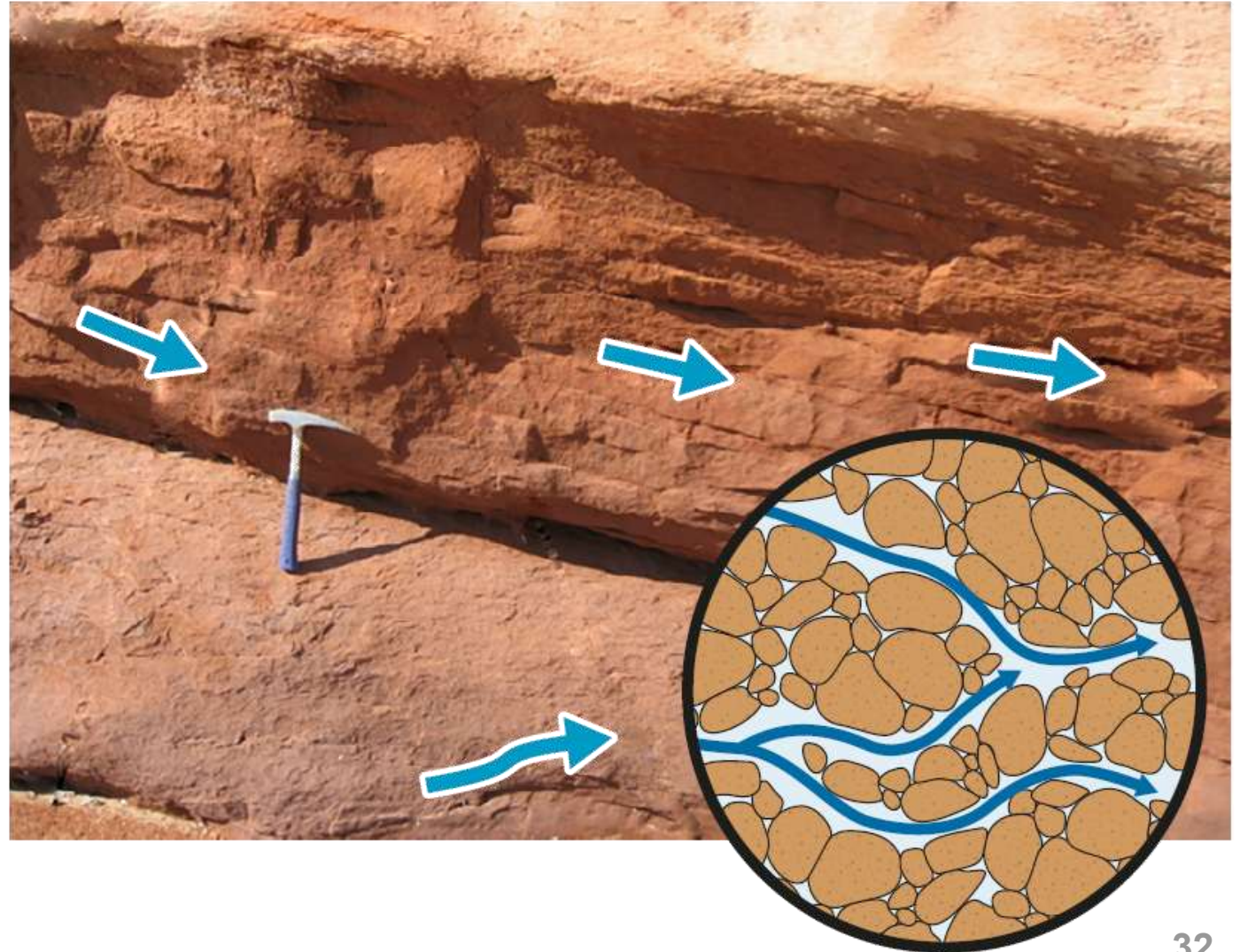
Définitions de base - **EAU SOUTERRAINE**

- ❑ 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.
- Elle s'écoule préférentiellement dans les fractures de la roche, mais aussi entre les pores interconnectés (ex.: grès).



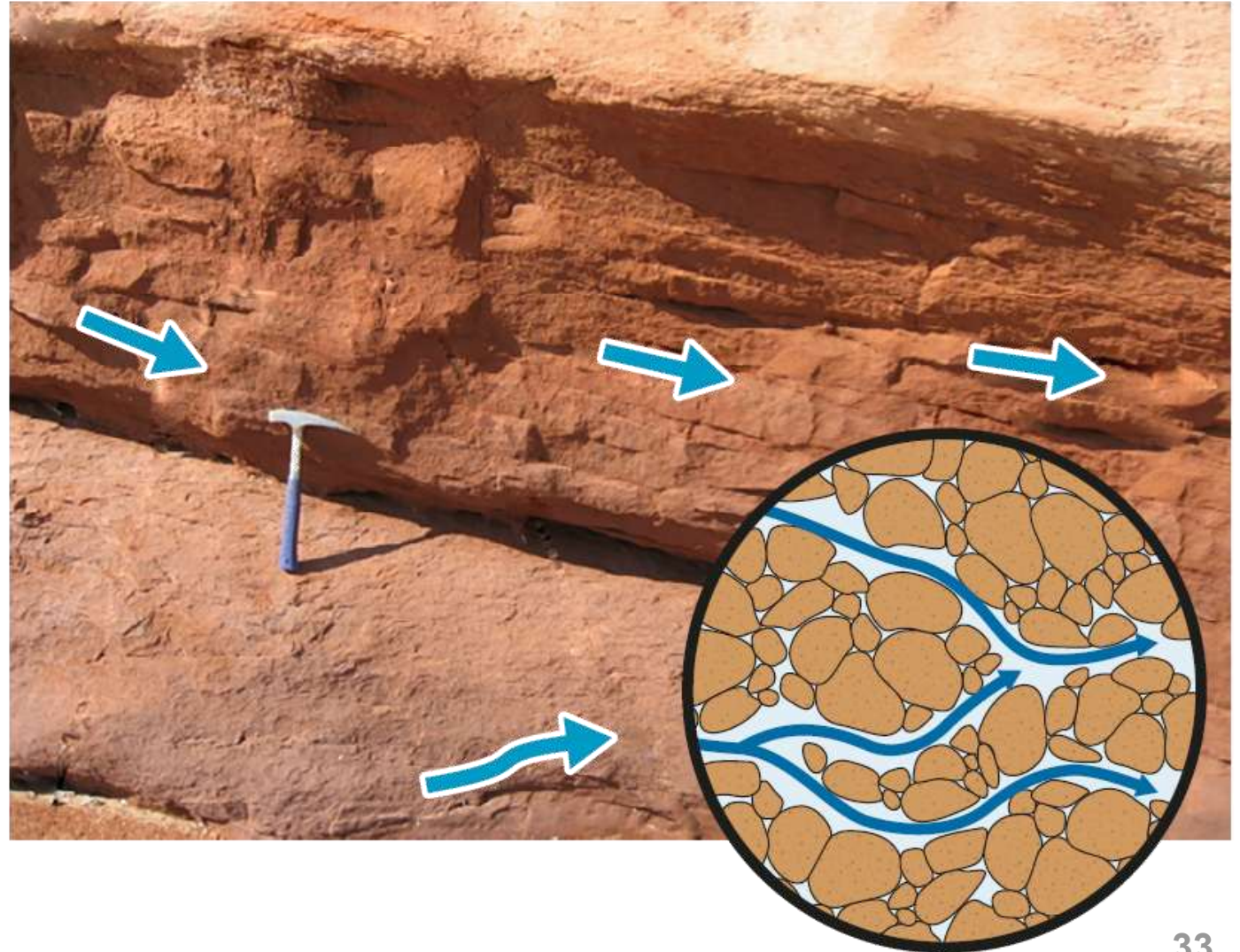
Définitions de base - **POROSITÉ**

- ❑ La **POROSITÉ TOTALE** 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 **POROSITÉ DE DRAINAGE** est le volume (en %) des pores à travers lesquels l'eau peut se drainer par gravité.
 - C'est l'eau qui peut pompée par un puits.



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





Question éclair

Dans la roche, l'eau circule dans les pores (vrai ou faux)



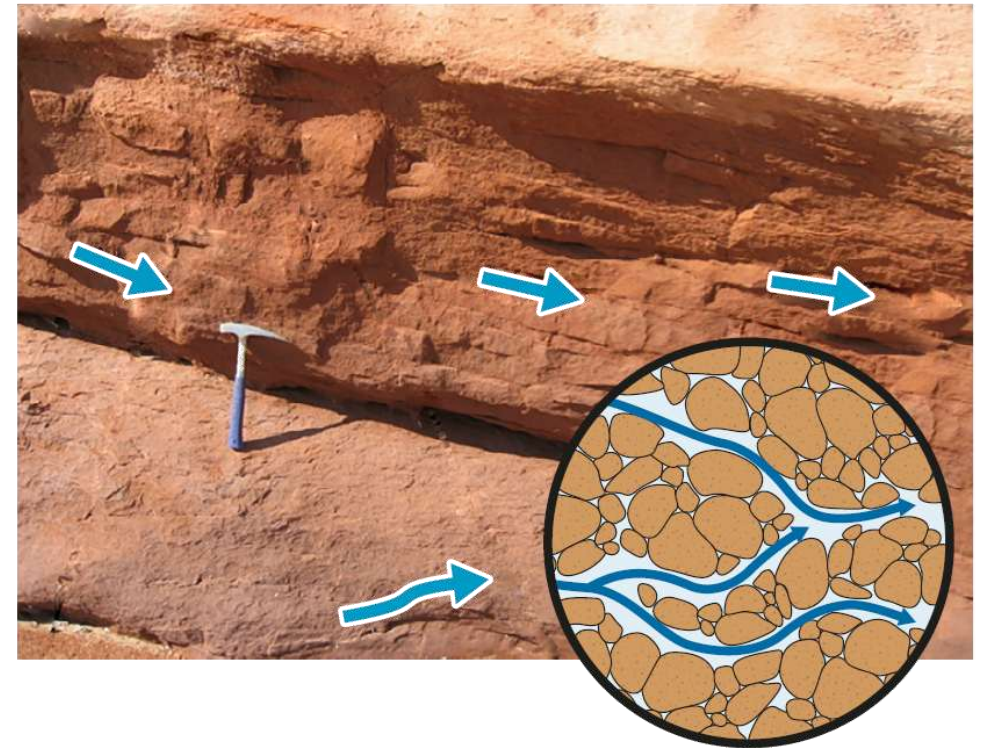
Vrai



Faux

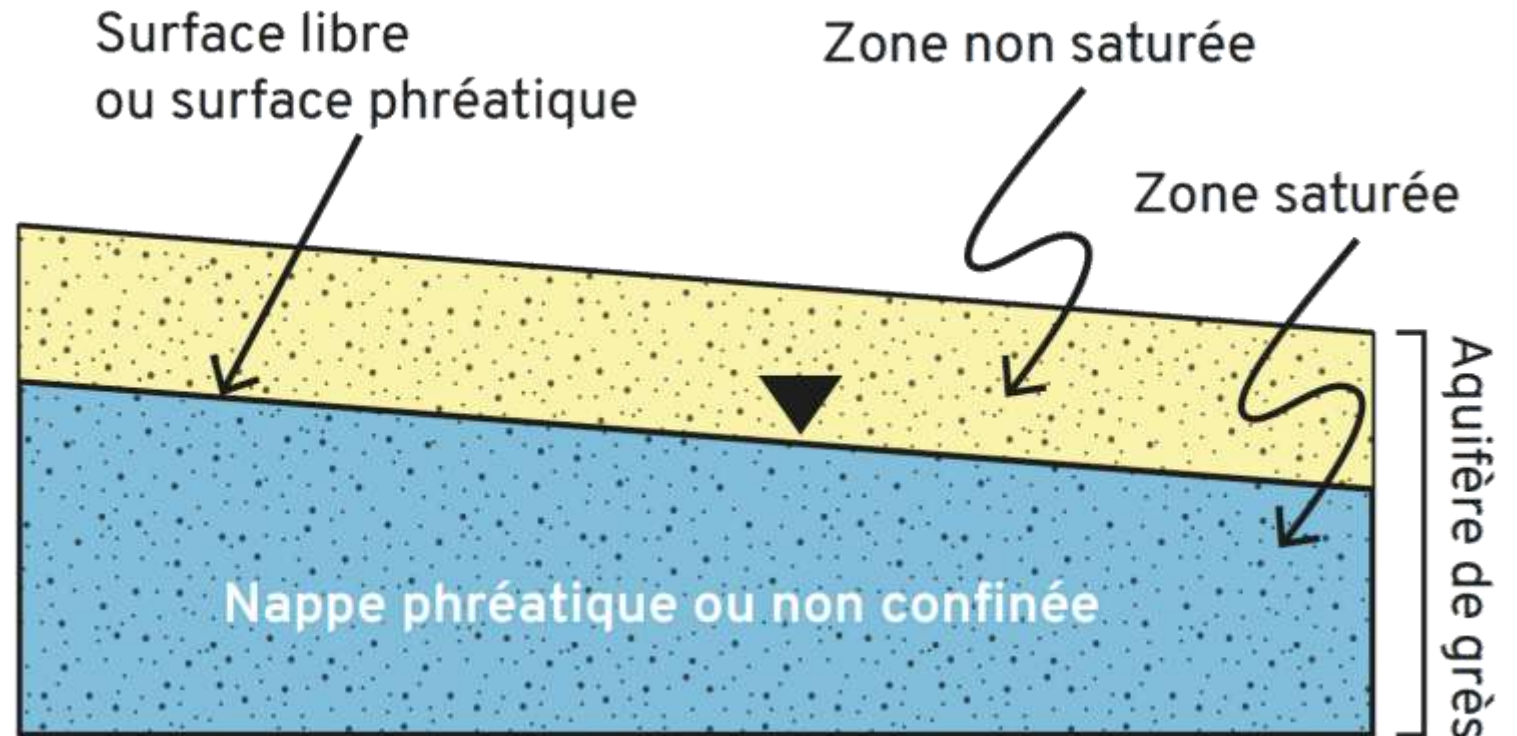


V: L'eau circule aussi parfois dans les pores de la roche, comme dans du grès.



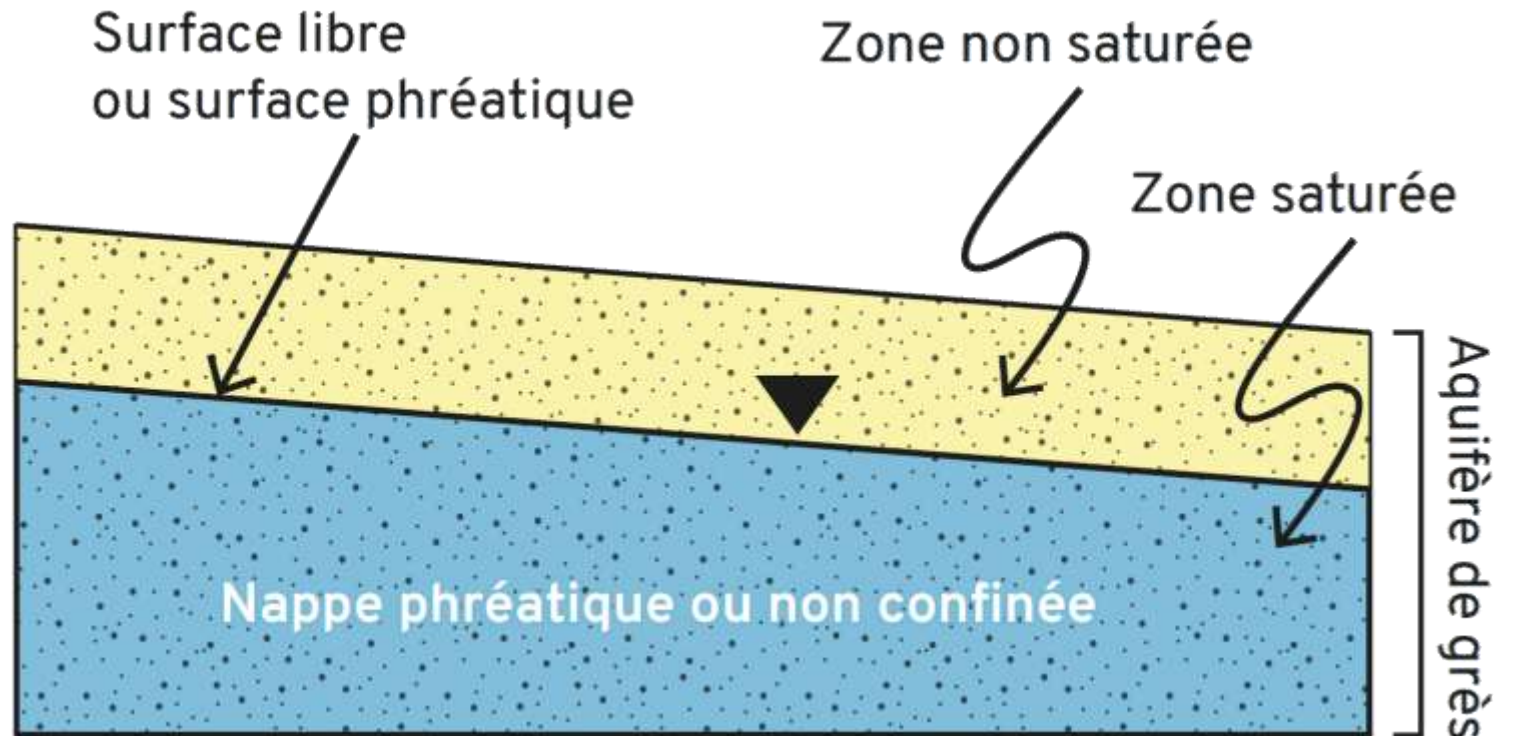
Définitions de base - **NAPPE**

- ❑ La **NAPPE** représente l'**eau souterraine** qui circule dans un aquifère.
 - C'est le **contenu**.
- ❑ La **NAPPE PHRÉATIQUE** correspond à une nappe d'**eau souterraine** contenue dans un **aquifère à nappe libre**.



Définitions de base - **AQUIFÈRE**

- ❑ Un **AQUIFÈRE** est une unité géologique saturée en eau et suffisamment perméable pour permettre un écoulement important de l'eau souterraine et son exploitation.
 - C'est le **contenant**.
- ❑ Un **AQUIFÈRE À NAPPE LIBRE** est un aquifère dont la **surface phréatique** constitue la limite supérieure.





Question éclair

Comment se définit un aquifère ?



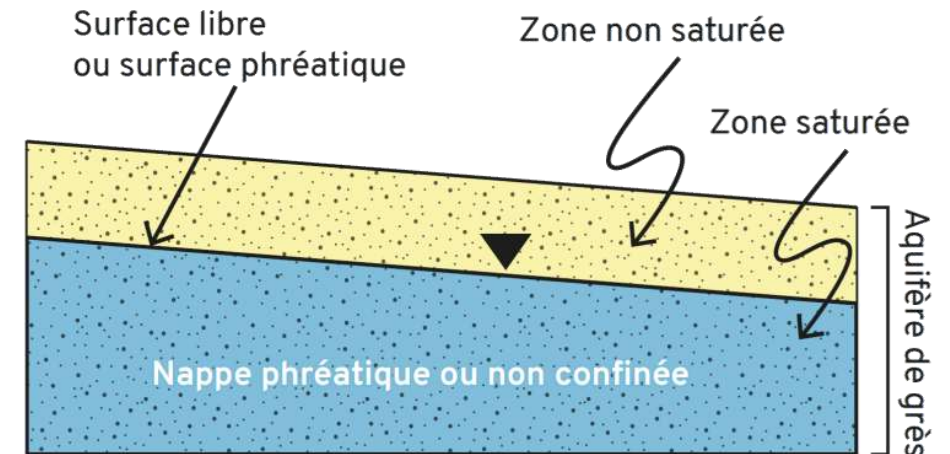
- ✓ L'eau souterraine qui circule sous terre.



- ✓ Une unité géologique saturée en eau suffisamment perméable pour y pomper de l'eau.

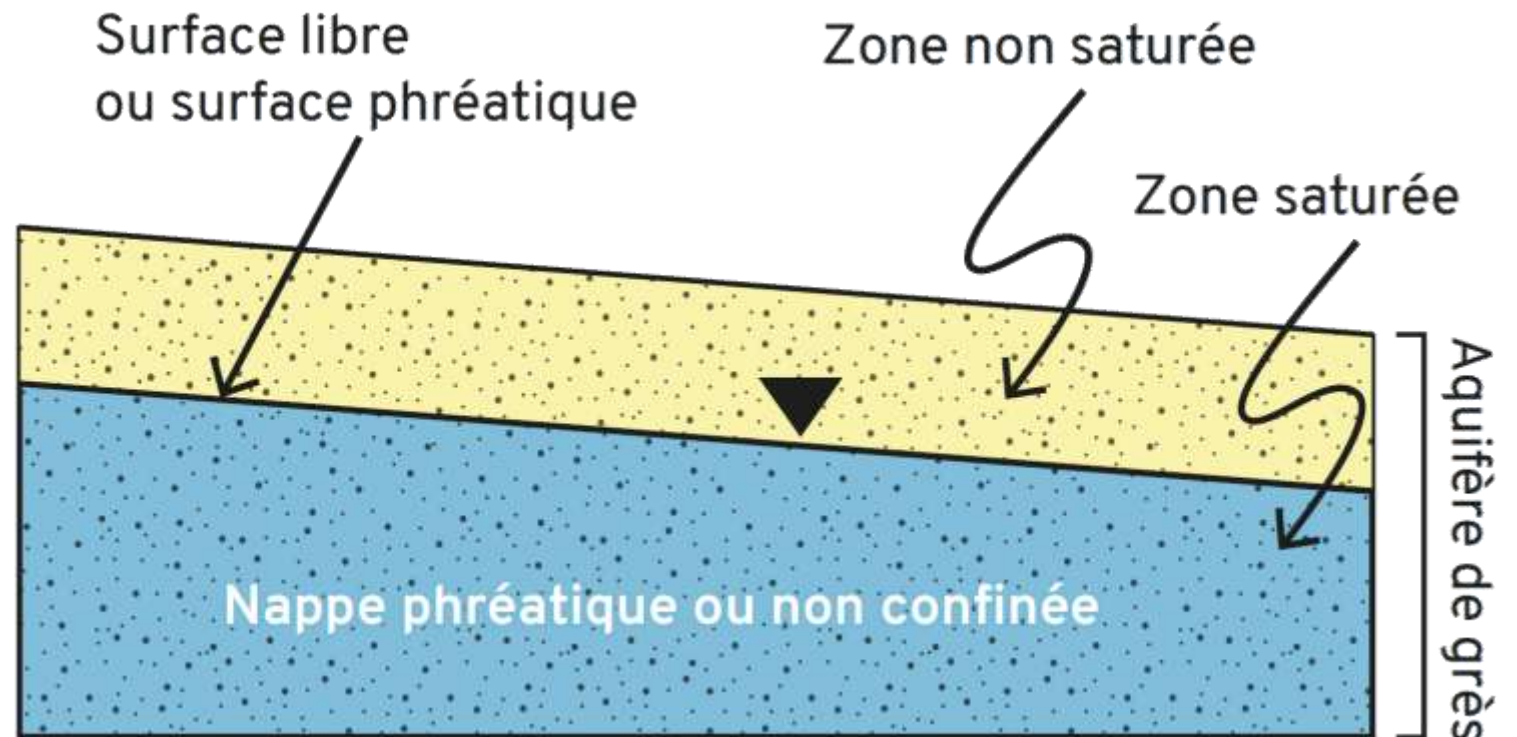


- ✓ La limite supérieure de la zone saturée en eau.



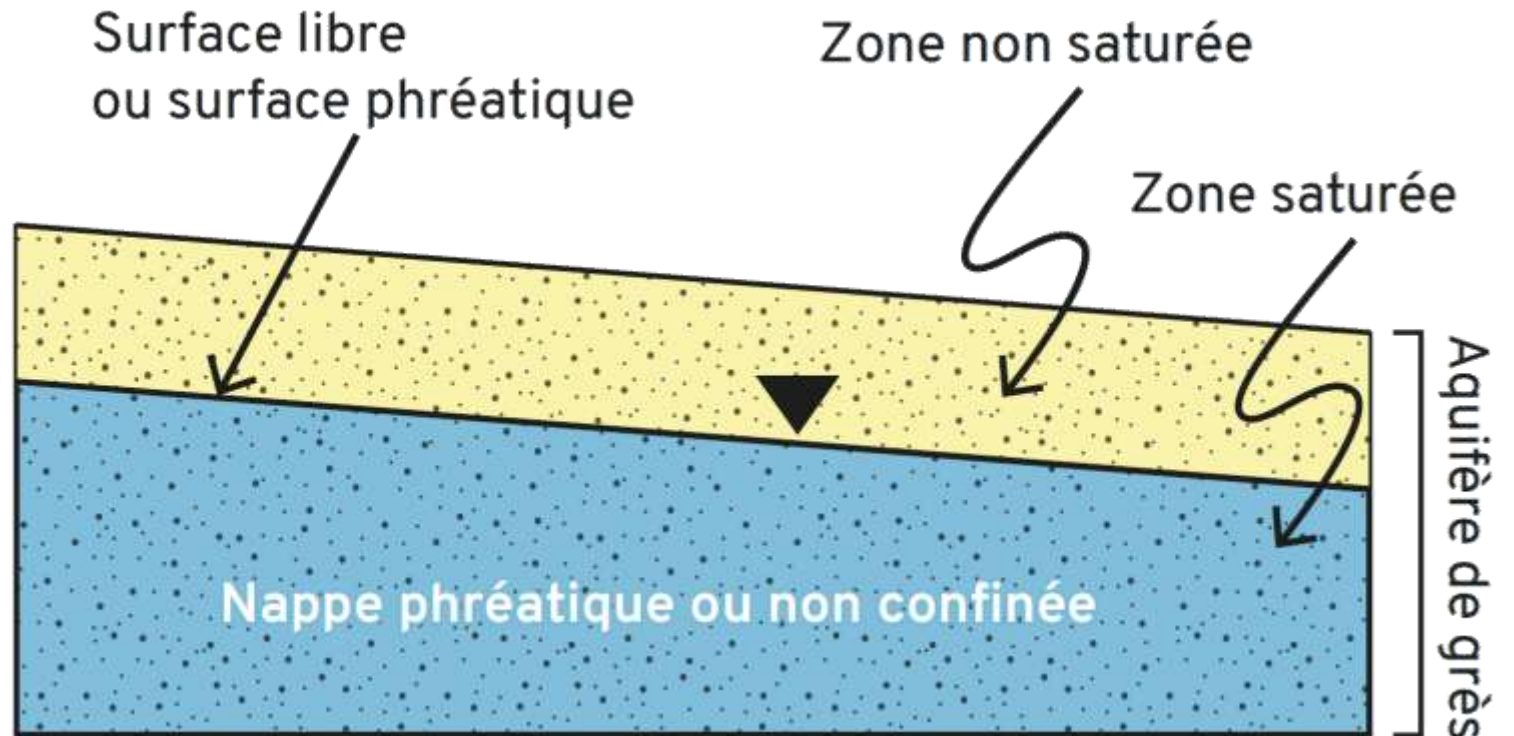
Définitions de base - SURFACE PHRÉATIQUE

- ❑ La **SURFACE PHRÉATIQUE** correspond à la profondeur dans le sol où la pression de l'eau est égale à la pression atmosphérique.
 - En pratique, cette profondeur correspond à la transition entre la **zone saturée** et non la **zone non saturée**.



Définitions de base - ZONES SATURÉES ET NON SATURÉES

- ❑ La **ZONE SATURÉE** correspond à la zone située sous la **nappe**, dans laquelle les pores sont entièrement saturés d'eau.
- ❑ La **ZONE NON SATURÉE** correspond à la zone comprise entre la surface du sol et la **nappe**, dans laquelle les pores contiennent de l'air, mais ne sont pas entièrement saturés d'eau.
 - Aussi appelée **ZONE VADOSE**.





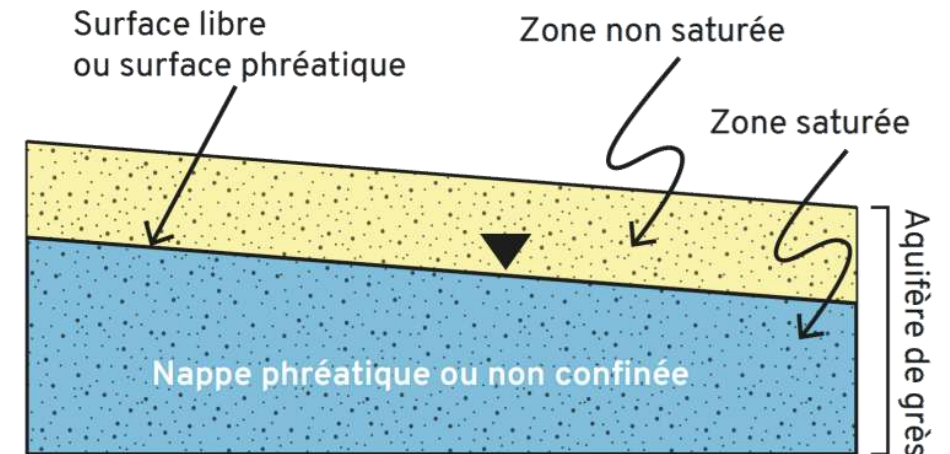
Question éclair

Il est possible de pomper de l'eau dans la zone vadose (vrai ou faux)

☐ Vrai

☒ Faux

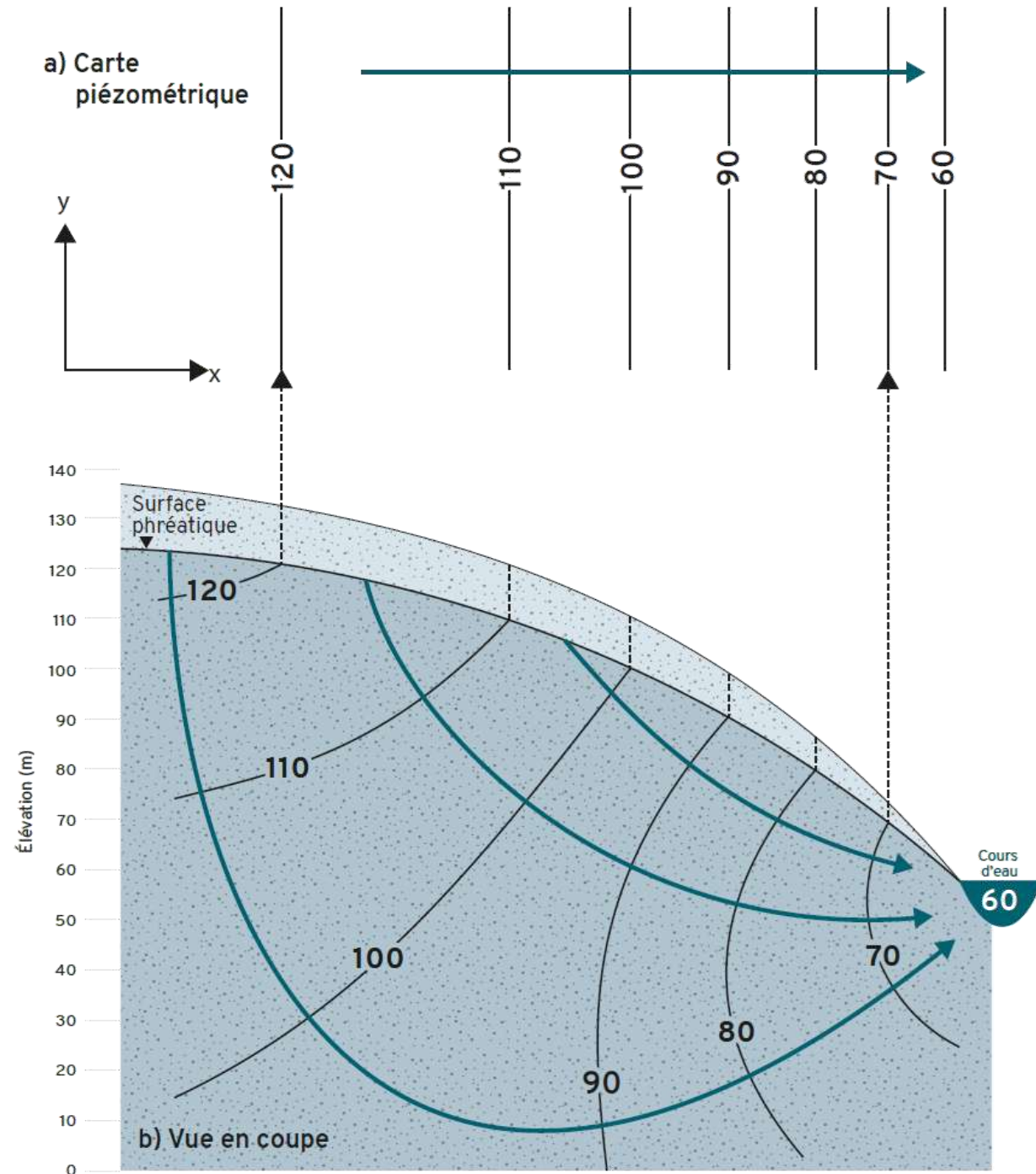
F: La zone vadose, est la zone non saturée en eau. Les pores doivent être entièrement saturés en eau pour pouvoir y pomper de l'eau.





Définitions de base – PIÉZOMÉTRIE

- ❑ La **PIÉZOMÉTRIE** (ou **charge hydraulique**) exprime une énergie disponible par unité de masse d'eau.
 - De manière simplifiée, elle exprime l'élévation de la **surface phréatique** par rapport au niveau moyen de la mer.
 - Se mesure dans un puits.
- ❑ Indique le sens de l'écoulement de l'eau souterraine qui circule des zones à piézométrie élevée vers celles à piézométrie plus basse.
 - Constitue une réplique adoucie de la surface du sol.





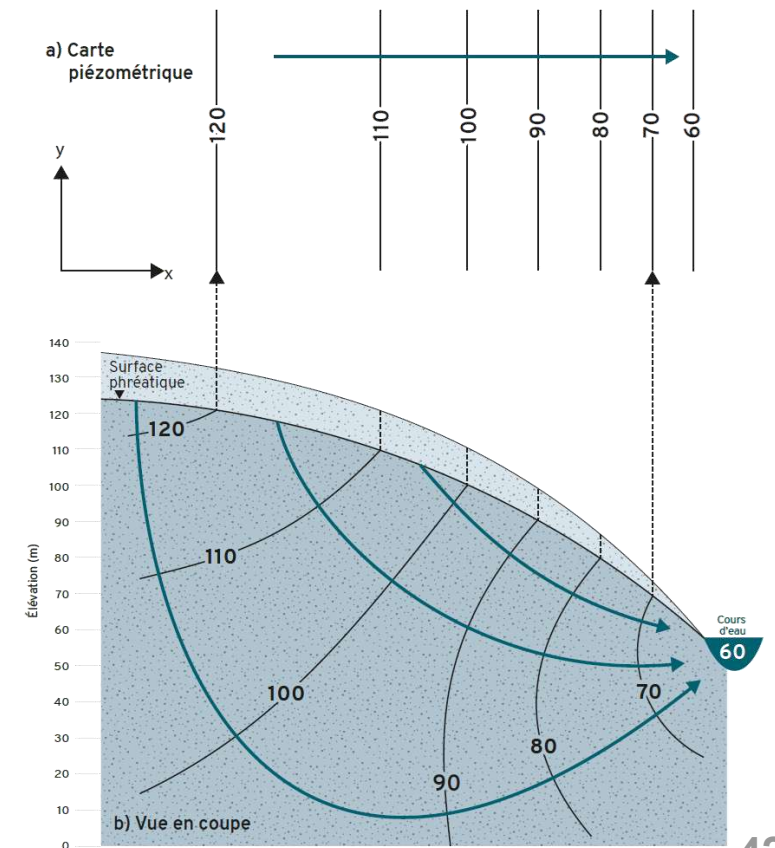
Question éclair

Qu'est-ce qu'un niveau piézométrique ?

✓ La pression atmosphérique

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

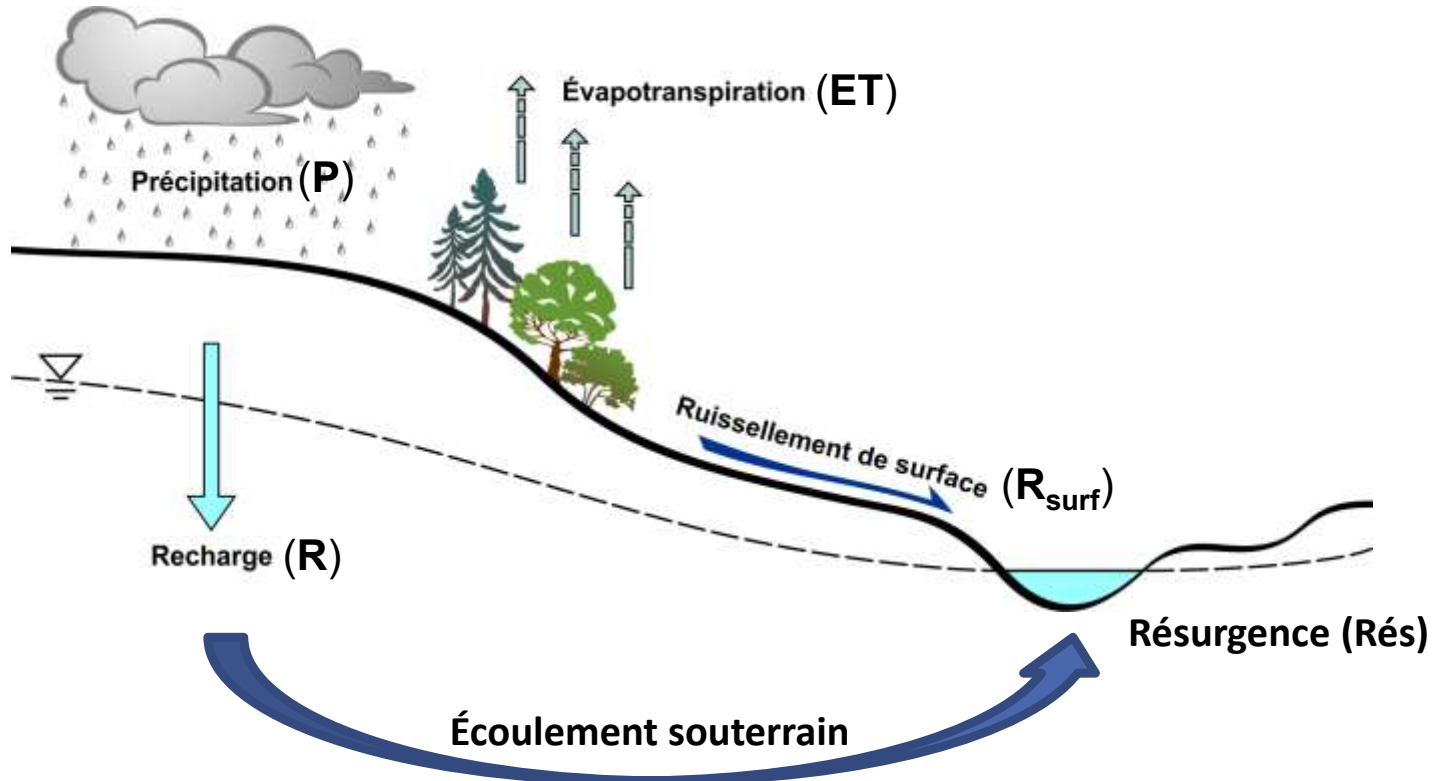
✓ La profondeur de la nappe





Définitions de base – RECHARGE ET RÉSURGENCE

- ❑ La **RECHARGE** correspond à la quantité d'eau qui s'infiltre dans le sol et atteint la **nappe phréatique**.
- ❑ Au terme de leur parcours souterrain, les eaux souterraines font **RÉSURGENCE** dans les cours d'eau, les lacs, les milieux humides ou la mer.



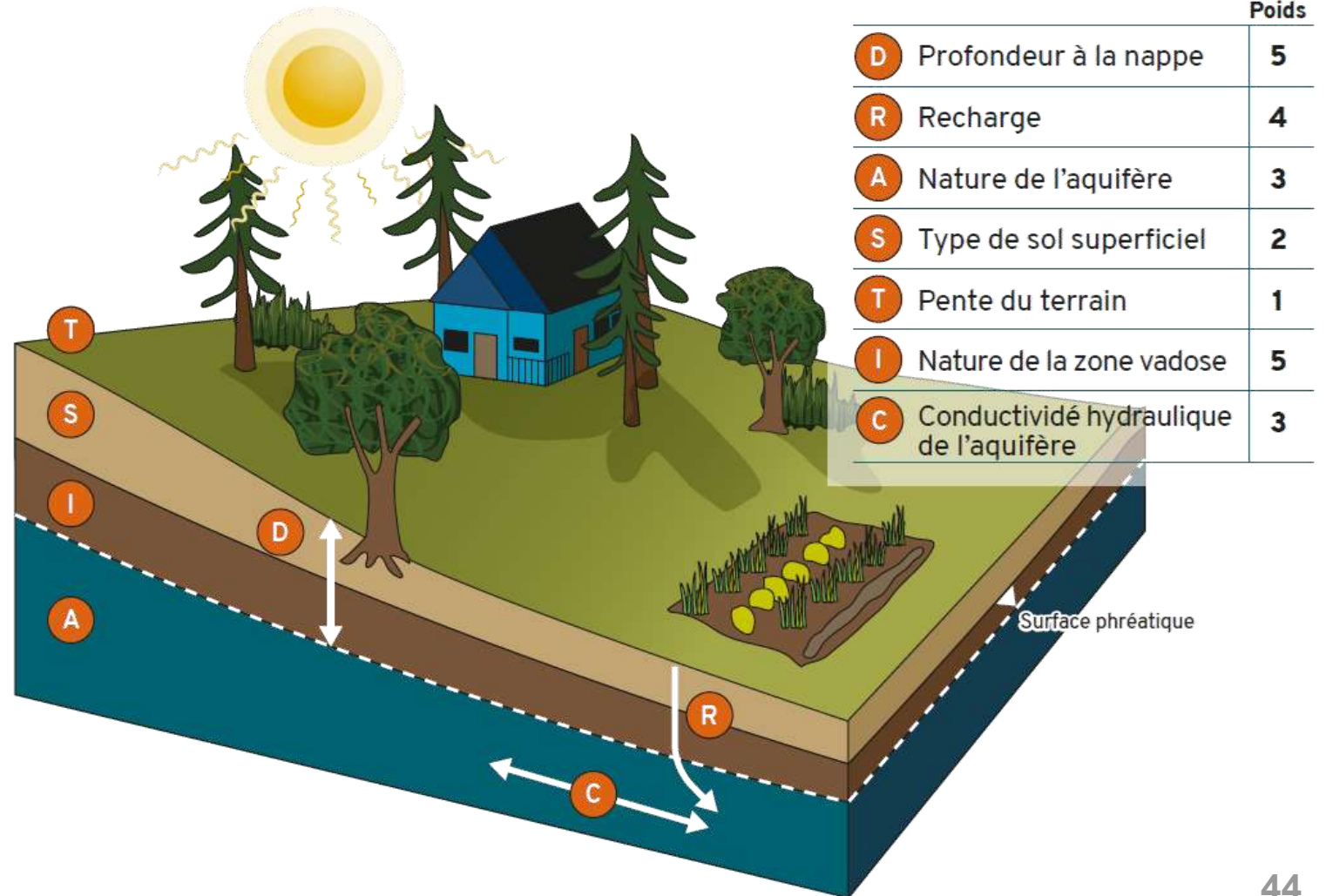
- La recharge est calculée comme un bilan hydrique :

$$R = P - ET - R_{\text{surf}} = \text{Rés}$$



Définitions de base – **VULNÉRABILITÉ**

- ❑ La **VULNÉRABILITÉ** d'un aquifère traduit la sensibilité de l'eau souterraine à la contamination provenant de la surface.
- ❑ Peut s'évaluer à l'aide de la **MÉTHODE DRASTIC** qui permet l'obtention d'un indice variant de 23 à 226. Plus l'indice est élevé, plus la **vulnérabilité** est forte.





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.

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.

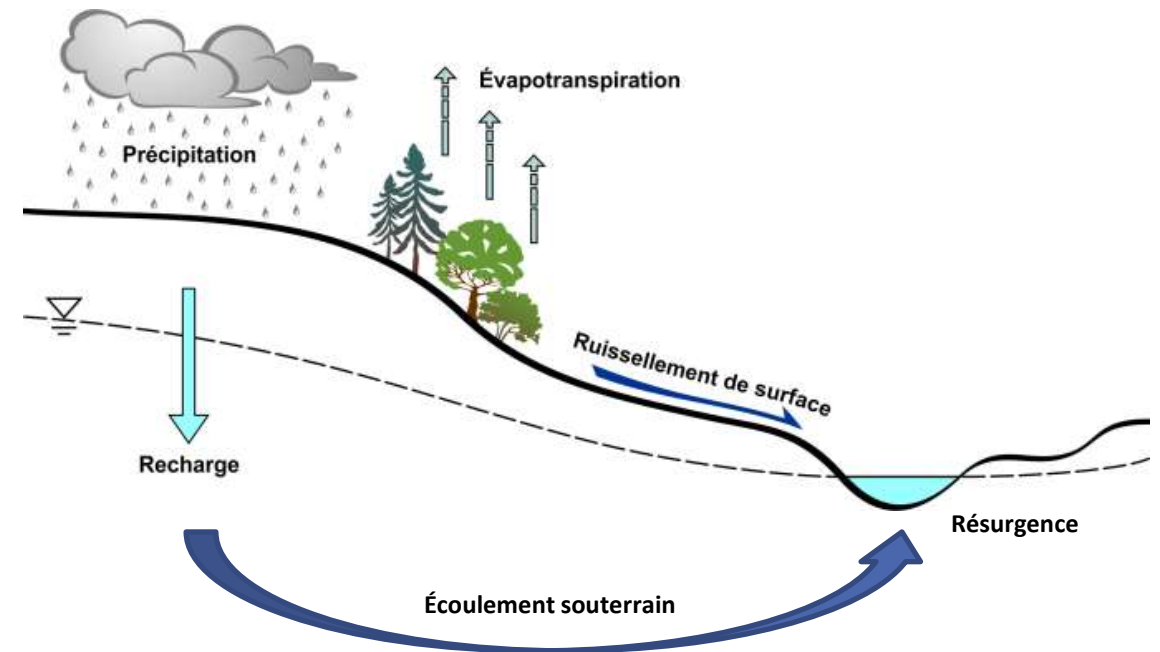


Question éclair

La recharge égale aux résurgences dans les cours d'eau.

☐	Vrai	☐
☒	Faux	☒

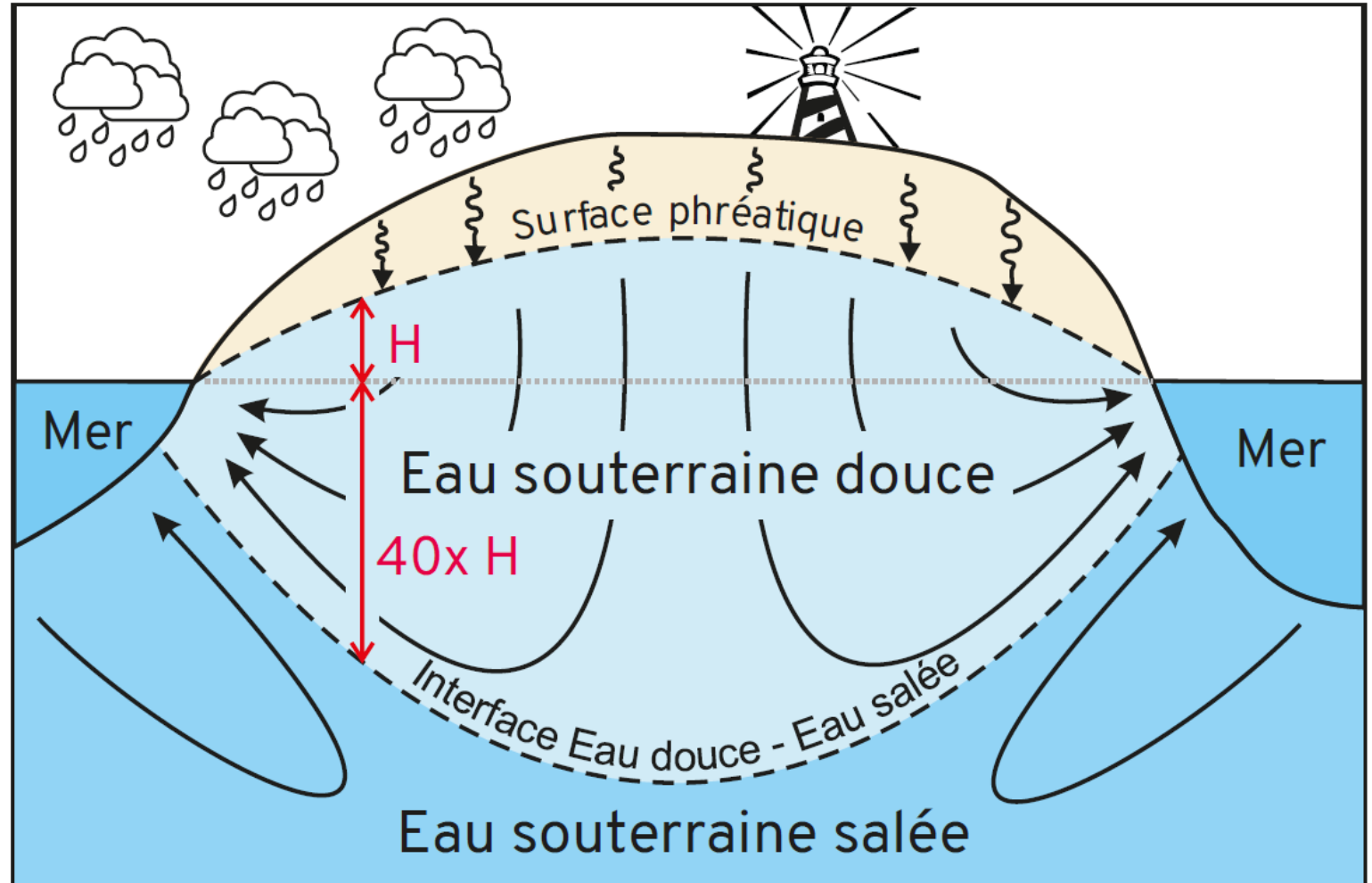
F: Elle égale à la somme des résurgences dans les cours d'eau, les lacs, les milieux humides et la mer.





Définitions de base – CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

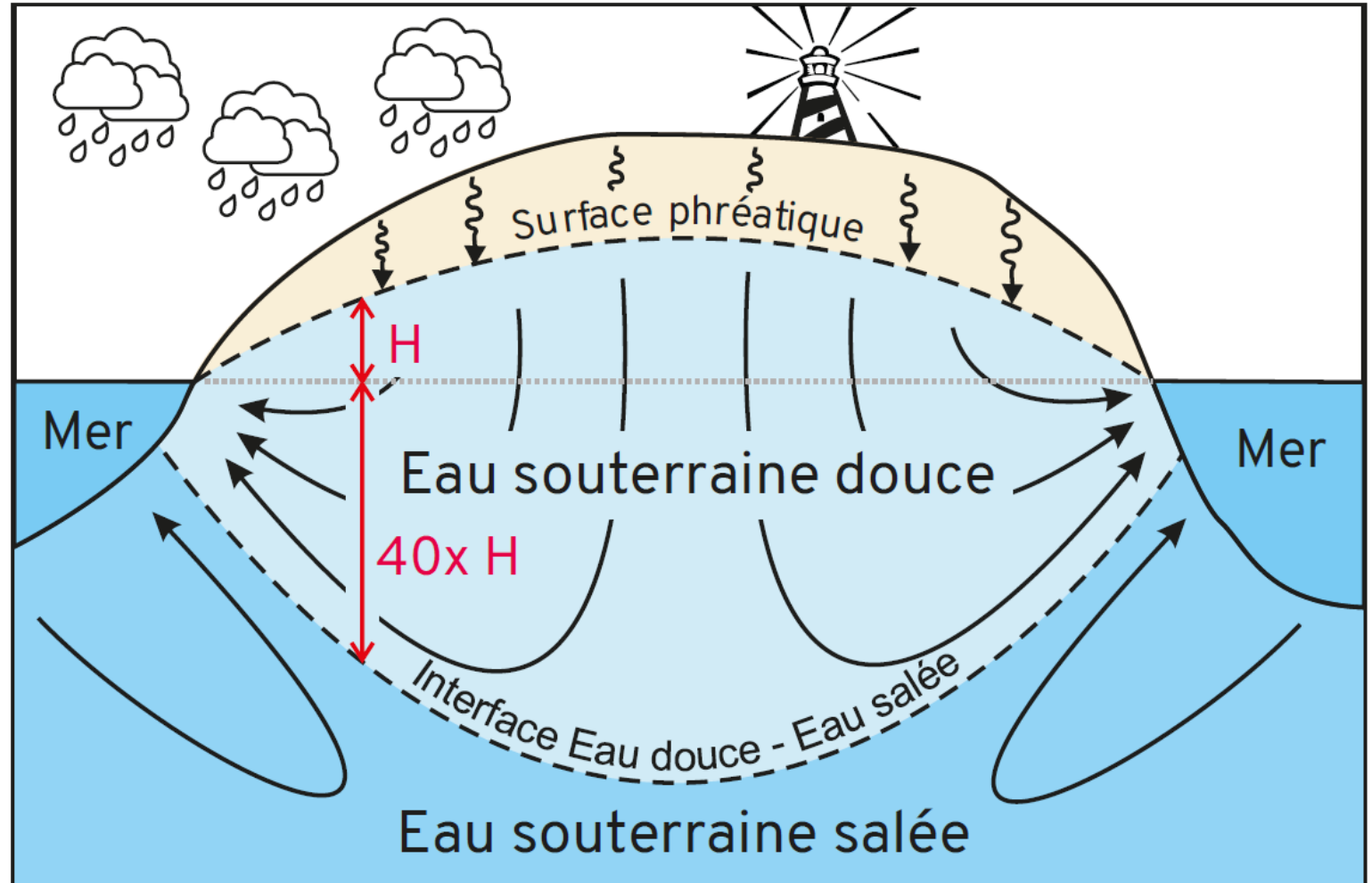
- ❑ Le **CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE** est la représentation conceptuelle des éléments du territoire et processus influençant l'écoulement des eaux.
 - Dépend de nombreux facteurs, notamment les unités géologiques, leurs propriétés hydrauliques, et les conditions physiographiques locales.
 - Aux île de la Madeleine, est intimement lié à la présence de la mer.





Définitions de base – LENTILLE D'EAU DOUCE

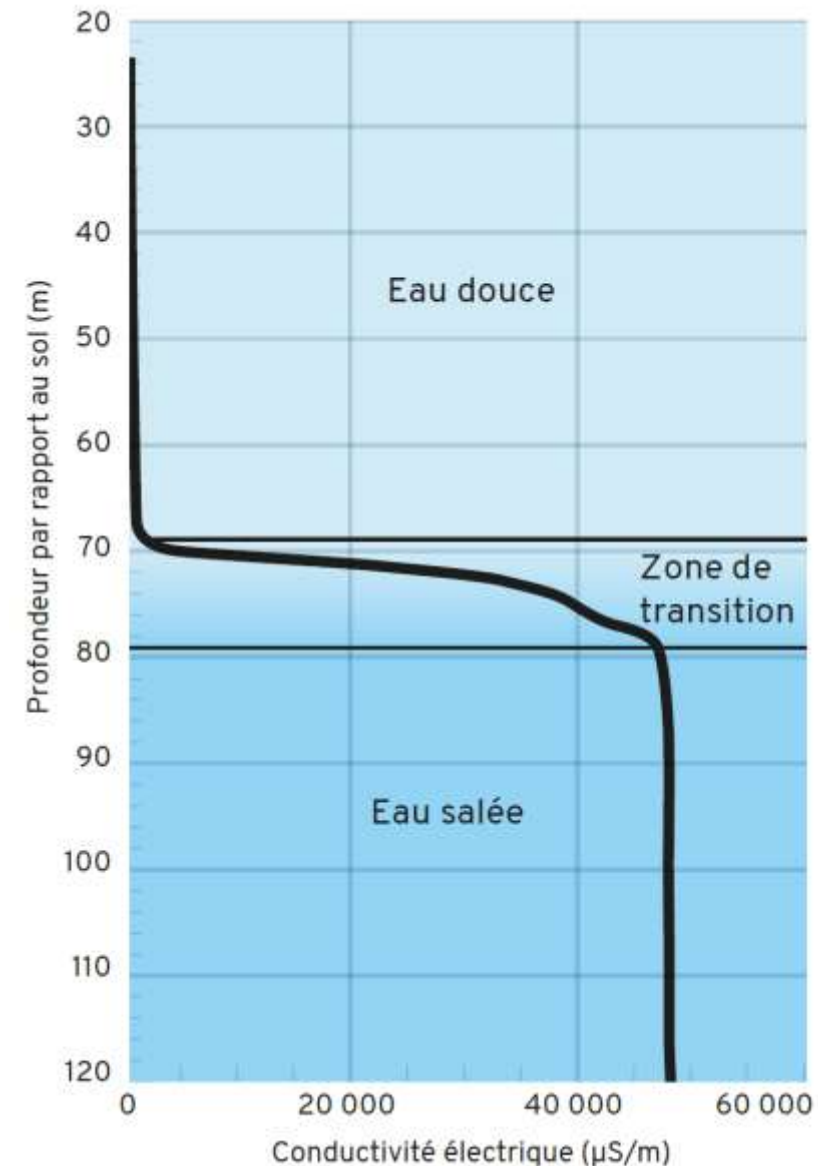
- ❑ La **LENTILLE D'EAU DOUCE** constitue le réservoir d'eau douce qui flotte, par contraste de densité, sur des eaux souterraines salées alimentées par la mer.
- ❑ La **RELATION DE GHYBEN-HERZBERG** indique que la profondeur de l'**interface entre l'eau douce et l'eau salée** par rapport au niveau moyen de la mer correspond à environ 40 fois l'élévation de la **surface phréatique**.





Définitions de base – INTERFACE EAU DOUCE – EAU SALÉE

- ❑ L'INTERFACE EAU DOUCE – EAU SALÉE n'est pas nettement marquée, mais est plutôt constituée d'une **zone de transition** entre l'eau douce et l'eau salée.
- ❑ La réalisation d'un profil de **conductivité électrique** de l'eau dans un puits permet d'observer cette zone de transition.
 - La **CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE** est la facilité à laisser passer un courant électrique. Plus elle est élevée, plus l'eau est concentrée en ions.

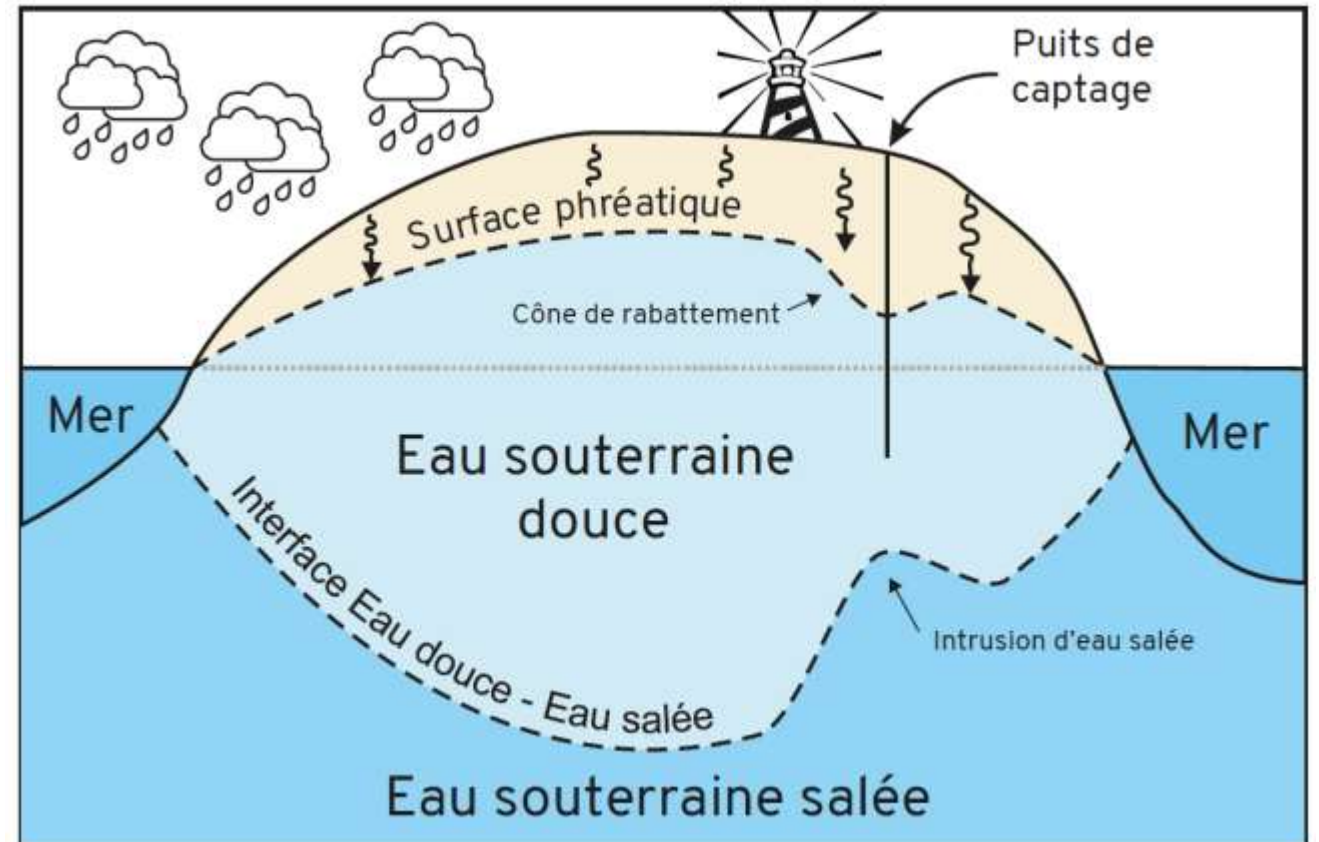




Question éclair

Si en pompant dans un puits on induit un rabattement de la nappe phréatique de 3 m, quelle est la remontée de l'interface eau douce – eau salée sous le puits ?

- ☐ 3 m
- ☐ 12 m
- ☐ 40 m
- ☒ 120 m



Questions ?

ACTIVITÉ 2

Lecture des données
cartographiques



Apprendre à lire et à
interpréter les résultats
PACES de notre région



**Présentation
magistrale**

+



**Activité en
petits groupes**

Les 11 notions hydrogéologiques

1. Systèmes de distribution en eau potable
2. Géologie du roc
3. Formations aquifères
4. Piézométrie
5. Élévation de l'interface eau douce – eau salée
6. Épaisseur de la lentille d'eau douce
7. Recharge
8. Bilan hydrologique
9. Qualité de l'eau – dépassement des normes de potabilité
10. Qualité de l'eau – dépassement des objectifs esthétiques
11. Vulnérabilité de l'eau souterraine



3 sous-groupes

5 - 6 acteurs

1 - 2 chercheurs



+

Q + R



Notion

Numéro de page

Définition

Méthode

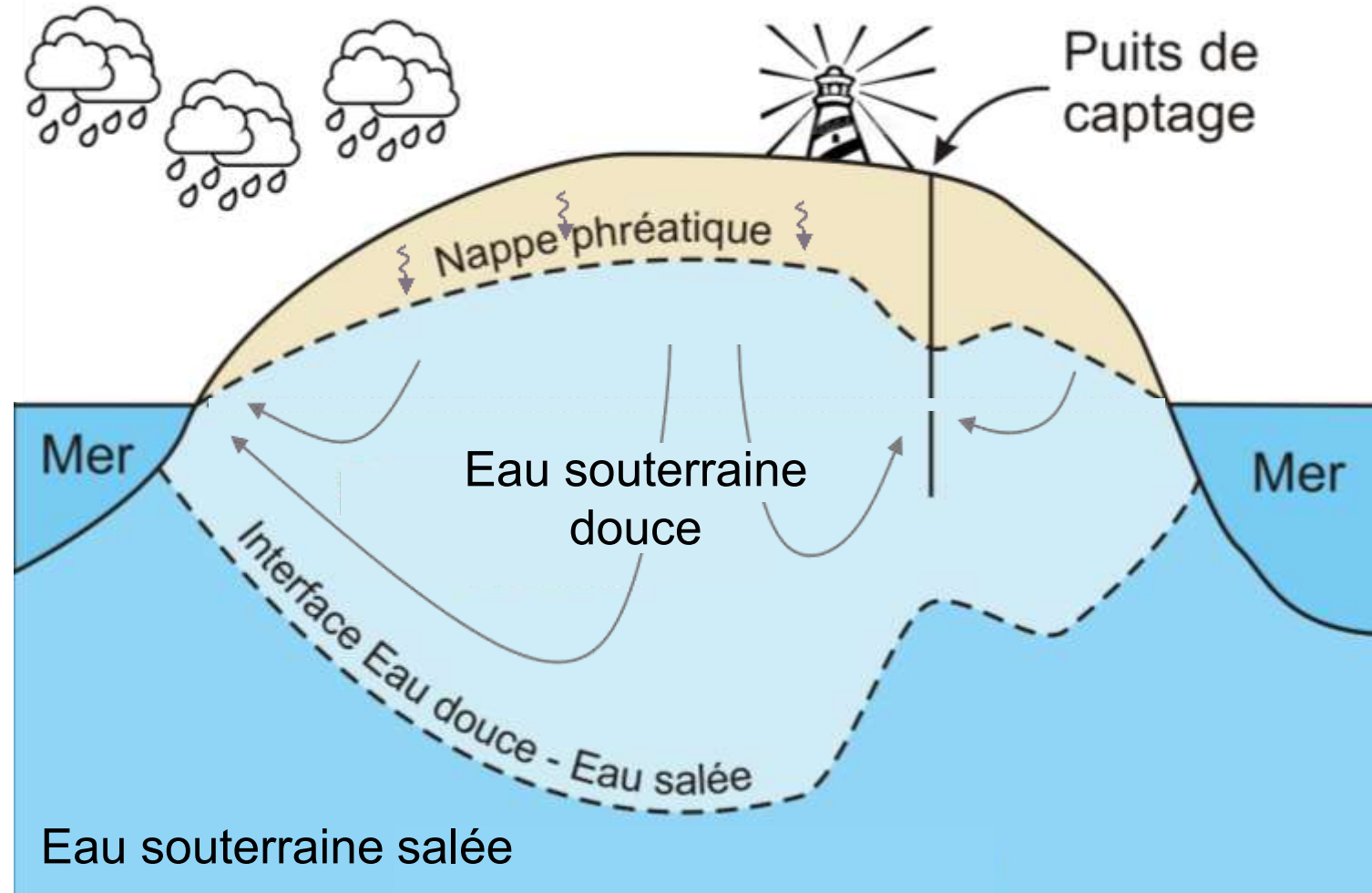
Interprétation



Questions

Modèles numériques – CONTEXTE

□ En théorie



Modèles numériques – CONTEXTE

Comment faire? Utilisation
de **MODÈLES NUMÉRIQUES**



□ En réalité

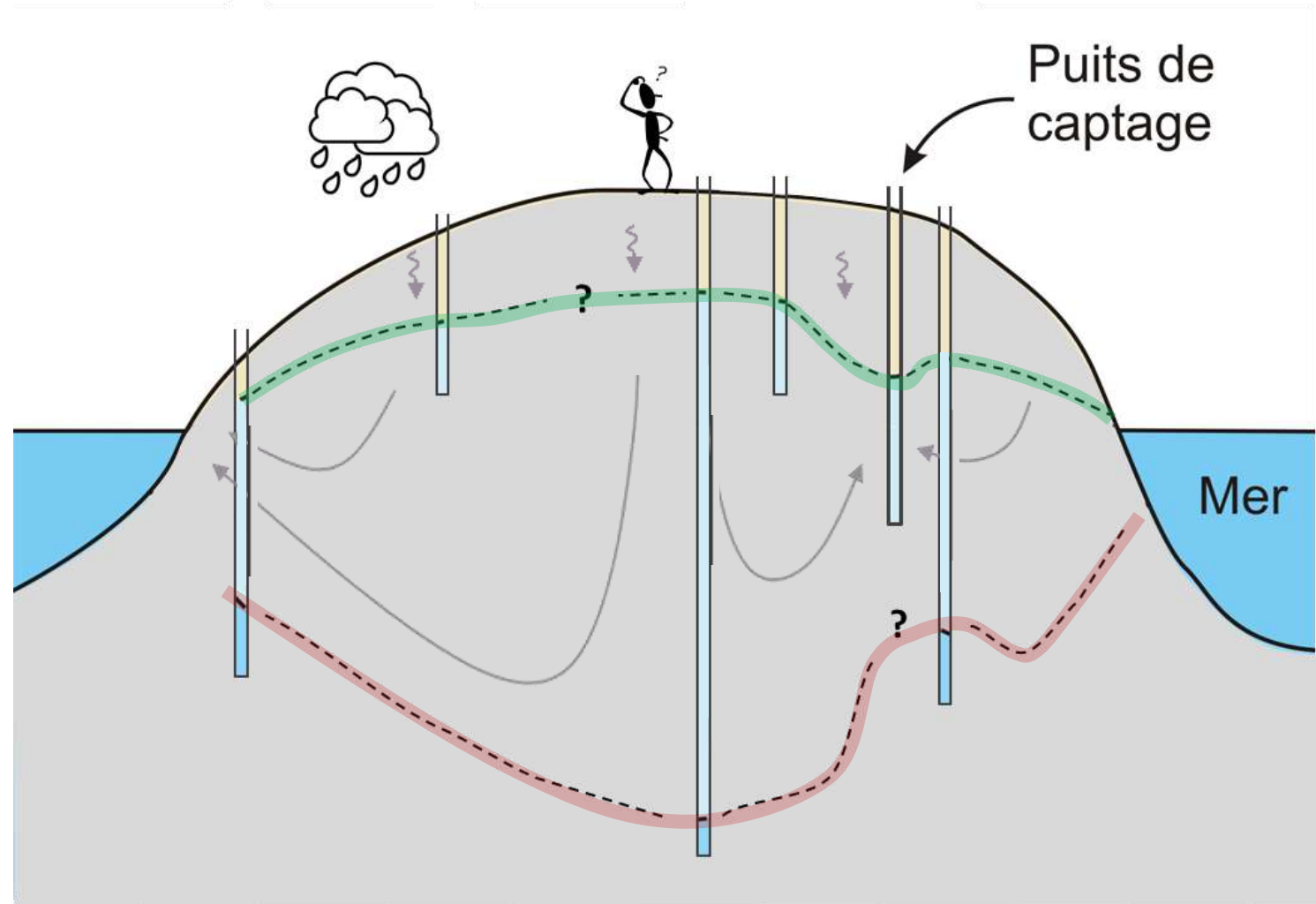
➤ On ne connaît pas:

Les flux (recharge,
resurgences)

Élévation de la nappe
phréatique

Quantité d'eau
souterraine douce

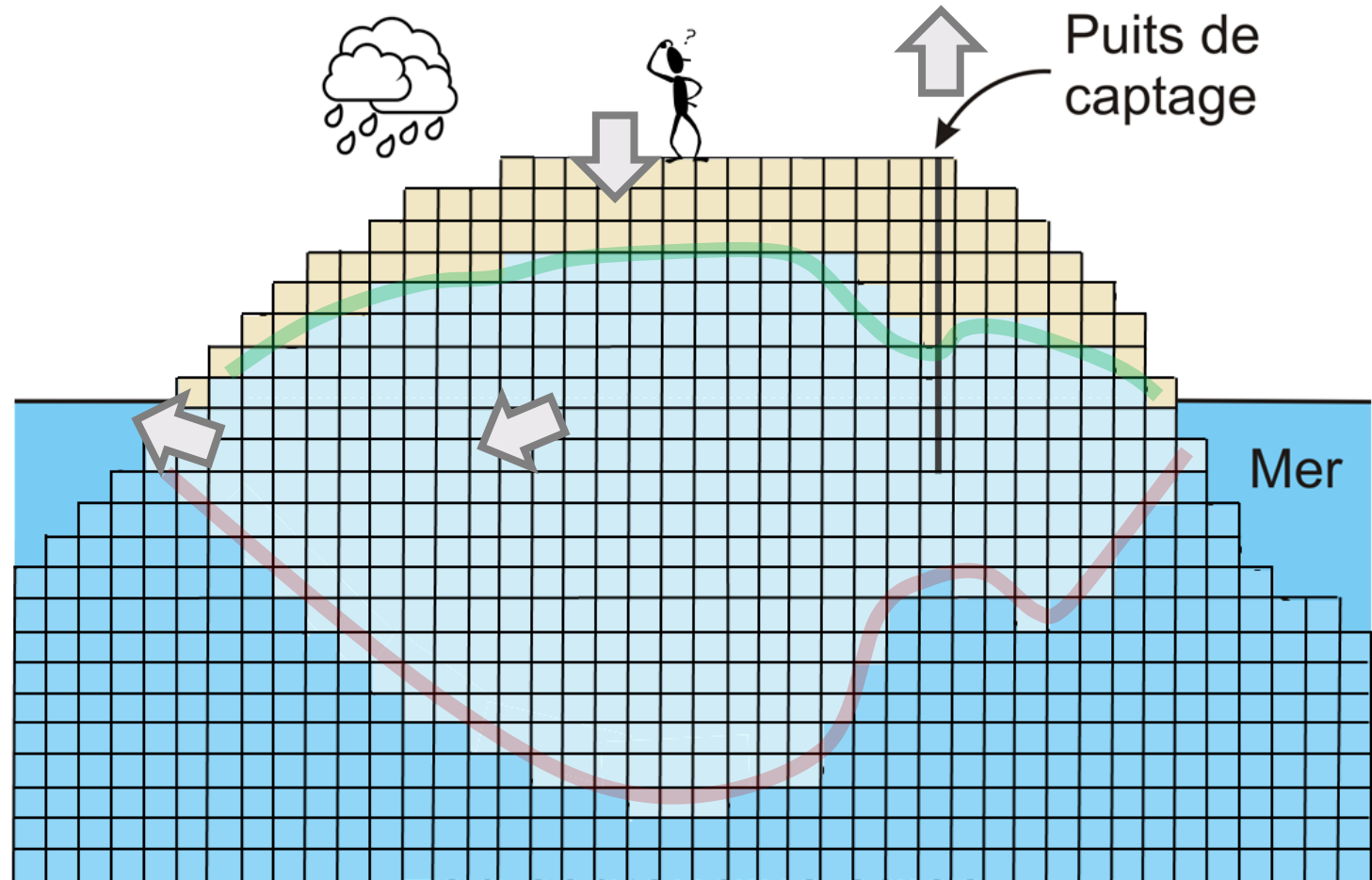
Élévation de l'interface
eau douce / eau salée



Modèles numériques – PRINCIPE



- ❑ Les processus hydrogéologiques peuvent être décrits par des équations mathématiques
- ❑ Des **PROGRAMMES** existent pour résoudre ces équations sur ordinateur
- ❑ À l'aide de ces **PROGRAMMES**, on construit une maquette spécifique du territoire: le **MODÈLE**



Modèles numériques – CONSTRUCTION ET CALIBRATION

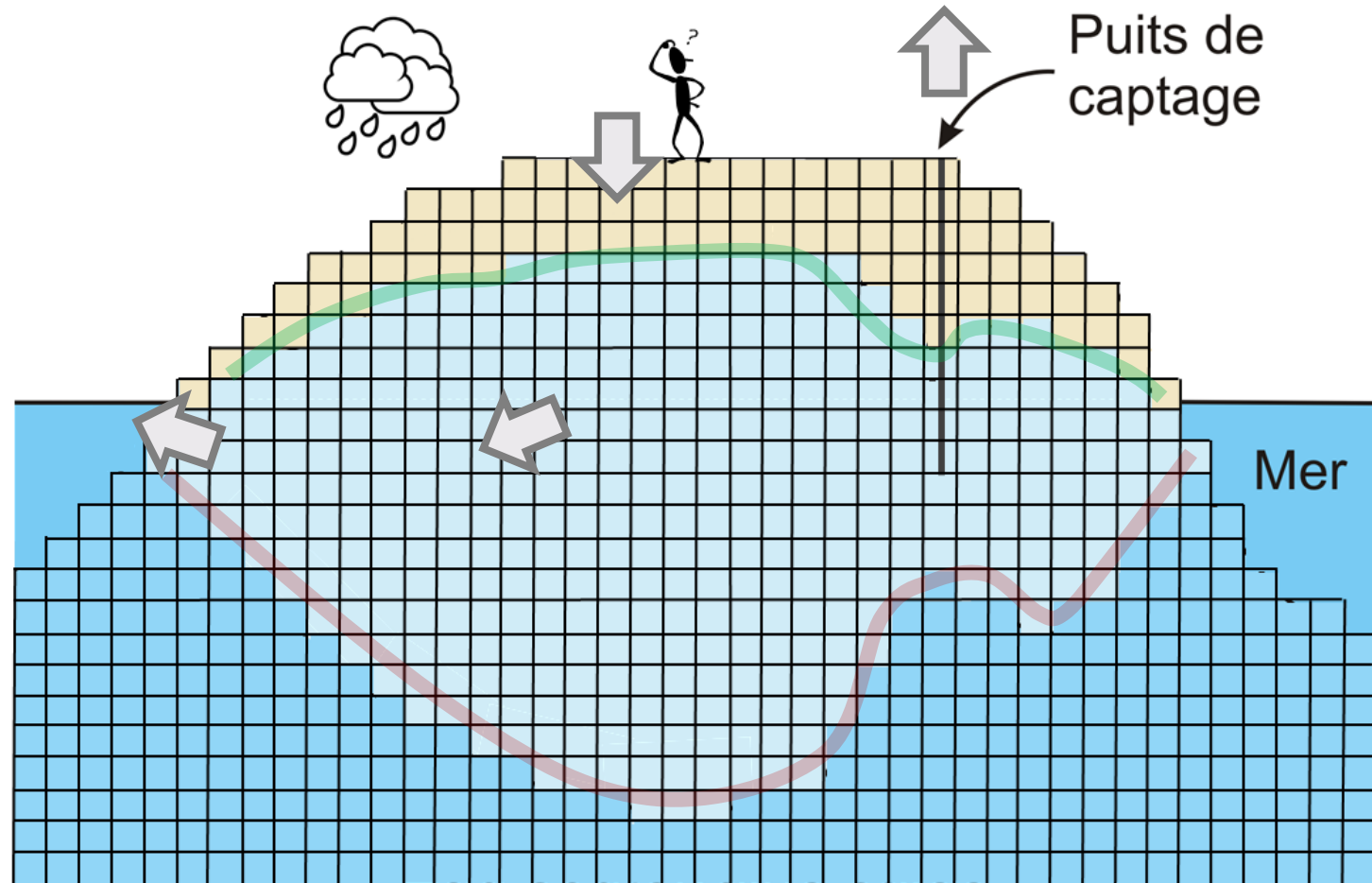


❑ CONSTRUCTION du modèle

❑ Entrées du modèle:

- Informations connues:
topographie, formations géologiques, débits de pompage et niveau marin
- Informations incertaines:
perméabilité, recharge
- Observations:
profondeurs de nappe et d'interface

❑ CALIBRATION du modèle



Modèles numériques – UTILISATION: CARTOGRAPHIE DU TERRITOIRE

❑ SORTIES CALIBRÉES

du modèle :

Les flux (recharge,
resurgences)

27,
28,
29,
30

Élévation de la nappe
phréatique

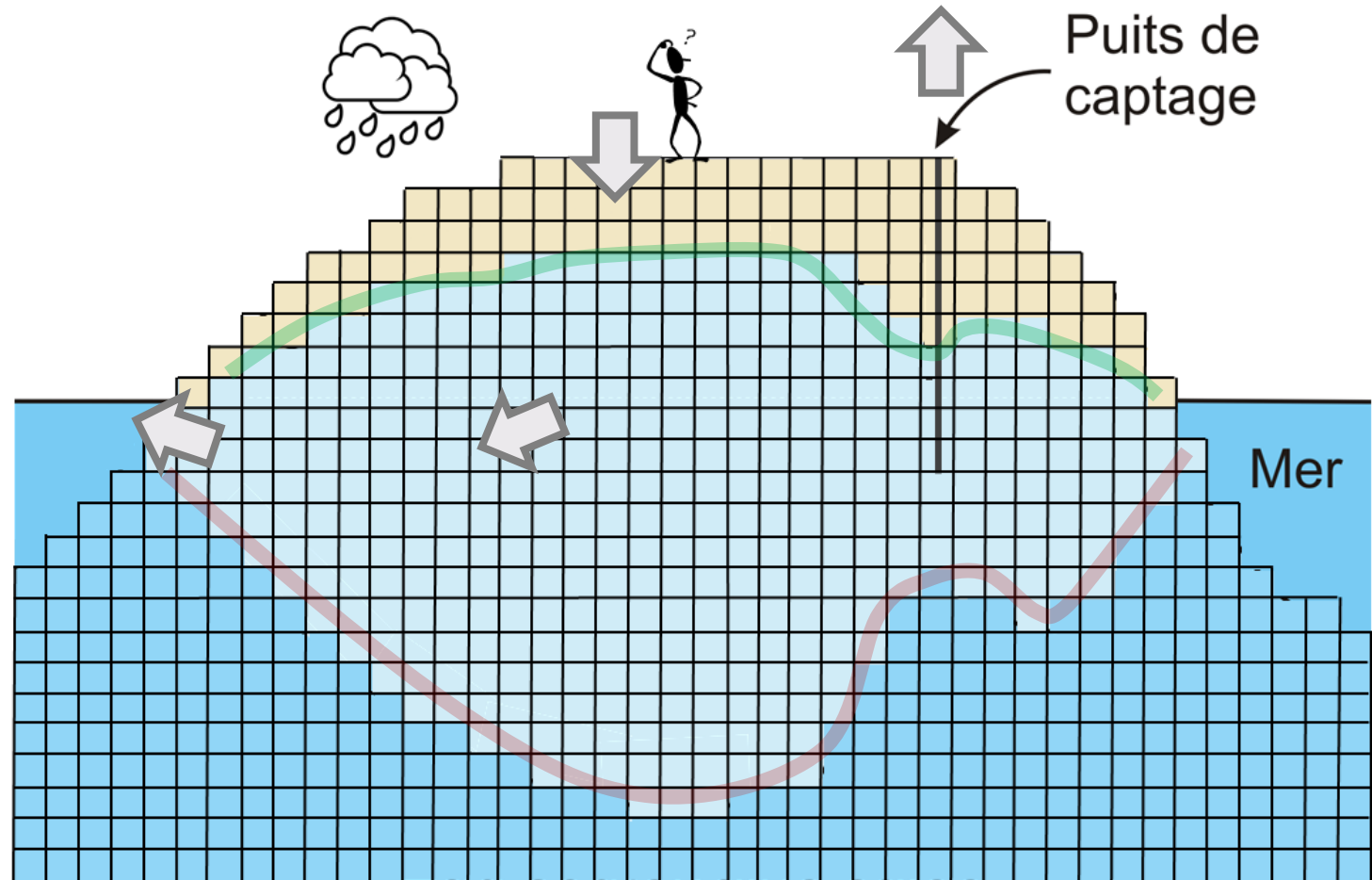
21,
22,
23

Quantité d'eau
souterraine douce

20

Élévation de l'interface
eau douce / eau salée

24,
25

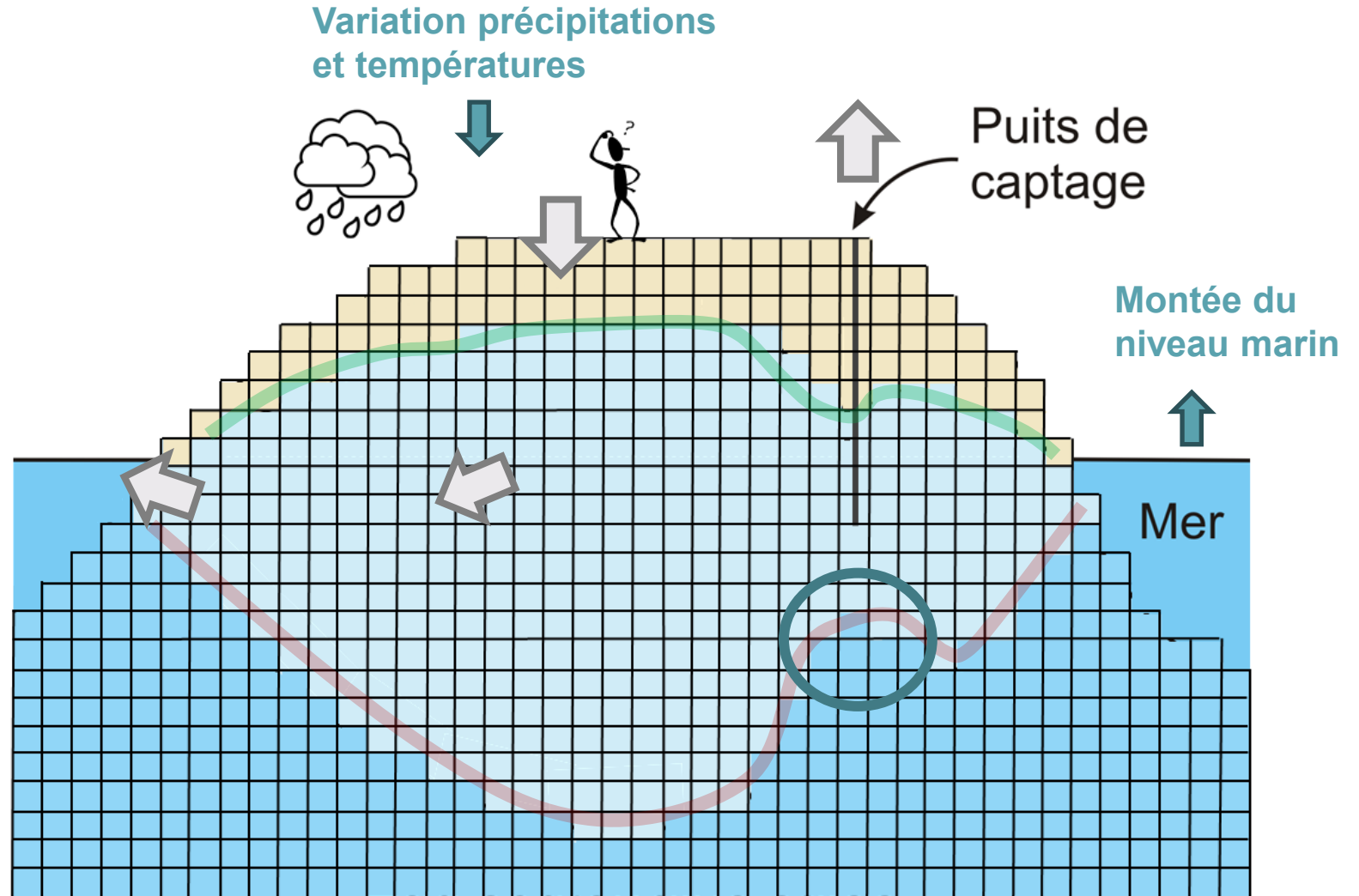


Cartes du rapport PACES

Modèles numériques – UTILISATION: OUTILS QUANTITATIFS POUR LA GESTION

❑ Évaluation:

- Débits de pompage actuels
- Remontée de l'interface eau douce – eau salée sous les puits municipaux
- Ressources exploitables avec les puits municipaux en place, compte tenu des changements climatiques
- Aires d'alimentation des aquifères exploitables



Modèles numériques – LIMITES

- ❑ Pour effectuer un portrait des ressources **RÉGIONAL**, on a développé des modèles à l'**ÉCHELLE RÉGIONALE**:
 - Résolution des modèles adaptée à l'échelle du territoire (20 m x 20 m)
 - Utilisation d'observations réparties sur le territoire
- ❑ Des divergences sont possibles avec des investigations **LOCALES** réalisées sur le terrain
- ❑ Pour des problématiques **LOCALES**, des modèles à l'**ÉCHELLE LOCALE** sont nécessaires:
 - Résolution plus fine sur le secteur d'intérêt
 - Utilisation de toutes les observations du secteur (ex. aux puits de pompage)
- ❑ Tous les modèles sont des simplifications de la réalité, et sont donc associés à des **INCERTITUDES**

! 11 notions + pause !

Les 11 notions hydrogéologiques

1. Systèmes de distribution en eau potable
2. Géologie du roc
3. Formations aquifères
4. Piézométrie
5. Élévation de l'interface eau douce – eau salée
6. Épaisseur de la lentille d'eau douce
7. Recharge
8. Bilan hydrologique
9. Qualité de l'eau – dépassement des normes de potabilité
10. Qualité de l'eau – dépassement des objectifs esthétiques
11. Vulnérabilité de l'eau souterraine



Notion

Numéro de page

Définition

Méthode

Interprétation

Décrire la légende



Questions

- Vrai ou faux
- À développement

Bon appétit !



Retour dans 1 h

ACTIVITÉ 3

L'eau souterraine de notre territoire, les faits saillants



Comprendre le fonctionnement des aquifères de notre région



Présentation
magistrale

Potentien d'exploitation des aquifères

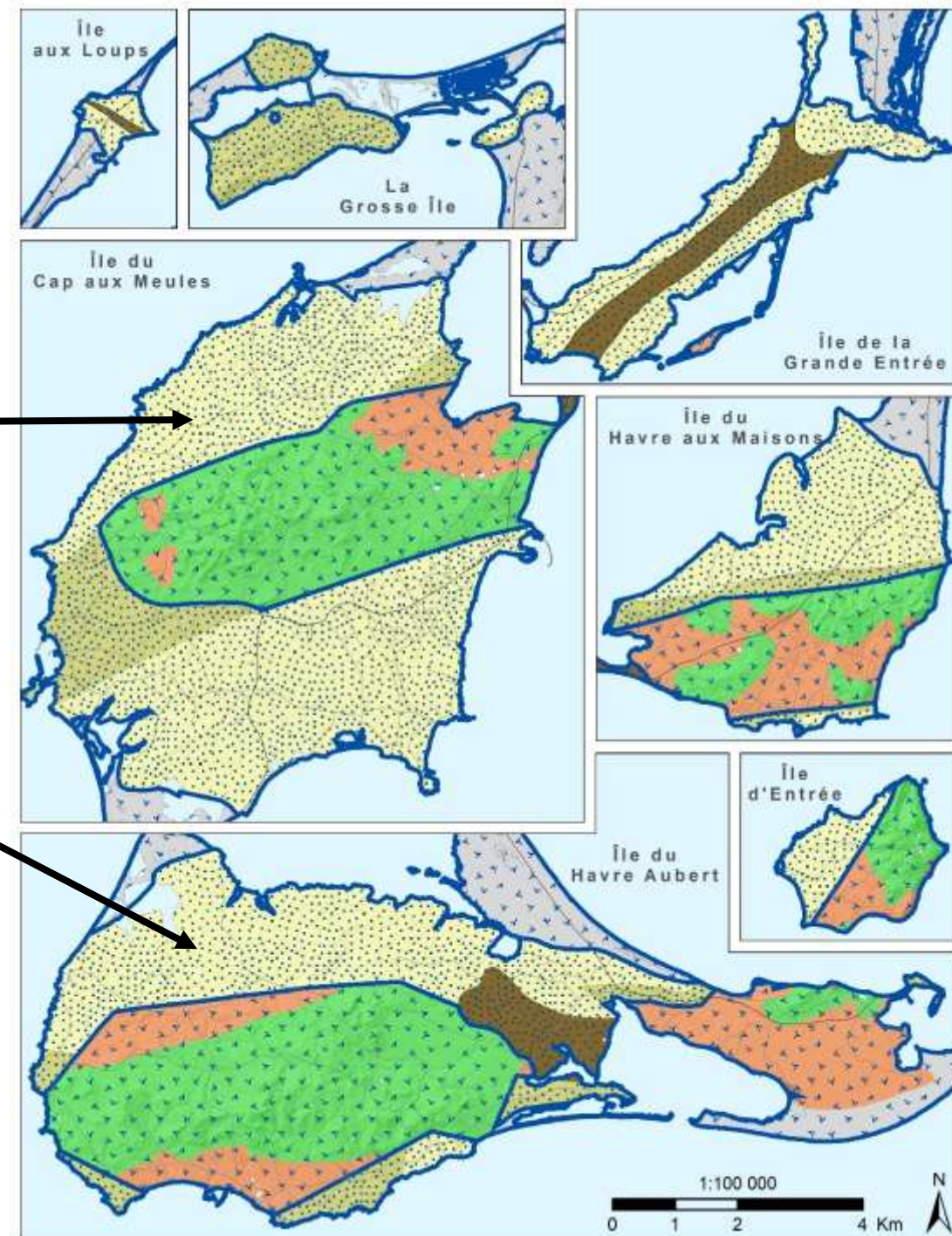
Atlas p.40-41

-  **Dépôts meubles chenalisés**
-  **Grès**
Membre de l'Étang-des-Caps
-  **Grès, mudstones et siltstones**
Membre de l'Étang-du-Nord

-  **Tombolos de sable**
-  **Basaltes**
Formation du Cap au Diable
-  **Brèches d'effondrement**
Formation du Havre aux Maisons


**Moyen et haut
potentiel
d'exploitation**


**Faible potentiel
d'exploitation**

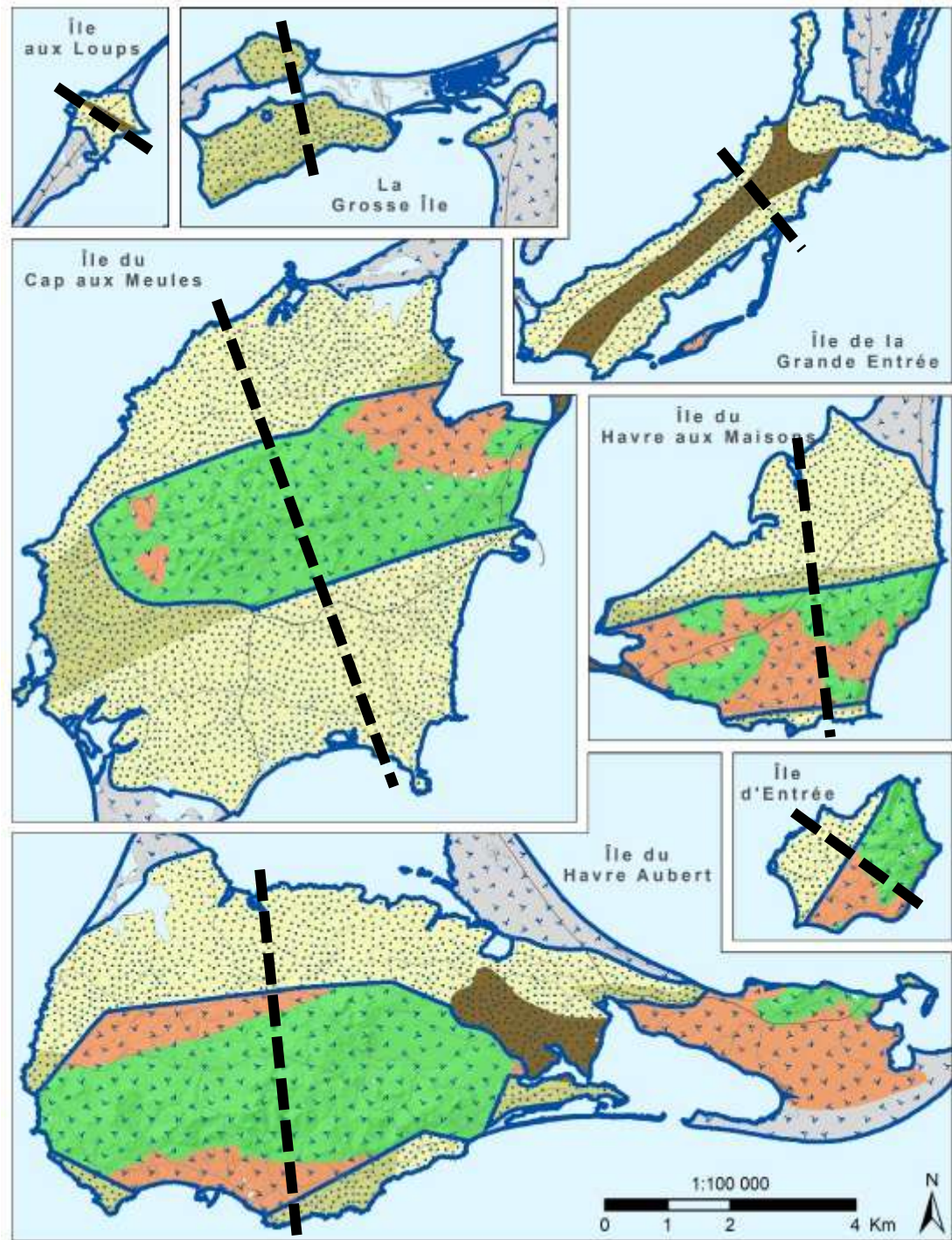
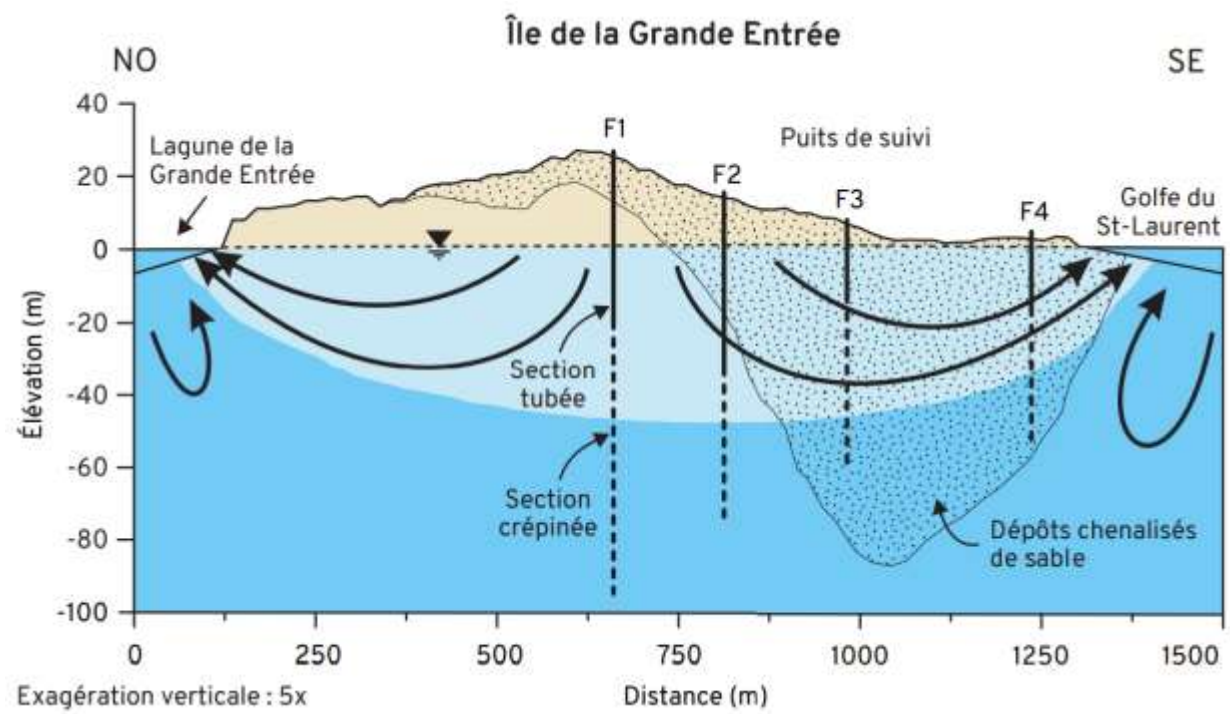


Coupes hydrogéologiques

Légende

- Aquifère au potentiel d'exploitation faible
- Aquifère au potentiel d'exploitation élevé à très élevé
- Eau douce
- Eau salée

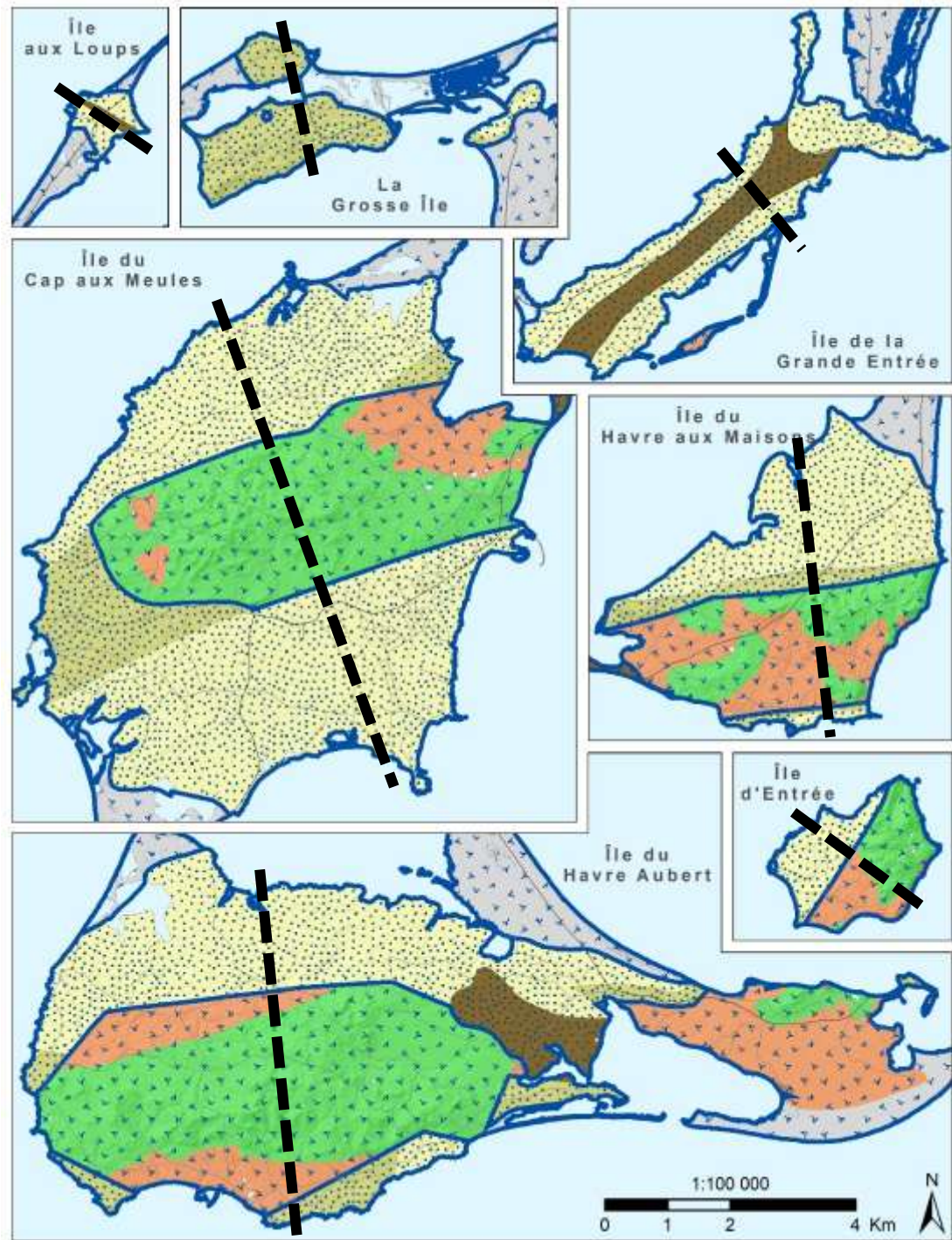
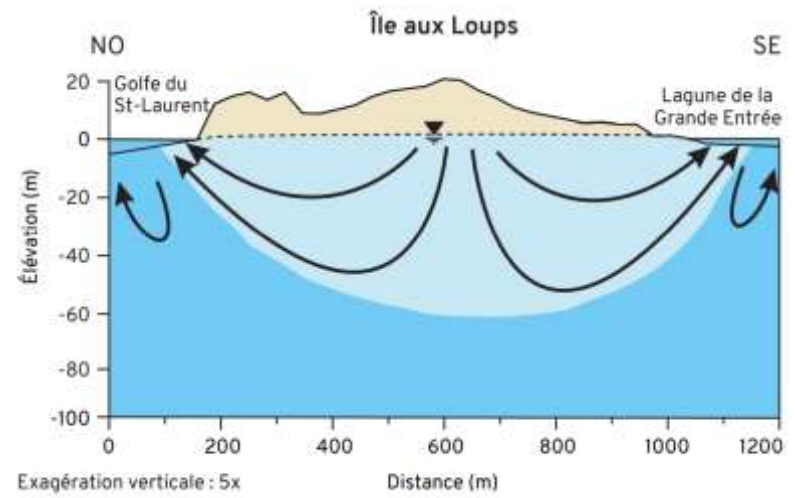
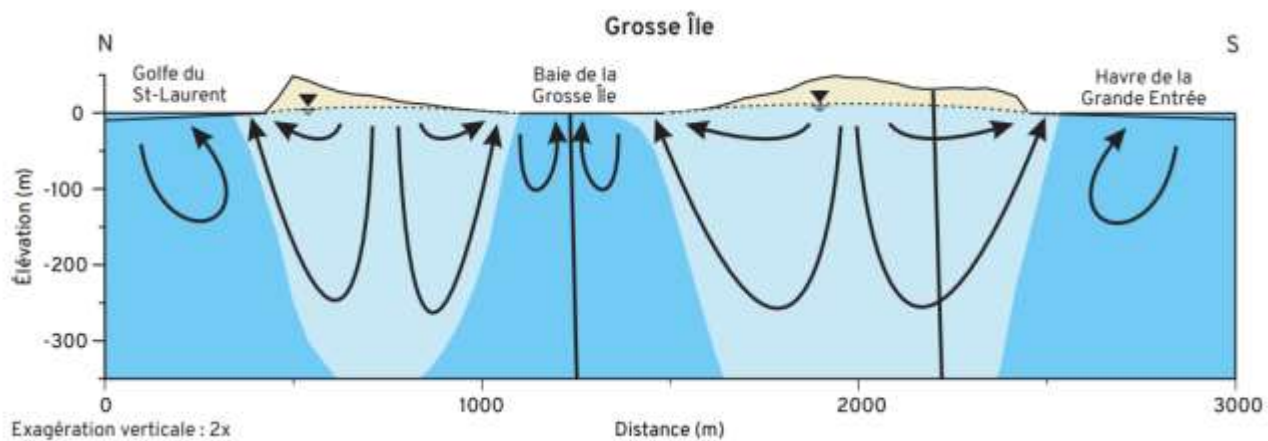
- Surface libre de la nappe
- Direction d'écoulement régionale
- Faïlle



Coupes hydrogéologiques

Légende

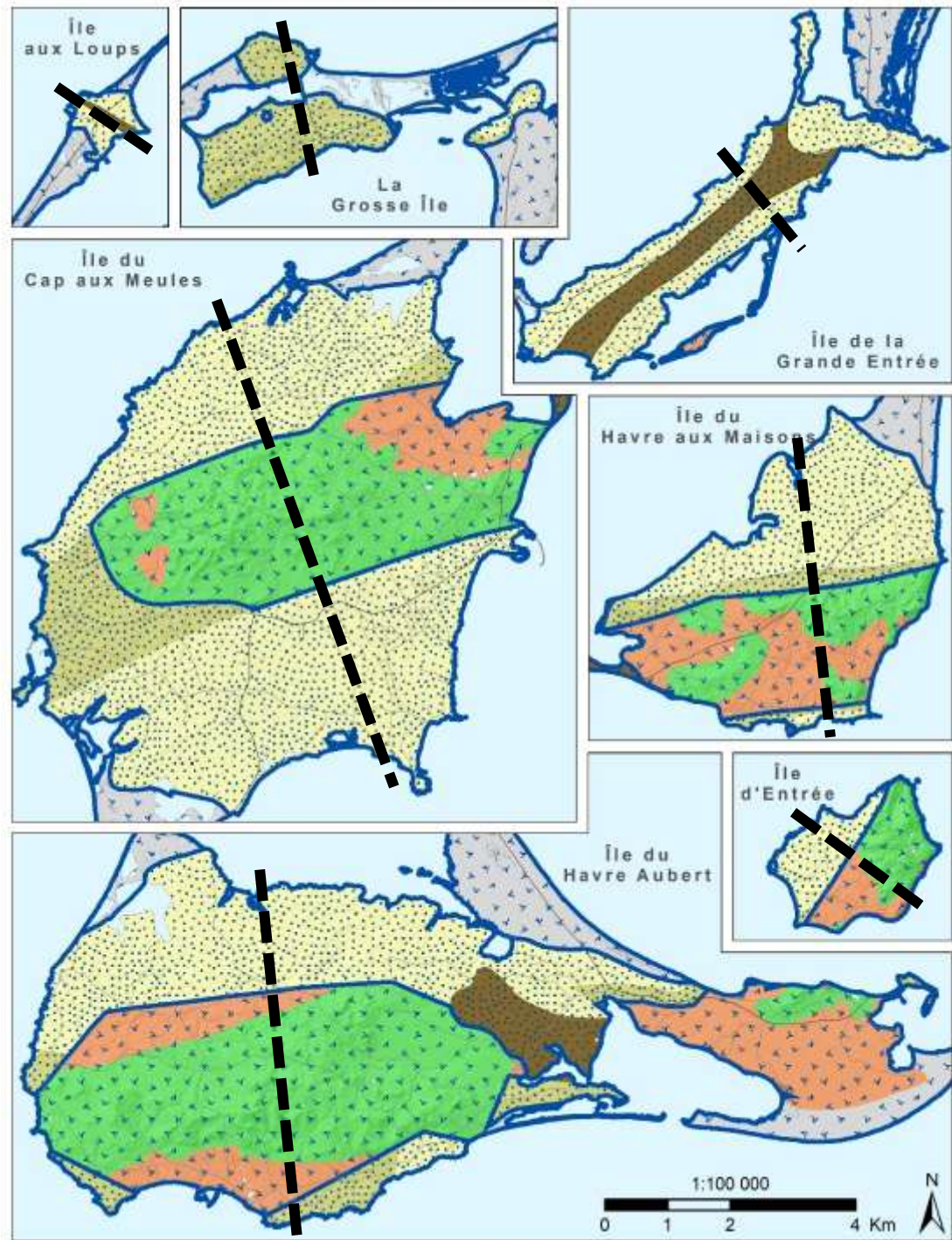
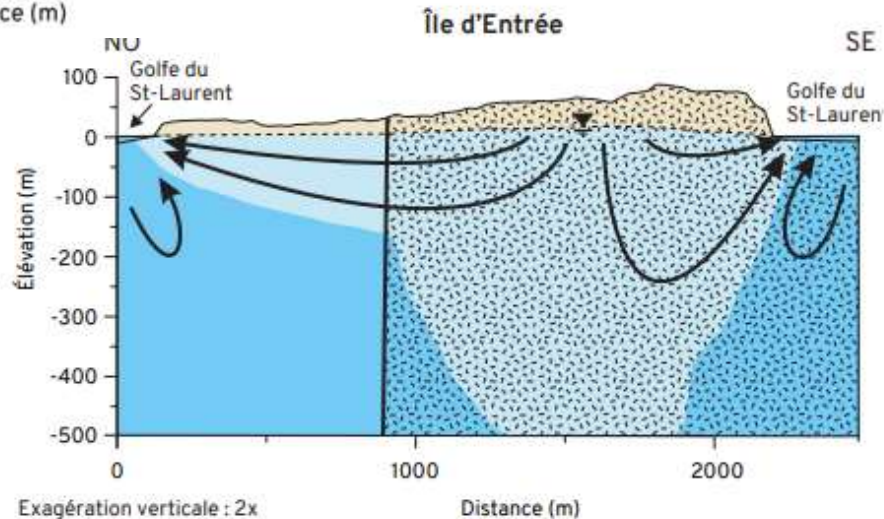
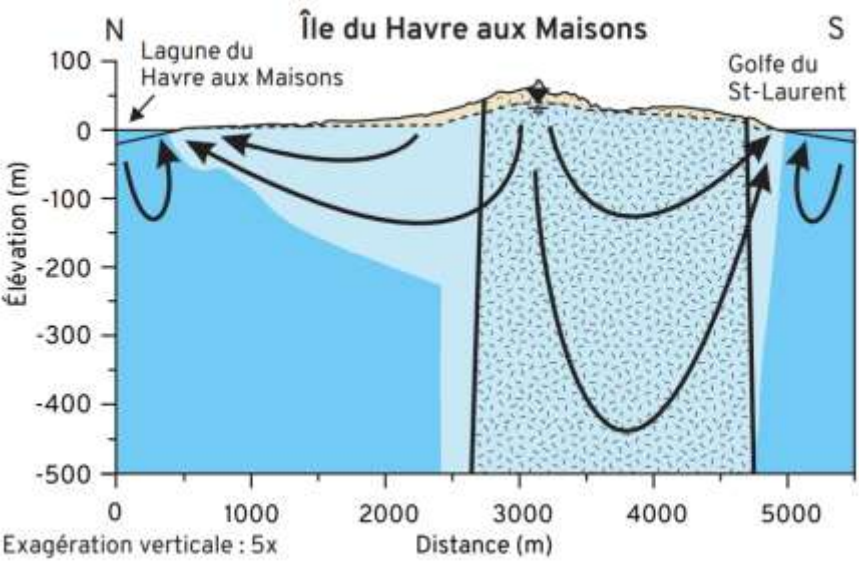
- Aquifère au potentiel d'exploitation faible
- Aquifère au potentiel d'exploitation élevé à très élevé
- Eau douce
- Eau salée
- Surface libre de la nappe
- Direction d'écoulement régionale
- Faïlle



Coupes hydrogéologiques

Légende

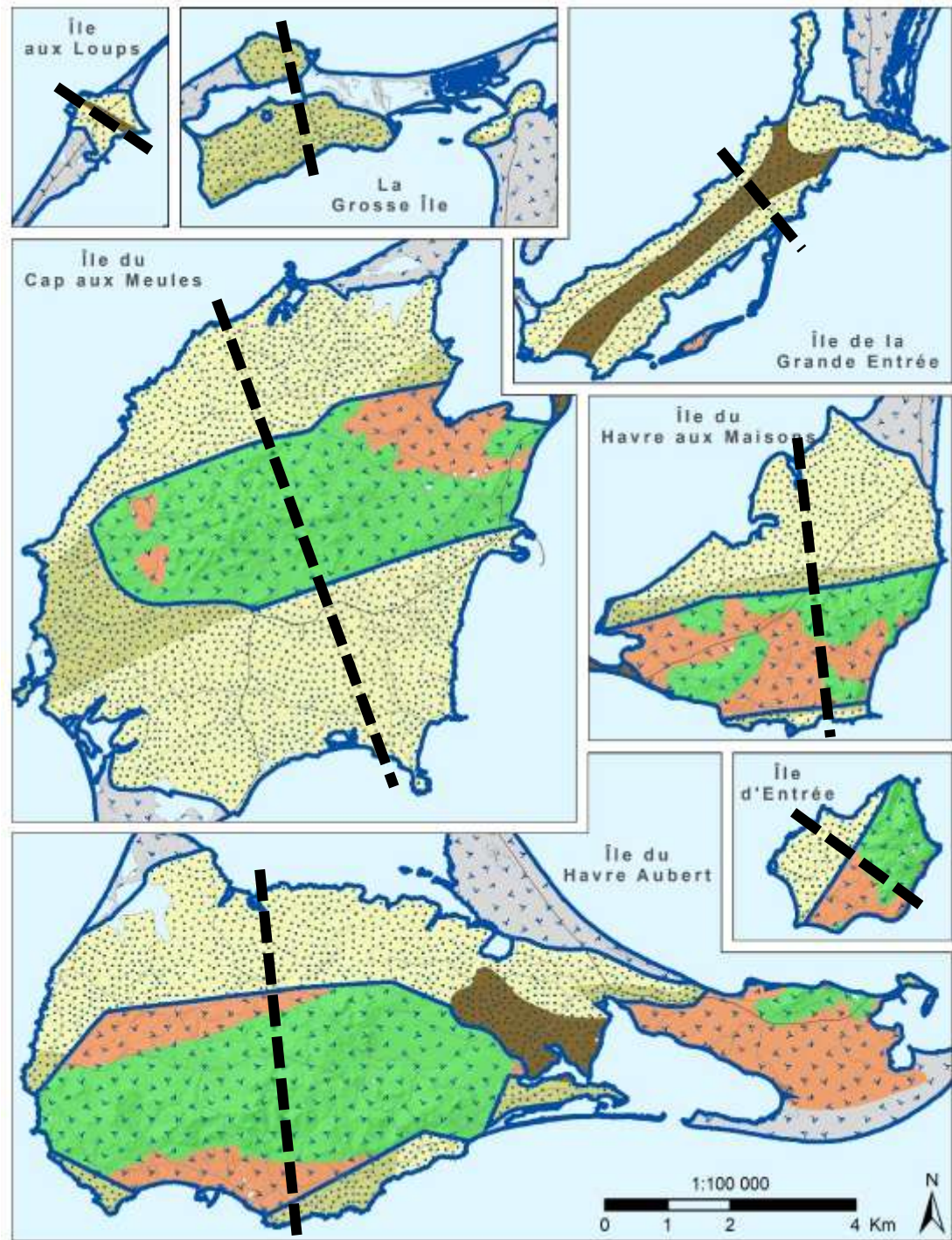
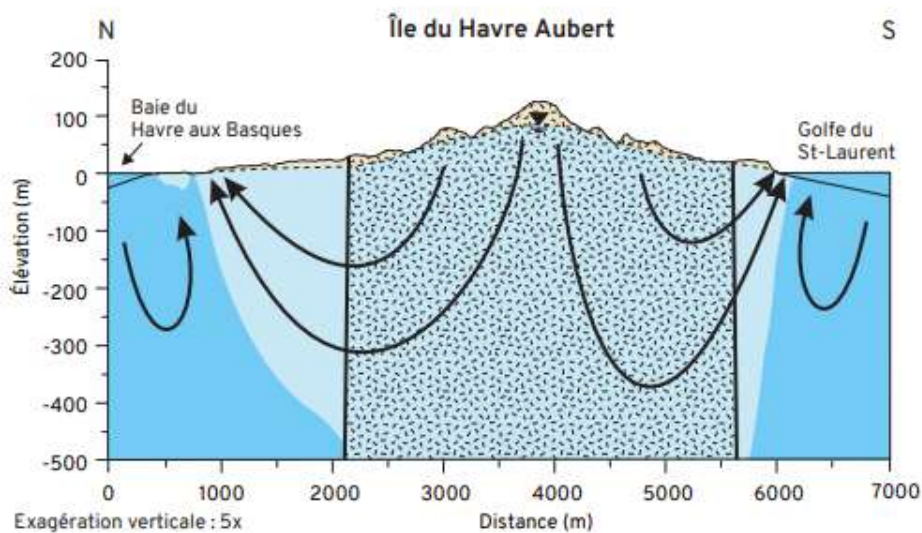
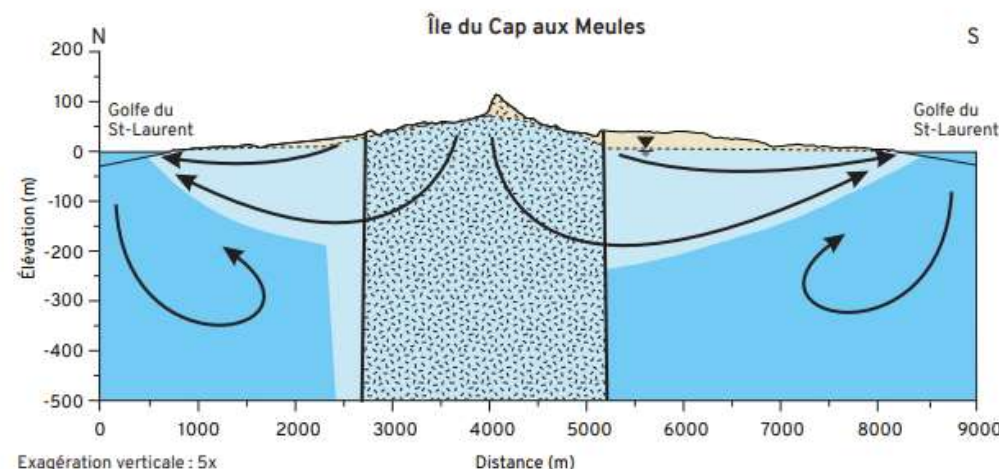
- Aquifère au potentiel d'exploitation faible
- Aquifère au potentiel d'exploitation élevé à très élevé
- Eau douce
- Eau salée
- Surface libre de la nappe
- Direction d'écoulement régionale
- Faïlle



Coupes hydrogéologiques

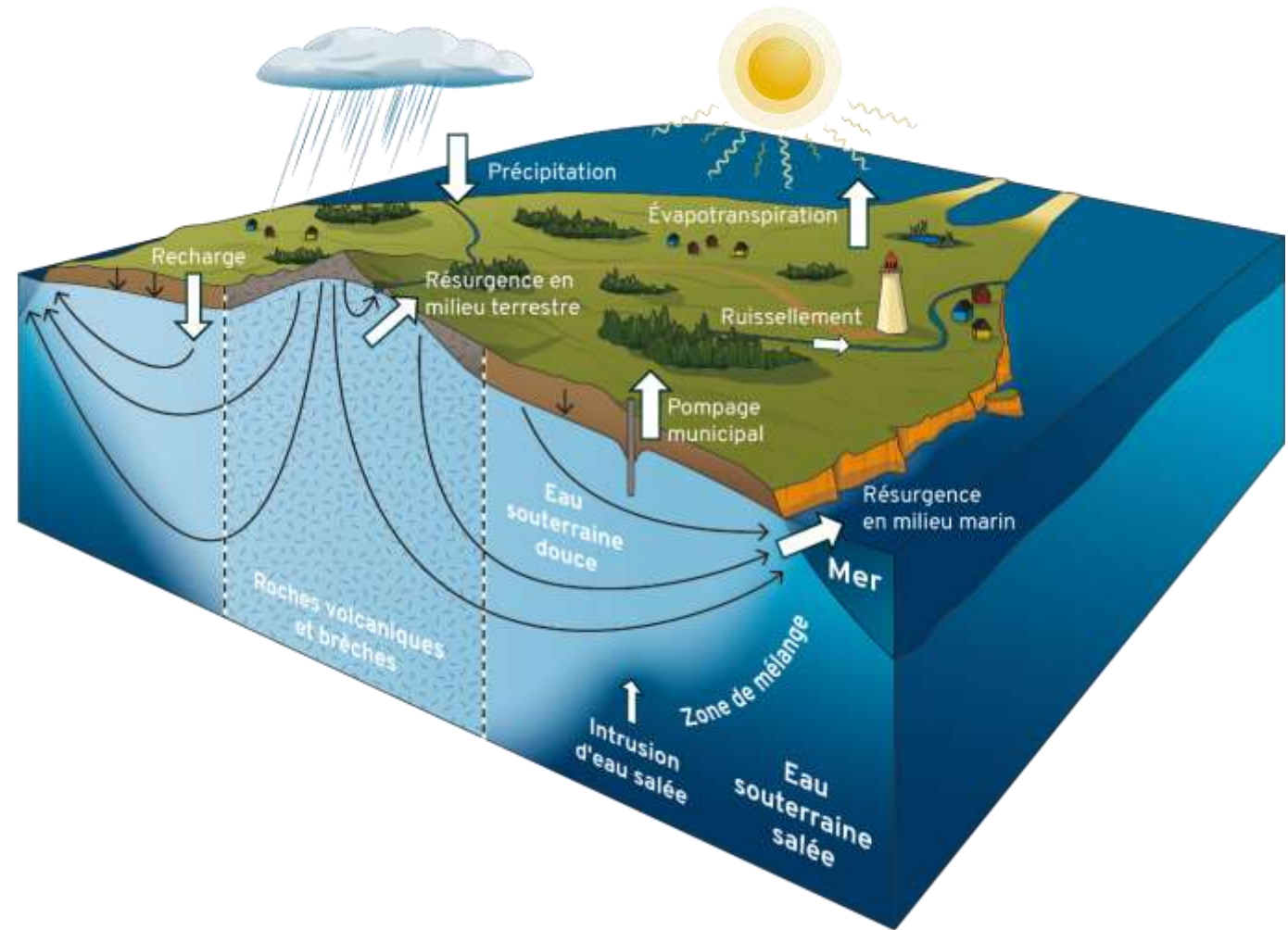
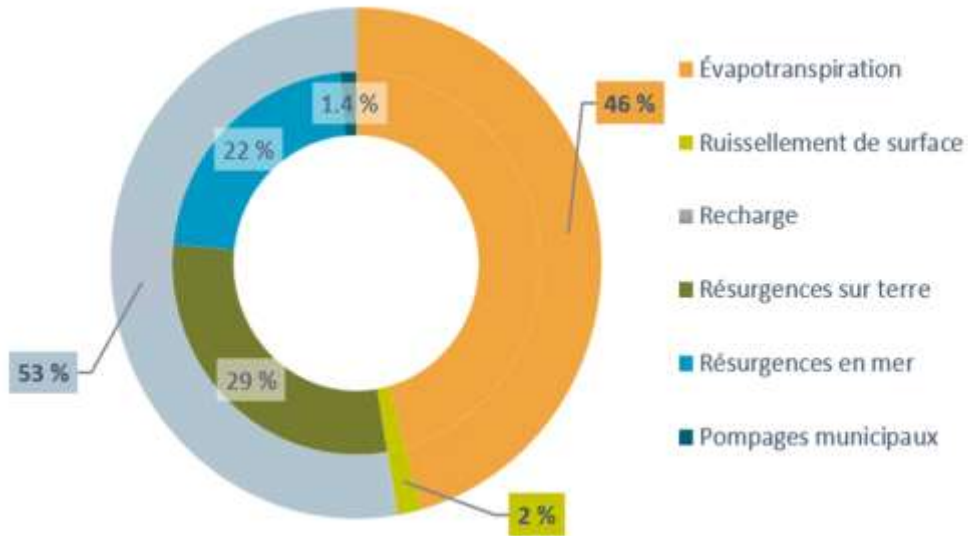
Légende

- Aquifère au potentiel d'exploitation faible
- Aquifère au potentiel d'exploitation élevé à très élevé
- Eau douce
- Eau salée
- Surface libre de la nappe
- Direction d'écoulement régionale
- Faïlle



Bilan hydrologique

Atlas p.52



Atlas p.59

- Eau douce disponible totale : 2715 Mm³
- Recharge annuelle : 49,0 Mm³/ an, soit 1,8 %/an de l'eau douce disponible
- Consommation annuelle : 2,24 Mm³/ an, soit 4,6 % de la recharge

ACTIVITÉ 4

Synthèse des notions



Apprendre à lire et à interpréter les résultats du projet pour répondre à des enjeux de protection et de gestion de l'eau souterraine

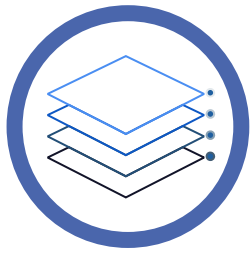


Présentation
magistrale

+



Activité en
petits groupes



Lecture transversale des notions apprises

Répondre à deux questions d'aménagement du territoire

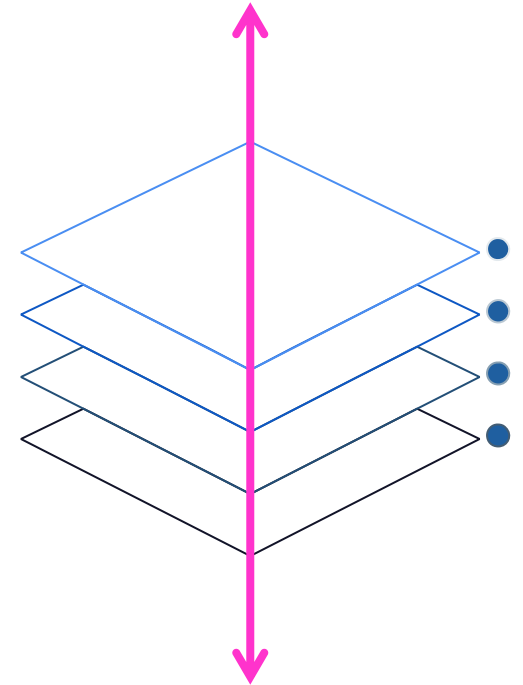
Question 1

Quelles zones devraient être protégées en priorité pour la recharge ?

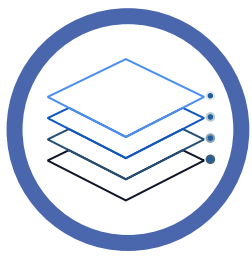
ET

Question 2

Quelles sont les zones les plus propices à l'implantation d'une nouvelle activité potentiellement polluante afin de minimiser son impact sur l'eau souterraine ?



En utilisant les cartes des 11 notions apprises



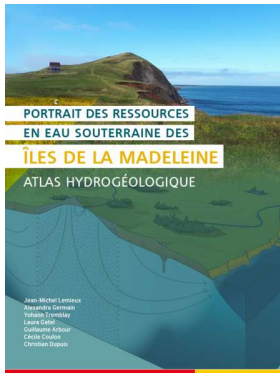
Lecture transversale des notions apprises

Le déroulement :

Notion 1



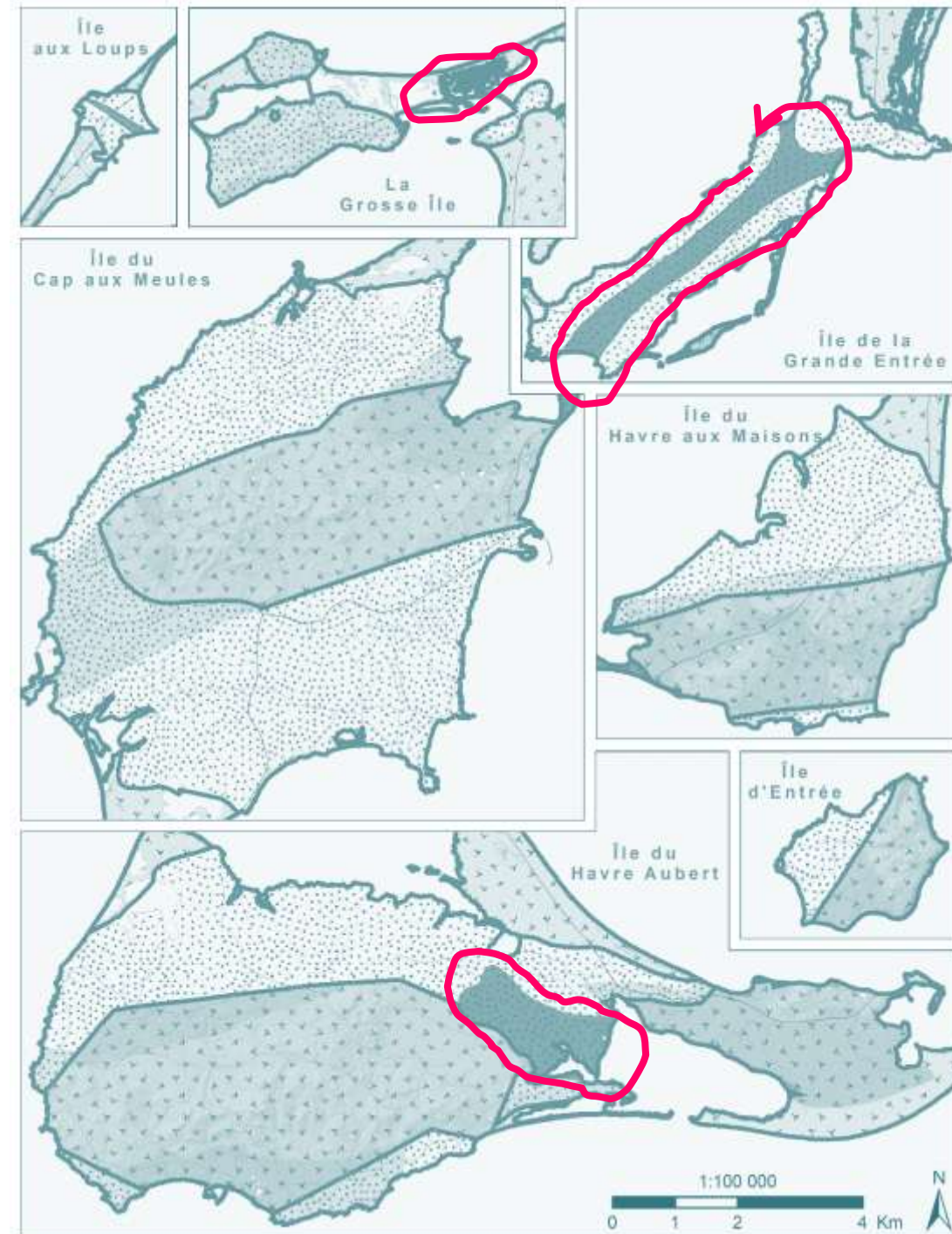
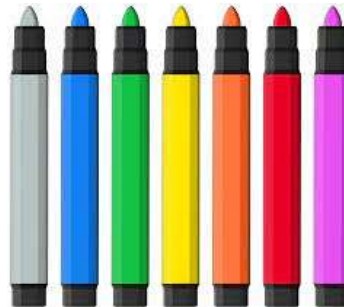
- ☐ 5 sous-groupes
- ☐ 3 acteurs
- ☐ 1 chercheur
- ☐ Encerclez la ou les zone (s) ciblée (s)

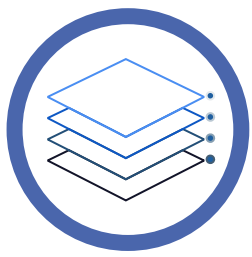


+



+





Lecture transversale des notions apprises

Le déroulement :

Notion 2

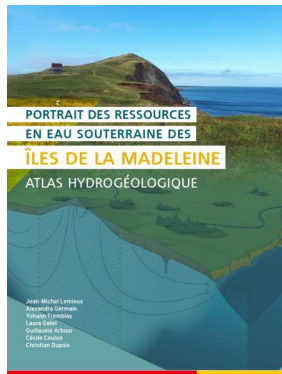


☐ 5 sous-groupes

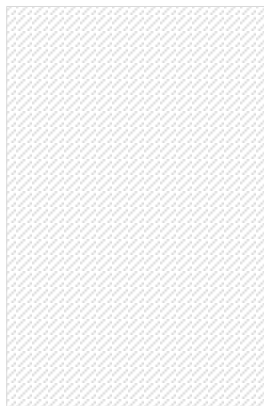
☐ 3 acteurs

☐ 1 chercheur

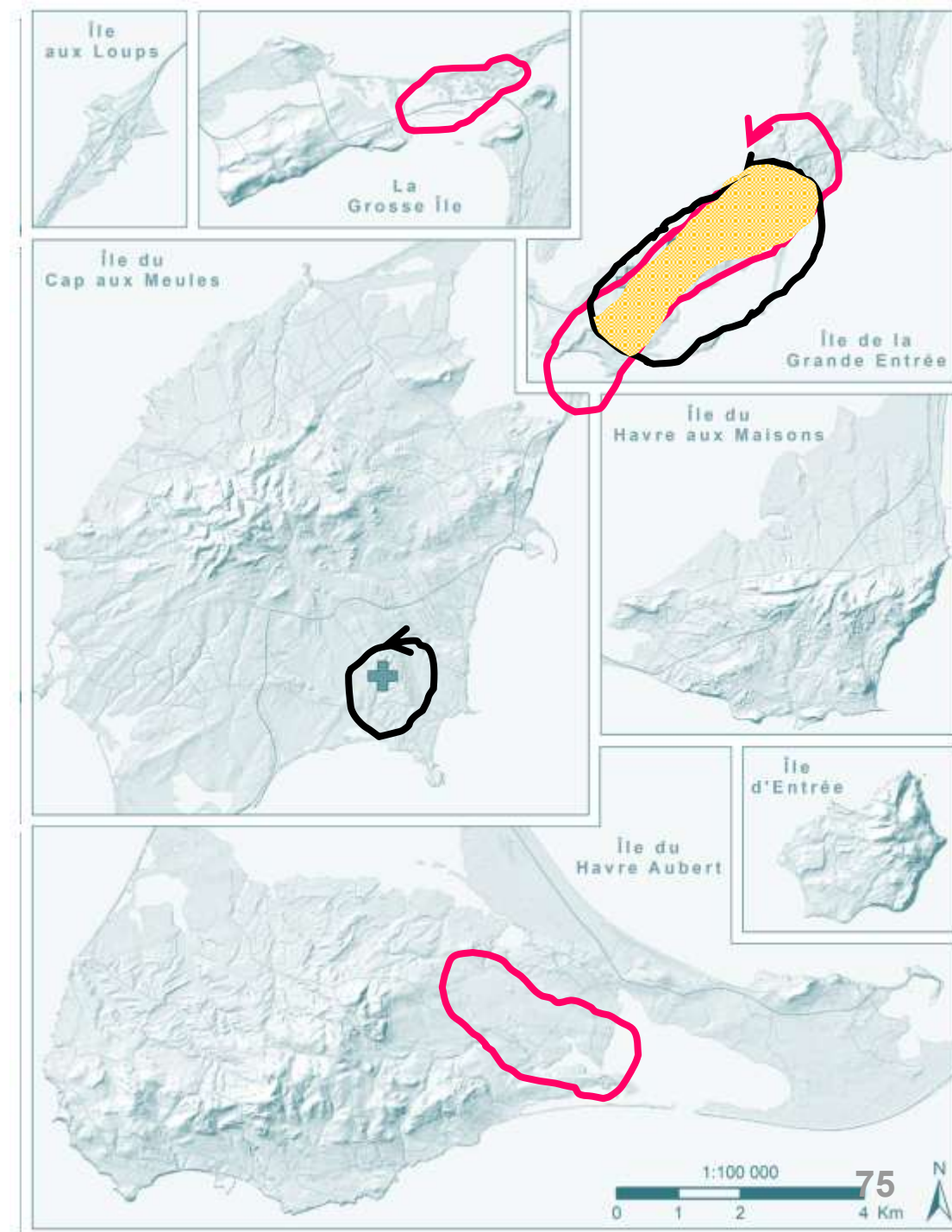
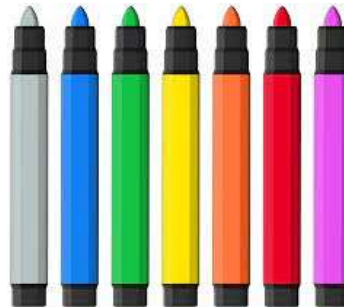
☐ Encerclez la ou les zone (s) ciblée (s)

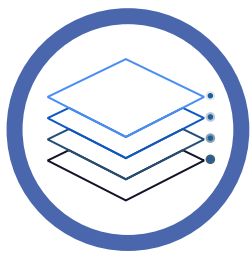


+



+





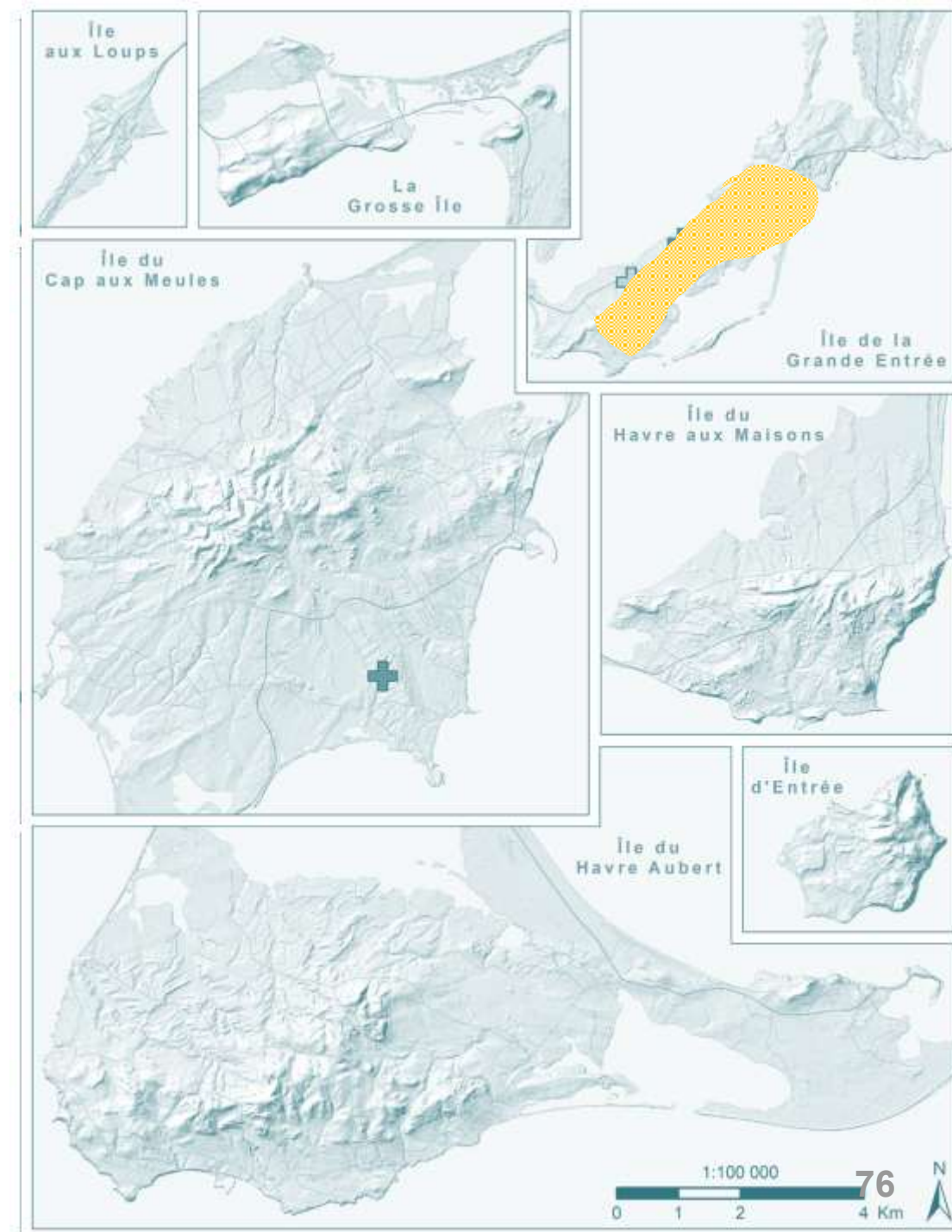
Lecture transversale des notions apprises

Le déroulement :

- ☐ 5 sous-groupes
- ☐ 3 acteurs
- ☐ 1 chercheur
- ☐ Encerclez la ou les zone (s) ciblée (s)
- ☐ Montrez le résultat final
- ☐ Comparez avec les résultats des équipes



**Carte
finale**





Le déroulement :

Cartographie	Critères
Systèmes de distribution en eau potable	
Géologie du roc	
Formations aquifères	
Piézométrie	
Élévation de l'interface eau douces – eau salée	
Recharge	
Recharge	
Bilan hydrologique	
Qualité de l'eau – dépassement des normes de potabilité	
Qualité de l'eau – dépassement des objectifs esthétiques	
Vulnérabilité de l'eau souterraine	

Question 1

Quelles zones devraient être protégées en priorité pour la recharge ?

Pause



15 min. +
changement expert

Question 2

Quelles sont les zones les plus propices à l'implantation d'une nouvelle activité potentiellement polluante afin de minimiser son impact sur l'eau souterraine ?

CONCLUSION



Voir les résultats d'une autre question synthèse et réfléchir à nos besoins pour la suite



**Présentation
magistrale**



**Échange en
grand groupe**

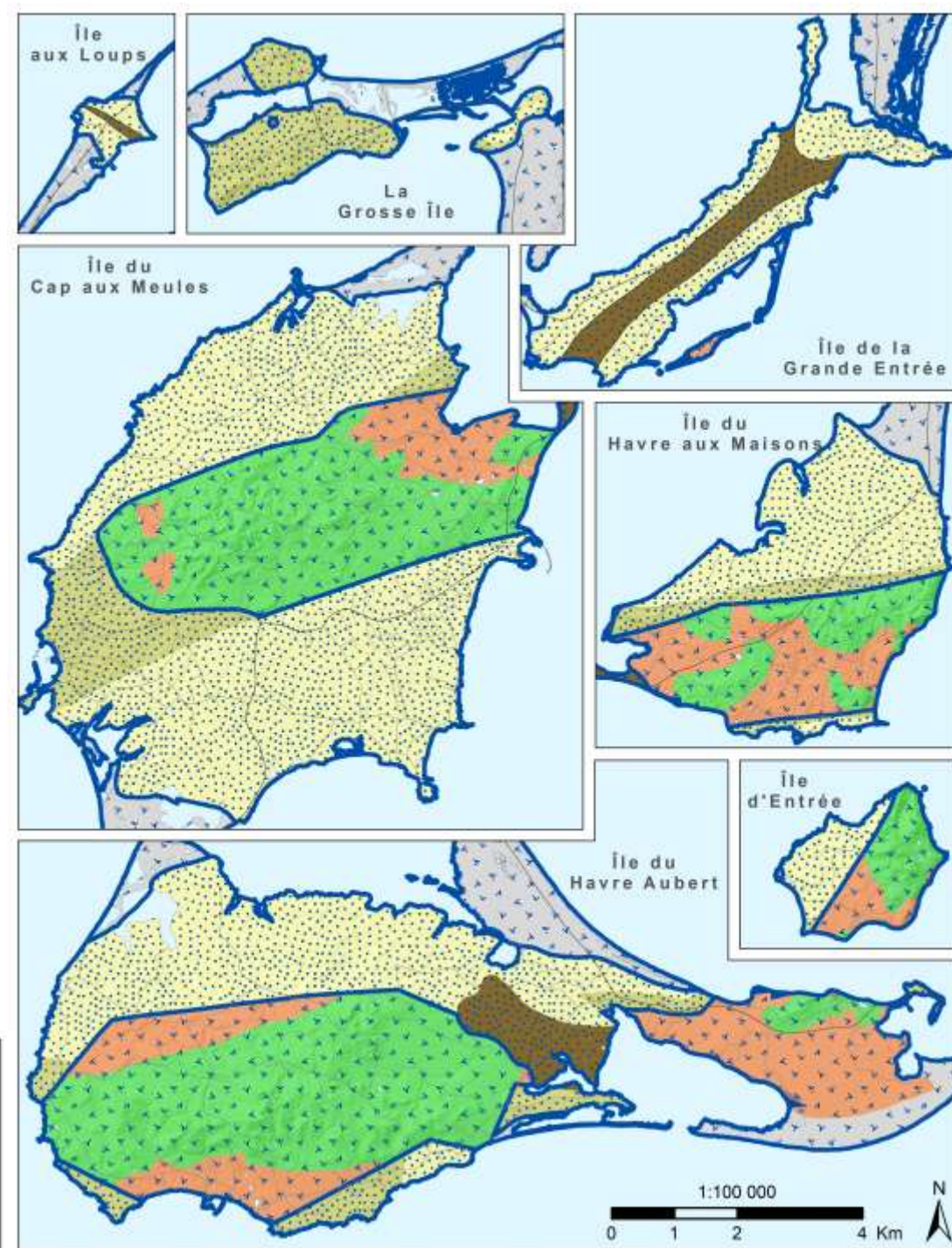


Question 3

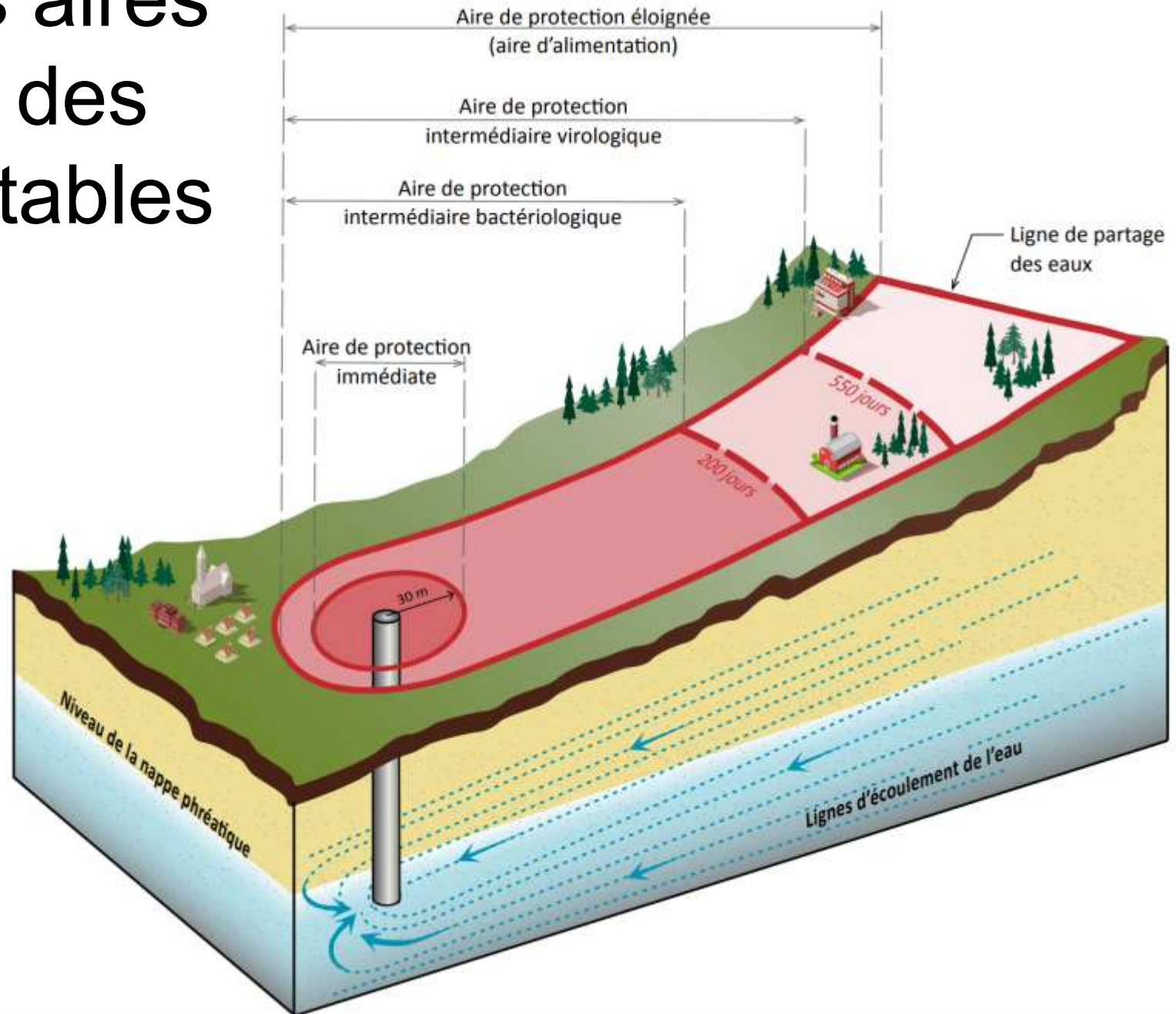
Question demandée par le MELCC :

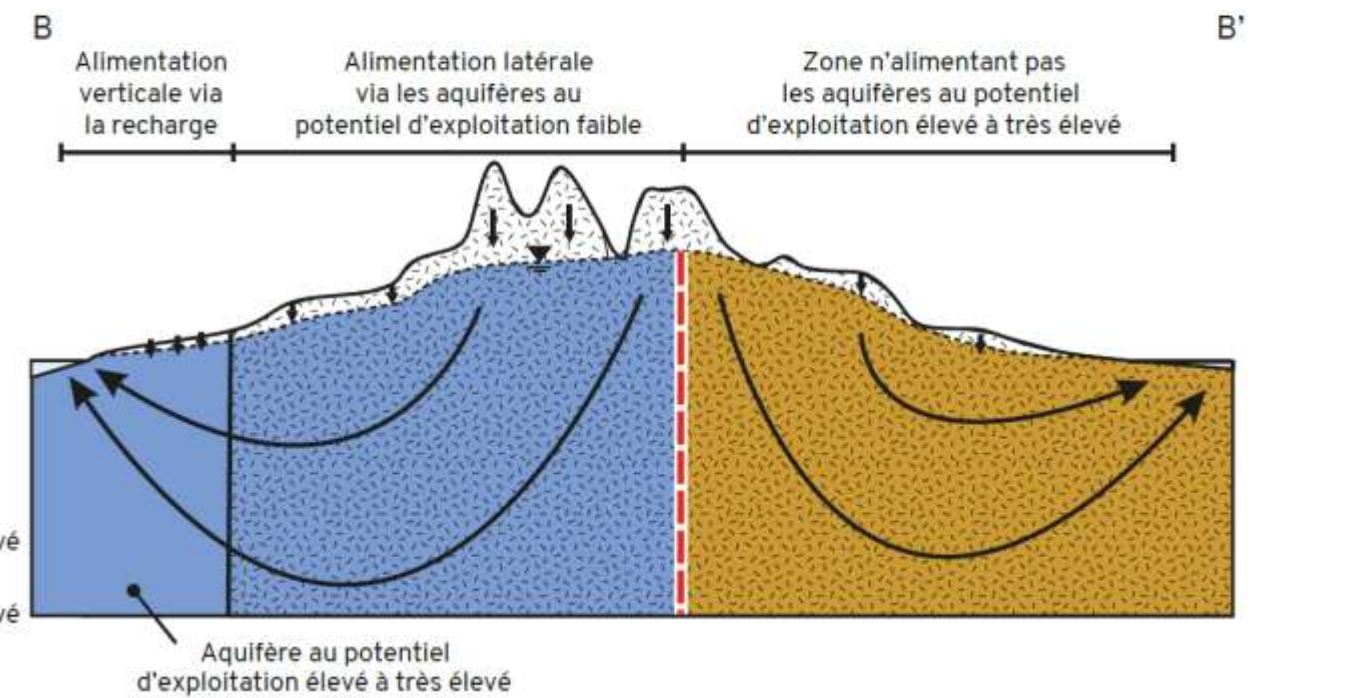
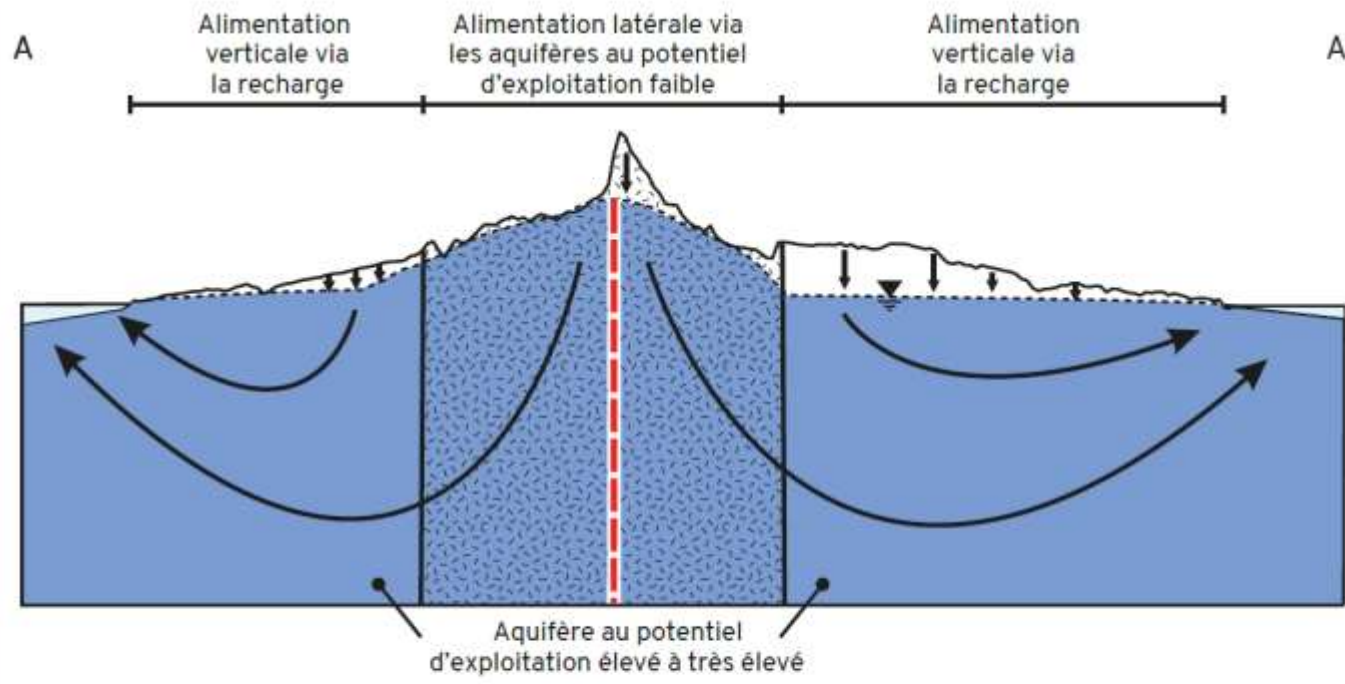
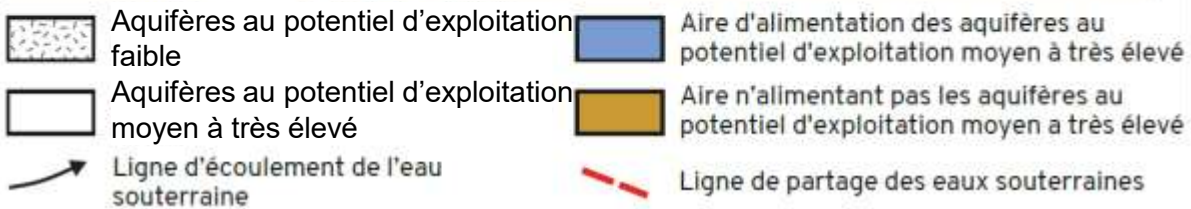
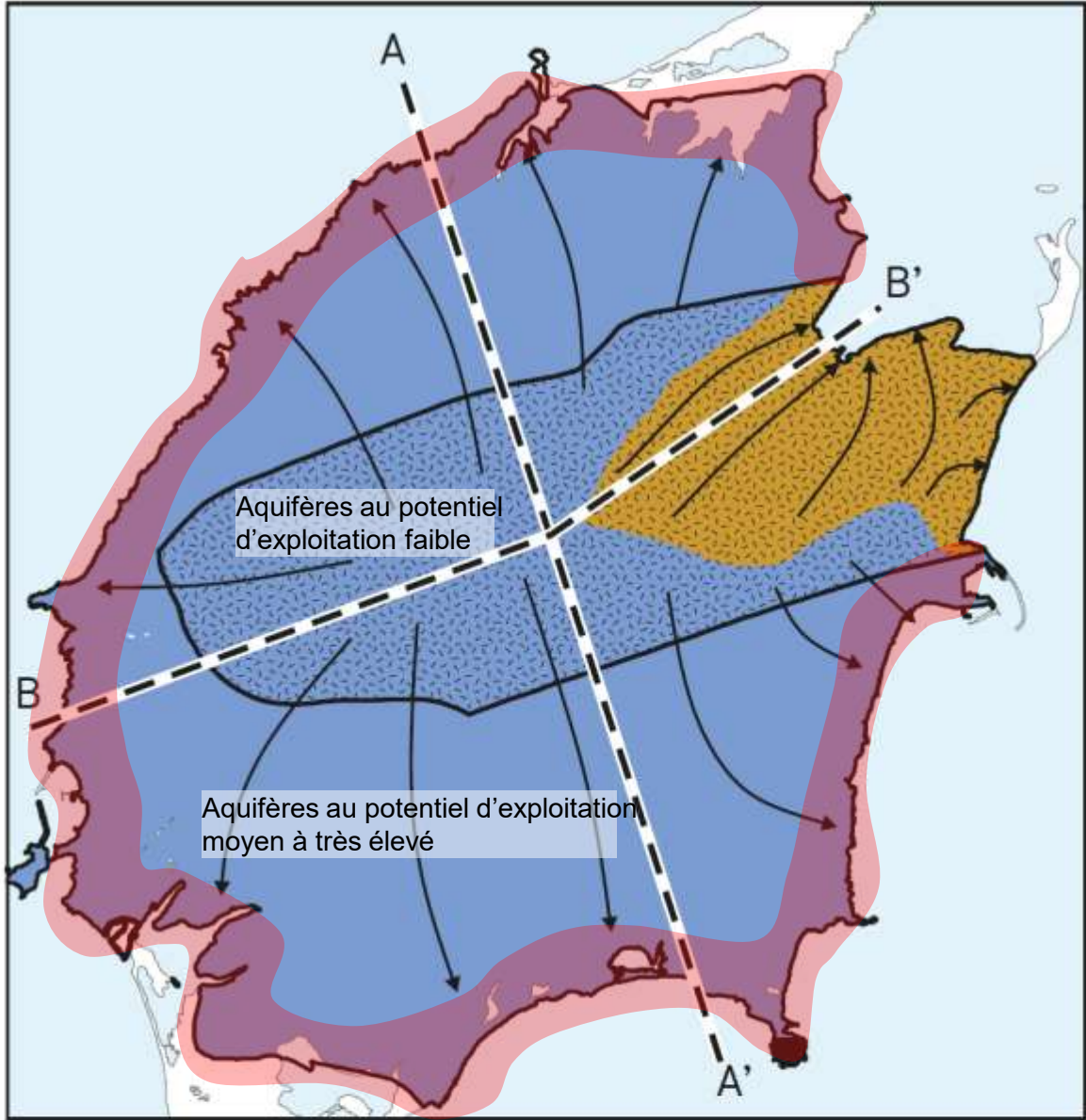
Quelles portions du territoire où l'eau souterraine est exploitée ou exploitable pourraient servir pour l'encadrement des activités humaines potentiellement polluantes ?

Limites des aquifères exploitables

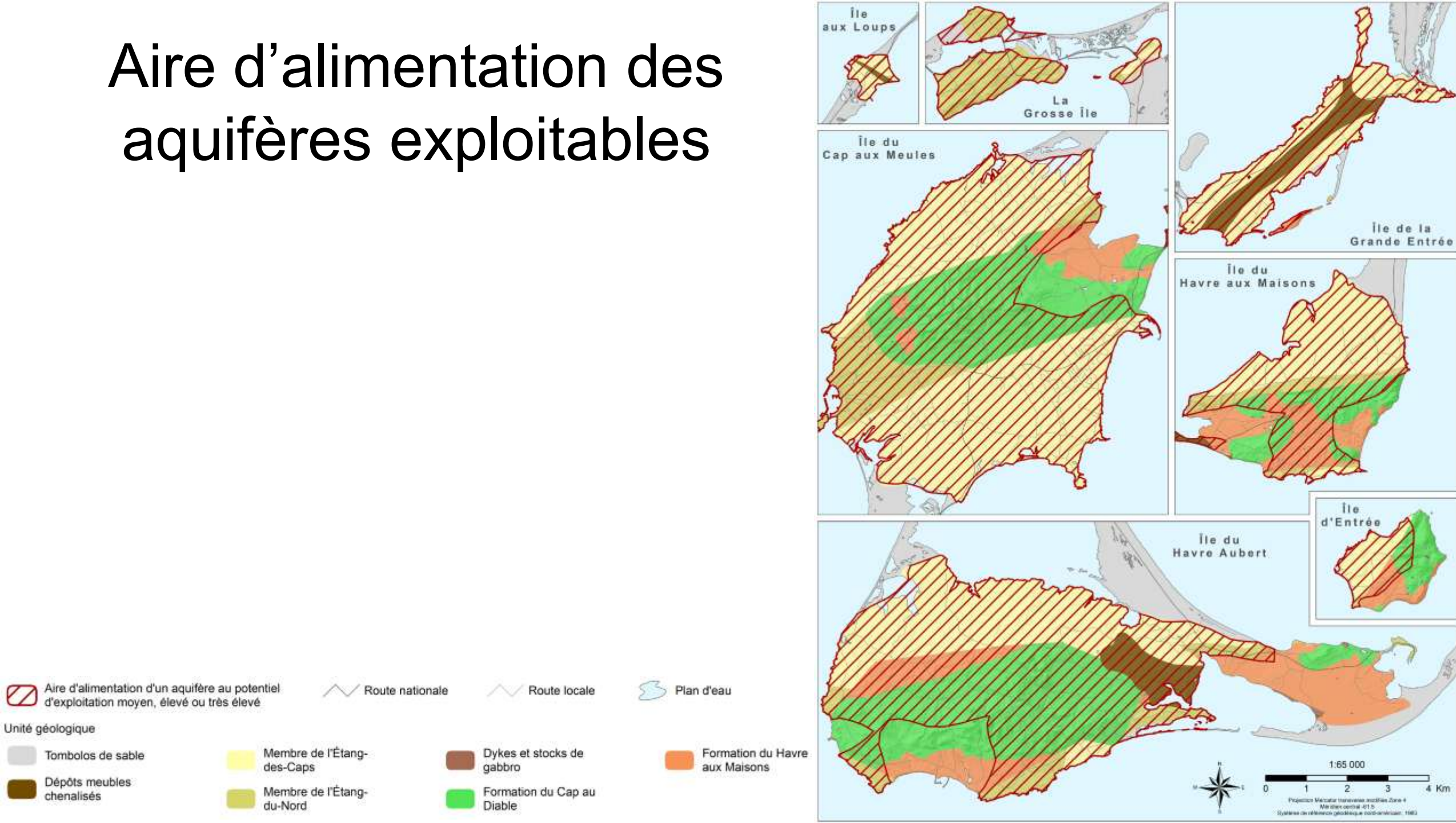


Délimitation des aires d'alimentation des aquifères exploitables





Aire d'alimentation des aquifères exploitables



Conclusions

- Dans le contexte hydrogéologique des IDLM, l'exploitation des eaux souterraines représente un défi et demande une attention particulière.
- Portrait complet actualisé des ressources en eau souterraine qui valorise l'héritage des études antérieures.
- Les ressources en eau souterraine sont de **bonne qualité** et en **quantité suffisante** même en considérant la **croissance démographique** et les **changements climatiques**.
 - Puits privés – problématique avec paramètres microbiologiques et manganèse
- Certains réseaux pourraient fournir plus d'eau, mais les débits devraient être distribués différemment. Pour les autres, de nouveaux puits seraient nécessaires pour augmenter la capacité de production.
- La remontée de l'eau salée sous les puits de pompage n'a pas encore atteint l'équilibre (le présent n'est pas garant du futur)
- Les changements climatiques ne devraient pas affecter sensiblement les ressources en eau souterraine, mais vont légèrement diminuer la quantité d'eau additionnelle disponible pour les réseaux de distribution
- Compte tenu du caractère unique des ressources en eau souterraine, des mesures de protection spécifiques devraient être adoptées pour la protéger, ce qui va au-delà de la législation actuelle qui concerne uniquement les sources d'eau potable (les puits et leur aire d'alimentation).



La suite

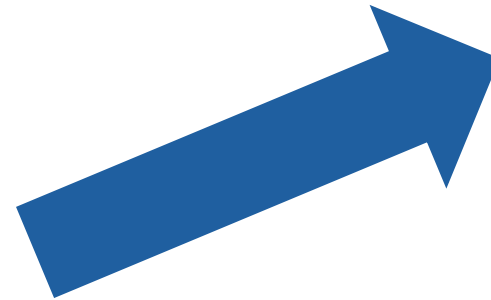
2018 - 2022

PACES

Collecte de données existantes

Travaux de terrain

Analyse et synthèse



Vous aurez :

- Un rapport scientifique
- Un atlas hydrogéologique
- Une base de données

ATELIERS RQES

- 1 Découvrir notre PACES et le lier aux enjeux de notre territoire
- 2 Comprendre les données du PACES
- 3 Comprendre le fonctionnement hydrogéologique de notre territoire
- 4 S'approprier les bases de données géomatiques du PACES

- ☐ Le MELCC diffuse les données de tous les PACES via Données Québec.
- ☐ Il est possible de visualiser une partie des données présentées dans le navigateur cartographique.



Le rapport et les données seront disponibles sur dataverse



Données Québec



 Tous

 Images

 Actualités

 Maps

 Shopping

 Plus

Outils

Environ 117 000 000 résultats (0,48 secondes)

<https://www.donneesquebec.ca> ▼

Données Québec: Accueil

Données Québec · Agriculture et alimentation · Économie et entreprises · Éducation et recherche · Environnement, ressources naturelles et énergie · Gouvernement et ...

Vous avez consulté cette page de nombreuses fois. Date de la dernière visite : 22-04-20

BIENVENUE !

Cette plateforme de partage de données ouvertes est née de la collaboration entre les villes et le gouvernement du Québec.



Données Québec

Le carrefour collaboratif en données ouvertes québécoises

1235 jeux de données disponibles



Jeu de données



Catégories



Historique

Applications

Projets d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines - PACES

Ces projets visaient à dresser un portrait réaliste et concret des ressources en eaux souterraines des territoires municipalisés du Québec méridional dans le but de les protéger et d'en assurer la pérennité. Pour plus d'information, consulter la page des projets d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines sur le site internet du Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.

Données et ressources (50)

Carte interactive

HTML

Abitibi-Témiscamingue

Dernière modification : 2019-12-19

Cet outil permet de consulter sur une carte les différentes couches d'information.

[Explorer](#)

HTML

Bécancour

Dernière modification : 2019-12-19

Cet outil permet de consulter sur une carte les différentes couches d'information.

[Explorer](#)

HTML

Chaudière-Appalaches

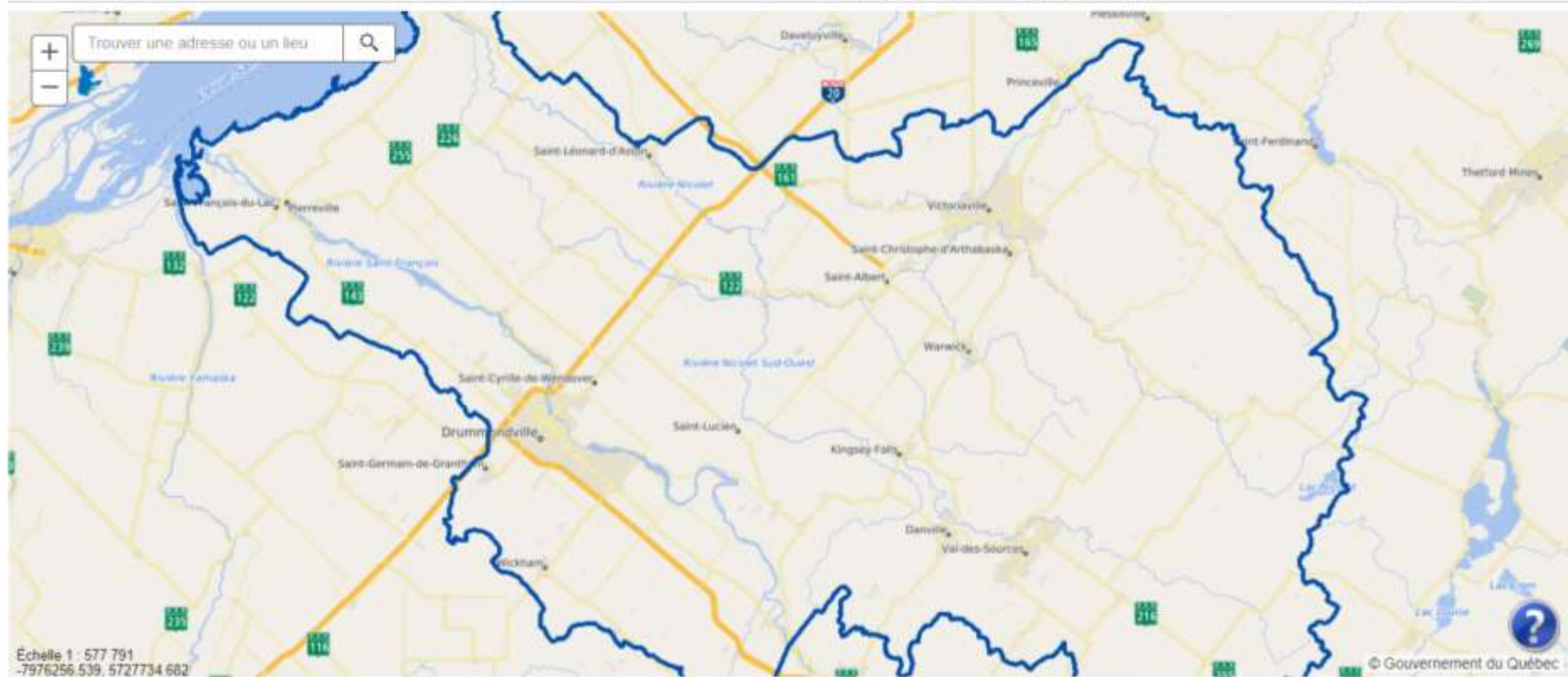
Dernière modification : 2019-12-19

Cet outil permet de consulter sur une carte les différentes couches d'information.

[Explorer](#)

HTML	Charlevoix–Haute-Côte-Nord Dernière modification : 2019-12-19 Cet outil permet de consulter sur une carte les différentes couches d'information.	↪ Explorer ▾
HTML	Communauté métropolitaine de Québec Dernière modification : 2019-12-19 Cet outil permet de consulter sur une carte les différentes couches d'information.	↪ Explorer ▾
HTML	Mauricie Dernière modification : 2019-12-19 Cet outil permet de consulter sur une carte les différentes couches d'information.	↪ Explorer ▾
HTML	Montérégie-Est Dernière modification : 2019-12-19 Cet outil permet de consulter sur une carte les différentes couches d'information.	↪ Explorer ▾
HTML	Bas-Saint-Laurent Dernière modification : 2019-12-19 Cet outil permet de consulter sur une carte les différentes couches d'information.	↪ Explorer ▾
HTML	Nicolet–Saint-François Dernière modification : 2019-12-19 Cet outil permet de consulter sur une carte les différentes couches d'information.	↪ Explorer ▾
HTML	Outaouais Dernière modification : 2019-12-19 Cet outil permet de consulter sur une carte les différentes couches d'information.	↪ Explorer ▾ i Plus d'information 🔗 Accéder
HTML	Saguenay—Lac-Saint-Jean Dernière modification : 2019-12-19 Cet outil permet de consulter sur une carte les différentes couches d'information.	↪ Explorer ▾
HTML	Vaudreuil-Soulanges Dernière modification : 2019-12-19 Cet outil permet de consulter sur une carte les différentes couches d'information.	↪ Explorer ▾

PACES - Nicolet - bas St-François



Légende

Zone d'étude - NSF

Cartographie hydrogéologique

Nicolet - bas St-François

Zone d'étude - NSF

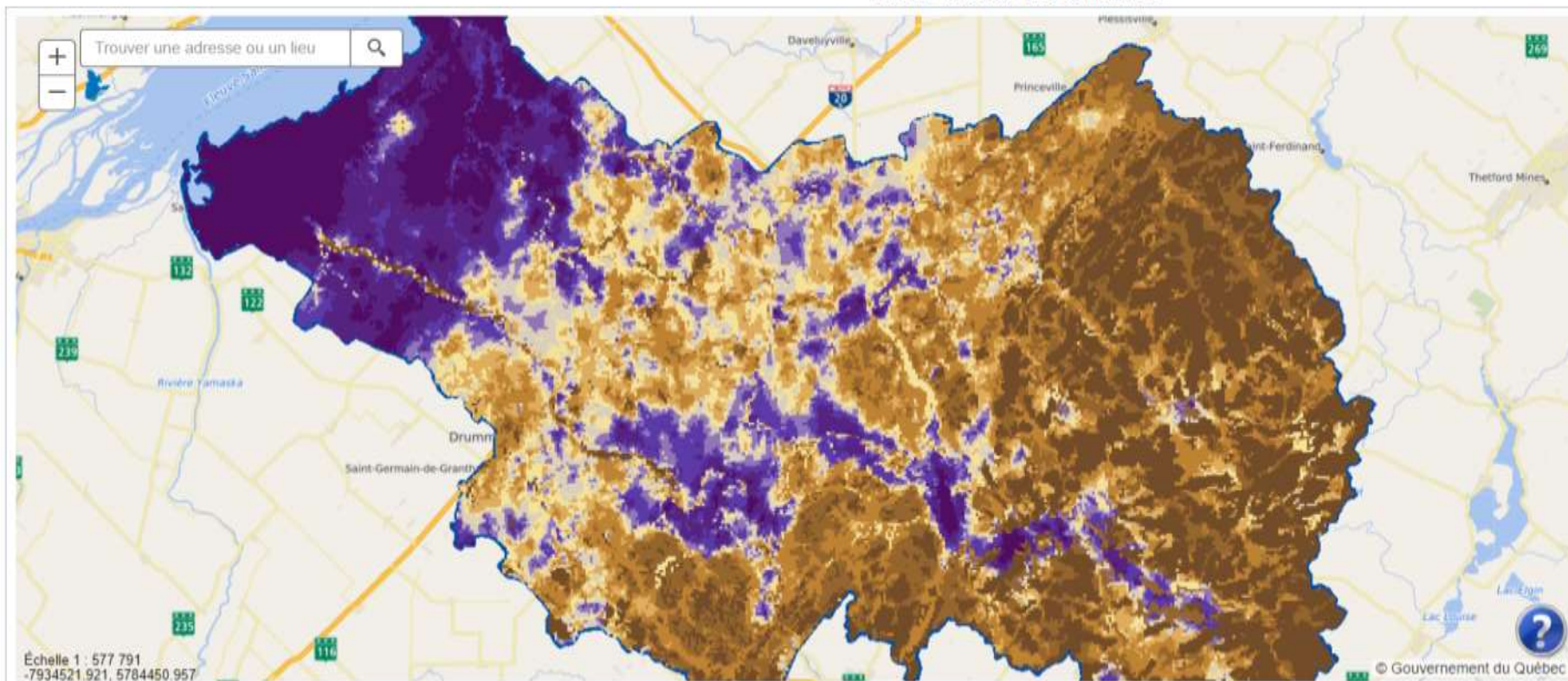


Couches

Recherches

Mesures

PACES - Nicolet - bas St-François



Légende

Couches

Cliquer afin d'afficher ou de masquer les couches

- ☒ Zone d'étude - NSF
- ☐ Pente (degrés) - NSF
- ☒ Épaisseur dépôts meubles - NSF
- ☐ Topographie roc - NSF
- ☐ Confinement roc - NSF
- ☐ Contextes hydrogéologiques - NSF
- ☐ Courbes piézométriques roc - NSF
- ☐ Piézométrie roc - NSF
- ☐ Résurgences - NSF
- ☐ Types de sol et conditions de drainage - NSF
- ☐ Recharge préférentielle - NSF
- ☐ Recharge annuelle - NSF
- ☐ Indice DRASTIC - NSF
- ☐ Essais hydrauliques
- ☐ Géochimie
- ☐ Niveaux d'eau
- ☐ Lieux physiques (puits et forages)
- ☐ Sources (résurgences)

Recherches

Mesures

MÉTADONNÉES - Épaisseur dépôts meubles - NSF

Description

Résumé :

L'épaisseur des dépôts meubles est déterminée à l'aide des différentes informations stratigraphiques, principalement des données de forages et des affleurements du roc, extraites de la base de données. Ces données sont traitées afin de calculer la profondeur du contact sédiment/roc par rapport à la surface. Parmi les 25 000 points contenant de l'information stratigraphique, environ 20 000 possédait de l'information permettant d'établir la profondeur du contact sédiment/roc. Ces informations proviennent de différentes sources; données acquises dans le cadre du projet PACES-Nicolet/Saint-François, MTQ, SIGPEG, SIGEOM, rapports de consultants et SIH.

Contexte de réalisation :

Couche d'information réalisée dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) entre 2012 et 2015. Fichier numérique créé pour représentation dans les rapports scientifiques et vulgarisés du « Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de la zone Nicolet et de la partie basse de la zone Saint-François » ainsi que dans le navigateur cartographique ministériel.

Données

Source : © Université du Québec à Montréal

Projection cartographique : Lambert conique conforme du Québec

Système de référence géodésique : NAD83 (North American Datum de 1983)

Structure des données : Image matricielle constituée de pixels de 250 m x 250 m

Géométrie : Non applicable

Étendue géographique : En partie les MRC de Nicolet-Yamaska, d'Arthabaska, de Drummond, des Sources, de Val-Saint-François, de l'Érable, des Appalaches, de Pierre-De-Saurel, d'Acton, du Haut-Saint-François et de Bécancour.

Fréquence de mise à jour

Aucune mise à jour n'est prévue.

Échelles d'affichage

1 : 1 500 000 à 1 : 5 000

Mise en garde

Les résultats de cette étude ont été produits à une échelle régionale afin d'établir le profil hydrogéologique global de la zone étudiée. Des variations locales sont possibles. Des études plus détaillées sont nécessaires pour établir les conditions hydrogéologiques à l'échelle locale (par exemple pour une propriété, une aire d'alimentation, une



Les PACES et les ateliers

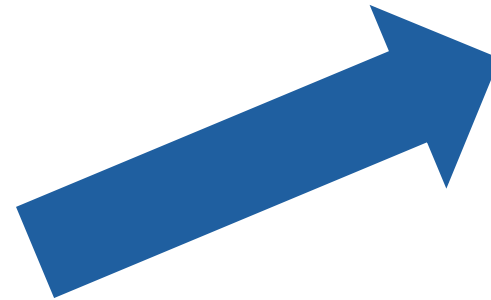
2018 - 2022

PACES

Collecte de données existantes

Travaux de terrain

Analyse et synthèse



Vous aurez :

- Une base de données
- Un rapport scientifique
- Un atlas hydrogéologique



ATELIERS RQES

- 1 Découvrir notre PACES et le lier aux enjeux de notre territoire
- 2 Comprendre les données du PACES
- 3 Comprendre le fonctionnement hydrogéologique de notre territoire
- 4 S'appropriier les bases de données géomatiques du PACES

- Vous sentez-vous capables d'utiliser ces connaissances ?
- Vous sentez-vous outillés pour répondre à un enjeu de protection et de gestion des eaux souterraines ?



La suite

Discussion en grand groupe

1. Quelles sont les connaissances (informations, données) qui seront utiles pour vous à court ou moyen terme ?
2. Si le temps, l'expertise et le budget y étaient, est-ce que des données ou des informations complémentaires pourraient être générées ?
3. Quels types d'accompagnements seraient nécessaires pour aller plus loin, pour passer à l'action ?

**MERCI AUX
ACTEURS ET AUX
CHERCHEURS**



Plan de protection

- Utilité d'un plan de protection
 - Conserver une filière de traitement minimale et les faibles coûts associés
 - Éviter la contamination de puits qui peut s'avérer irréversible et nécessiter l'aménagement de nouveaux puits
 - Continuer à bénéficier d'un suivi allégé de certains paramètres organiques en vertu du RQEP
 - Éviter les investigations coûteuses des sources de contamination lorsqu'une contamination serait identifiée par les suivis de la qualité de l'eau
 - Assurer une eau potable saine pour la santé des consommateurs
- Plan à l'échelle de la « ressource » plutôt que de la « source »
 - Aires d'alimentation des aquifères exploitables
 - Étendre l'analyse de vulnérabilité
 - Établir des priorités d'action
 - En concertation avec les usagers du territoire
- Cadre normatif PEPPSEP
 - $35\ 000\$ \text{ par installation} \times 4 = 140\ 000\$ \text{ aux IDLM} \times 85\ %$
- Plan de protection des mesures d'urgence

Plan de gestion

- Objectif : assurer une gestion durable
 - Considérer les besoins en eau et la disponibilité de la ressource
 - Considérer la qualité de l'eau et sa vulnérabilité
 - Considérer la variabilité de la quantité et la qualité de l'eau dans une perspective des conditions historiques et aussi des changements climatiques
- Contenu :
 - Déterminer la répartition des débits pour chaque réseau
 - Évaluer la nécessité de nouveaux puits pour HA et GE
 - Considérer les débits environnementaux
 - Établir des mesures de suivi (télémétrie, analyse des tendances annuelles, échantillonnage)
 - Suivi de l'interface eau douce – eau salée près des puits de pompage (puits d'alerte)
- Mise à jour aux 5 ans (incluant les modèles numériques)
 - Bilan des prélèvements vs la recharge
 - Remonté de l'interface sous les puits eau douce – eau salée sous les puits