



**PROJETS DE RECHERCHE COLLABORATIFS DU GEOTOP
En route vers un Observatoire de l'eau souterraine !**

TITRE DU PROJET / PROJECT TITLE
En route vers un Observatoire de l'eau souterraine !

RESPONSABLE DU PROJET / PROJECT LEADER	
Nom, prénom / Last name, first name	Département, institution / Department, institution
Marie Larocque	Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère, UQAM

CHERCHEURS RÉGULIERS DU GEOTOP IMPLIQUÉS / PARTICIPATING GEOTOP REGULAR RESEARCHERS	
Nom, prénom / Last name, first name	Département, institution / Department, institution
Cloutier, Vincent	Institut de recherche en mines et en environnement, UQAT
Baraër, Michel	Département de génie de la construction, École de technologie supérieure
Ponsin, Violaine	Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère, UQAM
Barbecot, Florent	Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère, UQAM
Pinti, Daniele	Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère, UQAM
Baudron, Paul	Département des génies civil, géologique et des mines, École Polytechnique Montréal
Rosa, Eric	Institut de recherche en mines et en environnement, UQAT

ÉTUDIANT·E·S/STAGIAIRES POSTDOCTORAUX IMPLIQUÉ·E·S (s'il y a lieu) / PARTICIPATING STUDENTS/POSTDOCTORAL FELLOWS (if applicable)	
Nom, prénom / Last name, first name	Département, institution / Department, institution
Pithon, Fanny (M.Sc)	Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère, UQAM

AUTRES CHERCHEURS·EUSES IMPLIQUÉ·E·S / OTHER PARTICIPATING RESEARCHERS	
Nom, prénom / Last name, first name	Département, institution / Department, institution
Julie Ruiz	Département des sciences de l'environnement, UQTR
Roxane Lavoie	École supérieure d'aménagement du territoire et de développement régional, U. Laval
Gwénaëlle Chaillou	Département de biologie, chimie et géographie, UQAR
René Lefebvre	Centre Eau Terre Environnement, INRS

BILAN FINAL DU PROJET

L'objectif général du projet était de dresser un inventaire des connaissances scientifiques sur les eaux souterraines générées par les projets réalisés dans le cadre des PACES et par la recherche sur l'eau souterraine du Québec menée en parallèle par les chercheurs universitaires. Les objectifs spécifiques étaient de :

1. Centraliser et faciliter l'accès aux connaissances scientifiques sur les eaux souterraines;
2. Définir l'utilité de ces connaissances scientifiques pour répondre aux enjeux de protection et de gestion des eaux souterraines;
3. Identifier les manques de connaissances et les besoins en recherche pour répondre aux enjeux de protection et de gestion des eaux souterraines;
4. Favoriser les liens entre les expertises des chercheurs et les besoins des acteurs de l'eau pour répondre à des enjeux spécifiques.

Au cours de la première année du projet, les efforts ont été consacrés à dresser l'inventaire des connaissances scientifiques sur les eaux souterraines du Québec (l'objectif principal de ce projet) et à les classifier pour définir leur utilité (objectif spécifique no 2). Ainsi, plus de 310 publications ont été répertoriées pour la période 1999-2020 (et en partie 2021) et classifiées selon les champs suivants: Titre, Année, Auteurs, Université/Organisme, Type de publication, Mots clés, Enjeux, Thème, Région, Bassin versant, Localisation (MRC, Municipalité), Phase de gestion, URL/DOI, Contact, Public cible, Recommandations. Les enjeux et thèmes associés sont détaillés en annexe 1. Une publication peut être classifiée dans plus d'un enjeu, thème, région, bassin versant, localisation et public cible. La catégorie Projets d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) n'est pas un enjeu en soi mais a été ajoutée pour éviter la redondance, puisqu'elle regroupe une grande partie des enjeux identifiés.

L'exercice a permis de faire un état des connaissances scientifiques sur les eaux souterraines du Québec et d'identifier les manques en connaissances (objectif spécifique no 3), notamment en identifiant les connaissances utiles pour répondre à quelle catégorie d'enjeu. Les résultats montrent que les enjeux les moins étudiés, en dehors des PACES, sont les risques naturels et pour la santé) liés aux eaux souterraines, la vulnérabilité des aquifères, ainsi que la sensibilisation et la gouvernance. Les enjeux les plus abordés sont ceux liés à la quantité d'eau disponible, à la compréhension des systèmes d'écoulement et à la protection et gestion des eaux souterraines (figure 1). Ceci peut s'expliquer par le fait que l'acquisition des connaissances sur les eaux souterraines du Québec est assez récente et qu'il est d'abord nécessaire de caractériser les propriétés des aquifères et les dynamiques d'écoulement avant de pouvoir étudier les facteurs environnementaux et humains qui ont un impact sur la ressource. La faible proportion des publications portant sur la vulnérabilité des aquifères s'explique d'une part parce que la majorité des connaissances sur le sujet ont été acquises à l'échelle régionale via les PACES. D'autre part, les analyses de vulnérabilité des sources d'eau potable, effectuées dans le cadre du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP), ont permis d'ajouter beaucoup de connaissances sur la vulnérabilité des aquifères à l'échelle des aires d'alimentation des prélèvements d'eau

potable. Ces données sont publiques mais n'ont pas encore été rendues disponibles. Quant aux enjeux de sensibilisation et de gouvernance, leur faible proportion illustre probablement que ce sujet ne relève pas ou peu de la recherche scientifique, mais plutôt des organismes de concertation et de sensibilisation et des orientations gouvernementales. Finalement, les publications portant sur la protection et la gestion des eaux souterraines occupent une proportion importante car cette catégorie intègre plusieurs sous-thèmes (annexe 1).

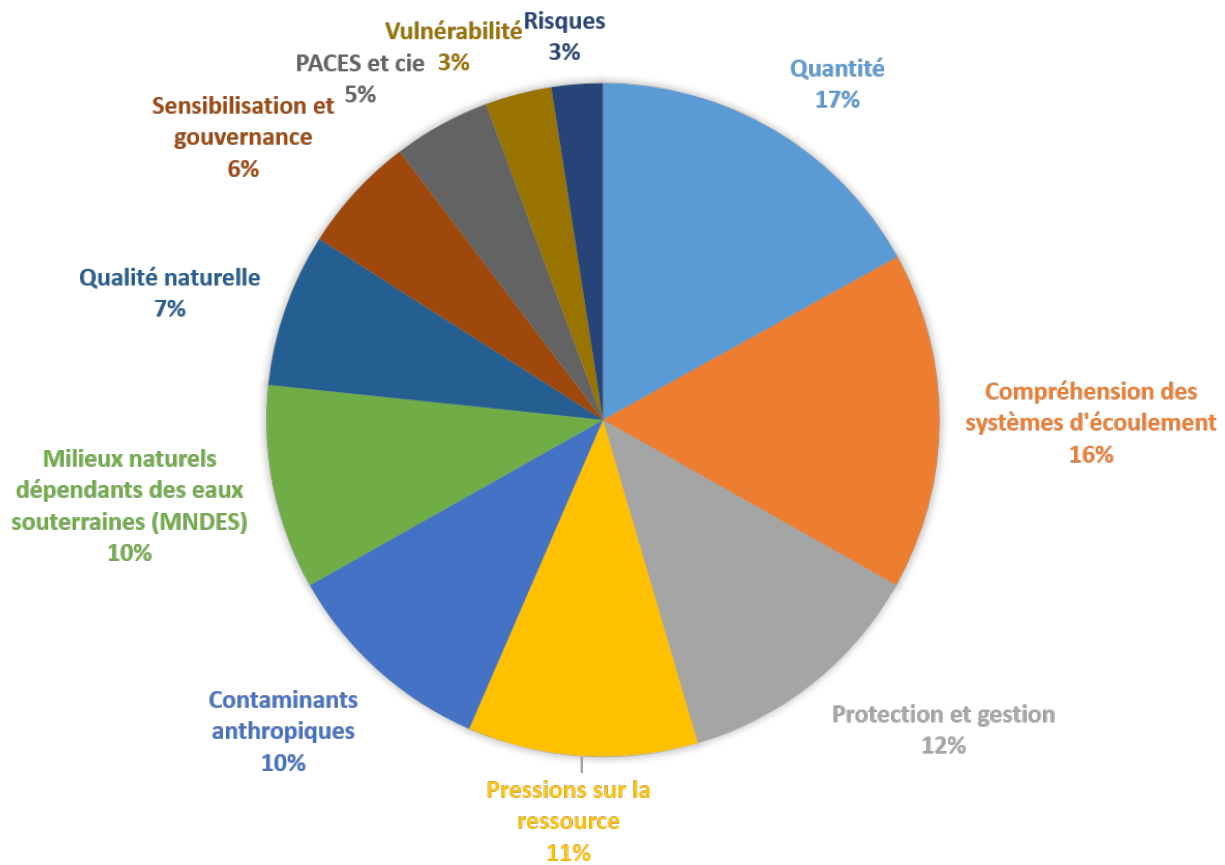


Figure 1: Répartition des publications par enjeu

Un autre élément qui permet de définir l'utilité des connaissances pour les gestionnaires est la catégorisation des publications selon la phase de gestion à laquelle elles s'appliquent. Les phases de gestions considérées sont : (1) caractériser le problème en faisant un état des lieux, (2) comprendre le problème en identifiant ses causes, (3) agir sur le problème en définissant des actions et en les mettant en œuvre, ou (4) faire un suivi du problème et des actions mises en œuvre. La majorité des publications portent sur la caractérisation d'un problème, et il y a peu de connaissances pour agir sur un enjeu et faire le suivi (figure 2). Il serait donc important d'orienter les

recherches sur des exemples d'actions à prendre selon le type d'enjeu et le développement d'outils pour concrètement assurer une gestion durable et intégrée des ressources en eau.

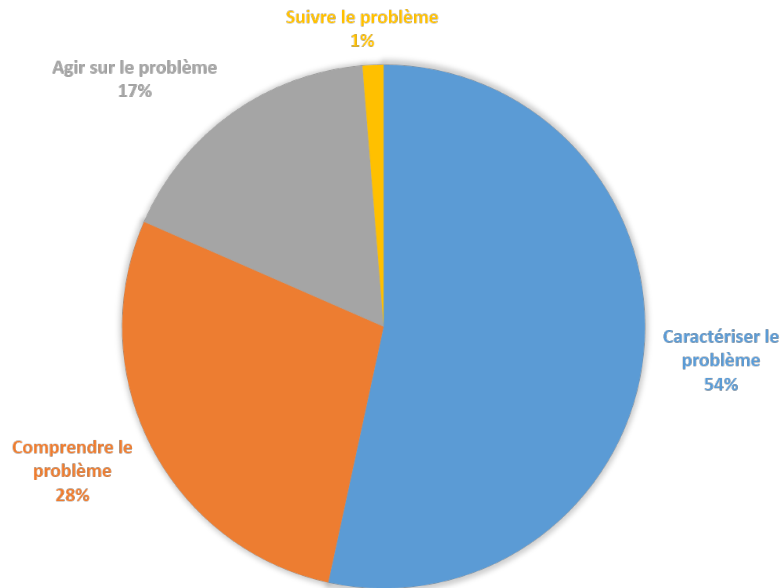


Figure 2: Répartition des publications par phase de gestion

Il est aussi intéressant de regarder la répartition des études en fonction des régions et bassins versants (figures 3 et 4). Lorsqu'une étude ne porte pas sur une région en particulier, elle est classifiée comme applicable à tout le Québec. Certaines régions disposent de très peu de connaissances tandis que d'autres ont fait l'objet de plusieurs études. Ceci peut s'expliquer par le fait que les PACES ont généré plusieurs publications (articles scientifiques, thèses, mémoires, rapports) pour chaque région couverte. Les régions qui n'ont pas fait l'objet de PACES disposent de peu de connaissances, et celles dont le PACES s'est terminé en 2022 ne sont pas encore intégrées dans l'inventaire.

En parallèle du montage de l'inventaire, nous avons eu plusieurs rencontres avec les gens du Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) pour arrimer notre projet avec leurs outils de diffusion des connaissances, i.e le Portail des connaissances sur l'eau (PCE) et l'Atlas de l'eau. Le ministère s'est montré très enthousiaste au projet et nous travaillons avec eux sur les aspects techniques de l'intégration de l'inventaire dans ces deux outils. Depuis le 1^{er} avril 2022, le MELCCFP a mis en ligne le Répertoire d'information sur l'eau (RIE), qui permet un accès public à la bibliothèque des connaissances sur l'eau du PCE. La mise en ligne de l'inventaire sur le PCE le 28 avril 2023 permet de répondre à l'objectif spécifique no 1.

PROJETS DE RECHERCHE COLLABORATIFS DU GEOTOP En route vers un Observatoire de l'eau souterraine !

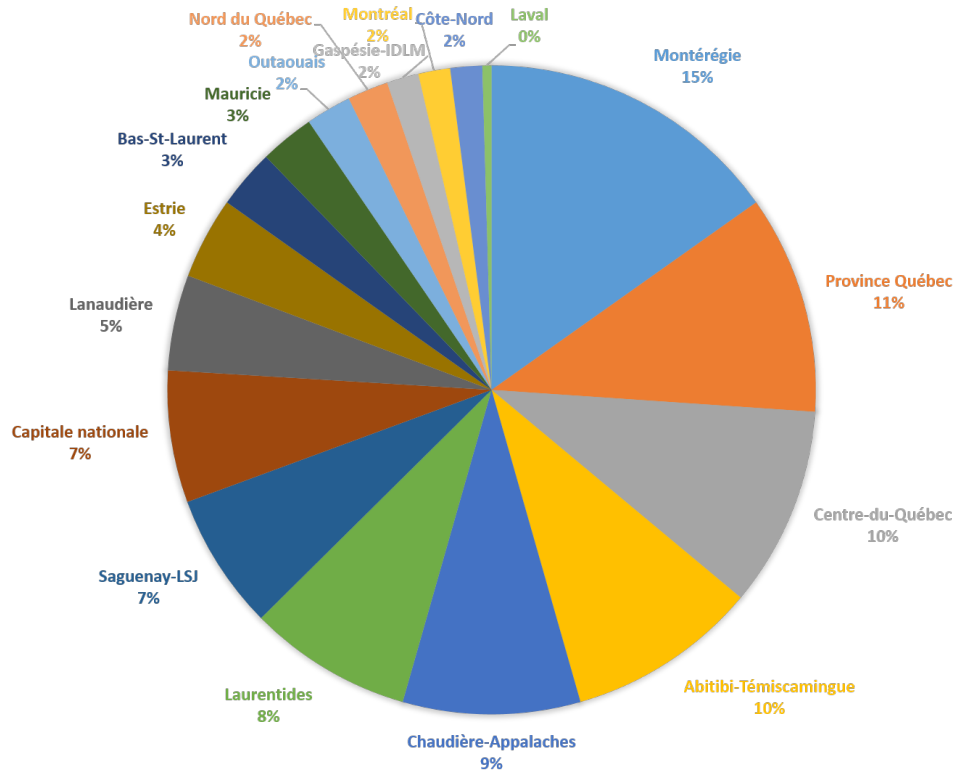


Figure 3: Répartition des publications par région

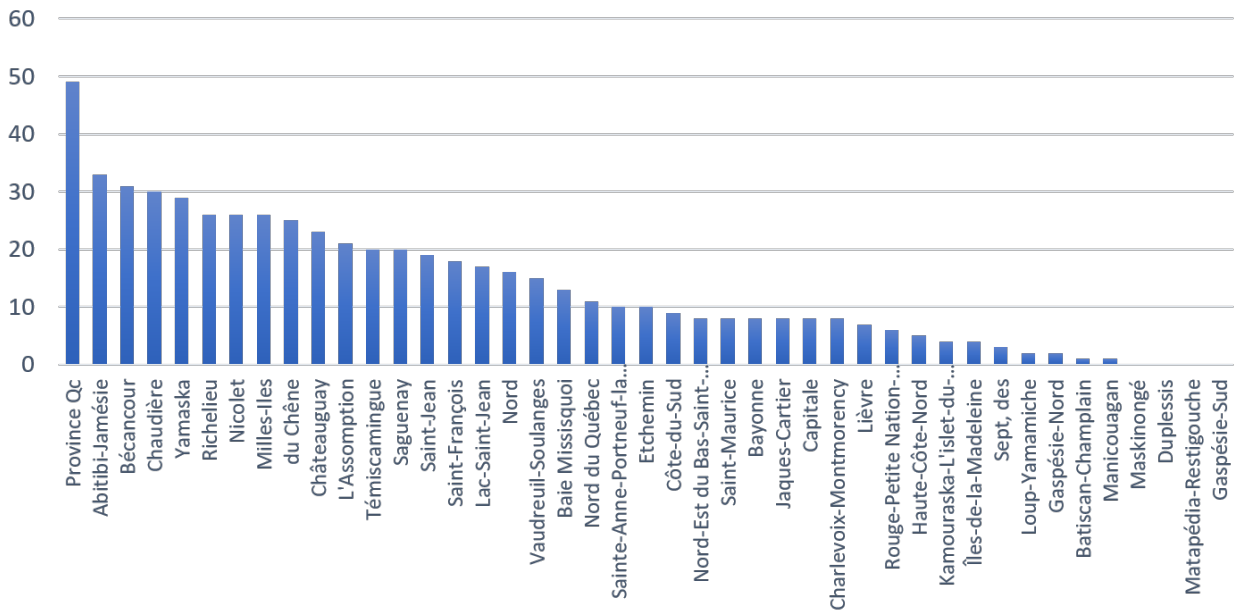


Figure 4: Répartition des publications par bassin versant

IMPLICATION DES MEMBRES

L'ensemble du travail accompli résulte de l'implication des chercheurs impliqués dans le projet et des membres de l'équipe de réalisation. L'inventaire a principalement été réalisé par l'étudiante de maîtrise Fanny Pithon au cours de l'été 2021, sous la supervision de l'agente de recherche Miryane Ferlatte. L'étudiante avait pour tâche de se familiariser avec chaque publication afin de pouvoir la classer dans l'inventaire sous forme de fichier Excel. Cet exercice colossal lui a permis d'être formée aux connaissances et enjeux sur les eaux souterraines du Québec dans une dynamique d'échange chercheur-acteur.

Les chercheurs ont contribué à l'inventaire en fournissant leur CV de publications et en validant les enjeux et thèmes retenus pour la classification des connaissances. Ainsi, dix grands enjeux ont été identifiés pour couvrir l'ensemble des publications répertoriées :

1. Quantité
2. Qualité naturelle
3. Contaminants anthropiques
4. Vulnérabilité des aquifères
5. Compréhension des systèmes d'écoulement
6. Pressions sur la ressource
7. Milieux naturels dépendants des eaux souterraines (MNDES)
8. Risques (naturels, santé)
9. Protection et gestion
10. Sensibilisation et gouvernance
11. Projets d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES)

La catégorie Projets d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) n'est pas un enjeu en soi mais a été ajoutée pour éviter la redondance, puisqu'elle regroupe une grande partie des enjeux identifiés.

En plus de la supervision de l'étudiante, l'agente de recherche Miryane Ferlatte a coordonné les échanges avec les gens du MELCCFP (Direction de l'eau potable et des eaux souterraines et les responsables du PCE et de l'Atlas de l'eau) pour arrimer la structure de l'inventaire avec les outils de diffusion existants. Ces échanges se poursuivent d'ailleurs pour améliorer l'accès et la diffusion de l'inventaire. Miryane a validé et uniformisé la classification des publications. Elle a également fait plusieurs suivis auprès des membres chercheurs et organisé plusieurs rencontres :

- Rencontres de suivis avec Marie Larocque : 28 avril, 6 mai et 12 juillet 2021
- Rencontre du comité de suivi du projet : 29 avril 2021
- Rencontres avec les gens du MELCCFP (PCE, Atlas de l'eau) : 14 juillet, 25 août et 4 octobre 2021
- Présentation du projet et des résultats préliminaires à l'AGA du Réseau québécois sur les eaux souterraines : 30 septembre 2021
- Présentation des résultats finaux au comité de suivi : 3 avril 2023

DIFFUSION DES RÉSULTATS

Pour la deuxième année du projet, les efforts se sont concentrés sur la diffusion et la mise en valeur de l'inventaire des connaissances scientifiques sur les eaux souterraines du Québec. Une [web-conférence](#) a été présentée le 2 mai dernier dans le cadre des séminaires du Geotop, en collaboration avec le Réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES), accueillant plus de 90 participants (en personne et en ligne). La présentation a suscité des discussions fort intéressantes et la réflexion pour la suite de l'Observatoire a été lancée. L'enregistrement vidéo de la conférence est disponible sur les sites web du Geotop et du RQES. L'événement a également été publié dans les médias sociaux (Facebook, Twitter, LinkedIn), et un article a été diffusé sur le blogue de la Chaire de recherche Eau et conservation du territoire. Réseau Environnement a sollicité le RQES pour la rédaction d'un article sur l'Observatoire dans la revue Vecteur Environnement pour l'automne 2023. Finalement, il est prévu de rédiger une fiche synthèse du projet et de ses résultats. L'inventaire peut maintenant être consulté sur le site *En route vers un Observatoire de l'eau souterraine* du PCE.

PÉRENNITÉ DU PROJET

Le projet a permis de faire le bilan des connaissances scientifiques sur les eaux souterraines et de définir les bases de ce que pourrait être un Observatoire de l'eau souterraine du Québec. Il reste toutefois beaucoup de travail à faire pour maintenir l'inventaire à jour, mobiliser et valoriser les connaissances produites, favoriser les liens entre les expertises des chercheurs et les besoins des acteurs de l'eau et faciliter la création de partenariats de recherche (objectif spécifique no 4). Le RQES, qui réunit chercheurs, ministères, consultants, planificateurs et gestionnaires de l'eau, est le mieux placé pour prendre en charge l'atteinte de ces objectifs, notamment via :

- L'ajout et la classification des publications produites depuis 2021;
- La production d'une infolettre pour promouvoir les nouvelles publications, les projets de recherche en cours, l'expertise des chercheurs, les besoins en connaissances des acteurs, l'état de la ressource et des enjeux vécus dans les différentes régions du Québec, (...);
- La diffusion de webinaires et de fiches synthèse vulgarisées par enjeu;
- L'organisation d'activités pour mettre en dialogue chercheurs et acteurs de l'eau;
- L'identification des besoins en connaissances.

Des démarches sont en cours pour faire en sorte que le RQES obtienne le financement nécessaire pour prendre en charge la mise à jour de l'inventaire et la mise en valeur des connaissances produites.

RÉSUMÉ GRAND PUBLIC

Le projet « En route vers un Observatoire de l'eau souterraine! » visait à dresser un premier inventaire des connaissances scientifiques récentes sur les eaux souterraines du Québec. Cet inventaire, disponible sur le Portail des connaissances sur l'eau et sur l'Atlas de l'eau, a été structuré afin de faciliter la recherche des connaissances existantes par les acteurs et actrices de l'eau qui doivent répondre à des enjeux en lien avec les



PROJETS DE RECHERCHE COLLABORATIFS DU GEOTOP En route vers un Observatoire de l'eau souterraine !

eaux souterraines de leur territoire. Les chercheurs et chercheuses, acteurs et actrices de l'eau et du territoire ont participé à identifier et classifier les connaissances selon les régions et les problématiques étudiées, leur pertinence pour différentes phases de gestion, les enjeux de protection et de gestion auxquels elles peuvent contribuer, ainsi que les personnes-ressources sur différents sujets. En consultant l'inventaire, les acteurs et actrices de l'eau peuvent ainsi savoir quelles connaissances sont disponibles sur leur territoire, à quoi elles peuvent servir et à qui s'adresser pour obtenir des réponses à leurs questions sur des enjeux concrets.

Ce premier bilan des connaissances sur les eaux souterraines du Québec répertorie et classe 310 publications (articles scientifiques, rapports, thèses, mémoires) pour la période de 1999-2020. Il permet d'identifier les manques en connaissances pour certains enjeux et régions et d'éclairer les besoins de recherche. Les résultats montrent que :

- La majorité des publications portent sur la caractérisation des eaux souterraines (quantité, écoulement);
- Il y a peu de connaissances pour agir sur un enjeu et en faire le suivi;
- Il y a peu de connaissances sur les risques associés aux eaux souterraines, la vulnérabilité des aquifères (en dehors des PACES) et la gouvernance;
- Certaines régions et bassins versants disposent de très peu de connaissances sur leur territoire, en particulier les régions dont le PACES est récent (2022) ou inexistant;
- La plupart des publications scientifiques ne fournissent pas d'outils aux acteurs pour faire une gestion durable de la ressource.

Il serait important d'orienter davantage les recherches sur des exemples d'actions à prendre selon le type d'enjeu et le développement d'outils pour concrètement assurer une gestion durable et intégrée des ressources en eau souterraine. De plus, une synthèse des connaissances vulgarisées pour chaque enjeu et utilisables par les gestionnaires est nécessaire. Le principal défi pour concrétiser la mise sur pied d'un Observatoire de l'eau réside maintenant dans l'obtention d'un financement à long terme.

ANNEXE 1

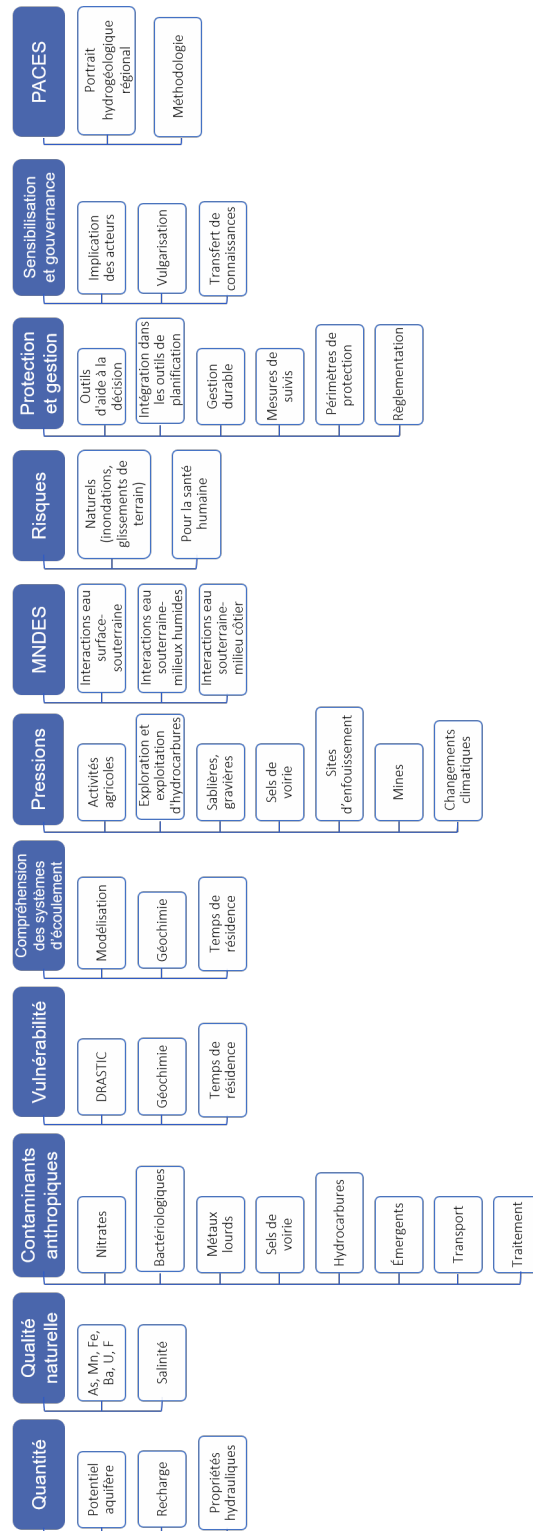


Figure 5: Enjeux et thèmes associés couverts par les publications recensées