

Eaux souterraines : de la quantité à la qualité

L'eau souterraine est une denrée très utilisée : en France, elle représente près des deux tiers de l'eau potable consommée et elle est largement exploitée dans les secteurs agricole et industriel. Mais les pressions exercées par les activités de surface peuvent engendrer des pollutions ou de mélanges d'eau non exploitable dans les aquifères. Autant de facteurs qui nécessitent des stratégies de protection et de gestion durable sophistiquées.

Sommaire

- | | |
|---|------|
| 1/ Comment la France surveille ses eaux souterraines | p.2 |
| 2/ Une ressource exposée à la pression des activités de surface | p.5 |
| 3/ L'innovation en laboratoire, une nécessité | p.10 |

CONTACT PRESSE

Tél. 02 38 64 46 65
Port. 06 84 27 94 14
presse@brgm.fr



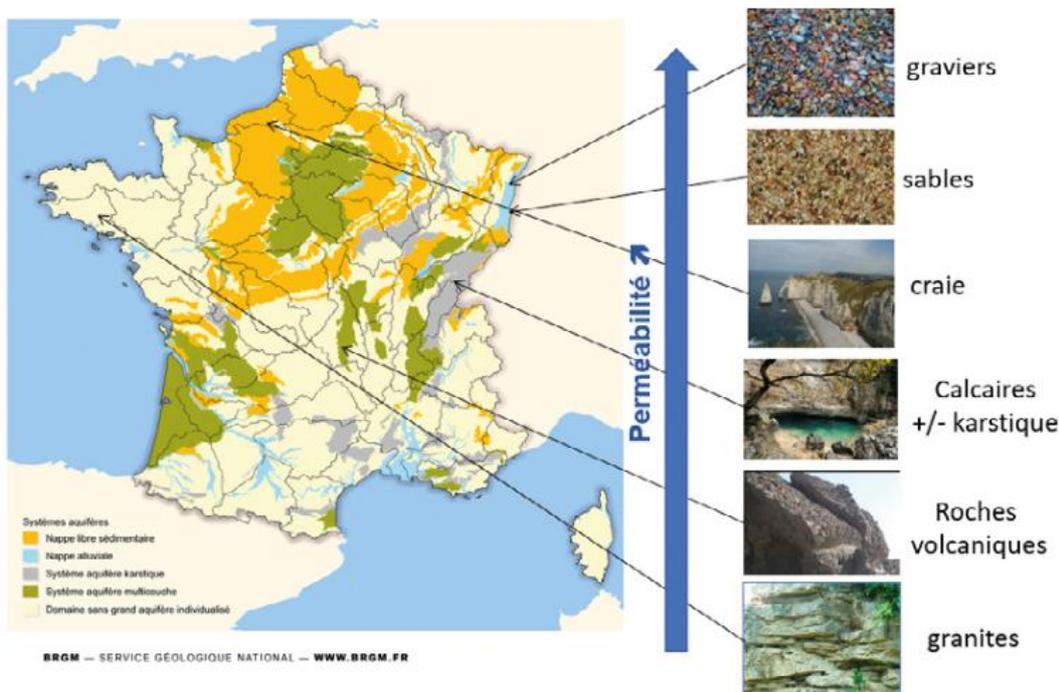
1/ Comment la France surveille ses eaux souterraines

SURVEILLANCE Au fil des décennies, les chercheurs ont développé une connaissance intime du sous-sol français. Aujourd'hui, le pays dispose d'un ensemble d'instruments de mesures qui lui donne une vision très étoffée de l'état quantitatif et chimique des eaux souterraines. Le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) est en charge de la coordination et de la mise en valeur de ces énormes masses de données.

La compréhension du sous-sol et l'utilisation des eaux souterraines est une vieille affaire en France et en Europe. Au 19^{ème} siècle, les ingénieurs français puisaient pour la première fois à 500 mètres de profondeur dans les aquifères captifs des nappes de l'Albien, dans le bassin parisien. Dans les années 1850, l'ingénieur en chef de la ville de Dijon, Henry Darcy, concevait les premiers calculs fondamentaux sur l'écoulement de l'eau à travers un milieu poreux. Le coefficient Darcy est encore utilisé de nos jours pour évaluer la perméabilité d'un milieu poreux. Au vingtième siècle, les méthodes d'exploration évoluaient et se spécialisaient, bénéficiant notamment des avancées de la prospection pétrolière et minière. La supervision des forages a également changé. Des capteurs calculent aujourd'hui la vitesse et l'angle de descente des forages en direct, permettant une efficacité maximum pour aboutir à des puits fonctionnels. Ces méthodes n'existaient pas encore dans les années 70.

De nos jours, environ les deux tiers de l'eau potable consommée en France métropolitaine provient des eaux souterraines et plus du tiers des eaux d'irrigation agricole en sont issues, un chiffre pouvant aller jusqu'à des pics de 50 % en été lors des périodes de sécheresse, selon les données du Ministère. Ces chiffres sont très variables à travers le monde.

La France dispose de 6500 aquifères, dont 200 aquifères d'importance régionale (superficie entre 1000 et 100000 km²), abritée par des roches variées.
 © BRGM





Connaitre les réserves du sous-sol

Malgré la diversité de son sous-sol et les inconnues encore nombreuses, la France possède des bases de données très riches pour la connaissance des réservoirs aquifères du sous-sol. Elles sont aujourd’hui gérées et développées par le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) en coopération avec ses partenaires. **Environ 6500 nappes de toutes tailles ont été référencées sur le territoire national, dont 200 aquifères d’envergure régionale (de 1000 à 100 000 km²).** Certaines sont dites libres, sans couverture imperméable au-dessus de leur formation aquifère, d’autres sont emprisonnées et mises sous pression par des couches imperméables que le temps et les mouvements de la croûte terrestre ont positionné au-dessus. L’aquifère captif des sables verts du Bassin de Paris est dans ce dernier cas. Très connu pour avoir été découvert, exploité et étudié dès le 19^{ème} siècle, il couvre 75 000 km² et contiendrait 400 milliards de m³ d’eau selon les estimations géologiques. Le précieux liquide s’écoule à la vitesse de 2 mètres par an. Les nappes dites libres sont néanmoins beaucoup plus nombreuses : elles représentent 85 % des nappes régionales exploitables.



Mesures de maintenance par le réseau de surveillance quantitative des eaux souterraines.

© BRGM-Onema

Pour faciliter l’accès à la connaissance de l’état des nappes, et permettre une meilleure gestion de la ressource par les services de l’État et les collectivités, **le BRGM a conduit 10 ans durant un vaste chantier d’unification des données dans un référentiel évolutif : la Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères (BDLISA).** Il s’agit du référentiel cartographique du système d’information sur l’eau. Il donne une vision spatiale des grandes masses d’eau souterraine présentes sur le territoire. Son utilisation nécessite une formation, que le BRGM dispense à son siège d’Orléans. Le référentiel BDLISA peut être utilisé pour définir les nappes à réserver à l’alimentation en eau potable en cas de déficit hydrique, pour identifier les causes d’une inondation en mettant au jour le rôle éventuel des nappes souterraines (débordement de nappes), pour déterminer le risque d’intrusion marine dans les eaux souterraines en zone côtière, ou encore pour étudier la faisabilité technique et économique d’une solution de recharge artificielle.



Piézomètres et qualitomètres

En parallèle, afin de surveiller le niveau des nappes comme il est attendu dans la directive-cadre sur l'eau, **le BRGM assure le suivi du réseau national piézométrique avec 1700 points**. Le territoire national compte en tout quelques 4600 points de suivi des niveaux d'eau souterraine (piézomètres) installés par divers acteurs de l'eau au fil des décennies. Ces piézomètres fournissent des informations précises sur l'état quantitatif des eaux souterraines. De surcroît, le service géologique national a installé une technologie radio particulière sur la plupart de ces stations afin de bénéficier d'une transmission automatique des informations.

Surveillance de la nappe du Rhin autour de l'ancien gisement de potasse alsacien.
© BRGM



Systèmes de déploiement pour les échantillonneurs passifs pour polluants apolaires.
© BRGM

Le Bureau de recherches géologiques et minières a mis en place une base de données et un site internet associé, accessible à l'ensemble des acteurs de l'eau mais aussi au grand public : [ADES](#). Le portail présente les données obtenues sur les 4600 forages piézométriques français et il fournit également celles des 75 000 ouvrages dédiés au suivi de la qualité - les qualitomètres. Ces ouvrages destinés à divers usages (alimentation en eau potable, industrie, agriculture) sont suivis par différents organismes (Agences de l'eau, ARS, DREAL, BRGM, collectivités, syndicats de gestion) afin de garantir une bonne qualité des eaux et le respect de l'équilibre entre les prélèvements et la recharge des nappes. À ce jour, le portail [ADES](#) réunit plus de 100 millions de données sur la qualité des eaux souterraines avec des mesures aussi variées que la température ou la quantité de nitrates, et plus de 17 millions de données sur le niveau des nappes. Il constitue un outil majeur de communication et d'aide à la gestion pour la surveillance des eaux souterraines en mettant à disposition des données facilement accessibles. ■



2/ Une ressource exposée à la pression des activités de surface

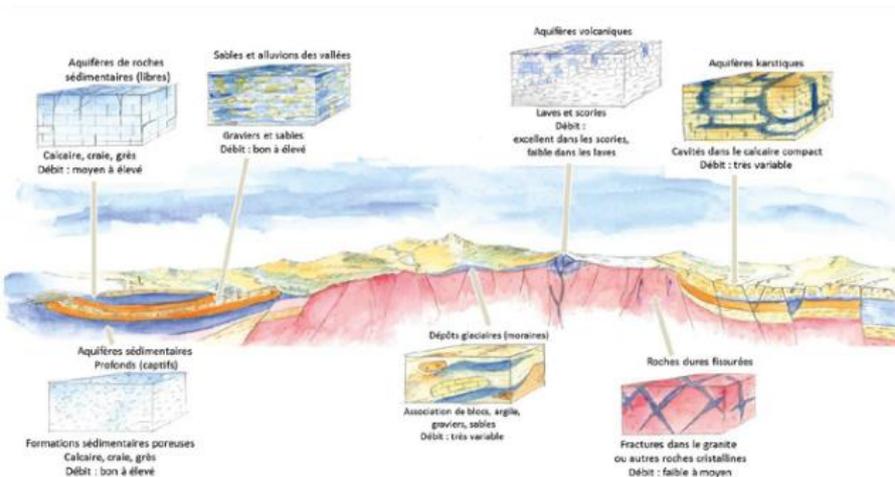
EXPOSITION Dans de nombreux pays, notamment en France, les nappes souterraines représentent une part très importante de l'alimentation en eau potable et de l'utilisation agricole ou industrielle. Mais les pressions exercées par les activités anthropiques sur les ressources engendrent des phénomènes de pollution ou de mélanges d'eau non exploitable dans les aquifères. Autant de facteurs qui nécessitent des stratégies de protection et de gestion durable sophistiquées.

Si la disponibilité de l'eau souterraine est essentiellement tributaire des conditions météorologiques et des conditions de recharge en surface, la possibilité de les consommer est dépendante de leur qualité. D'une part, les pollutions liées aux rejets des eaux usées domestiques (polluants émergents, bactéries, virus, résidus médicamenteux) et de lessivage des sols urbains, de l'agriculture (nitrates, pesticides) et de l'industrie (polluants organiques, métaux lourds, nanoparticules) nécessitent une surveillance d'un type nouveau pour s'assurer de la qualité des nappes et de leur adéquation aux besoins des différents usages. D'autre part, des phénomènes anthropiques (pompages excessifs) et même naturels (séismes) peuvent changer la qualité du milieu dans la roche-réservoir et rendre certaines nappes impropres à la consommation.

Pour gérer durablement cette ressource, il existe encore de nombreux verrous scientifiques. Ils touchent notamment à la compréhension plus précise du comportement global des hydrosystèmes, au listage des polluants susceptibles d'atteindre les nappes, et à la caractérisation des processus de transfert des contaminants.

Schéma synoptique représentant les différents types d'aquifères.

© BRGM - MARYLENE IMBAULT



Pour ce faire, le BRGM développe plusieurs axes de recherche : leur objectif fondamental est d'améliorer la compréhension des processus physiques et biogéochimiques du fonctionnement des aquifères, et ce à différentes échelles. À grande échelle, il s'agit de mieux connaître le rôle des hétérogénéités des roches (faciès, diagénèse, fracturation) et de la composition de la matrice (présence d'argiles ou de matière organique, composition géochimique, etc.) afin de bien modéliser les processus d'écoulement et de transfert des eaux et des polluants associés. À côté de cette analyse géologique, une étude poussée doit être menée pour comprendre comment évoluent les polluants dans le sol et dans les roches qui contiennent l'eau : vitesse de transfert, laquelle peut



Prélèvement de sol pollué avec analyse de l'arsenic.

© BRGM

VERS UNE ÉVOLUTION DE LA RÉGLEMENTATION SUR LA SURVEILLANCE DES EAUX SOUTERRAINES

Portée par la directive-cadre européenne sur l'eau parue en l'an 2000 et sa directive fille eaux souterraines de 2006, la réglementation sur les eaux a évolué en France ces vingt dernières années. L'arrêté du 25 janvier 2010 avait ainsi établi le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement. Il a été modifié une première fois en août 2015 et devrait évoluer de nouveau en 2021. En vertu de sa mission d'appui scientifique sous tutelle du Ministère de la transition écologique, le BRGM a émis plusieurs recommandations. Il est ainsi proposé de supprimer le suivi de 9 molécules, de faire évoluer l'intensité du suivi pour deux d'entre elles, enfin d'en ajouter 83 dans les listes de surveillance. Les chercheurs du BRGM fondent leurs recommandations sur des études et réflexions entreprises par plusieurs groupes scientifiques au niveau français et européen ou encore sur les avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire (ANSES). Le rapport public du BRGM est disponible sur sa base documentaire [Infoterre](https://infoterre.brgm.fr/).

varier de quelques jours à plusieurs années selon les molécules ; transformation physico-chimique, les polluants pouvant évoluer en d'autres molécules au cours de leur trajet, devenant inoffensifs ou au contraire plus problématiques ; durée de vie de ces particules dans les aquifères.

Toutes ces questions nécessitent un travail en amont : il faut identifier tous les types de molécules présentant un danger potentiel pour les ressources en eau, savoir dans quels types de nappes les rechercher (aquifères karstiques, alluvions des rivières, nappes profondes, etc.), créer de nouvelles méthodes d'échantillonnage, définir les méthodes les plus adéquates pour analyser les molécules en laboratoire ou sur le terrain, déterminer les niveaux de concentration potentiellement problématiques, stocker les résultats et données correspondantes et développer des outils d'interprétation (statistiques, probabilistes, etc.) pour les rendre exploitables.

Dans le cadre d'AQUAREF, le consortium de référence sur la surveillance des milieux aquatiques qui regroupe le BRGM, l'IFREMER, l'INERIS, l'INRAe et le LNE, le service géologique national apporte une expertise sur la relation entre la surface et le sous-sol. Il garantit que les échantillonnages et les mesures sont faites selon les dernières normes standardisées. Les guides méthodologiques qui sont issus de ces travaux peuvent ainsi servir de référence aux Agences de l'eau et aux prestataires spécialisés dans les prélèvements et l'analyse chimique. Côté français, les normes sont portées par l'Agence française pour la normalisation (AFNOR), où des chercheurs du service géologique national siègent à la commission de l'eau. Ces résultats peuvent aussi servir au niveau européen et international car le BRGM participe aux réunions des normes CEN et ISO.

Les projets de recherche, montés dans le cadre d'appels de l'Agence nationale de la recherche, de l'Union Européenne, ou de conventions avec les Agences de l'eau ou collectivités, participent à l'évolution de la réglementation. C'est, par exemple, le cas pour les pesticides. Si leurs usages sont aujourd'hui bien

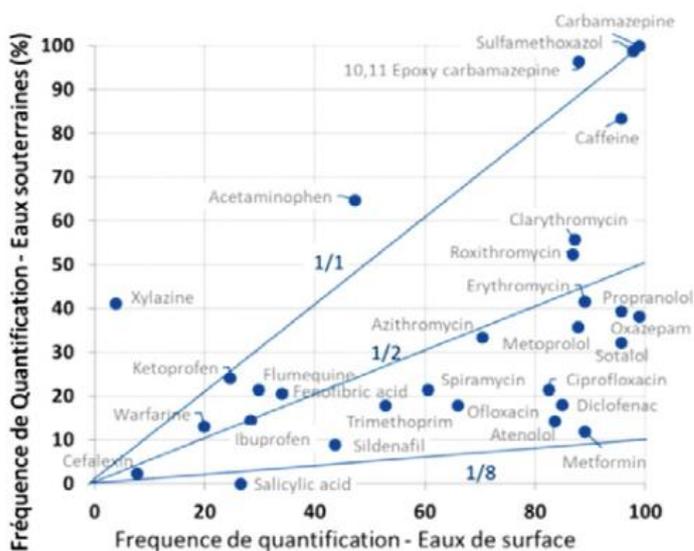


Traçage à la fluorescéine dans un bassin de rétention d'exhaure minier.

© BRGM



réglementés, un grand nombre de substances actives et de leurs métabolites (issus de la transformation de la substance active) se retrouvent en quantité non négligeable dans les eaux souterraines.



Les substances d'origine pharmaceutique ne se trouvent pas également dans les eaux de surface et les eaux souterraines.

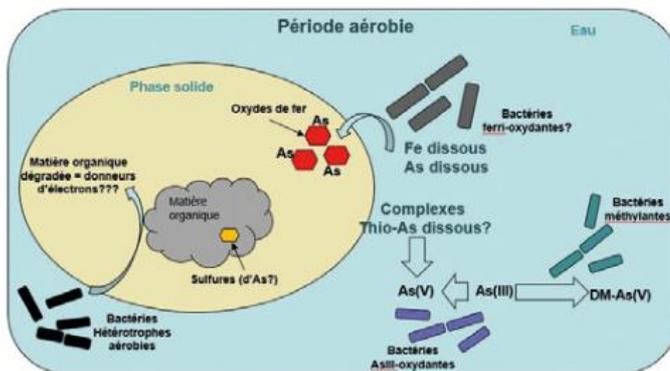
Particulièrement avancés dans la recherche des polluants, le BRGM et ses partenaires ont développé une forte compétence dans la recherche des contaminants d'intérêt émergent : il s'agit de molécules peu mesurées, dont le comportement dans les milieux est mal connu, tout comme l'origine de leurs émissions. Perturbateurs endocriniens potentiels issus de médicaments ou de contraceptifs, substances provenant de la chimie industrielle comme les bisphénols, composés organiques fluorés... Autant de produits dont il faut évaluer la présence et la provenance via des campagnes de terrain – c'est notamment le travail du BRGM dans le cadre du Réseau de surveillance et de prospective (RSP) – mais aussi la toxicité.

Souvent locales, les problématiques nécessitent une expertise de terrain. Des perchlorates ont par exemple été découverts dans des eaux du Nord-Est de la France ;

ils sont issus de la dégradation tardive de munitions de la Grande Guerre encore présents dans le sol ou d'usage ancien d'engrais naturels et imposent des méthodes de recherche et des traitements appropriés. Aux Antilles, l'utilisation historique d'un insecticide organochloré pour la culture des bananes (la chlordécone) a poussé les acteurs publics nationaux et régionaux à lancer des programmes de recherche afin de mieux comprendre les mécanismes de transfert dans les milieux environnementaux, dont le sous-sol et les nappes, et prendre des mesures préventives. Près de l'ancienne mine d'or et d'arsenic de Salsigne, dans l'Aude, ce sont les métaux lourds issus de déchets de l'industrie minière qui posent problème : de vastes stocks de minerai ou de résidus d'exploitation ont été laissés en place par les exploitants au fil des décennies, la pluie éparpillant en aval l'arsenic encore contenu dans ces matériaux. Le département prévention et sécurité minière, une structure dépendante du BRGM et de l'État, étudie le parcours potentiel de l'arsenic, mesure sa présence en différents points du territoire et propose, puis met en œuvre des solutions pour contenir sa dispersion.

Vue des bassins de récupération des eaux de drainage du site minier de La Combe du Saut avant pompage vers la station de traitement sur le stockage réhabilité de l'Artus.

© LAURENT MIGNAUX



Hypothèse de mécanismes de libération de l'arsenic dans l'eau souterraine (projet SelenAS).



Toutes les pollutions aux métaux et métalloïdes ne sont pas issues des activités anthropiques. En effet, certaines roches peuvent naturellement contenir des éléments considérés comme potentiellement dangereux pour la santé en cas d'exposition excessive et chronique. C'est le cas de l'arsenic ou encore du sélénium. Dans le cadre du projet [SelenAS](#) qui s'est terminé en 2019, le BRGM

et ses partenaires (Agence de l'eau Loire-Bretagne et Université de Poitiers) ont ainsi pu étudier l'évolution et la transformation de ces deux éléments dans la nappe de Beauce, où ils sont présents en certains endroits. Selon certaines conditions comme le taux d'oxygénation du milieu, lié au recouvrement de la roche réservoir par des argiles de Sologne, et le niveau de la nappe, il a été démontré que ces deux éléments seraient plus ou moins dissous dans l'eau et que leur comportement différerait selon la nature du contexte

géologique local. Cette étude a débouché sur des recommandations pour une surveillance de l'évolution des niveaux de nappe à moyen et long terme sur les concentrations en arsenic et sélénium dans la ressource en eau potable.

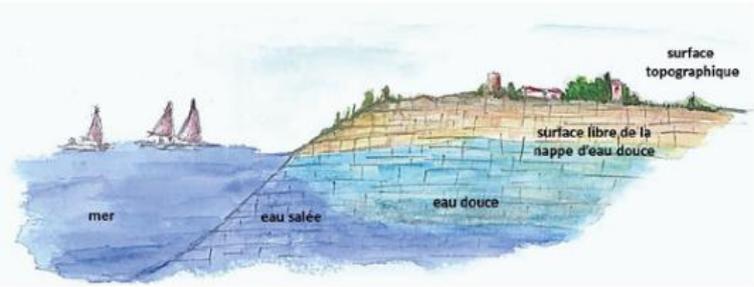


Schéma synoptique entre des eaux continentales (douces) et marines (salées) sur le littoral.

© BRGM - MARYLÈNE IMBAULT

Un autre phénomène naturel, l'intrusion saline, peut potentiellement être amplifié du fait d'actions anthropiques. Cette problématique se retrouve plus particulièrement dans les zones littorales. Quand des pompages excessifs ont lieu dans les nappes d'eau douce, l'eau salée de la mer peut s'introduire dans les aquifères côtiers et rendre la nappe impropre à la consommation pendant des années. Pour repousser alors l'eau de mer, l'une des solutions consiste à réinjecter dans le sous-sol des eaux de surface ou même parfois des eaux usées traitées, en profitant au passage de ce réacteur chimique

EN LORRAINE, UNE MODÉLISATION POUR CERNER L'ÉVOLUTION DE LA QUALITÉ DES EAUX DU BASSIN FERRIFÈRE

En Lorraine, la fermeture des dernières mines de fer dans les années 90 a eu un impact majeur sur l'hydrosystème local. En effet, l'exploitation du minerai pendant un siècle a nécessité le creusement de 40 000 kilomètres de galeries souterraines. Ces dernières étaient protégées des eaux d'infiltration par un pompage préventif alimentant les cours d'eau locaux ; celui-ci abandonné, les cours d'eau artificiellement soutenus par les rejets des pompages ont été asséchés, l'eau d'infiltration s'est accumulée dans les mines et s'y est minéralisée à des taux supérieurs aux normes de potabilité. Pour y voir plus clair, les parties prenantes du SAGE du bassin ferrifère (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) ont fait appel au BRGM. **Grâce à des échantillonnages menés sur plusieurs années, des mesures de terrain et des analyses en laboratoire, les hydrogéologues ont pu comprendre en détail le parcours des eaux souterraines dans les aquifères et leurs interactions avec les eaux de surface. Ils ont ainsi modélisé l'évolution des taux de sulfates et les zones d'exutoire.** Comme le modèle le prévoyait, la minéralisation de l'eau circulant dans les anciennes mines s'est considérablement réduite au fil des ans, mais une nouvelle problématique apparaît : la présence de contaminants issus de l'usage de produits phytosanitaires épandus sur les cultures en surface. À partir de 2021, le BRGM va procéder à une actualisation de son modèle de simulation pour cerner l'évolution prévisible de la quantité et de la qualité des eaux du bassin ferrifère.

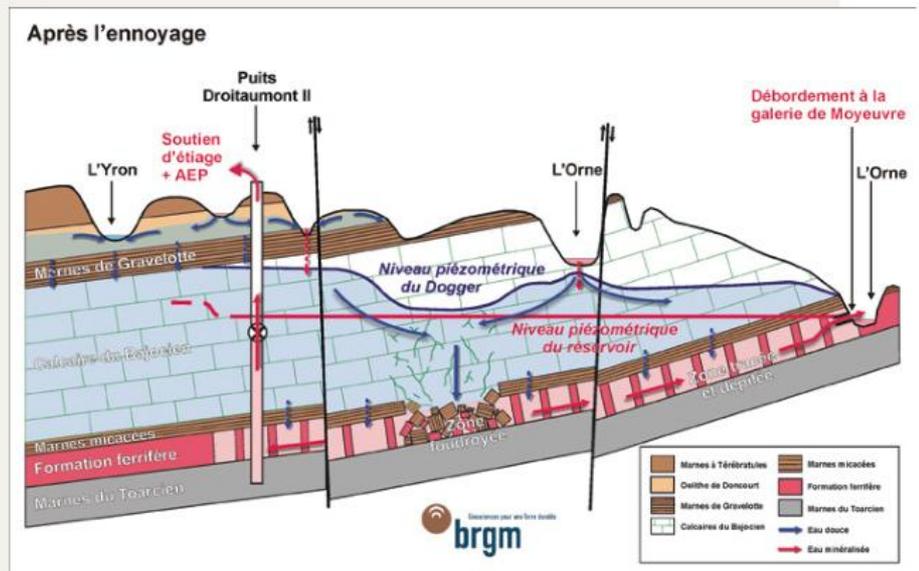


Schéma conceptuel de structure et de fonctionnement hydrogéologique d'un réservoir minier du bassin ferrifère, avant et après ennoyage.

© BRGM



ACCESS, UN PROJET POUR ÉVALUER LE RISQUE DE TRANSFERT DANS LES EAUX SOUTERRAINES DES MOLÉCULES ISSUES DE LA DÉGRADATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES



Détermination du sélénium et de l'arsenic par couplage chromatographique liquide/fluorescence atomique.

© BRGM

Lancé en 2019 pour une durée de 3 ans, le projet ACCESS a pour objet d'évaluer le risque de transfert dans les eaux souterraines de produits de dégradation (métabolites) issus de produits phytosanitaires. En France, environ 350 substances actives pouvant conduire à l'apparition de métabolites ont des usages autorisés en agriculture. **Devant cette multitude de substances qui peuvent potentiellement atteindre les eaux souterraines, il est nécessaire de développer des méthodes analytiques qui permettront d'en déterminer les teneurs et de prioriser les métabolites à suivre.** Le projet ACCESS, financé par l'Office Français de la Biodiversité et réunissant le BRGM, la Chambre d'agriculture de Dordogne, l'Institut de chimie organique d'Orléans et le Syndicat mixte des eaux de la Dordogne va permettre d'avoir une première information sur l'occurrence de ces métabolites dans les eaux souterraines grâce à l'application d'une méthode innovante d'analyse, la spectrométrie de masse haute résolution. Par sa diversité hydrogéologique et agricole, la Dordogne apparaît comme une zone de référence de choix pour tester cette approche. Les résultats du projet pourraient servir de référence pour le suivi des métabolites sur le reste du territoire.

puissant que constitue la zone non saturée en eau (entre le sol et la nappe phréatique) pour poursuivre la purification de l'eau injectée. Mais une telle entreprise nécessite une expertise géologique pour trouver les meilleures zones d'infiltration et une connaissance des phénomènes biochimiques afin d'être sûr que l'aquifère ne sera pas contaminé par des molécules impropres à la consommation. C'est notamment ce qu'a étudié le BRGM sur le site expérimental de ré-infiltration d'Agon-Coutainville, en Normandie, dans le cadre du projet européen [Aqua-NES](#).

La finalité de ces recherches est de trouver des solutions à des problématiques mises en évidence sur le terrain, mais aussi de fournir des recommandations sur les pratiques culturales, conseils de protections pour des aires de captage en eau potable exposées à des contaminants, confinements de sources de pollution. C'est ainsi que, depuis les années 2000, la qualité des eaux souterraines s'est globalement améliorée en ce qui concerne les nitrates –nutriment essentiel aux végétaux mais qui peut se révéler néfaste pour l'homme et l'environnement quand ils sont présents en excès dans les eaux. Néanmoins, avec les nouvelles pratiques industrielles et agricoles apparues au 20^{ème} siècle et l'augmentation de la consommation d'eau, de nouvelles problématiques voient le jour, rendant nécessaire une meilleure connaissance locale du transport des polluants vers les eaux souterraines, et la caractérisation des transformations physico-chimiques que subissent certaines molécules à travers les sols et roches traversées. ■



3/ L'innovation en laboratoire, une nécessité

INNOVATION Les laboratoires représentent une part incontournable de l'activité et de l'expertise du BRGM. Initialement dédiée à l'analyse des minéraux dans une optique d'exploration minière, l'instrumentation est de plus en plus utilisée à des fins environnementales depuis les années 90.

Système d'extraction et analyse des phytosanitaires dans l'eau - Appareil de chromatographie liquide couplé à un spectromètre de masse.



Si les fabricants ont considérablement amélioré les appareils d'analyse au fil des décennies, les principes ont peu varié. L'instrumentation en géosciences consiste avant tout à détecter les éléments de la matière.

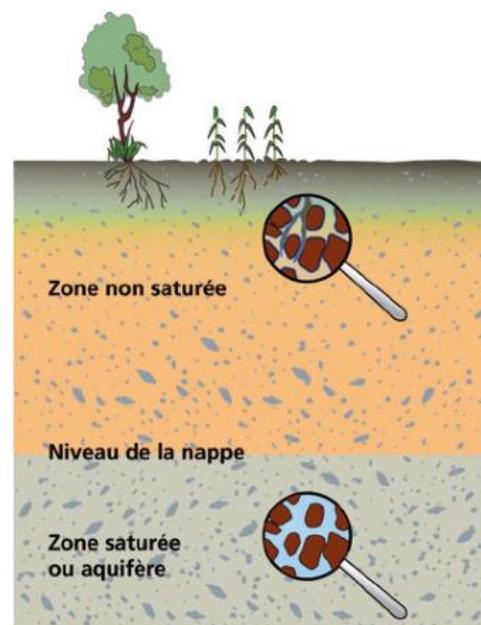
Le BRGM dispose ainsi d'appareillages de pointe pour découvrir les composants organiques ou les métaux lourds circulant éventuellement dans le sol ou les eaux souterraines. Avec ses laboratoires, l'établissement peut effectuer de la chromatographie en état liquide ou gazeux : les appareils séparent et distinguent les différents composants. Un spectromètre de masse sert ensuite à déterminer leurs quantités respectives. Il est ainsi plus aisé – par exemple – de remarquer la présence de pesticides dans un échantillon et de comprendre leurs transformations dans le sol.



La préparation des échantillons nécessite une atmosphère contrôlée.
 © BRGM

Pour être révélateurs, les échantillons doivent souvent être traités précautionneusement entre le lieu de prélèvement et les laboratoires, pour éviter toute transformation. Au laboratoire, de nouveaux protocoles sont employés pour assurer la meilleure qualité aux résultats analytiques fournis et réduire les écarts avec la réalité du terrain.

En effet, les milieux environnementaux sont de puissants réacteurs chimiques où sont présentes une phase minérale, une phase liquide et une phase gazeuse, avec des surfaces de contact très importantes. Les micro-organismes qui y pullulent contribuent à dépolluer l'eau par des réactions chimiques multiples. Le BRGM a développé des outils de suivi – du laboratoire à la plateforme expérimentale, enfin au terrain d'étude – pour comprendre ces processus, échantillonner, et mesurer l'activité microbiologique de cette zone non saturée.



Dans la zone non saturée, l'eau n'est présente que sous forme d'humidité. Dans la zone saturée, l'eau occupe tous les vides disponibles (pores et fissures).

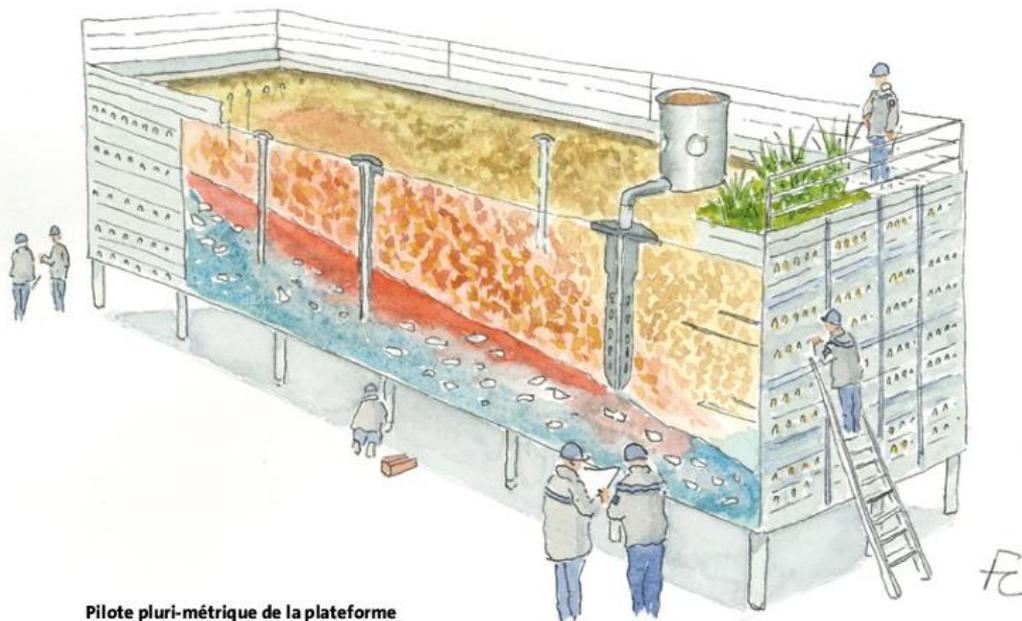
© BRGM



PRIME, un laboratoire d'essais novateur

Dans son centre scientifique et technique situé à Orléans, le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) dispose d'une plateforme d'analyses multi-échelles novatrice, PRIME ou Plateforme pour la Remédiation et l'Innovation au service de la Métrologie Environnementale.

La première plateforme, récemment inaugurée, consiste en un pilote d'essai pluri-métrique, vaste installation simulant **un sol naturel et une nappe phréatique pour étudier le transport des polluants et leur évolution physico-chimique et microbiologique**. Conçu de manière très modulaire et doté de capteurs nombreux, le pilote pluri-



Pilote pluri-métrique de la plateforme PRIME.

© BRGM - FRANÇOIS CAPLAN

Dispositif expérimental LABBIO pour les études en bio géochimie de l'environnement (laboratoires du BRGM à Orléans).

© BRGM



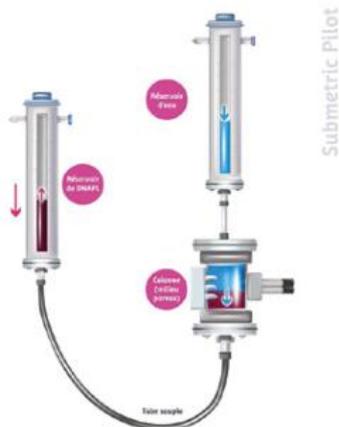
métrique doit permettre à tout type d'utilisateur (BRGM, établissements de recherche, entreprises privées) de réaliser des expérimentations dans des conditions très proches de l'in situ mais bien mieux contrôlées. D'un volume utile de 120 m³ environ, il permet notamment d'analyser à grande échelle et en trois dimensions les processus réactionnels présents dans les zones non-saturée ou saturée en eau.

Ce pilote est une cuve expérimentale de grande taille (10,40 m de long, 3,6 m de large et 4m de haut pour un volume total d'environ 120 m³). Les parois de la cuve sont équipées d'ouvertures pour pouvoir installer des capteurs ou plus largement d'avoir accès à différentes profondeurs à l'intérieur de la cuve le long du pilote.

PRIME s'inscrit dans le programme PIVOTS « Plateformes d'Innovation, de Valorisation et d'Optimisation Technologique environnementales », initié et soutenu financièrement par la Région Centre-Val de Loire ainsi que par l'État et le Fonds européen de développement régional. PIVOTS, ensemble coordonné de plateformes analytiques et expérimentales, fédère des acteurs publics et privés de la métrologie et de l'ingénierie environnementale.

En plus du pilote pluri-métrique, PRIME est dotée de dispositifs expérimentaux à l'échelle centimétrique et métrique (bacs et colonnes), permettant de réaliser des expériences et d'acquérir des paramètres physiques, chimiques ou biologiques nécessaires à la compréhension des processus de transfert des polluants et au développement de procédés de dépollution.

La modularité et les spécificités de PRIME, les dispositifs analytiques et expérimentaux multi-échelles en font un dispositif unique en Europe. Il rapproche ainsi le laboratoire du terrain et permet de coupler les expérimentations à la modélisation. Son utilisation pourra être étendue à d'autres thématiques que celle de la pollution, y compris la validation des performances de divers instruments de mesure et d'analyse. ■



Pilote sub-métrique, plateforme PRIME.

© BRGM



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Siège - centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin,

BP 36 009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France

Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr