

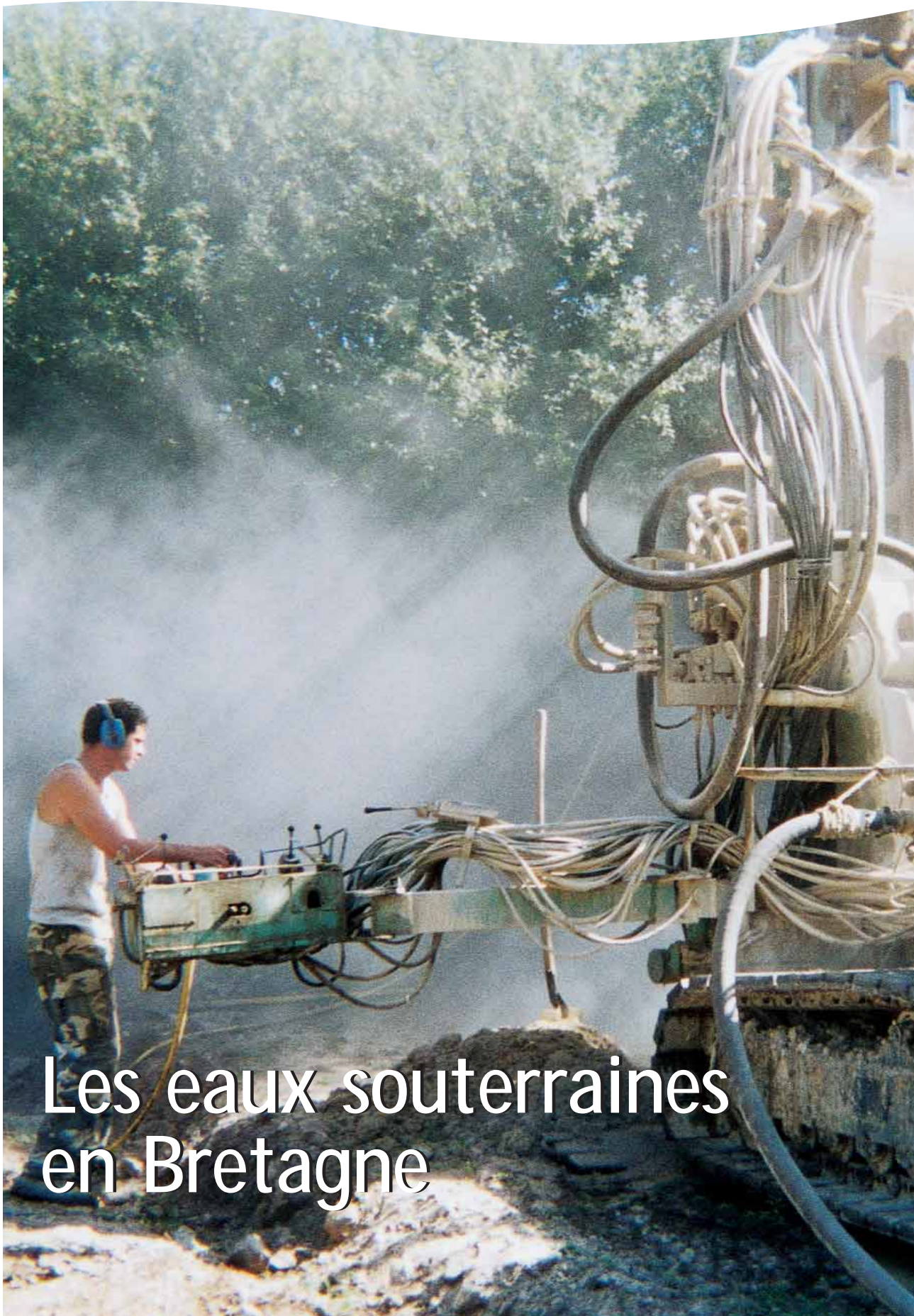
Dour ha Stêrioù Breizh

Eau & Rivières

de Bretagne

Colloque régional

20 novembre 2004 • Quimperlé, lycée de Kerneuzec



Les eaux souterraines
en Bretagne

Sommaire

Une préoccupation majeure	3
Michel Merceron, Président d' <i>Eau & Rivières de Bretagne</i>	
Les eaux souterraines bretonnes : principales caractéristiques, l'évolution des prélèvements, les études et suivis en cours	5
B. Mougin, Bureau de Recherches Géologiques et Minières	
La qualité des eaux souterraines de Bretagne	11
D. Ratheau, Agence de l'Eau Loire-Bretagne	
L'utilisation des eaux souterraines pour la production d'eau de consommation	15
T. Panaget, Direction Régional de l'Action Sanitaire et Sociale de Bretagne	
La difficile protection des captages	21
F. Guillou, maire de Milizac	
Le cadre juridique de la protection et de l'exploitation des eaux souterraines	23
L. Cyrot, Direction Régionale de l'Environnement de Bretagne	
Eaux de surface, eaux souterraines : quelles interactions, quels enseignements pour leur préservation ?	33
G. Marjolet, hydrogéologue, Conseil général des Côtes-d'Armor	
Des protections de captage réussies	37
A. Artur, Mission Inter-Services de l'Eau du Finistère	
Annexes	39

Une préoccupation majeure

Michel Merceron

Président d'Eau et Rivières de Bretagne

Pourquoi se préoccuper des eaux souterraines ?

Parce qu'après leur trajet caché, une bonne partie de ces eaux redeviennent ultérieurement des eaux de surface, et que celles-ci sont à la fois un milieu de vie à respecter pour lui-même et la source de 80 % des eaux distribuées aux consommateurs bretons.

Parce que les eaux souterraines sont généralement de bien meilleure qualité que celles de surface, et qu'elles le sont de moins en moins, alors que leur utilisation va rapidement croissant, dans un contexte d'anarchie réglementaire de leur prélèvement.

Il y a donc une grande urgence à préserver cette ressource.

Les fleurs d'eau des réservoirs, les fermetures de captages superficiels, les mortalités de poissons nous rappellent trop souvent que la qualité des eaux de surface de Bretagne est dégradée. Des crédits importants ont d'ores et déjà été dépensés pour la reconquérir, avec des résultats pour le moment indiscernables du bruit de fond dû à la météorologie. Chacun est conscient de l'énormité de la tâche à accomplir pour parvenir au but visé.

Devant cet état de fait en surface, de plus en plus de forages sont pratiqués pour accéder aux eaux souterraines. En effet, à quelques dizaines de mètres de profondeur, leur qualité est souvent excellente. Et c'est là une véritable aubaine pour ceux qui en ont un besoin impératif. Qui sont-ils ? Par exemple, les municipalités qui sont obligées d'abandonner les captages de surface devenus inexploitable, car trop pollués. Les éleveurs intensifs y trouvent un grand intérêt, eux dont le cheptel nourri avec des aliments secs boit beaucoup, et doit être abreuvé avec une eau de grande qualité, faute de quoi les taux de morbidité et de mortalité grimpent rapidement. Les industries agroalimentaires ne sont pas les derniers preneurs, puisque la réglementation les oblige à utiliser une eau excellente dans leur procédé de fabrication.

Si ces eaux souterraines sont encore souvent de bonne qualité, bien qu'elles fassent partie du cycle général de l'eau, c'est parce qu'elles ne subissent qu'« en amorti » la pollution affectant la surface. Le BRGM* nous expliquera plus loin qu'un dispositif naturel de dénitrification existe dans plus de la moitié du sous-sol breton, ce qui permet ainsi d'obtenir des eaux ayant une concentration en nitrates d'environ 5-10 mg/l, soit la valeur observée il y a 40 ou 50 ans avant son ascension sous l'effet de l'agriculture intensive – pour un peu, on oublierait cette valeur originelle. De plus, les micropolluants cheminant avec l'eau d'infiltration subissent un retard dans leur progression, en même temps que certains sont plus ou moins piégés en cours de route. Ces processus ne sont cependant pas éternels et la question se pose de connaître leur longévité, ainsi que leurs éventuels inconvénients indirects.

Ci-après nous verrons que, comme en matière agricole, la réglementation ayant trait aux forages est très loin d'être respectée. Un sur deux ne serait pas en règle ! En outre, s'ils sont mal conçus et mal utilisés, ils peuvent constituer autant de cheminements rapides pour les polluants de surface vers la profondeur.

C'est donc pour tenter d'éviter à la fois le pillage de ce trésor souterrain par des prélèvements anarchiques, et son saccage par la pollution venant des horizons supérieurs, que notre association a organisé cette année ce colloque sur les eaux souterraines. Tirer la sonnette d'alarme pour ne pas entendre sonner le glas, tel est bien le rôle d'Eau et Rivières de Bretagne à ce sujet.

* Bureau de Recherches Géologiques et Minières.

Les eaux souterraines bretonnes : principales caractéristiques, l'évolution des prélèvements, les études et suivis en cours

Bruno Mougin

Ingénieur hydrogéologue

BRGM, Service Géologique Régional de Bretagne,

ZAC Saint-Sulpice, 2, rue de Jouanet - 35700 Rennes

La présentation s'articule autour des cinq points suivants :

- présentation rapide du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) ;
- principales caractéristiques des eaux souterraines bretonnes ;
- évolution des prélèvements d'eau souterraine ;
- le BRGM et les problématiques liées aux eaux souterraines ;
- études et suivis en cours.

Présentation rapide du BRGM

Le BRGM est un Établissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC) placé sous la tutelle de trois ministères : le ministère chargé de la Recherche, le ministère chargé de l'Industrie et le ministère chargé de l'Environnement.

Les 844 salariés du BRGM sont répartis à l'étranger (40 pays) et en France : au niveau du centre scientifique et technique basé à Orléans La Source (45) où plus de la moitié des effectifs travaillent, mais également dans 29 services géologiques régionaux (France métropolitaine et Dom).

Le BRGM national a en charge 3 missions :

- * recherche et développement technologique et innovation ;
- * appui aux politiques publiques et information des citoyens ;
- * coopération internationale et aide au développement.

Le service géologique régional Bretagne, basé à Rennes, est représenté par 7 personnes :

- 1 géologue régional (matériaux), 1 géologue régional (formations superficielles) ;
- 1 hydrogéologue régional, 1 hydrogéologue environnementaliste ;
- 1 technicien, 1 assistante, 1 directeur.

Principales caractéristiques des eaux souterraines bretonnes

• Roches, nappes et aquifères

Le sous-sol de la Bretagne est constitué de roches dures anciennes dites « de socle ». Ces roches sont présentes en France dans tout le Massif armoricain mais également dans le Massif central, dans les Alpes, les Pyrénées et en Corse. Ce sous-sol est très différent des autres régions de France qui sont constituées de roches dites sédimentaires.

En France, il y a plusieurs types de nappes selon les roches-magasins et selon la nature du réservoir :

Les grandes nappes libres des formations sédimentaires

Il s'agit de roches poreuses (sable, craie, calcaire) jadis déposées en vastes couches. Ces nappes sont dites libres parce que la surface supérieure de l'eau fluctue sans contrainte. Il n'y a pas de « couvercle » imperméable au toit du réservoir et la pluie efficace peut les alimenter par toute la surface.

Les nappes captives

Elles sont constituées à peu près des mêmes types de roche, mais sont recouvertes par une autre couche géologique imperméable qui confine l'eau. Celle-ci est alors sous pression et peut jaillir dans des forages dits artésiens. Les nappes captives sont souvent profondes, voire très profondes (1 000 m et plus). On peut alors les exploiter pour la géothermie haute température.

Les nappes alluviales

Elles constituent un type particulier de nappes, formées par les grands épandages de sables et graviers des fleuves et des rivières.

Ces nappes fournissent 60 % des eaux souterraines captées en France grâce à leur facilité d'accès et leur bon débit. Elles sont le lieu privilégié des échanges entre les cours d'eau et les autres grandes nappes des coteaux (nappes libres). C'est à travers ces nappes alluviales que les grands flux issus des nappes libres rejoignent les rivières.

Les nappes des roches dures fissurées de socle

En Bretagne par exemple, elles constituent un type de réservoir aquifère de petites dimensions aux capacités modestes mais appréciables pour les petites collectivités et les agriculteurs.

Il n'existe donc pas en Bretagne de grands aquifères, mais une mosaïque de petits systèmes imbriqués (la surface au sol de chacun d'eux n'excède pas en général quelques dizaines d'hectares) indépendants les uns des autres, du moins dans les conditions actuelles des exploitations qui en sont faites.

Un système aquifère, c'est à la fois un réservoir capable d'emmagasiner des volumes plus ou moins importants d'eau provenant des pluies infiltrées, et un conducteur permettant les écoulements souterrains et la vidange progressive du réservoir vers ses exutoires naturels que sont les rivières.

En milieu de socle, les deux fonctions sont le plus souvent séparées : le rôle de réservoir (fonction « capacitive ») est assuré principalement par l'altération de la roche en place, développée depuis la surface sur, parfois, plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, tandis que l'eau circule surtout par le réseau de fissures et fractures existant plus bas, dans la roche « saine » ou moins atteinte par l'altération.

En Bretagne les eaux souterraines sont donc situées au sein de deux aquifères superposés et en contact permanent : celui des altérites et celui du milieu fissuré.

• Qualité des eaux souterraines

La qualité chimique des eaux souterraines bretonnes présente les caractéristiques suivantes :

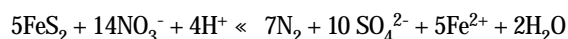
- une bonne qualité bactériologique si l'on respecte les précautions de réalisation ;
- une minéralisation faible (conductivité 200 à 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ;
- une agressivité marquée : CO_2 15 à 30 mg/l ;
- un pH variant entre 4 et 6,5 ;
- l'eau est douce et sa dureté oscille entre 4 et 10 degrés français ;
- la teneur en chlorures varie de 20 à 40 mg/l en dehors des zones littorales où peuvent apparaître des problèmes de salinité ;
- les eaux souterraines ont souvent des teneurs élevées en fer et manganèse nécessitant un traitement.

À proximité du littoral, l'eau douce de la nappe est en équilibre avec un biseau salé en provenance de la

mer. La différence de masse volumique entre les deux eaux fait que ce biseau salé est situé à 40 fois la hauteur entre la nappe et le niveau de la mer.

En cas de pompage dans un forage situé en bordure de mer, si la nappe descend de 1 m, l'eau de mer remonte de 40 m entraînant parfois un mélange eau douce, eau de mer ; la situation devenant alors irréversible.

Sur la commune de Ploudaniel dans le Finistère Nord a été découvert le phénomène de dénitrification autotrophe par oxydation de la pyrite. L'équation de cette dénitrification est la suivante :



Ce phénomène entraîne un abattement parfois total des teneurs en nitrates (exemple du bassin versant de Naizin, Morbihan) et une augmentation des teneurs en fer et en sulfates.

Comme la pyrite est progressivement consommée par la réaction, la dénitrification est limitée dans le temps, mais on ignore son échelle : décennale, humaine, millénaire. Ceci impose de poursuivre les efforts de réduction des pollutions à leurs sources en ne se reposant pas sur cette solution « miracle ».

Évolution des prélèvements d'eau souterraine

• Recensement des forages d'eau

En application du code minier (articles 131 et 132, titre VIII du Livre I), le BRGM assure pour le compte de la DRIRE (Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement) la mission de stockage dans la Banque de données du Sous-Sol (BSS). Environ 17 000 forages sont ainsi déclarés au BRGM Bretagne.

Une partie de ces forages (environ 10 500) possèdent une localisation géographique suffisamment précise pour qu'ils soient numérotés grâce à l'affectation d'un numéro BSS.

Les données concernant ces forages sont les suivantes :

- numéro BSS du forage, commune où existe le forage ;
- date de réalisation, entreprise réalisant le forage ;
- coordonnées en Lambert 2 et altitude du forage ;
- débit instantané mesuré en fin de foration, profondeur atteinte ;
- diamètre de l'ouvrage, géologie rencontrée ;
- niveau piézométrique, niveau de la première arrivée d'eau.

Ces données sont disponibles sur le site Internet du BRGM (<http://infoterre.brgm.fr>) ou sont consultables au service géologique régional Bretagne, basé à Rennes.

De 1973 à 2003, 22 825 forages ont été déclarés et le service géologique régional Bretagne en reçoit actuellement environ 1 000 par an.

Ces forages sont réalisés grâce à la méthode du marteau fond de trou, méthode de foration permettant l'accès à l'eau souterraine en domaine de socle.

Le marteau de la foreuse est équipé d'un taillant qui tourne lors de la foration et fonctionne avec de l'air comprimé haute pression qui permet de remonter les déblais des terrains traversés et les arrivées d'eau recoupées en profondeur.

Depuis l'introduction du marteau fond de trou sur le marché (1974), le sous-sol breton a perdu sa réputation d'imperméabilité. Les 22 800 forages déclarés en Bretagne sont bien répartis sur l'ensemble du territoire et attestent d'une forte présence d'eaux souterraines.

Les résultats obtenus sur les quatre départements bretons sont les suivants :

D partement	Nombre de forages	D bit instantané (m ³ /h)	Profondeur (m)
C tes-d Armor	2 112	9,9	61
Finist re	3 616	7,6	47
Ille-et-Vilaine	2 210	9,8	57
Morbihan	2 718	6,2	55

• Influence des forages sur la ressource

Afin d'appréhender l'influence des pompages effectués dans les forages bretons sur la ressource en eau souterraine disponible, il faut comparer les volumes pompés par rapport aux volumes présents dans le sous-sol.

Les « pluies efficaces » sont la partie des pluies totales qui, non reprise par l'évaporation et par les plantes (évapotranspiration), reste disponible pour le ruissellement et/ou l'infiltration et l'alimentation des nappes.

En estimant un ordre de grandeur moyen, cette alimentation est assurée par la moitié des pluies efficaces soit, pour l'ensemble de la Bretagne, environ 4 800 millions de m³ de ressources renouvelables, inégalement répartis dans les 4 départements en raison de l'important gradient climatique qui existe d'Ouest et Est et du littoral vers l'intérieur.

D partement	Superficie (km ²)	Ressource potentielle globale (mm)	Alimentation des nappes (m ³)
C tes-d Armor	6 970	350	2 440.10 ⁶
Finist re	6 740	500	3 370.10 ⁶
Ille-et-Vilaine	6 820	200	1 360.10 ⁶
Morbihan	6 860	350	2 400.10 ⁶
Total	4 785.10 ⁶		

Les 22 800 forages déclarés en Bretagne peuvent être répartis grossièrement de la façon suivante : forages industriels (20 %) et forages agricoles (80 %). Le tableau ci-dessous permet d'approcher un ordre de grandeur du débit total pompé.

Forages (m ³)	Nombre de forages	D bit moyen (m ³ /h)	Volume pr lev
Industriels	4 600	200	336.10 ⁶
Agricoles	18 400	5	34.10 ⁶
Total	23 000		370.10 ⁶

Le volume prélevé par les pompages (370 millions de m³) correspond à un peu moins de 8 % de la ressource en eau souterraine disponible, et apparaît donc à première vue négligeable selon cette estimation grossière.

• Prescriptions techniques et réglementation

Face à la multiplication des forages d'eau réalisés en Bretagne avec plus ou moins de respect des arrêtés préfectoraux départementaux (préservation et protection de l'eau de la nappe), les services en charge de la Police de l'Eau ont réalisé en 2003, en étroite collaboration avec le BRGM, une plaquette intitulée « Le forage en Bretagne - Conseils techniques et réglementation ».

Cette plaquette, disponible sur le site Internet www.bretagne-environnement.org, aborde les thèmes suivants :

- * prescriptions techniques (cimentation de l'espace annulaire, protection de la tête, margelle de propreté) ;
- * réglementation pour réaliser un forage (code minier, loi sur l'eau, procédures de déclaration-autorisation) ;
- * critères d'implantation (éloignement à 35 m de toute source potentielle de pollution) ;
- * Procédure d'abandon d'un ouvrage.

Le BRGM et les problématiques liées aux eaux souterraines

Dans la thématique « eaux souterraines », le BRGM Bretagne est fréquemment interrogé sur des questions diverses et variées :

- Y-a-t'il des eaux souterraines en Bretagne ? Où ? En quelle quantité ?

- L'eau s'infiltré ou ruisselle (transports polluants) ?

- L'eau souterraine circule-t-elle ? À quelle vitesse ? Jusqu'où ?

Ces questions basiques reposent sur des problèmes très concrets et d'actualité :

- répartition géographique des eaux souterraines ?

- efficacité des périmètres de protection ?

- temps d'action en terme de reconquête ? Où agir préférentiellement ?

Afin de répondre à ces problématiques, l'activité « eaux souterraines » du BRGM Bretagne s'est focalisée sur les thématiques suivantes :

- sensibilité du sous-sol au ruissellement et à l'infiltration ;

- capacités conductrices du sous-sol ;

- calcul des volumes d'eau souterraine ;

- participation des eaux souterraines à l'écoulement total d'un cours d'eau ;

- temps de renouvellement des eaux souterraines ;

- analyse des qualités d'eau grâce aux connaissances sur les écoulements souterrains ;

- éléments de compréhension des phénomènes d'inondation.

■ La sensibilité du sous-sol au ruissellement et à l'infiltration peut être approchée sur un bassin versant en caractérisant la capacité du sous-sol à absorber les eaux d'infiltration. Cette capacité est obtenue en croisant la perméabilité des roches et la profondeur de la nappe.

En effet, la capacité du sous-sol à absorber les eaux d'infiltration est d'autant plus forte que l'épaisseur de la zone non saturée est importante (la nappe est profonde donc la possibilité d'emménagement est importante) et la perméabilité des formations géologiques est notable (les débits souterrains permettant de reconstituer la capacité d'accueil de l'aquifère entre deux périodes de recharge).

■ La capacité conductrice du sous-sol est calculée sur chaque formation géologique à partir des informations fournies par les forages de la BSS ; le débit instantané exhauré est une bonne image de la transmissivité locale. Un indice variant entre 0 et 45 permet de hiérarchiser les géologies bretonnes entre elles en fonction de leur intérêt hydrogéologique. Ainsi, dans les roches volcaniques des Côtes-d'Armor, on

aura davantage de chances de trouver beaucoup d'eau souterraine à moins grande profondeur dans un forage que dans les granites du Sud du Finistère.

■ Le calcul des volumes d'eau souterraine est une méthode complexe basée sur la modélisation de la géométrie des aquifères (altérites et milieu fissuré) et la caractérisation de leurs teneurs en eau. Ainsi, après avoir renseigné toutes les formations géologiques d'un bassin versant et discrétisé celui-ci en maille de 50 m, les volumes d'eau souterraine sont calculés. Ceux-ci dépendent des formations géologiques plus ou moins riches en eau.

Ce type de cartographie constitue un type nouveau de données utilisables :

- pour l'exploration des eaux souterraines en vue de leur exploitation par forage ;

- par les politiques de protection et de reconquête de la qualité des eaux souterraines et de surface.

■ La participation des eaux souterraines à l'écoulement total d'un cours d'eau peut être calculée sur un bassin versant au droit d'une station hydrométrique. Le débit journalier mesuré est décomposé en débit rapide et débit lent, grâce à un travail de modélisation.

Ceci permet de connaître la quantité d'eau souterraine sortant annuellement et mensuellement du bassin grâce à la rivière.

On démontre alors qu'en été la participation des eaux souterraines au débit de la rivière atteint les 100 %.

■ Les deux travaux précédents (volumes d'eau et débits souterrains) permettent de répondre à la question du temps de renouvellement des eaux souterraines sur un bassin versant.

Ce temps est à prendre en compte dans les actions de reconquête de la qualité de l'eau.

■ La connaissance du fonctionnement des écoulements souterrains permet d'apporter des explications à des variations d'analyses chimiques mesurées dans un cours d'eau.

Par exemple, concernant les teneurs en nitrates, le cycle le plus fréquemment rencontré sur les bassins versants bretons est le suivant : teneurs élevées en hiver et teneurs plus faibles en été.

Ceci peut s'expliquer de la façon suivante : le bassin versant est très sensible au ruissellement et à l'écoulement du réservoir souterrain supérieur (altérites) qui entraînent une augmentation des teneurs en nitrates, tandis que le réservoir souterrain inférieur (milieu fissuré) moins chargé en nitrates apporte à chaque étiage une diminution de la valeur mesurée. Cette teneur plus faible s'explique parfois par l'existence d'une dénitrification dans les aquifères du sous-sol.

Par ailleurs, il a été démontré que, sur des bassins versants bretons (Arguenon, rivières de Morlaix...), l'utilisation des analyses isotopiques ($\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{11}\text{B}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) se révèle fructueuse pour identifier les sources de pollution azotée (bovins, poulets, cochons, engrais chimiques, lagunage...).

■ Afin de réagir face aux problèmes liés aux inondations en Bretagne (décembre 2000 et janvier 2001 sur Morlaix, Quimper, Quimperlé, Redon...), le BRGM a participé à la mission interministérielle mise en place en mars 2001 et a apporté sa connaissance du comportement des eaux souterraines qui se révèlent être liées aux phénomènes de crues.

Des phénomènes de remontée de nappe ont été identifiés dans le bassin de la Somme, mais aussi en Bretagne (Naizin dans le Morbihan et Pleine Fougères en Ille-et-Vilaine). Ils se traduisent souvent par l'apparition de lignes de sources, dans les parties amont des thalwegs, et sur les versants aux ruptures de pentes.

À l'extrême, au niveau du sous-sol, le niveau de nappe remonte jusqu'à la surface du sol entraînant une imperméabilisation totale du sol et provoquant des ruissellements et par conséquent des inondations.

Études et suivis en cours

Quatre projets en cours peuvent être cités comme exemples d'application des compétences « eaux souterraines » du BRGM Bretagne évoquées ci-dessus :

- SILURES Bretagne, SILURES Bassins versants et SILURES Suivi ;
- CYCLEAU.

• SILURES Bretagne, Bassins versants et Suivi

Le programme SILURES (Système d'Information pour la Localisation et l'Utilisation des Ressources en Eaux Souterraines) a été mis en place par le BRGM Bretagne en collaboration avec le Conseil régional Bretagne, les Conseils généraux du Morbihan, du Finistère et des Côtes-d'Armor, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, et la Direction Régionale de l'Environnement Bretagne.

Ce programme SILURES se décompose en trois projets menés en parallèle :

■ **SILURES Bretagne** qui propose - à partir des données existantes (aéromagnétisme, forages recensés en BSS, régime des rivières...) mises en forme, réinterprétées et complétées - la création d'une base de données sur les eaux souterraines couvrant l'ensemble du territoire régional ; À l'issue des 5 ans du projet, deux cartes de synthèse seront réalisées : une carte des secteurs où l'exploitation des eaux souterraines doit être encouragée pour répondre aux besoins de quantité et de qualité, et une carte des zones où la lenteur

de réaction du milieu physique est la plus propice à favoriser des actions de restauration de la qualité de l'eau à court terme.

■ **SILURES Bassins versants** qui est une application du projet SILURES Bretagne à 4 bassins versants (environ 50 km²), avec une acquisition de données nouvelles afin de réaliser des cartes de paramètres spécifiques tels que l'extension des différents réservoirs aquifères, la porosité des réservoirs par géophysique, les débits instantanés obtenus en foration ou les volumes d'eau stockés. À terme, ce projet estimera des temps de renouvellement des eaux souterraines ; Ces travaux se déroulent sur 2 ans et portent sur les bassins versants suivants : Maudouze et Noë Sèche (22), Dourduff (29), Oust et Yvel (56).

■ **SILURES Suivi** qui va concevoir un réseau de surveillance pour palier au manque de données fiables concernant l'amplitude des fluctuations saisonnières des différentes nappes du territoire breton, et ainsi anticiper certaines mesures et avoir une meilleure appréciation de la réserve ; Ce projet se déroule sur 5 ans : 2 ans de réalisation, et 3 ans de fonctionnement.

Ce réseau de suivi des niveaux de nappe sur 42 points en Bretagne constituera un outil de gestion complémentaire de ceux qui existent pour les eaux superficielles, et permettra de mieux prendre en compte l'interdépendance tant quantitative que qualitative des ressources eau souterraine-eau superficielle.

• CYCLEAU

Le programme CYCLEAU est un projet européen mené sur 11 bassins versants : 2 en France, 8 en Angleterre et 1 en Irlande. Le projet se déroule sur 3 ans.

Le projet est financé par un programme appelé INTERREG IIIB ENO. Ce programme soutient les projets entrepris dans l'espace Europe du Nord-Ouest. INTERREG IIIB finance les projets dont l'objectif est d'améliorer la coopération transnationale.

Les objectifs du programme CYCLEAU sont les suivants :

- identifier de nouvelles méthodes de gestion en vue d'améliorer la qualité de l'eau ;
- favoriser l'échange de savoirs et d'expériences en matière de gestion de l'eau ;
- renforcer la participation locale dans la gestion des bassins versants.

L'approche multidisciplinaire est menée grâce à 11 partenaires :

- * l'Environment Agency, Région du Sud-Ouest de l'Angleterre ;
- * le Conseil général du Finistère ;
- * le Cornwall County Council ;
- * le Devon Wildlife Trust ;
- * le District Council de South Hams ;
- * le District Council de Teignbridge ;

- * Moy Valley Resources ;
- * le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) ;
- * l'Ifremer ;
- * la CoCoPaq (Communauté de Communes du Pays de Quimperlé) ;
- * la Chambre d'Agriculture du Finistère.

Au niveau des deux bassins français (le Belon dans le Finistère et le Payré en Vendée), le BRGM participe au projet CYCLEAU autour des 4 thèmes suivants :

- contribution à la caractérisation physique du bassin (carte géologique, données de sondages, modèle numérique de terrain...) ;
- approche du fonctionnement hydrodynamique du bassin (mesures de débit, estimation de la participation des eaux souterraines à l'écoulement de la rivière...) ;
- identification des apports des sous bassins versants aux flux arrivant à l'estuaire (réseau de suivi, campagnes de prélèvements et d'analyses, interprétation des données) ;
- identification et quantification des contributions des différentes sources de pollution azotée (bovins, poulets, cochons, engrais chimiques...) par analyses isotopiques.

Conclusion

Les écoulements souterrains en Bretagne sont des phénomènes complexes en raison des roches de socle qui constituent des aquifères fissurés, fracturés et dispersés.

Depuis quelques années, une meilleure prise en compte des eaux souterraines comme élément du cycle de l'eau se met en place et permet de mieux appréhender les efforts à consentir dans les actions de reconquête de la qualité de l'eau.

Pour répondre à des questions restant d'actualité (reconquête de la qualité de l'eau, approche des temps de renouvellement, impacts des forages sur la ressource disponible), des actions communes avec plusieurs organismes (Syndicat d'eau, INRA, Chambre d'Agriculture, Ifremer, Cemagref...) apparaissent nécessaires.

La qualité des eaux souterraines de Bretagne

David Ratheau

Hydrologue, Agence de l'Eau Loire-Bretagne
av. de Buffon, BP 6339 - 45063 Orléans Cedex 02

Contexte

Conformément aux orientations arrêtées tant au niveau national (suite au rapport du Conseil général des Mines, dit rapport « Martin »), qu'au niveau du bassin, l'Agence de l'eau Loire-Bretagne a défini, en étroite collaboration avec la DDASS*, DRASS*, DDAF* et DIREN*, un réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines dans le bassin Loire-Bretagne.

Chargé par l'Agence de la conception de ce réseau, le BRGM s'est appuyé sur un protocole de conception et de mise en place des réseaux de connaissance des eaux souterraines. Ce protocole a été rédigé par un groupe de travail national et préconise, en fréquence et en analyse de paramètres, un programme minimum pour cette surveillance, identique pour tous les bassins.

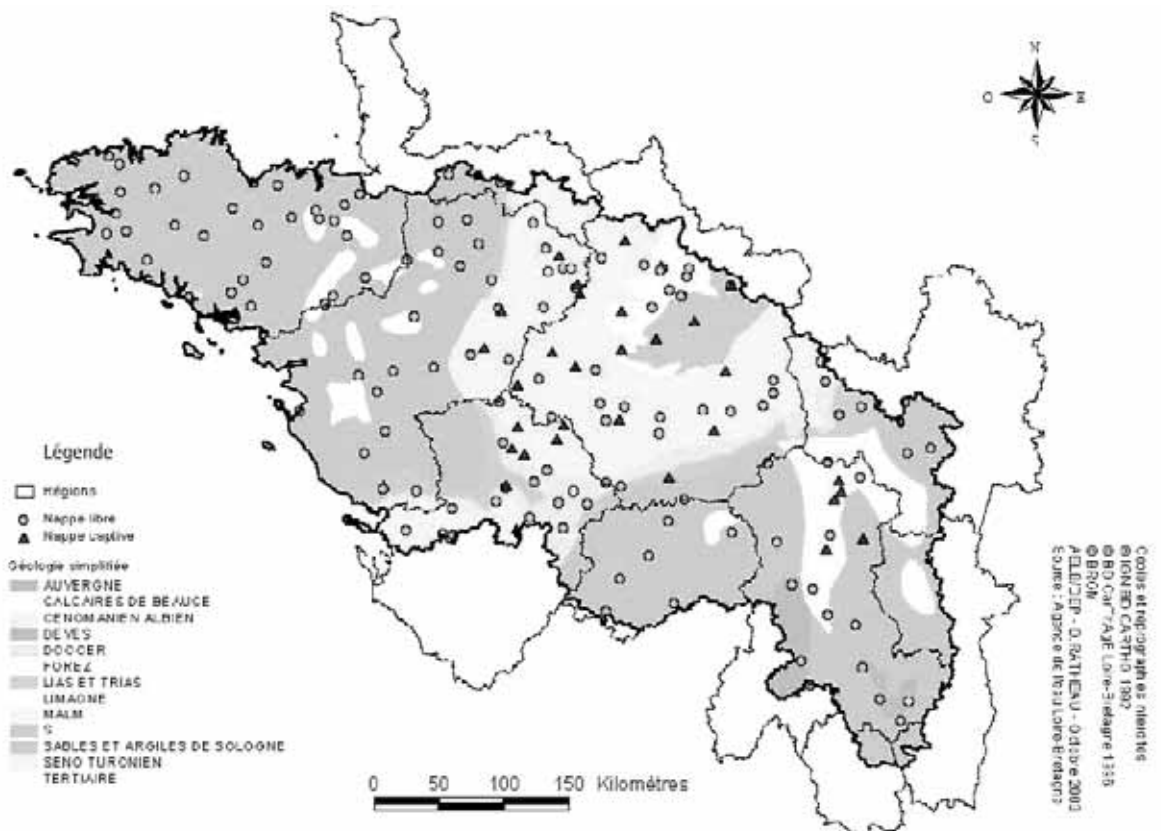
Objectif

Ce réseau « Qualité » a pour objectif d'établir un état des lieux de la qualité intrinsèque de l'eau souterraine et de suivre son évolution tributaire d'éventuelles pressions anthropiques.

Présentation

Il est constitué, au total, de 167 stations de mesure, réparties en fonction des régions administratives de la façon suivante :

33 stations	Bretagne
24 stations	Poitou-Charentes
35 stations	Pays de Loire et Basse Normandie
41 stations	Centre
34 stations	Auvergne, Bourgogne, Limousin et Rhône-Alpes



* DDASS : Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales.
DRASS : Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales.
DDAF : Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt.
DIREN : Direction Régionale de l'Environnement.

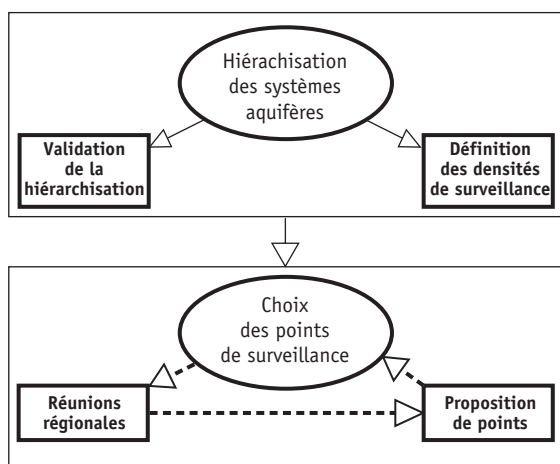
Définition du réseau dans un domaine particulier : le socle armoricain

• Géologie et hydrogéologie du socle

Ce domaine est essentiellement composé de roches granitiques, métamorphiques et volcaniques. L'eau souterraine y est présente dans les fissures ainsi que dans les altérations ou arénisations de surface. Ces zones fissurées ou arénisées sont généralement d'extension limitée, ce qui donne donc un ensemble de nappes discontinues. Sur ce socle certains bassins ont été comblés à l'ère primaire par des sédiments schisteux, calcaires ou gréseux. Ces formations calcaires ou gréseuses contiennent des nappes localement intéressantes pour l'AEP (Alimentation en Eau Potable). De même, à l'ère tertiaire, quelques petits bassins d'extension très limitée ont été comblés par des sédiments généralement calcaires ou sableux.

• Stratégie du choix des points de mesure

D'une manière générale la méthode utilisée pour choisir les points est résumée ci-dessous :



Dans le domaine de socle, chaque point d'observation n'est représentatif que de lui-même (et de quelques hectares). Il ne réagit pas en fonction de paramètres généraux mais en fonction de facteurs quasi ponctuels : il suffit que quelques hectares de terres agricoles changent d'affectation, passent du maïs à la prairie, ou l'inverse, pour que la qualité de l'eau souterraine de l'unité évolue, sans que les unités voisines en soient affectées.

De plus, les eaux souterraines peu profondes (0-10 m) contenues en général dans les altérites, sont directement affectées par les pollutions issues du sol. Les concentrations qui y sont mesurées reflètent la pression polluante locale. Les eaux souterraines « profondes » (10 à 200 m) circulant dans les réseaux de fissures sont très souvent le siège de phénomènes de

dénitrification naturelle ; la représentativité de ce qui peut y être mesuré est d'autant moins assurée que des mélanges avec des eaux peu profondes peuvent exister (forages non ou mal isolés, failles).

En conséquence, dans un tel contexte, un réseau de surveillance de la qualité des eaux souterraines devrait être constitué de points de mesure :

- s'adressant aux eaux peu profondes (quelques forages « profonds » sont à inclure dans le réseau afin de suivre l'évolution des processus de dénitrification),
- aussi intégrateurs que possible (sources, zones d'émergences),
- en nombre suffisant pour que des dérives provoquées en un ou quelques points par des événements très locaux survenus sur leurs bassins versants ne masquent pas la réalité,
- répartis sur le territoire pour rendre compte de l'hétérogénéité climatique.

Ce réseau était basé sur :

- 2 critères principaux : climat et occupation des sols,
- la nécessité de disposer de plusieurs points de mesure (3) pour chaque situation, afin de pouvoir contrôler les dérives anormales.

Critère climatique

1. Pluies efficaces inférieures à 200 mm par an (année moyenne).
2. Pluies efficaces comprises entre 200 et 400 mm par an.
3. Pluies efficaces supérieures à 400 mm par an.

Occupation des sols

Cinq catégories principales d'occupation des sols ont été définies :

- A - Bois, landes et/ou agriculture-élevage peu développés (secteurs naturellement protégés, qualités de référence).
- B - Bovins et prairies pâturées.
- C - Bovins à la pâture et élevage hors-sol.
- D - Polyculture et élevage intensif.
- E - Cultures légumières.

A - Bois, landes et/ou agriculture-élevage peu développés

Il y a 3 points implantés si possible en situation climatique moyenne (pluies efficaces comprises entre 200 et 400 mm), dans les lithologies dominantes (1 point sur granite, 1 point sur schiste, 1 point sur grès ou quartzite).

Argument : en zone sans, ou à faible influence anthropique, l'eau se met en équilibre avec la roche à l'intérieur de laquelle elle circule. L'influence climatique (effet de dilution) se marque sur les concentrations mais, *a priori*, modifie peu le profil chimique du fluide.

B – Bovins et prairies pâturées

Il y a 6 points (2 points dans chaque situation climatique).

Argument : dans ces zones, l'influence anthropique est sensible. Globalement, les pratiques et la charge animale varient peu dans le temps, ou de façon progressive. Par contre, des modifications importantes et brusques peuvent avoir lieu localement imposant plusieurs points de surveillance (2 étant un minimum) dans chaque catégorie climatique.

C et D – Bovins à la pâture et élevages hors-sol, polyculture et élevage intensif

Il y a 18 points (3 points dans chaque catégorie climatique pour chaque situation environnementale)

Argument : ces zones sont les plus sensibles, celles où les efforts vis-à-vis de la qualité des ressources en eau sont maximaux, et où les besoins de connaissance sont les plus importants.

E – Zones légumières

Il y a 4 points : 2 points dans les principales zones de la « ceinture dorée » (Léon en Finistère, Saint-Malo-

Cancale en Ile-et-Vilaine) et 2 points dans des secteurs où sont pratiquées des cultures intensives de légumineuses pour la conserve. La région de Locminé dans le Morbihan (pluies efficaces : 200 à 400 mm) et celle de Bannalec dans le Finistère (pluies efficaces supérieures à 400 mm) ont été retenues.

Bassins tertiaires – 2 points

Les bassins tertiaires, tous situés à l'est de la Bretagne sont dans des contextes climatiques comparables (catégorie 1 ou 2). Ils sont le support d'activités diverses (cultures et/ou prairies le plus souvent).

Il y a 2 points : un dans un bassin à remplissage carbonaté (bassin du Quiou en Côtes-d'Armor, à la limite de l'Ile-et-Vilaine) et un dans un bassin de « La Groussinière » (le Theil de Bretagne - Ile-et-Vilaine) à remplissage siliceux (sables).

Alluvions - 1 point

Les ressources en eau des formations alluviales sont très peu exploitées en Bretagne (elles sont d'ailleurs en général peu exploitables). Il y a un point dans les alluvions de la Vilaine à Langon (35).

Grille de répartition (34 points)

Catégorie climatique	Socle - Occupation des sols					Bassins	Alluvions
	A	B	C	D	E	Tertiaires	
1		2	3	3	1	1	1
2	3	2	3	3	2	1	
3		2	3	3	1		

Présentation des points de mesure en Bretagne

Points de mesure de la qualité des eaux souterraines en Bretagne



Présentation des résultats qualité (disponible le 20/11/04)

NITRATE (état et évolution).

PESTICIDE (état et évolution).

PH, conductivité, dureté.

Fer, arsenic.

Éventuellement fonds géochimiques du bassin versant de la Vilaine.

Toutes les données sont disponibles sur la banque nationale ADES Accès aux Données des Eaux Souterraines (<http://ades.rnde.tm.fr>).

Perspective

La directive européenne 2000/60/CE établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau impose de mettre en place, d'ici décembre 2006, des réseaux de surveillance (qualité et quantité) permettant de connaître l'état des milieux aquatiques et d'identifier les causes de leur dégradation, de façon à orienter puis évaluer les actions à mettre en œuvre pour que ces milieux atteignent le bon état en 2015.

Des notes d'orientation dites « guidance » ont été établies au niveau européen et servent de base à la définition des programmes de surveillance par catégorie de milieu.

Un cahier des charges pour l'évolution des réseaux de suivi des eaux souterraines en France a été rédigé par le groupe national en septembre 2003 et traduit dans une circulaire DCE 2003/07 du 8 octobre 2003.

En interne à l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, la note « Réseaux de surveillance des milieux aquatiques au titre de la DCE » (AELB\DEP\LC.Oudin du 2 septembre 2004) donne le cadrage du planning et du contenu de l'ensemble des réseaux.

Un Schéma Directeur des Données sur l'Eau (SDDE) est en cours de réalisation. Il a pour objectif la définition des modalités d'organisation et de gestion des bases de données destinées à accueillir non seulement les données issues des programmes de surveillance de la DCE mais aussi les données nécessaires à l'exercice de la police de l'eau.

Planning

L'appel d'offres du RNESQ (Réseau National de Suivi Qualitatif) (prélèvements - analyses) est d'ores et déjà bouclé pour la période 2005-2006 inclus.

Une consultation des partenaires du bassin **jusqu'en janvier 2005** sera entreprise pour discuter avec eux du cahier des charges du choix des points (la situation étant très différente d'une région/d'un département à l'autre).

Avec ces éléments il y aura un lancement **début 2005** d'un appel d'offres pour l'étude « choix des points et bilan des points actuels du RNES ». L'étude démarra en **juillet 2005** pour environ 6 mois.

Avec les résultats il y aura une **rédaction en 2006** du cahier des charges (prélèvements et analyses) du réseau DCE pour **démarrer début 2007** (attention problème de droit ADES).

L'utilisation des eaux souterraines pour la production d'eau de consommation

Thierry Panaget

Direction Régionale de l'Action Sanitaire
et Sociale de Bretagne, Service Santé Environnement,
20, rue d'Isly - 35042 Rennes Cedex

En matière d'alimentation en eau potable, les ressources souterraines sont très convoitées. En effet, contrairement aux eaux superficielles qui ont pour inconvénient majeur leur proximité avec les sources de pollutions, les eaux souterraines bénéficient d'une protection naturelle plus ou moins efficace des horizons géologiques supérieurs. Il ne s'agit d'ailleurs pas dans le cas de la Bretagne d'une réelle protection vis-à-vis des pollutions chroniques et diffuses mais plutôt d'un traitement naturel. Ainsi, elles sont souvent débarrassées d'éléments indésirables tels que particules, agents microbiens et même élimination de molécules par oxydo-réduction (action des pyrites).

Malgré les qualités des eaux souterraines pour l'usage alimentaire et si l'on en juge par la modeste littérature disponible, notre connaissance régionale sur le sujet n'est ni étendue ni répandue tant pour les aspects quantitatifs que qualitatifs.

L'histoire de l'alimentation en eau potable liée au contexte hydrogéologique armoricain est sans doute responsable de ce manque d'information. Le colloque d'aujourd'hui est là pour combler cette lacune et je vais essayer pour ma partie de vous faire partager quelques notions générales étayées par des indicateurs le plus possible chiffrés.

En préambule, je précise que ces indicateurs sont extraits de la base nationale SISE-eaux potables (Système d'Information en Santé-Environnement) contenant les données sur les structures habituellement suivies par les services santé-environnement des Directions Départementales des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS) dans le cadre du contrôle sanitaire et les résultats analytiques de ce contrôle.

Mon intervention sera scindée en deux parties :

- les aspects structurels et quantitatifs ;
- la qualité des eaux souterraines destinées à l'AEP (Alimentation en Eau Potable).

Tout d'abord, quelques aspects généraux

Il est important de rappeler que 80 % des eaux distribuées en Bretagne sont d'origine superficielle. Ce chiffre est bien connu à cause de son éloignement par rapport à la situation moyenne nationale (France : 36 %). Cependant, des différences notables existent entre les départements bretons : 9 % d'eau souterraine dans le Morbihan, 13 % dans les Côtes-d'Armor, 25 %

dans le Finistère et 26 % en Ille-et-Vilaine. Une des explications vient de l'utilisation de ressources productives du type faluns et sables en Ille-et-Vilaine et à une ressource superficielle quantitativement plus disponible dans le Morbihan qu'ailleurs.

721 captages d'eau souterraine sont recensés dans la base SISE pour l'adduction collective d'eau (installations en service au 20 octobre 2004). Tous ces captages font l'objet d'un contrôle sanitaire. Toutefois, d'autres installations destinées à des usages de l'eau tels que l'utilisation dans l'industrie agro-alimentaire ou l'eau conditionnée sont aussi présentes dans la base.

Si les autres usages du type agro-alimentaire sont en nombre non négligeable en Bretagne, je ne traiterai pour des raisons d'homogénéité d'échantillon que des captages pour l'adduction publique.

Ceux-ci se répartissent par département comme suit :

Tableau 1 - Répartition du nombre de captages par département en Bretagne

Département	Nombre de captages ESO AEP
Côtes-d'Armor	208
Finistère	274
Ille-et-Vilaine	117
Morbihan	122
Total Bretagne	721

En accord avec l'indicateur d'utilisation de la ressource souterraine cité plus haut, on observe que les volumes utilisés ne sont pas du tout fonction du nombre d'installations en service.

La carte ci-après montre les localisations exactes des installations. Il serait intéressant d'y superposer une carte hydrologique ce qui confirmerait que les ouvrages ne sont pas répartis de façon aléatoire mais que l'existence des installations est le résultat de la combinaison du facteur besoin d'eau et de la prépondérance de l'une ou l'autre des ressources souterraines ou superficielles.

On observe assez logiquement une relative absence de captages sur la frange côtière.

Je n'aborderai pas les questions de fonctionnement des aquifères ni celles de la protection des ressources qui sont traitées par d'autres intervenants de ce colloque.

Après ce point de situation générale, creusons un peu pour caractériser les captages d'eau souterraine.

Eau souterraine destinée à l'alimentation humaine

Localisation des captages en Bretagne

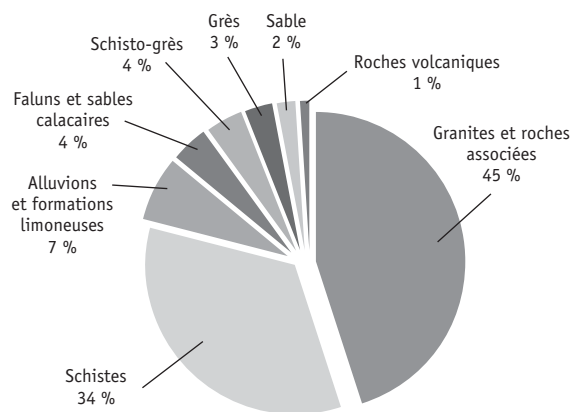


Source : DDASS/DRASS de Bretagne - fonds IGN 901 - octobre 2004.

Les informations de la base nationale sont nombreuses et j'ai limité le nombre d'indicateurs à vous présenter.

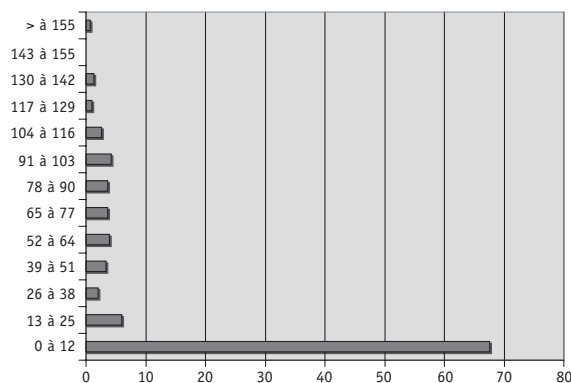
En ce qui concerne l'aquifère dans lequel est pompée l'eau, les deux grands types de formations majoritaires sont les granites et les schistes altérés ou fissurés représentant à eux seuls 80 % du nombre d'ouvrages (graphique ci-après). Les autres types de substrats sont peu présents mais peuvent fournir de bons débits à l'exemple des faluns et sables.

Captages ESO : répartition par type d'aquifère



Quels sont les types d'ouvrages de captage ? On distingue principalement les eaux émergentes ou sources dont l'eau est captée à sa sortie de l'aquifère, les puits, ouvrages généralement de bon diamètre et de faible profondeur (maxi 10 à 12 m) et les forages qui sont des installations de petit diamètre, tubés et de plus grande profondeur. Le graphique qui suit montre la répartition des ouvrages selon ce critère sachant que les sources au sens strict ne sont pas exploitées pour l'usage AEP en Bretagne.

Captages ESO : répartition (%) par profondeurs (m)



La grande majorité des installations prélèvent à de faibles profondeurs (<12 m), le reste se répartissant à peu près uniformément jusqu'à 200 mètres. On peut faire ici un parallèle avec la politique d'utilisation des ressources en eau considérant que les eaux souterraines ont été sollicitées très tôt, ce qui explique la faible profondeur de nombreux ouvrages anciens. La suite est celle que l'on connaît ; large utilisation des eaux superficielles et recherche d'eau souterraine de qualité dans des couches profondes (liées à l'apparition de la technique dite du « marteau fond de trou »). Il est à noter que les zones de fractures du socle sont souvent situées vers quelques dizaines de mètres, ces fractures étant souvent plus fermées au delà.

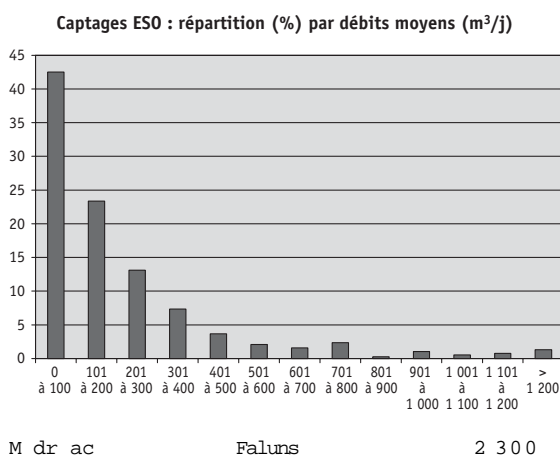
La faible profondeur des nappes exploitées leur confère une assez forte vulnérabilité et des capacités à produire variables selon les saisons et les années (cf. drains alimentant Rennes : 5 000 à 20 000 m³/j).

Notion communément admise, les aquifères de socle en Bretagne ne sont pas de grands pourvoyeurs d'eau.

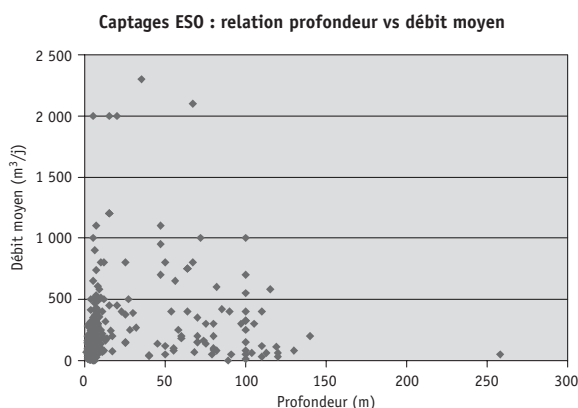
Les débits sont pour la plupart inférieurs à 100 m³/j mais marginalement des débits de 500 m³/j à plusieurs milliers de m³/j sont assurés par les formations calcaires de type faluns notamment.

Tableau 2 - Exemples de débits moyens de formations plus productives (m³/j) en Ille-et-Vilaine.

Commune	Aquifère	Débit
Chartres de Bretagne	Faluns	800
Bruz	Calcaire	800
Le Theil de Bretagne	Sable	950
Lillion	Alluvion/sable	1 200
Langon	Alluvion/sable calcaire	2 000



De plus, il n'y a pas de corrélation exacte entre la profondeur des ouvrages et leur capacité de production. Si dans la grande majorité les petits débits sont associés à de faibles profondeurs, on note que des ouvrages profonds peuvent avoir de faibles débits (productivité aléatoire des forages profonds) et inver-

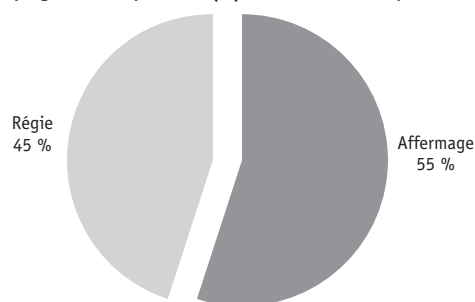


sement (faluns, sables et alluvions).

Enfin, les captages d'eau souterraine pour l'AEP se distinguent par leur mode d'exploitation sensiblement différent de celui des eaux superficielles. En effet, pour ces dernières on ne compte que 10 % de régies tandis que les ressources en eau souterraine sont exploitées de cette manière pour près de la moitié d'entre elles, ceci en raison de la facilité d'explo-

tation des ouvrages. Ce sont en toute logique les ouvrages profonds ou de débits plus importants qui

Captages ESO : répartition (%) selon le mode d'exploitation



sont confiés à un fermier.

Pour conclure cette partie, le captage d'eau souterraine destinée à la potabilisation en Bretagne se présente majoritairement comme une installation de faible profondeur et de débit modeste, puisant dans des formations de socle altéré et exploité beaucoup plus souvent par la collectivité que les eaux de surface.

En guise de transition vers la seconde partie de l'exposé, voyons dans quel cadre réglementaire s'insèrent les eaux brutes souterraines destinées à la potabilisation.

Le décret 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales naturelles est maintenant codifié et c'est désormais au Code de la Santé Publique qu'il faut faire référence (Livre 3, Titre 2, Chapitre 1, Section 1, articles R1321-1 à D1321-68).

Cette réglementation s'appuie sur plusieurs directives, notamment la 75-440 (eaux superficielles destinées à la potabilisation) et la 98-83 (qualité des eaux distribuées). On note qu'aucune directive ne traite des eaux souterraines pour l'usage alimentaire.

Dans un objectif de protection de la santé, des limites de qualité sont définies pour les eaux distribuées mais aussi pour les eaux brutes partant du principe qu'une eau potable de qualité s'obtient de préférence avec une ressource de bonne qualité. Je passe sur la procédure d'autorisation qui n'est pas spécifique pour aborder les dispositions particulières applicables aux eaux souterraines.

En premier lieu, un programme minimum de contrôle doit être réalisé par les services de l'État (DDASS). Il est établi en fonction du débit des installations comme suit :

Tableau 3 - Fréquences annuelles dechantillonnage des eaux souterraines (annexe 13-2-B).

Débit (m ³ /j)	Fréquence annuelle
< 100	0,2
100 - 1 999	0,5
2 000 - 5 999	1
6 000 - 19 999	2

On note que peu d'analyses sont requises pour ce type d'eau. À débit équivalent, trois fois moins que pour les eaux superficielles. La moindre vulnérabilité des eaux souterraines et la faible variabilité de leur composition en sont la raison. En Bretagne cependant, les programmes de contrôle sanitaire prévoient selon les départements des augmentations de ces fréquences.

L'analyse type doit porter sur les nombreux paramètres (36) suivants :

- *Escherichia coli* (20 000/100 ml) - Sodium
- Entérocoques (10 000/100 ml) - Silice
- Hydrocarbures dissous - Phosphore
- Tétrachloréthylène et trichloréthylène - pH
- Sélénium - Conductivité
- Fluorures - Chlorures
- Bore - Calcium
- Arsenic - Magnésium
- Nitrates (100 mg NO₃⁻/l) - Oxygène dissous
- Nitrites - Anhydride carbonique
- Antimoine - Carbonates
- Cadmium - Hydrogénocarbonates
- Nickel - Sulfates
- Pesticides (2 µg/l/MA et 5 µg/l/total substances) - Hydrogène sulfuré
- Température - Ammonium
- Turbidité - Manganèse
- Oxydabilité - Indicateur alfa
- Fer dissous - Indicateur bêta

Les résultats des analyses de ces nombreux paramètres procurent une connaissance assez fine de chaque ressource. Nous allons cependant ne traiter que les paramètres pour lesquels des problèmes sont ou ont pu être rencontrés en Bretagne, à savoir : la microbiologie, les nitrates, les pesticides, le fer, le pH et la dureté.

Concernant les paramètres en relation avec la structure naturelle de l'eau, le pH, la minéralisation et la dureté donnent le profil global des eaux souterraines bretonnes. Celles-ci sont généralement un peu acides, peu minéralisées et plutôt douces. Le pH moyen se situe à 6,00 contre 7,35 dans les eaux superficielles. La conductivité est comparable à celle des eaux de surface (moyenne entre 250 et 300 µS/cm) ainsi que la dureté de 8,3 °F contre 7,21 °F (moyenne plus élevée due aux nappes calcaires).

Ces paramètres peuvent avoir des conséquences indirectes notamment en conférant aux eaux distribuées sans neutralisation une certaine agressivité et un potentiel élevé de dissolution du plomb ce qui entraînera, au vu du calendrier d'application des nouvelles limites réglementaires, la nécessité d'être particulièrement vigilant dans la suppression des canalisations en plomb.

Les eaux souterraines bretonnes présentent en fait en matière de qualité intrinsèque deux visages contrastés : dominantes, les eaux de socle plus ou moins altéré qui sont plutôt acides, peu minéralisées et douces, d'une part, et les eaux des substrats calcaires avec des caractéristiques opposées (pH 8, TH 30 °F), d'autre part.

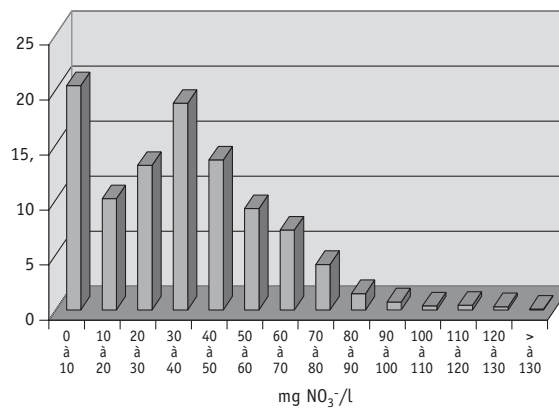
De plus beaucoup d'aquifères bretons, granites et de schistes altérés ou fissurés, confèrent aux eaux une teneur importante en fer. S'il n'a pas d'effets sur la santé, le fer entraîne des nuisances pour les usages domestiques de l'eau comme de tacher le linge. Un traitement adéquat est indispensable pour ces eaux.

Également, de par la géologie régionale, on peut raisonnablement penser que bon nombre d'eaux sont émettrices de radioactivité, liée à la décroissance de l'Uranium 238 présent dans les granites. Peu de données sont disponibles actuellement du fait de l'introduction récente de ce type de paramètre dans la réglementation.

Enfin, il faut noter quelques nappes posant problème quant à leur teneur naturelle en arsenic. Il s'agit de quelques forages (3) profonds dans les Côtes-d'Armor (Hengoat) et le Finistère (Bas Léon). Les teneurs rencontrées sont de l'ordre respectivement de 70 µg/l et de 10 µg/l. Cela n'a pas de conséquences en termes de salubrité des eaux distribuées, la limite réglementaire n'étant pas atteinte grâce à la mise en œuvre de dilutions.

Voyons maintenant quelles sont les contaminations d'origines moins naturelles subies par nos eaux souterraines. En ce qui concerne les nitrates, nous constatons là encore des profils contrastés selon l'aquifère. Comme il a été dit plus haut, l'exploitation de nappes proches de la surface présente l'inconvénient majeur d'un potentiel de contamination rapide. Ainsi, de nombreux captages présentent des teneurs élevées en

Répartition (%) des résultats d'analyse de 1995 à 2004 par classes de teneurs en nitrates



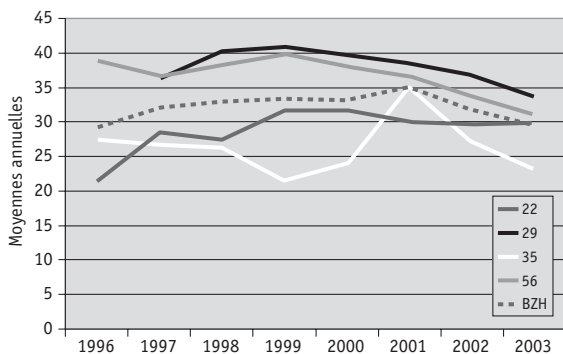
nitrates comme le montre la répartition des résultats d'analyse ci-dessous.

On observe que 76 % des résultats sont inférieurs à 50 mg NO₃⁻/l et 98.8 % inférieurs à 100 mg NO₃⁻/l.

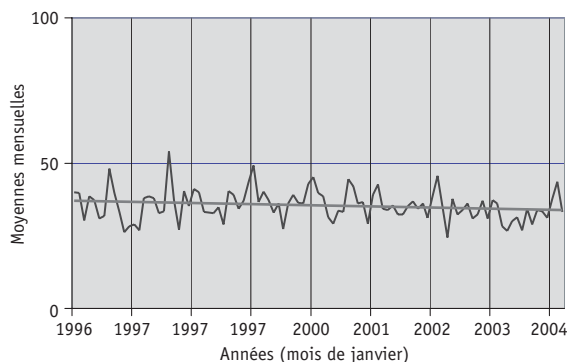
Cela est assez comparable à la répartition faite pour les eaux superficielles si l'on excepte l'effectif de la classe 0 à 10 mg NO₃⁻/l qui tient son importance des résultats faibles enregistrés dans les eaux des forages profonds qui bénéficient d'une dénitrification par les pyrites.

L'évolution des teneurs en nitrates semble être la stabilité ou la faible diminution comme le montrent les courbes ci-dessous prenant en compte les moyennes

Évolution des teneurs en nitrates par département de 1996 à 2003



Évolution des teneurs en nitrates des eaux souterraines de 1996 à 2004



annuelles ou mensuelles de l'ensemble des résultats d'analyse.

Il faut cependant tempérer la réalité de cette tendance à la diminution dans la mesure où une proportion non négligeable d'installations présentant de fortes teneurs ont été abandonnées au profit d'eaux superficielles ou de forages profonds exempts de contamination.

Une autre source majeure de pollutions des eaux en Bretagne est due aux pesticides. Voyons comparativement aux eaux superficielles ce qu'il en est pour les eaux souterraines.

De l'examen des résultats d'analyse, on observe que 15 captages sur la période 2002-2003 ont été touchés par des contaminations en pesticides supérieures à 0,1 µg/l. Les molécules retrouvées sont par ordre de fréquence : l'atrazine, la déséthylatrazine, l'isoproturon, le diuron et le glyphosate. Les teneurs enregistrées sont toutes inférieures à 0,4 µg/l sauf pour le glyphosate retrouvé à plus de 2 µg/l.

À l'instar des eaux superficielles, le nombre de captages affectés par des dépassements de concentration en pesticides est en diminution. La cause en est pour partie l'interdiction récente des triazines et l'emploi de molécules actives à faibles doses. Même si les eaux souterraines sont beaucoup moins contaminées que les eaux de surface, elles n'en sont pas indemnes et les contaminations sont plus rémanentes. Des problèmes peuvent apparaître dans les eaux distribuées en raison de l'absence en général de traitement par charbon actif des eaux souterraines.

En ce qui concerne les contaminations microbiologiques, les eaux souterraines sont touchées à un niveau considérablement moindre que les eaux superficielles puisque les indicateurs diffèrent de 2 à 3 logs.

Toutefois, certains puits peu profonds et drains peuvent être affectés lors de fortes pluies. Ce type de contamination est corroboré par les augmentations de turbidité et de carbone organique total observées lors de ces épisodes. La simple désinfection est la règle pour les eaux souterraines mais on observe le développement de traitements physico-chimiques préalables. Sur ce sujet, si les puits privés pour l'usage alimentaire d'une famille ne sont pas soumis à autorisation mais à simple déclaration auprès de la DDASS, leur vulnérabilité est parmi les plus élevées et ils ne bénéficient d'aucune désinfection. Le risque d'effets sanitaires pour ces usagers est multiplié.

En conclusion, les eaux souterraines destinées à la potabilisation en Bretagne sont puisées dans des aquifères variés tant par leur type géologique que par leur hydrodynamisme : aquifères capacitifs des altérites et faluns ou conductifs du socle fissuré. La qualité des eaux est, en conséquence, loin de présenter un profil unique et simple. L'utilisation de ces eaux à des fins d'alimentation en eau potable doit tenir compte de ces nombreuses variables par une étude au cas par cas aboutissant à la mise en œuvre du traitement et de la surveillance appropriés.

Bibliographie

- Bureau de Recherches Géologiques et Minières. Cartographie hydrogéologique de la Bretagne.
- Carré Jean, 2003. Aquifères des formations superficielles dans les massifs anciens.
- Directions Départementales et Régionales des Affaires Sanitaires et Sociales de Bretagne. Plaquettes « L'eau potable en Bretagne », 1997 à 2003.
- Direction Générale de la Santé. Base nationale SISE-Eaux potables, 2004.
- DIREN de Bretagne-Préfecture de la région Bretagne. Tableau de bord sur l'eau en Bretagne, 1997 à 2003.
- Marjolet Gilles. Les périmètres de protection dans le contexte du socle armoricain. Saint-Brieuc, 2001.

