



# SIGES Bretagne : constitution d'un Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines en région Bretagne

Rapport final

**BRGM/RP-61885-FR**

Janvier 2013



Établissement public du ministère  
chargé du développement durable



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**



# SIGES Bretagne : constitution d'un Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines en région Bretagne

Rapport final

BRGM/RP-61885-FR

Janvier 2013

Étude réalisée dans le cadre des projets  
de Service public du BRGM 2010 EAU I77

**B. Mougin, F. Lucassou, O. Morel, J-M. Schroëtter, B. Marmu, L. Guillemain**

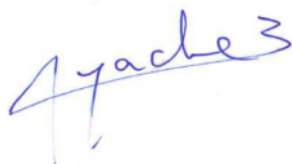
Avec la collaboration de

**H. Pesqueux, A. Cuillerier et G-V. Tagne Kamgue**

**Vérificateur :**

Nom : Bruce AYACHE

Date : 13/02/2013



**Approbateur :**

Nom : Eric PALVADEAU

Date : 25/02/2013



En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,  
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

**Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.**



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**



**Mots-clés** : eau souterraine, géologie, géothermie, hydrogéologie, législation, qualité eau, quantité eau, SIGES, site Internet, vulnérabilité nappe, Bretagne

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

B. Mougin, F. Lucassou, O. Morel, J-M. Schroëtter, B. Marmu, L. Guillemain, avec la collaboration de H. Pesqueux, A. Cuillerier et G-V. Tagne Kamgue (2013) – SIGES Bretagne : constitution d'un Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines en région Bretagne. Rapport final BRGM/RP-61885-FR, 68 p., 30 ill., 3 annexes.



## Synthèse

Le projet SIGES Bretagne vise à rassembler et à structurer les données disponibles sur les eaux souterraines de la région Bretagne, via un Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines (SIGES), consultable sur un site Internet dédié. Il a été mené par le BRGM Bretagne grâce à des financements provenant de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, du Conseil Régional de Bretagne et du BRGM (Subvention pour Charge de Service Public).

Le projet SIGES Bretagne a été réalisé en suivant plusieurs étapes :

- Réalisation du site Internet : architecture technique, développement informatique, ergonomie, charte graphique ;
- Collecte des données et adaptation des informations disponibles : données ponctuelles, études, cartes, rapports... ;
- Création de fiches de synthèse hydrogéologique ;
- Valorisation de documents et élaboration de nouvelles données : cartographie des périmètres de protection, inventaire des recherches en eau, inventaire et historique des prélèvements d'eau souterraine déclarés ;
- Conception des données cartographiques : numérisation de cartes, saisie des métadonnées ;
- Chargement des données dans le SIGES, rédaction d'articles : présentation des données sous forme synthétique et adaptée en fonction des publics (expert, scolaire, grand public).

Le déroulement du projet et la validation du contenu du SIGES Bretagne ont été suivis par le Comité de pilotage du projet constitué par les partenaires financiers du projet, ainsi que par d'autres acteurs locaux de l'eau : Conseils Généraux des Côtes d'Armor et du Finistère, DREAL Bretagne, Agence Régionale de Santé Bretagne, GIP Bretagne environnement, SAGE bretons (Elorn, Vilaine, et Pays de Saint-Brieuc), Syndicat Mixte de la Sarre à l'Evel, Syndicat de l'Eau du Morbihan et Syndicat Mixte de Gestion pour l'approvisionnement en eau potable de l'Ille-et-Vilaine.

La partie éditoriale du site Internet a été alimentée par : 7 rubriques thématiques (Géologie, Hydrogéologie, Quantité, Qualité, Vulnérabilité, Géothermie et Législation), subdivisées en 34 sous-rubriques, comportant près de 90 articles illustrés par environ 140 iconographies (photographies, schémas, tableaux, documents à télécharger...). L'espace cartographique a été organisé en 10 catégories composées de 32 couches cartographiques géo-référencées et interopérables.

Ce travail a été mené entre le début de l'année 2011 et le début de l'année 2013. Il s'est concrétisé par la mise en production du site Internet du SIGES Bretagne (<http://sigesbre.brgm.fr/>) le 8 octobre 2012 à Ploufragan à l'occasion d'une journée de lancement du site auprès des acteurs régionaux de la thématique eau (présence d'une cinquantaine de participants).

Depuis cette journée, le nombre de visites varie de 8 à 60 par jour, avec en moyenne une trentaine de visites quotidiennes. A fin janvier 2013, on totalise près de 5000 visites du site depuis sa mise en production (4 mois).

Le projet SIGES Bretagne a permis la création des nouvelles données suivantes :

- 60 fiches de synthèse hydrogéologique par entités aquifères définies à une échelle locale (cf. chapitre 3) ;
- 320 cartes concernant plus de 700 captages souterrains d'alimentation en eau potable (cartes de localisation des captages et de leurs périmètres de protection sur un fond IGN au 1/25 000) (cf. chapitre 4.1.) ;
- des cartes d'inventaire des recherches d'eau souterraine destinées à l'alimentation en eau potable, effectuées dans les départements des Côtes d'Armor et du Morbihan durant les années 2008-2009-2010 (cf. chapitre 4.2.) ;
- des histogrammes d'évolution des prélèvements d'eau souterraine déclarés à l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne (usages : AEP, irrigation, industrie) entre 1998 et 2009 (cf. chapitre 4.3.) ;
- sur environ 40 % de la superficie régionale, des calculs de volumes d'eau souterraine prélevés en 2009, effectués sur 26 entités hydrogéologiques bretonnes.

Le présent rapport s'achève par une description du contenu du SIGES Bretagne par rubrique thématique (cf. chapitre 5).

Suite à ce travail mené durant la phase 1 du projet (2011-2013), il est envisagé de poursuivre l'enrichissement des contenus éditorial et cartographique du site Internet à l'occasion d'une phase 2 du SIGES Bretagne (2013-2015).



# Sommaire

<b>1. Contexte et objectif du projet</b> .....	<b>9</b>
1.1. CONTEXTE DU PROJET .....	9
1.2. OBJECTIF DU PROJET .....	11
1.3. DEROULEMENT DU PROJET .....	11
<b>2. Présentation du site Internet SIGES Bretagne</b> .....	<b>13</b>
2.1. ARCHITECTURE ET DEVELOPPEMENT DE L'INTERFACE SIGES.....	13
2.1.1. Stratégie de développement des SIGES.....	13
2.1.2. Architecture technique .....	13
2.2. LA NAVIGATION SUR LE SITE .....	14
2.2.1. Accès depuis la page d'accueil .....	14
2.2.2. Accès aux rubriques .....	15
2.2.3. Accès direct .....	16
2.2.4. Actualités .....	16
2.2.5. Module de consultation des données .....	16
2.2.6. Espace cartographique .....	18
2.3. POLITIQUE D'ACCESSIBILITE ET NAVIGATION PAR PUBLIC (CIBLES) ....	21
2.4. INTEROPERABILITE.....	22
2.5. STATISTIQUES DE CONSULTATION .....	23
2.6. SUPPORTS DE COMMUNICATION.....	25
<b>3. Création de fiches synthétiques</b> .....	<b>27</b>
3.1. MASSES D'EAU SOUTERRAINES .....	27
3.2. ENTITES HYDROGEOLOGIQUES BD LISA .....	28
<b>4. Collecte de documents et valorisation, élaboration de nouvelles données</b> .....	<b>31</b>
4.1. CARTOGRAPHIE DES PERIMETRES DE PROTECTION .....	31
4.2. INVENTAIRE DES RECHERCHES EN EAU SOUTERRAINE DESTINEES A L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE .....	33
4.3. INVENTAIRE ET HISTORIQUE DES PRELEVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE DECLARES .....	35
4.3.1. Inventaire des prélèvements d'eau souterraines déclarés en 2009 .....	35
4.3.2. Bilan hydrologique .....	38

4.3.3. Historique des prélèvements d'eau souterraine entre 1998 et 2009.....	40
--	----

## 5. Descriptif succinct du contenu du SIGES Bretagne, par rubrique thématique...41

5.1. GEOLOGIE .....	41
5.1.1. Notions de géologie .....	41
5.1.2. Histoire géologique de la Bretagne .....	42
5.1.3. Contexte géologique breton .....	43
5.1.4. Altération des roches .....	43
5.2. HYDROGEOLOGIE .....	43
5.2.1. Notions d'hydrogéologie .....	44
5.2.2. L'eau en Bretagne.....	44
5.2.3. Forages et points d'eau .....	44
5.2.4. Référentiels hydrogéologiques.....	45
5.2.5. SILURES .....	46
5.2.6. Etudes en cours.....	46
5.2.7. Maquette.....	46
5.3. QUANTITE.....	47
5.3.1. Suivi du niveau des nappes .....	47
5.3.2. Etat quantitatif DCE .....	48
5.3.3. Inventaires .....	48
5.3.4. Arrêtés sécheresse .....	48
5.4. QUALITE .....	49
5.4.1. Qualité des eaux souterraines bretonnes.....	49
5.4.2. Suivi de la qualité.....	49
5.4.3. Evaluation de la qualité .....	50
5.4.4. Etat qualitatif DCE.....	51
5.4.5. Les nitrates .....	51
5.4.6. Biseau salé .....	52
5.4.7. Eau potable.....	52
5.5. VULNERABILITE .....	53
5.5.1. Pédologie.....	54
5.5.2. Cartes de vulnérabilité .....	54
5.5.3. Zones vulnérables.....	55
5.5.4. Inventaire des anciens sites industriels .....	55
5.5.5. Remontées de nappe.....	56
5.6. GEOTHERMIE .....	56
5.6.1. Profil température/profondeur .....	56
5.6.2. La géothermie en Bretagne.....	56
5.7. LEGISLATION .....	57

**6. Conclusion.....59**

## Liste des illustrations

Illustration 1 - Vue en coupe des différents types d'aquifères en Bretagne et des captages d'eau souterraine .....	10
Illustration 2 - Extrait de la page d'accueil du site Internet SIGES Bretagne .....	12
Illustration 3 – Architecture technique des SIGES .....	14
Illustration 4 – Page d'accueil du site web SIGES Bretagne.....	15
Illustration 5 - Résultat d'une recherche via l'onglet « point BSS » du module de consultation de données .....	17
Illustration 6 - Résultat d'une recherche via l'onglet « Entité hydrogéologique » du module de consultation de données .....	17
Illustration 7 - Résultat d'une recherche via l'onglet « catalogue » du module de consultation de données .....	17
Illustration 8 - Extrait de l'interface de visualisation de l'espace cartographique .....	18
Illustration 9 – Données potentiellement associées aux couches cartographiques.....	21
Illustration 10 – Système de pictogrammes, cibles concernées par un article .....	22
Illustration 11 - Statistiques de consultation du site web SIGES Bretagne (nombre de visites/mois), bilan au 31 janvier 2013.....	24
Illustration 12 - Statistiques de consultation du site web SIGES Bretagne (nombre de visites/jour), bilan au 31 janvier 2013.....	24
Illustration 13 – Première page de la fiche de synthèse de l'entité 195AA01 - Socle métamorphique dans le bassin versant du Scorff de sa source à la mer .....	29
Illustration 14 - Exemple de carte de localisation d'un périmètre de protection (exemple en ligne sur le SIGES, volontairement floutté en raison du plan Vigipirate) .....	32
Illustration 15 - Carte de synthèse des recherches en eau souterraine destinées à l'alimentation en eau potable dans les Côtes d'Armor (2008 à 2011) .....	34
Illustration 16 - Carte de synthèse des recherches en eau souterraine destinées à l'alimentation en eau potable dans le Morbihan (2007 à 2011) - Acteurs principaux.....	34
Illustration 17 - Entités hydrogéologiques « test » pour l'inventaire des prélèvements d'eau souterraine .....	36
Illustration 18 - Estimation des prélèvements déclarés en eau souterraine sur le bassin versant de l'Arz en 2009 (entité 199AE02).....	37
Illustration 19 - Entités hydrogéologiques où a été réalisé l'inventaire des prélèvements déclarés d'eau souterraine en 2009 .....	38
Illustration 20 - Principe du bilan hydrologique.....	38
Illustration 21 - Bilan hydrologique sur le bassin versant de l'Arz (entité 199AE02).....	39
Illustration 22 - Part des prélèvements d'eau souterraine déclarés en 2009 sur l'infiltration annuelle, la lame d'eau en période d'étiage et la lame d'eau annuelle (statistiques sur les 26 entités BD LISA de niveau 3 traitées).....	40
Illustration 23 - Evolution des prélèvements d'eau souterraine dans le bassin versant de l'Arz (entité 199AE02) entre 1998 et 2009 (source : AELB) .....	40

Illustration 24 - Carte géologique au millionième de la Bretagne et failles associées, Eds BRGM43	
Illustration 25 - Evolution des déclarations de forages en Bretagne (1974-2009) .....	45
Illustration 26 - Mise en place du réseau piézométrique régional .....	47
Illustration 27 - Réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne sur la région de Bretagne.....	50
Illustration 28 - Extrait de la carte de sectorisation des masses d'eau souterraines du bassin Loire-Bretagne .....	55
Illustration 29 - Localisation des forages de géothermie très basse énergie référencés en BSS en Bretagne (BRGM, juin 2012) .....	57
Illustration 30 - Organisation de la rubrique législation en fonction de l'échelle .....	58

## Liste des annexes

Annexe 1 Plaquette de présentation du SIGES Bretagne .....	61
Annexe 2 Grille de lecture des fiches de synthèse hydrogéologique .....	63
Annexe 3 Plan détaillé du site .....	65

# 1. Contexte et objectif du projet

## 1.1. CONTEXTE DU PROJET

Le projet SIGES Bretagne vise à rassembler et à structurer les données disponibles sur les eaux souterraines de la région, via un Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines (SIGES) consultable via le réseau Internet. Le SIGES constitue donc un outil de mutualisation de données existantes et un outil de diffusion des connaissances sur les eaux souterraines, de façon à simplifier les recherches de tous les partenaires du domaine de l'eau jusqu'au grand public, et faciliter la gestion des eaux souterraines par les différents acteurs de l'eau en Bretagne.

Conformément aux objectifs de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) et de la Directive INSPIRE, ce site Internet favorise :

- la production et l'échange des données nécessaires aux différentes politiques de l'Union Européenne dans le domaine de l'environnement pris dans un sens large ;
- le partage des données (interopérabilité) et le porter à connaissance vers les services de l'Etat, les collectivités territoriales, les exploitants, les bureaux d'études, les universitaires, les hydrogéologues agréés, et vers le grand public en général.

Ce projet participe au volet eaux souterraines du Schéma Directeur des Données sur l'Eau du bassin Loire-Bretagne (SDDE) et à ce titre s'inscrit dans le programme d'intervention de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne (AELB) pour la connaissance du milieu souterrain. Il assure le porter à connaissance vers l'ensemble des gestionnaires de l'eau, bureaux d'études, décideurs, usagers, ce qui est un des objectifs des SDDE, de la DCE, et une demande du Système d'Information sur l'Eau (SIE) mis en place par le Ministère en charge de l'Environnement (circulaire 2002). Outre ce public « expert », le SIGES est conçu pour s'adresser également au grand public et au public scolaire.

Ce SIGES est un outil au service du Centre de Ressources et d'Expertise Scientifique sur l'Eau en Bretagne (Creseb<sup>1</sup>) piloté par l'Etat et par le Conseil Régional de Bretagne.

Les acteurs de l'eau ont besoin d'un outil qui facilite les choix faits aux niveaux des SAGEs et du suivi des programmes de mesures qui seront retenus.

A l'heure où les problématiques sociétales et environnementales, et plus particulièrement la gestion des ressources en eau, constituent des défis majeurs pour les sociétés, il est indispensable que chaque citoyen et chaque acteur (experts, professionnels, élus, collectivités, bureaux d'études...) disposent d'informations qui nourriront le débat public et faciliteront la prise de décision.

En France, l'eau souterraine est la ressource privilégiée pour satisfaire les besoins domestiques en eau. Dans un contexte où les périodes de sécheresse sont de plus en plus fréquentes et avec des besoins anthropiques en constante augmentation, il est indispensable aujourd'hui de pouvoir accéder facilement aux données sur l'eau.

---

<sup>1</sup> Le Creseb est une plateforme d'échanges entre les acteurs de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant (GIEBV) et les scientifiques. Le Creseb est un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS), forme juridique adaptée à la coopération scientifique et technique.

Le sous-sol de la Bretagne est majoritairement 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 Bretagne, il n'existe pas 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. En complément de ces aquifères de socle (altérites et horizon fissuré), il existe également des aquifères alluviaux et des aquifères sédimentaires localisés dans de petits bassins d'âge tertiaire (cf. Illustration 1).

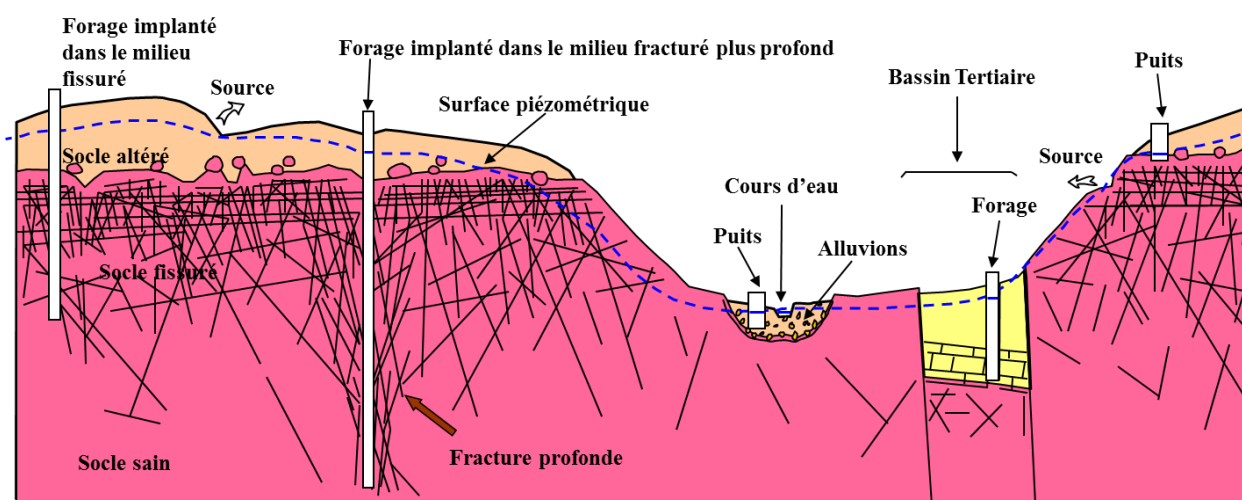


Illustration 1 - Vue en coupe des différents types d'aquifères en Bretagne et des captages d'eau souterraine

La préservation qualitative et quantitative de ces ressources en eaux souterraines représente un défi majeur pour la région. La sensibilisation et l'information de l'ensemble des acteurs de l'eau et des citoyens constituent des enjeux importants dans la réussite des différentes politiques sur l'eau déployées dans la région, pour la préservation durable des eaux souterraines.

Face à ce contexte, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, le Conseil Régional de Bretagne et le BRGM (Subvention pour Charge de Service Public), se sont associés financièrement pour réaliser le projet SIGES Bretagne.

Ce projet sous maîtrise d'ouvrage BRGM, s'inscrit dans ses missions de service public des domaines eaux souterraines et systèmes d'information, visant à apporter son expertise et ses outils, au service de tous, des institutionnels aux particuliers.

## 1.2. OBJECTIF DU PROJET

Le SIGES Bretagne a pour objectif de réaliser un site Internet et de permettre un accès depuis un portail unique (site web) à l'ensemble des données et services portant sur les eaux souterraines bretonnes. Ces données sont des informations soit disponibles numériquement soit provenant d'une étape de collecte et de valorisation.

Le site Internet permet un accès dynamique (instantanément aux dernières mises à jour), via des services web interopérables, aux informations et aux bases de données.

Le SIGES utilise les règles de l'interopérabilité entre les bases de données existantes, et ne duplique aucune information déjà présente sur d'autres sites producteurs, mais assure par des liens aux bases de données existantes, la disponibilité de l'information la plus récente, dans une structuration particulière de l'information, dans la philosophie du SDDE. Les informations sont structurées suivant la thématique globale des eaux souterraines.

Le projet comprend :

- la collecte des informations déjà existantes numériquement et une valorisation des autres données, le contrôle des droits de diffusion, l'organisation, le choix d'affichage ou de liaison avec des bases de données existantes pour l'accès aux données ;
- la mise en place du site Internet SIGES permettant la diffusion des données techniques disponibles, des textes réglementaires, et le partage d'informations de toutes natures entre utilisateurs.

Le mode de diffusion par Internet est entièrement libre et gratuit. Certaines données sont consultables directement dans les articles, d'autres sont téléchargeables ou consultables sur l'espace cartographique, et un grand nombre de sujets ont fait l'objet d'un lien (renvoi) vers des sites Internet existants lorsque cela a été jugé pertinent (sujet déjà traité de manière exhaustive et suffisante).

Le SIGES Bretagne rassemble les informations sur les eaux souterraines à destination d'un large public, depuis les scolaires jusqu'aux experts de différents niveaux.

## 1.3. DEROULEMENT DU PROJET

Le projet SIGES Bretagne a été réalisé en suivant plusieurs étapes :

- Réalisation du site Internet : architecture technique, développement informatique, ergonomie, charte graphique ;
- Collecte des données et adaptation des informations disponibles : données ponctuelles, études, cartes, rapports... ;
- Création de fiches de synthèse hydrogéologique ;
- Valorisation de documents et élaboration de nouvelles données : cartographie des périmètres de protection, inventaire des recherches en eau, inventaire et historique prélèvements d'eau souterraine déclarés ;
- Conception des données cartographiques : numérisation de cartes, saisie des métadonnées ;
- Chargement des données dans le SIGES, rédaction d'articles : présentation des données sous forme synthétique et adaptée en fonction des publics (expert, scolaire, grand public).

Ce travail a été mené entre le début de l'année 2011 et le début de l'année 2013 (alimentation des rubriques et des articles, et ajout de couches d'informations géo-référencées sur l'espace cartographique). Il s'est concrétisé par la mise en production du site Internet du SIGES Bretagne (<http://sigesbre.brgm.fr/>) dès le mois d'octobre 2012. Le travail s'est poursuivi jusqu'en janvier 2013.



Illustration 2 - Extrait de la page d'accueil du site Internet SIGES Bretagne

Plusieurs réunions de suivi du projet ont eu lieu :

- une réunion de lancement du projet le 24/02/2011 en présence des partenaires financiers (AELB, Région Bretagne et BRGM) ;
- 4 réunions du Comité de pilotage les 10/05/2011, 29/03/2012, 13/09/2012 et 13/12/2012 (voir membres listés ci-dessous) ;
- une réunion de lancement du site le 8 octobre 2012 à Ploufragan, en présence des acteurs de l'eau (soit une cinquantaine de participants).

Le déroulement du projet et la validation du contenu du SIGES Bretagne ont été suivis par le Comité de pilotage du projet constitué par les partenaires du projet (Agence de l'Eau Loire-Bretagne, Région Bretagne et BRGM), ainsi que par d'autres acteurs locaux de l'eau : Conseils Généraux des Côtes d'Armor et du Finistère, DREAL Bretagne, Agence Régionale de Santé Bretagne, GIP Bretagne environnement, SAGE bretons (Elorn, Vilaine, et Pays de Saint-Brieuc), Syndicat Mixte de la Sarre à l'Evel, Syndicat de l'Eau du Morbihan et Syndicat Mixte de Gestion pour l'approvisionnement en eau potable de l'Ille-et-Vilaine.

Après avoir présenté le fonctionnement du site Internet SIGES Bretagne (chapitre 2), le présent rapport détaille la création de fiches de synthèse hydrogéologique (chapitre 3), explique l'élaboration de nouvelles données (chapitre 4), et décrit le contenu du SIGES Bretagne par rubrique thématique (chapitre 5).



## 2. Présentation du site Internet SIGES Bretagne

### 2.1. ARCHITECTURE ET DEVELOPPEMENT DE L'INTERFACE SIGES

#### 2.1.1. Stratégie de développement des SIGES

Au-delà du projet régional du SIGES Bretagne, le BRGM a amorcé une stratégie de développement basée sur la mutualisation et l'harmonisation des sites SIGES existants (Aquitaine, Poitou-Charentes, Midi-Pyrénées...), avec notamment un financement national apporté par la Direction du Service Public du BRGM en 2010. C'est donc naturellement que le SIGES Bretagne s'est inscrit dans cette démarche. Outre une charte graphique commune, la description des données nationales de référence donne un contenu de base au site (par exemple : « Législation » et « Qu'est-ce qu'une Masse d'Eau ? »). C'est ensuite les contextes régionaux qui enrichissent chaque instance de site comme l'exemple des articles « L'eau en Bretagne », « Captages d'eau souterraine », « Réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines » et « Biseau salé » pour le SIGES Bretagne.

En s'appuyant sur un socle technico-fonctionnel commun à tous les SIGES, les sites évoluent ensemble et d'une manière bien meilleure que si ils évoluaient indépendamment les uns des autres. L'intégration imminente de la BD LISA (Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères, deuxième version du Référentiel Hydrogéologique Français, renommée BD LISA en 2008) dans les SIGES en est l'exemple type.

#### 2.1.2. Architecture technique

Comme le montre l'illustration 3, quatre briques constituent l'architecture technique des SIGES, le critère de choix des outils a été de permettre une plus grande autonomie et liberté d'actions aux administrateurs régionaux afin d'enrichir le contenu des SIGES :

- Un outil de gestion de contenu (SPIP : <http://www.spip.net/>) pour faciliter la publication et l'administration en ligne du contenu du site ;
- un développement original (CartoCMS) pour offrir des facilités de visualisation et mise à disposition des données cartographiques sur la base des protocoles de diffusion cartographique de l'Open Geospatial Consortium (OGC). Cet outil permet d'administrer les services web OGC, de les déployer (ou non) de façon ordonnée dans l'espace cartographique du SIGES ;
- Un catalogue de métadonnées (Géosource : <http://www.geosource.fr/>) ;
- Un compte CARMEN (<http://carmen.naturefrance.fr/>) pour donner de l'autonomie dans la mise en ligne de la diffusion de données cartographiques. Le site CARMEN et son espace d'administration permettent, entre autres, la publication et la visualisation de données géographiques environnementales. Pour le SIGES, l'espace d'administration constitue le moyen de produire des services OGC de données de flux image (WMS) qui sont déployés par la suite dans l'espace cartographique du SIGES Bretagne (<http://sigesbre.brgm.fr/?page=carto>).

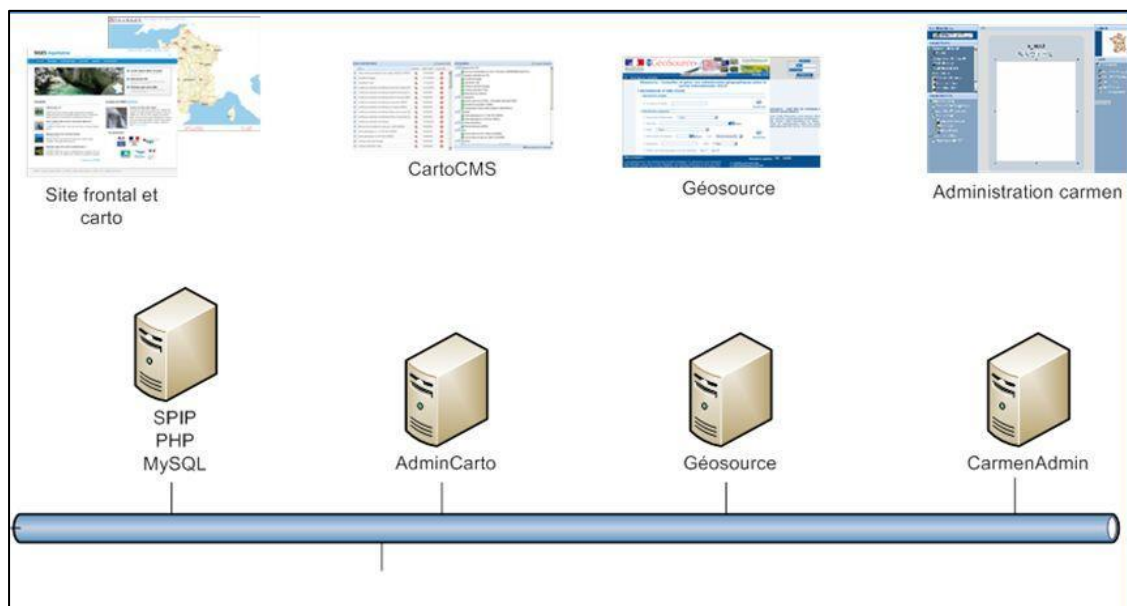


Illustration 3 – Architecture technique des SIGES

## 2.2. LA NAVIGATION SUR LE SITE

### 2.2.1. Accès depuis la page d'accueil

Plus d'informations, voir la rubrique d'« aide », dans le menu bas du site web (<http://sigesbre.brgm.fr/Aide.html>).

A partir de la page d'accueil (cf. Illustration 4), l'internaute peut accéder aux différentes ressources du site :

- Accès aux rubriques (1) : l'organisation principale des articles se fait via les rubriques affichées dans le bandeau bleu dans la partie haute de la page d'accueil. Les informations y sont réparties par thématique (géologie, hydrogéologie, quantité...)
- Accès direct (2) : il est proposé pour des contenus transversaux et/ou des articles choisis parmi les plus consultés ;
- Actualités (3) : visibles en-dessous de la photographie de page d'accueil, elles permettent de mettre en évidence les nouveautés, événements en lien avec les nappes souterraines (échelle régionale, voire nationale) ;
- Espace cartographique (4) : l'espace cartographique est accessible dans le menu haut, ou dans les accès directs de la page d'accueil. Il permet de visualiser les données hydrogéologiques géo-référencées (données ponctuelles, polygones, cartes...)
- Contact (5) : en cas de difficulté lors de la navigation sur le site, notamment pour accéder aux informations, ou pour toute remarque ou proposition d'amélioration, l'internaute est invité à en faire part au BRGM, via la boîte de dialogue proposée dans le menu haut ;

- Plan du site (6) : il permet d'afficher la structure complète des rubriques et articles. Il est également possible d'afficher un menu spécifique par cible (tout public, scolaire, experts). Le plan du site est accessible dans le menu bas ;
- Services OGC (7) : permet de retrouver la liste des services de diffusion des couches de données de l'espace cartographique, avec des liens éventuels vers les métadonnées, les articles explicatifs du SIGES et les sites web externes.



Illustration 4 – Page d'accueil du site web SIGES Bretagne

## 2.2.2. Accès aux rubriques

L'organisation principale des articles et l'accès aux informations se fait via les rubriques affichées dans le bandeau bleu dans la partie haute de la page d'accueil, au-dessus de la photographie (cf. Illustration 4). Les différentes rubriques du SIGES Bretagne sont :

« Géologie », « Hydrogéologie », « Quantité », « Qualité », « Vulnérabilité », « Géothermie » et « Législation ».

Les informations y sont donc réparties par thématiques et certains articles peuvent proposer un lien vers une autre rubrique en cas de sujet « transversal ».

### **2.2.3. Accès direct**

L'accès direct est proposé pour des contenus transversaux (consultation des données, espace cartographique) et/ou des articles parmi les plus consultés (Quiz des nappes, Inventaire des recherches en eau souterraine).

Il est accessible dans la partie centrale de la page d'accueil, à droite de la photographie. Il est pour l'instant limité à 4 liens directs (cf. Illustration 4 – (2)).

### **2.2.4. Actualités**

Les actualités permettent de mettre en évidence les nouveautés accessibles sur le site (cf. Illustration 4 – (3)) : nouvel article, document mis en ligne, nouvelle couche cartographique... De plus, une actualité peut être mise en ligne en cas d'événement en lien avec les nappes souterraines, principalement à l'échelle régionale (exemples : parution du bulletin de situation du niveau des nappes, Carrefour des Gestions locales de l'Eau) mais aussi à une échelle nationale le cas échéant (exemple : questionnaire AELB « L'eau vous consulte, donnez votre avis ! »).

### **2.2.5. Module de consultation des données**

Le site SIGES Bretagne dispose également d'un module de consultation de données (accessible via le premier des accès directs : « consultation des données », cf. Illustration 4 – (2)). Il permet d'interroger les bases de données : sur les ouvrages de la Banque de données du Sous-Sol (BSS), sur les entités hydrogéologiques et masses d'eau souterraine, et dans un catalogue recensant les études BRGM relatives aux eaux souterraines bretonnes. Cet accès aux données se fait via la saisie d'un code ou d'un libellé (code BSS, code entité et code masse d'eau), ou en écrivant un mot clé pour le catalogue. Les illustrations ci-dessous présentent :

- Illustration 5 : le résultat d'une recherche de points BSS sur la carte géologique 1/50 000 de Landerneau (239). En cliquant sur les liens « Fiche infoterre », on peut visualiser la fiche descriptive de chaque ouvrage ;
- Illustration 6 : le résultat d'une recherche d'informations sur la masse d'eau souterraine 4001 du Léon. Les liens « Fiche masse d'eau » et « Fiche agence » permettent de visualiser des fiches descriptives de la masse d'eau réalisées respectivement par le BRGM et par l'AELB ;
- Illustration 7 : le résultat d'une recherche de rapports BRGM relatifs à la thématique « eaux souterraines » sur la commune de Bruz en Ille-et-Vilaine. En cliquant sur les liens « voir la fiche », on accède à une page descriptive du rapport où figure un lien de téléchargement d'un exemplaire PDF du rapport.



Illustration 5 - Résultat d'une recherche via l'onglet « point BSS » du module de consultation de données



Illustration 6 - Résultat d'une recherche via l'onglet « Entité hydrogéologique » du module de consultation de données



Illustration 7 - Résultat d'une recherche via l'onglet « catalogue » du module de consultation de données

## 2.2.6. Espace cartographique

L'espace cartographique est accessible dans le menu haut (cf. Illustration 4 – (4)), dans les accès directs de la page d'accueil du SIGES Bretagne (cf. Illustration 4 – (2)) ou à travers des liens dans les différents articles du SIGES.

Il permet de visualiser les données hydrogéologiques bretonnes disponibles dans l'espace cartographique. Que vous soyez géographe, géologue, élu local, maire d'une commune, entrepreneur, maître d'œuvre, ou particulier, vous pourrez visualiser l'occupation actuelle des sols, les données du sous-sol, les masses d'eau souterraines, les piézomètres, etc. sur une zone donnée.



Illustration 8 - Extrait de l'interface de visualisation de l'espace cartographique

Pour visualiser une zone géographique spécifique (cf. Illustration 8), l'outil permet d'afficher une carte centrée sur le lieu renseigné et avec le degré de précision souhaité (cf. Illustration 8 (1)) :

- à partir du nom de la commune,
- à partir de coordonnées géographiques,
- à partir du code BSS.

Les données consultables sont listées dans le catalogue, accessible sur la droite de l'espace cartographique (cf. Illustration 8 (2)) :

- Fond de carte :

- Fond Geosignal (accès libre WMS<sup>2</sup>) : fonds cartographiques basiques, plans des agglomérations, limites administratives, réseau routier... ;
- Corine Land Cover 2006 : couche cartographique d'occupation des sols, base de données géographiques produite dans le cadre du programme européen de coordination de l'information sur l'environnement (CORINE) ;
- Orthophotographie : BD Ortho® de l'IGN, base de données raster ;
- Régions ;
- Principales villes bretonnes ;
- Départements ;
- Communes.
- Géologie :
  - Carte géologique 1/50 000 imprimée du BRGM ;
  - Carte géologique 1/50 000 vecteur harmonisée du BRGM.
- Banque du Sous-Sol :
  - Ouvrages de la Banque de données du Sous-Sol du BRGM : forages, sources, puits...
- Hydrographie :
  - Tracé des cours d'eau issu de la BD Carthage® de l'IGN ;
  - Stations de jaugeage : stations de mesure du débit des cours d'eau issues du Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau (SANDRE).
- Hydrogéologie :
  - Points d'eau de la banque nationale d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines (ADES, <http://www.adès.eaufrance.fr/>) :
    - Piézomètres : points de suivi du niveau des nappes (quantité) ;
    - Qualitomètres : points de suivi de la qualité des eaux souterraines ;
    - Piézomètres et qualitomètres : suivi quantité et qualité.
  - Masses d'eau souterraine : définies par les Agences de l'eau pour le suivi de la DCE, elles sont représentées par 2 couches cartographiques qui correspondent au niveau d'ordre de recouvrement des masses d'eau (superposition) : masses d'eau libres (ordre 1) et masses d'eau sous couverture (ordre 2) ;
  - indice spatial IDPR (Indice de Développement et de Persistance des Réseaux) créé par le BRGM pour déterminer la vulnérabilité intrinsèque des nappes aux pollutions diffuses ;
  - BDRHF V1 : Référentiel Hydrogéologique Français version 1.
- Bassins versants (services OGC de la plateforme GéoBretagne®) :

---

<sup>2</sup> Un WMS (ou Web Map Service) - est un webservice défini par l'OGC (Open Spatial Consortium) permettant d'obtenir une carte géoréférencée sous la forme d'une image. Un WMS peut être utilisé par des clients dédiés (eg Gaia) ou par la plupart des outils SIG (Mapinfo, ArcGIS, QGIS, ...).

- Bassins versants algues vertes : bassins versants bretons concernés par le plan de lutte contre les algues vertes (ulves) défini par l'Etat le 5 février 2010 ;
- Bassins versants GP5 : bassins versants bretons du Grand Projet 5 du Contrat de plan Etat-Région 2007-2013, qui a pour objectif la reconquête de la qualité de l'eau et plus généralement l'atteinte du bon état écologique des milieux aquatiques tel que défini dans la Directive Cadre Européenne sur l'Eau.
- BD Carthage :
  - Zones hydrographiques : bassins versants hydrographiques élémentaires ;
- SAGE :
  - Limites des SAGE (Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux), issues du site Internet Gest'Eau ;
- Météo :
  - Stations pluviométriques, issues du SANDRE ;
  - Normales de pluie efficaces 1946-2001 (mm) : moyennes annuelles des pluies efficaces sur la période 1946-2001. Source : carte du MEEDDM, 2005. Carte découpée sur le Massif Armoricaïn.
- Données du programme SILURES<sup>3</sup> :
  - Présence d'altérites en place : carte SILURES Bretagne. Echelle 1/250 000 ;
  - Epaisseur du milieu fissuré utile (m) : carte SILURES Bretagne. Echelle 1/250 000 ;
  - Débit instantané du milieu fissuré utile (m<sup>3</sup>/h) : carte SILURES Bretagne. Echelle 1/250 000 ;
  - Participation des eaux souterraines aux débits des rivières (en pourcentage) : carte SILURES Bretagne. Echelle 1/250 000 ;
  - Inertie relative du milieu physique souterrain : carte SILURES Bretagne. Echelle 1/250 000 ;
  - Bassins versants SILURES – Informations : carte des 15 bassins versants étudiés dans des projets SILURES bassins versants du BRGM. Echelle 1/50 000 ;
  - Sondages RMP de Bretagne (teneur en eau) : sondage géophysique par Résonance Magnétique Protonique, permettant d'approcher la porosité et la teneur en eau des formations géologiques (en zone de socle, sur les 50 premiers mètres du sous-sol) ;
  - Niveaux des nappes à fin mars 2012 : service OGC du GIP Bretagne Environnement (le serveur OGC du GIP Bretagne Environnement est dédié à la visualisation et au téléchargement de données environnementales à l'échelle de la Bretagne).

---

<sup>3</sup> SILURES : Système d'Information pour la Localisation et l'Utilisation des Ressources en Eau Souterraine. Ce programme, d'une durée de 6 ans (2002-2008), a été financé par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, le Conseil Régional de Bretagne, les Conseils Généraux des Côtes d'Armor, du Finistère, d'Ille-et-Vilaine et du Morbihan, le Syndicat Mixte départemental de Gestion des eaux en Ille-et-Vilaine, la Direction Régionale de l'Environnement Bretagne et le BRGM (cf. <http://sigesbre.brgm.fr/Le-programme-SILURES.html>).



*NB : chaque couche du programme SILURES est associée à un article dans le SIGES Bretagne décrivant la donnée (cf. par exemple <http://sigesbre.brgm.fr/Cartes-SILURES-Bretagne-et-explications.html>).*

3 types de données peuvent être associés aux couches cartographiques (cf. Illustration 9) :

- « Article » : lien vers un article explicatif du SIGES en lien avec la couche affichée,
- « GéoSource » : accès aux métadonnées de la couche,
- « Externe » : lien vers un site web extérieur au SIGES (par exemple, site web du producteur de la donnée).



Illustration 9 – Données potentiellement associées aux couches cartographiques

Si besoin, un manuel utilisateur (aide en ligne) est accessible en haut à gauche de l'espace cartographique (cf. Illustration 8 (3)), il apportera notamment des informations pour :

- afficher une zone géographique,
- visualiser une couche cartographique,
- sauvegarder vos cartes,
- imprimer vos cartes,
- etc.

Au survol des boutons, des info-bulles apparaissent avec la signification des différents outils de l'espace cartographique.

## 2.3. POLITIQUE D'ACCESSIBILITE ET NAVIGATION PAR PUBLIC (CIBLES)

*Plus d'informations dans la rubrique « politique d'accessibilité », dans le menu bas du site web (<http://sigesbre.brgm.fr/Politique-d-accessibilite-du-site.html>).*

Le SIGES est engagé dans une démarche d'optimisation de l'accessibilité à ses contenus web. Cette démarche vise à faciliter la consultation du site par les personnes handicapées, non voyantes, malvoyantes ou malentendantes. Mais plus généralement, la démarche d'accessibilité est indispensable pour garantir le plus large accès aux contenus par tous les internautes et tous les dispositifs de lecture.

Le Référentiel général d'accessibilité pour les administrations (RGAA) est le guide de référence (compatible avec les recommandations du W3C : World Wide Web Consortium) pour assurer la mise en conformité des sites Internet publics. Un effort particulier a été consacré afin que le SIGES Bretagne respecte le RGAA.

Ainsi, afin de faciliter la navigation :

- L'ensemble du site est consultable au clavier : vous pouvez ainsi parcourir la page dans son ordre logique de lecture, de liens en liens, en utilisant la touche « tabulation » de votre clavier ;
- Il est possible de grossir par effet de loupe l'ensemble de la page ;
- Toutes les pages sont imprimables dans une version adaptée au papier ;
- Lorsque cela est nécessaire, une alternative-texte a été réalisée pour certains documents et illustrations.

Cette démarche nécessite une grande rigueur et plusieurs articles et documents mériteront sans doute des compléments (alternatives-texte notamment) en fonction des remarques des usagers.

De plus, un des objectifs majeurs du SIGES Bretagne est l'intégration de contenus classés selon le niveau d'expertise des visiteurs du site grâce à un système de pictogrammes (cf. Illustration 10).



Illustration 10 – Système de pictogrammes, cibles concernées par un article

Par exemple, certains articles, dont le contenu est consacré plus particulièrement au grand public (quizz des nappes, introduction à la géologie...), ont été ciblés avec le pictogramme vert.

*NB : l'internaute doit vérifier qu'il dispose d'une version récente de son navigateur Internet pour s'assurer d'une lecture la plus conforme aux standards et donc la plus accessible.*

## 2.4. INTEROPERABILITE

Selon le site Internet Wikipédia, l'interopérabilité ou interfonctionnement en informatique est la capacité que possède un système informatique à fonctionner avec d'autres produits ou systèmes informatiques, existants ou futurs, sans restriction d'accès ou de mise en œuvre.

L'architecture web du SIGES Bretagne s'appuie sur l'emploi de langages de balisage (HTML) et de métadonnées (donnée servant à définir ou décrire une autre donnée).

A titre d'exemple d'interopérabilité éditoriale (texte), le site Internet « Ma commune, mon environnement » du GIP Bretagne Environnement (<http://communes.bretagne-environnement.org/>) vient rechercher les fiches de synthèse hydrogéologique AELB des masses d'eau souterraine du SIGES Bretagne (exemple pour la masse d'eau 4002 ou FRGG002 de la Baie de Douarnenez :

[http://sigesbre.brqm.fr/sigesaddons/specific/fiches/MDO\\_AgenceEau/MDO\\_AgenceEau\\_FRGG002.pdf](http://sigesbre.brqm.fr/sigesaddons/specific/fiches/MDO_AgenceEau/MDO_AgenceEau_FRGG002.pdf)).

Le SIGES s'appuie également sur l'interopérabilité cartographique (couches) : le SIGES Bretagne appelle des couches WMS du serveur OGC de la plateforme GéoBretagne® (bassins versants algues vertes et GP5) et du serveur OGC du GIP Bretagne Environnement (niveaux des nappes à fin mars 2012). Inversement les couches WMS créées par le BRGM avec l'outil CARMEN et visualisables sur l'espace cartographique du SIGES Bretagne peuvent être appelées grâce aux liens URL (exemple : [http://ws.carmencarto.fr/WMS/152/15BV\\_SILURES?](http://ws.carmencarto.fr/WMS/152/15BV_SILURES?)) précisés dans « Services OGC » (onglet dans le menu bas du SIGES).

L'espace cartographique offre également la possibilité d'ajouter des couches issues d'autres organismes (« ajouter une couche externe ») (sous réserve de connaître l'adresse Internet du service de diffusion).

Chaque couche WMS créée par le BRGM et visualisable dans l'espace cartographique du SIGES est accompagnée de sa fiche de métadonnées. Cette fiche a été créée avec le Géosource associé au compte CARMEN du BRGM Bretagne.

Durant le déroulement du projet SIGES Bretagne (2011-2012), deux réunions interopérabilité ont eu lieu le 22/09/2011 et le 11/10/2012. Le BRGM a travaillé avec le Conseil Régional et la DREAL Bretagne (organismes co-animateurs de la plateforme GéoBretagne®) suite à des tests d'interopérabilité entre la plateforme GéoBretagne® et le SIGES Bretagne. Les tests ont été jugés assez positifs et ils témoignent d'un niveau d'interopérabilité très intéressant pour des usages avancés. Ces réunions ont également permis au BRGM d'approfondir quelques points (titre, résumé, projections des données...).

## **2.5. STATISTIQUES DE CONSULTATION**

Dans l'espace d'administration du contenu du site (SPIP), un onglet permet de s'informer sur les statistiques de consultation du site web et sur l'origine des visites. Il est possible de visualiser le nombre de visites mensuelles ou journalières (cf. respectivement Illustration 11 et Illustration 12). L'origine des visites est majoritairement liée à des recherches sur [www.google.fr](http://www.google.fr).

La fréquentation du site débute en octobre 2012, ce qui correspond à la mise en production du site web (site consultable pour tous sur Internet) et au lancement du SIGES Bretagne en présence des acteurs de l'eau le 8 octobre 2012 à Ploufragan, accompagné de la diffusion d'un communiqué de presse. On note 1126 visites sur le site le lendemain de la journée de lancement ; ces visites provenant à 80 % du site Internet du journal « Le Télégramme » (parution d'un article de presse sur le SIGES et sur la journée de lancement) mais aussi des sites des partenaires ayant rédigé une brève sur ce lancement (AELB, Région Bretagne, BRGM, GIP Bretagne Environnement, Creseb...).

Depuis la journée de lancement, le nombre de visites varie de 8 à 60 par jour, avec en moyenne une trentaine de visites quotidiennes. A fin janvier 2013, on totalise près de 5000 visites du site depuis sa mise en production (4 mois).

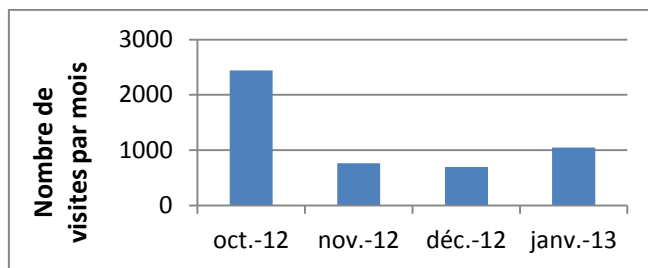


Illustration 11 - Statistiques de consultation du site web SIGES Bretagne (nombre de visites/mois), bilan au 31 janvier 2013

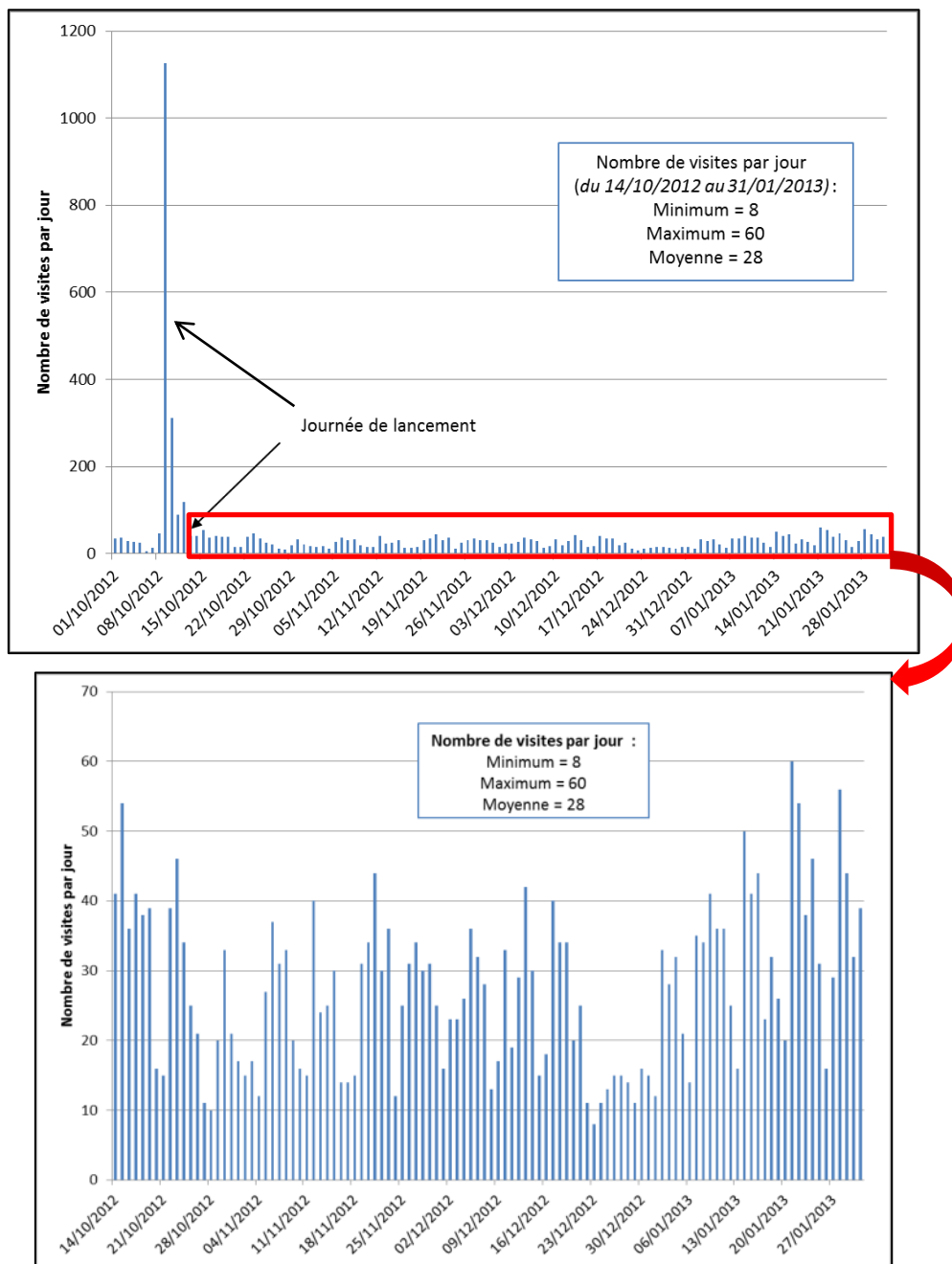


Illustration 12 - Statistiques de consultation du site web SIGES Bretagne (nombre de visites/jour), bilan au 31 janvier 2013

## 2.6. SUPPORTS DE COMMUNICATION

Outre le présent rapport d'étude, les supports de communication prévus dans le cadre du projet SIGES Bretagne étaient les suivants :

- le site Internet <http://sigesbre.brgm.fr/> ;
- une plaquette de présentation du SIGES Bretagne (cf. Annexe 1) dont le texte et le format (format A5, dépliant 4 pages, quadri recto/verso A4 ouvert, 15x21 cm plié) ont été validés par les membres du Comité de pilotage avant édition. Cette plaquette a été tirée en 300 exemplaires juste avant le lancement officiel du site. Elle est téléchargeable sur le SIGES : [http://sigesbre.brgm.fr/IMG/pdf/plaquette\\_presentation\\_siges\\_bretagne.pdf](http://sigesbre.brgm.fr/IMG/pdf/plaquette_presentation_siges_bretagne.pdf) ;
- une journée de lancement du site Internet auprès des acteurs régionaux de la thématique eau. Cette réunion s'est déroulée le 8 octobre 2012 à l'Amphithéâtre de l'ISPAIA - ZOOPOLE développement à Ploufragan, en présence d'une cinquantaine de participants (services de l'État, collectivités, experts, professionnels, bureaux d'études, foreurs, animateurs de SAGE et de bassins versants...). Le programme de la journée a été finalisé avec l'aide des membres du Comité de pilotage :
  - la journée a débuté par un mot d'introduction des partenaires financiers (AELB, Région Bretagne et BRGM) ;
  - les enjeux bretons autour de la ressource en eau souterraine, le site internet SIGES Bretagne et son espace cartographique ont été présentés aux participants ;
  - Le Creseb, l'Université de Rennes 1, et le SMEIL (Syndicat Mixte Ellé-Isole-Laïta) ont également apporté leurs témoignages d'acteurs.

Une actualité spécifique a été rédigée sur le SIGES et au sein de l'article, il est possible de télécharger les diaporamas présentés <http://sigesbre.brgm.fr/Retour-sur-la-reunion-de-lancement-du-SIGES-le-8-octobre.html>.



### 3. Création de fiches synthétiques

Afin d'aider à la gestion des ressources en eau souterraine, des référentiels hydrogéologiques ont été mis en place pour apporter une description physique des aquifères suivant différents niveaux de prise en compte de la complexité du milieu souterrain. Il existe 2 référentiels distincts pour les eaux souterraines (<http://sigesbre.brgm.fr/-Referentiels-hydrogeologiques-.html>) :

- les masses d'eau souterraine : elles correspondent à des volumes distincts d'eau souterraine, à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères, destinés à être les unités d'évaluation de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE-2000/60/CE) ;
- les entités hydrogéologiques : il s'agit d'une délimitation des aquifères au sens de l'hydrogéologue, constituant le référentiel hydrogéologique français version 2 (ex-BDRHF V2), renommé BD LISA (Base de Données sur les Limites des Systèmes Aquifères). Ce nouveau référentiel, finalisé et diffusé fin 2012, individualise l'ensemble des niveaux aquifères à une échelle nationale (niveau 1), une échelle régionale (niveau 2) et enfin une échelle locale (niveau 3).

Dans le cadre du SIGES Bretagne, il était prévu de mettre à disposition sur le site Internet des fiches synthétiques correspondant à ces deux référentiels.

#### 3.1. MASSES D'EAU SOUTERRAINES

On dénombre en Bretagne 26 masses d'eau souterraine, dont tout ou partie de la masse d'eau se trouve dans la région.

L'AELB a réalisé des fiches descriptives des masses d'eau souterraines du bassin Loire-Bretagne. Les fiches de masses d'eau bretonnes ont été extraites de la base de données CARMEN (Caractérisation des masses d'eau souterraine – outil CARMEN<sup>4</sup>) de l'AELB puis intégrées au SIGES. Elles sont accessibles via plusieurs entrées :

- elles sont toutes téléchargeables sous format zip dans l'article : <http://sigesbre.brgm.fr/Masses-d-eau-souterraines-bretonnes.html> ;
- ces fiches sont consultables sur l'espace cartographique en interrogeant la couche Masses d'eau souterraines ;
- elles sont également accessibles dans le formulaire de Consultation des données ([http://sigesbre.brgm.fr/?page=consultation#menu\\_1](http://sigesbre.brgm.fr/?page=consultation#menu_1)), en faisant une recherche par code et par libellé de la masse d'eau.

Il faut noter que ces fiches « Masses d'eau souterraines » réalisées par l'AELB, sont également disponibles sur le site « Ma commune, mon environnement » (<http://communes.bretagne-environnement.org/>) développé par le GIP Bretagne Environnement, depuis novembre 2012.

---

<sup>4</sup> Bien que portant le même nom, cette base de données CARMEN de l'AELB est totalement différente de l'outil CARMEN utilisé par le BRGM pour la diffusion de données cartographiques (<http://carmen.naturefrance.fr/>).

### 3.2. ENTITES HYDROGEOLOGIQUES BD LISA

L'objectif de BD LISA est de mettre à disposition de chaque utilisateur un système d'identification unique des entités hydrogéologiques françaises (entités aquifères mais aussi entités pas ou peu aquifères), réalisé selon des règles communes nationales. BD LISA permet de traiter et d'échanger les informations intégrées dans une base de données associée aux couches cartographiques (<http://sigesbre.brgm.fr/-Referentiel-BD-LISA-.html>).

En Bretagne, région majoritairement constituée d'entités de socle, la BD LISA a conduit à la délimitation de :

- 12 grands systèmes ou grands domaines de niveau national de socle (NV1) ;
- 31 entités de socle de niveau régional (NV2), différenciées en « systèmes aquifères » et « domaines hydrogéologiques » ;
- 63 entités de socle de niveau local (NV3), différenciées en « unités aquifères », « unités semi-perméables » et « unités imperméables » (selon la terminologie du guide méthodologique national).

D'autre part, 6 entités NV3 sédimentaires (Pliocène-Miocène-Oligocène-Eocène) et 2 entités NV3 alluviales (Vilaine et Oust) ont été délimitées en Bretagne.

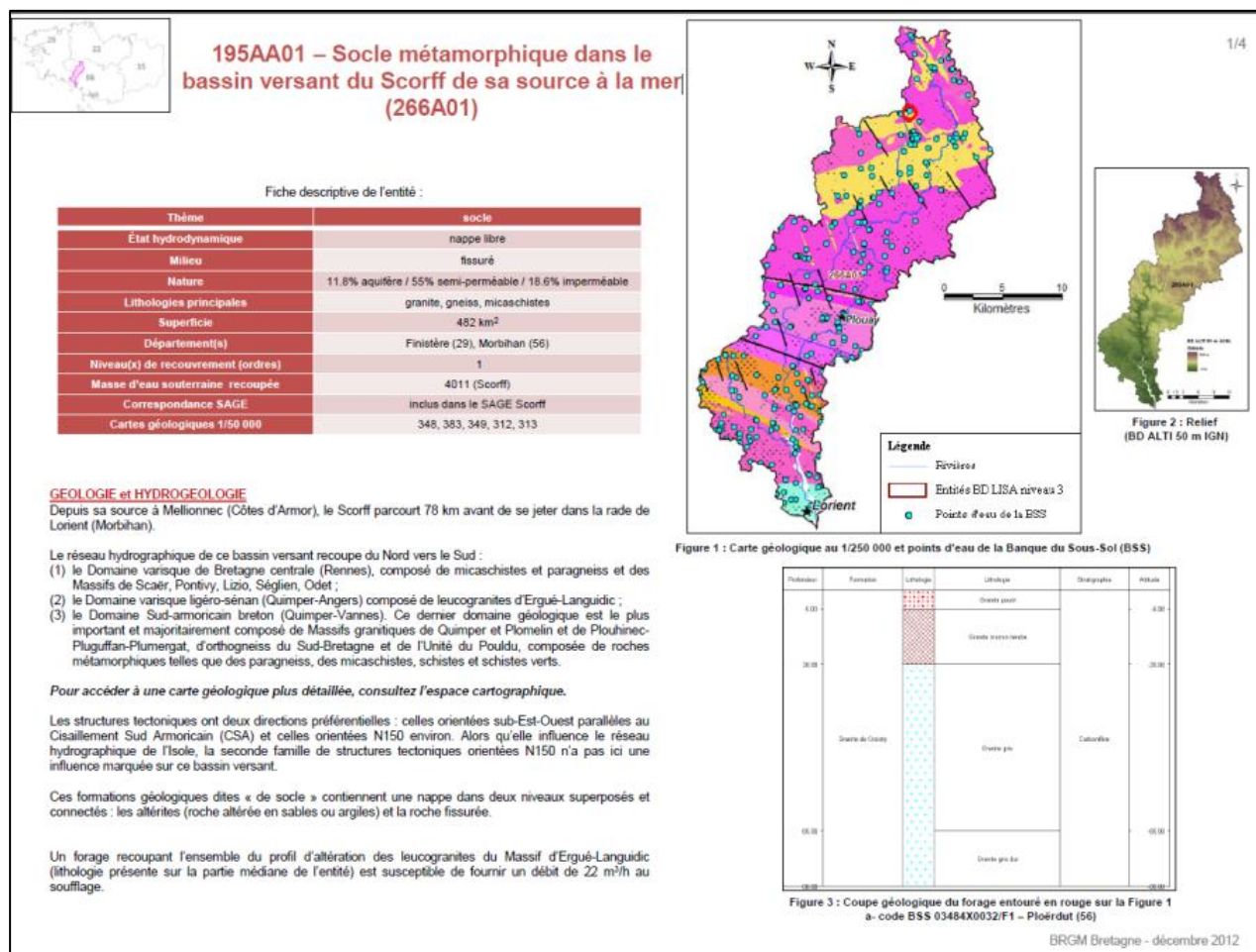
Les couches cartographiques des limites des entités BD LISA ont été diffusées après l'été 2012. Elles sont accessibles sur le site Internet eaufrance, dans une rubrique dédiée aux géotraitements, avec notamment une visualisation cartographique des entités (démonstrateur) : <http://www.reseau.eaufrance.fr/geotraitements/viewer/bdlisa>. Les couches cartographiques du référentiel hydrogéologique BD LISA devraient être consultables à très court terme en 2013 sur l'espace cartographique du SIGES Bretagne.

Des fiches de synthèse hydrogéologique par entité BD LISA de niveau 3 (4 pages au format A3 – cf. Illustration 13) ont été réalisées dans le cadre du SIGES et mises à disposition sur le site Internet. Le canevas et le contenu de ces fiches ont été discutés puis validés par les membres du Comité de pilotage.

Elles présentent une synthèse des informations disponibles sur les eaux souterraines par entités hydrogéologiques (texte, cartes, graphiques, tableaux, liens...) :

- fiche descriptive de l'entité ;
- contexte géologique et hydrogéologique ;
- cartes : localisation, géologie et points d'eau de la BSS, relief, coupes géologiques de forages ;
- captages d'eau souterraine (caractéristiques, utilisations, nombre d'ouvrages pour l'alimentation en eau potable) ;
- qualité de l'eau souterraine et suivis en cours ;
- prélèvements déclarés d'eau souterraine ;
- suivi des niveaux de nappes (piézométrie) ;
- relations entre les eaux de surface et les eaux souterraines (dont carte et graphique) ;
- références bibliographiques ;
- carte géologique à 1/250 000 de l'entité.





*Illustration 13 – Première page de la fiche de synthèse de l'entité 195AA01 - Socle métamorphique dans le bassin versant du Scorff de sa source à la mer*

Une grille de lecture a également été réalisée (cf. Annexe 2) pour faciliter la consultation et la compréhension du contenu de ces fiches. Cette grille est consultable sur le SIGES, dans l'article relatif à ces fiches de synthèse hydrogéologique par entité BD LISA de niveau 3 ([http://sigesbre.brgm.fr/IMG/pdf/grille\\_de\\_lecture\\_fiches\\_de\\_synthese\\_hydrogeologique.pdf](http://sigesbre.brgm.fr/IMG/pdf/grille_de_lecture_fiches_de_synthese_hydrogeologique.pdf)).

Au total, 57 fiches correspondant aux entités de socle (les entités très excentrées par rapport à la région Bretagne n'ont pas été traitées), 1 fiche regroupant les 6 entités sédimentaires et 2 fiches correspondant aux alluvions sont disponibles sur le SIGES Bretagne.

A l'heure actuelle, ces fiches sont consultables uniquement via l'article <http://sigesbre.brgm.fr/Fiches-de-synthese-hydrogeologique.html>, où elles sont téléchargeables au format zip. De même que pour les fiches synthétiques « Masses d'eau souterraines », il pourra être envisageable d'accéder à ces fiches par l'espace cartographique et via le formulaire de Consultation des données.



## 4. Collecte de documents et valorisation, élaboration de nouvelles données

### 4.1. CARTOGRAPHIE DES PERIMETRES DE PROTECTION

En Bretagne, on compte plus de 700 captages d'eau souterraine en service pour l'alimentation en eau potable (AEP) de la population.

Dans le cadre du SIGES Bretagne, il était prévu de travailler sur la réalisation d'une carte par captage souterrain, sous réserve d'autorisation de la Direction Générale de la Santé.

Suite à une réunion le 7 septembre 2011 avec l'Agence Régionale de Santé Bretagne (Direction de la santé publique, Département santé environnement), le BRGM a eu l'autorisation de travailler sur la réalisation de cartes de localisation des captages souterrains AEP de Bretagne et de leurs périmètres de protection sur un fond IGN au 1/25 000. Cependant, en raison du plan Vigipirate, il a été décidé que ces cartes de localisation ne seraient pas accessibles au grand public sur le site Internet SIGES Bretagne. Les personnes intéressées doivent se rapprocher de l'ARS Bretagne et faire une demande motivée pour obtenir ces cartes (voir encart dans l'article <http://sigesbre.brgm.fr/Cartographie-des-perimetres-de-protection.html>).

Les points des captages souterrains AEP actifs et les polygones des périmètres de protection ont été collectés auprès des organismes suivants :

- Côtes d'Armor : ARS Délégation Territoriale 22 (mise à jour en 2006), Conseil Général des Côtes d'Armor (Direction de l'Environnement, Service de l'Eau Potable et des Déchets Ménagers ; mise à jour en 2012) ;
- Finistère : ARS Délégation Territoriale 29 (mise à jour en 2008), Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Finistère (Mission Prospective Développement Durable/Unité Géomatique ; mise à jour en 2012) ;
- Ille-et-Vilaine : ARS Délégation Territoriale 35 (CD-Rom H<sub>2</sub>O réalisé en 2007, mise à jour en 2009), Syndicat Mixte de Gestion pour l'Approvisionnement en Eau Potable de l'Ille et Vilaine (SMG35 ; mise à jour en 2009) ;
- Morbihan : ARS Délégation Territoriale 56 (mise à jour en 2008), Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt du Morbihan (Cellule Hydrogéologie : CD-Rom réalisé en 2007), devenue début 2010 : Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Morbihan (Service Eau Nature et Biodiversité).

Au total, plus de 320 cartes concernant plus de 700 captages souterrains ont pu être réalisées selon un canevas identique.

Sur chaque carte, réalisée sur fond IGN au 1/25 000 (scan25® de l'IGN) sont représentés les périmètres de protection ainsi que les points des captages souterrains AEP actifs (avec indication de leurs codes BSS et SISE-Eaux, le département, la commune, le nom de l'installation), avec une légende détaillée (cf. Illustration 14). Les différentes sources de données utilisées pour la réalisation des cartes, mais aussi la date de conception de la carte, viennent compléter les informations disponibles.

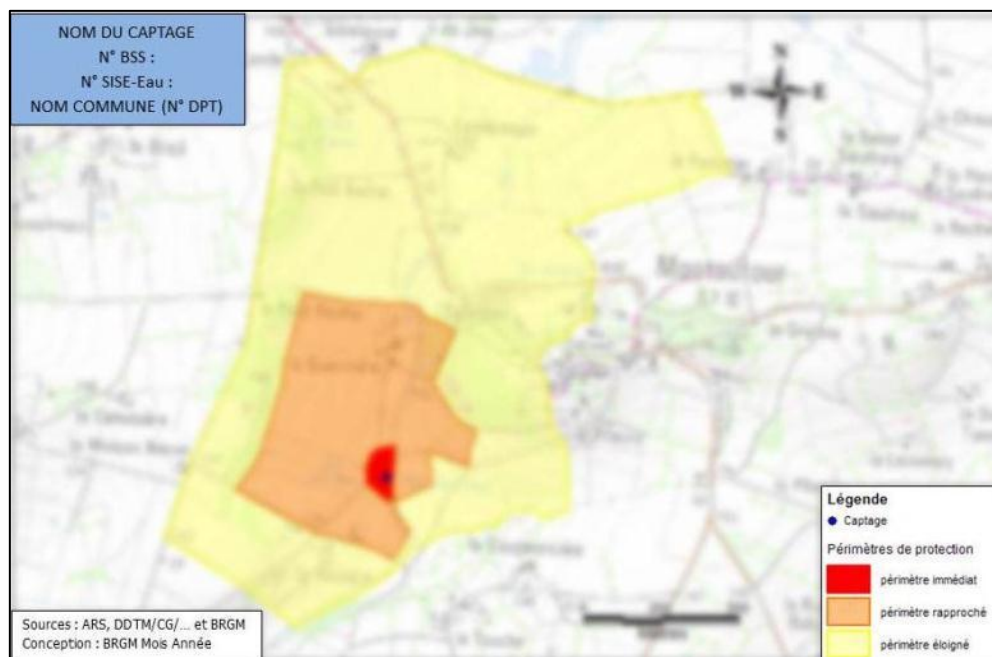


Illustration 14 - Exemple de carte de localisation d'un périmètre de protection (exemple en ligne sur le SIGES, volontairement floutté en raison du plan Vigipirate)

Un certain nombre de difficultés ont été rencontrées lors de l'élaboration de ces cartes :

- l'absence de périmètre de protection pour un captage AEP (abandon du captage avant que le périmètre de protection ne soit mis en place (cette installation peut prendre plusieurs années), procédure de mise en place des périmètres de protection en cours) ;
- des coordonnées XY de captages incorrectes ou imprécises, les localisant en dehors de leur périmètre de protection immédiat. Les coordonnées du captage, qui ont été obtenues par différents moyens techniques plus ou moins précis (GPS, placement manuel sur carte IGN, lieu du contrôle sanitaire...), ont été reprecisées ;
- des périmètres de protection sans captage principalement liés à une imprécision des coordonnées du captage ou l'abandon de son exploitation. Dans ce cas-là, les coordonnées ont également été reprecisées ;
- des captages identifiés comme abandonnés par certaines sources de données mais identifiés comme actuellement actifs par d'autres. Il a fallu contacter les organismes à l'origine des différentes sources des données afin d'avoir de plus amples informations pour ces captages ;
- la superposition de périmètres de protection quand les captages sont proches l'un de l'autre. Les superpositions sont dues à des DUP prises à des dates différentes et toujours en vigueur. Dans le cas de ces zones superposées, la plus « défavorable » pour les restrictions d'usage du sol a été représentée sur les cartes par-dessus l'autre zone.

Des échanges avec les fournisseurs de données ont permis de supprimer la plupart de ces difficultés et de réaliser les cartes.

Pour obtenir plus de détails, merci de consulter l'article : <http://sigesbre.brqm.fr/Cartographie-des-perimetres-de-protection.html>.

## **4.2. INVENTAIRE DES RECHERCHES EN EAU SOUTERRAINE DESTINEES A L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE**

Le BRGM a réalisé un inventaire des recherches d'eau souterraine destinées à l'alimentation en eau potable, effectuées dans les départements des Côtes d'Armor et du Morbihan durant les années 2008-2009-2010 (voir article du SIGES : <http://sigesbre.brgm.fr/Inventaire-des-recherches-en-eau-souterraine-pour-l.html>).

Cet inventaire a été réalisé grâce à la participation active des organismes suivants :

- Conseil Général des Côtes d'Armor (Direction de l'Environnement, Service de l'Eau Potable et des Déchets Ménagers) ;
- Syndicat départemental de l'eau du Morbihan, devenu début 2012 : Eau du Morbihan ;
- Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt du Morbihan (Cellule Hydrogéologie), devenue début 2010 : Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Morbihan (Service Eau Nature et Biodiversité).

Après avoir consulté les rapports des bureaux d'études transmis par ces organismes, le BRGM a vérifié si les ouvrages mentionnés étaient bien présents dans la BSS, suite à leurs déclarations au titre du Code Minier et de la Loi sur l'Eau. Les informations de certains points ont dû être corrigées (coordonnées, dénomination, approfondissement...) et/ou complétées (documents scannés associés au dossier : coupes géologiques et techniques, analyses d'eau, pompages d'essai...). Quelques dossiers BSS ont été créés notamment pour des piézomètres voisins des forages de reconnaissance.

A partir des documents collectés, certaines informations destinées à être reportées sur des cartes départementales ont été rassemblées : communes concernées par les recherches, acteurs impliqués, nombre de forages réalisés, débits obtenus...

Dans les cas où des données étaient incomplètes, des appels téléphoniques aux communes et syndicats concernés ont permis de préciser des renseignements (exemples : ouvrages mis en service, débits d'exploitation...).

Pour chacun des deux départements, deux cartes de synthèse ont été réalisées :

- une première rassemblant les informations principales telles que la commune où ont été effectuées les recherches, son code INSEE, le nombre d'ouvrages effectués ainsi que leur date de réalisation, le maître d'ouvrage, l'assistance technique, le bureau d'étude, le foreur et enfin le débit au soufflage et le débit d'exploitation (cf. Illustration 15) ;
- la seconde carte rassemble l'ensemble des acteurs ayant participé aux recherches en eau : l'assistance technique, le bureau d'étude, l'entreprise de forage, le maître d'ouvrage (cf. Illustration 16).

Les cartes présentées ont été validées par les fournisseurs de données.

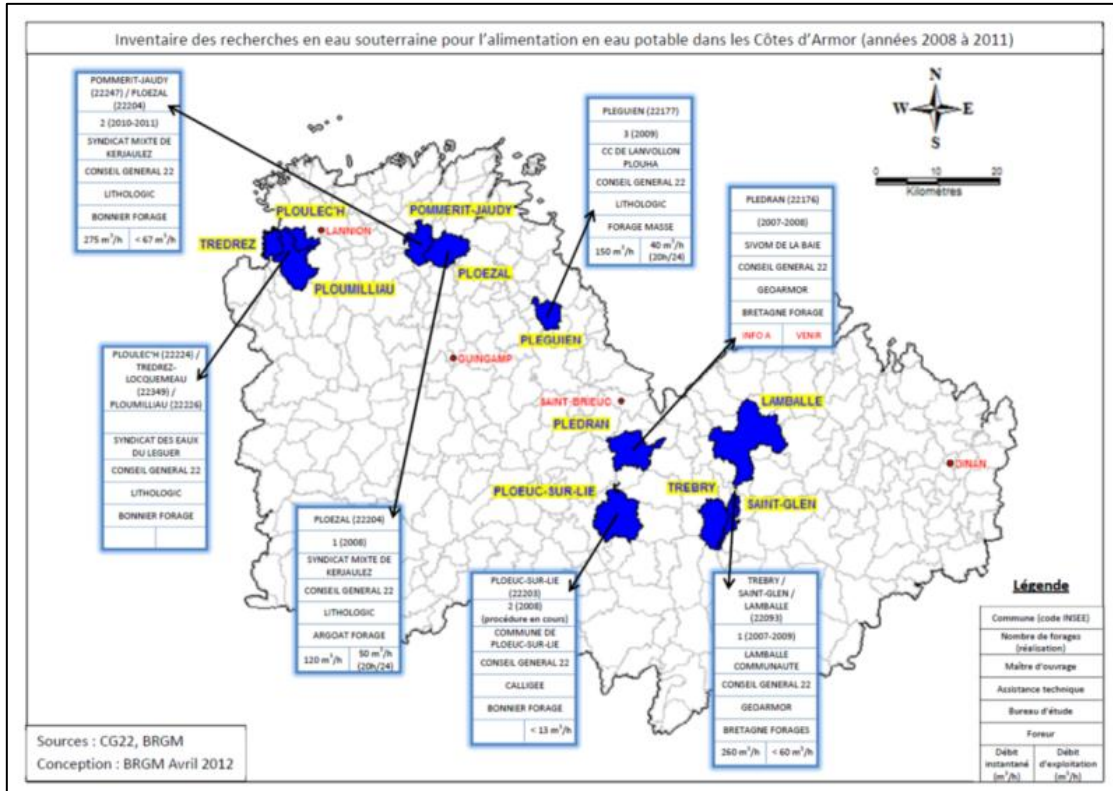


Illustration 15 - Carte de synthèse des recherches en eau souterraine destinées à l'alimentation en eau potable dans les Côtes d'Armor (2008 à 2011)

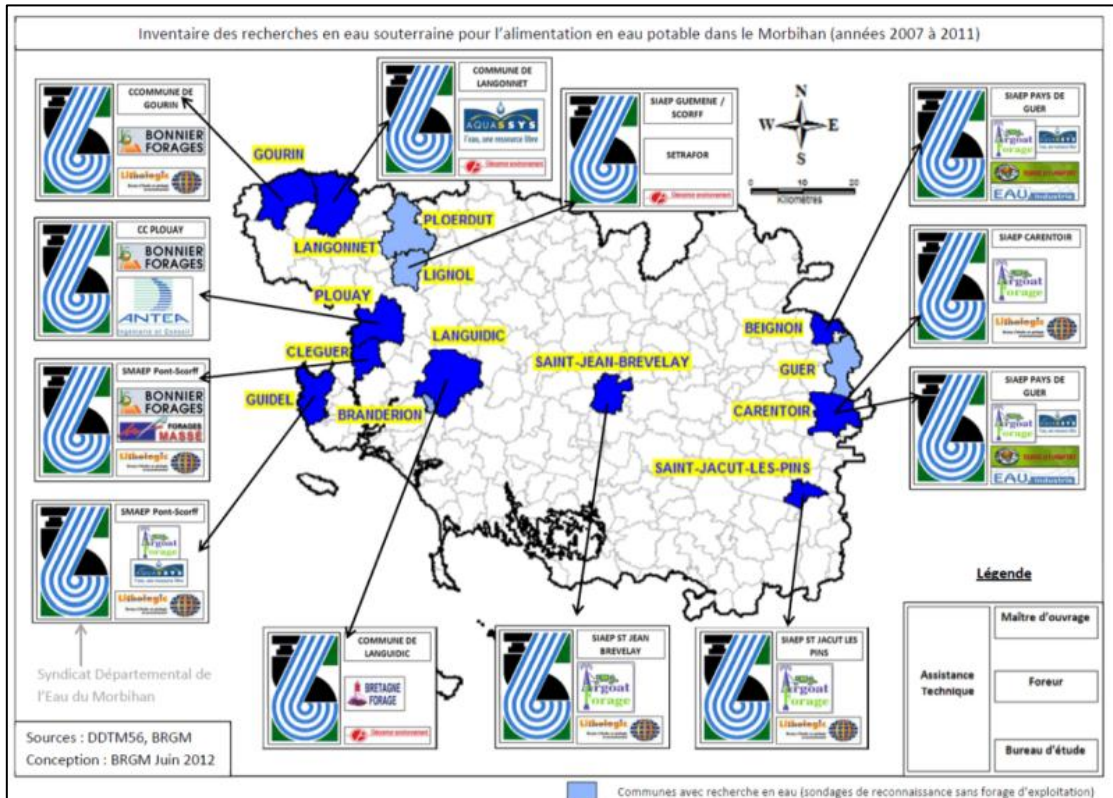


Illustration 16 - Carte de synthèse des recherches en eau souterraine destinées à l'alimentation en eau potable dans le Morbihan (2007 à 2011) - Acteurs principaux

L'inventaire des recherches effectuées dans les deux autres départements bretons (Ille-et-Vilaine et Finistère) pourrait être réalisé ultérieurement dans une phase 2 du projet (2013-2015).

### **4.3. INVENTAIRE ET HISTORIQUE DES PRELEVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE DECLARES**

Un inventaire des prélèvements d'eau souterraine déclarés par entité hydrogéologique BD LISA de niveau 3 a été réalisé sur l'année 2009. L'impact de ces prélèvements anthropiques sur la ressource en eau souterraine et le débit des rivières a ensuite été étudié. Les eaux souterraines contribuent tout au long de l'année à l'alimentation des rivières, et de façon plus importante en période d'étiage.

Un historique des prélèvements d'eau souterraine déclarés à l'AELB entre 1998 et 2009 a également été réalisé.

Bien que représentant une part conséquente des prélèvements d'eau en Bretagne, les prélèvements d'eau de surface n'ont pas été pris en compte dans ces bilans.

Les résultats des inventaires et des historiques des prélèvements sont représentés dans les fiches de synthèse hydrogéologique (cf. chapitre 3).

#### **4.3.1. Inventaire des prélèvements d'eau souterraines déclarés en 2009**

Des inventaires des prélèvements d'eau avaient été réalisés par le BRGM entre 2005 et 2009 sur 5 bassins versants bretons (Evel, Goyen, Meu, Ille Nord et Canut Nord : voir article <http://sigesbre.brgm.fr/Anciens-inventaires.html>). La méthodologie anciennement utilisée a été en partie reprise pour réaliser en 2012 les inventaires des prélèvements d'eau souterraine déclarés par entité hydrogéologique BD LISA de niveau 3. La méthodologie est détaillée dans l'article <http://sigesbre.brgm.fr/Inventaires-realises-en-2012.html>.

#### ***Données disponibles***

Cet inventaire des prélèvements déclarés d'eau souterraine a été réalisé par usage sur l'année 2009, en prenant en compte différentes sources de données :

- l'AELB qui répertorie les usages alimentation en eau potable (AEP), industriel et irrigation (paiement d'une redevance pour une consommation annuelle supérieure à 7000 m<sup>3</sup>) ;
- la Direction Régionale de l'Aménagement, de l'Environnement et du Logement (DREAL) qui recense les prélèvements industriels des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) ;
- les services en charge de la Police de l'Eau (Direction Départementale des Territoires et de la Mer – DDTM) qui répertorient les volumes prélevés supérieurs à 1000 m<sup>3</sup>/an, hors ICPE ;
- la Banque du Sous-Sol (BSS) du BRGM qui recense les ouvrages souterrains dont les points d'eau.

La base des forages domestiques déclarés en Mairie n'a pas été utilisée pour cet inventaire car elle est peu renseignée en Bretagne et ces forages sont enregistrés en BSS (information sur le volume estimatif prélevé).

Un bilan de l'ensemble des prélèvements a été testé tout d'abord sur quatre entités BD LISA (cf. Illustration 17) :

- Socle sédimentaire et plutonique dans les bassins versants du Guyoult de sa source à la mer, le Biez Jean et le Biez Brillant (173AC01) ;
- Socle métamorphique dans le bassin versant de l'Urne de sa source à la mer et côtiers (187AC01) ;
- Socle plutonique dans le bassin versant de l'Arz de sa source à l'Oust (non inclus) (199AE02) ;
- Socle plutonique dans les bassins versants de la Mignonne et l'Hôpital Camfrout de leurs sources à la mer et côtiers (191AE01).

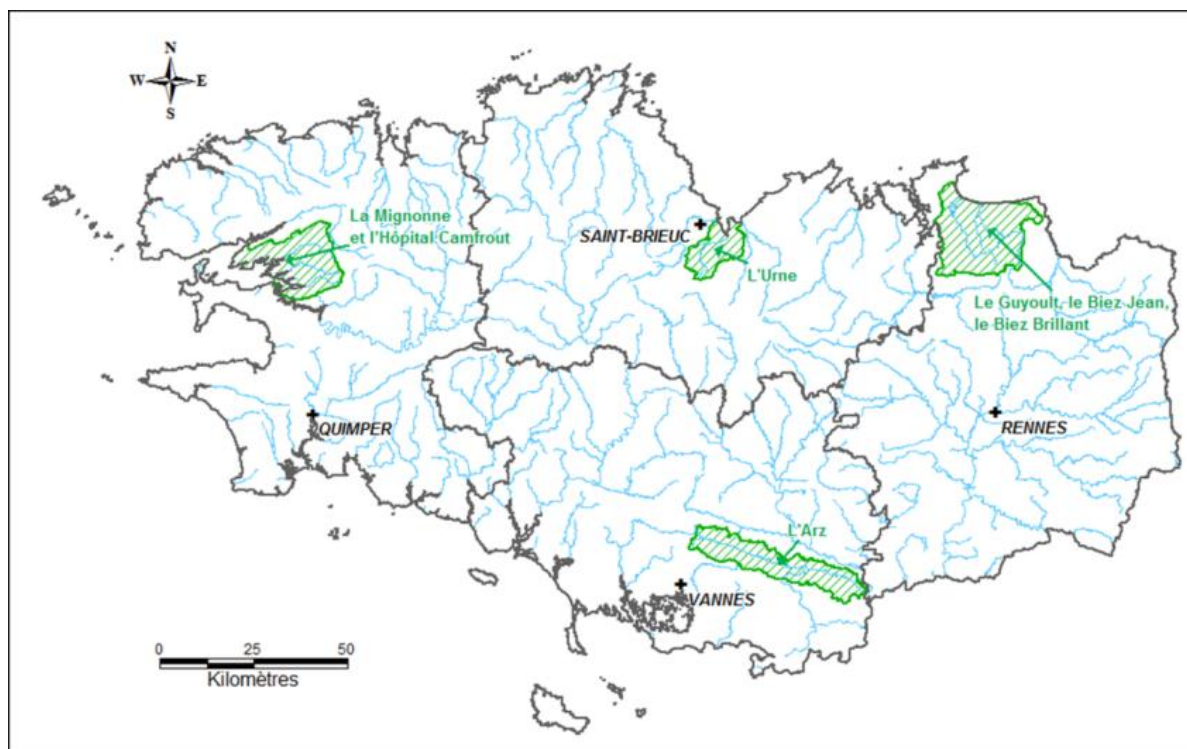


Illustration 17 - Entités hydrogéologiques « test » pour l'inventaire des prélèvements d'eau souterraine

Ce test a montré la nécessité de prendre en compte des prélèvements complémentaires à ceux déclarés (AELB, DREAL et Police de l'eau), notamment à partir de la BSS. En effet, aucune donnée sur les volumes prélevés à usage élevage n'était disponible en format numérique ; la seule estimation possible de ces volumes peut être réalisée grâce aux informations recensées en BSS (estimation des volumes prélevés pour l'usage agricole : 5 m<sup>3</sup>/jour (d'après les inventaires réalisés entre 2005 et 2009)). La méthode de prise en compte des données issues de la BSS est détaillée dans l'article <http://sigesbre.brqm.fr/Inventaires-realises-en-2012.html>.

Après ce test, la méthode a été généralisée à d'autres entités hydrogéologiques BD LISA de niveau 3.



### **Difficultés rencontrées**

Les données provenant de différents organismes, il a fallu vérifier qu'il n'existait pas de doublons entre les différents fichiers (AELB, DREAL, et Police de l'eau).

La localisation exacte des points d'eau n'est pas toujours connue avec une précision suffisante. Certains points de prélèvements sont situés par défaut au centroïde des communes. La difficulté du travail a été de replacer ces derniers points (à l'aide de cartes IGN, de recherches Internet, des parcelles cadastrales, des points de captage AEP, d'une base de données répertoriant les industries ICPE bretonnes), notamment pour les communes se situant à cheval entre plusieurs entités hydrogéologiques. En effet, il ne faut pas affecter un prélèvement dans l'entité voisine.

### **Présentation des résultats**

Les résultats de ces inventaires sont ensuite présentés sous forme d'un tableau par entité BD LISA chiffrant l'ensemble des prélèvements en eaux souterraines déclarés par usage, pour l'année 2009 (cf. Illustration 18) :

Utilisation des ouvrages	Prélèvements eau souterraine (m <sup>3</sup> /an)	Part des usages en %
ALIMENTATION EN EAU POTABLE (AEP)	0	0.0%
INDUSTRIEL	379 302	44.3%
IRRIGATION	106 245	12.4%
ÉLEVAGE	290 017	33.9%
DOMESTIQUE (usage familial)	23 748	2.8%
AUTRES (autre sans usage alimentaire, géothermie, lavage, ...)	57 370	6.7%
<b>TOTAL</b>	<b>856 682</b>	<b>100%</b>

*Illustration 18 - Estimation des prélèvements déclarés en eau souterraine sur le bassin versant de l'Arz en 2009 (entité 199AE02)*

Le calcul du volume d'eau souterraine prélevé en 2009 a été effectué sur 26 entités hydrogéologiques bretonnes (cf. Illustration 19), réparties sur les 4 départements (cela couvre environ 40 % de la superficie régionale).

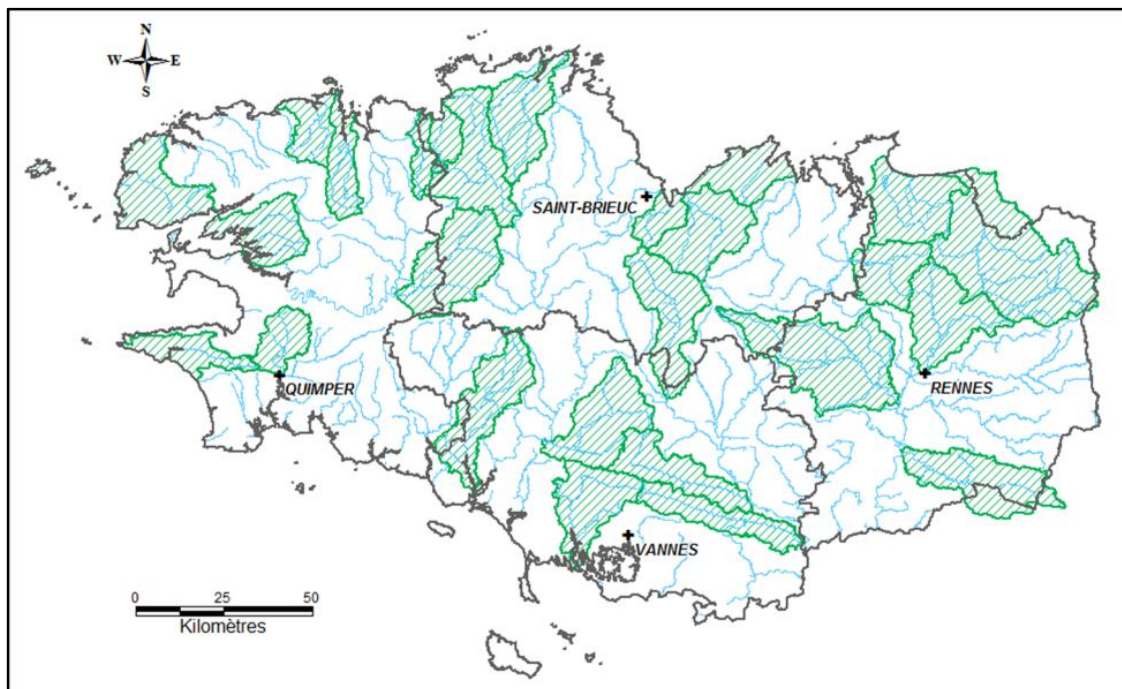


Illustration 19 - Entités hydrogéologiques où a été réalisé l'inventaire des prélèvements déclarés d'eau souterraine en 2009

#### 4.3.2. Bilan hydrologique

Les prélèvements souterrains déclarés sur les entités hydrogéologiques ont ensuite été comparés aux débits des rivières correspondantes (écoulement annuel et écoulement d'étiage) et aux volumes d'eau infiltrés annuellement dans le sous-sol, afin d'étudier l'influence de ces prélèvements sur la ressource en eau (cf. Illustration 20).

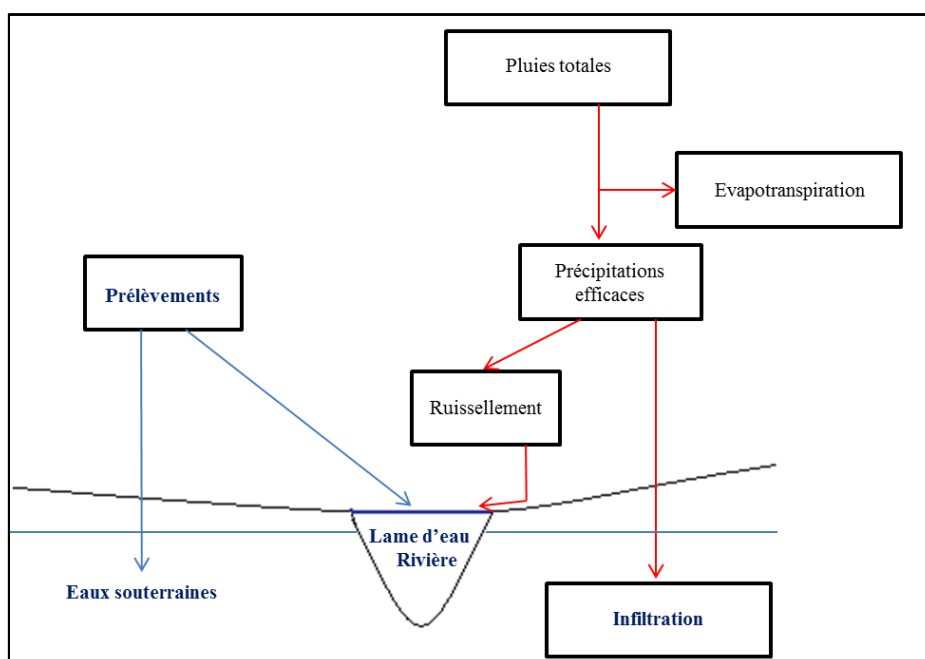


Illustration 20 - Principe du bilan hydrologique

## **Données disponibles**

Les données suivantes ont été utilisées pour réaliser ce bilan :

- Débit des rivières : la DREAL Bretagne a fait une extraction le 7 juin 2012 dans la Banque HYDRO (<http://www.hydro.eaufrance.fr>) des paramètres suivants :
  - o VCN30 quinquennal (débit moyen minimal annuel calculé sur 30 jours consécutifs, de période de retour 5 ans) en m<sup>3</sup>/s ;
  - o lame d'eau annuelle (= module) en mm/an.
 Ces valeurs ont été calculées sur toute la chronique disponible de 70 stations hydrologiques positionnées sur les rivières bretonnes. Cependant, ces chiffres sont biaisés par :
  - o la date de début de mesure (les stations « qui ont connu » la sécheresse de 1976 produisent des valeurs plus faibles) ;
  - o l'influence de la présence de barrages ou de prélèvements AEP.
- Précipitations : les données de pluies efficaces (différence entre les précipitations et l'évapotranspiration réelle), qui permettent le calcul des volumes d'eau infiltrés annuellement, proviennent du Ministère en charge de l'Ecologie (MEEDDM - 2005) : normales de pluies efficaces (en mm), moyennes annuelles sur la période 1946-2001.

Pour réaliser le bilan hydrologique, des hypothèses simplificatrices ont été établies :

- les prélèvements souterrains sont répartis uniformément sur toute la superficie de l'entité ;
- les prélèvements souterrains sont répartis uniformément durant l'année (on sait cependant qu'à l'étiage, les réserves en eau sont plus sollicitées, notamment pour l'irrigation).

*NB : Seuls les prélèvements souterrains sont pris en compte dans ce bilan mais les prélèvements de surface représentent une part non négligeable des prélèvements totaux.*

## **Présentation des résultats**

Un tableau a été réalisé par entité pour présenter le bilan hydrologique. Dans chaque tableau (cf. Illustration 21), on trouve :

- le pourcentage « lame d'eau annuelle » correspond à la part des prélèvements annuels déclarés d'eau souterraine sur le volume d'eau s'écoulant annuellement dans la rivière ;
- le pourcentage « lame d'eau à l'étiage » représente la part des prélèvements déclarés d'eau souterraine sur le volume d'eau disponible dans la rivière en période d'étiage (période de basses eaux) ;
- le pourcentage de la « ressource infiltrée » représente la part des prélèvements déclarés d'eau souterraine sur la quantité d'eau de pluie infiltrée dans le bassin versant.

<b>Ressource étudiée</b>	<b>Part des prélèvements d'eau souterraine</b>
Lame d'eau	0,6 %
Lame d'eau étiage	11,6 %
Ressource infiltrée	1,4 %

*Illustration 21 - Bilan hydrologique sur le bassin versant de l'Arz (entité 199AE02)*

En reprenant l'ensemble des résultats obtenus sur les 26 entités traitées, on obtient les statistiques suivantes :

	% infiltration	% période étiage	% lame d'eau
minimum	0.02	1.31	0.20
MAXIMUM	6.18	349.00	3.50
Moyenne	2.09	37.74	1.26

Illustration 22 - Part des prélèvements d'eau souterraine déclarés en 2009 sur l'infiltration annuelle, la lame d'eau en période d'étiage et la lame d'eau annuelle (statistiques sur les 26 entités BD LISA de niveau 3 traitées)

Ceci indique que l'impact des prélèvements anthropiques souterrains sur le débit des rivières bretonnes est variable et plus ou moins négligeable selon les entités BD LISA.

#### 4.3.3. Historique des prélèvements d'eau souterraine entre 1998 et 2009

En prenant seulement en compte les données de l'AELB, un histogramme d'évolution des prélèvements (usages : AEP, irrigation, industrie) entre 1998 et 2009 a été réalisé, pour chaque entité hydrogéologique de socle bretonne (cf. Illustration 23).

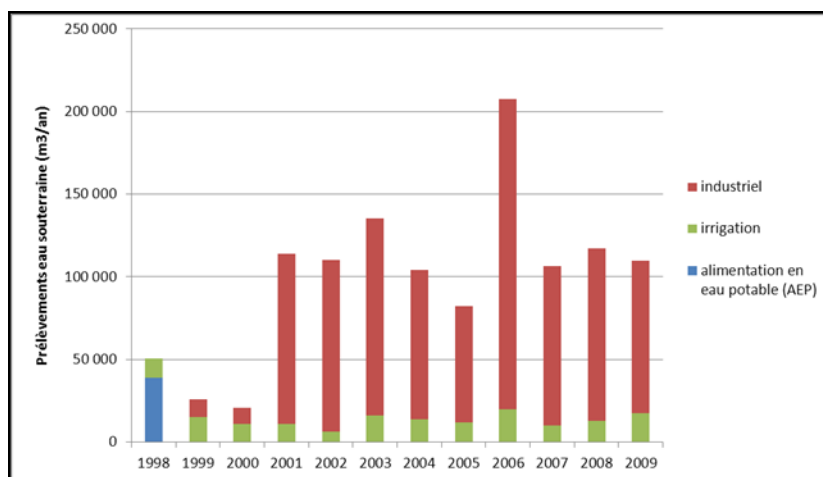


Illustration 23 - Evolution des prélèvements d'eau souterraine dans le bassin versant de l'Arz (entité 199AE02) entre 1998 et 2009 (source : AELB)

Les mêmes histogrammes de prélèvements ont été également réalisés pour les aquifères des alluvions fluviales de l'Oust et de la Vilaine. Dans le fichier de l'AELB fourni fin janvier 2012, les points sélectionnés sont alluviaux (« Code nature ressource = NA = Nappe Alluviale »), les usages recensés sont l'AEP et les industries.

Le même travail a été effectué dans les aquifères d'âge Tertiaire, ensemble de petits bassins se situant principalement en Ille-et-Vilaine. Les points de prélèvements d'eau potable captant le Tertiaire ont été déterminés à partir des coordonnées des points de l'ARS (cf. chapitre 4.1.). 24 captages sont présents : ils sont destinés à l'AEP et à l'usage industriel. Cependant, peu d'informations dans les fichiers de l'Agence de l'Eau permettent de distinguer les points captant les aquifères Tertiaire des points captant les aquifères de socle. Certains prélèvements n'ont donc probablement pas été comptabilisés dans ce dernier bilan.

## 5. Descriptif succinct du contenu du SIGES Bretagne, par rubrique thématique

Les données collectées, valorisées et créées dans le cadre du projet SIGES Bretagne ont été rassemblées au sein d'articles dans le site Internet qui peuvent comporter des documents et illustrations, et renvoient le cas échéant vers l'espace cartographique, vers un autre article du site, et vers un site Internet externe.

Les 90 articles sont répartis et organisés en rubriques et sous-rubriques (cf. le plan détaillé du site en Annexe 3). Les 7 rubriques thématiques sont accessibles dans le bandeau bleu, situé dans la partie haute de la page d'accueil, et sont toujours visibles, depuis n'importe quelle partie du site.

Le choix des thématiques s'est porté vers une structuration qui part des données « de base » (la connaissance de la géologie est le préalable à toute étude hydrogéologique), puis les notions et données fondamentales de l'hydrogéologie (quantité/qualité), en allant vers des thématiques plus « précises » (vulnérabilité, géothermie, législation).

Les données sont présentées sous forme synthétique et adaptée en fonction des publics visés : public « expert », grand public et public scolaire. Ceci permet de signaler l'effort réalisé pour la vulgarisation du contenu.

Les paragraphes ci-dessous présentent de manière succincte les différentes rubriques et leur contenu. Pour plus d'informations, nous vous invitons à consulter le site Internet <http://sigesbre.brgm.fr/>.

### 5.1. GEOLOGIE

Cette rubrique (<http://sigesbre.brgm.fr/-Geologie-.html>) est composée des sous-rubriques suivantes :

- Notions de géologie ;
- Histoire géologique de la Bretagne ;
- Contexte géologique breton ;
- Altération des roches.

#### 5.1.1. Notions de géologie

Cette sous-rubrique présente quelques notions de géologie, les roches sédimentaires, les roches magmatiques, les roches métamorphiques et la stratigraphie. Elle s'adresse idéalement aux étudiants (cible scolaire), mais peut intéresser tous les publics.

En région Bretagne, le sous-sol est majoritairement constitué de roches magmatiques, métamorphiques et sédimentaires anciennes : ce sont des roches dites « de socle ».

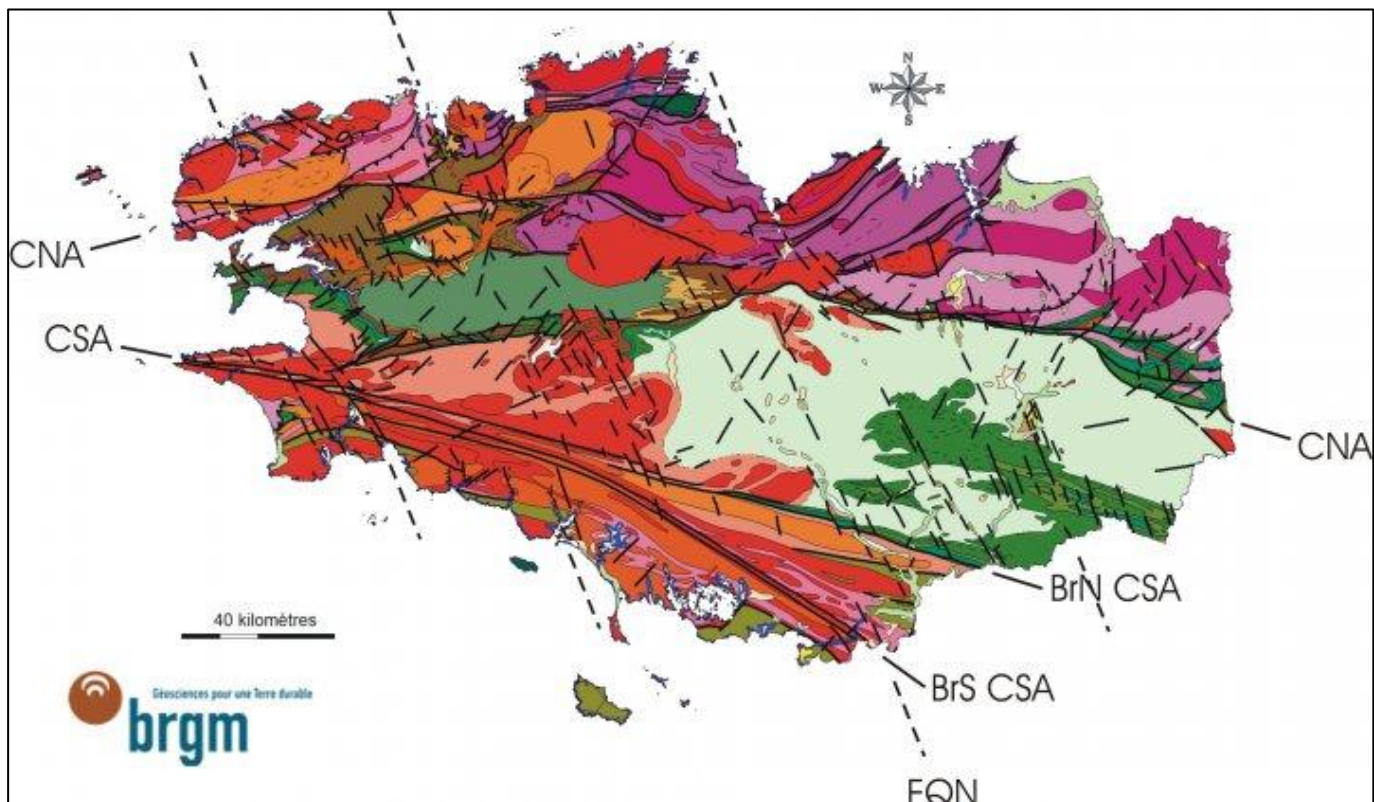
Cette sous-rubrique est constituée essentiellement d'informations destinées aux non-initiés, mais contient également quelques éléments utiles aux « experts » (bureaux d'étude, services d'état...) comme la charte chrono-stratigraphique détaillée proposée par le BRGM (Octobre 2006).

### 5.1.2. Histoire géologique de la Bretagne

La sous-rubrique propose une présentation générale illustrée de la géologie du Massif Armoricaïn (l'histoire géologique de la région Bretagne est intimement liée à celle du Massif Armoricaïn), parle de la sismicité actuelle, et explique l'architecture géomorphologique de la Bretagne. Plusieurs références bibliographiques viennent étoffer cet article.

Les formations géologiques les plus répandues et les plus anciennes sont des formations dites de socle (schistes, granites, gneiss...) dont l'origine remonte à l'ère primaire (ou Paléozoïque) voire au Protérozoïque (cf. Illustration 24).

L'article a été ciblé pour un public scolaire.



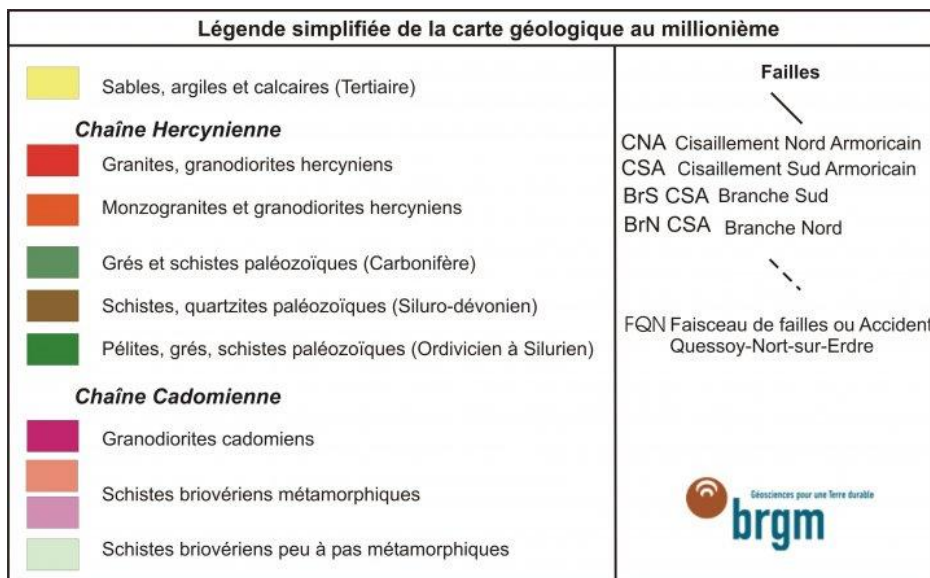


Illustration 24 - Carte géologique au millionième de la Bretagne et failles associées, Eds BRGM

### 5.1.3. Contexte géologique breton

Cette sous-rubrique parle des cartes géologiques du BRGM disponibles sur la région Bretagne aux échelles 1/1 000 000, 1/250 000 et 1/50 000. L'article peut intéresser aussi bien le grand public que le public scolaire.

Il y a également un article présentant des exemples de modèles géologiques réalisés vers Maël-Carhaix en Centre Bretagne, et sur le bassin Tertiaire du Sud de Rennes.

Enfin, une plaquette abordant les notions de la géologie bretonne est téléchargeable. Elle a été éditée à l'attention des ateliers de forage des nombreuses entreprises bretonnes.

### 5.1.4. Altération des roches

Dans cette sous-rubrique figure un article sur les altérites du socle.

Les processus d'altération permettent d'expliquer l'existence des aquifères de socle (altérites et zone fissurée). Un profil d'altération type est détaillé et illustré avec plusieurs photographies d'affleurements et schémas.

L'article peut intéresser aussi bien le grand public, un public scolaire, que les experts, de sorte qu'il n'a pas été « ciblé » (absence de pictogramme).

## 5.2. HYDROGÉOLOGIE

L'hydrogéologie est la science de l'eau souterraine. Cette rubrique propose une présentation des principales notions d'hydrogéologie, les référentiels de délimitation des systèmes aquifères, les principaux aquifères de la région Bretagne.

Cette rubrique (<http://sigesbre.brgm.fr/-Hydrogeologie-.html>) propose une présentation selon la répartition suivante :

- Notions d'hydrogéologie ;
- L'eau en Bretagne ;
- Forages et points d'eau ;
- Référentiels hydrogéologiques ;
- SILURES ;
- Etudes en cours ;
- Maquette.

### **5.2.1. Notions d'hydrogéologie**

Cette sous-rubrique présente les principales notions à connaître sur les eaux souterraines : notion d'aquifère, principaux types d'aquifères (sédimentaires, alluviaux et socle), définition d'une nappe, nappe libre ou captive...

En Bretagne, les nappes des roches dures fissurées de socle sont libres et elles constituent le principal réservoir aquifère aux capacités modestes mais appréciables pour les petites collectivités et les agriculteurs.

### **5.2.2. L'eau en Bretagne**

Cette sous-rubrique est divisée en deux parties : les relations eau de surface / eau souterraine, et les aquifères bretons (article ciblé grand public ou public scolaire).

La première partie revient sur le cycle de l'eau, les circulations des eaux souterraines, le mode de recharge des nappes, leur inertie et leur relation avec les cours d'eau. On insiste ici aussi sur la cohérence entre bassins versants topographiques et hydrogéologiques.

La seconde partie décrit les aquifères que l'on peut observer en Bretagne, région dont le sous-sol est majoritairement constitué de roches dures anciennes dites de socle. Contrairement au bassin Aquitain et au bassin Parisien, il n'existe pas 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. En complément de ces aquifères de socle (altérites et horizon fissuré), il existe également des aquifères alluviaux et des aquifères sédimentaires localisés dans de petits bassins d'âge tertiaire (cf. Illustration 1 au chapitre 1.1.).

### **5.2.3. Forages et points d'eau**

Cette sous-rubrique est l'une des plus riches du SIGES Bretagne.

Le 1<sup>er</sup> article détaille et illustre les ouvrages permettant de capter les eaux souterraines bretonnes (principalement des forages, et quelques puits ou sources). Il différencie les notions de débit instantané (obtenu en fin de foration) et débit d'exploitation (débit que l'on pourra pomper en continu dans l'aquifère). Il termine en décrivant les caractéristiques des forages bretons (profondeurs et débits instantanés) : le forage breton moyen fait 56 m de profondeur et a un débit instantané de 9 m<sup>3</sup>/h. Cet article peut intéresser aussi bien le grand public que le public scolaire.



Le 2<sup>nd</sup> article présente tous les usages des captages d'eaux souterraines : AEP, agricole (élevage, irrigation), industriel, domestique, collectif, surveillance et géothermie.

Le 3<sup>ème</sup> article explique le travail du BRGM pour stocker dans la BSS les informations des ouvrages déclarés en application du Code Minier (article L411-1). Ces données sont mises à la disposition du public sur le site Internet Infoterre (<http://infoterre.brgm.fr/>). Un graphique montre l'évolution du nombre annuel de déclarations de forages en Bretagne depuis 1974 (cf. Illustration 25). Le BRGM Bretagne en reçoit actuellement environ 1 100 par an. Selon le type d'information recherchée, cet article a été ciblé grand public ou expert.

Face à la multiplication des forages d'eau réalisés en Bretagne et suite à l'Arrêté du 11 septembre 2003 (fixant les prescriptions générales applicables aux sondage, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain soumis à déclaration), le 4<sup>ème</sup> article rappelle les prescriptions techniques relative à la réalisation de ces ouvrages. Plusieurs documents sont proposés au téléchargement : deux plaquettes forages, guide méthodologique « Forages et prélèvements d'eau souterraine », formulaire de déclaration préalable des ouvrages au titre du code minier... Selon le type d'informations recherchées, cet article a été ciblé grand public ou expert.

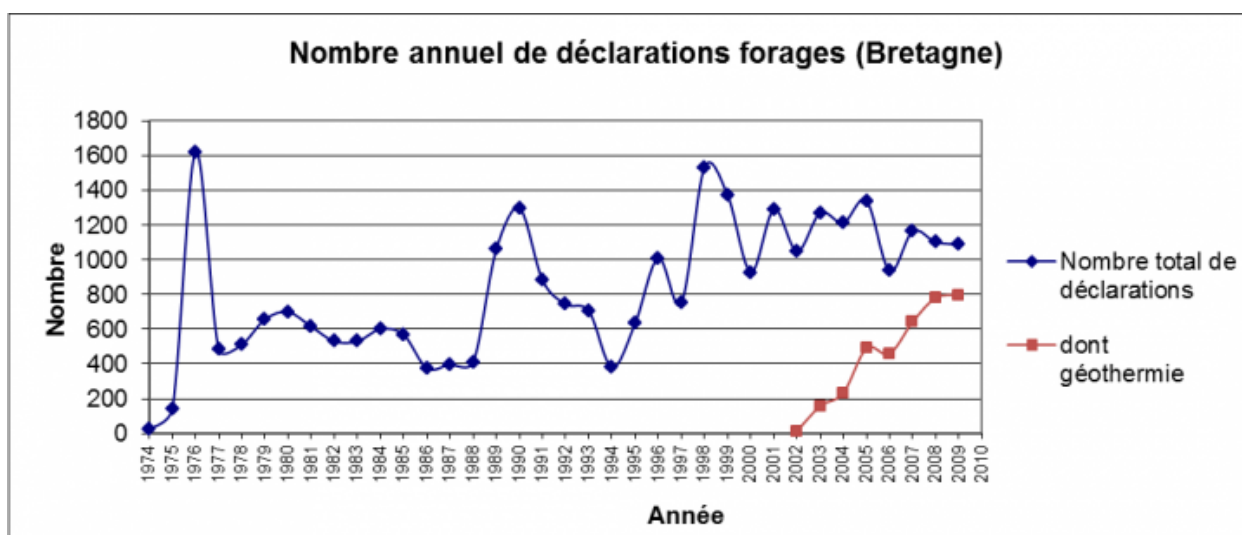


Illustration 25 - Evolution des déclarations de forages en Bretagne (1974-2009)

#### 5.2.4. Référentiels hydrogéologiques

Des référentiels hydrogéologiques ont été mis en place pour apporter une description physique des aquifères suivant différents niveaux de prise en compte de la complexité du milieu souterrain. Il existe 2 référentiels distincts pour les eaux souterraines :

- les masses d'eau souterraine : elles correspondent à des volumes distincts d'eau souterraine, à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères, destinés à être les unités d'évaluation de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE-2000/60/CE) ;
- les entités hydrogéologiques : il s'agit d'une délimitation des aquifères au sens de l'hydrogéologue, constituant le référentiel hydrogéologique français version 2 nommé BD LISA (Base de Données sur les Limites des Systèmes Aquifères). Ce nouveau référentiel, finalisé et diffusé fin 2012, individualise l'ensemble des niveaux aquifères à une échelle nationale (niveau 1), une échelle régionale (niveau 2) et enfin une échelle locale (niveau 3).

La sous-rubrique « référentiels hydrogéologiques » propose des articles définissant ces masses d'eau souterraine et la BD LISA, et d'autres insistant sur le nombre d'objets et leurs spécificités régionales. Ainsi, on dénombre en Bretagne :

- 26 masses d'eau souterraines, dont tout ou partie de la masse d'eau se trouve dans la région (24 appartiennent au domaine de socle et 2 sont de type alluvial) ;
- 12 entités hydrogéologiques de socle de niveau national (niveau 1), 31 entités de socle de niveau régional (niveau 2), et 63 entités de socle de niveau local (niveau 3). A celles-ci s'ajoutent 6 entités sédimentaires (niveau 3).

La sous-rubrique permet également de télécharger les deux types de fiches de synthèse hydrogéologique détaillées au chapitre 3.

### **5.2.5. SILURES**

Le programme SILURES signifie « Système d'Information pour la Localisation et l'Utilisation des Ressources en Eau Souterraine ». Ce programme, d'une durée de 6 ans (2002-2008), a été financé par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, le Conseil Régional de Bretagne, les Conseils Généraux des Côtes d'Armor, du Finistère, d'Ille-et-Vilaine et du Morbihan, le Syndicat Mixte départemental de Gestion des eaux en Ille-et-Vilaine, la Direction Régionale de l'Environnement Bretagne et le BRGM.

La sous-rubrique présente le programme SILURES composé de 3 volets (SILURES Bretagne, SILURES Bassins versants et SILURES Suivi), les cartes SILURES Bretagne, et les cartes SILURES Bassins versants. Chaque carte est associée à des questions permettant de préciser son mode de conception : Comment a été établie cette carte ? A quelle échelle ?, et A quoi sert cette carte ?

Ces articles permettent également de décrire les couches affichables dans l'espace cartographique du SIGES Bretagne.

### **5.2.6. Etudes en cours**

Deux études sont présentées : CASPAR acronyme qui signifie Caractérisation des Aquifères Semi-Profonds Armoricaux, et CINERGY signifiant Connaissance de la géologie profonde du bassin tertiaire Rennais, à visée Géothermique et hydrogéologique.

Compte-tenu du côté multithématiques et recherches scientifiques de ces études, les articles ont été ciblés « expert ».

### **5.2.7. Maquette**

En partenariat avec le BRGM et le CNRS, l'Université de Rennes 1 a réalisé en 2008 une maquette destinée à représenter de manière concrète et interactive l'effet d'une pollution de surface sur un aquifère poreux fracturé, correspondant par exemple aux granites fracturés bretons.

Deux posters, visibles dans le SIGES, résument l'étude des aquifères et les écoulements mis en évidence grâce à cette maquette.

### 5.3. QUANTITE

Cette rubrique (<http://sigesbre.brgm.fr/-Quantite-.html>) présente les éléments relatifs à l'état quantitatif des eaux souterraines en Bretagne.

Il s'agit des données de suivi du niveau des nappes, de la situation des nappes au regard de l'objectif de bon état des eaux souterraines fixé par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) ainsi que des inventaires des prélèvements d'eau souterraine et des recherches en eau pour l'alimentation en eau potable.

#### 5.3.1. Suivi du niveau des nappes

Afin de connaître l'état de la ressource en eau en termes de quantité, il est indispensable de surveiller la profondeur de la surface des nappes (niveau piézométrique). Elle peut être mesurée ponctuellement par une sonde manuelle, ou régulièrement à l'aide d'enregistreur automatique, avec données télétransmises pour le plus perfectionné. En Bretagne, les mesures sont réalisées dans des forages et des piézomètres.

Cette sous-rubrique présente aussi les caractéristiques du réseau régional de surveillance des nappes (réseau piézométrique régional « RRESOUPBRE - 040000020 - réseau de suivi quantitatif des eaux souterraines de la région Bretagne », cf. Illustration 26), apporte des précisions sur l'accès aux informations détaillées via le site Internet Accès aux Données sur les Eaux Souterraines (ADES).

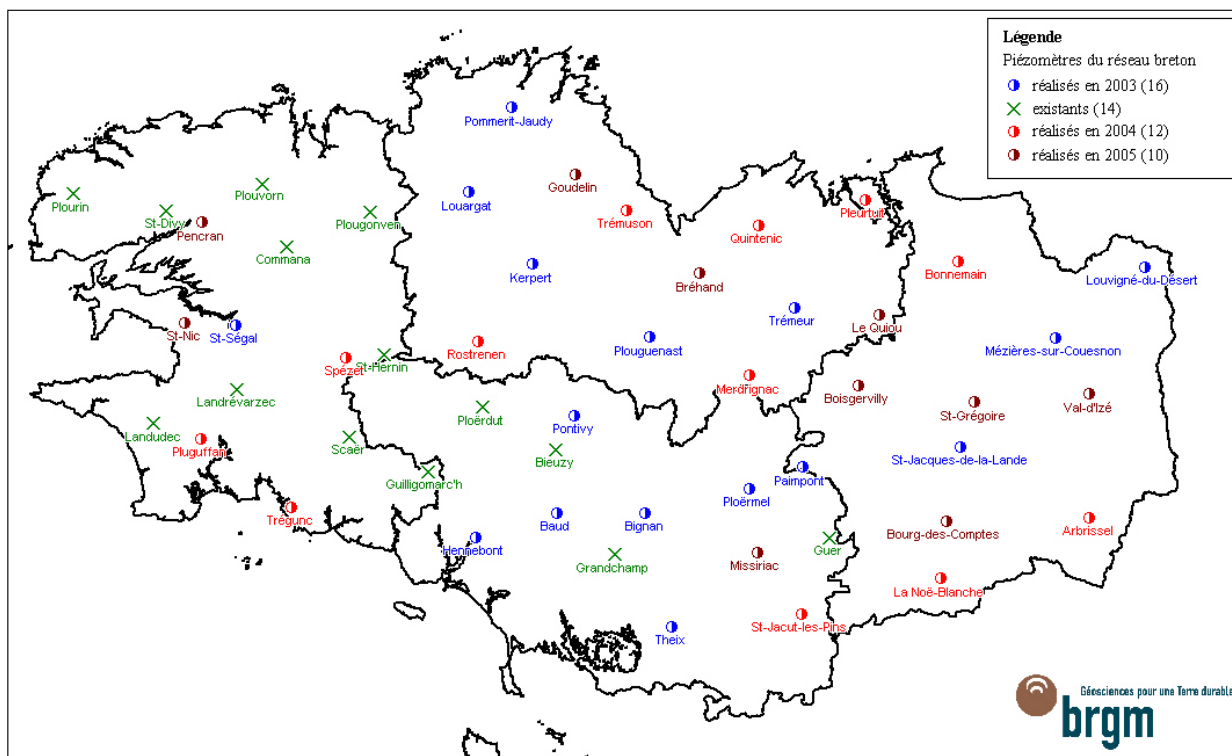


Illustration 26 - Mise en place du réseau piézométrique régional

Un article recense tous les bulletins de situation des nappes réalisés à plusieurs échelles : au niveau national, au niveau du bassin Loire-Bretagne et au niveau de la région Bretagne. Des liens permettent de consulter chaque document.

Depuis 2007, le BRGM Bretagne réalise un bilan global annuel de l'évolution des niveaux de nappe régionaux. Le dernier article de la sous-rubrique détaille ces bilans en plusieurs paragraphes.

### **5.3.2. Etat quantitatif DCE**

En complément de la sous-rubrique sur le suivi des nappes (piézométrie), celle-ci aborde plus particulièrement les notions de stock disponible, et d'état quantitatif des nappes au sens de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau 2000/60/CE (DCE).

La DCE définit le bon état quantitatif des eaux souterraines : « le bon état est celui où le niveau de l'eau souterraine dans la masse d'eau est tel que le taux annuel moyen de captage à long terme ne dépasse pas la ressource disponible de la masse d'eau souterraine ».

L'évaluation de l'état quantitatif des masses d'eau souterraine est définie par la DCE et sa directive fille « eaux souterraines » 2006/118/CE.

Actuellement, toutes les masses d'eau souterraines bretonnes sont en bon état quantitatif.

### **5.3.3. Inventaires**

Cette sous-rubrique présente deux types d'inventaires réalisés par le BRGM en Bretagne :

- un inventaire des recherches d'eau souterraine destinées à l'alimentation en eau potable, effectuées par les départements des Côtes d'Armor et du Morbihan durant les années 2008-2009-2010 ;
- un inventaire des volumes d'eau souterraine prélevés par bassin versant sur l'année 2009, et une analyse de l'impact de ces prélèvements sur la ressource en eau souterraine et le débit des rivières.

Ces deux inventaires sont respectivement détaillés aux chapitres 4.2. et 4.3. du présent rapport.

### **5.3.4. Arrêtés sécheresse**

Pour faire face à une insuffisance de la ressource en eau en période d'étiage, les Préfets sont amenés à prendre des mesures exceptionnelles de limitation ou de suspension des usages de l'eau en application de l'article L.211-3 II-1 du code de l'environnement.

La sous-rubrique « Arrêtés sécheresse » redirige vers le site Internet Propluvia, du Ministère de l'Ecologie (<http://propluvia.developpement-durable.gouv.fr/propluvia/faces/index.jsp>).

## **5.4. QUALITE**

Cette rubrique (<http://sigesbre.brgm.fr/-Qualite-.html>) présente les éléments relatifs à l'état qualitatif des eaux souterraines en Bretagne.

Les informations consultables concernent les données de suivi de la qualité des nappes (ADES), des informations sur l'état qualitatif des masses d'eaux souterraines au sens de la DCE, les critères de qualité, les problématiques de qualité (nitrates, biseau salé...).

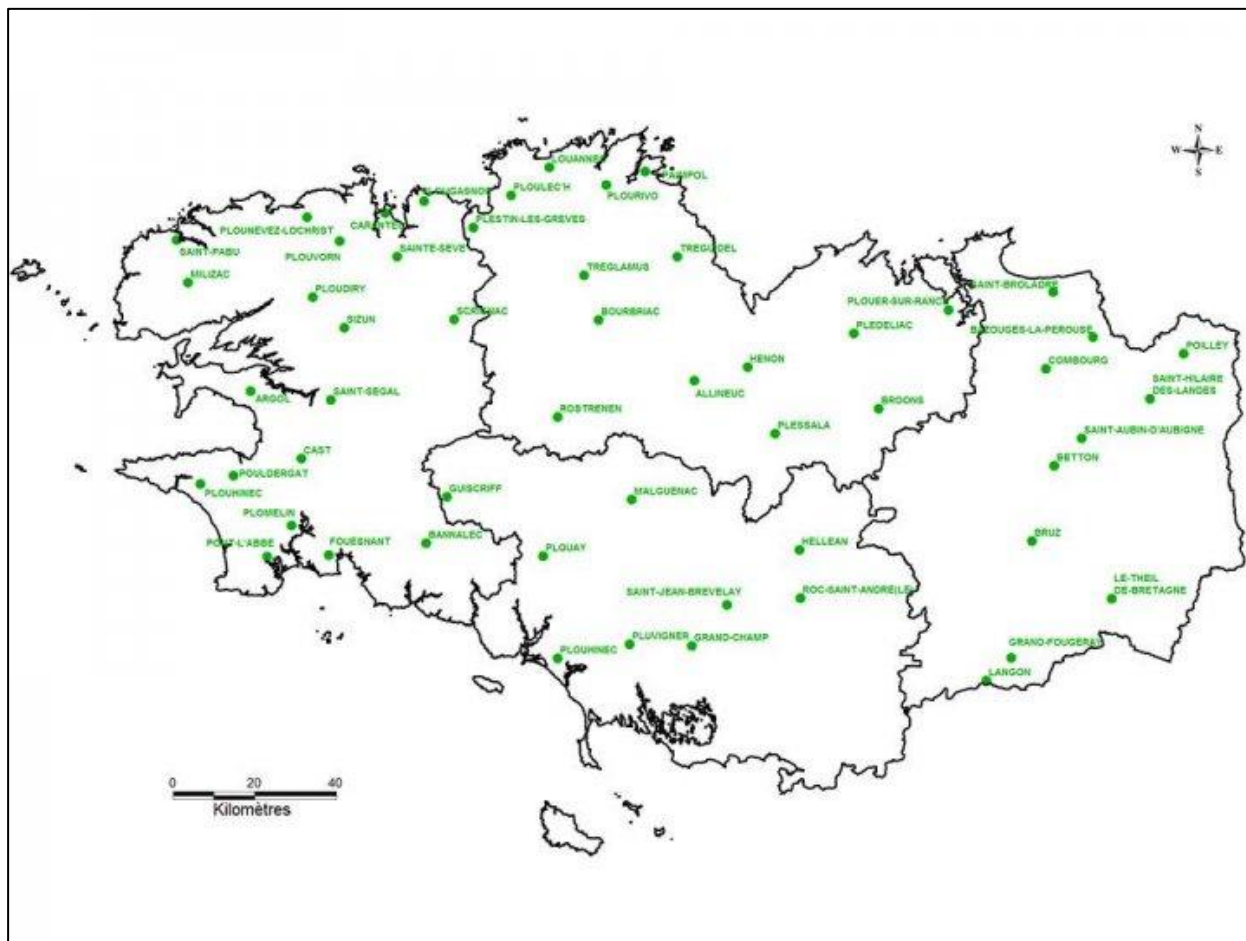
### **5.4.1. Qualité des eaux souterraines bretonnes**

Les grandes caractéristiques de l'eau souterraine de Bretagne sont détaillées dans cette sous-rubrique : bonne qualité bactériologique, minéralisation assez faible, pH acide, eau douce mais agressive, teneurs élevées en fer et en manganèse...

### **5.4.2. Suivi de la qualité**

Outre le réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines de l'AELB, il existe d'autres réseaux de suivis de la qualité : contrôle sanitaire de l'eau destinée à l'alimentation en eau potable (ARS), et suivi réglementaire des nitrates relatif aux zones vulnérables (DREAL).

Un article détaille le fonctionnement du réseau AELB ou réseau DCE qui s'intéresse au suivi de l'état qualitatif des masses d'eau souterraine. Il est composé de points représentatifs de la qualité des nappes du bassin Loire-Bretagne. En Bretagne, ce réseau comporte 54 points de mesure (cf. Illustration 27) ; points aussi appelés qualitomètres.



*Illustration 27 - Réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne sur la région de Bretagne*

Les limites et références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (EDCH) sont consultables en annexe de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique. L'arrêté est téléchargeable dans le SIGES.

Les données de qualité sont accessibles sur le site ADES (<http://www.ades.eaufrance.fr/>).

### 5.4.3. Evaluation de la qualité

Dans cette sous-rubrique, rédigée en étroite collaboration avec AELB, l'évaluation de la qualité de l'eau souterraine est exprimée de plusieurs manières :

- selon la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) : voir sous-rubrique « Etat qualitatif DCE » (chapitre 5.4.4.) ;
- avec l'outil SEQ-Eaux souterraines (Système d'évaluation de la Qualité des Eaux souterraines) ;
- à l'aide d'outils de statistiques simples.

Chaque méthode est expliquée dans l'article associé à cette sous-rubrique. Pour chaque méthode des cartes sont représentées en s'intéressant notamment aux paramètres nitrates et pesticides, principaux fléaux observés dans les eaux souterraines bretonnes.

En effet, suite à l'exploitation par l'AELB des concentrations de plus de 300 paramètres, il est ressorti que les deux principales familles de polluants qui affectent les eaux souterraines sont les nitrates et les pesticides.

#### **5.4.4. Etat qualitatif DCE**

Cette sous-rubrique a été rédigée en étroite collaboration avec AELB.

L'évaluation de l'état chimique des masses d'eau souterraine est définie par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau 2000/60/CE et sa directive fille « eaux souterraines » 2006/118/CE.

Une surveillance de la qualité des nappes est effectuée au titre de la DCE par l'AELB, afin de connaître la qualité globale des masses d'eau souterraine, et vérifier à terme l'atteinte du bon état qualitatif des nappes.

La méthode d'évaluation de l'état chimique employée repose principalement sur la comparaison entre une concentration moyenne calculée et la valeur seuil définie au niveau européen ou au niveau national. Les masses d'eau souterraines sont les unités d'évaluation de l'état. Cette évaluation conduit à une carte d'état chimique spatialisée, avec deux états possibles : bon état (en vert) ou état médiocre (en rouge).

L'état chimique actuel (2009) des masses d'eau souterraines de Bretagne montre une situation mitigée avec environ 2/3 des masses d'eau en état médiocre (principale cause : nitrates, et cause secondaire : pesticides), et 1/3 en bon état.

#### **5.4.5. Les nitrates**

Cette sous-rubrique parle de la dénitrification autotrophe et du contentieux nitrates eaux brutes.

Le 1<sup>er</sup> article présente le phénomène de dénitrification autotrophe par oxydation de la pyrite, qui peut entraîner dans le sous-sol de certains bassins versants bretons un abattement total des teneurs en nitrates dans les eaux souterraines.

Le 2<sup>nd</sup> article revient sur les actions menées par la France pour éviter une condamnation pour non-respect de la norme communautaire des teneurs en nitrates dans les eaux superficielles destinées à la production d'eau pour la consommation humaine. Le contentieux nitrates eaux brutes portait sur neuf bassins versants (BV) bretons.

A la demande de l'Etat français, le BRGM et l'INRA ont mené de 2007 à 2008 des études sur les BV alimentant des prises d'eau destinées à l'alimentation en eau potable et en non-conformité vis-à-vis de la réglementation européenne sur les concentrations maximales en nitrates eaux brutes destinées à la consommation humaine (teneurs supérieures à 50 mg/L). Ces études, visant à poser un diagnostic sur la capacité de chaque BV à recouvrer rapidement la conformité des teneurs en nitrates, ont permis une aide à la décision des pouvoirs publics sur les plans d'actions à mettre en œuvre sur les bassins concernés.

#### **5.4.6. Biseau salé**

Un article détaille et illustre le phénomène de biseau salé, pour les captages et forages d'eau souterraine en bordure littorale, qui peut entraîner une salinisation excessive des eaux prélevées pouvant les rendre impropres à la consommation.

Les Services en charge de la Police de l'Eau (actuellement Direction Départementale des Territoires et de la Mer) ont réalisé, en étroite collaboration avec le BRGM et la DREAL Bretagne, une plaquette intitulée « Forages en milieu littoral - Préconisations pour la réalisation et l'exploitation ». Ce document est téléchargeable au sein de cet article.

#### **5.4.7. Eau potable**

L'alimentation en eau potable (AEP) via le réseau d'adduction publique est gérée par les collectivités, c'est-à-dire les communes, ou les groupements de communes (syndicats, communautés de communes, etc.), qui peuvent déléguer cette mission à des sociétés privées ou des sociétés d'économie mixte. Les collectivités (ou leurs délégataires) sont chargé(e)s de l'approvisionnement en eau depuis le captage, jusqu'à la distribution au robinet, d'une eau respectant les critères de potabilité.

La sous-rubrique « Eau potable » est divisée en 2 sous-parties : « Captages eau potable » et « Protection des captages ».

##### ***Captages eau potable***

En Bretagne, l'alimentation en eau potable est assurée à 20 % seulement par les eaux souterraines, les 80 % restants étant issus des eaux superficielles (cours d'eau et retenues), à l'inverse du reste du territoire national. Il faut noter que ce pourcentage varie selon les départements bretons, en fonction de la nature géologique des terrains et de leur productivité.

Les valeurs-seuils fixées par la réglementation pour l'eau du robinet sont indiquées en annexe I de l'arrêté du 11 janvier 2007, relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine. Cet arrêté est téléchargeable dans le SIGES.

Dans le cadre d'un projet national mené entre 2010 et 2012 et financé par le Ministère de l'Ecologie, l'ONEMA et le BRGM, un travail de mise en correspondance de la BSS du BRGM et de la base SISE-Eaux de l'ARS a été réalisé pour numéroter les captages d'eau potable. En juillet 2012, le BRGM recensait sur la Bretagne environ 760 captages souterrains actifs (58 % de puits, 35 % de forages, 5 % de sources et 2 % de drains). En terme de volumes souterrains prélevés pour l'eau potable, 82 % des volumes sont issus des aquifères de socle, 14 % d'aquifères sédimentaires (bassins d'âge Tertiaire) et 4 % d'aquifères alluviaux (alluvions de la Vilaine et de l'Oust).

##### ***Protection des captages***

Les Périmètres de Protection des Captages (PPC) et les Aires d'Alimentation des Captages (AAC ou BAC pour Bassins d'Alimentation de Captages) constituent des outils réglementaires visant à prévenir les risques de pollutions ponctuelles ou diffuses sur un point de prélèvement d'eau pour la consommation humaine.

La mise en place des PPC a pour objectif de préserver la ressource contre les pollutions accidentelles, ponctuelles et locales. Un PPC constitue la limite de l'espace réservé



réglementairement autour des captages utilisés pour l'alimentation en eau potable, après avis d'un hydrogéologue agréé.

Une AAC désigne la zone en surface sur laquelle l'eau qui s'infiltré ou ruisselle alimente le captage. L'extension de ces surfaces est généralement plus vaste que celle des PPC. Cette zone est délimitée dans le but principal de lutter contre les pollutions diffuses risquant d'impacter la qualité de l'eau prélevée par le captage.

Un article rédigé par l'ARS Bretagne et diffusé sur le site Internet de la Préfecture de la Région Bretagne, a été utilisé dans le SIGES Bretagne pour décrire : les objectifs, la réglementation, et la description des périmètres de protection.

Selon l'ARS Bretagne en novembre 2010, 83 % des captages bretons bénéficient d'un arrêté de Déclaration d'Utilité Publique (DUP).

Dans le chapitre « Les périmètres de protection » de la sous-partie « Protection des captages », se trouve un article décrivant le travail mené par le BRGM de cartographie des périmètres de protection des captages AEP souterrains. La méthodologie suivie pour ce travail de cartographie est présentée au chapitre 4.1. du présent rapport (cartes de localisation des captages souterrains AEP de Bretagne et de leurs périmètres de protection sur un fond IGN au 1/25 000). On peut rappeler que plus de 320 cartes concernant plus de 700 captages souterrains ont pu être réalisées.

## **5.5. VULNERABILITE**

La vulnérabilité des nappes d'eau souterraine est liée à la capacité (plus ou moins élevée) d'infiltration dans le sous-sol de pollutions issues de la surface.

La vulnérabilité dépend de différents facteurs, notamment de la nature du sol (pédologie), la pente du terrain, la géologie, la nature et de l'épaisseur de la zone non-saturée...

Cette rubrique rassemble des informations, d'une part sur l'occupation du sol et les activités humaines qui constituent des « pressions », pouvant être à l'origine d'une dégradation de la qualité des eaux souterraines.

La rubrique (<http://sigesbre.brgm.fr/-Vulnerabilite-.html>) est composée des cinq sous-rubriques suivantes :

- Pédologie ;
- Cartes de vulnérabilité ;
- Zones vulnérables ;
- Inventaire des anciens sites industriels ;
- Remontées de nappe.

### 5.5.1. Pédologie

La pédologie est la science qui étudie la formation et l'évolution des sols ainsi que sa caractérisation et sa distribution dans l'espace. Les caractéristiques pédologiques du sol (nature, texture, épaisseur, perméabilité, ...) sont un des paramètres pris en compte pour étudier la vulnérabilité des nappes d'eau souterraines sous-jacentes.

Cette sous-rubrique permet d'accéder aux données sur les sols d'Agrocampus Ouest (<http://www.sols-de-bretagne.fr/>).

### 5.5.2. Cartes de vulnérabilité

La vulnérabilité d'une nappe traduit généralement le risque d'infiltration à travers le sol et la zone non-saturée de polluants issus de la surface.

On parle de vulnérabilité intrinsèque, c'est-à-dire qu'elle dépend des caractéristiques du milieu naturel (topographie (pente du terrain), pédologie (nature du sol et perméabilité), géologie (perméabilité, épaisseur)... Par opposition, on peut parler de vulnérabilité spécifique qui représente la vulnérabilité de l'eau souterraine à un polluant particulier ou à un groupe de polluants. Elle prend en compte les propriétés des polluants et leurs relations avec les caractéristiques du milieu naturel. Contrairement à la vulnérabilité intrinsèque, invariable dans le temps à l'échelle humaine, la vulnérabilité spécifique est évolutive.

Aucune étude permettant d'établir des cartographies distinguant des zones en fonction de leur classe de vulnérabilité n'a été réalisée sur la région Bretagne.

Cette sous-rubrique évoque donc le principe d'analyse de la vulnérabilité intrinsèque simplifiée développée par le BRGM, reposant sur la combinaison de 2 paramètres : l'épaisseur de la Zone Non Saturée (ZNS) et l'Indice de Développement et de Persistance des Réseaux (IDPR disponible sur l'espace cartographique du SIGES Bretagne).

La sous-rubrique propose également une sectorisation des masses d'eau souterraine en unités homogènes (en termes de caractéristiques physiques et de pression exercée). Cette cartographie (cf. Illustration 28), issue du rapport BRGM/RP-54830-FR<sup>5</sup>, pourrait s'avérer utile en cas de réalisation de cartes de vulnérabilité spécifique.

---

<sup>5</sup> BLUM A., GRAVIER A., MARDHEL V., MALON J.F. (2006). Rapport final BRGM/RP-54830-FR - Elaboration d'un réseau de surveillance de la qualité des masses d'eau souterraine en Loire-Bretagne conforme aux prescriptions de la Directive Cadre sur l'Eau.

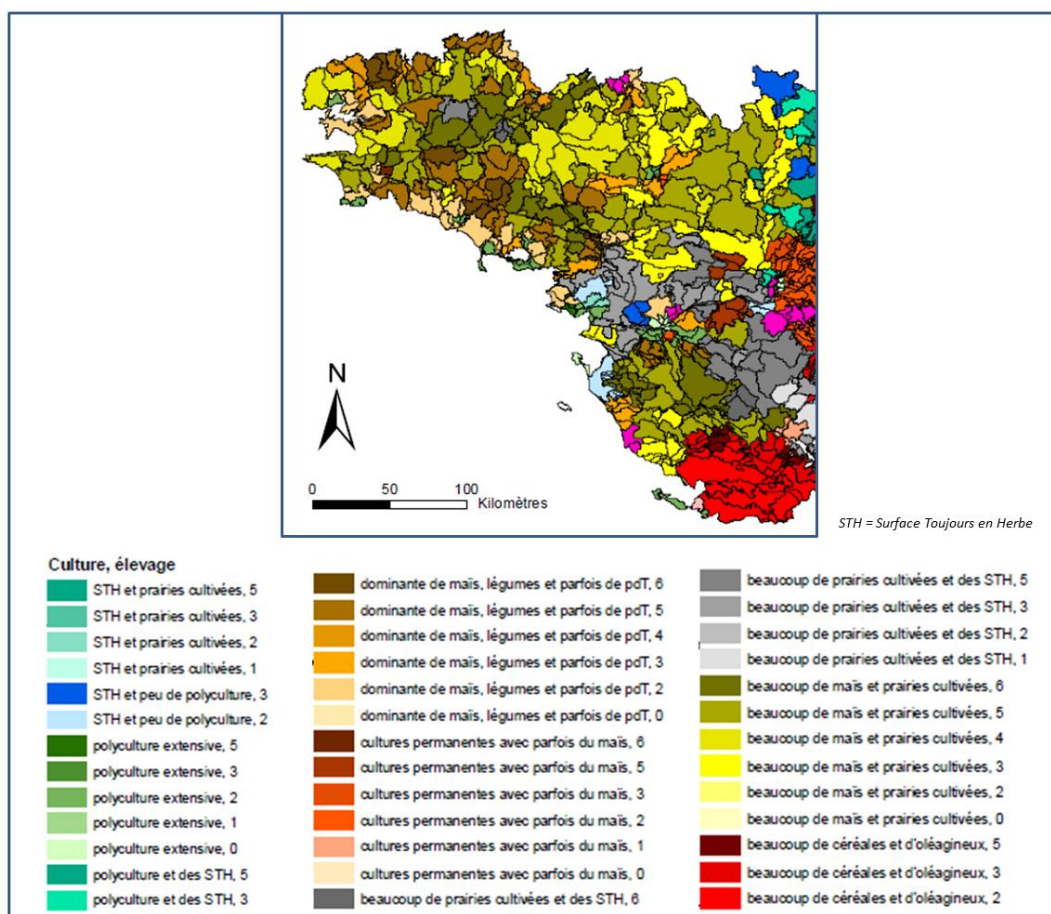


Illustration 28 - Extrait de la carte de sectorisation des masses d'eau souterraines du bassin Loire-Bretagne

### 5.5.3. Zones vulnérables

L'article rappelle la définition d'une zone vulnérable d'après le SANDRE.

L'intégralité de la région Bretagne est classée en zone vulnérable nitrates depuis 1994 et est donc concernée par les obligations d'un programme d'action.

### 5.5.4. Inventaire des anciens sites industriels

Les activités industrielles nécessitent des prélèvements d'eau pour différents usages (process, refroidissement, lavage de matériaux...). Par ailleurs, les sites industriels peuvent être à l'origine de pressions sur les milieux, lorsqu'ils mettent en œuvre des produits pouvant avoir un impact sur l'environnement. Les sites BASOL et BASIAS constituent des bases de données sur les activités anciennes et/ou actuelles :

- BASIAS (<http://basias.brgm.fr/>) : inventaires historiques de sites industriels et activités de service, menés pour chaque département de la région Bretagne ;
- BASOL (<http://basol.ecologie.gouv.fr/>) : sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif.

### **5.5.5. Remontées de nappe**

On peut considérer également un autre type de vulnérabilité, qui correspond au risque de remontée de nappe, et qui fait l'objet de cette sous-rubrique.

Le lecteur est redirigé vers le site Internet « Remontée de nappe » (<http://www.inondationsnappes.fr/>) qui propose une cartographie des zones sensibles au phénomène.

## **5.6. GEOTHERMIE**

Outre la redirection vers le site Internet Géothermie Perspectives (<http://www.geothermie-perspectives.fr/>), cette rubrique (<http://sigesbre.brgm.fr/-Geothermie-.html>) est composée de 2 articles :

- Profil température/profondeur ;
- La géothermie en Bretagne.

### **5.6.1. Profil température/profondeur**

Cet article donne les gammes de températures observées dans les eaux souterraines bretonnes (aquifères de socle et aquifères tertiaires).

Normalement l'augmentation de température est de 30°C par km (3°C par 100 m). Les ouvrages bretons étudiés ne sont pas assez profonds pour confirmer cette tendance.

### **5.6.2. La géothermie en Bretagne**

L'article décrit le principe de la géothermie très basse énergie, majoritairement utilisé par les installations géothermiques en Bretagne (cf. Illustration 29).

L'article revient également sur l'historique du développement de la géothermie en Bretagne, depuis le début des années 2000.

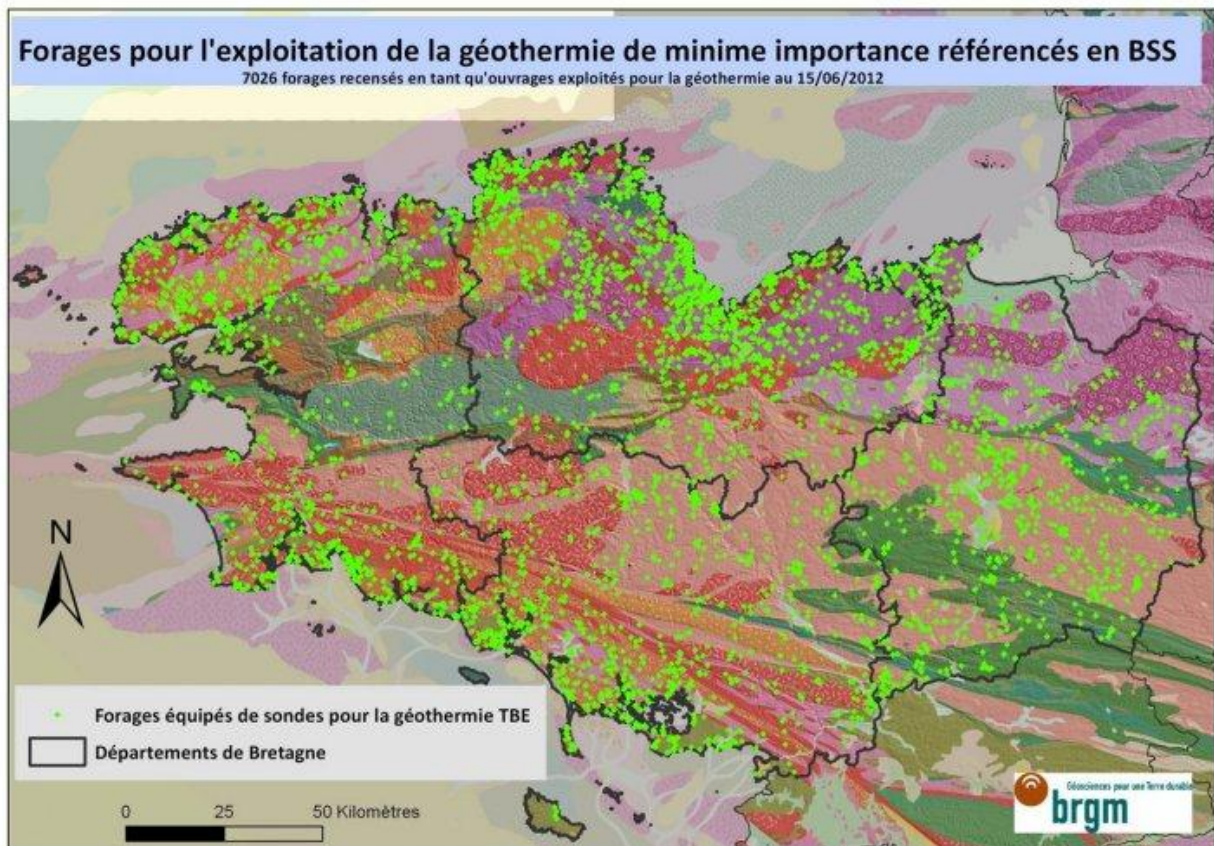


Illustration 29 - Localisation des forages de géothermie très basse énergie référencés en BSS en Bretagne (BRGM, juin 2012)

## 5.7. LEGISLATION

La gestion actuelle de l'eau en France est basée à la fois sur la législation française et sur des directives européennes spécifiques. La réglementation dans le domaine de l'eau et principalement celui des eaux souterraines est présentée dans cette rubrique (<http://sigesbre.brgm.fr/-Legislation-.html>) aux différentes échelles auxquelles elle s'applique (cf. Illustration 30).

	<p><u>Europe</u></p>
	<p><u>France</u></p>


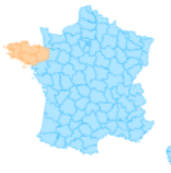

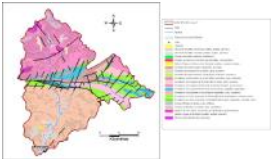

	<p><a href="#"><u>Bassin hydrographique</u></a></p>
	<p><a href="#"><u>Région</u></a></p>
	<p><a href="#"><u>Département</u></a></p>
	<p><a href="#"><u>Sous-bassin / aquifère</u></a></p>
	<p><a href="#"><u>Commune / groupement de communes</u></a></p>

Illustration 30 - Organisation de la rubrique législation en fonction de l'échelle

*Remarque : Il ne s'agit pas de présenter une liste exhaustive des textes réglementaires mais de proposer une sélection de textes importants relatifs à la gestion des eaux souterraines.*

Cette rubrique rassemble un très grand nombre d'informations sur la réglementation, mais également sur les outils de gestion de l'eau et les acteurs institutionnels.

Chaque sous-rubrique est donc scindée en plusieurs articles : textes législatifs, acteurs institutionnels, réseaux de connaissance et de diffusion de l'information, et un article « pour en savoir plus » qui indique notamment des références de textes législatifs complémentaires...

Elle constitue une base de données solide pour la connaissance de la réglementation en matière d'eaux souterraines. Elle est régulièrement mise à jour grâce à une veille réglementaire menée par le BRGM au niveau national.

## 6. Conclusion

L'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, le Conseil Régional de Bretagne et le BRGM Bretagne se sont associés financièrement début 2011 pour concevoir un portail Internet dédié à la gestion des eaux souterraines appelé « SIGES Bretagne » (Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines de Bretagne). Ce site a pour objectifs de mutualiser, fédérer et diffuser toutes les informations existantes sur les eaux souterraines.

À l'heure où les problématiques sociétales et environnementales, et plus particulièrement la gestion des ressources en eau, constituent des défis majeurs pour nos sociétés, il est indispensable que chaque citoyen et chaque acteur (experts, professionnels, élus, collectivités, bureaux d'études, grand public...) disposent d'informations qui nourriront le débat public et faciliteront la prise de décision.

Entièrement gratuit et libre d'accès, le SIGES est utilisable et compréhensible par tous, et s'adapte au niveau de spécialisation de l'utilisateur.

La phase 1 du projet s'est déroulée de début 2011 à début 2013. Elle a été suivie régulièrement par un Comité de pilotage composé des trois financeurs et de membres des organismes suivants : Conseils Généraux des Côtes d'Armor et du Finistère, DREAL Bretagne, Agence Régionale de Santé Bretagne, GIP Bretagne environnement, SAGE bretons (Elorn, Vilaine, et Pays de Saint-Brieuc), Syndicat Mixte de la Sarre à l'Evel, Syndicat de l'Eau du Morbihan et Syndicat Mixte de Gestion pour l'approvisionnement en eau potable de l'Ille-et-Vilaine.

Par ailleurs, le lancement public du site Internet <http://sigesbre.brgm.fr/> s'est déroulé le lundi 8 octobre 2012 à l'Amphithéâtre de l'ISPAIA à PLOUFRAGAN.

Le site comporte une partie éditoriale et une interface cartographique utilisant les standards de l'interopérabilité internationale édités par l'Open Geospatial Consortium (OGC), en cohérence avec les obligations techniques de la Directive européenne INSPIRE. L'accès aux données s'effectue principalement par rubrique thématique, ainsi que par des accès directs, et des liens entre articles, ce qui facilite la navigation pour l'internaute.

La partie éditoriale du site Internet a été alimentée par : 7 rubriques thématiques (Géologie, Hydrogéologie, Quantité, Qualité, Vulnérabilité, Géothermie et Législation), subdivisées en 34 sous-rubriques, comportant près de 90 articles illustrés par environ 140 iconographies (photographies, schémas, tableaux, documents à télécharger...). L'espace cartographique a été organisé en 10 catégories composées de 32 couches cartographiques géo-référencées et interopérables.

Désormais, ce site web doit constituer le portail de référence en Bretagne pour la recherche d'informations sur les eaux souterraines, pour l'ensemble des acteurs de l'eau ainsi que pour le « grand public ».

Suite à ce travail mené durant la phase 1 du projet (2011-2013), il est envisagé de poursuivre l'enrichissement des contenus éditorial et cartographique du site Internet à l'occasion d'une phase 2 du SIGES Bretagne (2013-2015).





## **Annexe 1**

# **Plaquette de présentation du SIGES Bretagne**

### Pour en savoir plus :

**Sur le SIGES Bretagne**  
<http://sigesbre.brgm.fr>

**BRGM Bretagne**  
 Rennes Atalante Beaulieu  
 2, rue de Zosanel  
 35100 Rennes  
 Tél. 02 99 84 26 70  
 Fax 02 99 84 26 79

**Sur les autres SIGES du bassin hydrographique**  
 SIGES Centre:  
<http://sigescen.brgm.fr>  
 SIGES Poitou-Charentes:  
<http://sigespcr.brgm.fr>

**Sur les acteurs du projet**  
 Agence de l'Eau Loire-Bretagne  
 Avenue Buffon  
 BP 6339  
 45063 ORLEANS CEDEX 2  
 Tél. 02 38 51 73 73

**Conseil régional de Bretagne**  
 383, avenue du Général Patton  
 CS 2501  
 35710 RENNES Cedex 7  
 Tél. 02 99 27 10 10

**Sur le BRGM**  
 Centre scientifique et technique  
 3, avenue Claude Guillemin  
 BP 36009  
 45060 ORLEANS Cedex 2  
 Tél. 02 38 84 34 34  
 Fax 02 38 84 35 18

La mise en place du site SIGES Bretagne a été suivie par un Comité de pilotage composé de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, du Conseil régional de Bretagne, du BRGM, des Conseils généraux des Côtes d'Armor et du Finistère, de la CREAL Bretagne, de l'Agence Régionale de Santé Bretagne, du GIP Bretagne environnement, des SAGE bretons (Eure, Vilaine, et Pays de Saint-Breuc), du Syndicat Mixte de la Sarre à l'Ével, du Syndicat de l'Eau du Morbihan, et du Syndicat Mixte de Gestion pour l'Approvisionnement en Eau Potable de l'Ille-et-Vilaine.



<http://sigesbre.brgm.fr>

# SIGES Bretagne

Système d'information pour la gestion des eaux souterraines en Bretagne



Le premier portail de référence pour la gestion des eaux souterraines en zone de socle





## > SIGES Bretagne



L'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, le Conseil régional de Bretagne et le BRGM, se sont associés financièrement pour mettre en œuvre une stratégie de gestion optimisée, dynamique et raisonnée de la ressource en eau avec le portail SIGES Bretagne. Ce site internet développé par le BRGM rassemble les informations sur les eaux souterraines à destination d'un large public, depuis les scolaires jusqu'aux experts de différents niveaux, en passant par les collectivités.

### Le SIGES Bretagne, un contenu diversifié

Le portail Bretagne offre des accès adaptés aux préoccupations et au niveau de connaissance de l'internaute.

Le SIGES Bretagne est un outil pratique et accessible à tous (expert, scolaire et grand public) qui permet de trouver en quelques clics des données hydrogéologiques locales et nationales auparavant disséminées sur de nombreux sites (établissements publics, collectivités, agences d'objectifs...). Le portail SIGES Bretagne offre des contenus identifiés par des pictogrammes qui permettent une approche enrichissante, exhaustive et compréhensible par tous.

Pour trouver une information, l'internaute dispose d'un moteur de recherche par mots-clés, et de différentes rubriques :

- Géologie
- Hydrogéologie
- Quantité
- Qualité
- Vulnérabilité
- Géothermie
- et Législation

Des accès transversaux permettent de consulter des contenus techniques : « Espace cartographique », « Consultation des données », « Inventaire des recherches en eau souterraine ». La page d'accueil propose différentes actualités sur la thématique des eaux souterraines.

L'internaute dispose ainsi d'une bonne visibilité de la connaissance hydrogéologique. Une base documentaire connectée à la base nationale du BRGM ([www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)) et enrichie par des références régionales permet désormais un meilleur accès à l'information. Des formulaires de recherche (par point d'eau, par masse d'eau souterraine...) permettent d'interroger les bases de données nationales et régionales des eaux souterraines : Banque de données du Sous-Sol (BSS), Accès aux Données sur les Eaux Souterraines (ADES), fiches de synthèse hydrogéologique...

### Une existence récente

En ligne depuis octobre 2012, le portail SIGES Bretagne intègre les standards du web 2.0. Son graphisme et son ergonomie font de lui un outil pratique, clair et structuré facilitant ainsi la navigation et renforçant la lisibilité ; la consultation reste simple, intuitive et attractive. Le site internet SIGES Bretagne est donc accessible à un large public en intégrant un projet de valorisation et de communication des connaissances hydrogéologiques.



Prélèvements en eau souterraine sur l'entité Fenté entre 1998 et 2009 (données AELB)




Caverne n°2 de Bennes - Région Bretagne, 2011 © Veolia

Plaquette de présentation du SIGES Bretagne (téléchargeable sur le SIGES Bretagne : [http://sigesbre.brgm.fr/IMG/pdf/plaquette\\_presentation\\_siges\\_bretagne.pdf](http://sigesbre.brgm.fr/IMG/pdf/plaquette_presentation_siges_bretagne.pdf))

## **Annexe 2**

### **Grille de lecture des fiches de synthèse hydrogéologique**

## Grille de lecture – Fiche de synthèse hydrogéologique par entité BD LISA

Cet atlas des fiches entités BD LISA (Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères) de niveau 3 (NV3) constitue une synthèse des données disponibles à la date de réalisation de ce travail (2011-2012) : Banque du Sous-Sol (BSS), piézométrie, relations nappes-rivières, prélèvements, ... Pour obtenir des données à jour à la date de consultation, reportez-vous à [l'espace cartographique](http://sages.bre.brgm.fr/2pages-carto) du SIGES (<http://sages.bre.brgm.fr/2pages-carto>). De la même façon, reportez-vous au [glossaire](#) du SIGES pour obtenir la signification des termes scientifiques utilisés dans cette fiche. Pour imprimer de ces fiches de synthèse, choisissez un format A3.

Le code et le libellé de l'entité sont indiqués en haut de chaque fiche, avec entre parenthèses l'ancien code provisoire de l'entité. En introduction de chaque fiche, un encart de localisation et une carte avec les points d'eau de la BSS sur un fond géologique au 1/250 000 permet de donner une première vision de l'entité.

Fiche descriptive de l'entité :

Thème	soilsédimentaire/alluvial
Etat hydrodynamique	nappe libre / captive
Milieu	poroux / fissuré
Nature	% de l'entité de nature aquifère à semi-perméable/imperméable
Lithologies principales	(comme toutes les formations géologiques ne sont pas renseignées, le pourcentage total est souvent inférieur à 100%)
Superficie	lithologies les plus représentées sur l'entité en superficie
Département(s)	superficie de l'entité en km <sup>2</sup>
Niveau(x) de recouvrement (ordres)	entité affleurante (ordre 1) ou sous recouvrement d'une autre entité (ordre 2)
Masse(s) d'eau souterraine(s) recoupé(s)	Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) présents sur l'entité
Correspondance SAGE	numéros des principales cartes géologiques couvrant l'entité
Cartes géologiques 1/50 000	

### GEOLOGIE et HYDROGEOLOGIE

La géologie de l'entité BD LISA y est résumée. Cette partie est accompagnée d'illustrations (carte géologique à l'échelle 1/250 000, failles, présence d'altérites, coupe géologique, topographie, ...). Les teneurs en eau des horizons (altérites et horizon fissuré) des différentes formations géologiques de l'entité sont présentées dans un tableau. Ces résultats sont issus de l'interprétation de sondages de Résonance Magnétique Protomique (RMPP), réalisée dans le cadre d'une étude sur plusieurs bassins versants bretons. La carte géologique au 1/250 000 légendée est présentée en page 4 de chaque fiche.

### CAPTAGES D'EAU SOUTERRAINE

Les points d'eau recensés dans la Banque du Sous-Sol (BSS) sont examinés pour connaître leurs caractéristiques (nature, profondeur, débit, utilisation...). Pour avoir la liste complète des points d'eau ainsi que les informations associées, reportez-vous à [l'espace cartographique](http://sages.bre.brgm.fr/2pages-carto) du SIGES en affichant les données de la BSS. Les aquifères recoupés sur l'entité sont décrits (sède, alluvial, bassin tertiaire). La vulnérabilité des aquifères est également évoquée.

### SYNTHESE DES PRELEVEMENTS SOUTERRAINS

Un inventaire des prélèvements en eau souterraine déclarés a été réalisé par usage. Le volume souterrain prélevé annuellement est comparé au débit de la rivière (lame d'eau annuelle et écoulement à l'étage (VCN30)) et aux pluies initiales. Les prélèvements d'eau de surface n'ont pas été recensés (à prendre en compte pour un bilan global sur l'entité).

#### Source des données :

- Agence de l'Eau Loire-Bretagne (AELB) : volumes déclarés par les consommateurs d'eau souterraine assujettis à la redevance pour prélèvements (usages alimentation en eau potable (AEP), industriel et agricole). La redevance est perçue si le volume annuel prélevé est supérieur à 7 000 m<sup>3</sup>/an mais l'AELB reçoit les déclarations de tous les volumes prélevés, qu'ils soient inférieurs ou supérieurs à 7 000 m<sup>3</sup>/an.
- Direction Régionale de l'Aménagement, de l'Environnement et du Logement (DREAL) : industriels
- Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) :
- Services en charge de la Police de l'Eau : estimation des volumes prélevés hors ICPE, supérieurs à 1 000 m<sup>3</sup>/an, indiqués dans la déclaration Loi sur l'Eau ;
- Banque du Sous-Sol (BSS) du BRGM : ouvrages souterrains avec information sur l'usage et éventuellement indication du débit au soufflage.

Le mode de calcul des prélèvements et la prise en compte des éventuels doublons (exemple : données AEP de l'AELB et de l'ARS) sont expliqués dans l'article « [inventaire des prélèvements d'eau souterraine](#) ».

Un tableau chiffrant l'ensemble des prélèvements en eau souterraine sera présenté (inventaire sur l'année 2009) ainsi qu'un histogramme d'évolution des prélèvements (retour sur environ 10 ans) réalisé uniquement d'après les données de l'AELB (usages : AEP, industriel et irrigation).

Un bilan hydrologique est présenté pour les entités où l'inventaire des prélèvements a été réalisé, afin d'estimer l'impact de ces prélèvements sur la ressource en eau : les volumes d'eau souterraine prélevés sont comparés au volume d'eau disponible dans la rivière (annuellement et en période d'étiage) ainsi qu'à la quantité d'eau qui s'infiltre annuellement dans le sous-sol (voir l'article « [inventaire des prélèvements d'eau souterraine](#) »).

### SUIVI PIÉZOMÉTRIQUE

Les piézomètres suivis sur l'entité sont mentionnés dans ce paragraphe ainsi que la profondeur et le battement moyen de la nappe. La formation géologique captée par l'ouvrage est rappelée ainsi que son numéro BSS. Un graphique représente la chronologie piézométrique 2010 superposée aux cotes minimum/maximum/moyenne.

Ces piézomètres font partie du réseau de suivi quantitatifs des eaux souterraines de la région Bretagne (RESOUP/BRE - 040000020).

Pour davantage d'informations sur la piézométrie, consultez l'article du SIGES sur le [suivi du niveau des nappes](#). Pour accéder aux chroniques piézométriques à jour, consultez [l'espace cartographique](#) en affichant les piézomètres (ADES).

### QUALITE DE L'EAU SOUTERRAINE

Les ouvrages intégrés au réseau de contrôle de surveillance de l'état chimique des eaux souterraines du bassin Loire, cours d'eau côtiers vendéens et bretons (FRGSOS - 0400000124) seront cités (54 ouvrages sur la région Bretagne) ainsi que le nombre d'ouvrages souterrains destinés à l'alimentation en eau potable présents sur l'entité. Pour davantage d'informations, voir les articles sur la [qualité de l'eau souterraine](#).

L'évolution des teneurs en nitrates sera présentée lorsque l'entité comporte des ouvrages analysés dans le cadre de l'étude sur le temps de transfert des nitrates sur le bassin Loire-Bretagne (Baran et al. 2009) – voir le [rapport BRGM](#).

Dans cette partie, on trouve un tableau de quelques analyses chimiques (données ponctuelles sans analyse critique) provenant de sources variées :

- AELB (source : ADES) : ouvrages du réseau de contrôle de surveillance de l'état chimique des eaux souterraines ;
- Agence Régionale de Santé (ARS - source : ADES) : ouvrages destinés à l'alimentation en eau potable ;
- BRGM (source : [Indicateurs](#)) : analyses présentées en BSS, parfois anciennes car datant de la réalisation de l'ouvrage. L'inventaire présenté n'est pas exhaustif : il permet seulement d'illustrer certains propos (dénitratification, faibles teneurs en nitrates avant 1980...). Pour accéder à des analyses chimiques plus récentes, voir les liens internet vers le site ADES à droite du tableau.

### RELATIONS NAPPES-RIVIERES

Dans le cadre du projet SILURES (Système d'information pour la Localisation et l'Utilisation des Ressources en Eaux Souterraines - voir [articles SILURES](#)), la contribution globale annuelle des eaux souterraines à l'alimentation des rivières a été étudiée (échelle 1/250 000) sur 70 bassins versants. Les débits journaliers des cours d'eau ont été décomposés en écoulement de surface (rapide) et en écoulement souterrain (lent). Ce paragraphe présente les résultats obtenus sur les bassins versants correspondant à l'entité, en terme de pourcentage de contribution annuelle des eaux souterraines à l'alimentation des rivières.

Pour illustrer ces travaux, un graphique compare les données climatiques (précipitations efficaces), hydrologiques (débit du cours d'eau) et piézométriques (niveau de la nappe souterraine) entre 2008 et 2010.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Quelques références bibliographiques disponibles sur l'entité sont présentées (rapports BRGM, thèses...).














## **Annexe 3**

### **Plan détaillé du site**

## Géologie

- **Notions de géologie**
  -   Introduction
  -    Notions de stratigraphie
- **Histoire géologique de la Bretagne**
  -  Histoire géologique de la Bretagne
- **Contexte géologique breton**
  -   Cartes géologiques
  - Exemples de modèles géologiques
- **Altération des roches**
  - Les altérites du socle





## Hydrogéologie

- **Notions d'hydrogéologie**
  -   Qu'est-ce qu'un aquifère ?
- **L'eau en Bretagne**
  - Eau de surface/eau souterraine
  -   Aquifères bretons
- **Forages et points d'eau**
  -   Captages d'eau souterraine
  - Usages de l'eau souterraine
  -   Recensement des forages d'eau
  -   Prescriptions techniques
- **Référentiels hydrogéologiques**
  - **Masses d'eau souterraines**
    - Qu'est-ce qu'une Masse d'Eau ?
    - Masses d'eau souterraines bretonnes
  - **Référentiel BD LISA**
    - Qu'est-ce que la BD LISA ?
    -  Spécificités bretonnes
    - Fiches de synthèse hydrogéologique
- **SILURES**
  - Le programme SILURES
  - Cartes SILURES Bretagne et explications
  - Cartes SILURES Bassins versants et explications
- **Etudes en cours**
  -  CASPAR
  -  CINERGY
- **Maquette**

## Quantité

- **Suivi du niveau des nappes**
  -   Qu'est-ce que la piézométrie ?
  - Réseau piézométrique
  - Bulletins de situation des nappes
  - Evolutions annuelles des niveaux régionaux
- **Etat quantitatif DCE**
  - Etat quantitatif des eaux souterraines
- **Inventaires**
  - **Inventaire des prélèvements d'eau souterraine**
    - Anciens inventaires
    - Inventaires réalisés en 2012
    - Usage des prélèvements d'eau souterraine par département
  - **Inventaire des recherches en eau souterraine**
    - Inventaire des recherches en eau souterraine pour l'alimentation en eau potable
- **Arrêtés sécheresse**
  - Arrêtés sécheresse

## Qualité

- **Qualité des eaux souterraines bretonnes**
  - Qualité des eaux souterraines bretonnes
- **Suivi de la qualité**
  - Réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines
  - Autres suivis
- **Evaluation de la qualité**
  - Evaluation de la qualité des eaux souterraines
- **Etat qualitatif DCE**
  -   Etat qualitatif DCE des eaux souterraines
- **Les nitrates**
  - Dénitrification autotrophe
  - Contentieux nitrates
- **Biseau salé**
  - Biseau salé
- **Eau potable**
  - **Captages eau potable**
    - Eau de surface/eau souterraine
    - Captages souterrains
  - **Protection des captages**
    - **Les périmètres de protection**
      - Les périmètres de protection
      - Cartographie des périmètres de protection
    - **Les Aires d'Alimentation de Captages**
      -   Les Aires d'Alimentation de Captages

## Vulnérabilité

- **Pédologie**
  - Pédologie
- **Cartes de vulnérabilité**
  -  Vulnérabilité simplifiée (IDPR)
  - Sectorisation des masses d'eau souterraine
- **Zones vulnérables**
  - Zones Vulnérables nitrates
- **Inventaire des anciens sites industriels**
  - BASIAS
- **Remontées de nappe**

## Géothermie

- Profil température/profondeur
- La géothermie en Bretagne

## Législation

- **Europe**
  - DCE et directives filles
  - Acteurs institutionnels
  - Réseaux de connaissance et de diffusion de l'information
  - Pour en savoir plus...
- **France**
  - Lois sur l'eau, lois « Grenelle » et codes de loi
  - Acteurs et instances de concertation
  - Réseaux de connaissance et de diffusion de l'information
  - Pour en savoir plus...
- **Bassin hydrographique**
  - Outils de gestion de l'eau
  - Acteurs institutionnels et instances de concertation
  - Réseaux de connaissance et de diffusion de l'information
  - Pour en savoir plus...
- **Région**
  - Acteurs institutionnels et instances de concertation
  - Pour en savoir plus...
- **Département**
  - Outils de gestion de l'eau
  - Acteurs institutionnels et instances de concertation
  - Pour en savoir plus...
- **Sous-bassin - aquifère**
  - Outils de gestion de l'eau
  - Instances de concertation
  - Pour en savoir plus...
- **Commune - groupement de communes**
  - Gestion de l'eau
  - Acteurs institutionnels





Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Bretagne scientifique et technique**  
3, avenue Claude-Guillemin  
BP 36009  
45060 – Orléans Cedex 2 – France  
Tél. : 02 38 64 34 34 - [www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)

**Direction régionale Bretagne**  
Rennes Atalante Beaulieu  
2, rue de Jouanet  
35700 Rennes - France  
Tél. : 02 99 84 26 70