



Eau et Rivières de Bretagne

Les eaux souterraines de Bretagne

Le 22 septembre 2016

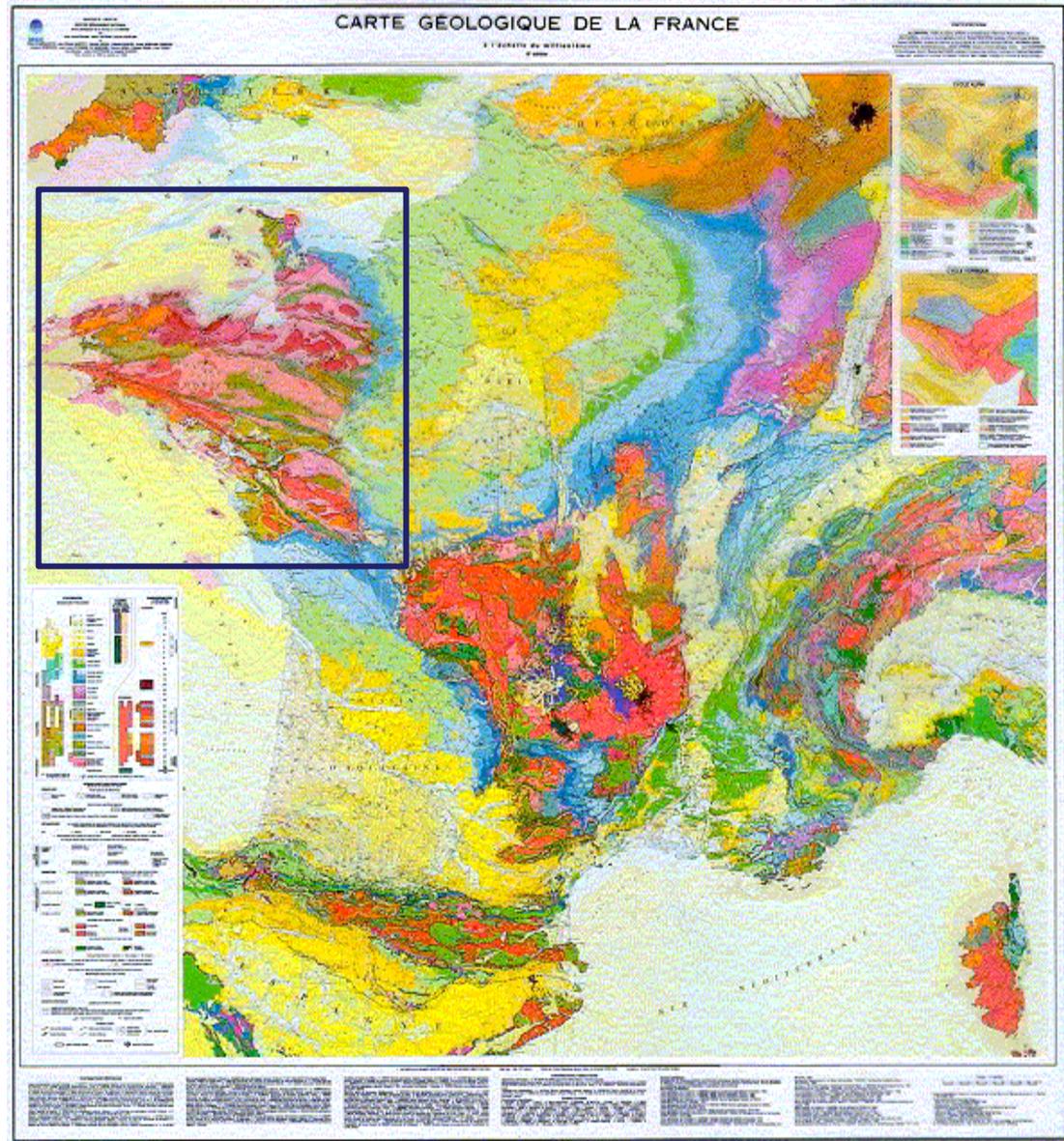
Mélanie Bardeau (m.bardeau@brgm.fr)

Temps 1 :
10h30- 11h30

Caractéristiques générales des eaux souterraines en Bretagne



Carte géologique de la France



e durable

© BRGM - 1996

REPRODUCTION DE LA 6^e ÉDITION DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE A 1/1 000 000
AVEC L'AUTORISATION DU BRGM POUR GÉOCHRONIQUE N° 59, AOUT 1996.

Les eaux souterraines en Bretagne

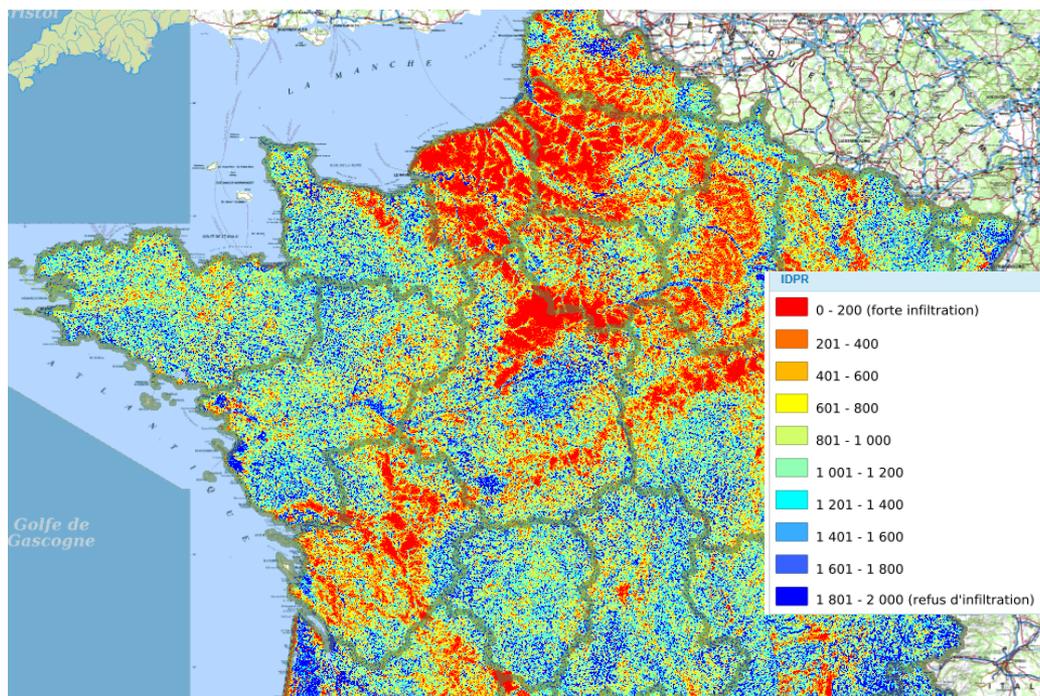
Rappels :

- > Bretagne -> réseau hydrographique très dense : 30 000 km de ruisseaux, rivières et fleuves
- > Ruissellement prépondérant
- > **Méconnaissance des eaux souterraines** : alimentation en eau potable -> à 20% issus des eaux souterraines , 80% des eaux superficielles (cours d'eau et retenues) # territoire français

Réseau hydrographique de Bretagne



Indice de Développement et de Persistance des Réseaux (**IDPR**)



Les eaux souterraines en Bretagne

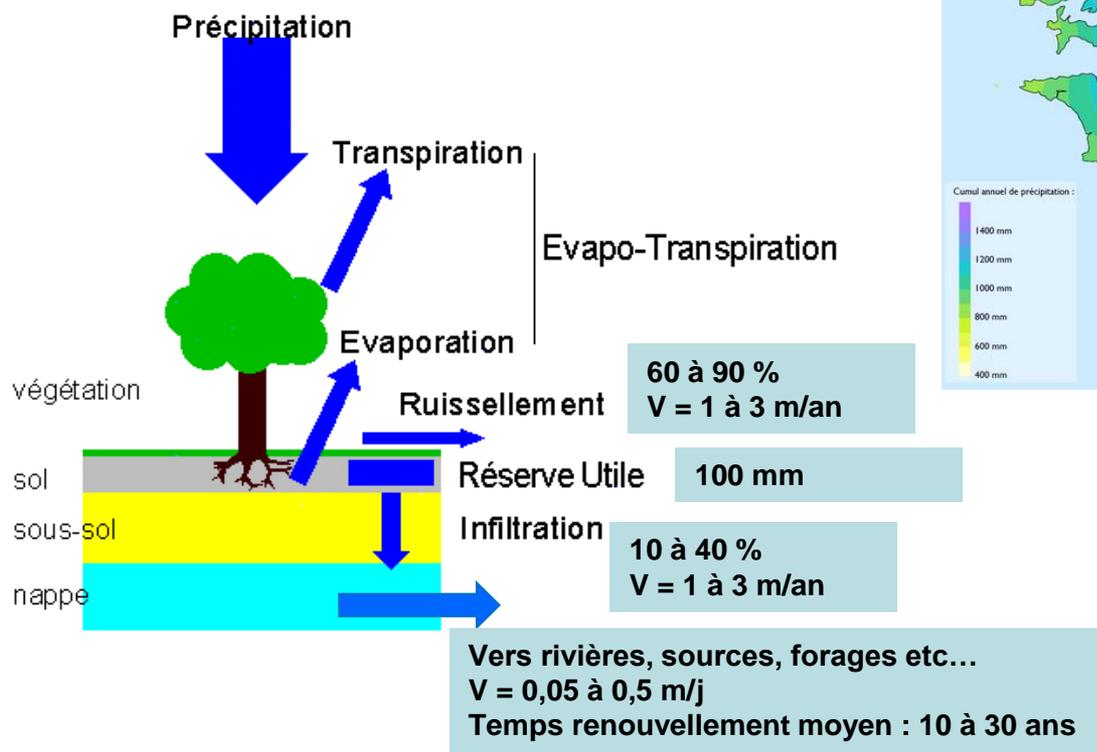
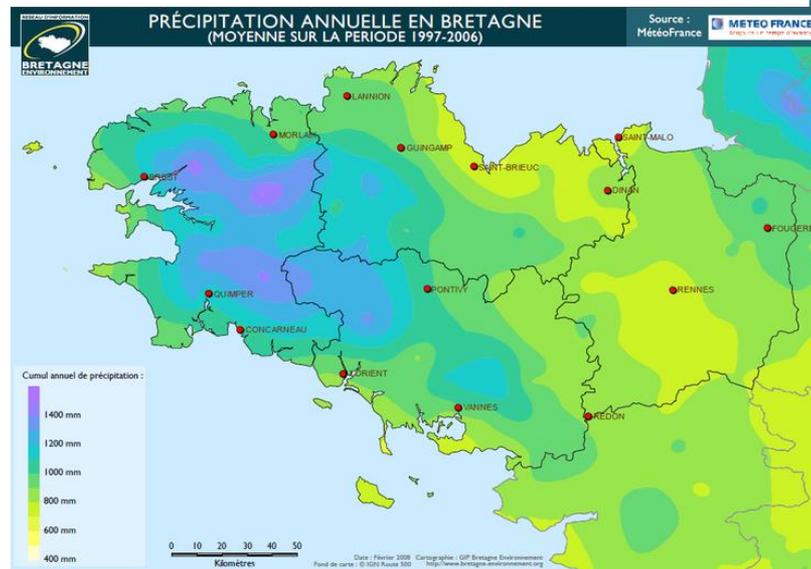
> Avantages des eaux souterraines

- Présentes presque partout (en quantité et qualité variable),
- Ressources locales de proximité
- Epuration naturelle possible : peu de matière en suspension, peu de bactéries, et dénitrification naturelle possible



Les eaux souterraines en Bretagne

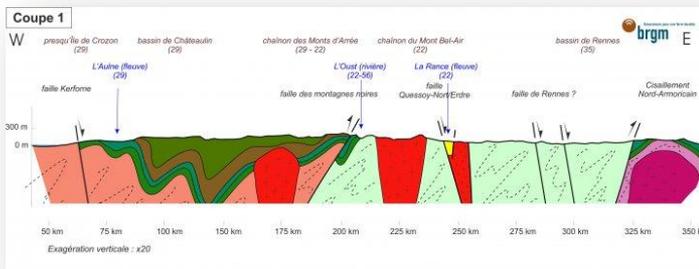
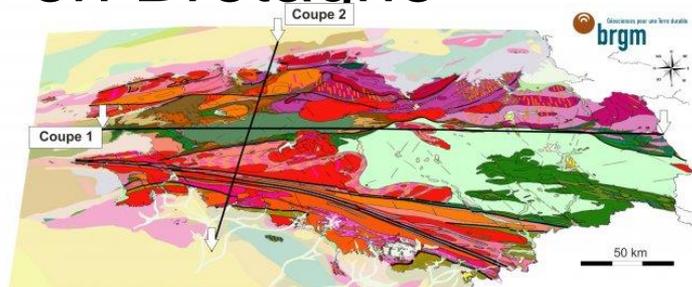
- Recharge des nappes -> par une partie de la pluie
- Recharge très variable sur le territoire régional



Les eaux souterraines en Bretagne

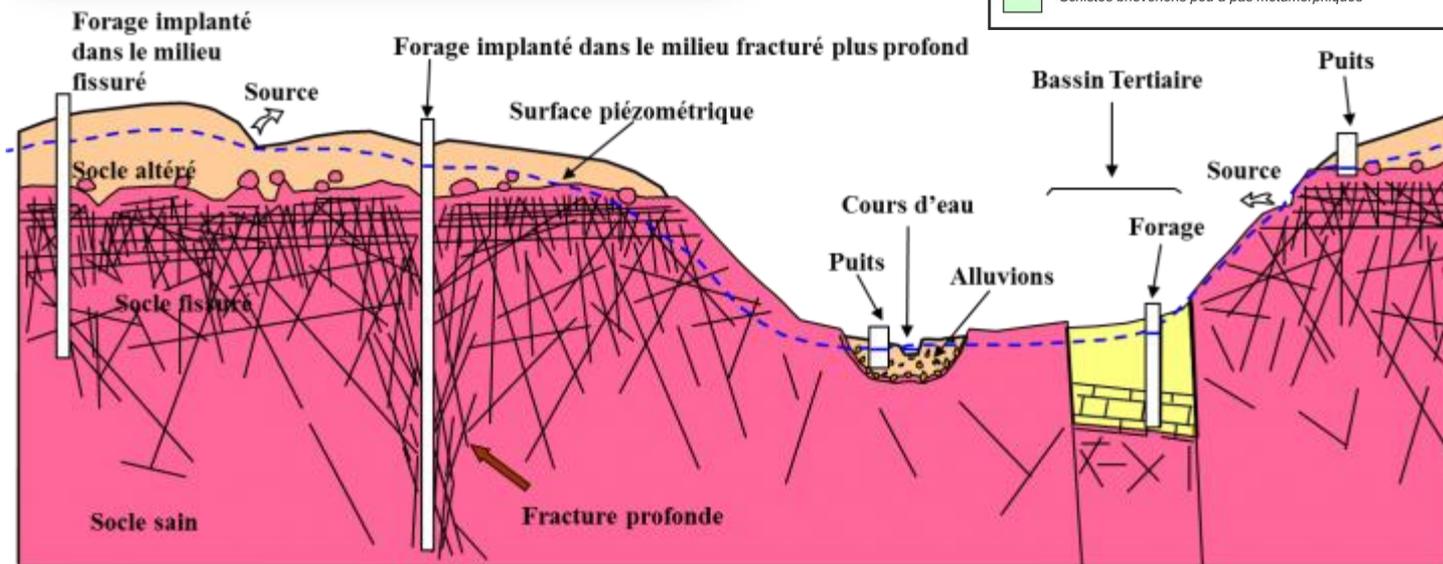
> Les aquifères bretons

- Aquifères de socle
- Bassins tertiaires
- Aquifères alluviaux (rivières)



Légende simplifiée de la carte géologique au millionième

- Failles diverses
- Granites, granodiorites hercyniens
- Monzogranites et granodiorites hercyniens
- Grès et schistes paléozoïques (Carbonifère)
- Schistes, quartzites paléozoïques (Siluro-dévonien)
- Pérites, grès, schistes paléozoïques (Ordovicien à Silurien)
- Granodiorites cadomiens
- Schistes briovériens métamorphiques
- Schistes briovériens peu à pas métamorphiques

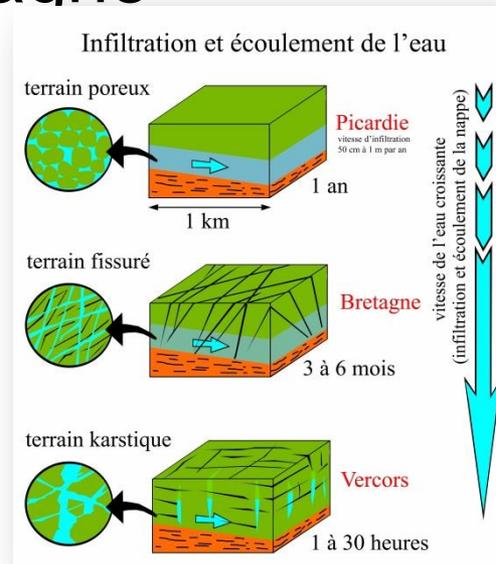


une Terre durable

Les eaux souterraines en Bretagne

> Les aquifères bretons : le socle

- Roches dures anciennes (# sédimentaires)
- Pas de grands aquifères -> mais multitudes de petits systèmes
- Petites tailles



Fonction capacitive -> stock, réserve

Fonction capacitive et transmissive -> circulation de l'eau

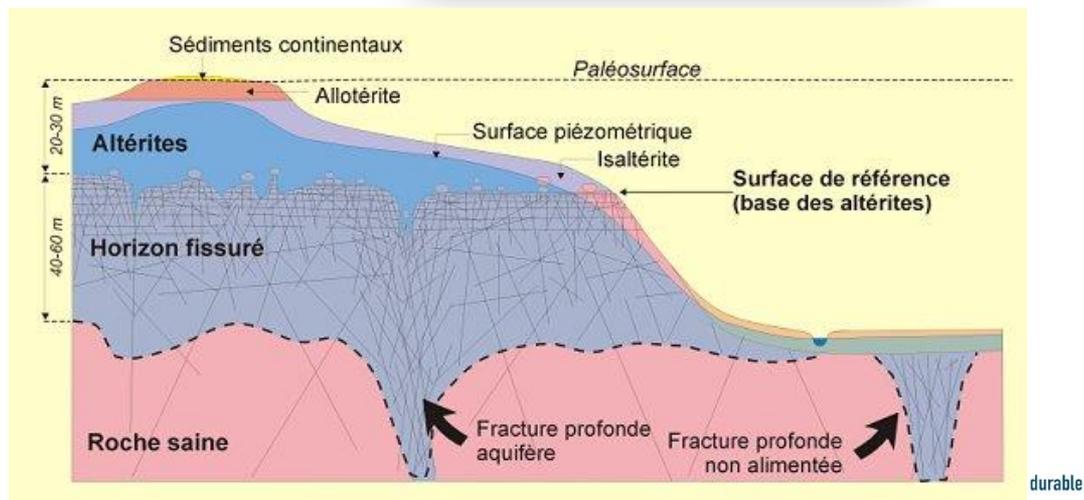
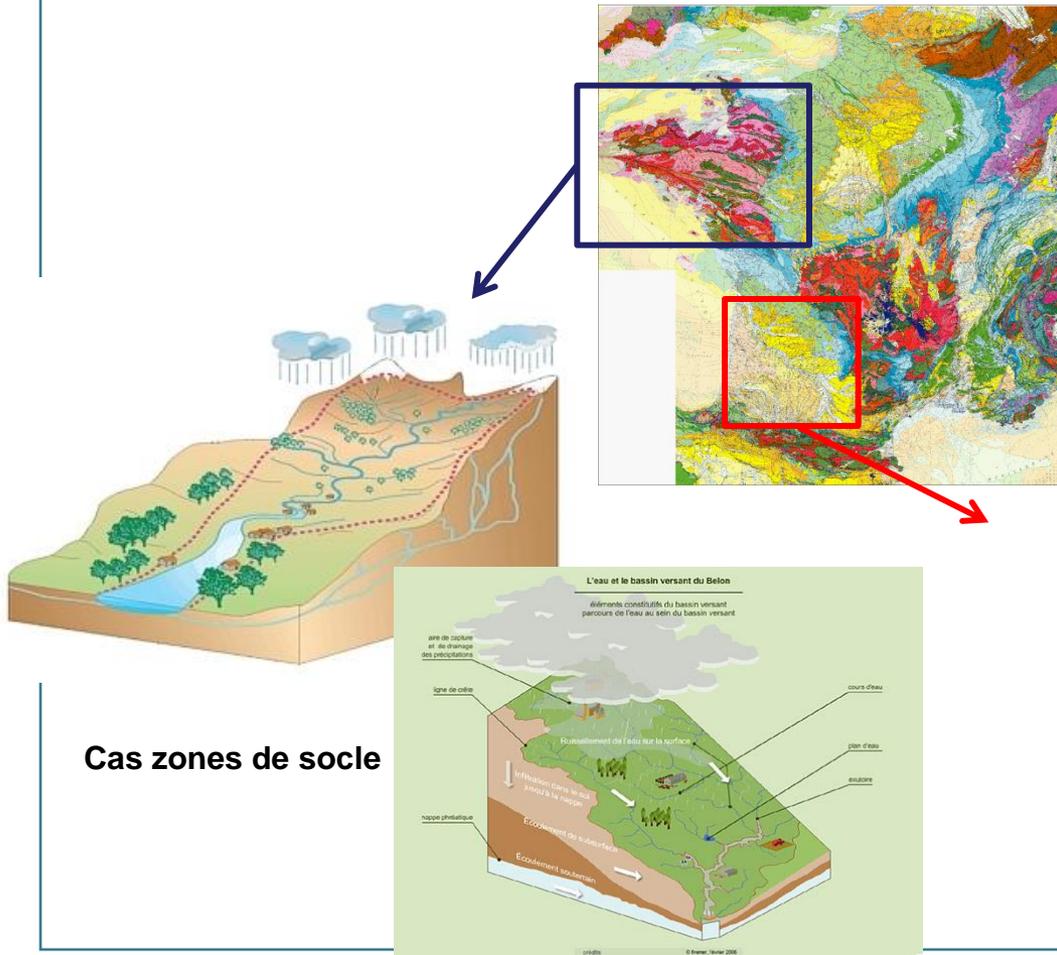


Schéma conceptuel des aquifères de socle (R.Wyns, 1998 et 2004)

Les eaux bretonnes et les principaux enjeux

> Les aquifères bretons : le socle

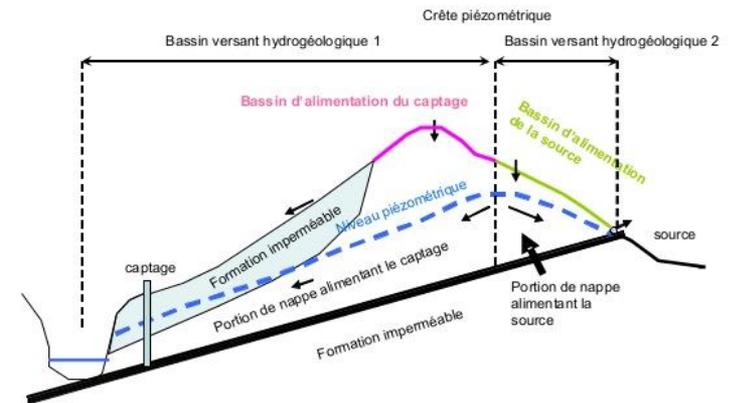
- Bassins hydrographique (de surface) \approx bassins hydrogéologique (souterrain)



Cas zones de socle

Cas des bassins sédimentaires

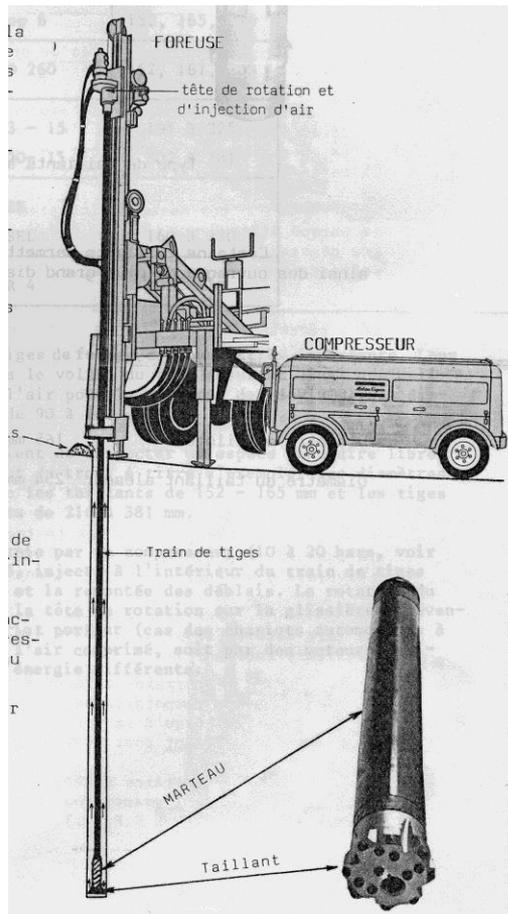
Bassin hydrogéologique et BAC cas d'une nappe captive



Les eaux bretonnes et les principaux enjeux

> Les aquifères bretons : **le socle**

- Pendant longtemps : sous-sol breton réputé imperméable
- Apparition de la technique de foration au Marteau Fond de Trou (MFT) à partir de 1975



our une Terre durable



Quelques photos de forages



Quelques photos de forages

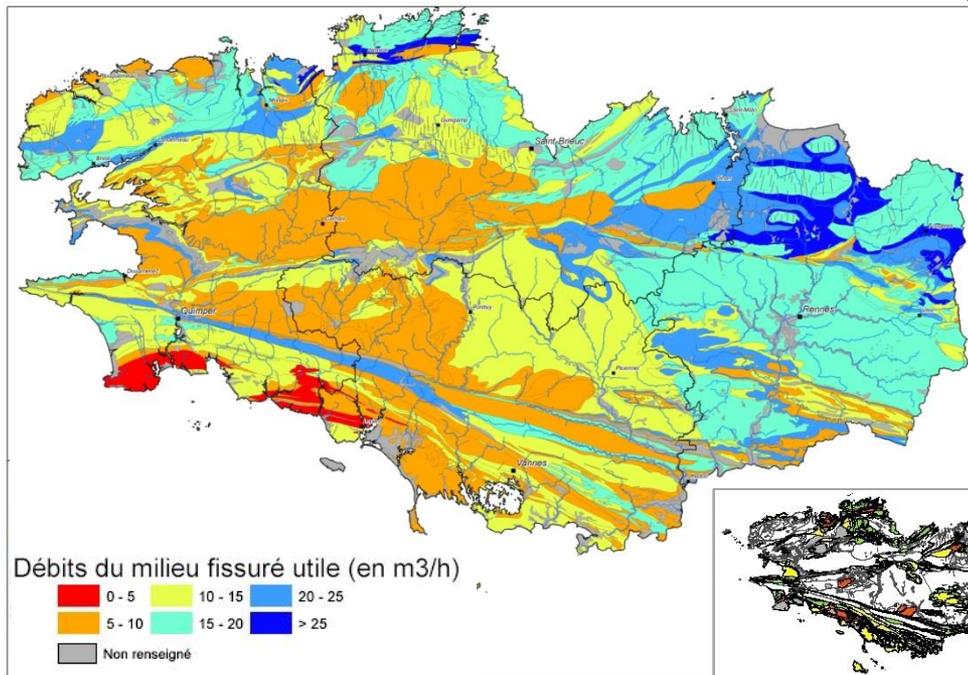


Les eaux bretonnes et les principaux enjeux

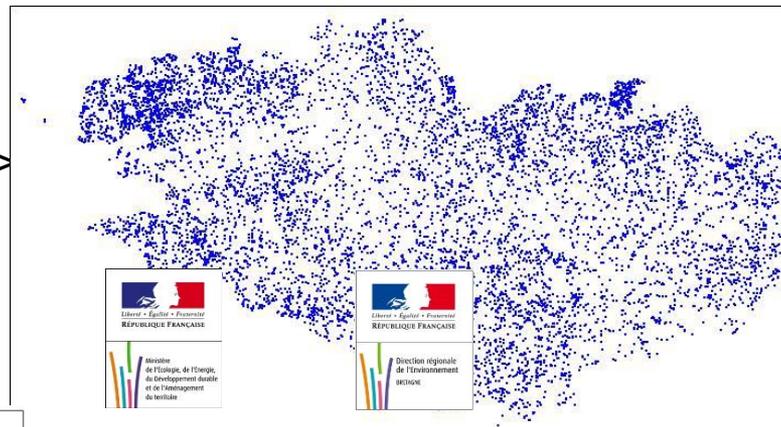
> Les aquifères bretons : le socle

- Très exploités : 25 000 ouvrages déclarés
- Nombreuses études
- **Projet SILURES Bretagne (2002-2008)** -> Carte des potentialités aquifères

Carte des gammes de débits (SILURES)



Les forages d'eau en Bretagne - 1997-2005 (programme SILURES)



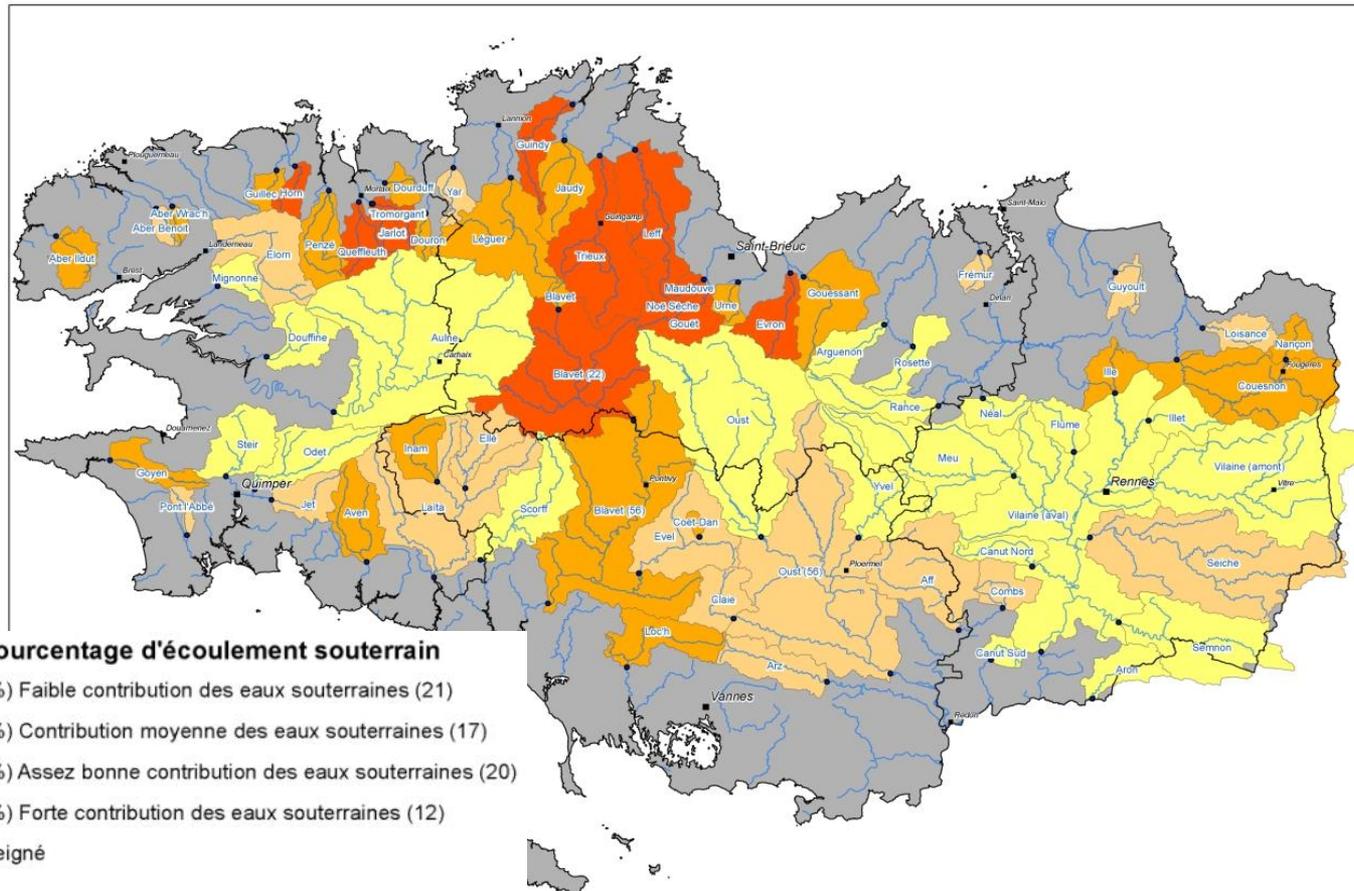
Système d'Information pour la Localisation et l'Utilisation des Ressources en Eaux Souterraines



Les eaux bretonnes et les principaux enjeux

> Les aquifères bretons : le socle

- Carte de la contribution des eaux souterraines au débit des rivières (SILURES)



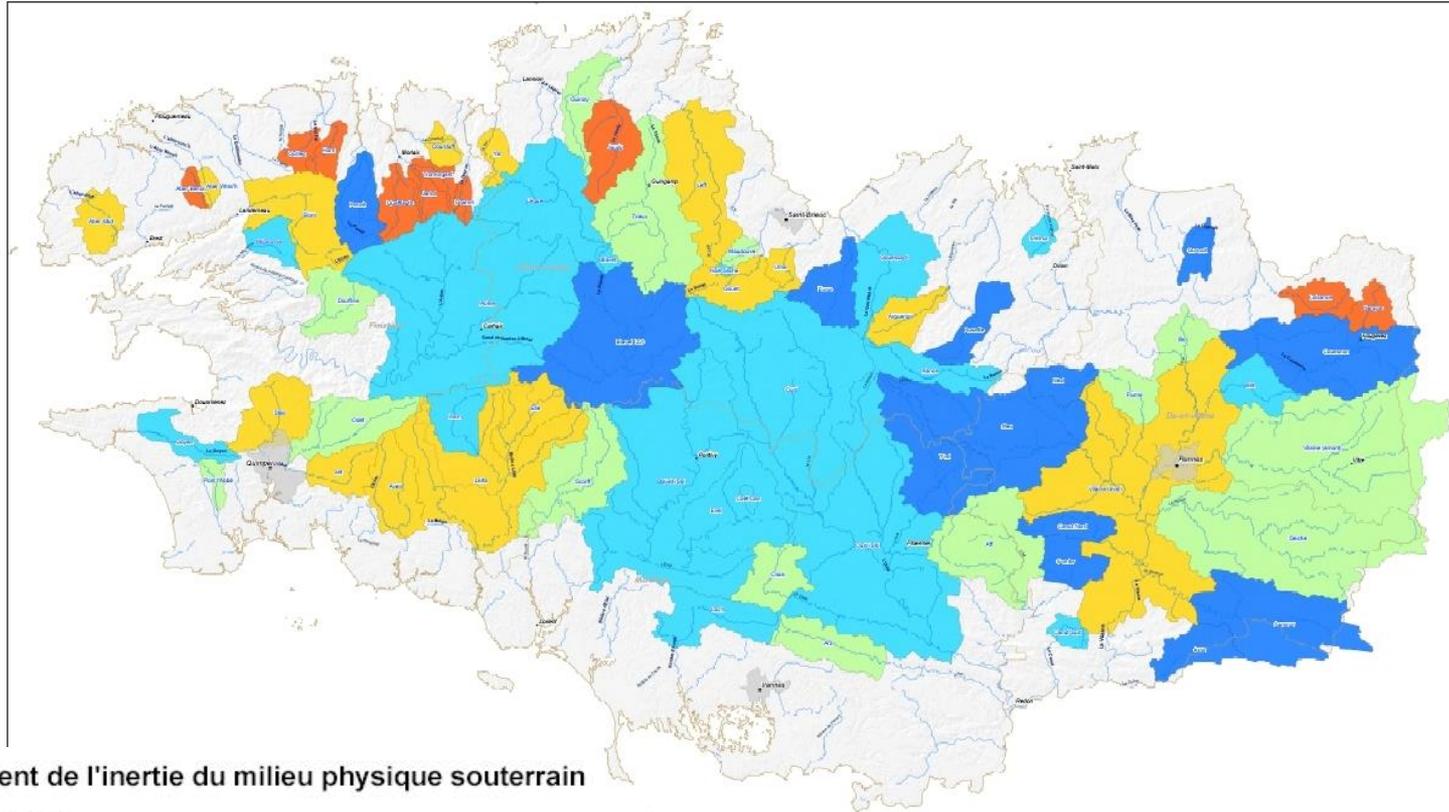
pour une Terre durable

un g m

Les eaux bretonnes et les principaux enjeux

> Les aquifères bretons : le socle

- Carte du degré d'inertie des eaux souterraines (SILURES)



Classement de l'inertie du milieu physique souterrain



Avertissement :
Les modélisations des 70 bassins versants ont été effectuées avec le logiciel BRGM Gardénia® (modèle Global À Réservoirs pour la simulation des Débits et des Niveaux d'Aquifères), qui est un modèle hydrologique global de bassins versants.

Les modélisations ont été réalisées avec un modèle à deux réservoirs souterrains pour simuler les deux régimes d'écoulement existant dans les roches de socle en Bretagne : un écoulement dans les roches altérées et un écoulement plus profond dans le milieu fissuré.

Le classement de l'inertie du milieu physique souterrain se base sur le résultat d'un paramètre de catage des modèles. Il s'agit de la somme des temps de demi-farissement de chacun des deux réservoirs souterrains.

Le temps de demi-farissement est le temps au bout duquel, en l'absence de recharge du réservoir souterrain, le débit souterrain du réservoir est divisé par deux.

une Terre durable



Les eaux bretonnes et les principaux enjeux

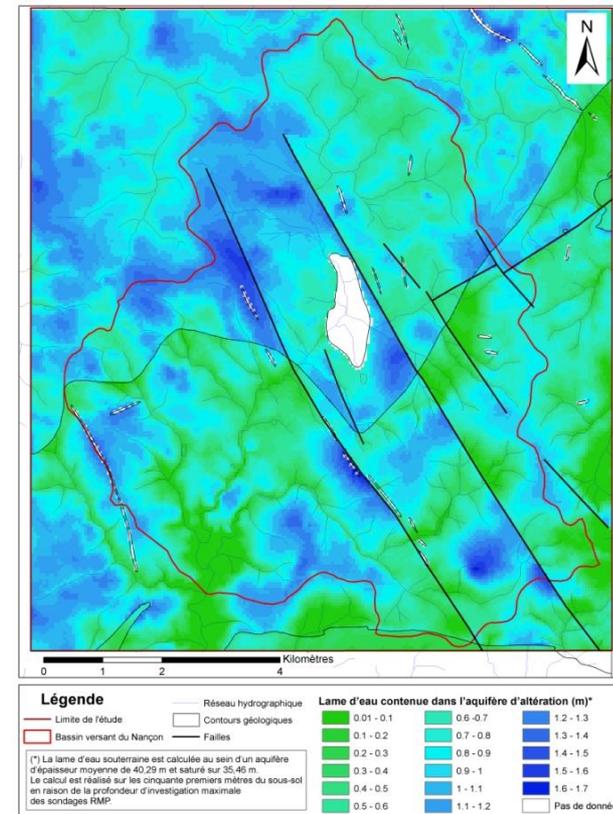
> Les aquifères bretons : **le socle**

- Calcul des volumes d'eau souterraine (**SILURES bassin versant**)
 - > Pour l'exploitation des eaux souterraines
 - > Et la protection des eaux souterraines pour reconquérir la qualité de l'eau

Exemple sur le BV du Nançon (35) :

- Volume stocké (renouvelable)
= 43 +/- 5 millions de m³
- Temps de renouvellement
(temps de transit (ZNS) + vidange) = environ 6 ans

Calcul réalisé sur 12 BV bretons

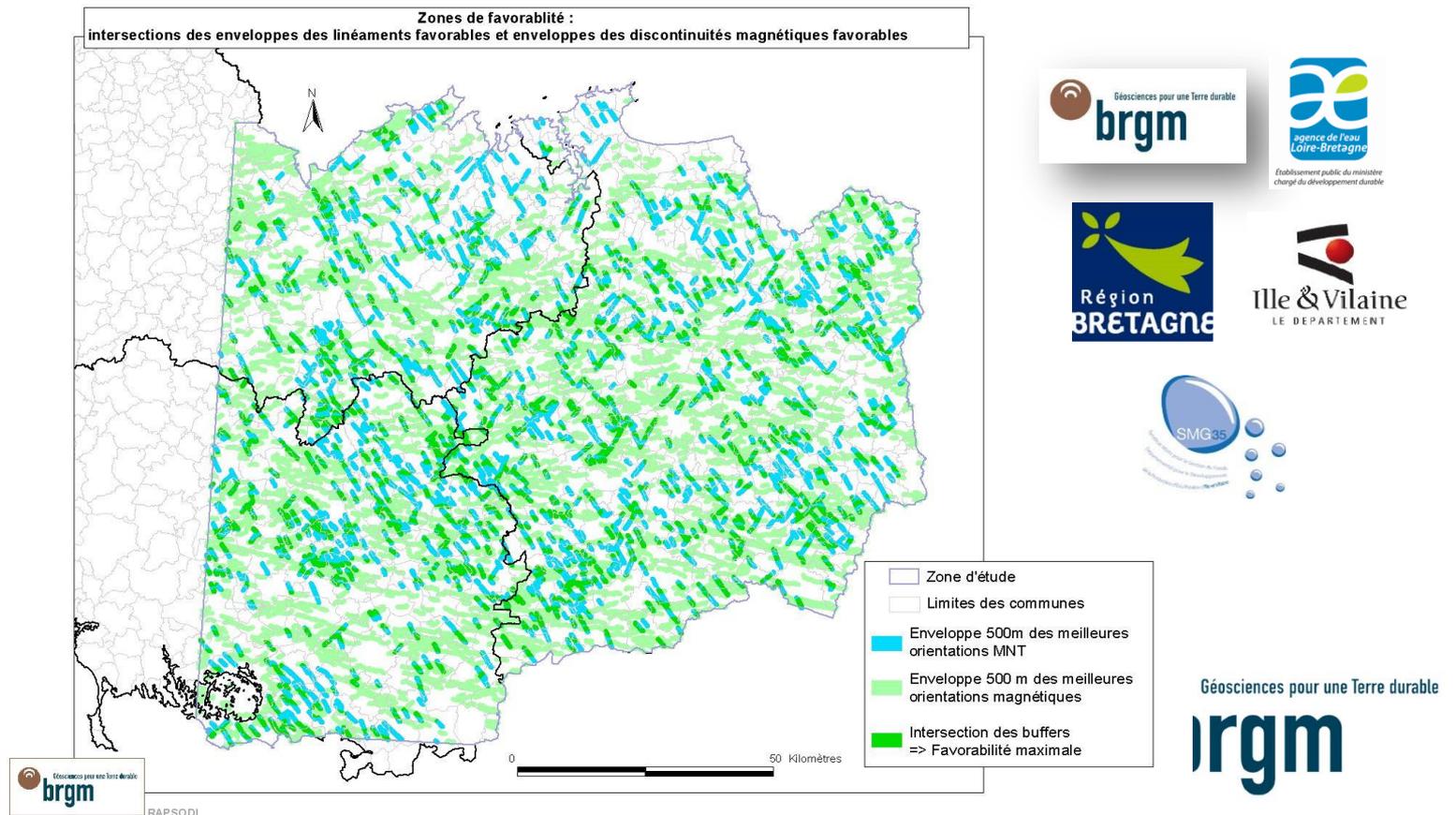


Les eaux souterraines en Bretagne

> Les aquifères bretons : **le socle**

- **RAPSODI** : Recherche d'aquifères profonds et identification des zones favorables (2006-2008)

Zones favorables issues de la combinaison des indices du magnétisme aéroporté et du Modèle Numérique de Terrain



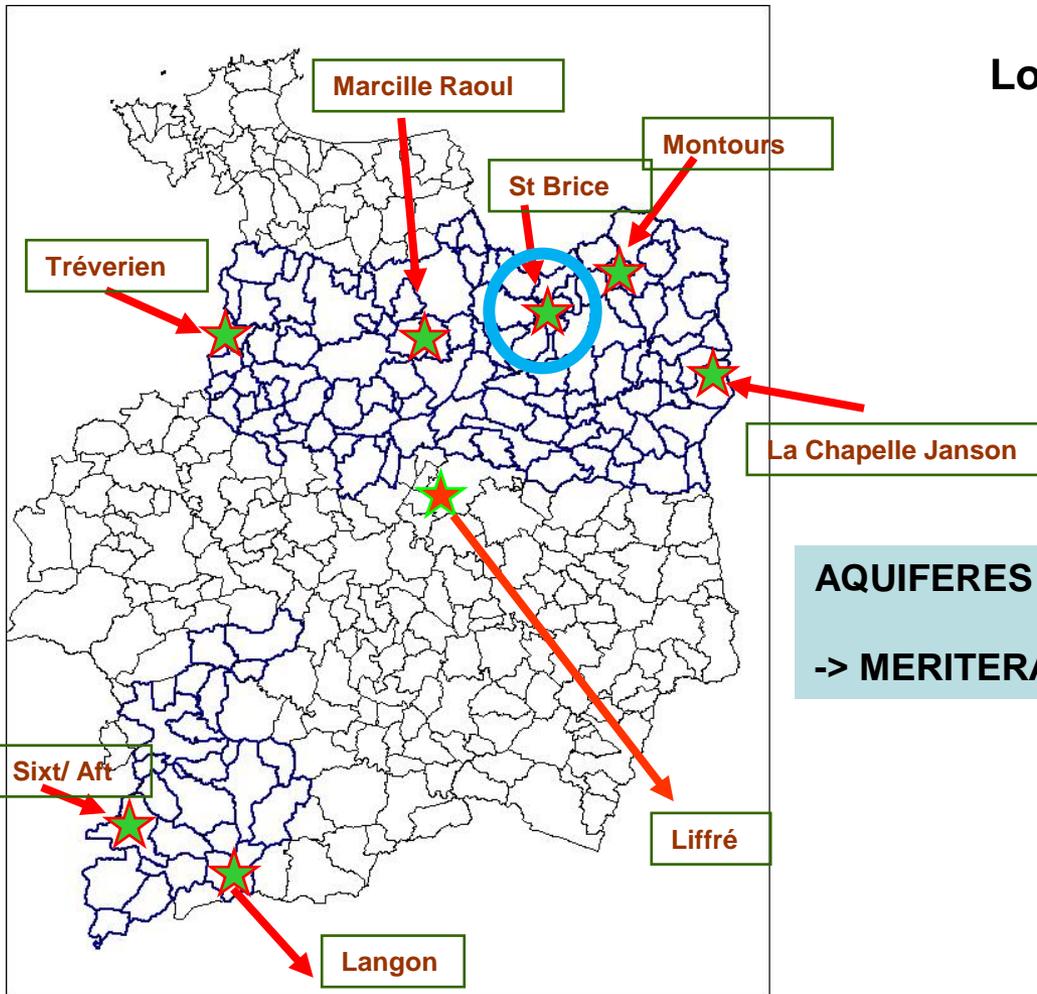
Les eaux souterraines en Bretagne

> Les aquifères bretons : **le socle**

- **RAPSODI** : Recherche d'aquifères profonds et identification des zones favorables

Localisation des sites de forage

Zones bleues : Zones déficitaires prioritaires



AQUIFERES PROFONDS ENCORE MECONNUS
-> MERITERAIENT D'ETRE DAVANTAGE ETUDIES

Les eaux souterraines en Bretagne

> Les aquifères bretons : le socle

- **CASPAR** : Caractérisation des Aquifères Semi-Profonds Armoricaux (2010-2013)

Objectifs :

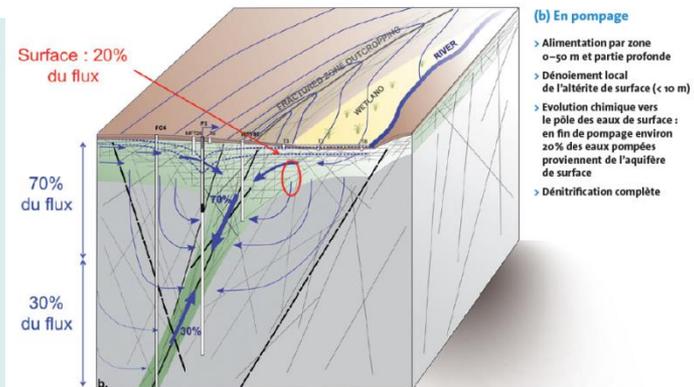
- Caractériser et mieux comprendre le fonctionnement des aquifères de socle semi-profonds (100 à 300 m) : géométrie, rôle de la fracturation
- Relations de ces systèmes avec les aquifères de sub-surface (connexions)
- Evaluer le potentiel d'exploitabilité de ces structures (qualité et quantité)

Travaux :

- Réalisation de forage entre 20 et 250 m de profondeur
- Essais de pompage
- Géophysique, géochimie, diagraphies etc

Principaux résultats :

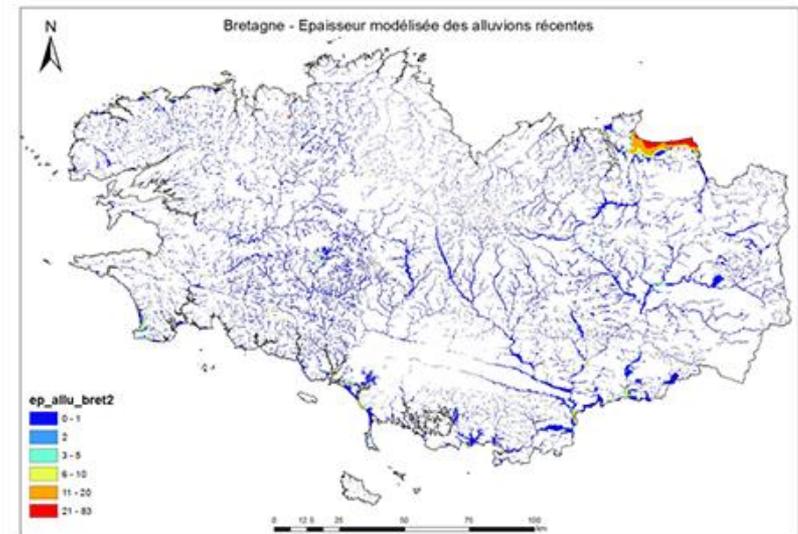
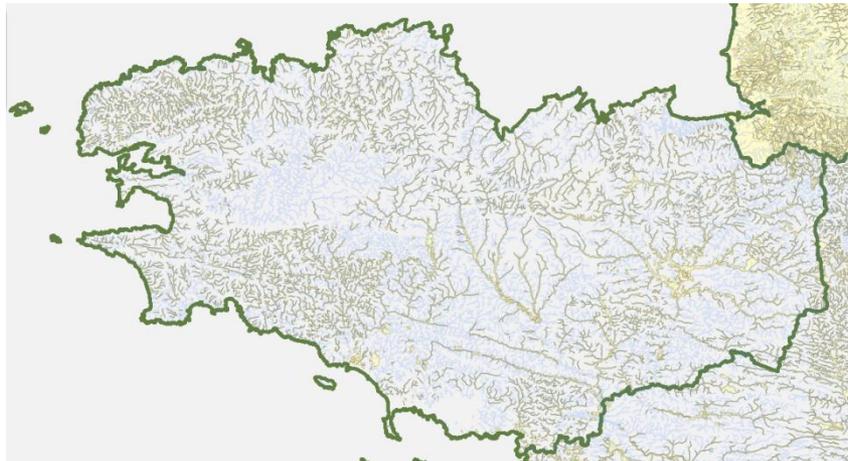
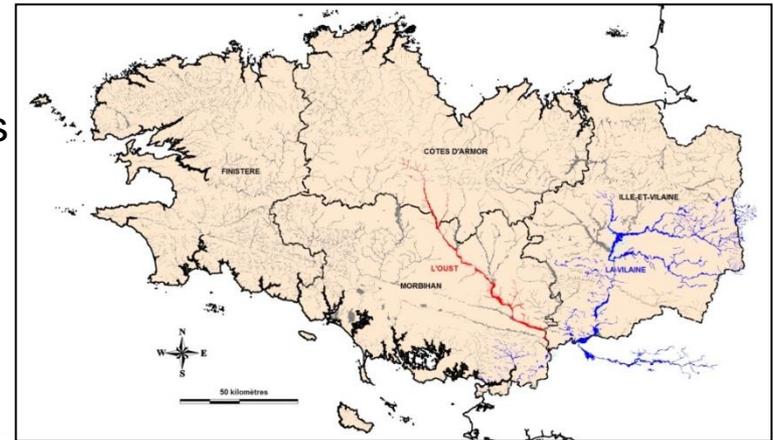
- Forte connexion surface-profondeur : aquifères semi profonds alimentés par la surface et par les zones profondes
- Propriétés géologiques et hydrogéologiques particulières
- Pérennité : liée à la capacité de l'aquifère de surface / vulnérables car connectés à la surface



Les eaux souterraines en Bretagne

> Les aquifères bretons : **les alluvions**

- Quand suffisamment développées -> très bons débits (Vilaine, Oust)
- Limitées spatialement
- Vulnérables aux pollutions de surface
- Relations nappes-rivières -> mal connues



Les eaux souterraines en Bretagne

> Les aquifères bretons : **les bassins tertiaires**

- Nombreux petits bassins (Rennes, Le Quiou)
- Bassins d'effondrement
- Limités spatialement
- Sables, faluns (coquilles), calcaires
- Aquifères fortement exploités

(très bonnes propriétés, mais extension réduite)



Forage CINERGY
Aperçu de l'étendue du chantier de forage



Projet CINERGY : Connaissance de la géologie profonde du bassin tertiaire Rennais, à visée Géothermique et hydrogéologique

Enjeux : géologiques, hydrogéologiques, géothermiques, géochimiques et même géomicrobiologiques.

En 2010 : forage à 675 mètres de profondeur à Chartres-de-Bretagne (03531X0208) -> forage le plus profond jamais creusé en Bretagne.

La qualité des eaux souterraines en Bretagne



Géosciences pour une Terre durable

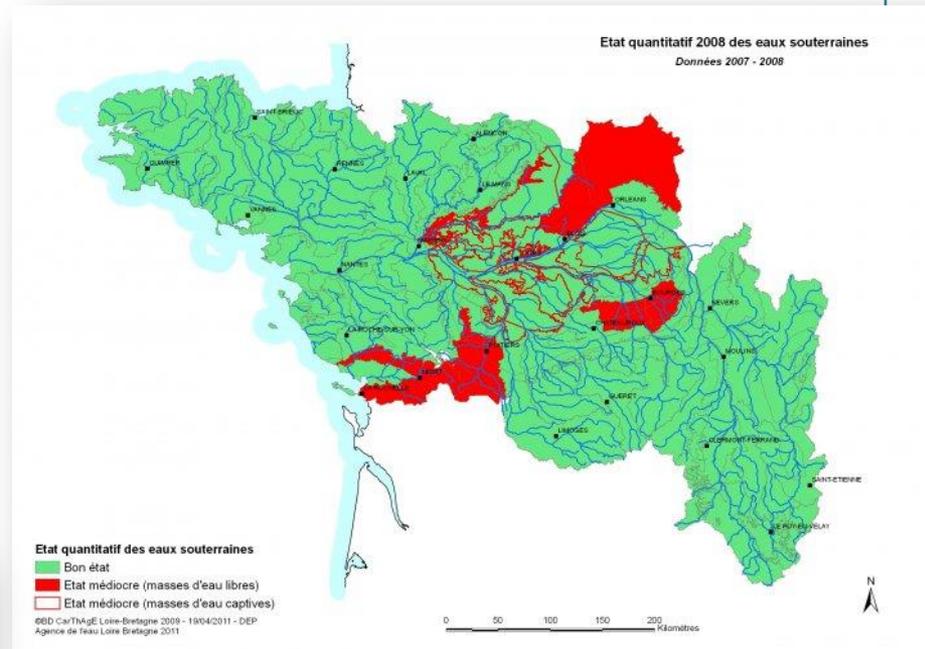
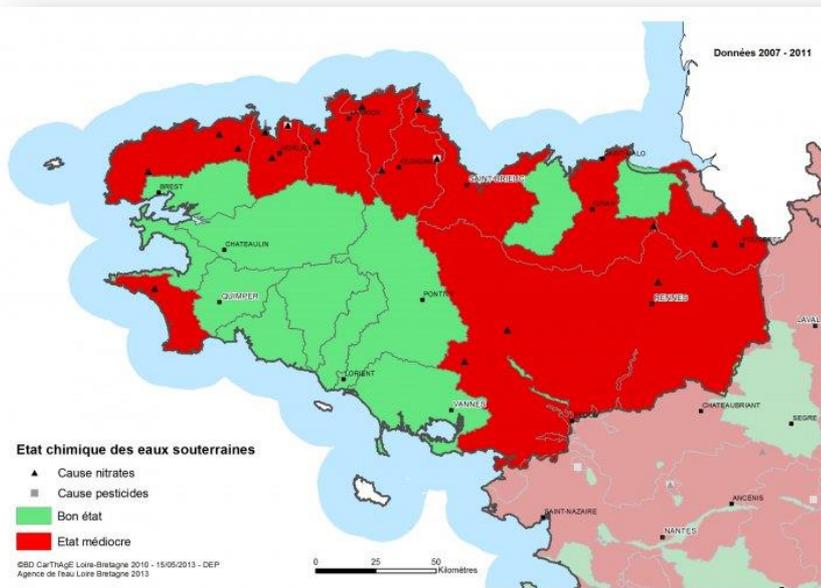
brgm

Les eaux souterraines en Bretagne

> L'état des eaux souterraines de Bretagne et les enjeux

• Enjeux quantitatifs

- Pénuries d'eau en période d'été, de sécheresse,
- Problèmes de sécurisation de la ressource.

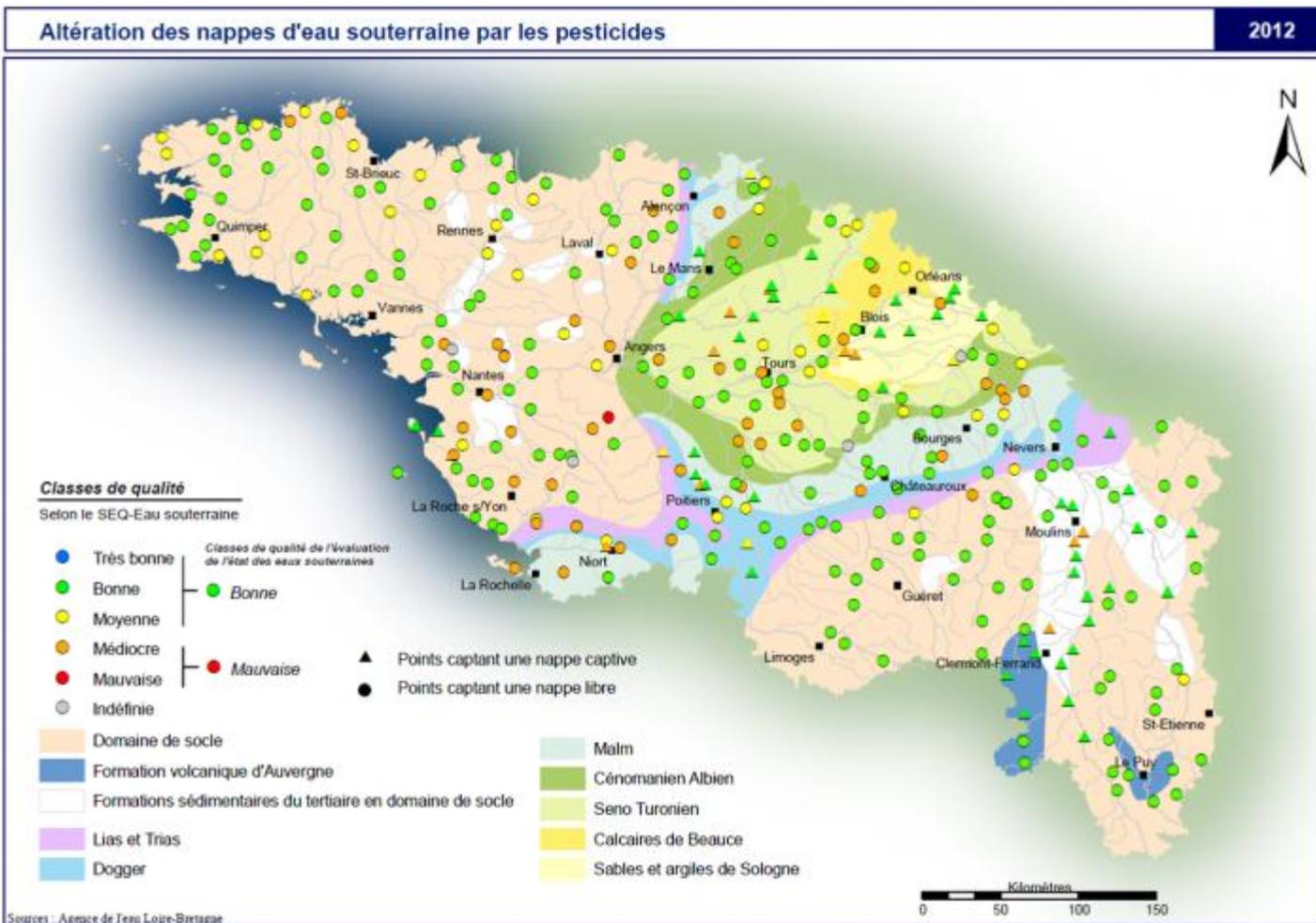


• Enjeux qualitatifs

- Contaminations par les nitrates
- Contaminations par les produits phytosanitaires
- Autres pollutions ponctuelles (métaux, hydrocarbures etc)

La qualité des eaux souterraines bretonnes

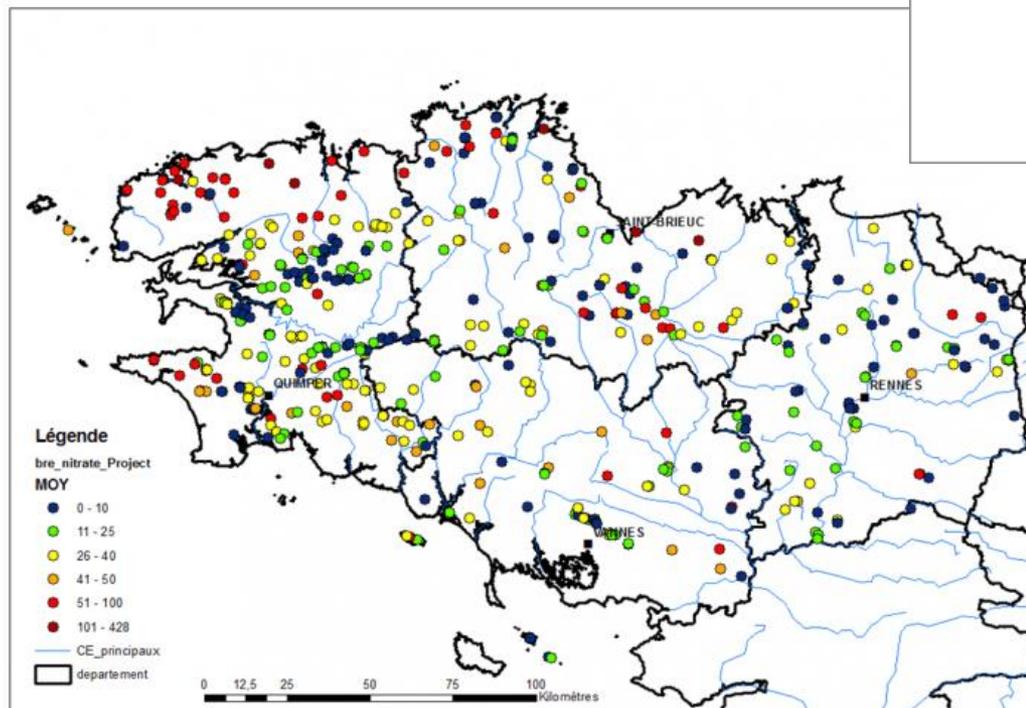
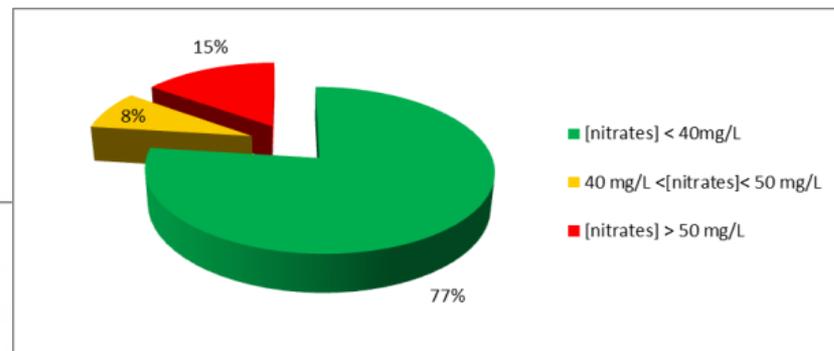
- Qualité des eaux souterraines :
référentiel SEQ-EAU



La qualité des eaux souterraines bretonnes

- **Statistiques à partir des analyses sur qualitomètres**

Concentration en nitrates des eaux souterraines (eaux brutes, moyenne des moyennes annuelles en mg/L) sur les qualitomètres suivis dans ADES – source : AELB (2012)

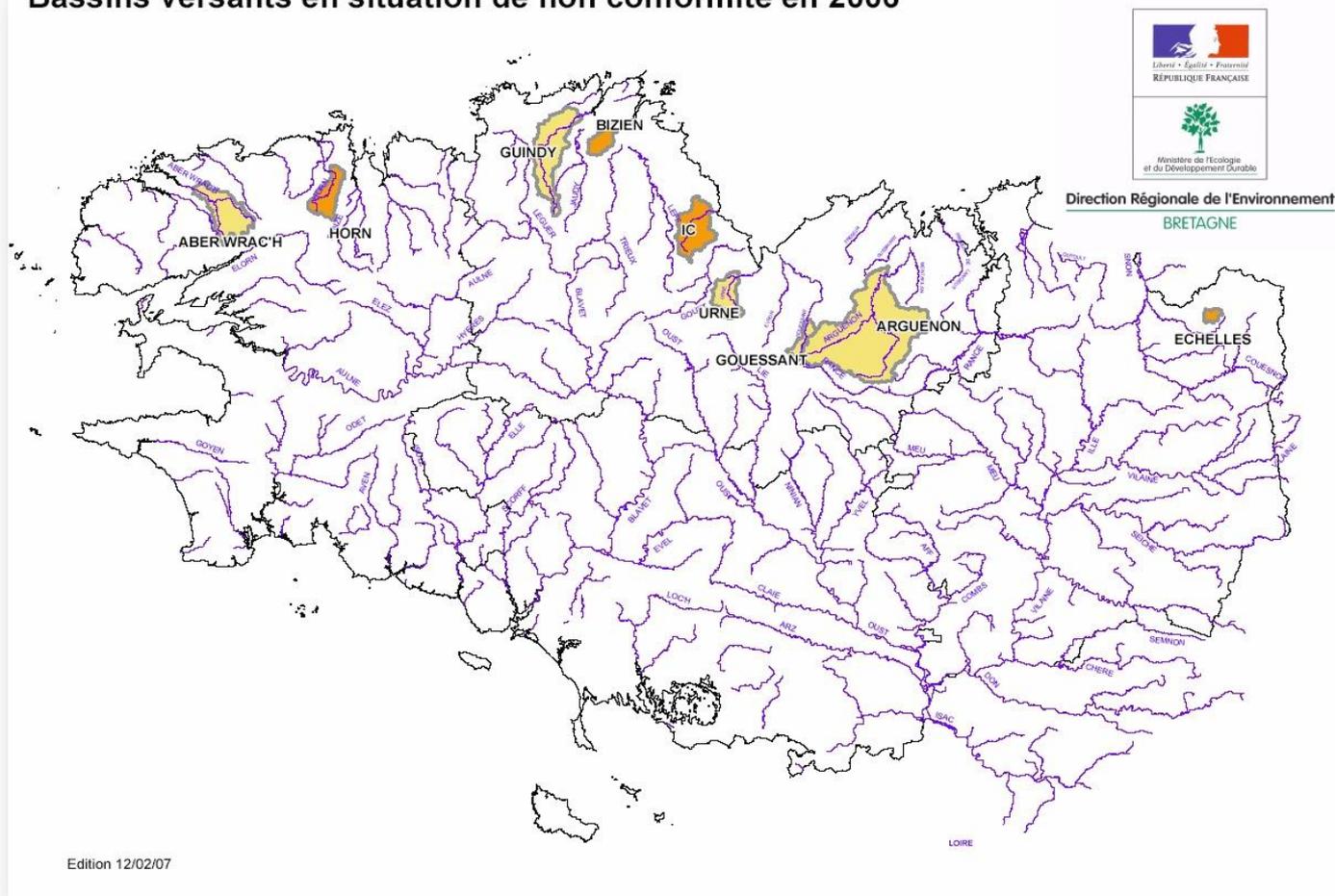


Répartition des qualitomètres selon leur teneur moyenne en nitrates - source : AELB (2012)

La qualité des eaux souterraines bretonnes

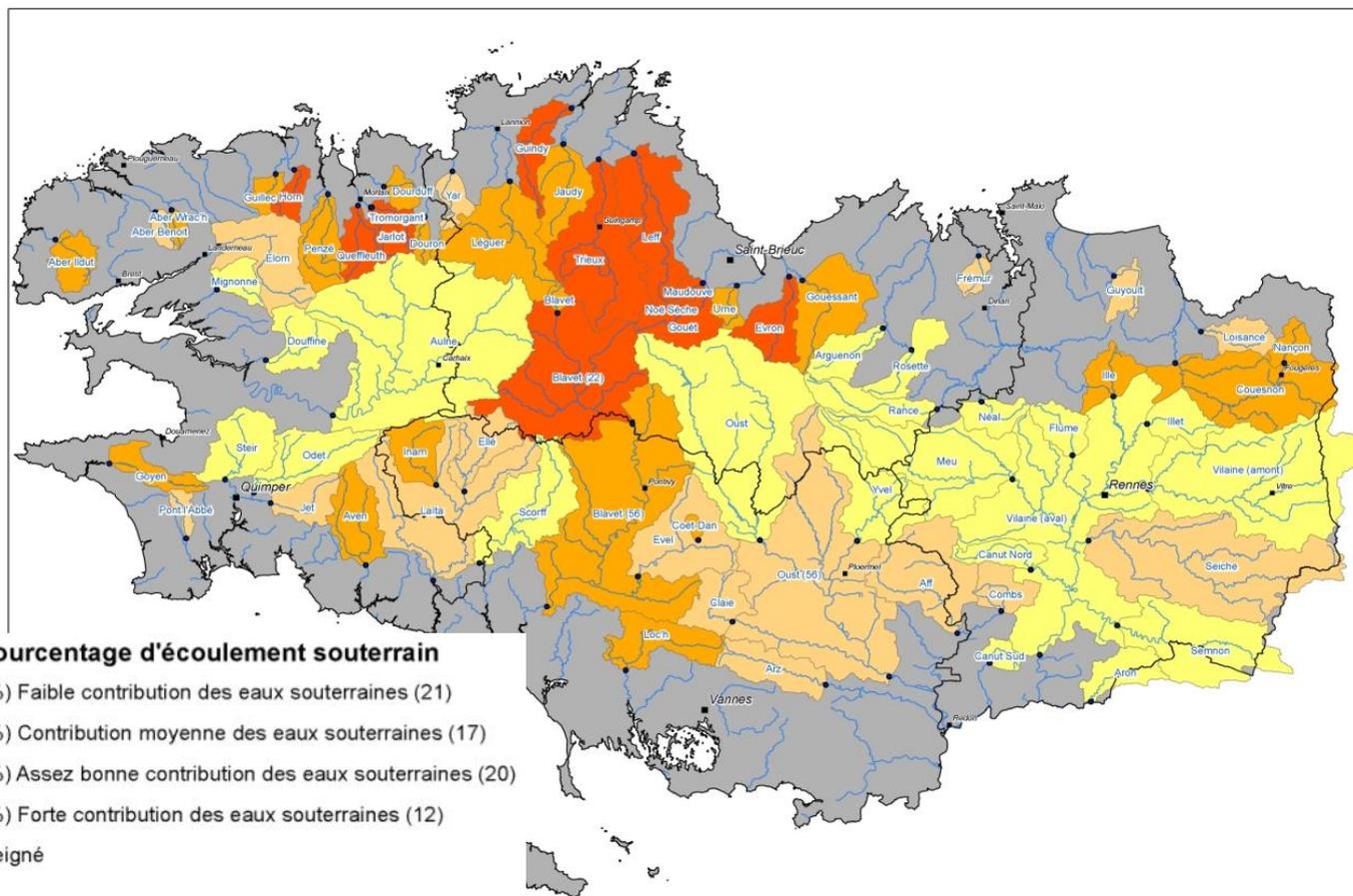
- Des eaux de rivières touchées (relation nappes-rivières)

Bassins versants en situation de non conformité en 2006



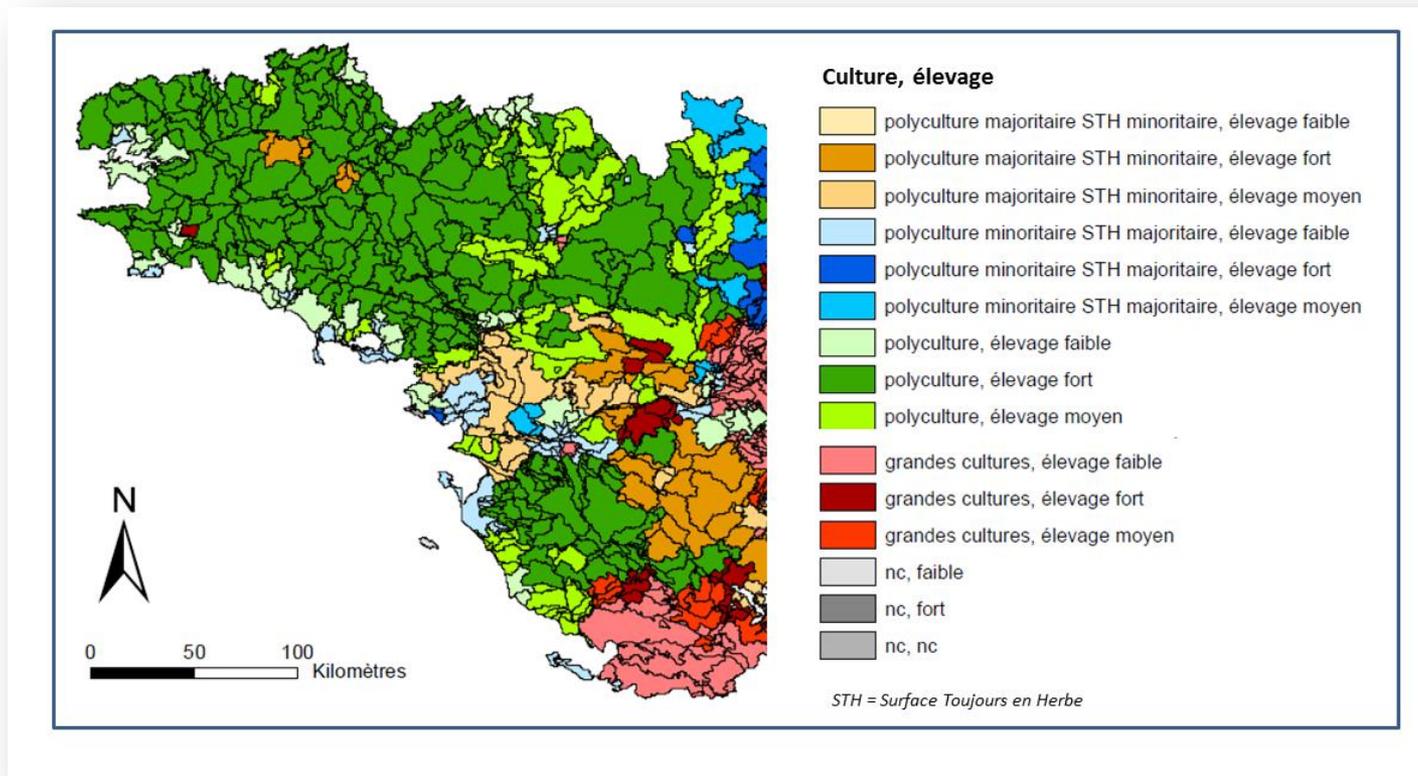
La qualité des eaux souterraines bretonnes

- Des eaux de rivières touchées (relation nappes-rivières)



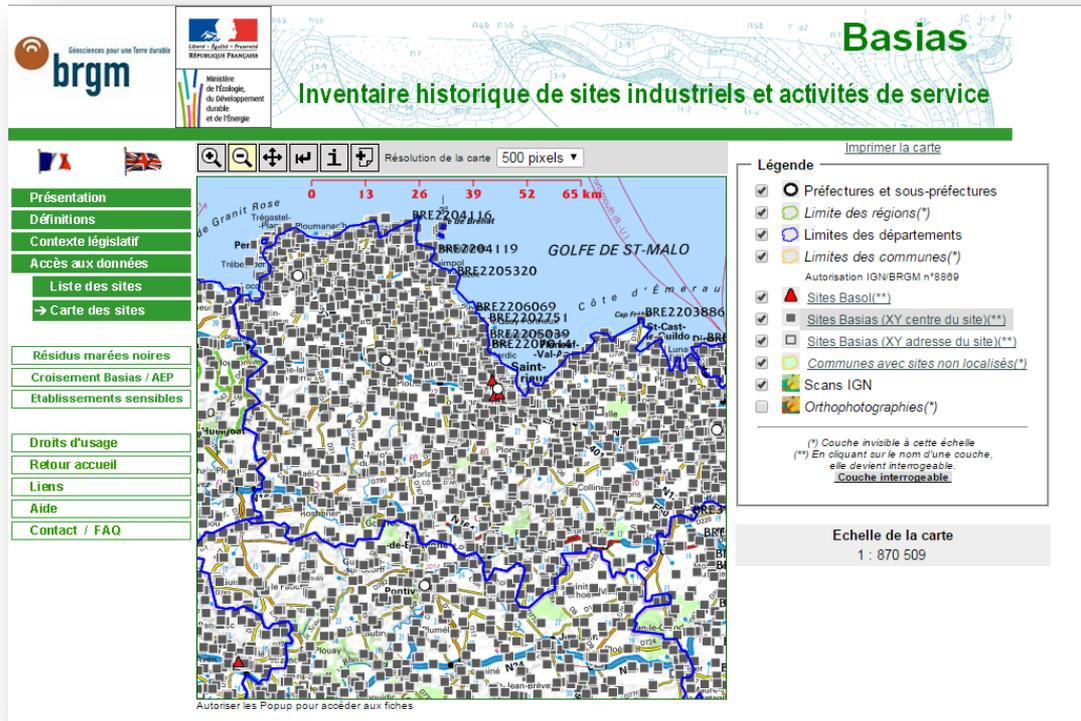
La qualité des eaux souterraines bretonnes

- Les pressions en surface
 - Pollutions diffuses



La qualité des eaux souterraines bretonnes

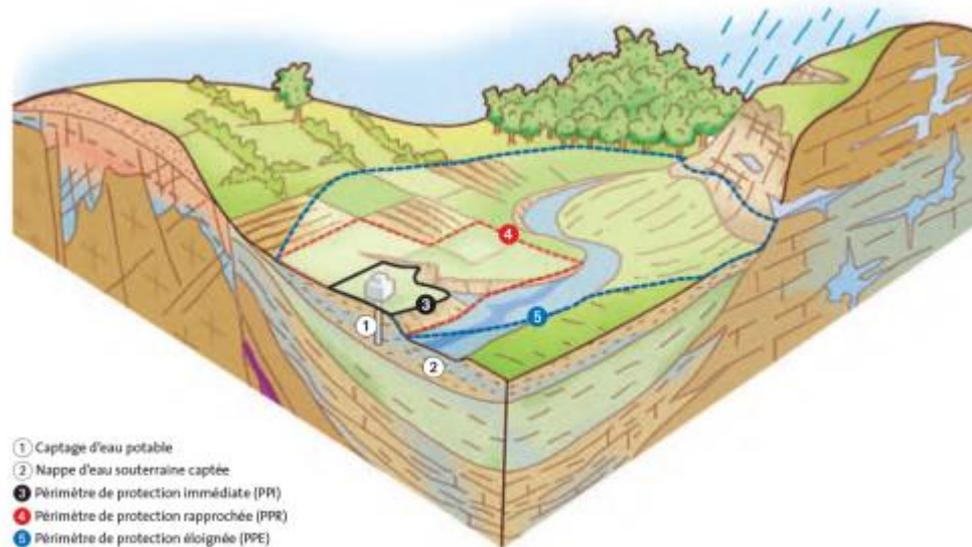
- Les pressions en surface
 - Pollutions ponctuelles



+ assainissement,
+ élevages
+

La protection des captages d'eau potable

- **Périmètres de Protection des Captages d'eau potable**
= limite de l'espace réservé réglementairement autour des captages utilisés pour l'alimentation en eau potable, après avis d'un hydrogéologue agréé.
Les activités artisanales, agricoles et industrielles, les constructions y sont interdites ou réglementées afin de préserver la ressource en eau, en évitant des pollutions chroniques ou accidentelles.



Bloc diagramme présentant les différents périmètres de protection applicables autour d'un captage © [BRGM](#) - *M. VILLEY*

La protection des captages d'eau potable

▪ Périmètres de Protection des Captages d'eau potable

Selon article L.1321-2 du code de la santé publique, l'acte portant d'utilité publique des travaux de prélèvement d'eau destinée à la consommation humaine détermine autour du point de prélèvement :

- un Périmètre de Protection Immédiat-
- un Périmètre de Protection Rapproché
- un Périmètre de Protection Eloigné

Périmètre de Protection Immédiate (PPI)

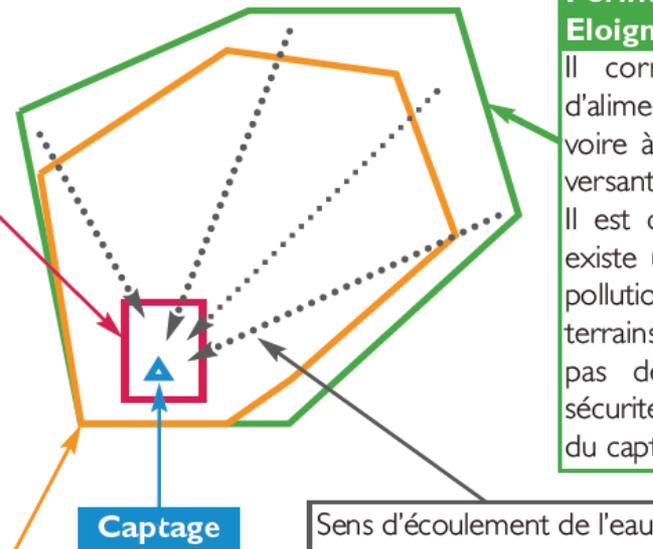
Il correspond au terrain d'implantation des ouvrages et à leurs abords.
Il doit être obligatoirement acquis, clôturé et entretenu par la collectivité utilisatrice.
Tout ce qui n'est pas explicitement autorisé dans l'acte déclaratif d'utilité publique est interdit.

Périmètre de Protection Rapprochée (PPR)

Il doit protéger efficacement le captage vis-à-vis des migrations des substances polluantes.
Son étendue est déterminée en prenant en compte la durée et la vitesse de transfert de l'eau, le pouvoir de fixation et de dégradation du sol et du sous sol vis-à-vis des polluants, le pouvoir de dispersion des eaux.
Il peut être acquis par la collectivité.

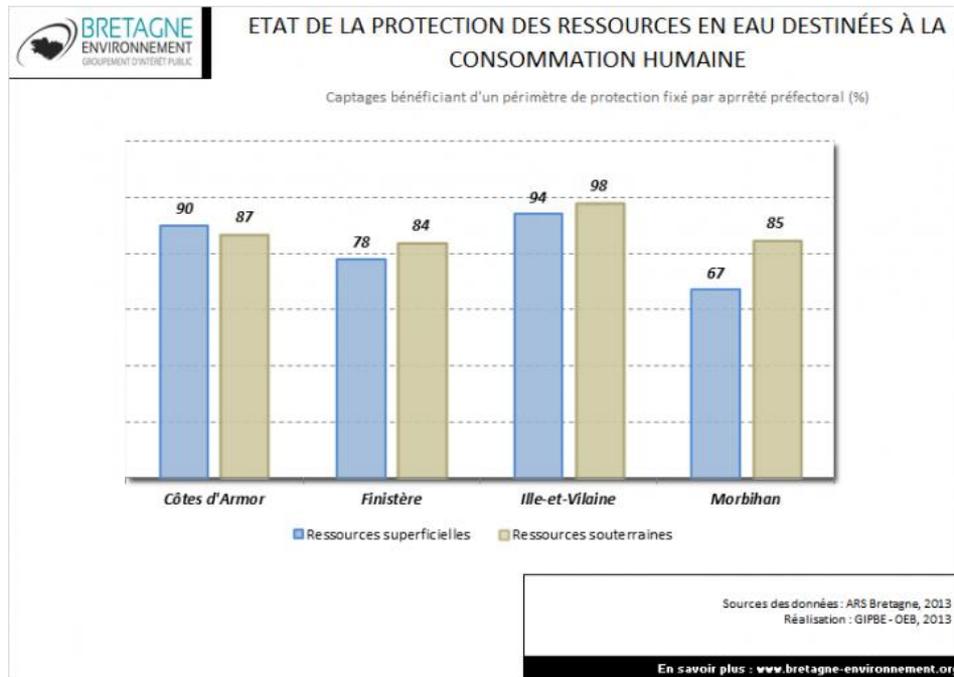
Périmètre de Protection Eloignée (PPE)

Il correspond à la zone d'alimentation du point d'eau voire à l'ensemble du bassin versant.
Il est créé en particulier s'il existe un risque potentiel de pollution que la nature des terrains traversés ne permet pas de réduire en toute sécurité, malgré l'éloignement du captage.

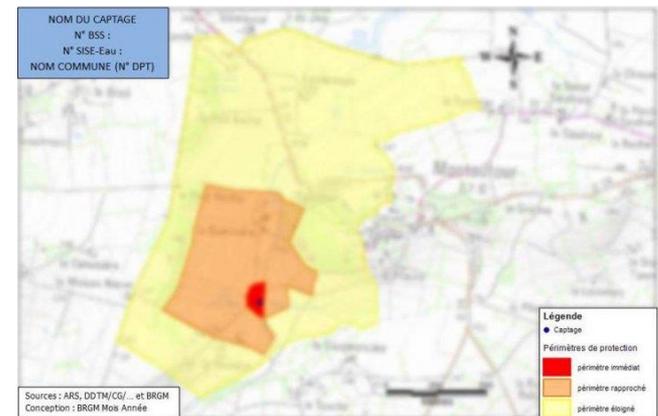


La protection des captages d'eau potable

- Avancement des PPC



Etat de protection des captages en Bretagne à fin 2012



La protection des captages d'eau potable

- Aire d'Alimentation des Captages (AAC)

= zone en surface sur laquelle l'eau qui s'infiltrate ou ruisselle alimente le captage.

-> généralement plus vaste que celle des PPC.

-> son but principal est de lutter contre les pollutions diffuses risquant d'impacter la qualité de l'eau prélevée par le captage.

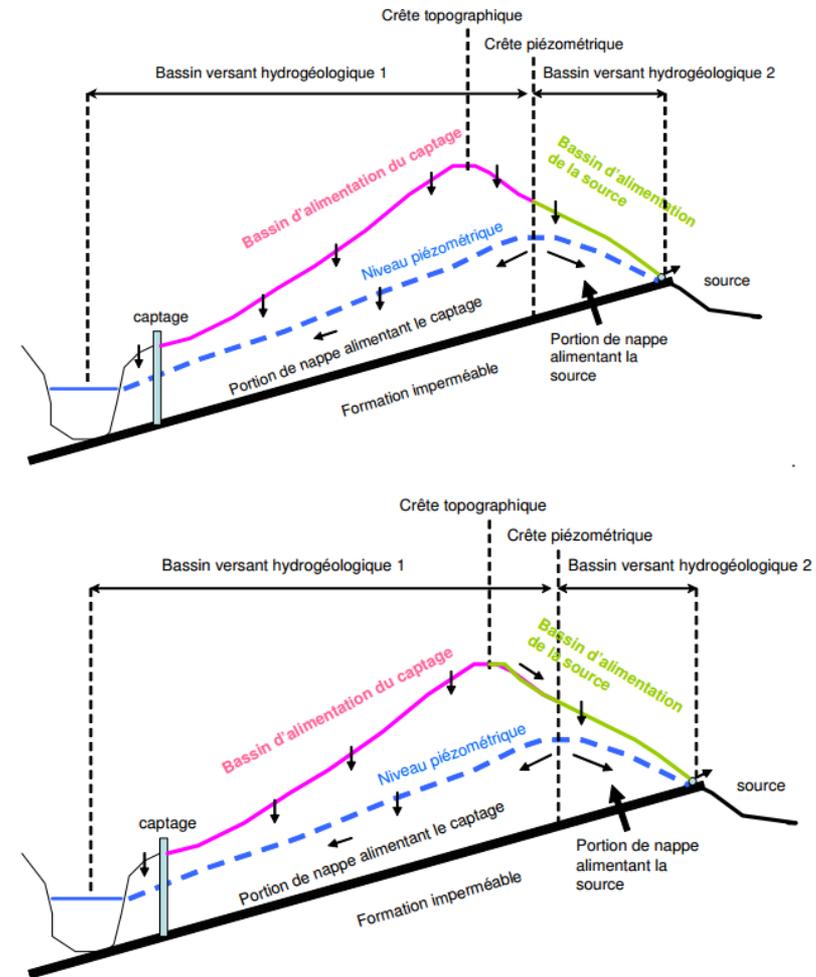
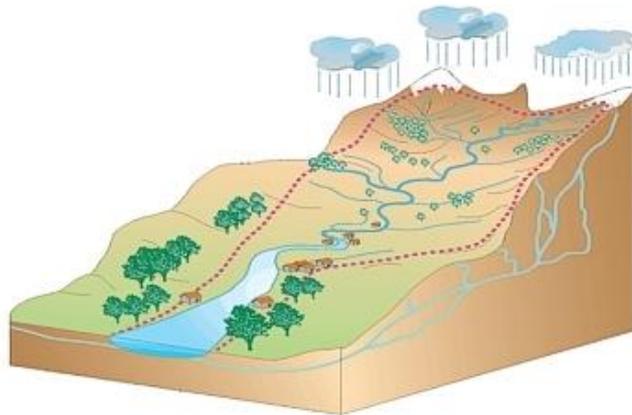


Illustration 4 – bassin hydrogéologique et bassin d'alimentation du captage dans un cas simple

La protection des captages d'eau potable

- Aire d'Alimentation des Captages (AAC)

= zone en surface sur laquelle l'eau qui s'infiltré ou ruisselle alimente le captage.

-> généralement plus vaste que celle des PPC.

-> son but principal est de lutter contre les pollutions diffuses risquant d'impacter la qualité de l'eau prélevée par le captage.

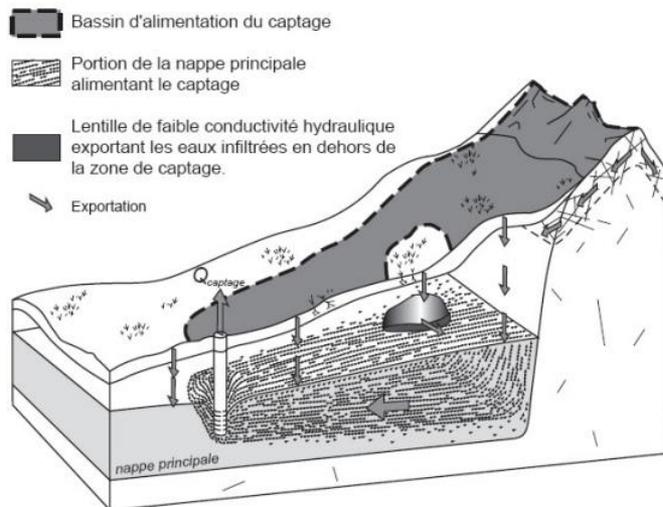


Illustration 6 - Illustration du bassin d'alimentation d'un captage. Il s'agit du secteur, en surface, qui participe à l'alimentation en eau du captage (in Bussard, 2005)

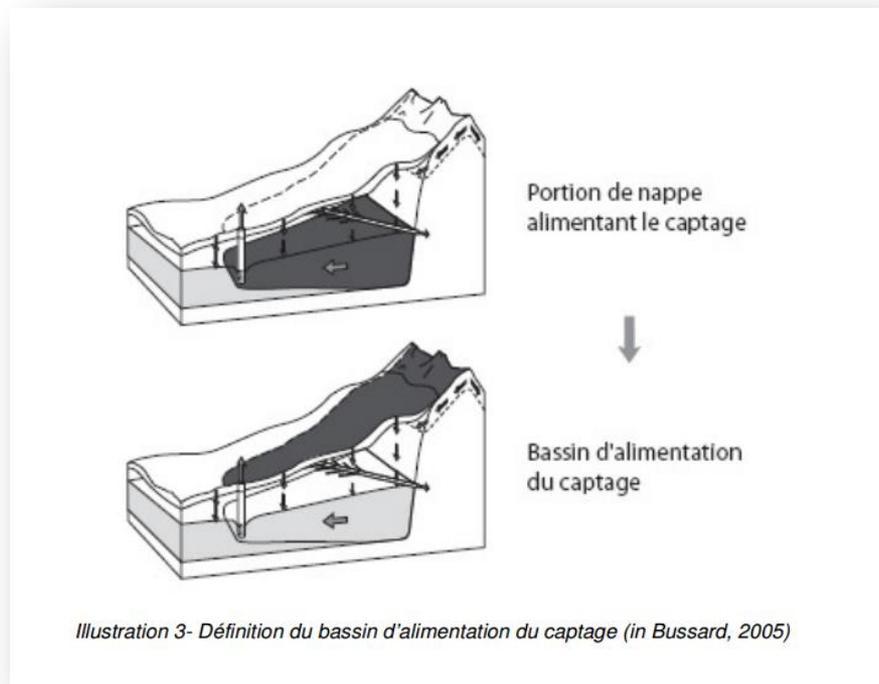


Illustration 3- Définition du bassin d'alimentation du captage (in Bussard, 2005)

Temps 2 :
11h30- 12h30

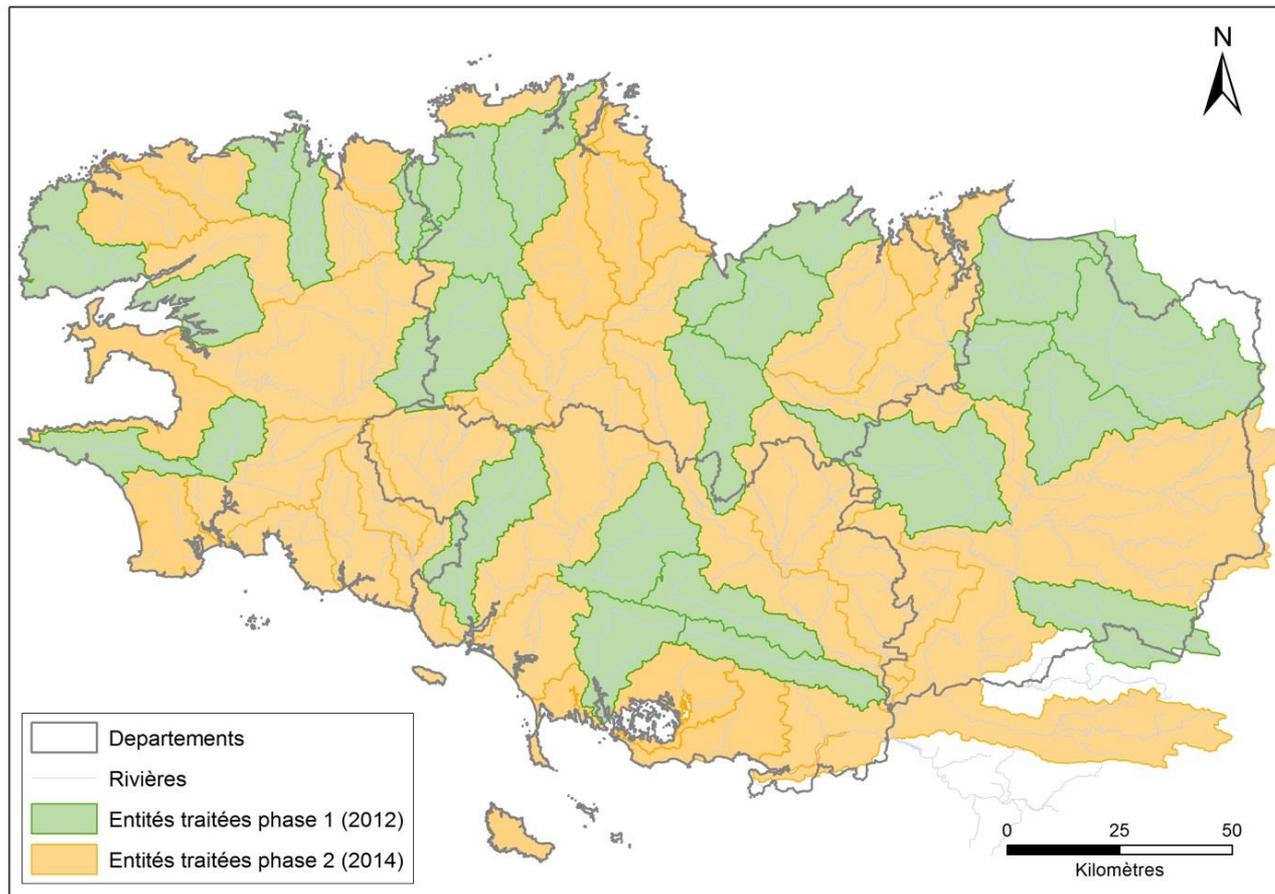
Prélèvements sur les eaux souterraines de Bretagne



SIGES Bretagne

Inventaire des prélèvements d'eau souterraine déclarés

- > suite inventaire prélèvements d'eau souterraine déclarés (2014-2015) : 31 entités, 60% superficie BRE
- > précisions sur incertitudes



Inventaire des prélèvements d'eau souterraine déclarés en 2009

> Inventaire réalisé sur l'année 2009

> Source des données :

	Bases de données			
	BSS	Police de l'Eau	AELB	ICPE industrielles
Objectif de la base de données	Recensement des ouvrages souterrains > 10 m de profondeur	Recensement des ouvrages Loi sur l'Eau (prélèvement > 1000m3/an hors ICPE)	Recensement des prélèvements annuels (AEP, irrigation, industriel) pour paiement de la redevance prélèvement	Recensement des prélèvements annuels des ICPE industrielles
Usage	tous usages	tous usages (hors ICPE)	AEP, irrigation, industriel	industriel (ICPE)
Information sur l'usage	■	●	●	●
Coordonnées XY	●	✗	■	✗
Commune	●	●	●	●
Lieu-dit	■	●	■	✗
Propriétaire	■	■	✗	●
Code BSS	●	✗	✗	✗
Volume annuel maximum déclaré	■	■	✗	✗
Volume annuel réellement prélevé	✗	✗	●	●

Inventaire des prélèvements d'eau souterraine déclarés en 2009

- présentation des résultats :

Bilan par usage (AELB)

en 2009

Utilisation des ouvrages	Prélèvements eau souterraine (m3/an) *	part des usages en %
Alimentation en Eau Potable (AEP)	272 800	27
INDUSTRIEL	201 745	20
IRRIGATION	241 074	24
ÉLEVAGE	232 620	23
DOMESTIQUE (usage familial)	38 630	4
AUTRES (autre sans usage alimentaire, géothermie, lavage...)	18 800	2
TOTAL	1 005 669	100

Figure 8 : Estimation des prélèvements en eau souterraine sur le bassin versant de la Penzé (2009)

Historique

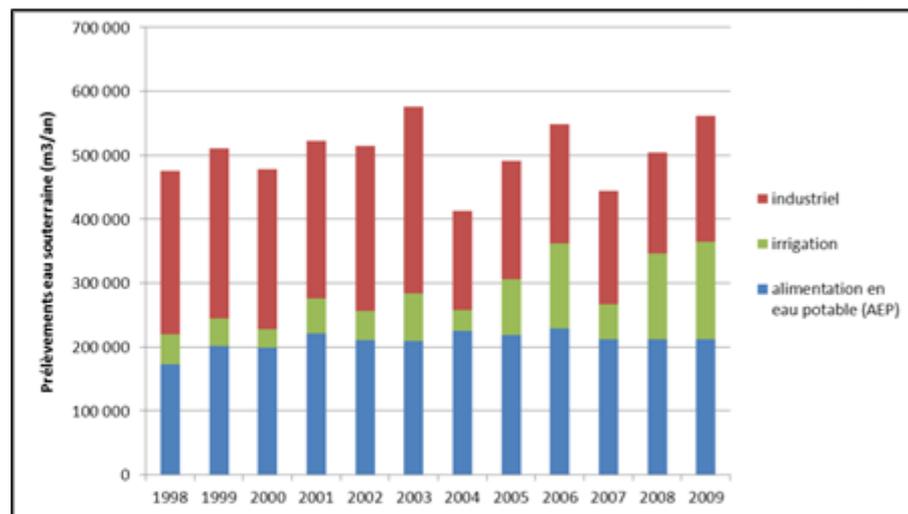


Figure 9 : Evolution des prélèvements en eau souterraine sur l'entité entre 1998 et 2009 (données AELB)

Inventaire des prélèvements d'eau souterraine déclarés en 2009

• tableau de synthèse des incertitudes

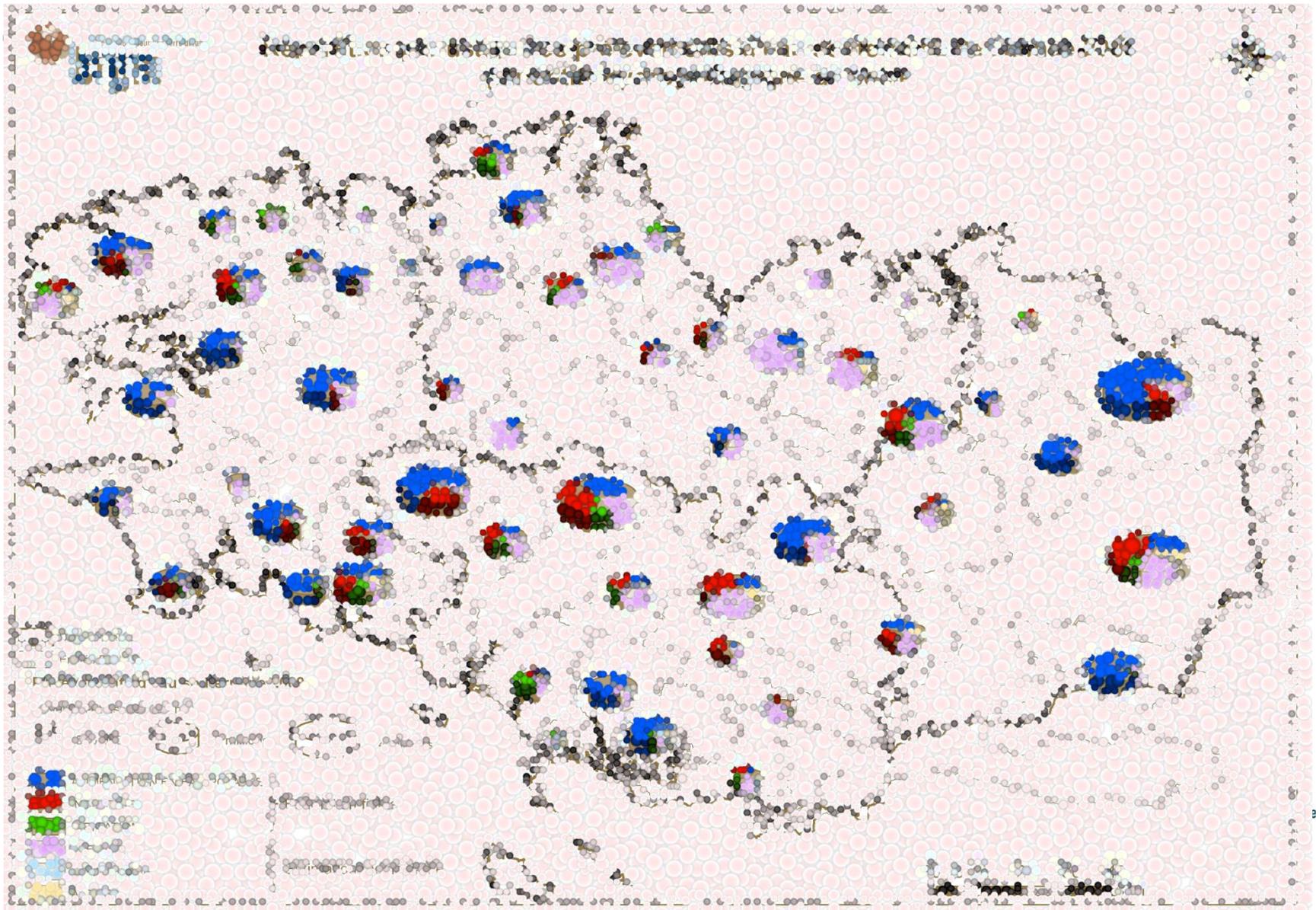
Usages de l'eau souterraine prélevée	Sources d'incertitudes dans l'estimation des prélèvements d'eau souterraine déclarés	Description des incertitudes	Niveau de confiance dans l'estimation de l'incertitude <i>fort : incertitude approchée</i> <i>moyen : idée de l'ordre de grandeur faible : incertitude inconnue</i>	Impact de l'incertitude sur le volume estimé	Impact sur les prélèvements (sur-estimation/sous-estimation)
Domestique	Existence d'ouvrages non déclarés	Absence de remplissage de la base "Forages domestiques" => prise en compte des ouvrages à usage domestique déclarés en BSS	moyen	moyenne (nombreux ouvrages concernés (1/3) mais faible volume)	sous-estimation
	Pas de connaissance du volume réellement prélevé par les ouvrages déclarés	Hypothèse de 3 personnes par foyer soit 150 m ³ /an pour les forages à usage domestique recensés en BSS	faible	faible	sous-estimation
Elevage	Existence d'ouvrages non déclarés	Données papier pour les ICPE élevages non prises en compte dans cet inventaire => prise en compte des ouvrages à usage agricole déclarés en BSS	moyen	moyenne (nombreux ouvrages concernés (1/3) mais faible volume)	sous-estimation
	Pas de connaissance du volume réellement prélevé par les ouvrages déclarés	Estimation simplifiée des prélèvements à 5m ³ /j pour les forages à usage agricole recensés en BSS (sur la base d'études menées entre 2004 et 2009 par le BRGM)	moyen	moyenne	sous-estimation
Hors AEP, irrigation et industriel	Pas de connaissance du volume réellement prélevé (sauf pour les données issues de l'AELB)	Différence entre le volume déclaré lors de la création de l'ouvrage (pris en compte dans cet inventaire) et le volume réellement prélevé	moyen	moyenne	sur-estimation
Tous	Erreur humaine due à l'opérateur travaillant sur l'inventaire	Identification de plus ou moins de doublons de points d'eau selon l'opérateur	fort	moyenne (± 4 à 10%)	sur-estimation



Géosciences pour une Terre durable

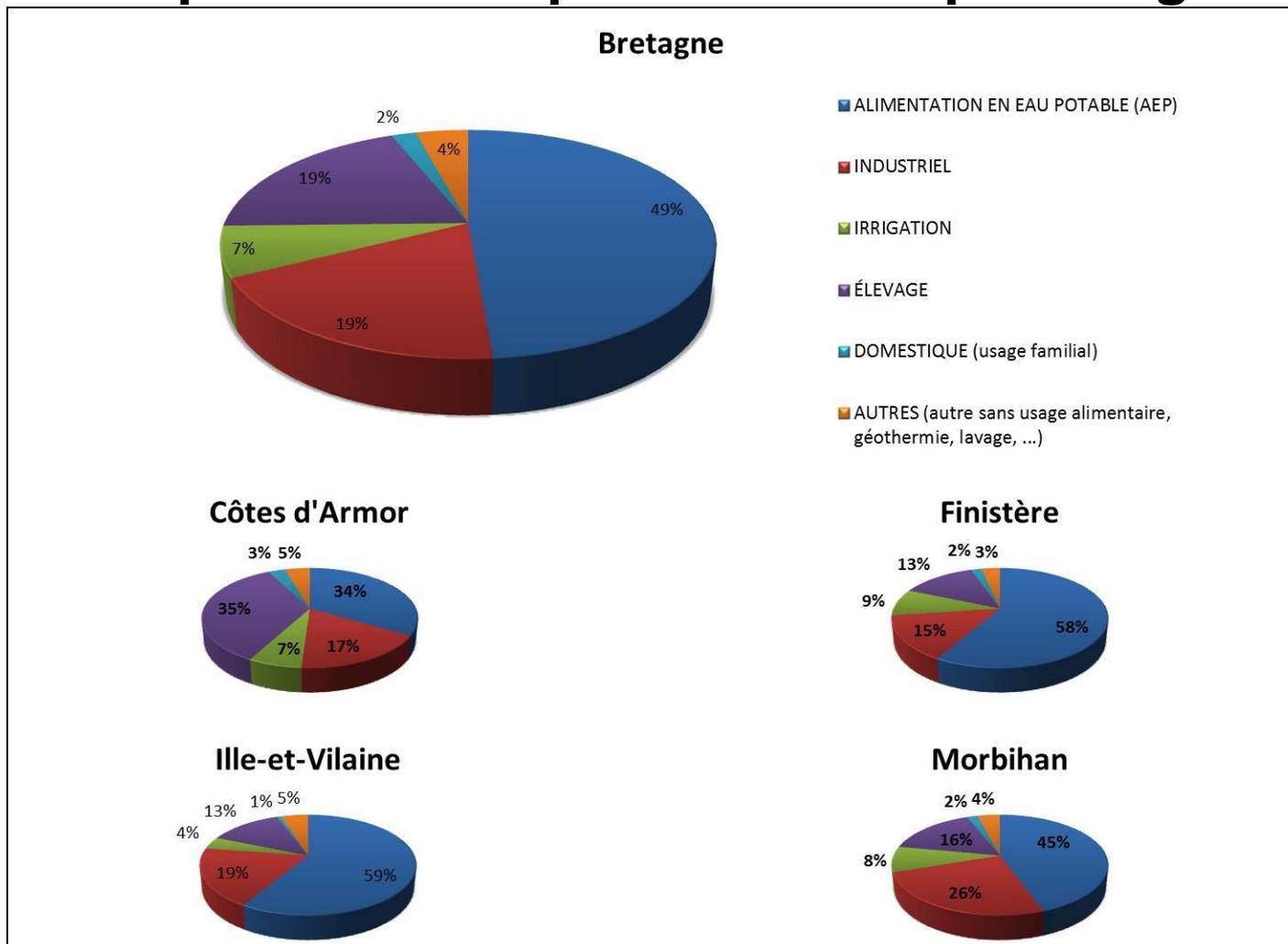
brgm

Inventaire des prélèvements d'eau souterraine



Inventaire des prélèvements d'eau souterraine déclarés en 2009

> Répartition des prélèvements par usage

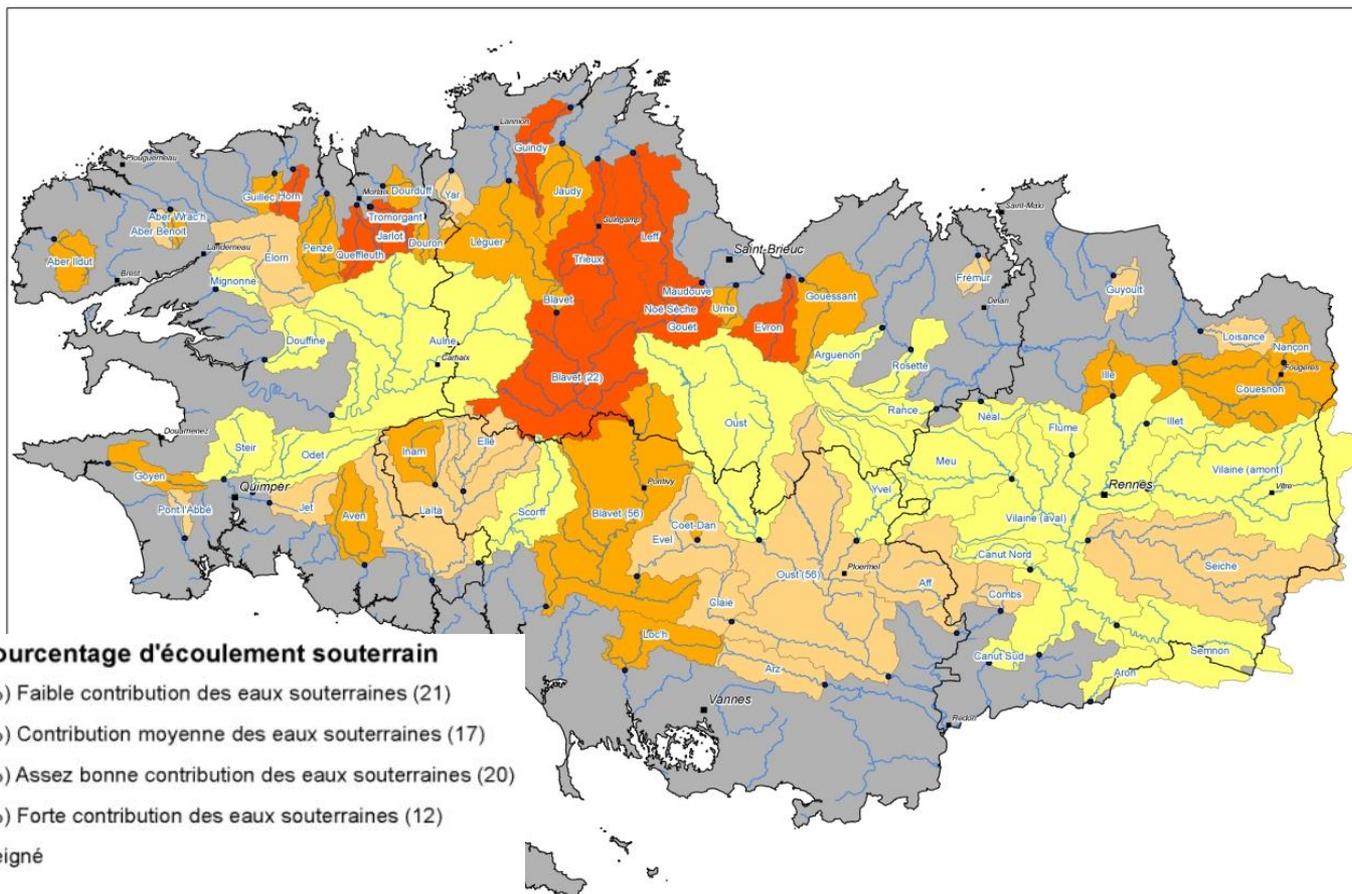


Relation Nappes-Rivières



Domaine de Socle – Projet SILURES

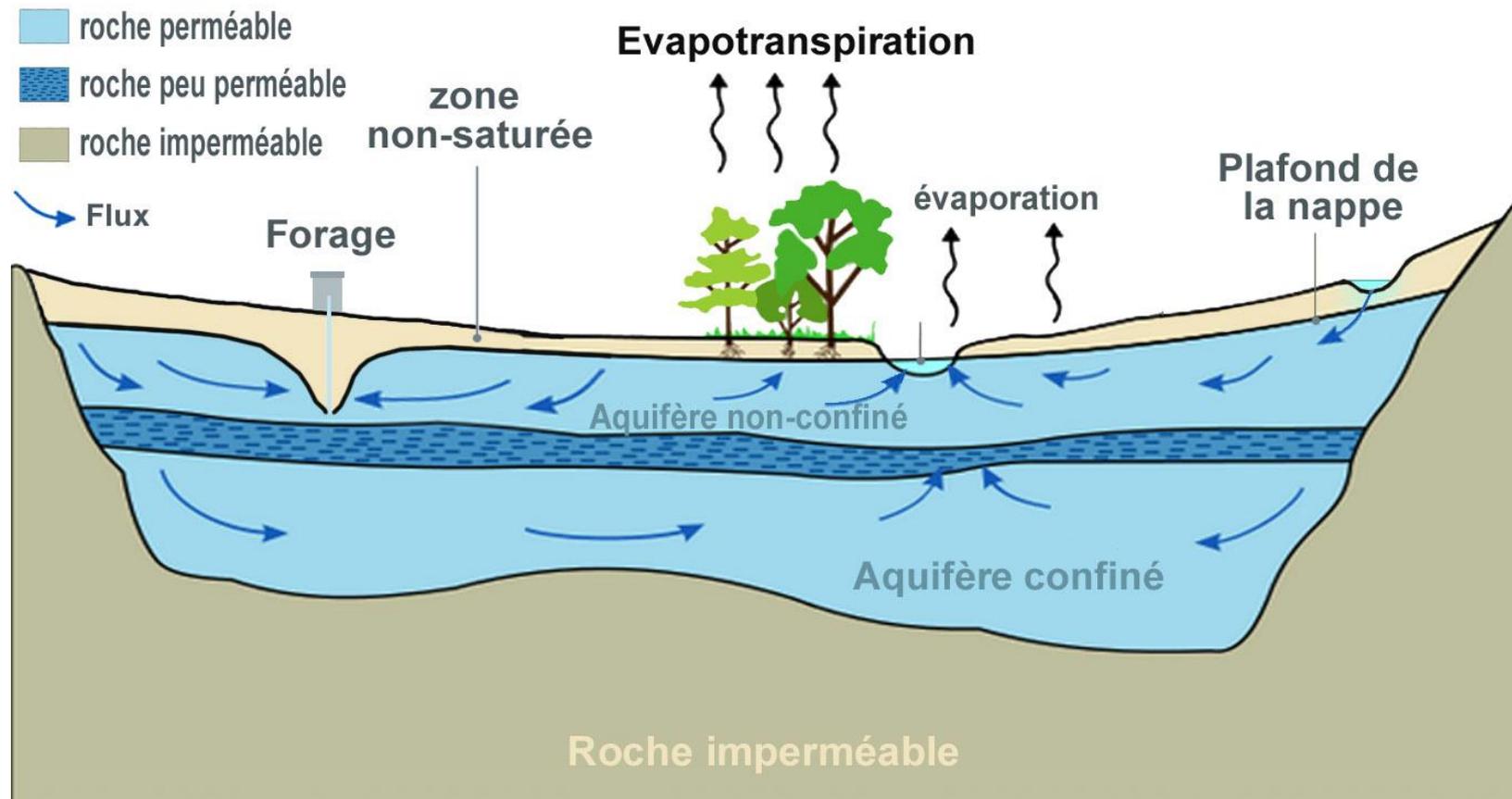
Calcul de la contribution des eaux souterraines au débit des rivières



pour une Terre durable



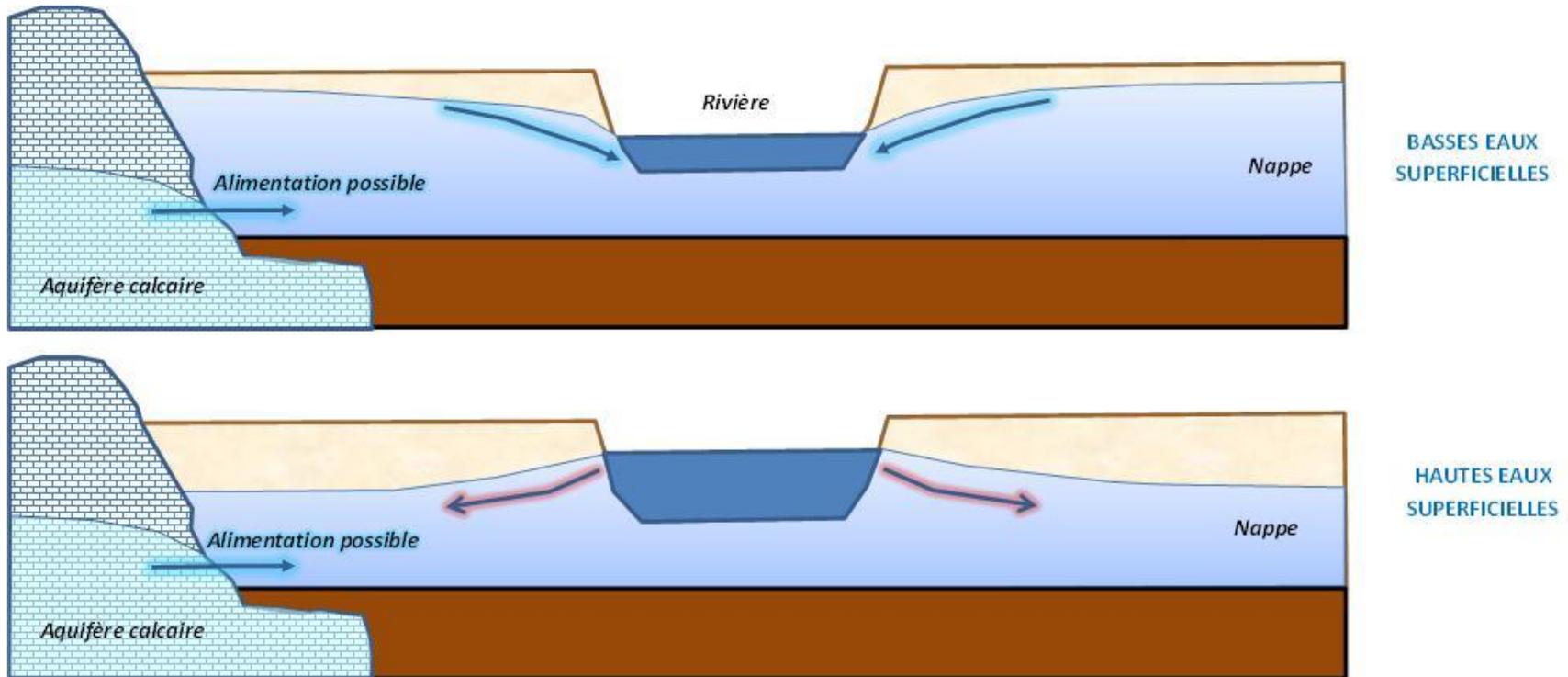
Domaine alluvial



Domaine alluvial

✓ ECHANGES NAPPES RIVIERES

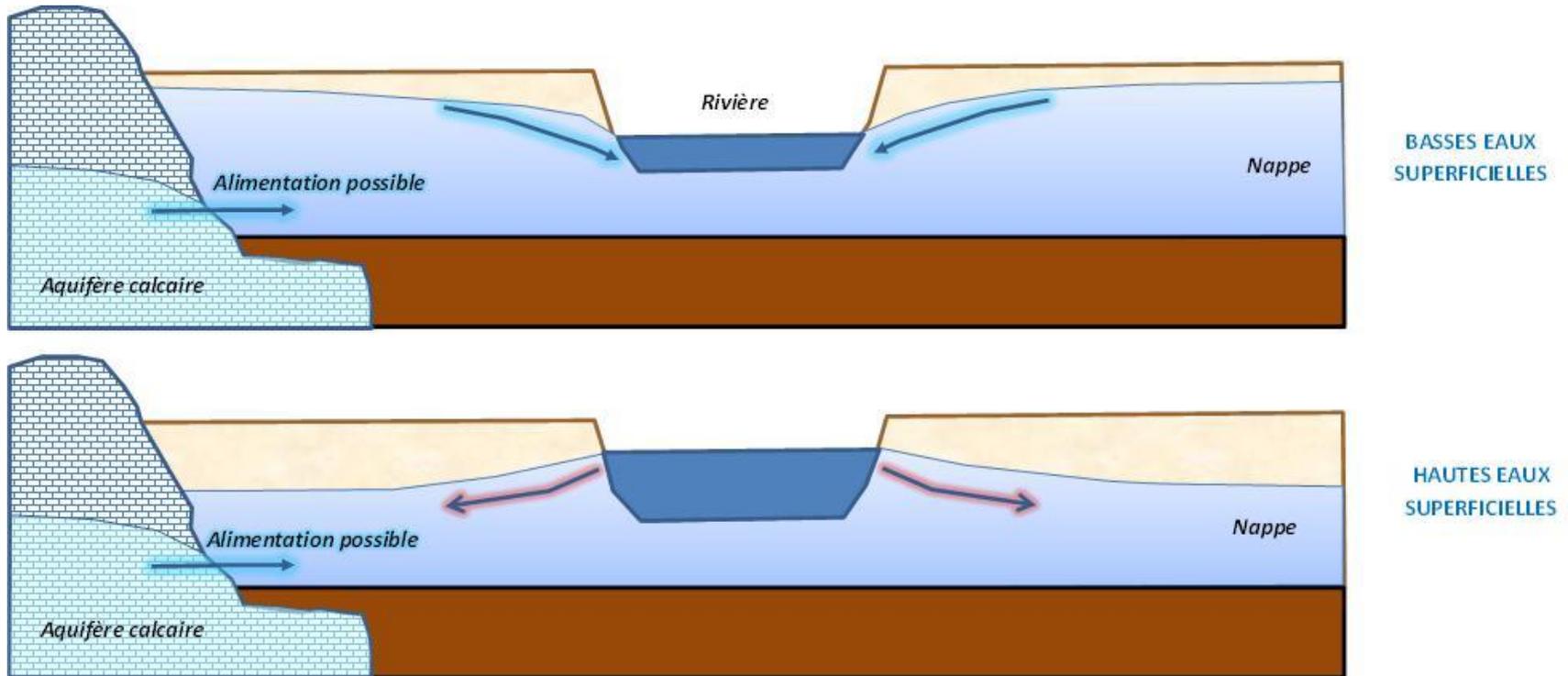
- Rivière coulant sur ses propres alluvions



Domaine alluvial

✓ ECHANGES NAPPES RIVIERES

- Rivière coulant sur ses propres alluvions



De manière générale

Echanges nappes-rivières :

- Unilatéraux ou bilatéraux
- Sens et intensité du flux = variables dans le temps
- En étiage des cours d'eau : jusqu'à 100 % du débit naturel = Eaux souterraines
- Impact sur la qualité

Précautions à prendre lors de la réalisation de forages d'eau

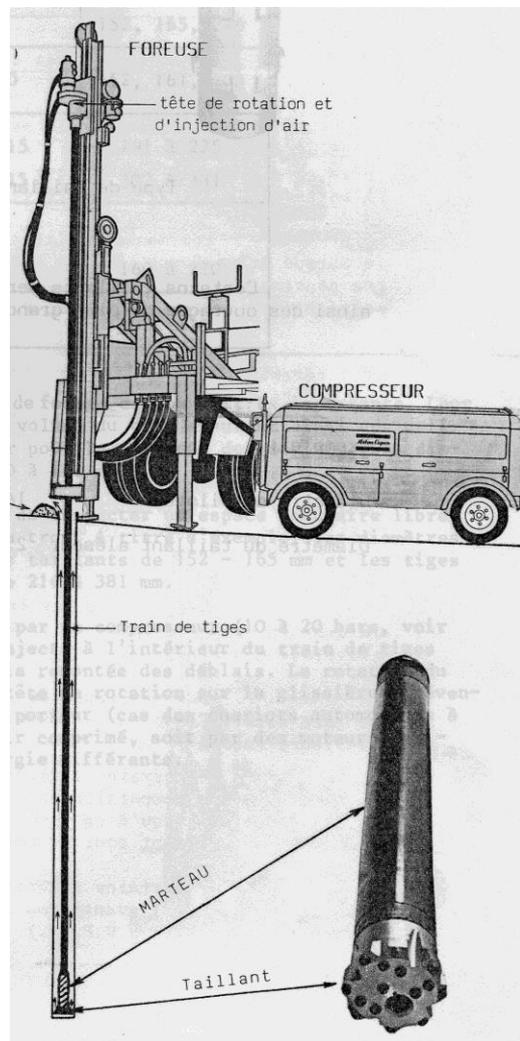


Les différentes techniques de foration

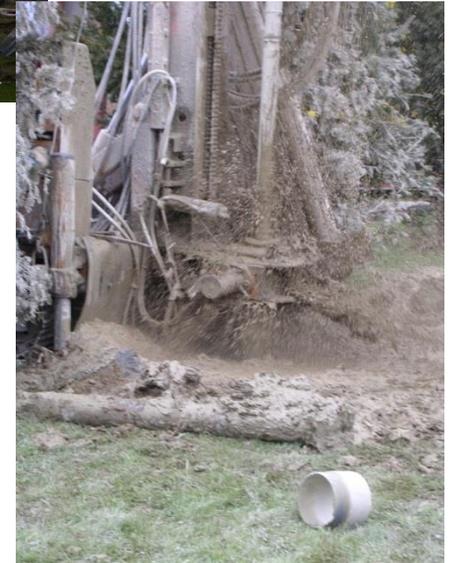
(pendant longtemps : sous-sol breton réputé imperméable, jusqu'à l'apparition d'une méthode peu onéreuse de foration le MFT)

- > Le Marteau Fond de Trou (ou MFT)**
- > Le MFT avec tubage à l'avancement (ou ODEX)**
- > Le forage carotté**
- > La tarière mécanique**
- > Les étapes d'un piézomètre (ici à l'ODEX)**

Le Marteau Fond de Trou (MFT) à partir de 1975



Quelques photos de forages



Quelques photos de forages



L'ODEX – tubage à l'avancement



Le forage carotté



Le forage carotté (suite)



**Cimentation par le
bas sous pression**

**Outils de
récupération
(la cloche et l'aimant)**



La tarière mécanique (vis sans fin)



ciences pour une Terre durable

gm

Les étapes du piézomètre



1
Implantation et foration



3
Tubage crépiné



5



2
Foration et tubage à l'avancement



4
Massif filtrant



6

Tête de protection
avant dalle de propreté

Bonnes pratiques de forages et aspects réglementaires

Principaux risques potentiels liés à la réalisation de forages :

- **Mauvaise conception des ouvrages :**
 - Mise en communication d'aquifères superposés -> risques de contamination et d'altération de la qualité
 - Intrusions d'eaux superficielles contaminées -> altération de la qualité des aquifères

- **Forages trop proches et débits d'exploitation trop importants : concurrence des forages et abaissement important du niveau des nappes**

- **Prélèvements trop importants -> abaissement du niveau piézométrique :**
 - Risque pour les zones humides
 - Si interaction avec cours d'eau -> impact possible sur le débit d'étiage

Bonnes pratiques de forages et aspects réglementaires

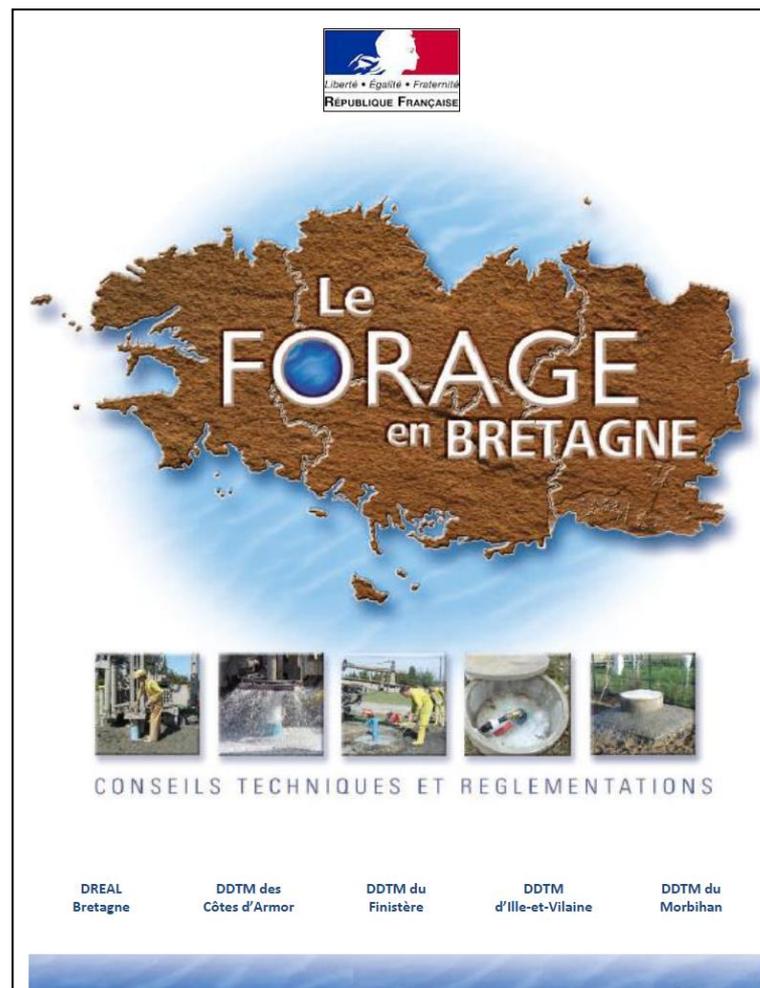
Principaux risques potentiels liés à la réalisation de forages :

- **Surexploitation** : prélèvements > recharge -> baisse continue des niveaux (déstockage)
- **En domaine littoral : intrusions d'eau saline dans les aquifères côtiers** -> eau salée, inutilisable telle quelle pour l'arrosage et l'AEP. Phénomène irréversible.

Actualisation plaquettes forages

Plaquette « Le forage en Bretagne » (novembre 2006)

- > **Plaquette 6 pages**
- > **Conseils techniques :**
 - **Implantation du forage,**
 - **Cimentation,**
 - **Equipement de pompage,**
 - **Abandon.**
- > **Réglementation :**
 - **Déclaration Loi sur l'Eau,**
 - **Installations Classées,**
 - **Déclaration code minier.**



Actualisation plaquettes forages

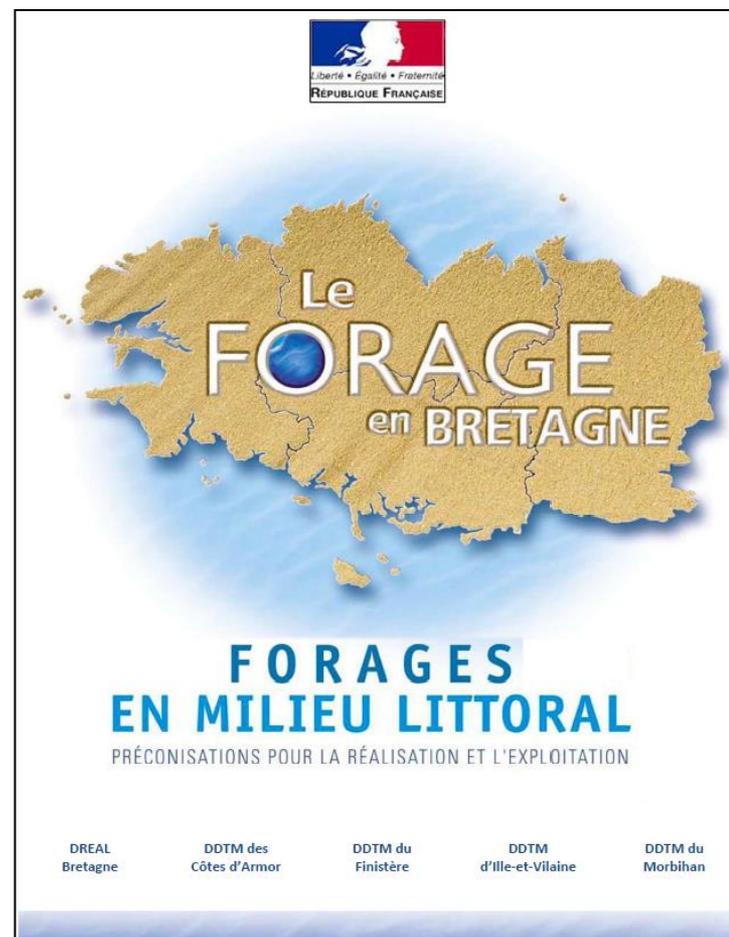
Plaquette « Forages d'eau en milieu littoral » (septembre 2007)

> **Plaquette 6 pages**

> **Conseils techniques :**

- Enjeux,
- Préconisations au cours de la réalisation du forage,
- Préconisations en cours d'exploitation du forage,
- Gestion d'exploitation de l'eau douce sur la bordure littorale.

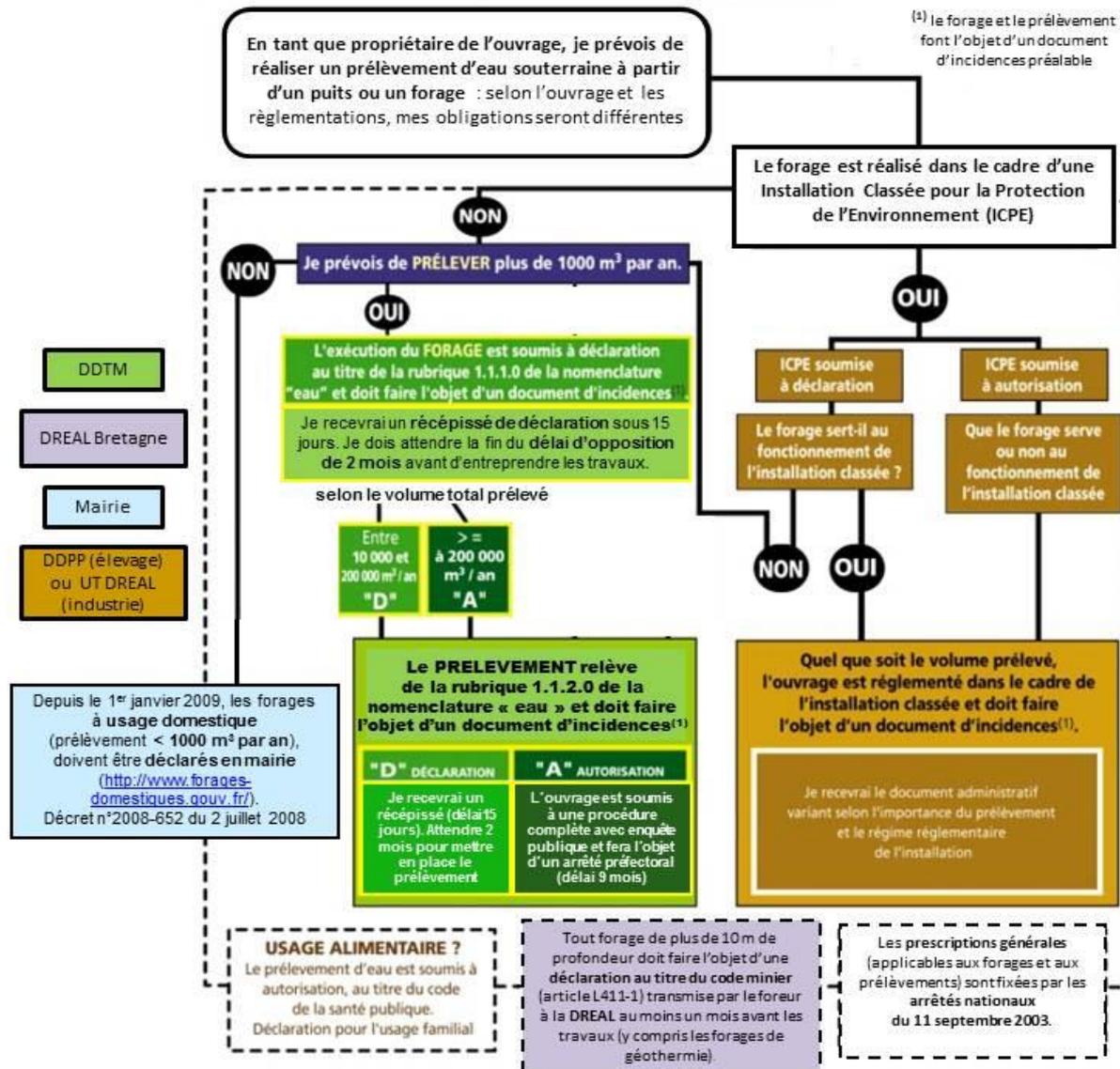
> **Réglementation**



durable

brgm

Plaquette « Le forage en B »



Enjeux des prescriptions techniques

- > **Préserver** la qualité de l'eau pour l'utilisateur du forage et pour tous les usagers de la nappe pompée
- > **Eviter** les mélanges entre nappes
- > **S'assurer** des capacités de production de l'ouvrage
- > **Préciser** l'influence du prélèvement sur les ouvrages voisins

Assises réglementaires des prescriptions techniques forages

> Dès 1999, en Bretagne → Arrêts préfectoraux
spécifiques :

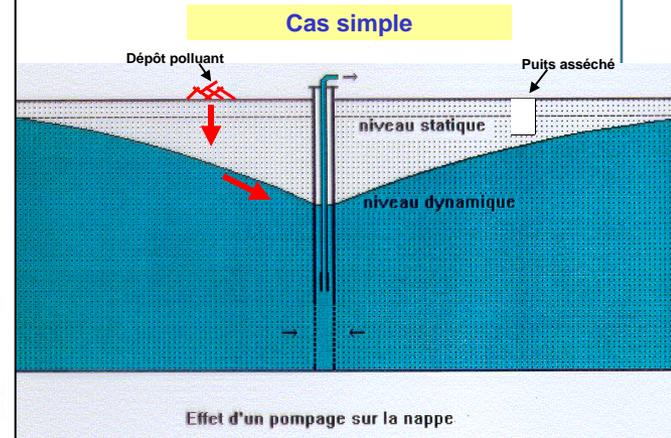
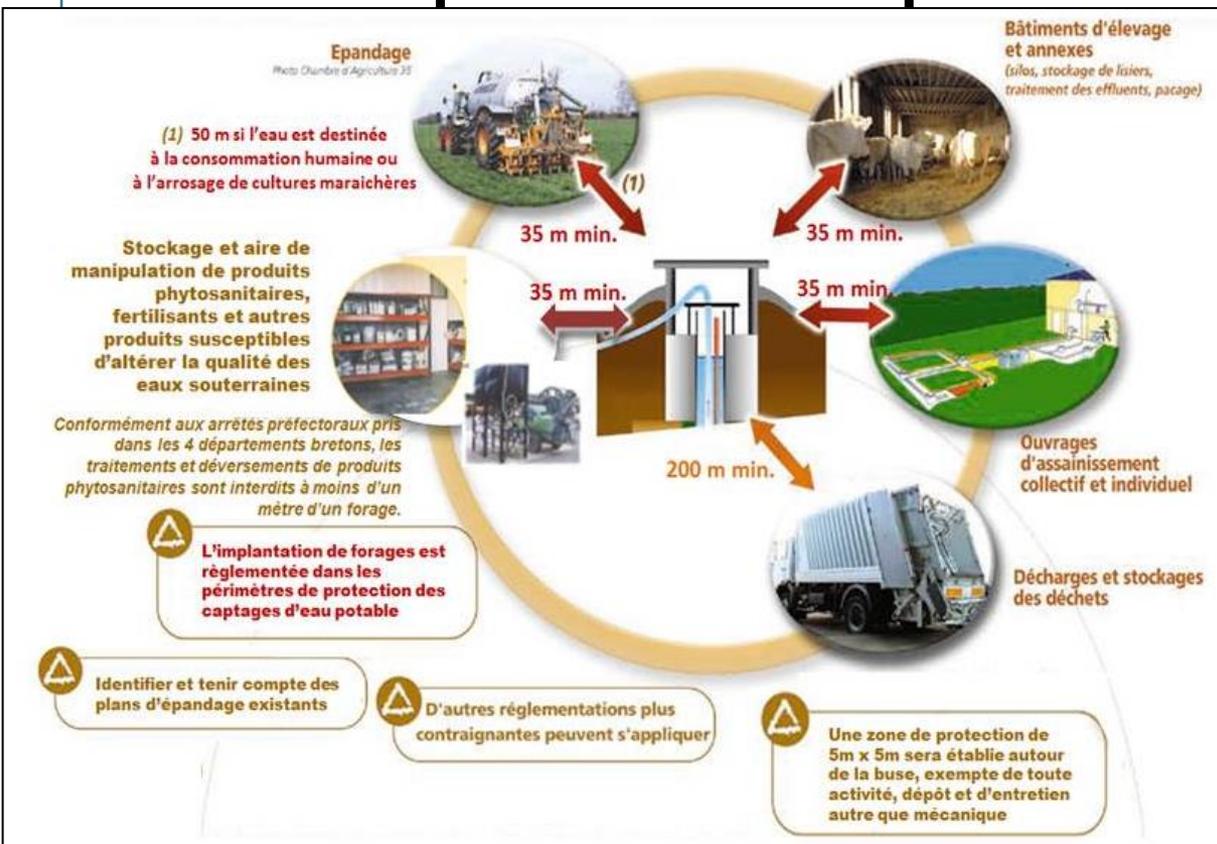
- Côtes d'Armor : 22/12/2000
- Finistère : 21/11/2000 et 31/07/2003
- Ille et Vilaine : 24/08/1999 et 30/10/2000
- Morbihan : 17/07/2001

> En 2003, en France → Arrêtés ministériels
du 11 septembre 2003

> En Avril 2007 → Norme AFNOR forage NF 10-999

Conditions d'implantation des forages

> **respecter** les distances minimales vis-à-vis des sources potentielles de pollution



Conditions de réalisation des forages

> **Cimenter l'espace annulaire entre le terrain et le tubage :**

- en haut du forage (injection sous pression par le fond)

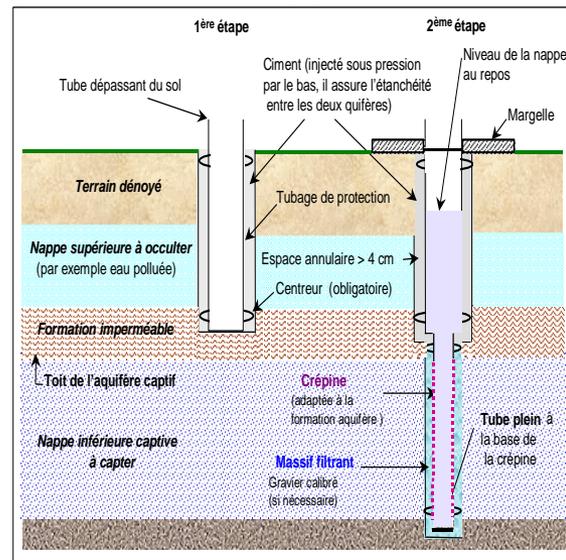
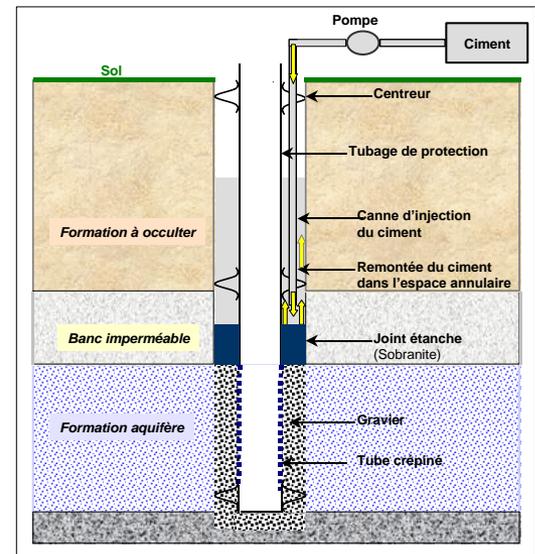
Évite infiltration d'eau depuis la surface

Maintien les parois du forage

Colmate les arrivées de mauvaises qualité (socle)

- Au droit des aquifères non captés

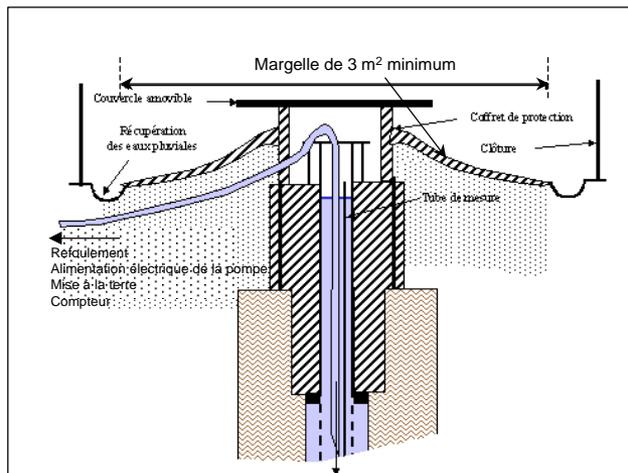
(évite les mélanges d'eau de nappes différentes)



Conditions de réalisation des forages

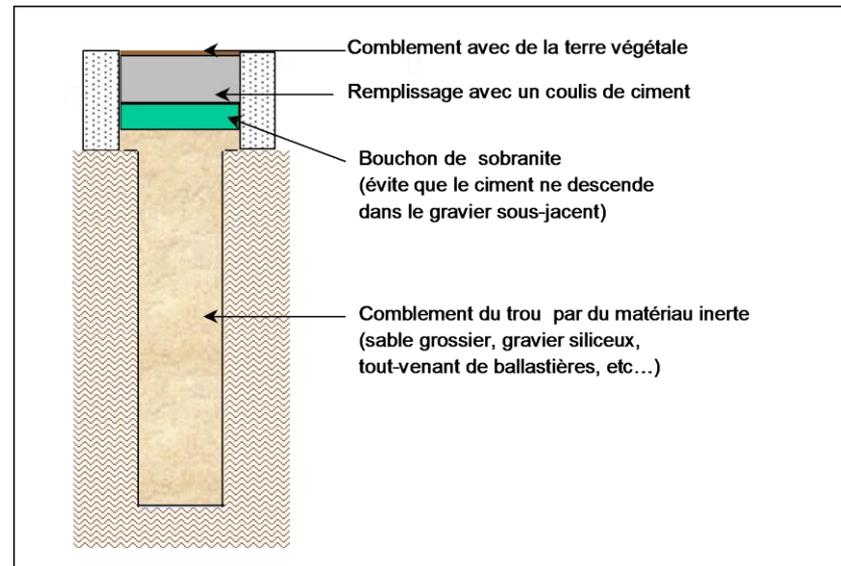
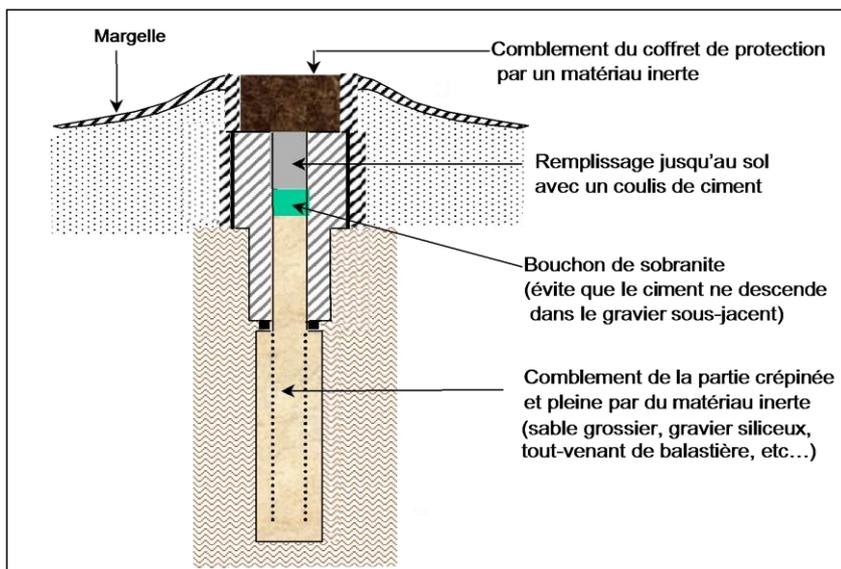
> Mettre en place une protection de la tête du forage :

- Buse
- Margelle de 3 m²
- Capot de fermeture



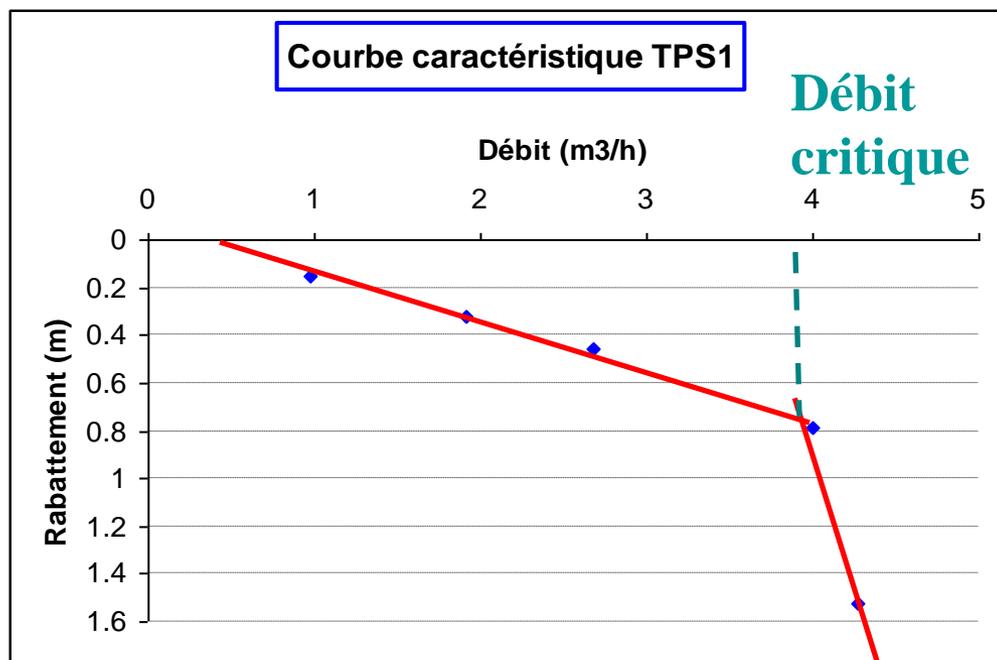
Conditions de réalisation des forages

> **Combl** des ouvrages abandonnés par des techniques appropriées :



Conditions d'exploitation des forages

- > **Déterminer** la fiche d'identité du forage par le « **Test de l'ouvrage** » : pompage de courte durée comportant (au moins) trois paliers de débits croissant pour la détermination du « **débit critique** » et du « **débit spécifique** » et des « **pertes de charge** »



Au delà du débit critique, il y a apparition d'écoulements turbulents créant des pertes de charges anormales et entraînement des particules fines du terrain

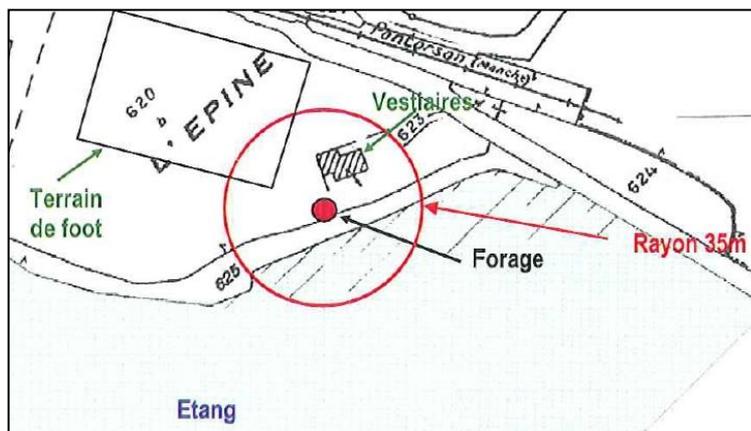
Conditions d'exploitation des forages

- > **Définir**, par un **essai par pompage de longue durée à débit constant**, les **caractéristiques hydrodynamiques** d'une nappe d'eau (transmissivité, perméabilité, coefficient d'emmagasinement) pour établir des **scénarios d'exploitation**

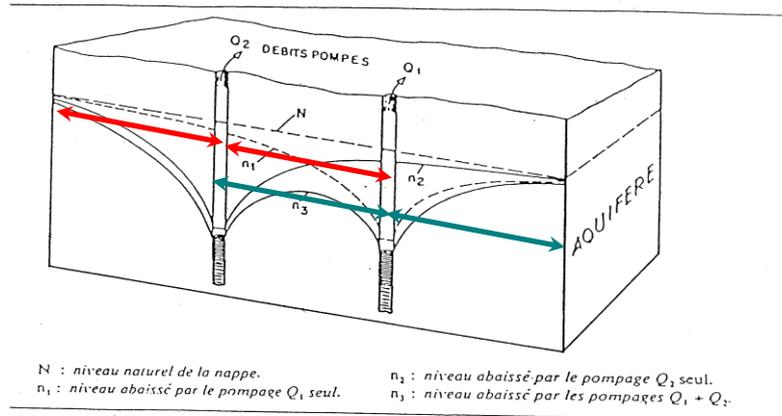


Conditions d'exploitation des forages

- > **Déterminer le rayon d'influence du pompage (R) et de l'incidence du prélèvement sur les ouvrages voisins**



Les ouvrages situés dans le rayon d'influence (R) du pompage subissent une baisse de niveau

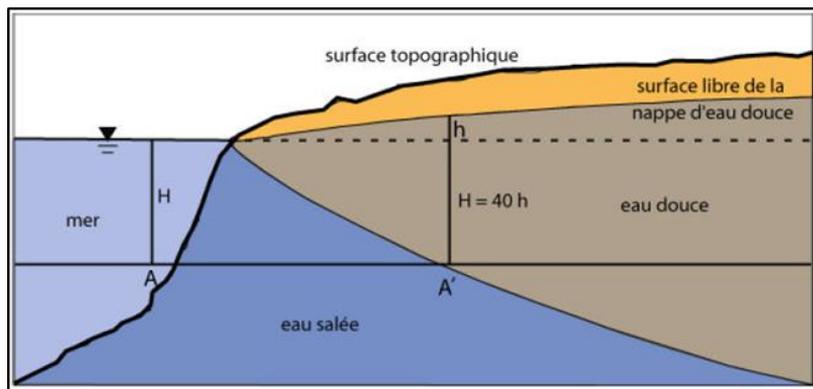


Deux ouvrages proches se font concurrence et la baisse du niveau de la nappe est plus importante dans la zone commune des rayons d'influence

Contexte

Concept d'intrusion saline

- Origine de la salinisation des aquifères → intrusion saline dans les aquifères côtiers
- Principe de Ghyben-Herzberg : → différence de densité entre eau salée/eau douce



$H = 40 * h$ (en théorie)

avec H : prof. de l'eau de douce
et h : altitude du toit de la nappe

- Cas plus complexes :
Aquifère multicouche
Zone de transition
Rentrant salé (estuaires)

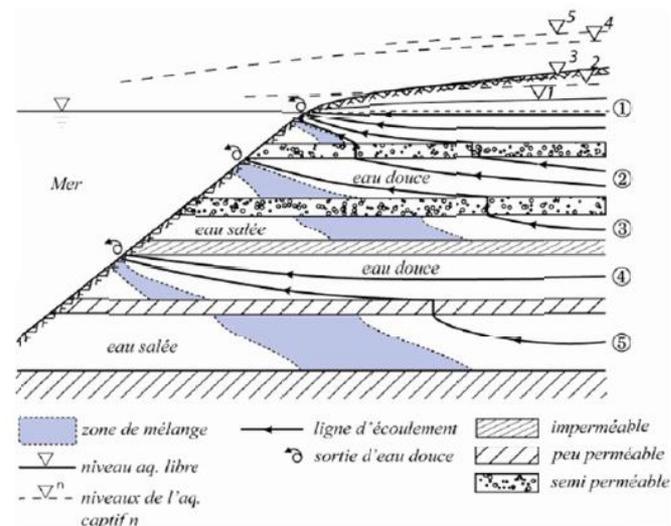


ILLUSTRATION 3 : Zones de transition ou de mélange au sein d'un aquifère multicouche ; aquifères alternent avec des aquicludes (d'après Custodio, 2002 in de Montéty, 2008).

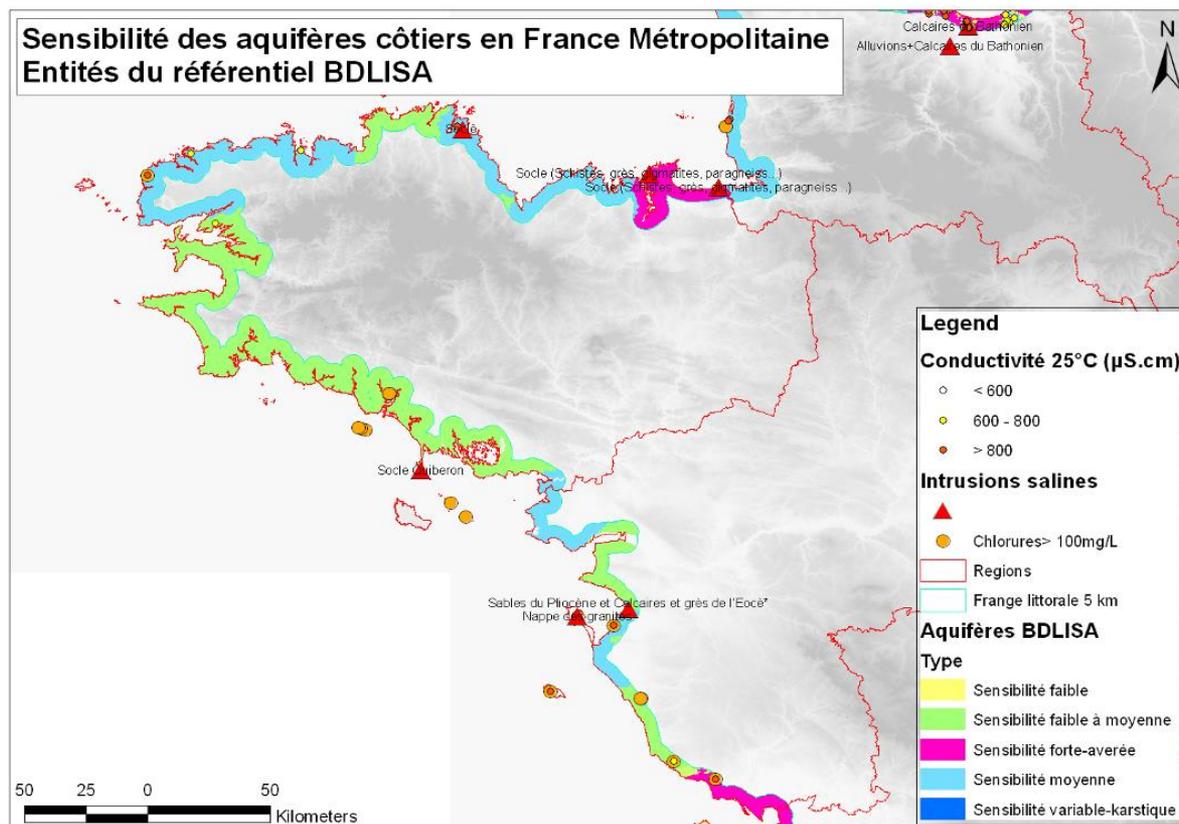
Facteurs aggravants

- Exploitation des aquifères par pompage (densité de population en zone littorale)
- Augmentation du niveau de la mer (changement climatique)

Contexte

Dörfliger N. (2011) - *Montée du niveau marin induite par le changement climatique : Conséquences sur l'intrusion saline dans les aquifères côtiers en Métropole*. Rapport BRGM/RP-60829-FR

Approche nationale



Projection INSEE à 2040 : augmentation de la population de +17 à +32 %

Attrait marqué pour le littoral atlantique :

➔ **besoin en eau**

➔ **risque d'intrusion saline dans les captages proches du littoral**

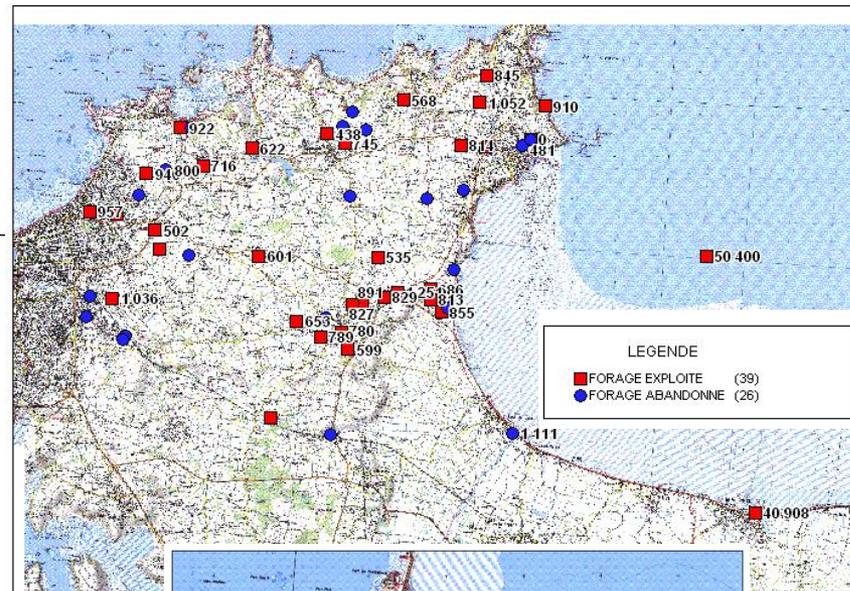
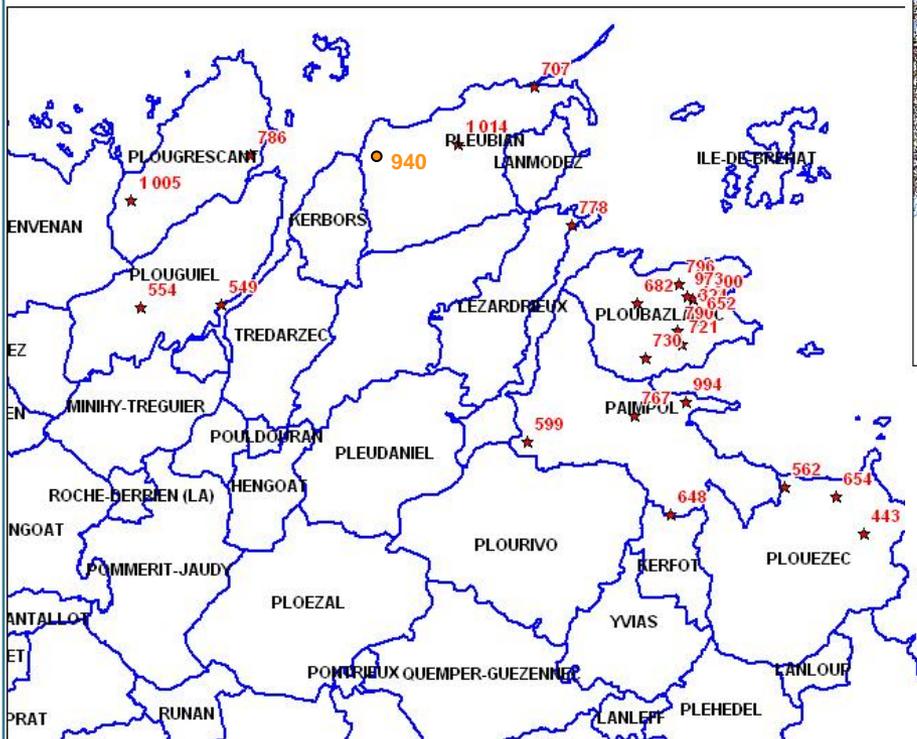
➔ **Nécessité d'approfondir les connaissances**



Contexte

Ille-et-Vilaine (2005)

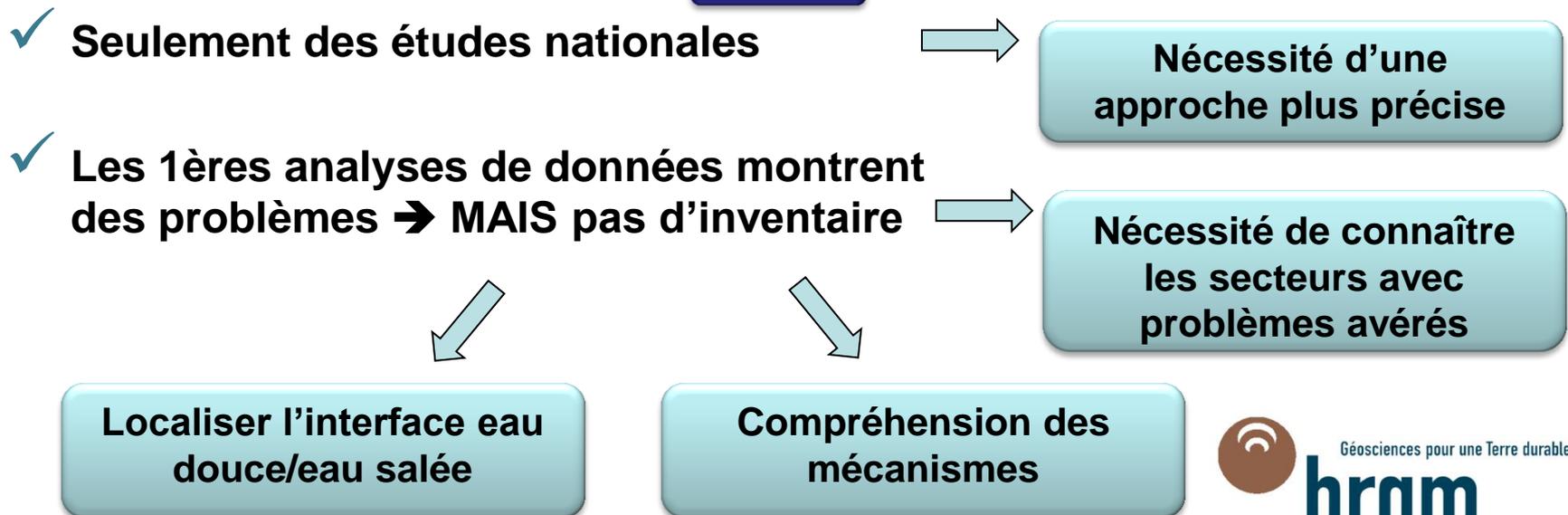
Mesures de conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)



Pourquoi ce projet ?

- ✓ **Précédentes études nationales ont montré une vulnérabilité intrinsèque et anthropique forte sur certains secteurs** → Baie St Brieux, Baie St Malo, Côte des Légendes
- ✓ **Une étude nationale plus prospective (changement climatique) montre des sensibilité fortes à moyennes dans les mêmes secteurs**
- ✓ **Un enjeu fort** : augmentation démographique sur la frange littorale (+ problématiques des besoins liés au tourisme) + aggravation avec le CC

MAIS



Objectifs

- ✓ **Faire un état des lieux de la situation actuelle**
- ✓ **Améliorer la connaissance des intrusions salines en Bretagne**
 - Pour répondre aux exigences de la DCE (MESO en bon état si absence d'intrusion saline due aux activités humaines)
 - Pour anticiper les impacts du changement climatique
- ✓ **Tests de caractérisation spatiale de l'invasion salée dans le socle**
- ✓ **Recommandations pour le suivi des intrusions salines**

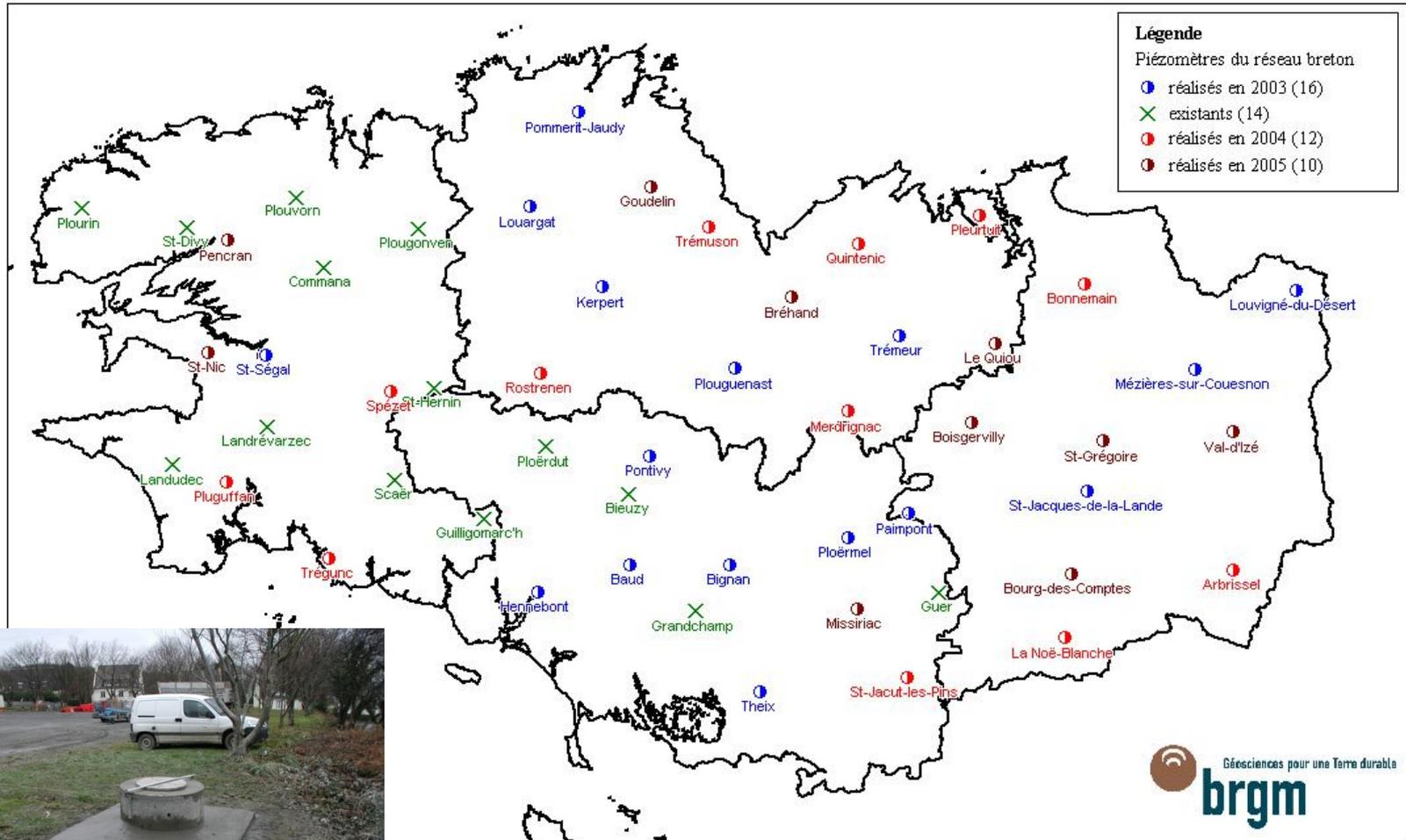
Le suivi des eaux souterraines



Pencran (29)

SILURES Suivi : Réseau piézométrique de la Bretagne

> 52 piézomètres



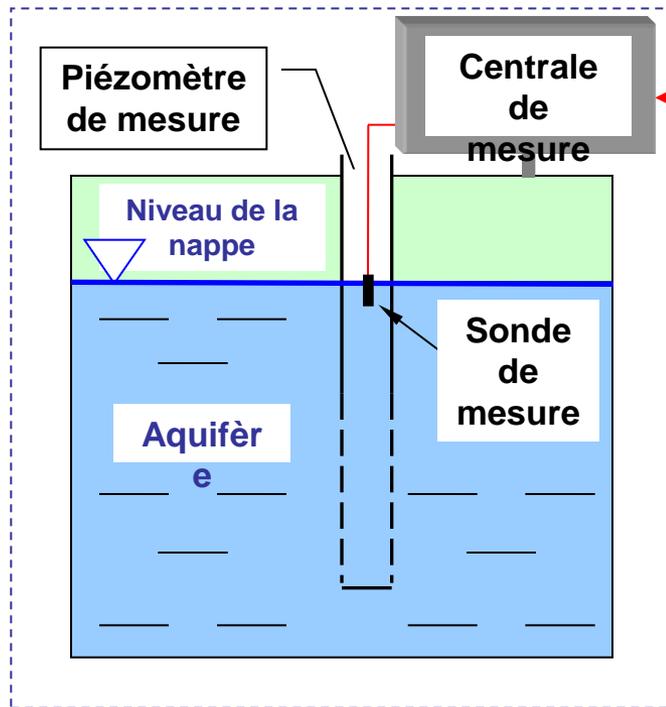
Pencran (29)

SILURES Suivi - Réseau piézométrique de Bretagne



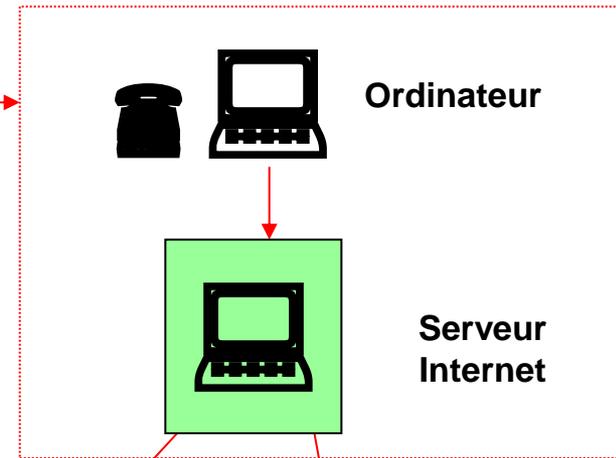
SILURES Suivi : Fonctionnement du réseau

1. Mesure

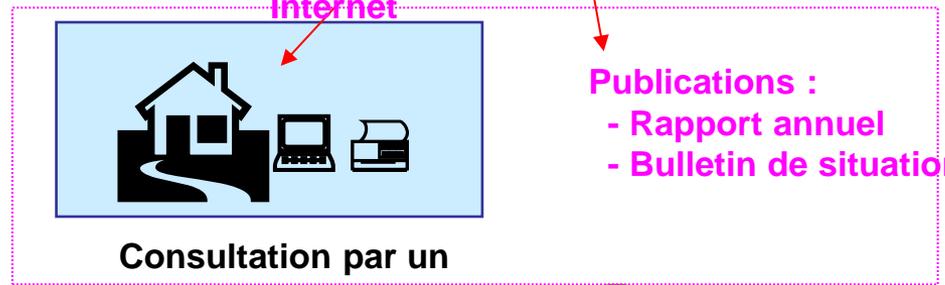


Liaison téléphonique

2. Traitement des données



Réseau Internet



Publications :
- Rapport annuel
- Bulletin de situation

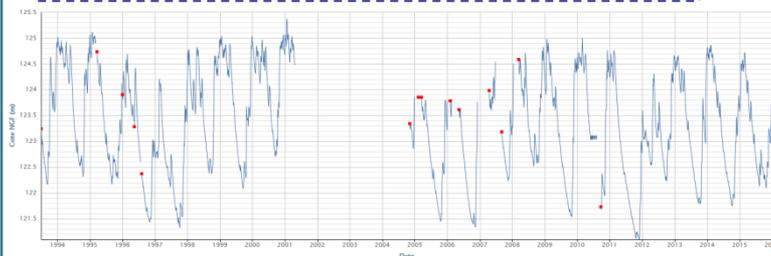
Consultation par un particulier

3. Diffusion



Géosciences pour une Terre durable

brgm



Piézomètre de Plouvorn (29)

SILURES Suivi : Réseau piézométrique de la Bretagne

> Bulletins régionaux de situation du niveau des nappes :

- 8 bulletins par an (avril à octobre + décembre)
- Bulletins et archives consultables sur le SIGES Bretagne (<http://sigesbre.brgm.fr/Bulletins-de-situation-des-nappes.html>)



RESEAU PIEZOMETRIQUE DE BRETAGNE CONVENTION ONEMA-BRGM 2015

APPUI 2015 DU BRGM AUX SERVICES EN CHARGE DE LA POLICE DE L'EAU

Etat des nappes d'eau souterraine de la Bretagne à fin novembre 2015

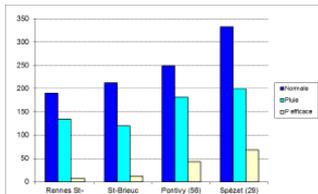
Des pluies légèrement déficitaires en novembre, des nappes majoritairement en hausse, des niveaux inférieurs aux moyennes saisonnières

Le bulletin précédent, édité fin septembre 2015, a montré que :

- les niveaux des nappes étaient majoritairement conformes ou supérieurs aux moyennes saisonnières suite à une pluviométrie proche de la « normale » durant l'année hydrologique (septembre 2014 à août 2015) et suite à un mois de septembre déficitaire (50 à 75% de la « normale »).
- la baisse du niveau des nappes a commencé début mars et elle s'est poursuivie jusqu'à la fin de l'été, malgré quelques interruptions locales et momentanées en mai, août et septembre.

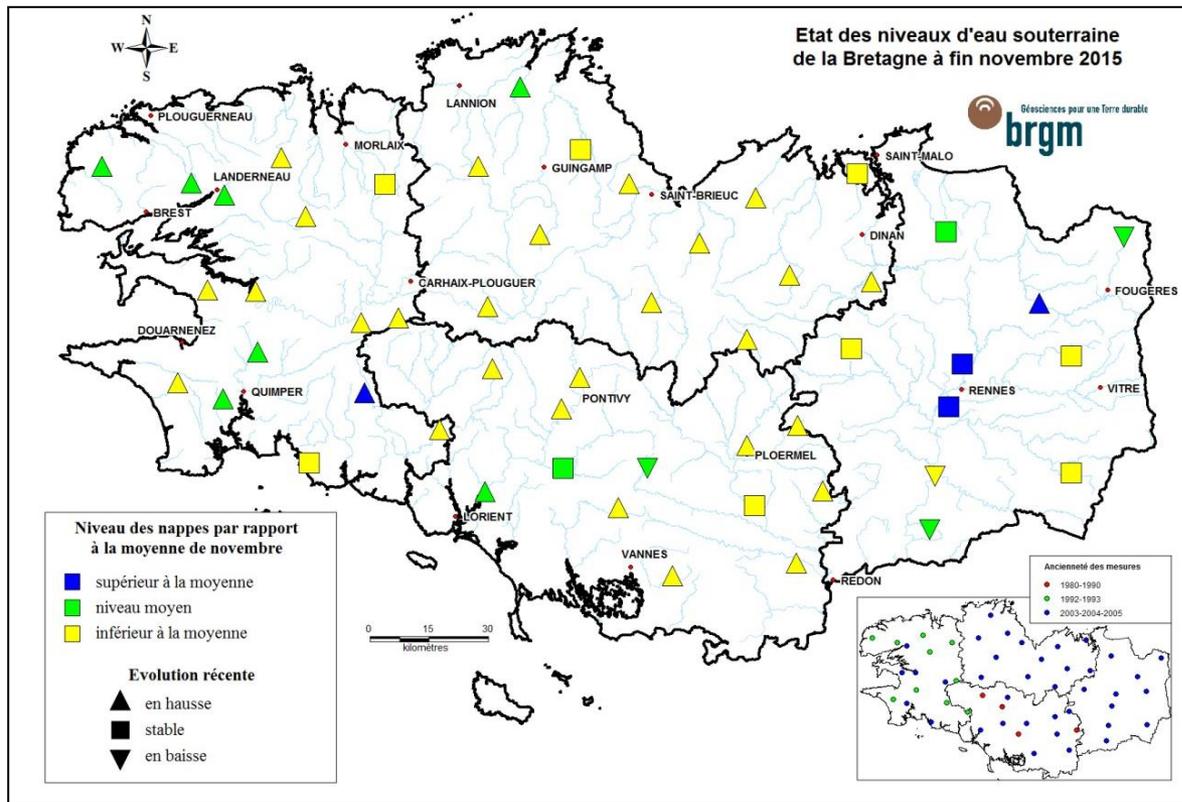
Le déficit pluviométrique enregistré en septembre s'est accentué au mois d'octobre (environ 40% de la « normale »). La pluviométrie du mois de novembre a été légèrement déficitaire (90% de la « normale »), sauf dans le Morbihan où elle s'est approchée de la « normale ».

Durant la période de septembre à novembre 2015, sur les stations météorologiques mentionnées ci-après, les précipitations sont déficitaires voire très déficitaires : 73 % de la « normale » à la station de Pontivy, 71 % à Rennes St-Jacques, 60 % à Spézet et 57 % à Trémuson.



Normales de pluie calculées sur la période 1971-2000 pour Rennes et Pontivy, sur 1986-2007 pour St-Brieuc, et sur 1995-2007 pour Spézet (Météo-France)
Pluies efficaces exprimées en mm (calcul BRGM)

Stations	Normale Pluie	Pluie	Pluie efficace
Rennes St-Jacques (35)	190.4	134.6	7.0
St-Brieuc Trémuson (22)	212.4	120.3	12.0
Pontivy (56)	249.3	181.8	43.1
Spézet (29)	332.1	200.0	69.3



Diffusion des données et informations sur les eaux souterraines de Bretagne

LE SIGES BRETAGNE : www.sigesbre.brgm.fr

Allez au contenu | Aller à la recherche

Espace cartographique Consultation des données Actualités Sites web Contact

Rechercher :

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

Accueil Géologie Hydrogéologie Quantité Qualité Vulnérabilité Géothermie Législation



- Consultation des données
- Espace cartographique
- Quizz des nappes
- Fiche Ma Commune

Actualités

MORLAIX
📍 **Situation des niveaux de nappe à fin août 2016**
6 septembre 2016
Une pluviométrie proche des « normales » sur l'année hydrologique, des nappes en baisse, des niveaux inférieurs ou conformes aux « normales » [En savoir plus](#)

Crest
📍 **Retour sur la journée « Les eaux souterraines en Bretagne » - 12 mai 2016**
17 août 2016
Le Centre de Ressource et d'Expertise Scientifique sur l'Eau en Bretagne (CRESEB) a organisé le 12 mai 2016 à Lorient une journée d'échanges consacrée aux eaux [En savoir plus](#)

PONTIVY
📍 **Situation des niveaux de nappe à fin juillet 2016**
9 août 2016
Des pluies déficitaires en juillet, des nappes en baisse, des niveaux autour des « normales » saisonnières. [En savoir plus](#)

Journée d'échanges sur les forages en Bretagne - 6 juillet 2016
9 août 2016
La DREAL Bretagne et le BRGM ont organisé une journée d'échanges et d'information sur les forages en Bretagne, à destination des foreurs et des bureaux d'études [En savoir plus](#)

[Toutes les actualités](#)

À propos du SIGES Bretagne



Qu'est-ce que le SIGES ?
Un SIGES (Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines) est un site internet permettant la diffusion, la publication et la valorisation de l'information publique dans le domaine des eaux souterraines pour une région administrative ou selon un découpage géographique lié aux bassins [En savoir plus...](#)

Navigation par public

Cibles concernées par un article

[Grand Public](#) [Scolaire](#) [Expert](#)

Les partenaires



Géosciences pour une Terre durable



Géosciences pour une Terre durable