

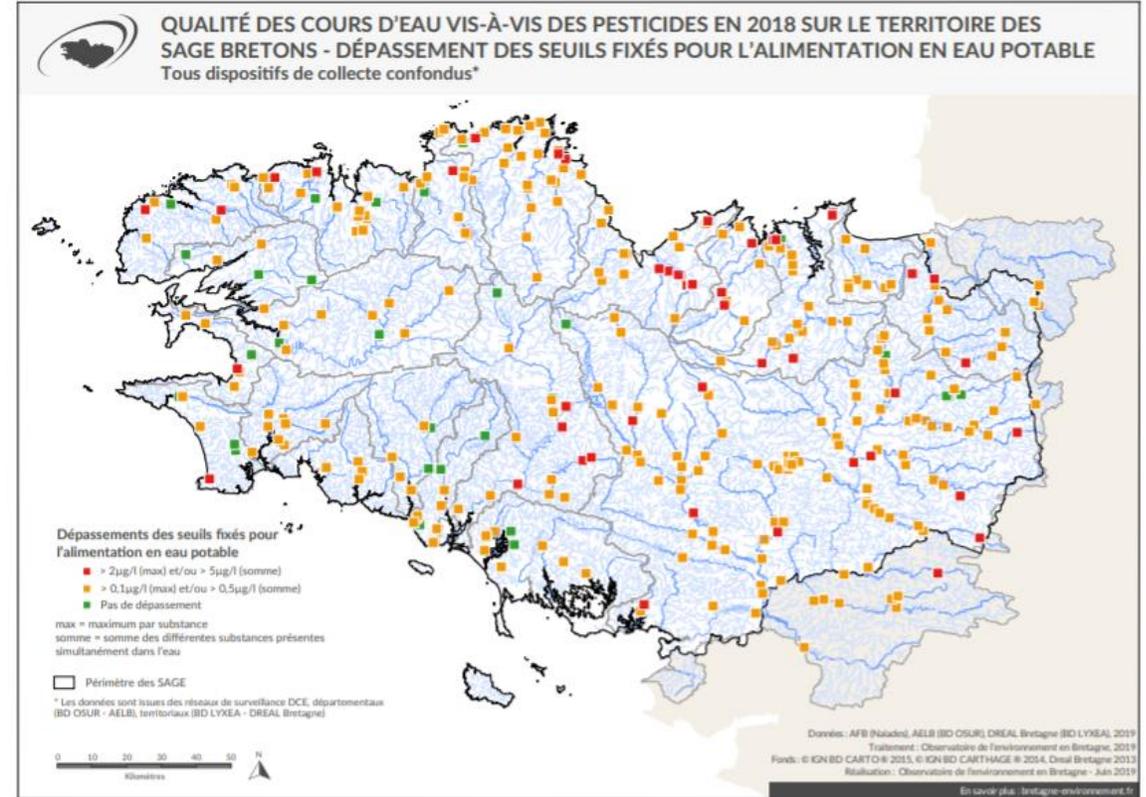
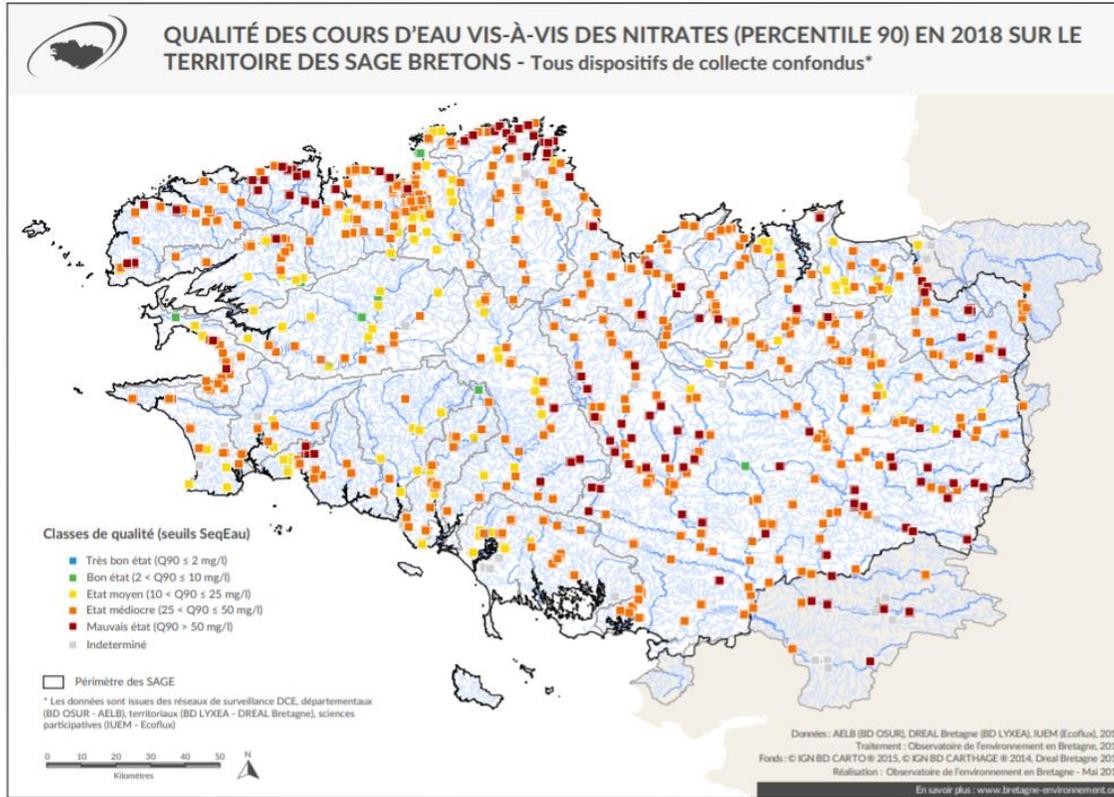
# LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES :

État actuel, suivis réalisés et enjeux de demain

Alexandre Boisson, Mélanie Bardeau et Flora Lucassou  
02 décembre 2019



# Etat des eaux de surface



328 stations suivies en 2018 (hors ARS) – et 654 substances actives recherchées en 2018

➡ Malgré les actions tout n'est pas parfait... Pourquoi?

## Qualité des eaux souterraines

# Enjeux qualitatifs des eaux souterraines bretonnes

## Quelques raisons des difficultés de reconquête de la qualité

- Pratiques agricoles et de gestion
- Politiques
- Liens entre eau de surface (rapides) et eaux souterraines (lents)
- Manque de connaissances des milieux et mécanismes
- Hétérogénéité du milieu à différentes échelles
- Difficultés à mettre en place des solutions efficaces

...

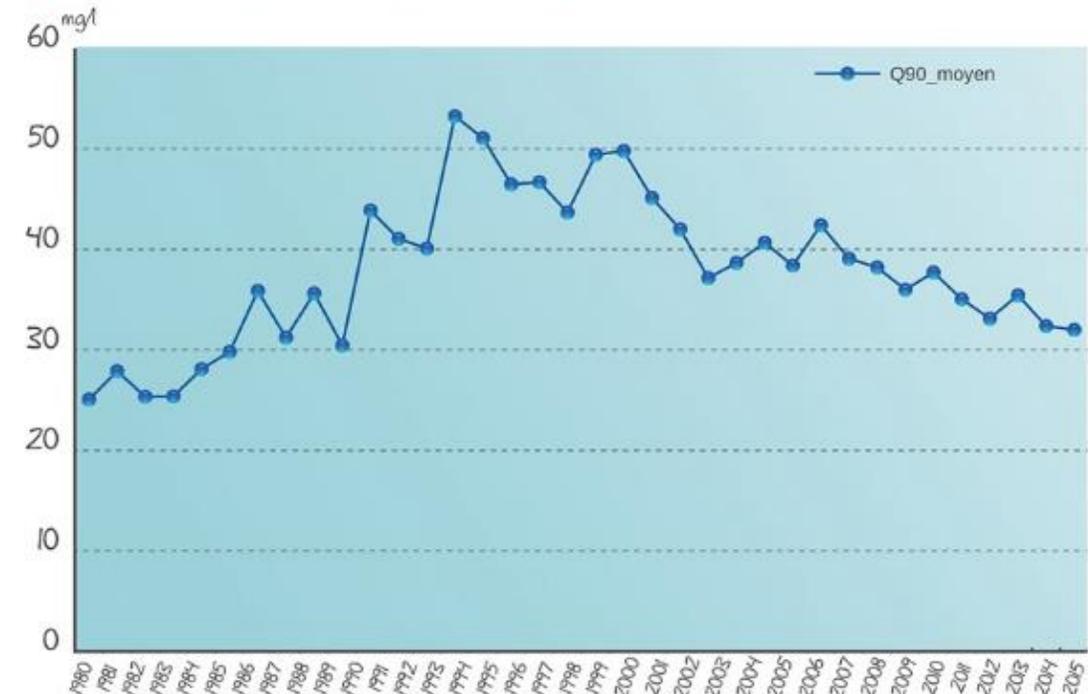
## Enjeux qualitatifs des eaux souterraines bretonnes

- |   |                    |
|---|--------------------|
| • Nitrates  | <b>Historiques</b> |
| • Produits phytosanitaires                            |                    |
| • Pollutions ponctuelles (métaux, hydrocarbures, ...) |                    |
| • Intrusions salines                                  | <b>Récents</b>     |
| • Polluants émergents                                 |                    |

## Questions

- Quelles sont les difficultés de suivi et de remédiation ?
- Quelle est la part du milieu souterrain dans les diminutions lentes des concentrations ?
- Que peuvent apporter les expériences de l'évolution des concentrations passées pour la gestion de nouveaux enjeux ?

► Moyenne des Q90 bretons (réseau RCS)



Evolution des moyennes des percentiles 90 en nitrates dans les eaux superficielles

# Surveillance des eaux souterraines et état qualitatif

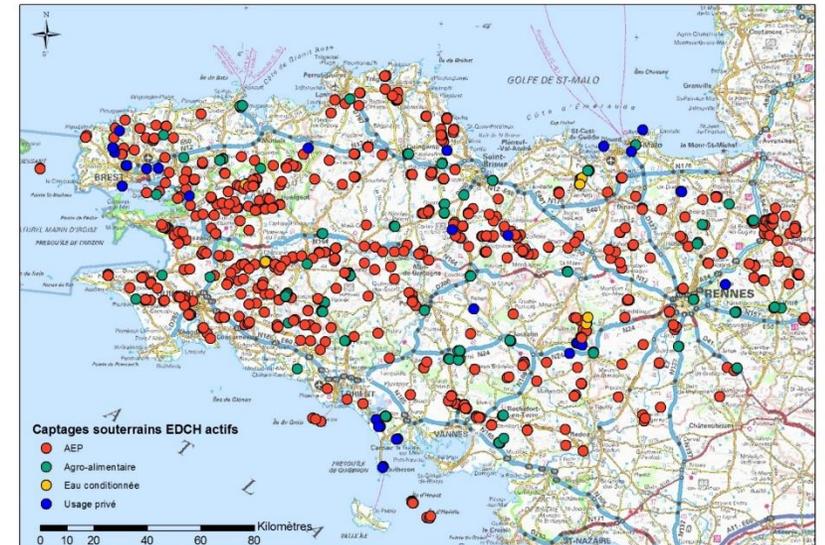


## Réseaux de surveillance des eaux souterraines

La qualité des eaux souterraines est évaluée grâce :

- au réseau de surveillance de l'état chimique des eaux souterraines piloté par l'AELB (55 points en Bretagne)
- au suivi sanitaire des ouvrages souterrains d'eau destinée à la consommation humaine effectué par l'ARS (850 points en Bretagne)

➔ Données disponibles sur [ADES](https://www.aedes.fr)



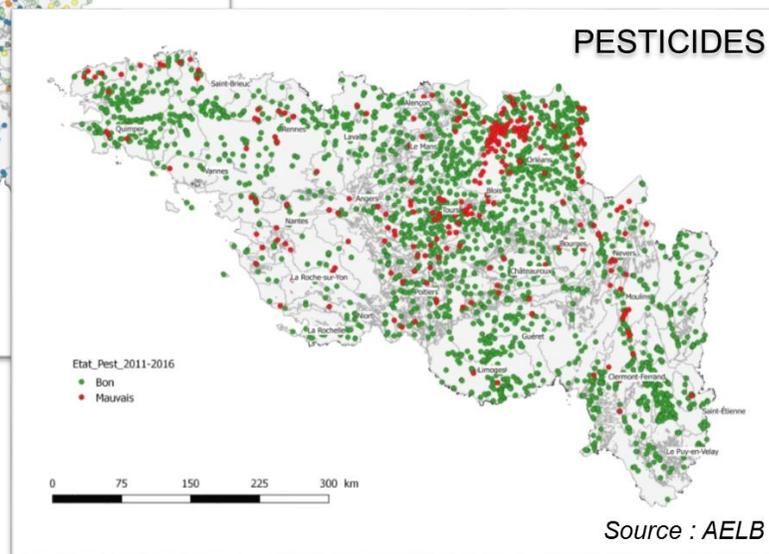
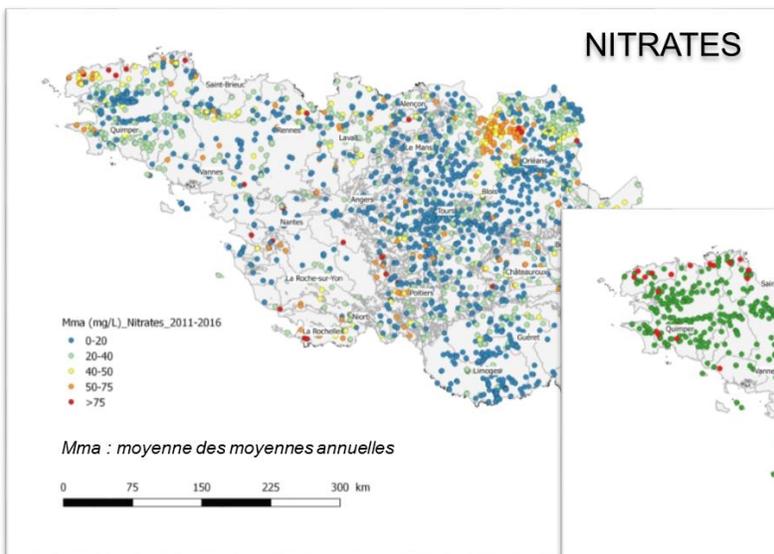
# Surveillance des eaux souterraines et état qualitatif

## Etat chimique des masses d'eau souterraines (données 2011-2016, AELB)

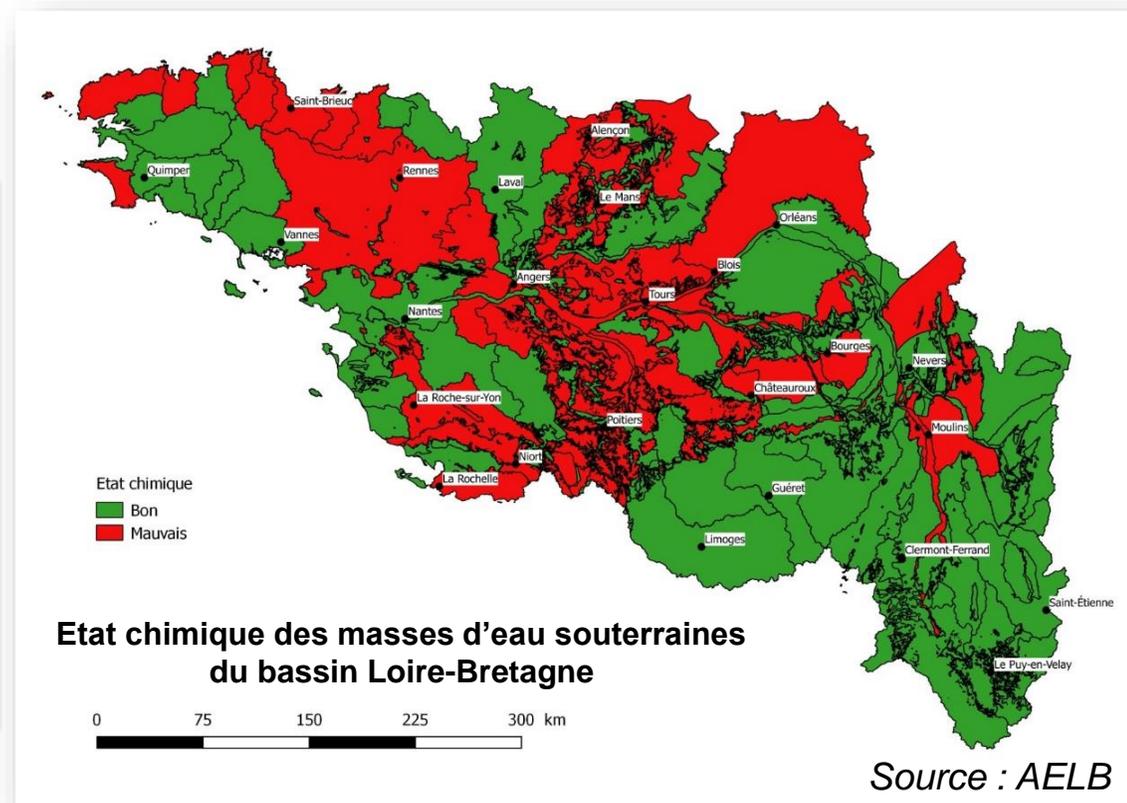
En Bretagne :

- 17 MESO en bon état chimique
- 10 MESO en mauvais état chimique : nitrates pour 9 MESO, nitrates + pesticides pour le Léon

64% des MESO  
du bassin Loire-Bretagne  
sont en **bon état chimique**



Qualité des eaux souterraines  
aux stations de mesure  
(données 2011-2016, AELB)



## Qualité des eaux souterraines

# Mise en place d'un réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines : exemple du bassin Horn-Guillec



## Contexte

Bassin algues vertes  
Territoire à la géologie complexe  
Forte connexion eau de surface/eau souterraine

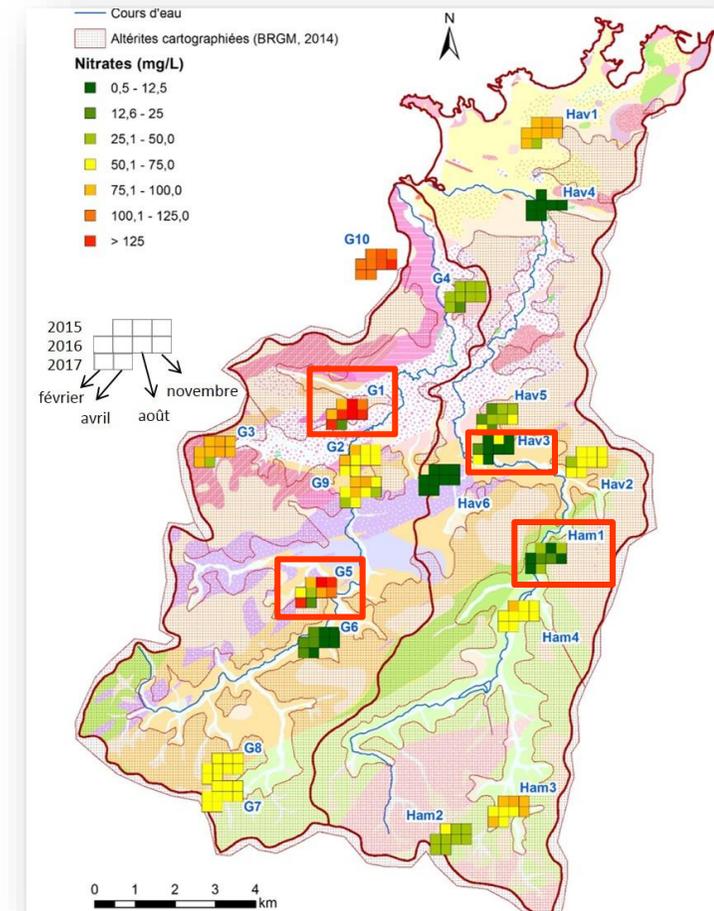
## Objectifs du projet Horn-Guillec (2014-2017)

Implantation d'un réseau qualité de 20 points  
Suivi de la qualité des eaux souterraines pendant 2 ans (9 campagnes)

## Résultats

Gamme de valeurs de nitrates variée (0,5 à 254 mg/L) dans les ESO  
Forte variabilité spatiale et temporelle des teneurs en nitrates :

- 80% des points avec faciès chimique stable (majorité avec des teneurs en nitrates > 50 mg/L)  
→ temps de circulations (et donc de reconquête de la qualité) assez longs
- 20% des points avec forte variabilité de certains paramètres, notamment les nitrates  
→ surprenant pour les eaux souterraines, lien plus direct avec la surface (vulnérabilité)

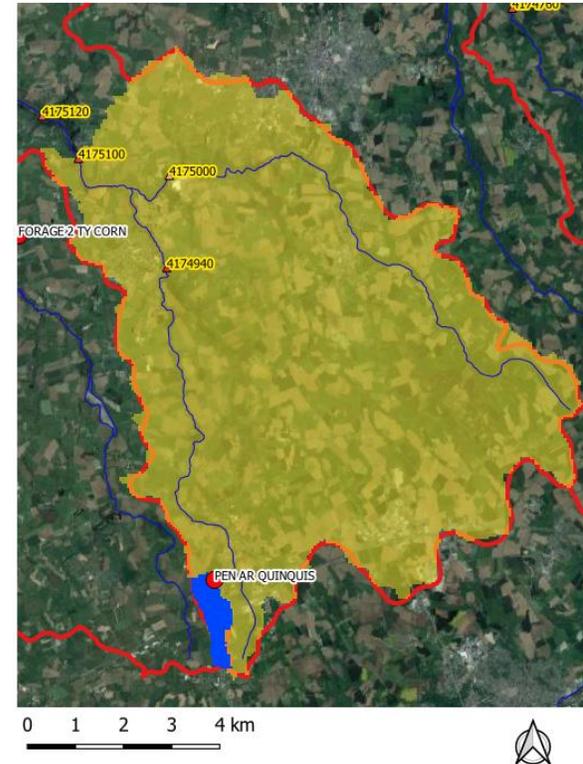
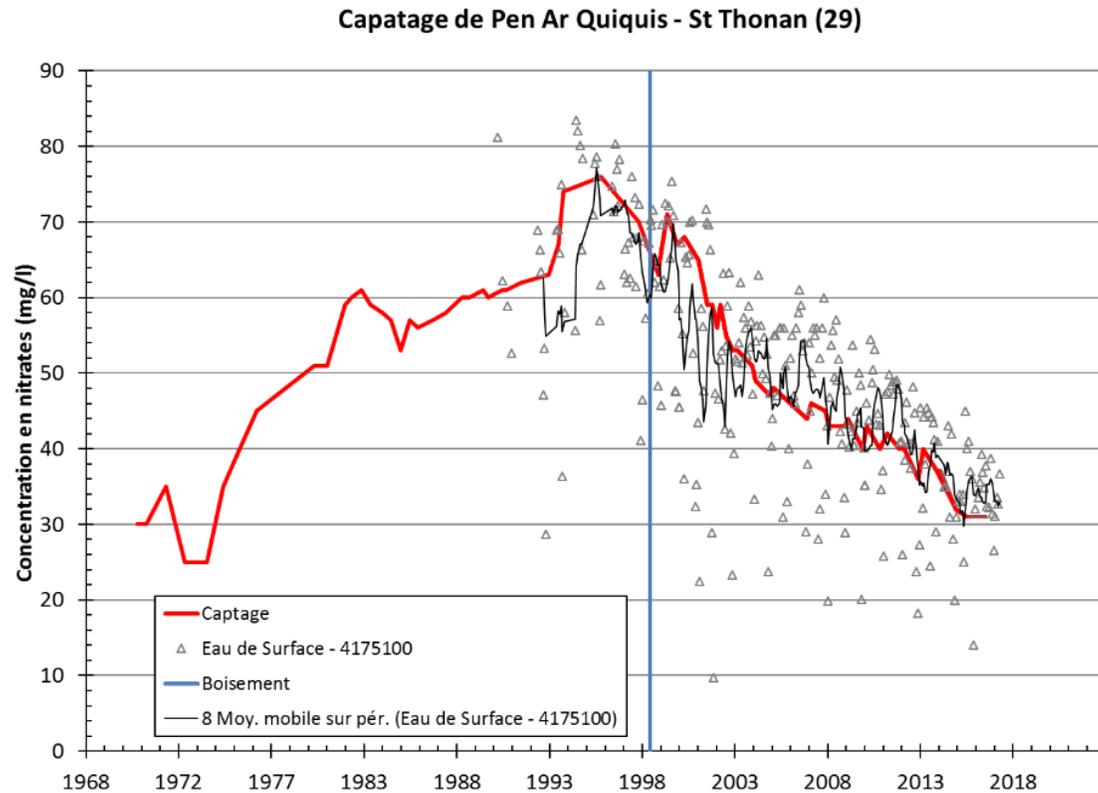


Rapport final : [BRGM/RP-67295-FR](http://www.brgm.fr/ressources/publications/67295)

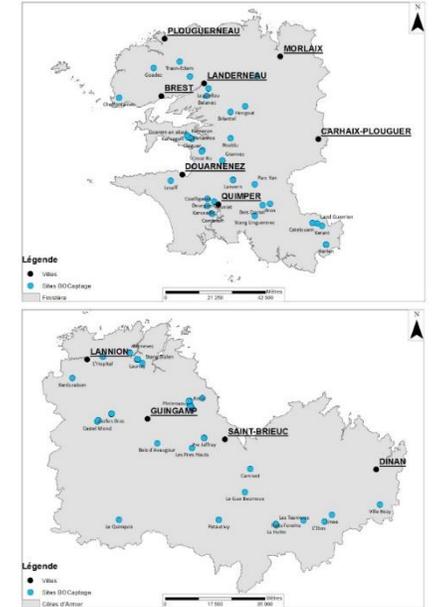


# Temps de reconquête du milieu

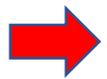
## Projet BOCAPTAGE



Aires d'alimentation topographique du captage de Pen Ar Quiquis (en bleu) et du point 4175100 sur l'Aber Wrac'h (en jaune) – 7600 ha



Localisation des sites du Finistère et des Côtes d'Armor considérés dans l'étude



Importance du suivi long terme

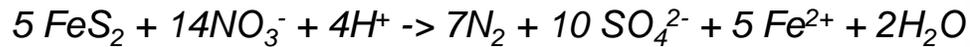
Temps de reconquête longs et plus homogènes qu'attendus

## Qualité des eaux souterraines

# Dénitrification

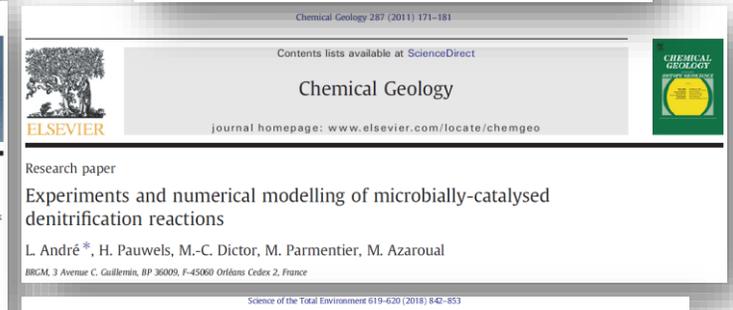
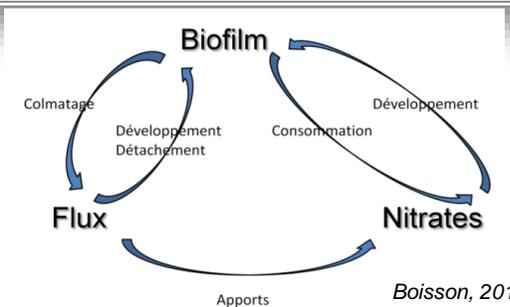
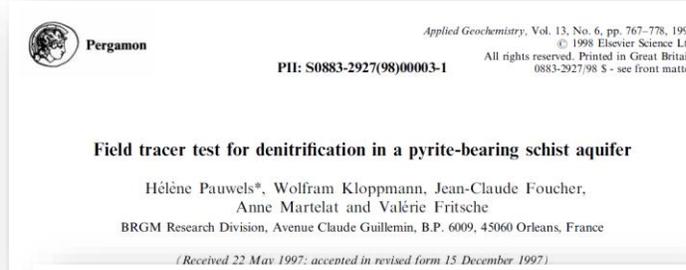
## 20 ans de recherche collaborative

Evolution des connaissances et quantification des réactions.

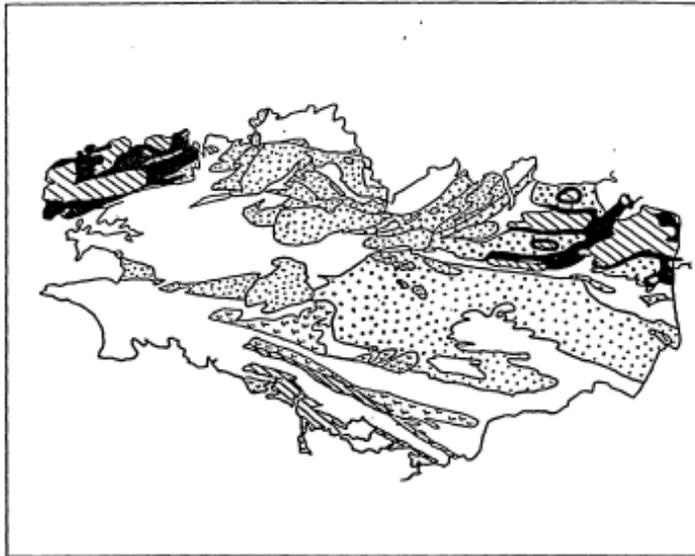


## Sujets

- Origine des nitrates
- Méthodes de traçage de la réaction (Isotopes)
- Dénitrification autotrophe avec la pyrite
- Quantification des réactions en laboratoire et in situ
- Interactions Géologie / Microbiologie
- Mise en avant de la réactivité en lien avec la biotite



# Nitrates et dénitrification



Pourcentage d'analyses connues présentant un indice de dénitrification en sous-sol. Classement par formations géologiques

AGENCE DE L'EAU LOIRE BRETAGNE  
CONSEIL REGIONAL BRETAGNE

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE DES POSTES ET TELECOMMUNICATIONS ET DU COMMERCE EXTERIEUR

CONTRIBUTION A L'ACTUALISATION DU SCHEMA REGIONAL D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Nouvelles ressources en eau souterraine potentiellement mobilisables

Service Géologique Régional de Bretagne  
4 rue du Bignon - 35000 RENNES  
Tel: 02 99 60 00 30 - Fax: 02 99 66 00 19

Talbo et al., 1995

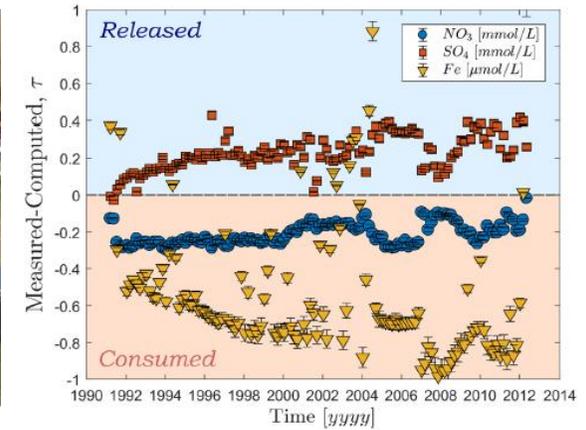
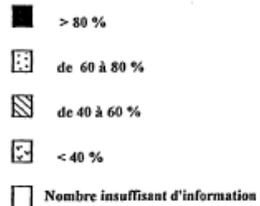
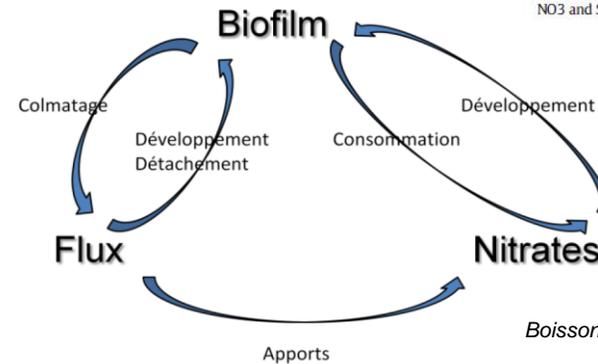


Fig. 10. Evolution of consumed (negative) and released (positive) elements concentrations computed by the model. Concentrations are expressed in mmol/L for NO3 and SO4 and in μmol/L for Fe.

Roques et al., 2018

## Dénitrification observée mais :

- Responsable des faibles concentrations?
- Vitesse de réaction et efficacité ?
- Uniquement liée à la pyrite ?
- Réaction ponctuelle et localisée ?
- Stable dans le temps et durable ?

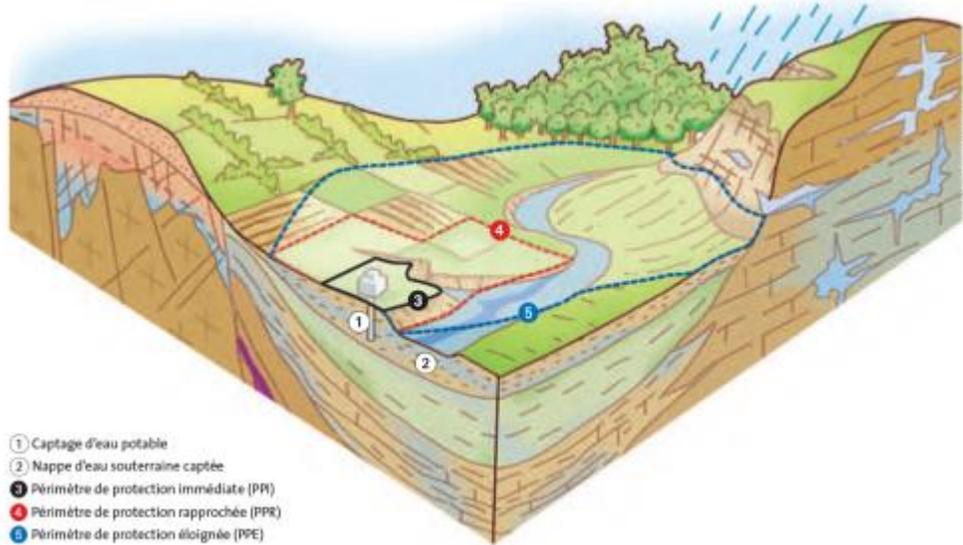


Boisson, 2011

# La protection des captages d'eau potable

## Cartographie des périmètres de protection des captages AEP souterrains

Voir <http://sigesbre.brgm.fr/Cartographie-des-perimetres-de-protection.html>



Bloc diagramme présentant les différents périmètres de protection applicables autour d'un captage © BRGM - M. VILLEY

262 cartes disponibles sur demande auprès de l'ARS Bretagne (643 captages)

Nom : FORAGE DE  
Commune :  
Département :  
Nombre de captages :  
Conception : BRGM, 2018

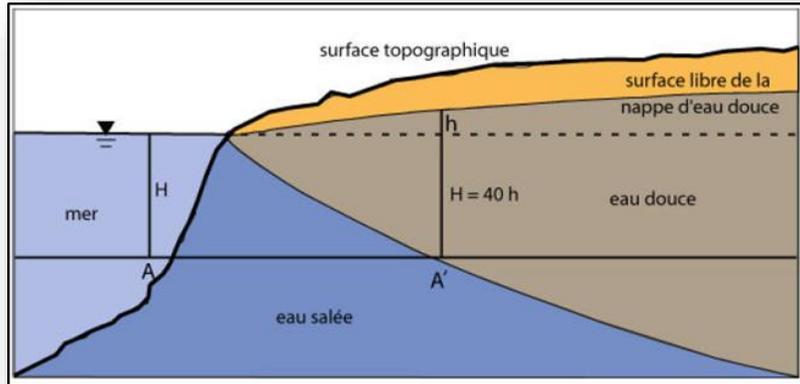
**Légende**

- Captage inactif
- Captage actif
- Eau de surface
- Périmètre de protection
- Rapproché
- Rapproché Sensible (S)
- Rapproché Complémentaire (C)
- Eloigné

Nom de l'installation	N° BSS (Ancien)	Identifiant BSS (Nouveau)	N° SISE-Eaux	Date DUP
FORAGE	0999X0099	BSS000		

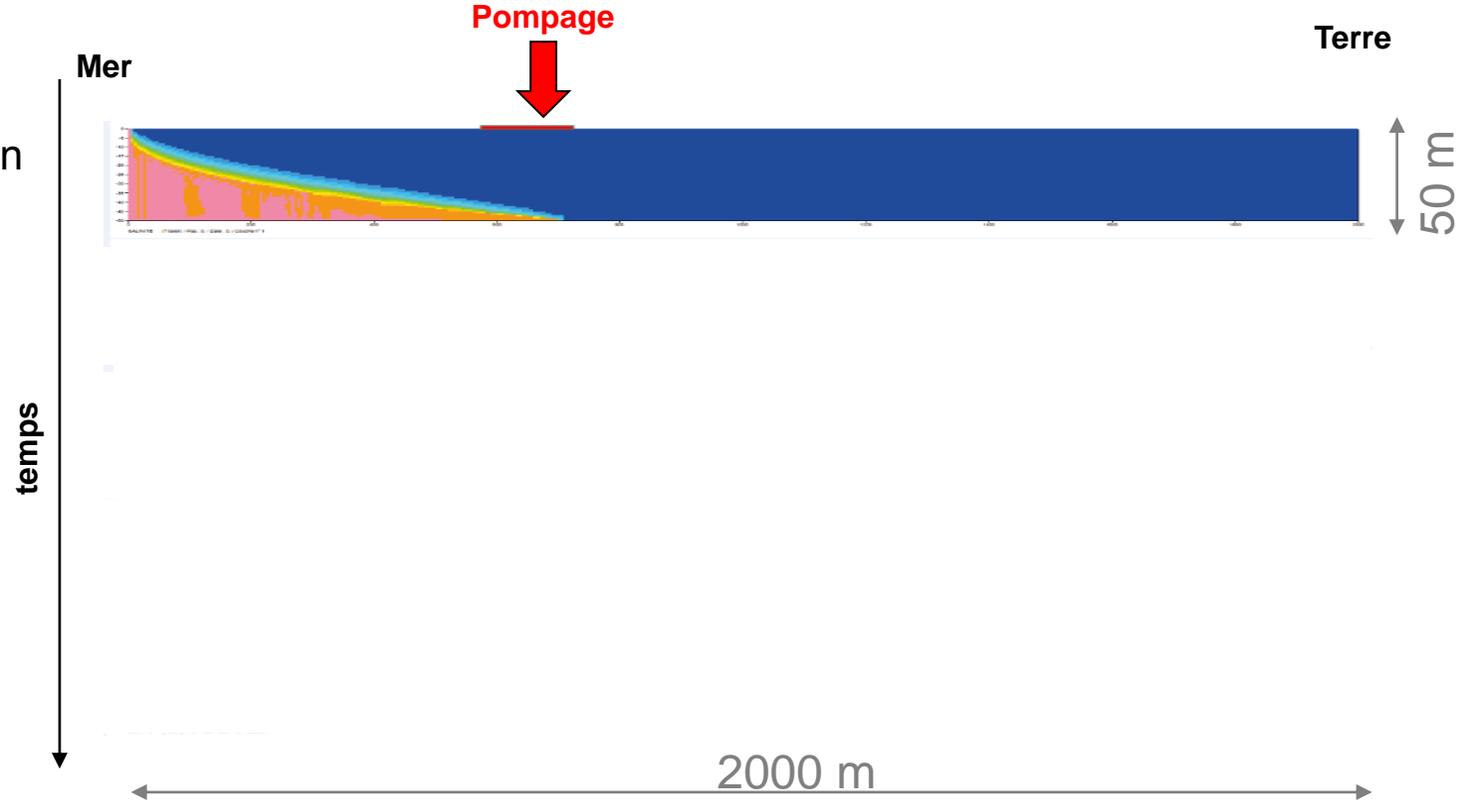
## Nouveaux enjeux

- Risque d'augmentation de la salinisation avec la montée des eaux et augmentation de l'exploitation
- Quel est l'état actuel des connaissances ?



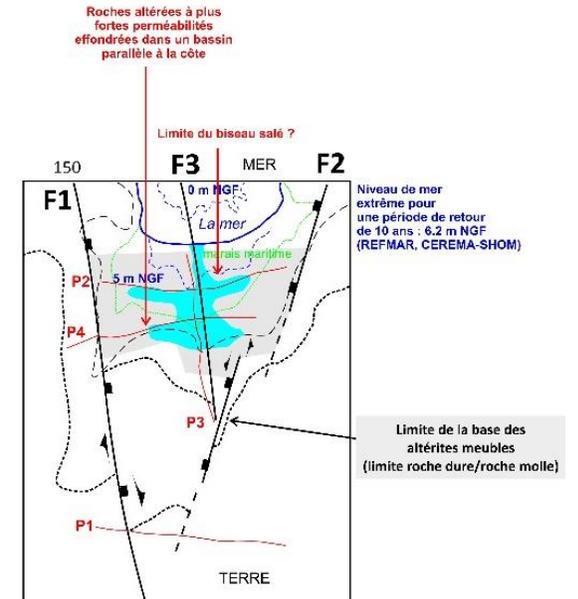
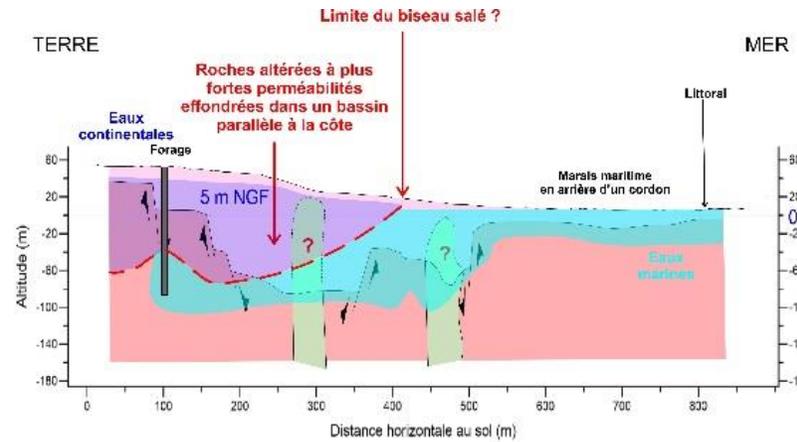
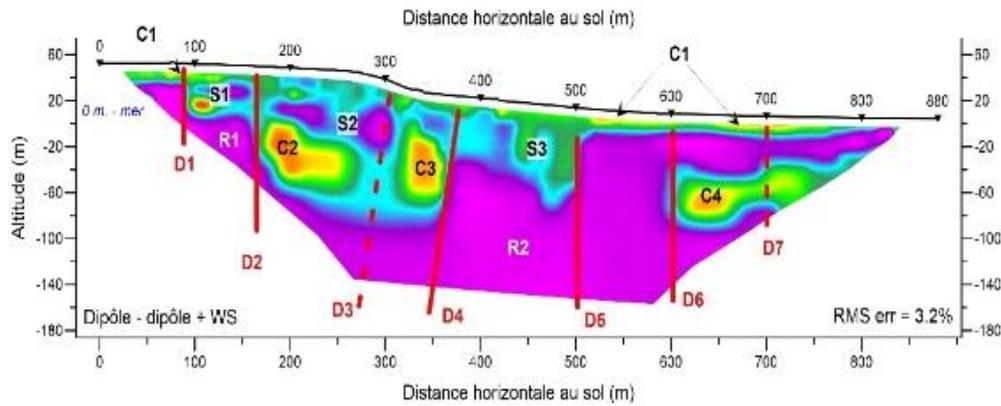
## Objectifs du projet

- État des lieux des intrusions salines en Bretagne
- Collecte et analyses des données disponibles
- Développement de méthodes d'observation



## Qualité des eaux souterraines

# Sensibilité des aquifères côtiers bretons aux intrusions salines



**➔ Développement de méthodes et connaissances nécessaires**

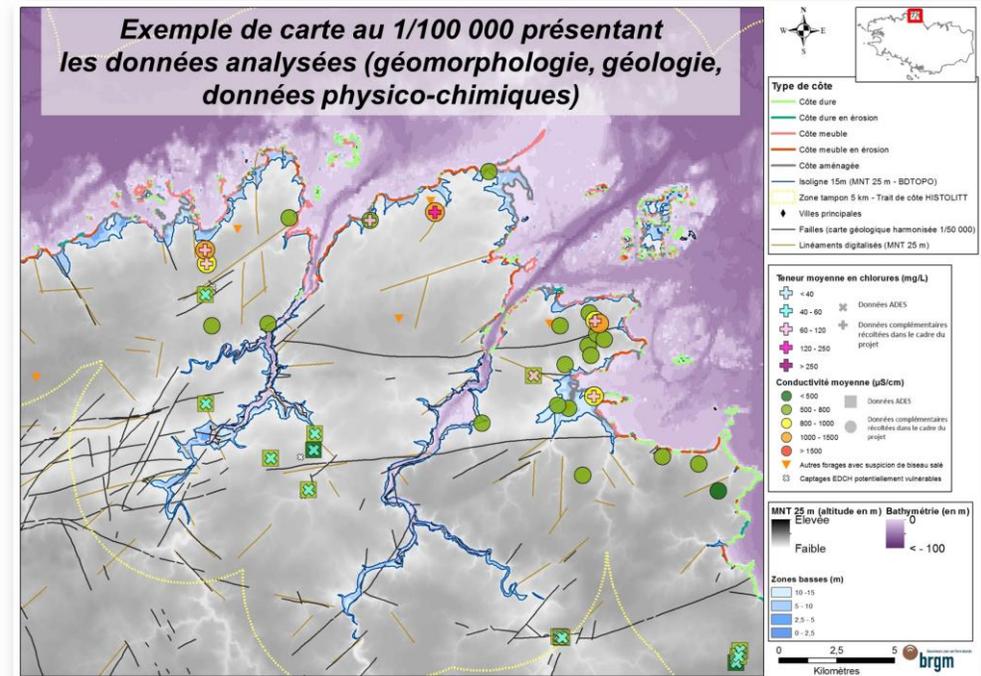
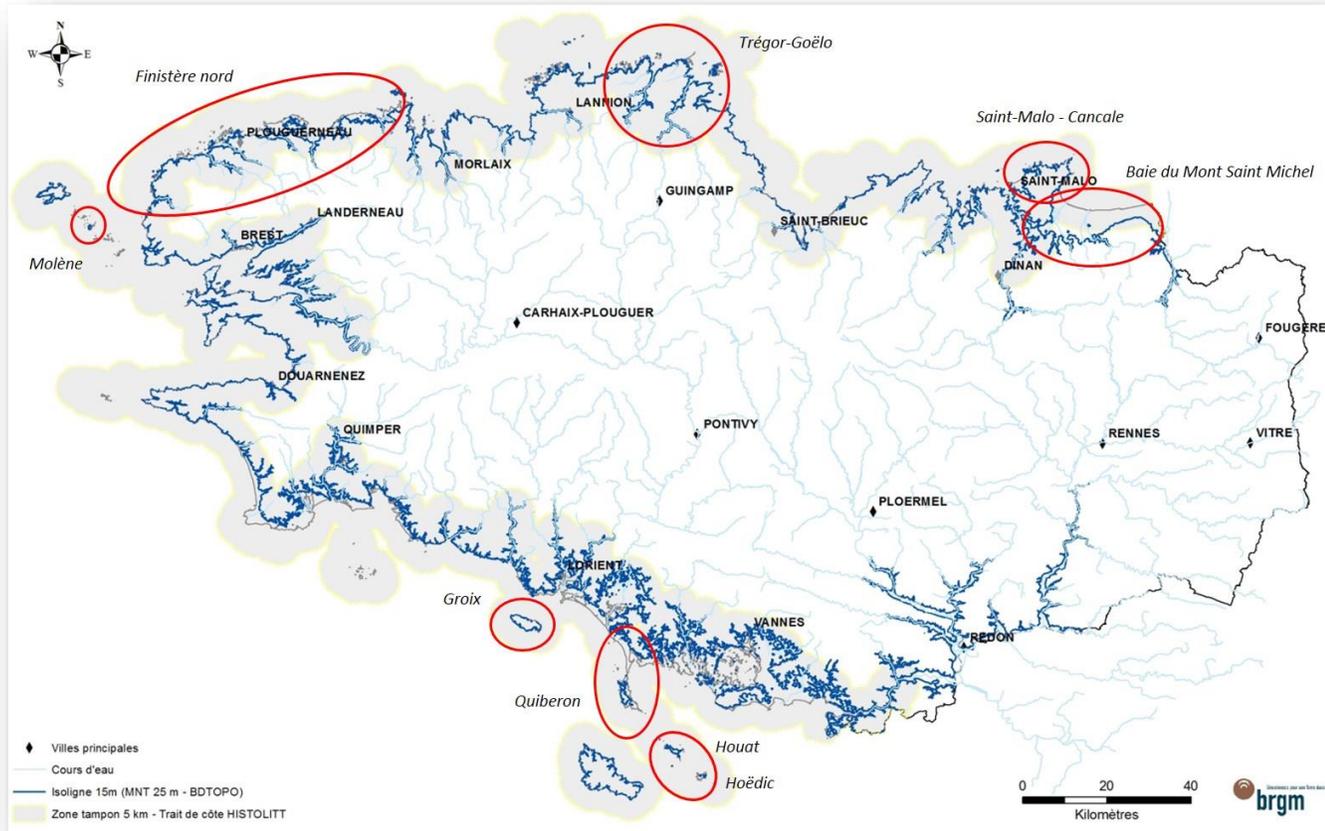
## Recommandations d'actions

- Contrôle du niveau dynamique de la nappe en pompage pour éviter un rabattement excessif,
- Diminution du débit de pompage et augmentation du temps de pompage pour limiter les rabattements,
- Répartition des prélèvements sur plusieurs ouvrages,
- Suivi de la conductivité pendant l'exploitation,
- Sensibilisation des exploitants et de la population au phénomène d'intrusion saline,
- Mise en place d'un observatoire régional afin d'avoir une vision globale du phénomène d'intrusion saline et de son évolution.



# Sensibilité des aquifères côtiers bretons aux intrusions salines

Etat des lieux : secteurs sensibles aux intrusions salines (avec des cas recensés de forages fortement minéralisés)



Rapport final : [BRGM/RP-69012-FR](#)  
Synthèse disponible sur le [SIGES Bretagne](#)

# Polluants émergents

Projets de développements

## Capteurs passifs

- Capteurs intégrateurs
  - Accumulation de masse
- Complémentaires des campagnes de prélèvements classiques

## Méthodes d'analyse

- Screening large spectre



# Médicaments vétérinaires

Projet EXPO-VETO : EHESP – LERES



## Choix de molécules suivies

25 captages d'eau potable :

- 23 eaux superficielles
- 2 eaux souterraines

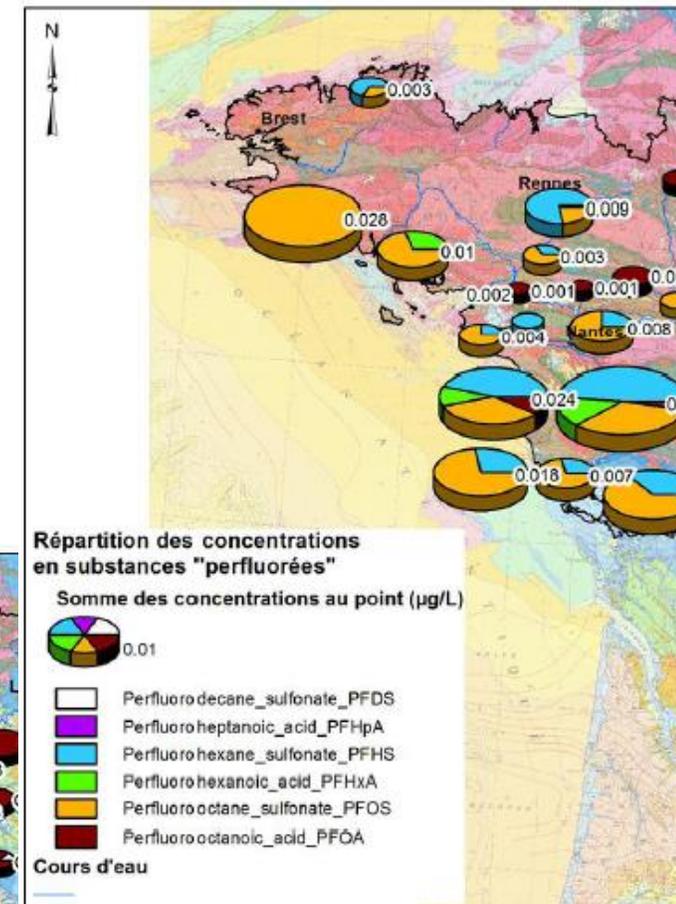
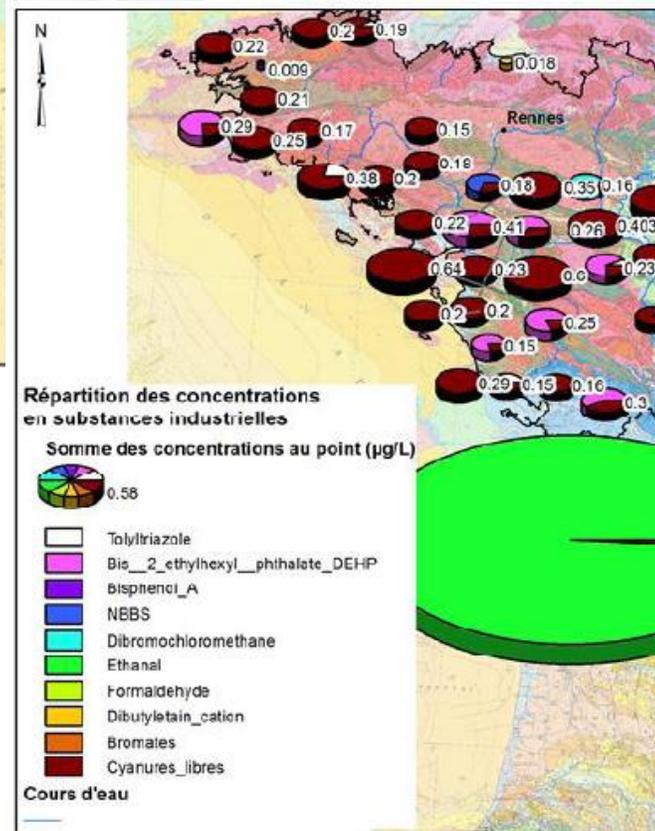
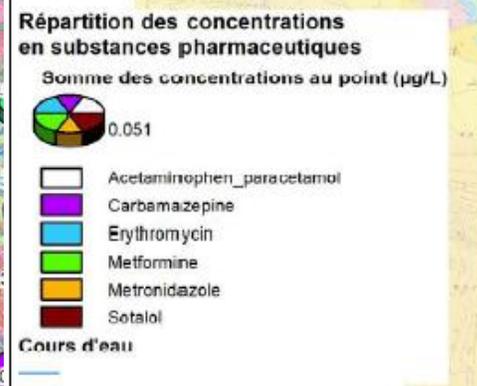
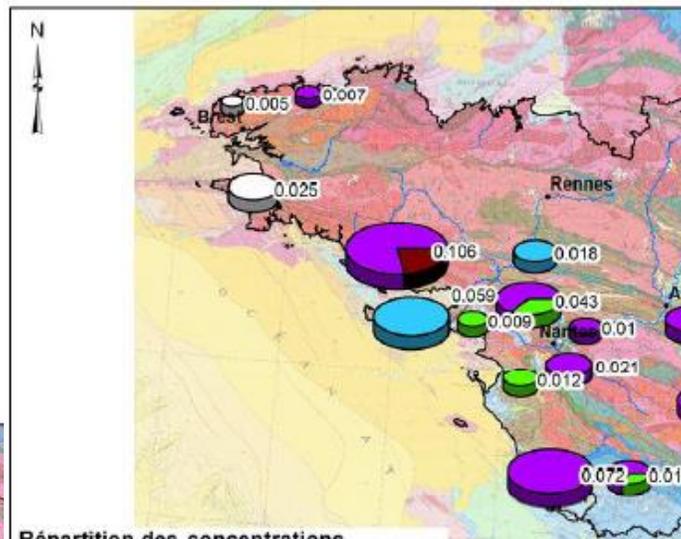
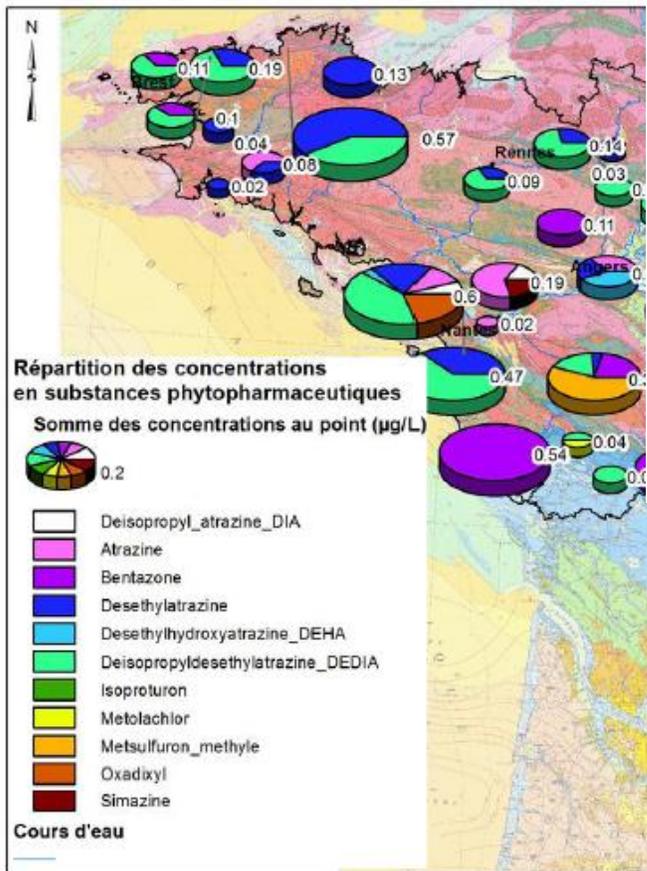
Classe thérapeutiques	RMV sélectionnés pour le projet EXPO-VETO
Antibiotiques (23)	Acide oxolinique, Amoxicilline, Ampicilline, Cefquinome, Chlortétracycline, Dihydrostreptomycine, Doxycycline, Enrofloxacin, Erythromycine, <u>Florfenicol/Florfenicol amine</u> , Fluméquine, Lincomycine, Marbofloxacin, Oxytétracycline, Sulfadiazine, Sulfadiméthoxine, Sulfaméthazine, Spiramycine/ <u>Néospiramycine</u> , Tilmicosine, Triméthoprime, Tylosine.
Antiparasitaires (10)	Clorsulon, Diazinon, Dicyclanil, Eprinomectine, Flubendazole, Ivermectine, Levamisole, Triclabendazole/ <u>Triclabendazole sulfoxyde/ Triclabendazole sulfone</u>
Anticoccidiens (3)	Toltrazuril/ <u>Toltrazuril Sulfoxyde/Toltrazuril sulfone</u>
Anti-inflammatoires (4)	Dexaméthasone, Flunixin, Kétoprofène, Méloxicam

## 40 molécules recherchées

Sur les eaux non traitées : 18 composés ont été quantifiés

Sur les eaux traitées : 93 échantillons -> 13 molécules retrouvées, de tous types (+ d'antiparasitaires). Dosés en ng/l.

**Pas d'effets toxiques aigus à craindre mais quid de l'exposition à long terme (eau, alimentation) ?**



## Conclusions

Depuis les années 1990 de nombreuses évolutions et améliorations :

- Amélioration de la qualité des eaux
- Suivi de la qualité des eaux souterraines et l'information aux usagers
- Meilleures connaissances des propriétés de transport dans les sols et aquifères
  - Evolution de la vision sur le temps de résidence des eaux souterraines
  - Evolution des concepts d'écoulements et de stockage dans les aquifères
  - Meilleure connaissance de la réactivité des aquifères

Mais des limites persistantes :

- La variabilité spatiale et temporelle
- Le stockage des solutés et les capacités d'actions

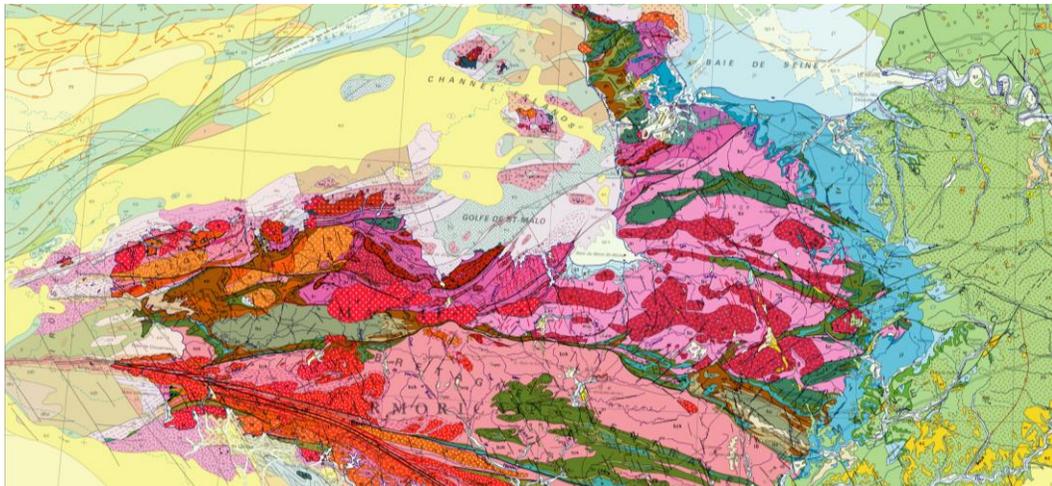
**➔ Nécessité de prendre en amont les problèmes car difficiles à traiter une fois en place**



Merci de votre attention !

Le **brgm** en Bretagne

Direction Régionale Bretagne  
2, rue de Jouanet  
35700 RENNES  
Tél. : 02 99 84 26 70



Service géologique  
national



Siège

Tour Mirabeau  
39-43, quai André-Citroën  
75739 Paris Cedex 15 - France  
Tél.: +33 (0)1 40 58 89 00

Centre scientifique et technique  
3, avenue Claude-Guillemin  
BP 36009  
45060 Orléans Cedex 2 - France  
Tél.: +33 (0)2 38 64 34 34

Centre de consultation  
Maison de la Géologie  
77, rue Claude-Bernard  
75005 Paris - France  
Tél.: +33 (0)1 47 07 91 96

