

1. Vigilance sur les zones d'implantation des forages

2. Intrusions salines en zones littorales

Bruno MOUGIN - BRGM

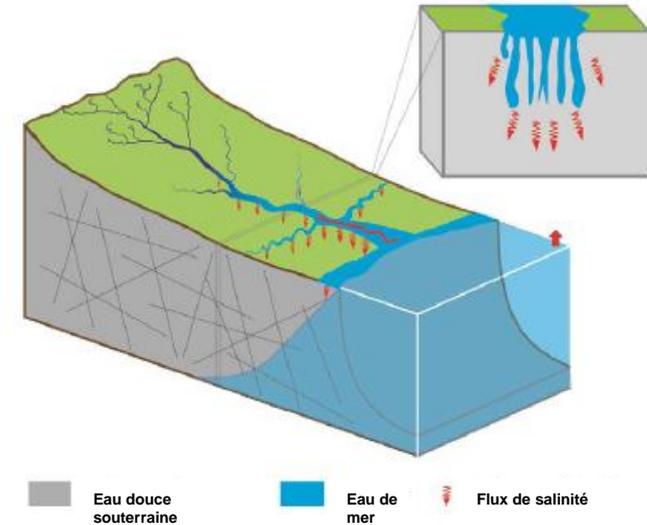
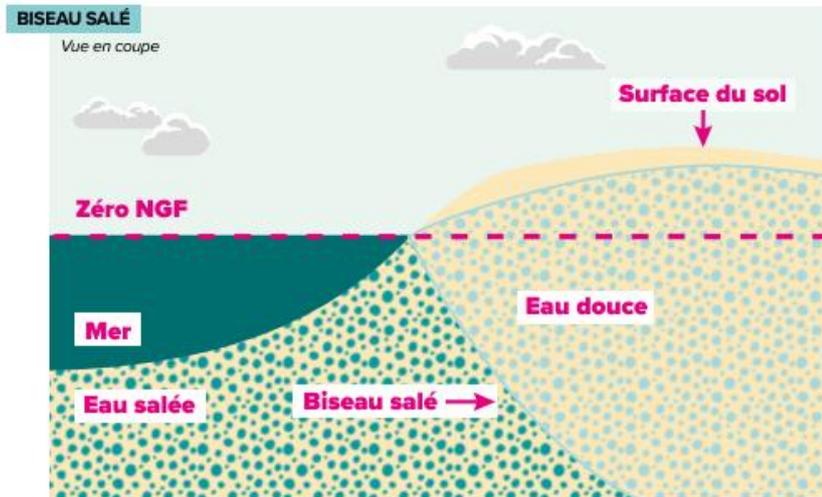


Le phénomène d'intrusions salines

Contexte

Biseau salé : sur le littoral, eau douce souterraine en contact avec la mer (lentille d'eau douce au-dessus de l'eau salée, interface en forme de biseau)

- au niveau du littoral,
- mais aussi des estuaires (abers / rias) → phénomène en 3D

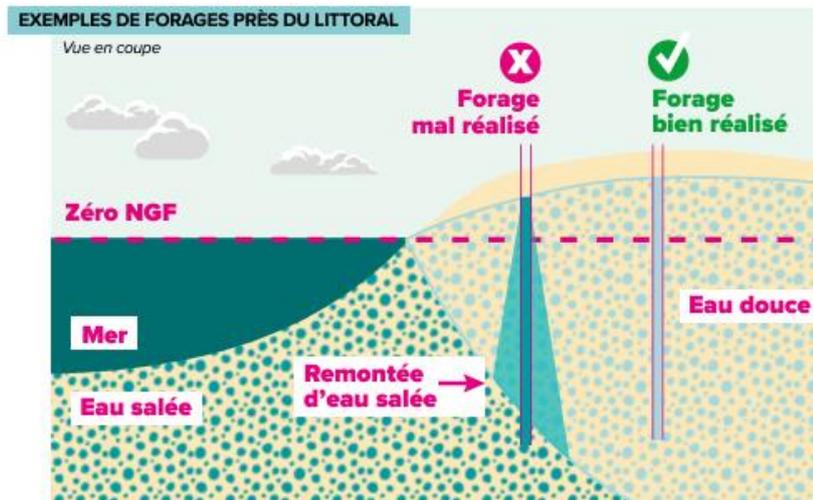
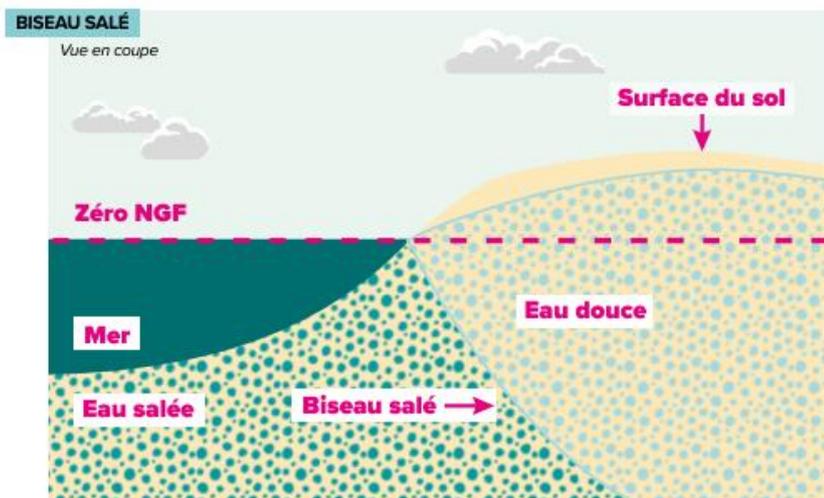


Armandine Les Landes, 2014

Contexte

Intrusions salines : entrée d'eau salée dans un aquifère côtier, remontée de l'interface eau douce / eau salée

- Augmentation du risque en cas de prélèvement d'eau excessif par pompage
- Phénomène irréversible
- Conséquences : impacts sur la qualité des eaux dans les estuaires, les zones de marais et les aquifères côtiers, eau souterraine impropre à la consommation

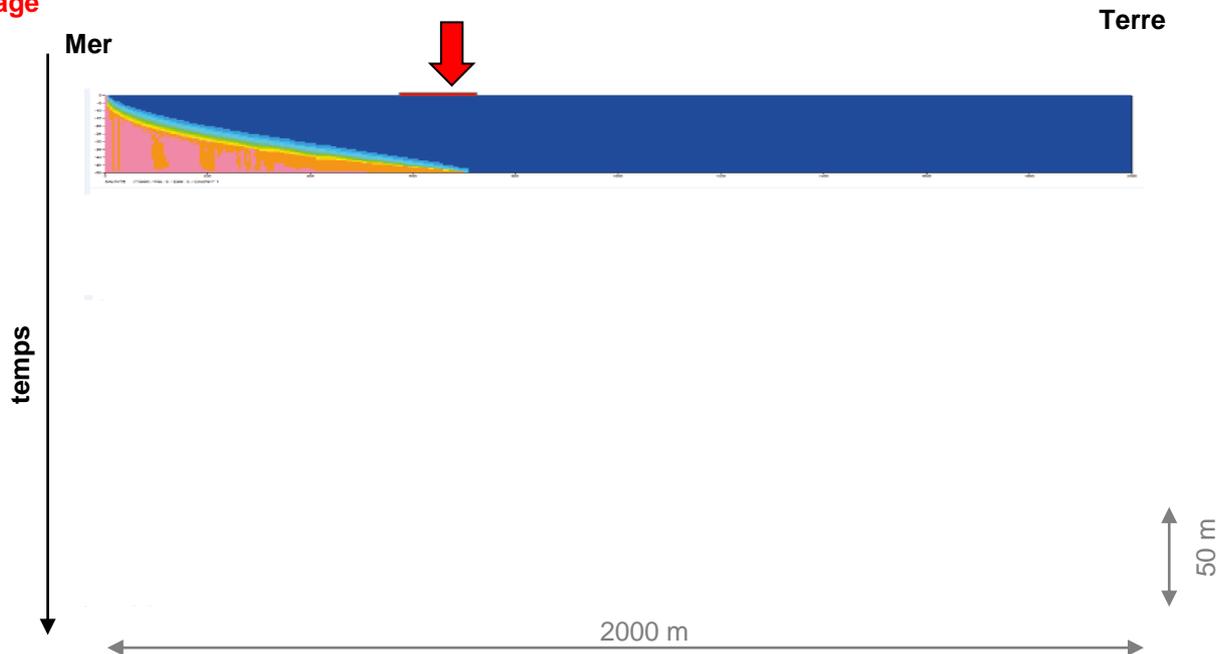


Le phénomène d'intrusions salines

Conductivité moyenne eau souterraine en
Bretagne : 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Conductivité eau de mer : 55 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Evolution en cas de pompage

Pompage



Boisson et al., 2016



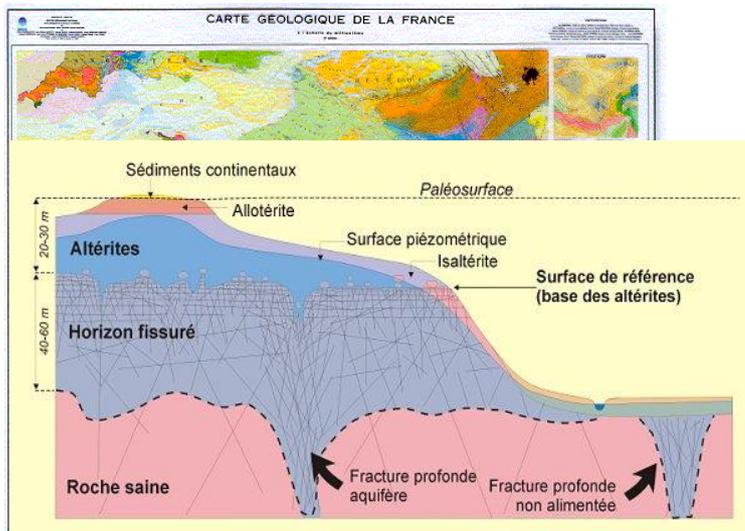
**Baisse d'1 mètre d'eau douce entraîne la remontée d'eau salée de 40 m (théorique)
Phénomène non linéaire dans le temps**

Le phénomène d'intrusions salines

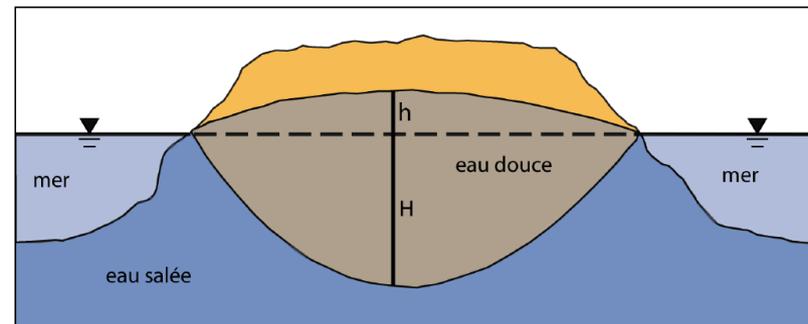
Iles et presqu'îles

Spécificités bretonnes

Aquifères de socle

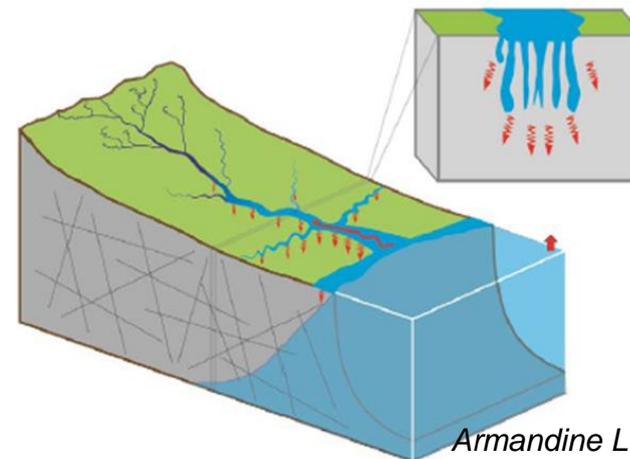


Schema conceptuel des aquifères de socle (R. Wyns, 1998 et 2004)



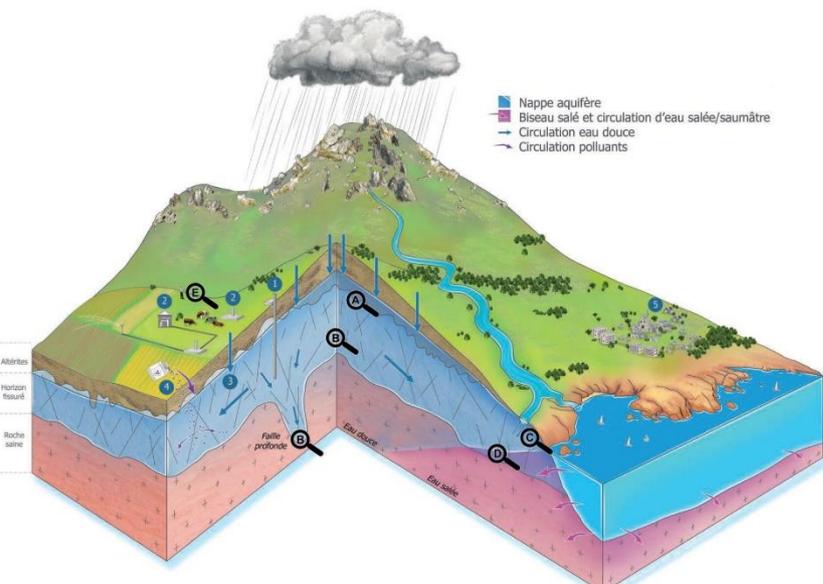
Frissant et al., 2009

Estuaires, abers, rias



Armandine Les Landes, 2014

■ Eau douce souterraine ■ Eau de mer ■ Flux de salinité



ETUDE RÉGIONALE

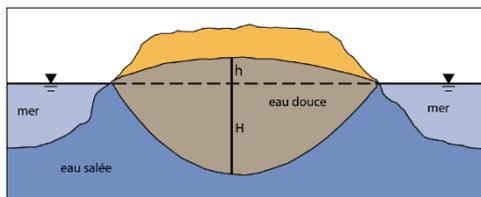
« SENSIBILITÉ DES AQUIFÈRES CÔTIERS BRETONS AUX INTRUSIONS SALINES »

Le phénomène d'intrusions salines

1. Zones d'implantation des forages

2. Intrusions salines

Constat en 2016



Frissant et al., 2009

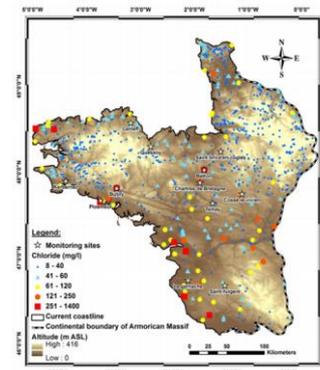
Forts enjeux régionaux : 2700 km de côtes, pression démographique, tourisme, agriculture, développement économique...

Changement climatique

Etudes nationales : forte vulnérabilité de la Bretagne aux intrusions salines

Quelques cas avérés mais pas d'inventaire régional

Nécessité de caractériser la sensibilité des aquifères côtiers bretons aux intrusions salines



Armandine Les Landes, 2014

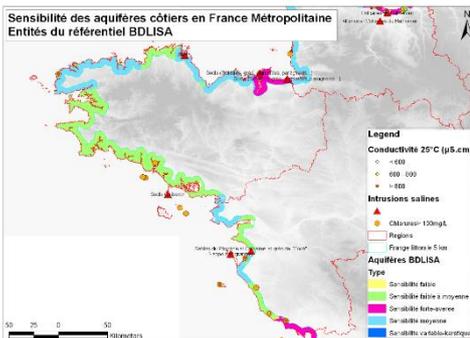
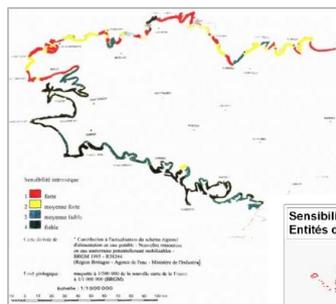


Ille-et-Vilaine (2005)



Morbihan (2005)

Petit et al., 1996



Dörliger et al., 2011

Collecte et interprétation des données disponibles

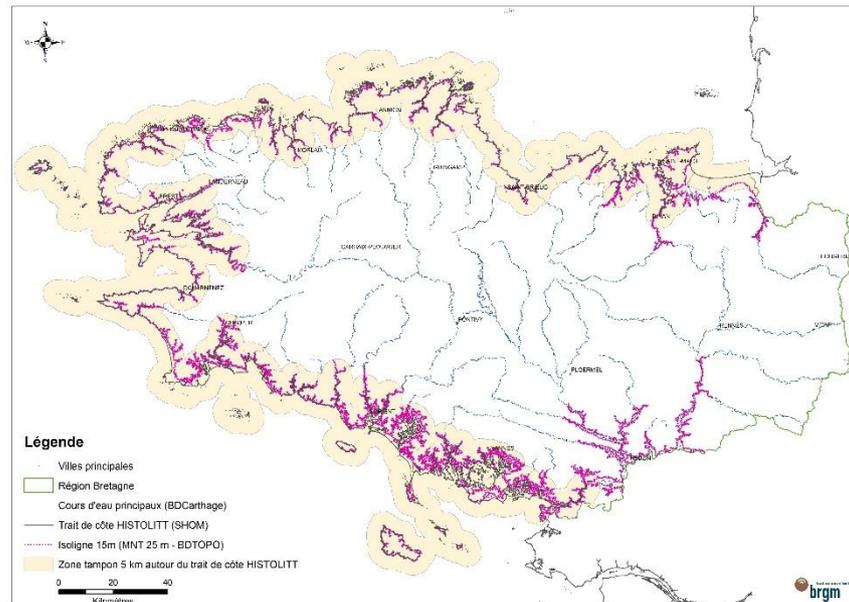


Établissement public du ministère
chargé du développement durable



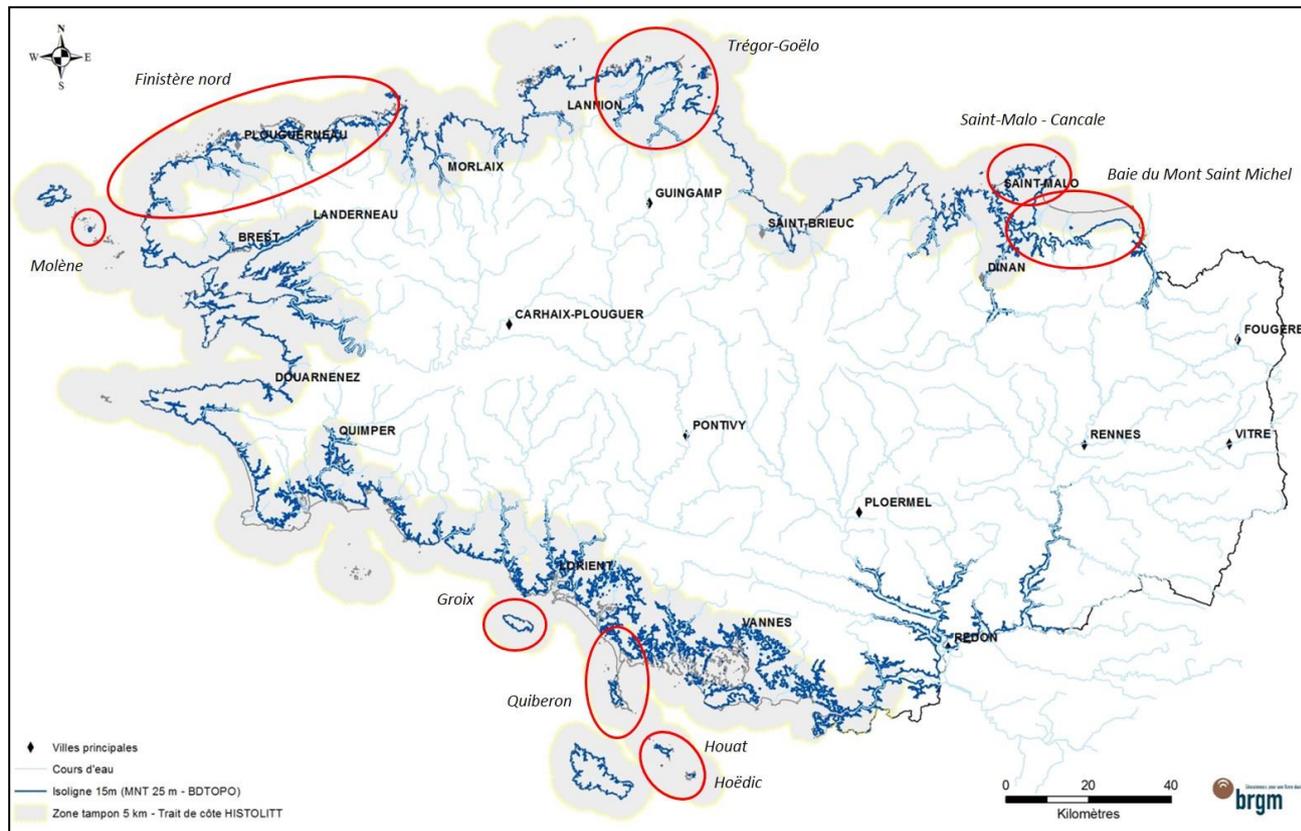
Zone d'étude :
5 km autour du trait de côte

- **Analyses disponibles dans ADES**
 - conductivité de l'eau, Cl, Na
- **Collecte de données auprès des acteurs de l'eau :**
services de l'Etat, collectivités, syndicats d'eau, SAGE, foreurs, bureaux d'études, laboratoires d'analyses...
- **Collecte de données auprès de la profession agricole sur le SAGE Argoat-Trégor-Goëlo via un questionnaire** (projet ADRESSAGE, *Boisson et al., 2019*)



Etude régionale sur la sensibilité des aquifères côtiers aux intrusions salines

Etat des lieux des secteurs concernés



L'absence de données disponibles sur certains secteurs (notamment la côte sud de la Bretagne) ne permet pas de conclure à l'absence de vulnérabilité

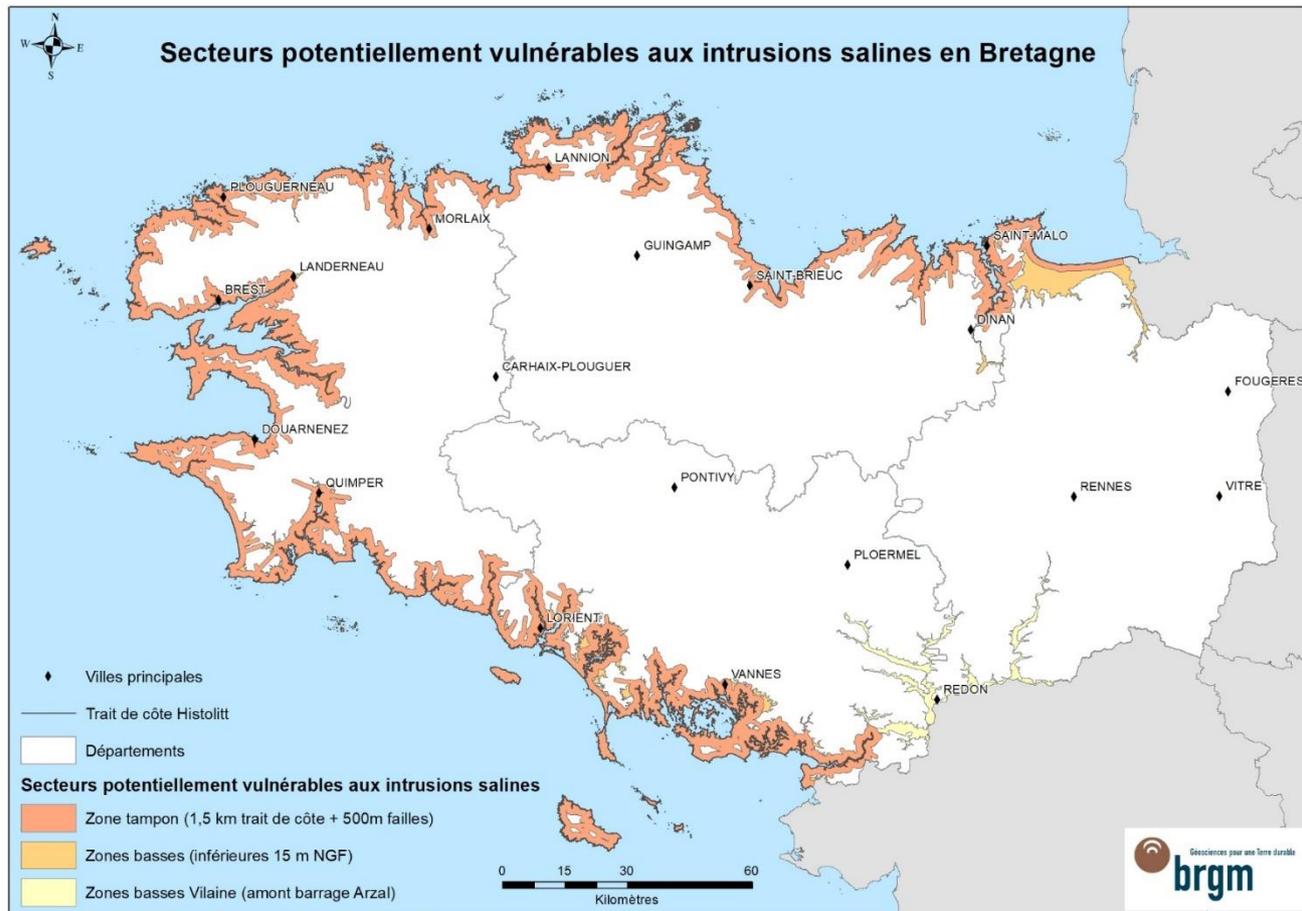
Etude régionale sur la sensibilité des aquifères côtiers aux intrusions salines

Cartographie des secteurs potentiellement vulnérables aux intrusions salines

80% des ouvrages présentant une teneur moyenne en chlorures supérieure à 60 mg/L et/ou une conductivité moyenne supérieure à 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sont situés :

- à moins de 1,5 km du trait de côte
- et dans une configuration particulière (presqu'île, île ou marais maritime)

et plus d'un tiers se trouvent à proximité immédiate d'une faille ou d'un linéament.



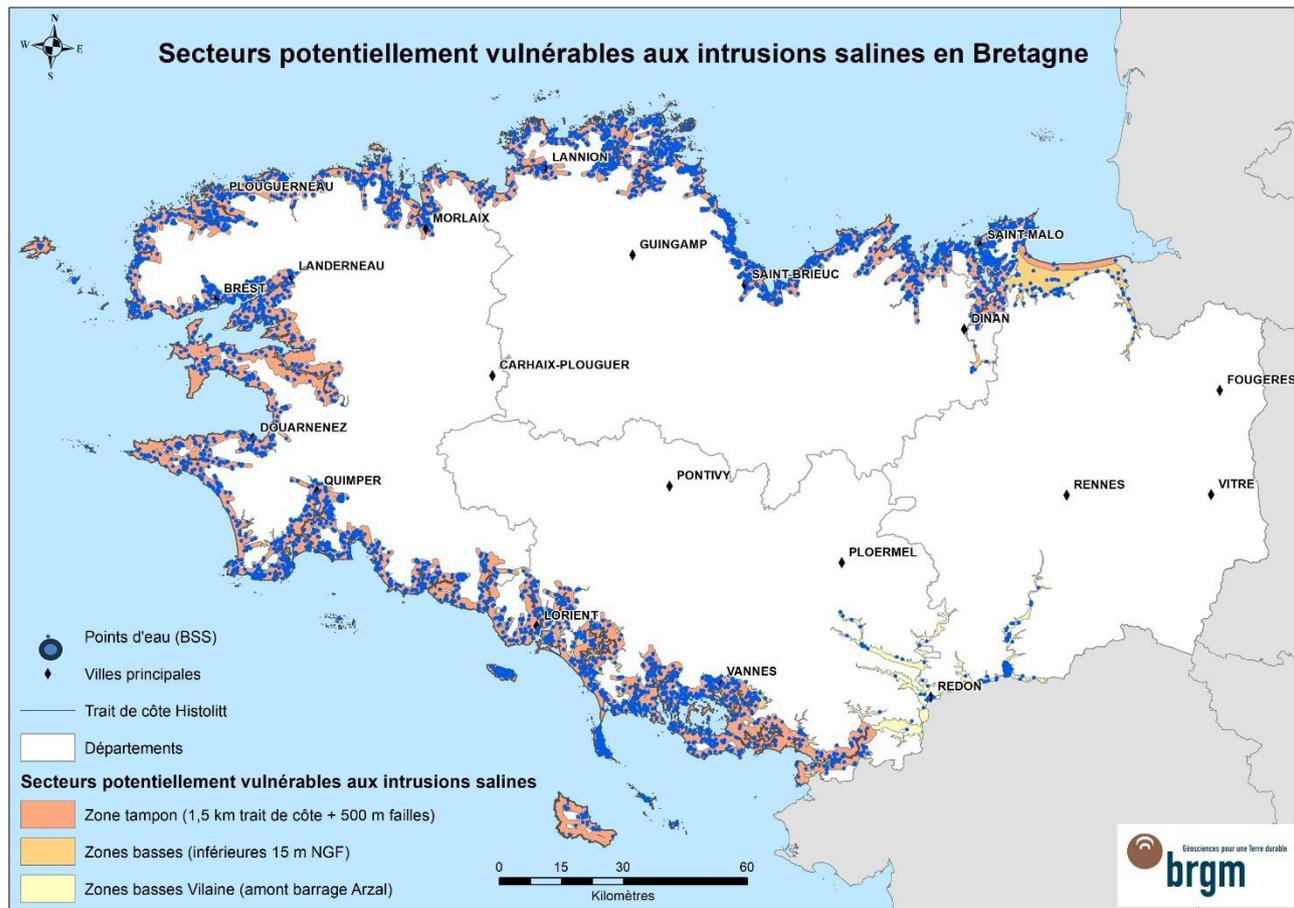
Téléchargeables sur [SIGES Bretagne](#) et [GéoBretagne](#)

Etude régionale sur la sensibilité des aquifères côtiers aux intrusions salines

Cartographie des secteurs potentiellement vulnérables aux intrusions salines

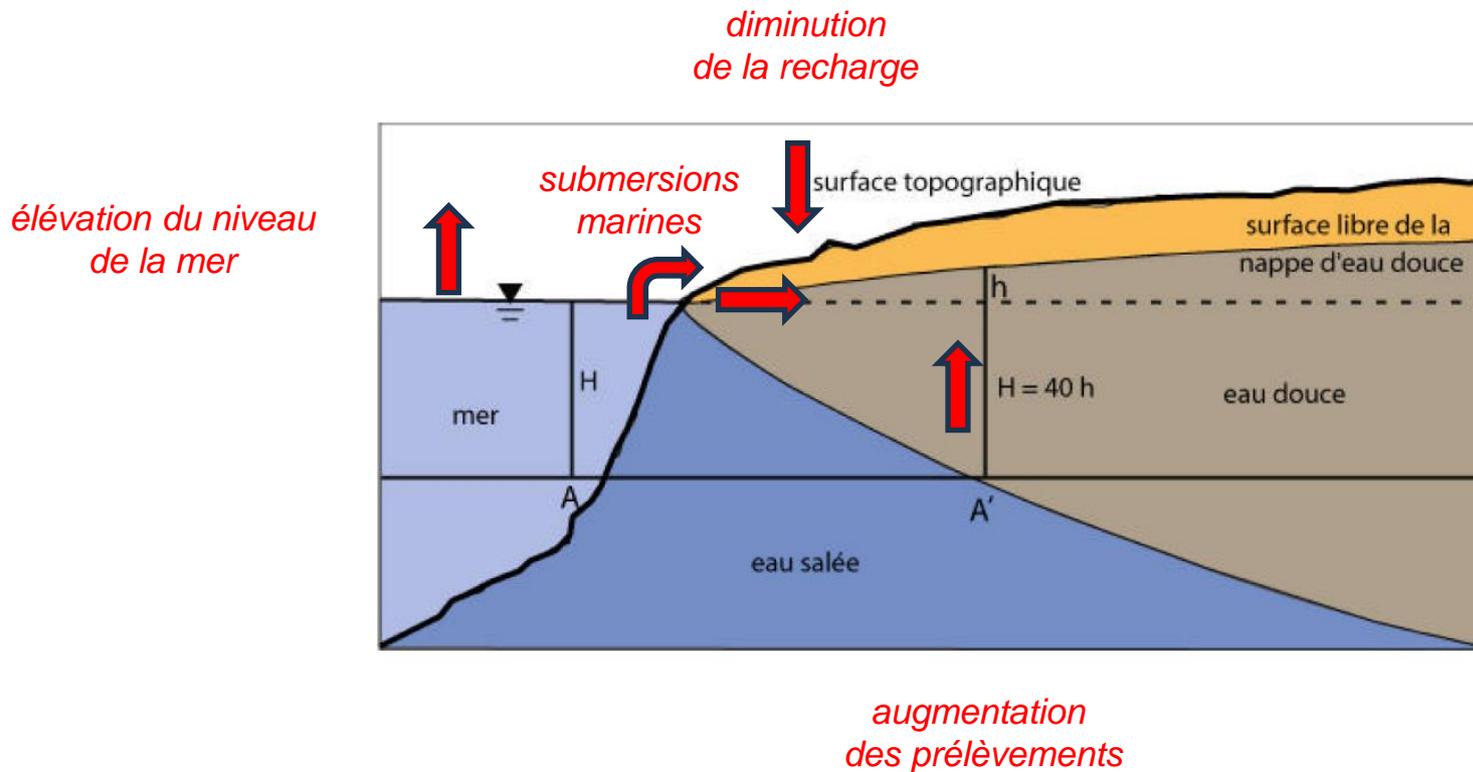
Enjeux forts :

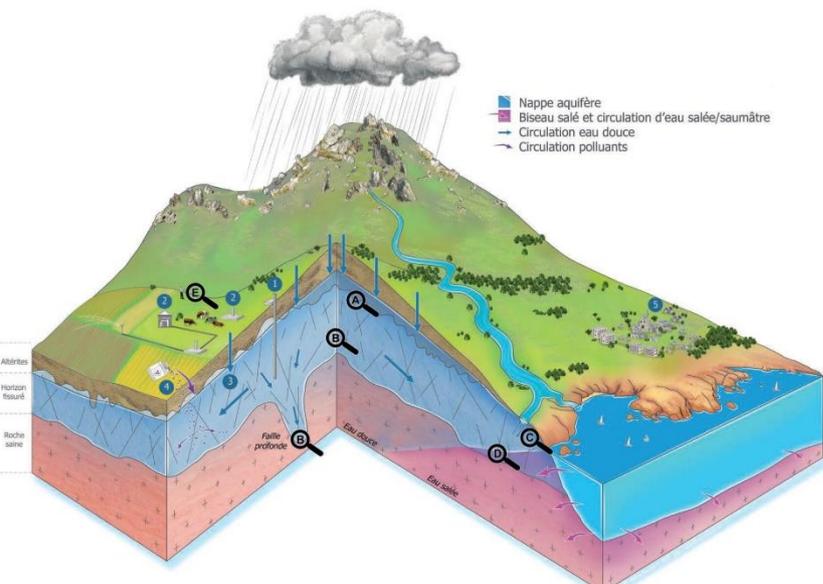
- Plus de 5 500 forages existants sont dans les secteurs potentiellement vulnérables



Intrusions salines

Evolution du phénomène dans un contexte de changement climatique





PLAQUETTE DE RECOMMANDATIONS

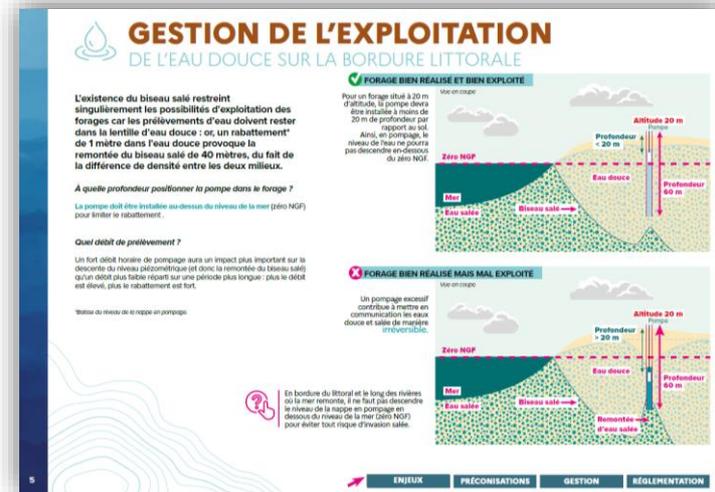
« FORAGES EN MILIEU LITTORAL »

Intrusions salines

Sensibilisation des acteurs locaux

- Mise à jour de la plaquette « Forages en milieu littoral »

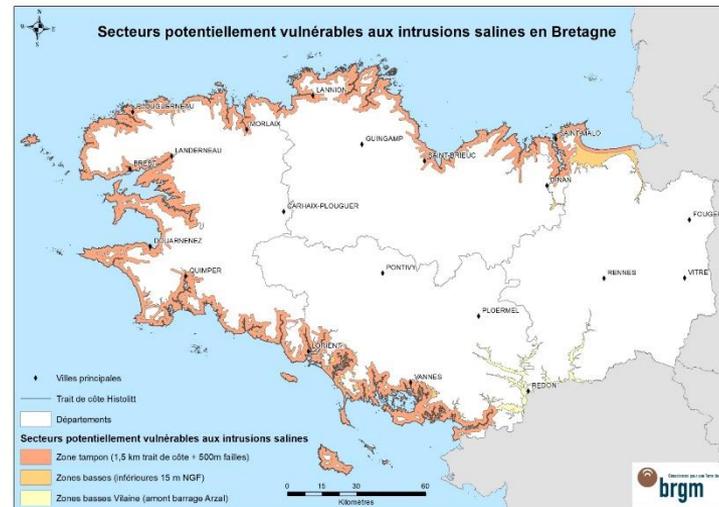
Consultable sur le [SIGES Bretagne](#)



Intrusions salines

Recommandations pour la réalisation des forages en milieu littoral

- Vérifier la localisation du projet de forage
- Ne pas réaliser un forage trop profond
- Mesurer la conductivité de l'eau pendant le forage



L'eau douce bretonne a une conductivité naturelle de 50 à 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ alors que l'eau de mer une conductivité 1 000 fois supérieure (55 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). En bordure de mer, la valeur d'alerte de la conductivité est **500 $\mu\text{S}/\text{cm}$** (attention à l'unité de mesure !).

Si la conductivité atteint 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, il faut absolument arrêter la foration car cela signifie que le forage traverse la zone de transition entre l'eau douce et l'eau salée.

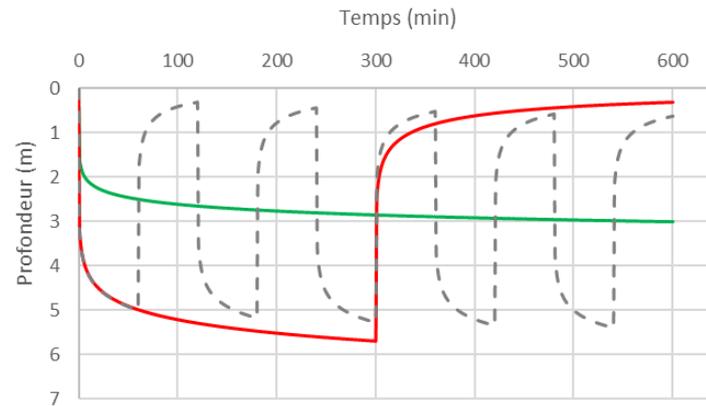
La conductivité doit également être suivie pendant les essais de pompage et pendant l'exploitation du forage.



Intrusions salines

Recommandations pour la réalisation des forages en milieu littoral

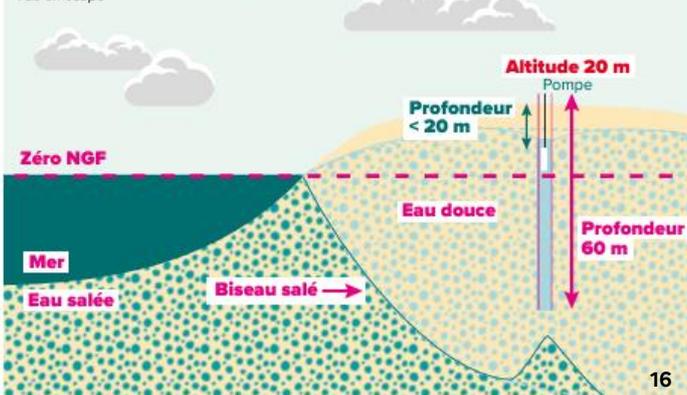
- Adapter les débits et les temps de pompage :
 - Pomper à un débit plus faible pendant plus longtemps
 - Répartir les prélèvements sur plusieurs forages
- Surveiller la conductivité de l'eau pendant les essais de pompage et pendant l'exploitation
- Eviter le dénoyage des crépines pour limiter le colmatage et les rabattements dans le forage
- Maintenir le niveau piézométrique au-dessus du niveau de la mer
- Si possible, positionner la pompe au-dessus du niveau de la mer



✓ FORAGE BIEN RÉALISÉ ET BIEN EXPLOITÉ

Pour un forage situé à 20 m d'altitude, la pompe devra être installée à moins de 20 m de profondeur par rapport au sol. Ainsi, en pompage, le niveau de l'eau ne pourra pas descendre en-dessous du zéro NGF.

Vue en coupe



Pour en savoir plus

1. Zones d'implantation des forages

2. Intrusions salines

- **Sensibilité des aquifères côtiers bretons aux intrusions salines**

LUCASSOU F., SCHROËTTER J.-M., BAPTISTE J., COPPO N., avec la collaboration de BEAUBOIS F., KOCH F., TILLOLOY F., MOUGIN B., LAURENT A., CROISSET N. (2019)

[Rapport final BRGM/RP-69012-FR](#) et résumé du projet sur le [SIGES Bretagne](#)

- **ADRESSAGE** - Récolte et analyse des données relatives aux prélèvements d'eau souterraine des irrigants travaillant sur la zone littorale du SAGE Argoat-Trégor-Goëlo

BOISSON A., LUCASSOU F., MOUGIN B., LE GAL X. (2019) - [Rapport final BRGM/RP-68709-FR](#)

- **PIEZOLITT** - Réalisation d'un piézomètre expérimental pour le suivi des intrusions salines à Plougrescant

LUCASSOU F., SCHROËTTER J.-M., KOCH F., LE ROY S. (2022) - [Rapport final BRGM/RP-71829-FR](#)

- **Consultation ou téléchargement des secteurs potentiellement vulnérables aux intrusions salines :**

- sur [l'espace cartographique du SIGES Bretagne](#)
- sur [le visualiseur GéoBretagne](#)

- **Plaquette « [Forages en milieu littoral](#) »**

