

Avec le soutien de :



COLLOQUE GESTION DES EAUX SOUTERRAINES

Du 15 au 17 février 2023
à l'ENSEGID - Bordeaux INP

SUIVI DU COMPLEXE OUVRAGE/RESSOURCE D'UN SITE DE PRÉLÈVEMENT D'EAU SOUTERRAINE DANS LE SOCLE BRETON : L'EXEMPLE DU SITE AEP DE TRAOU-GUERN (22)

François HERBRETEAU, bureau d'études Log Hydro



Koulman MATHIEU, Lannion-Trégor Communauté



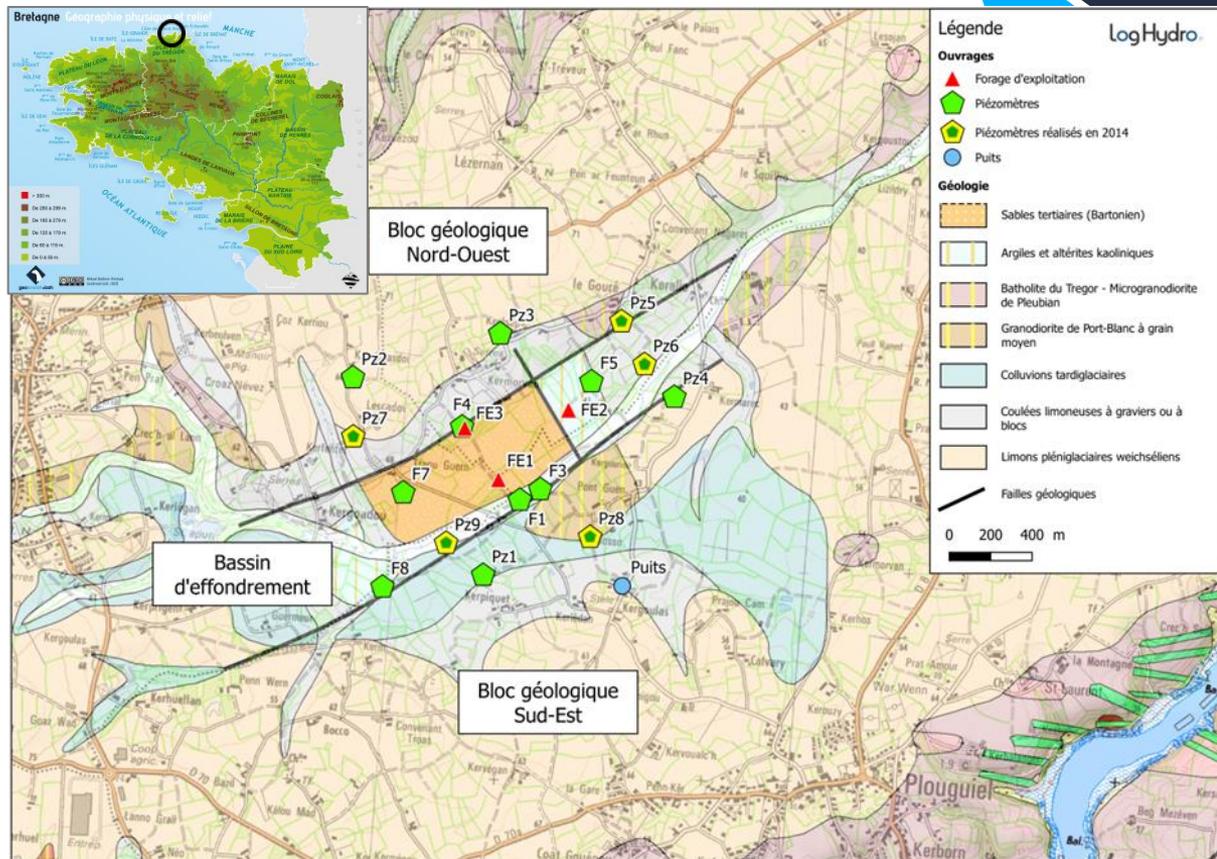
CARACTÉRISTIQUES DU SITE DE PRODUCTION D'EAU SOUTERRAINE DE TRAOU-GUERN

Site de prélèvement AEP de Traou-Guern

- 3 forages de 70 à 100 m de profondeur
- **Autorisation de prélèvement**
 - 190 m³/h et 800 000 m³/an
- Site exploité depuis 1999
- **Production annuelle ≈ 600 000 m³/an**
- **Périmètres de protection : 200 ha** dont 101 ha en périmètre rapproché zone sensible (parcelles maintenues en herbe ou boisées)
- **Géologie :**
 - Granodiorites très fracturées
 - 2 failles majeures direction SO-NE
 - Bassin d'effondrement ayant piégé des sables marins de l'ère tertiaire (ép. 40 m)

Maîtrise d'ouvrage et exploitation en régie

Lannion-Trégor Communauté (ex-Syndicat d'eau du Trégor)



Contexte géographique et géologique du site de Traou-Guern

LE SUIVI DES FORAGES DE PRODUCTION : LES 3 ÉLÉMENTS DE BASE

1. Suivi en continu des niveaux piézométriques et des volumes prélevés avec pour chaque ouvrage : une sonde automatique et un débitmètre. Les sondes automatiques sont contrôlées régulièrement (confrontation mesure automatique avec sonde manuelle).

Les données sont utilisées par l'exploitant dans sa gestion et sont bancarisées pour être valorisées par la suite.

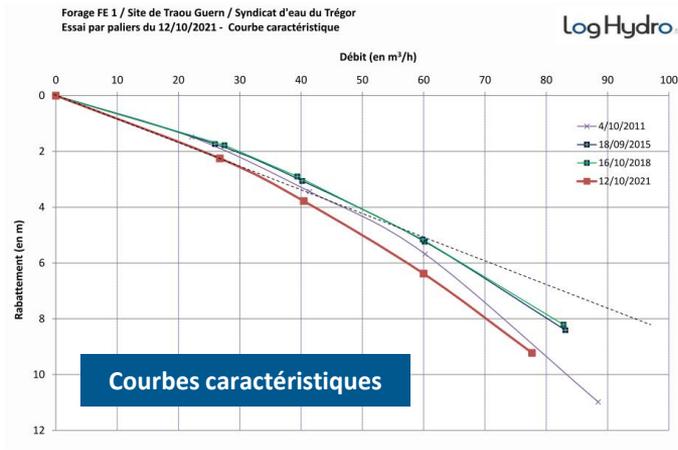
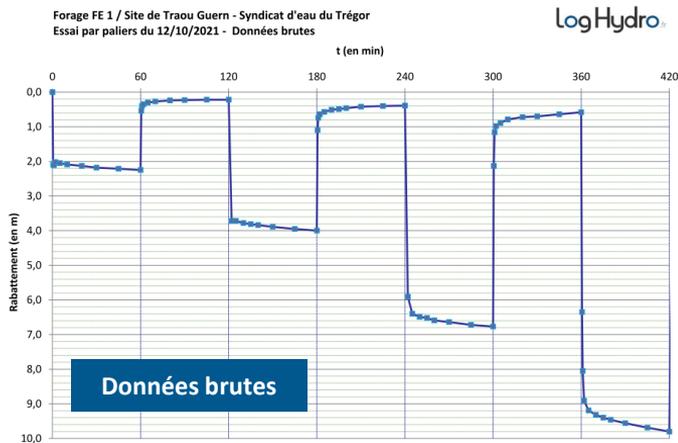


Contrôle d'une sonde auto.



Débitmètre électromagnétique

2. Réalisation périodique (3 ans) d'essais par paliers (2011, 2015, 2018, 2021) : essais menés dans des conditions hydrologiques et avec un protocole similaires. Essais réalisés avec les équipements de pompage en place pour simplifier l'intervention (réglage des débits par la variation de fréquence et suivi du niveau piézo. manuellement).



LE SUIVI DES FORAGES DE PRODUCTION : LES 3 ÉLÉMENTS DE BASE

3. Réalisation périodique d'inspections caméra (2004, 2014, 2021) avec la dépose/repose des pompes d'exploitation

Intervention sur 2 journées

La confrontation piézométrie / essais par paliers / inspections caméra permet d'apprécier le degré de colmatage des ouvrages et de déclencher si besoin des travaux de nettoyage.

Travaux de nettoyage menés en 2014 sur les 3 forages et préconisés sur FE1 et FE3 suite aux derniers essais et à l'inspection caméra de 2021.



Dépose d'une pompe



Inspection caméra

Avant régénération



Après régénération



Exemples des résultats obtenus suite aux travaux de nettoyage de 2014



LE SUIVI DE LA RESSOURCE

- **Déploiement progressif d'un réseau de suivi** : 16 ouvrages au total :
 - 2003 : implantation de 4 piézomètres (Pz1 à Pz4)
 - 2006 : sécurisation et transformation en piézomètres de 6 sondages de reconnaissance réalisés en 1993, avec cimentation dans l'annulaire
 - 2014 : renforcement du réseau piézométrique avec réalisation de 5 nouveaux piézomètres (Pz5 à Pz9) pour mieux cerner le cône d'appel du site
- **Suivi du réseau de mesure** :
 1. **Suivi mensuel de la piézométrie** (15 piézomètres + 1 puits) + suivi en continu de la piézométrie dans le Pz9 (moins accessible)
 2. **Suivi semestriel de la qualité de l'eau** (pH, conductivité, chlorures, nitrates, sulfates, fer, manganèse, pesticides) dans le réseau de piézomètres

Moyens mis en œuvre pour ce suivi réalisé en interne par la collectivité :

Matériels : sonde piézométrique manuelle + pompe de prélèvement (\varnothing 2 pouces, 2 m³/h) + groupe électrogène

Transport : adapté aux difficultés d'accès de certains ouvrages avec utilisation d'un véhicule 4x4 de type chariot télescopique ou dumper (pour le matériel de prélèvement)

Personnel pour la collecte des données : 18 jours équivalent temps plein par an



Véhicule 4x4 utilisé pour le transport du matériel de prélèvement

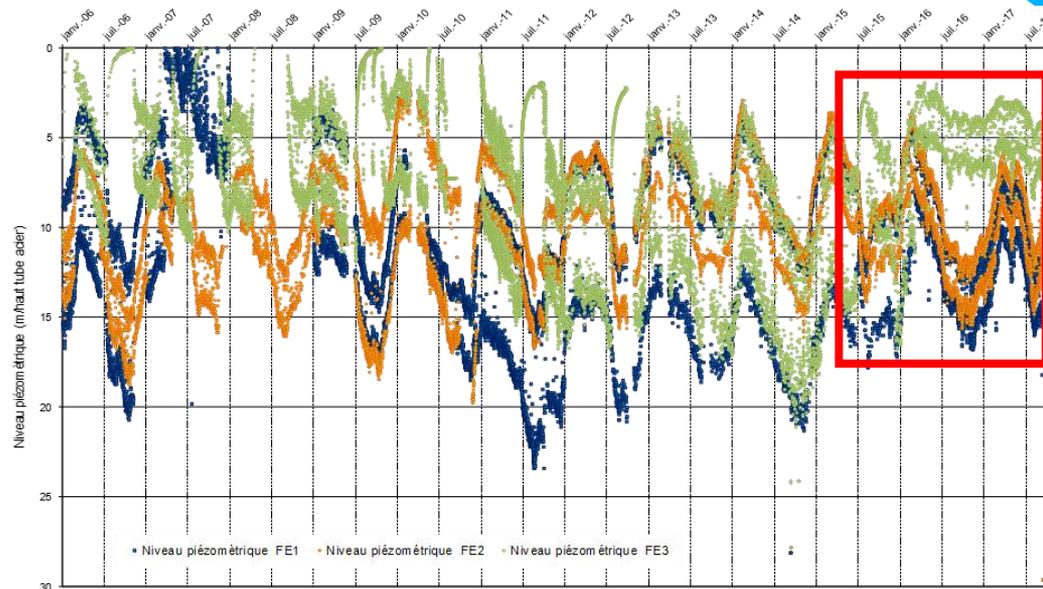


BILAN D'EXPLOITATION

Bilans d'exploitation du site de production établis en 2003, 2012 et 2018 pour compiler l'ensemble des données recueillies, les interpréter et pouvoir **mieux adapter l'exploitation des ouvrages à la ressource mobilisée.**

Exemples d'éléments du bilan :

1. **Contrôle des consignes d'exploitation** (débit, niveau maximum admissible)
2. **Modification en 2015 des modalités de prélèvement** avec le rééquilibrage des rabattements entre les forages FE1 et FE2 et la limitation des niveaux dynamiques dans le forage FE3 :
 - ➔ rabattements mieux maîtrisés,
 - ➔ reconstitution des réserves en eau après la recharge hivernale sans arrière-effet d'une année sur l'autre

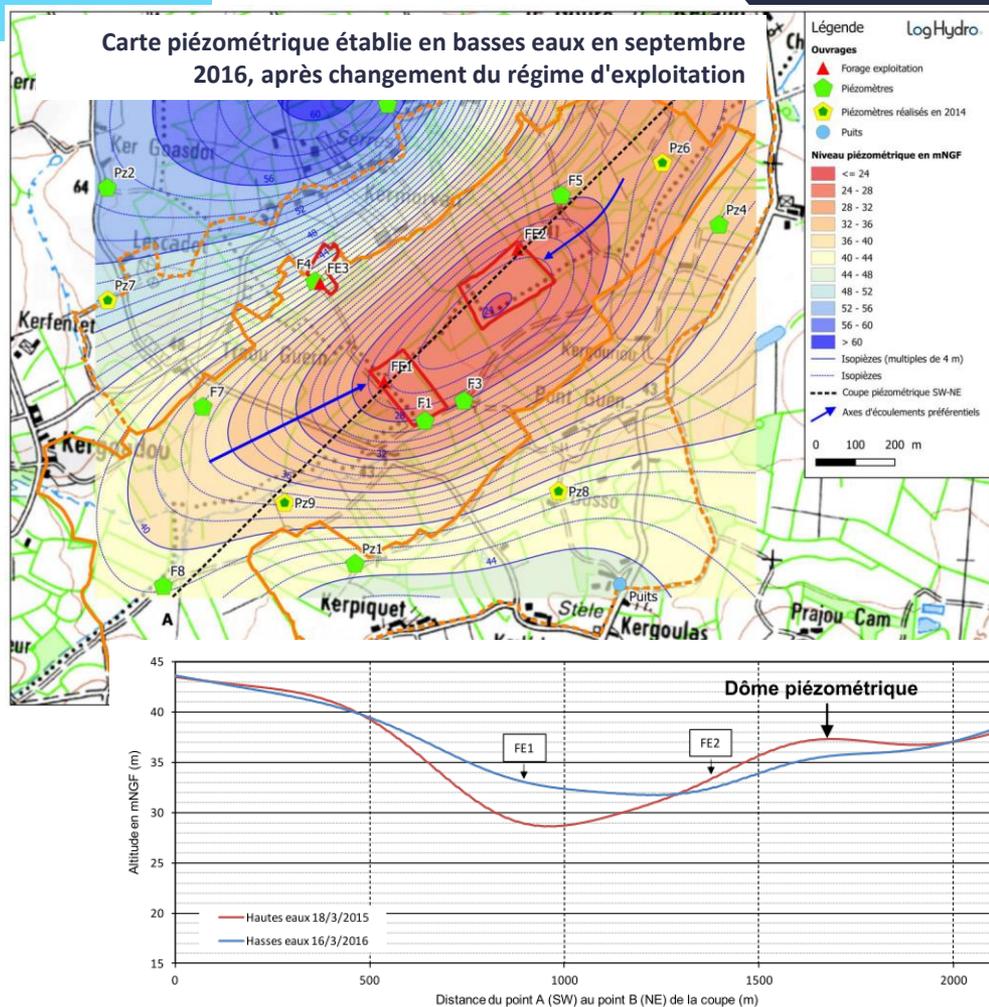


BILAN D'EXPLOITATION

Exemples d'éléments du bilan :

3. Établissement de cartes piézométriques

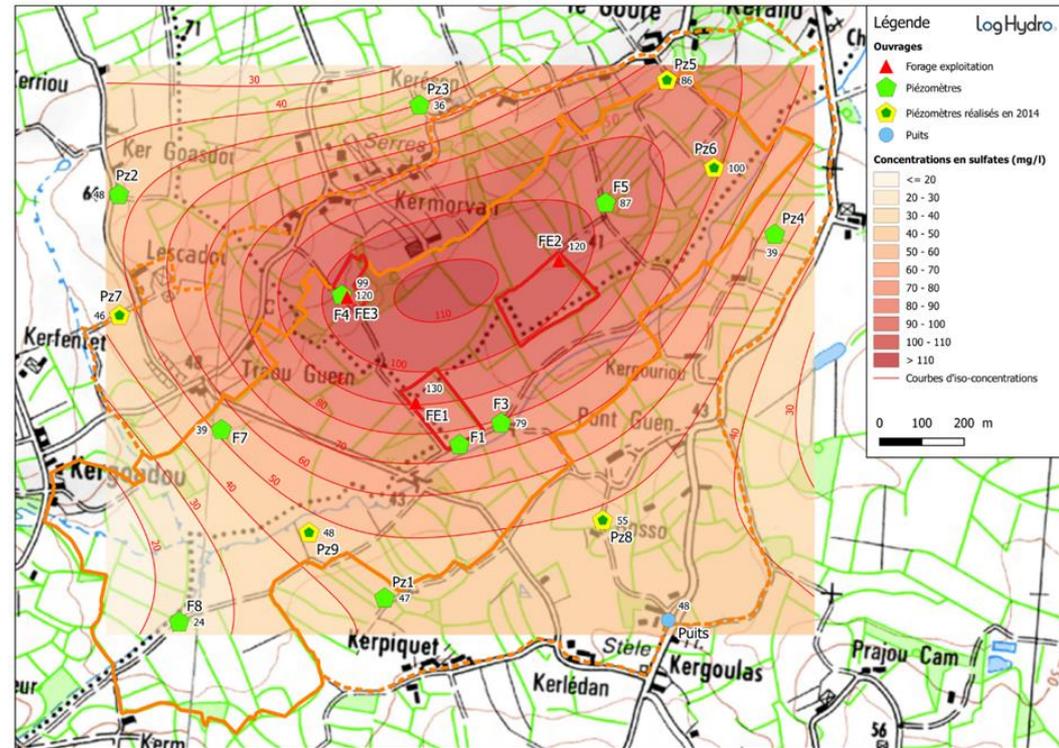
- ➔ Précision de la morphologie du cône d'appel. Cône devenu équilibré entre les forages d'exploitation FE1 et FE2 depuis le changement du régime d'exploitation
- ➔ Localisation de la limite aval du bassin d'alimentation du site de prélèvement avec la présence d'un dôme (entre les piézomètres F5 et Pz6)
- ➔ En période de basses eaux, déplacement de la limite aval au-delà de la zone sensible du PPC (vers l'est)



Exemples d'éléments du bilan :

4. Établissement de cartes des teneurs en sulfates

- ➔ **Phénomène de dénitrification autotrophe** depuis la mise en exploitation du site lié à des circulations actives d'eau dans la matrice rocheuse
- ➔ Réaction de réduction des nitrates avec l'oxydation des minéraux (dont la pyrite FeS_2) avec augmentation des sulfates dans l'aquifère
- ➔ **Phénomène spatialement identifiable** grâce au suivi de la qualité de l'eau (SO_4^{2-}) dans les piézomètres
- ➔ **Dénitrification identifiée dans le bassin d'effondrement**, correspondant au cône d'appel des pompages



Teneurs en sulfates lors de la campagne de prélèvement de septembre 2017



Réaction de réduction des nitrates par la pyrite de fer

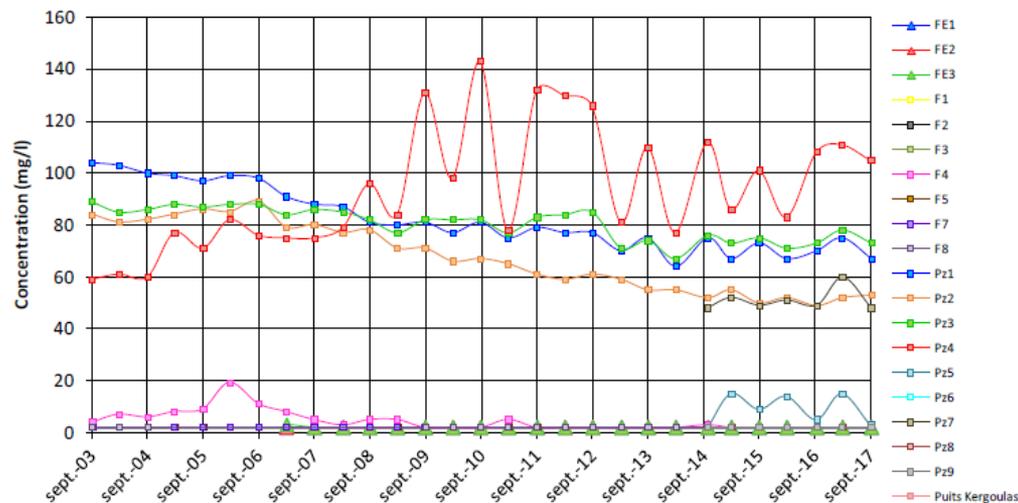
Exemples d'éléments du bilan :

5. Suivi de la qualité de la ressource / nitrates

- Excellente qualité de la ressource captée au droit des forages dans le bassin d'effondrement
- Vulnérabilité de la ressource sur les versants du bassin d'effondrement
 - Teneurs en nitrates comprises entre 50 et 100 mg/L dans les piézomètres peu profonds
 - Tendence générale à la baisse des concentrations

Piézomètres situés sur les versants
en dehors de la zone sensible du périmètre de protection rapprochée

Forages et piézomètres situés dans le bassin d'effondrement
au sein de la zone sensible du périmètre de protection rapprochée



Évolution des nitrates dans tous les ouvrages du réseau de suivi depuis 2003

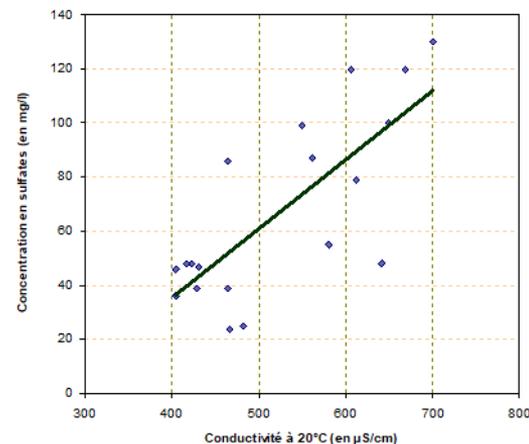
BILAN D'EXPLOITATION

Exemples d'éléments du bilan :

7. Biseau salé

- Proximité avec le littoral : distance < 2 km
 - Site classé comme vulnérable aux intrusions salines (BRGM/AELB)
- pas d'augmentation notable des teneurs en chlorures
- conductivités élevées dans certains ouvrages (600 à 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$) principalement corrélées aux teneurs en sulfates (plus élevées au droit du cône d'appel)
- piézométrie très au-dessus du zéro NGF

Pas de risque d'intrusion saline dans la configuration actuelle du site de Traou-Guern



Concentrations en sulfates en fonction de la conductivité à 20 °C (septembre 2017)

Forage	Cote altimétrique du repère des mesures (en m NGF)	Niveau dynamique le plus bas mesuré			
		Avant le changement du régime d'exploitation de mars 2016		Après le changement du régime d'exploitation de mars 2016	
		Nd en m/repère	Nd en mNGF	Nd en m/repère	Nd en mNGF
FE1	40,70	≈ 24	≈ + 16	≈ 17	≈ + 23
FE2	39,49	≈ 20	≈ + 20	≈ 17	≈ + 23
FE3	46,77	≈ 21	≈ + 25	≈ 9	≈ + 37

Piézométrie moyenne dynamique des forages exploités en m NGF

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Une démarche exemplaire basée sur :

- ⇒ **la complémentarité entre des données en continu et des investigations ponctuelles** (essais par paliers / inspections caméra) avec l'édition **de bilans réguliers**,
- ⇒ **une participation active du maître d'ouvrage sur le terrain avec un appui technique extérieur**,
- ⇒ **un suivi qui s'inscrit dans le temps.**

Perspectives pour la collectivité :

- ➔ Sur le site de Traou-Guern :
 - Équipement des piézomètres de sondes automatiques avec logger pour un suivi des niveaux en continu
 - Réalisation d'un ou deux piézomètres supplémentaires au nord-est du site pour affiner la connaissance du cône d'appel
- ➔ Transposition de ce type de suivi sur d'autres sites de production d'eau souterraine de la collectivité