



# PROGRAMME DE RECHERCHE DE RESSOURCES EN EAU ALTERNATIVES

## Résultats des investigations : travaux de pompage et forage

E.IDEE ([e.idee@brgm.fr](mailto:e.idee@brgm.fr)) – J.LIONS – A.PORTAL – B.MEIRE  
06/03/2023

- 1. Objectif du projet**
- 2. Résultats Géologiques**
- 3. Résultats de productivité et de qualité**
- 4. Bilan et Perspectives**

**Cette synthèse est destinée aux partenaires locaux qui ont permis ces investigations sur leur sol.**

**De plus amples informations sont disponibles sur demande à la Direction du Cycle de l'Eau – Métropole Rouen Normandie**

**[William.levasseur@metropole-rouen-normandie.fr](mailto:William.levasseur@metropole-rouen-normandie.fr)**

## CONTEXTE DU PROJET DE RECHERCHE EN EAU

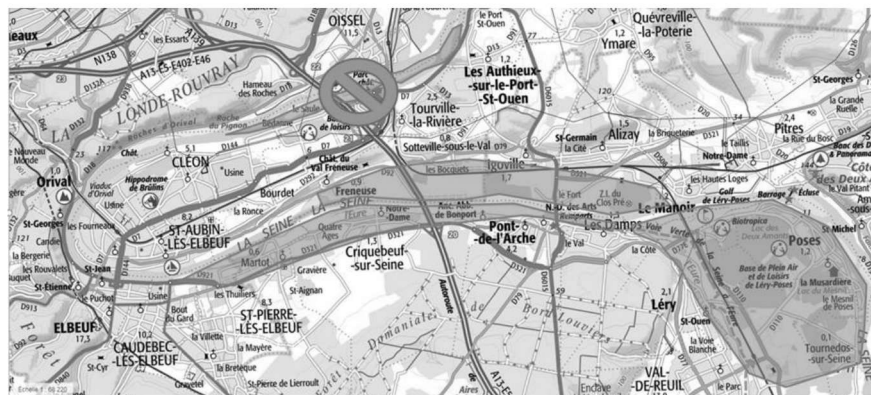
Lancement par la Métropole Rouen Normandie d'un programme d'études 2014-2024 pour l'orientation de sa stratégie de ressources en eau à 100 ans.

### Acteurs :

Partenariat BRGM et Métropole de Rouen Normandie accompagné par l'Agence de l'Eau Seine Normandie

### Visant à

- Présélectionner plusieurs sites → objectif de capacité de production de l'ordre de 50 000 m<sup>3</sup>/j et pouvant être partagé avec la CASE
  - Evaluer la qualité et la quantité de la ressource en Eau sur les sites retenus
- >>Améliorer la connaissance Hydrogéologique publique sur un vaste périmètre d'étude





1.FR

## 1 – CONTEXTE DU PROJET DE RECHERCHE EN EAU

**Objectif : Identifier des secteurs favorables à l'exploitation d'une ou plusieurs nouvelles ressources du complexe craie-alluvions de la vallée de la Seine**

**Programme détaillé de Phase 1a :**

- Volet 1 : Etat des lieux des connaissances hydrogéologiques, étude historique des pollutions et conception du programme d'investigation
- Volet 2 : Campagnes d'investigations sur le terrain : prospection géophysique, suivi des niveaux de nappe, création de forages de reconnaissance, pompage, suivi quantitatif et analyse de la qualité des eaux
- Volet 3 : Estimation du potentiel de la ressource, positionnement et pré-dimensionnement du dispositif d'exploitation dans les différents secteurs, exploitation du modèle hydrogéologique
- Volet 4 : Synthèse générale, modèle conceptuel du fonctionnement hydrogéologique, bilans et recommandations
- Volet 5 : Analyse des données sur la ressource stratégique de l'aquifère Albien-Néocomien; Synthèse et recommandations concernant la capacité de production et sa possible exploitation.

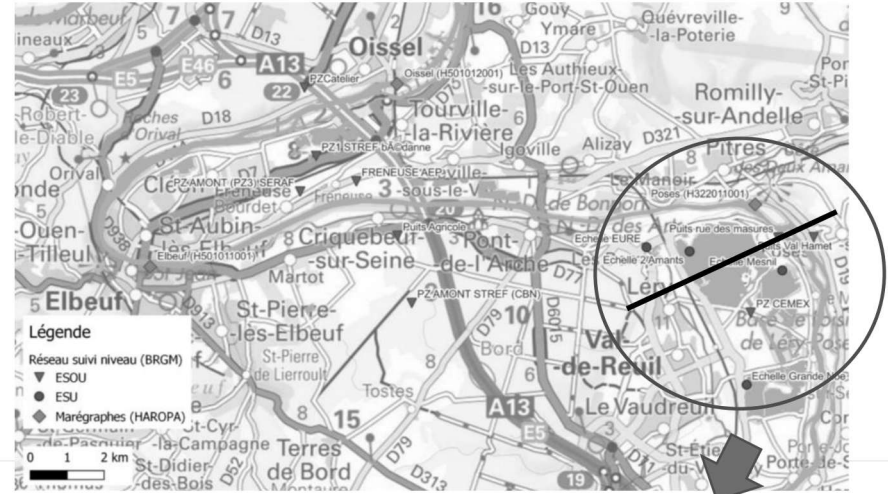
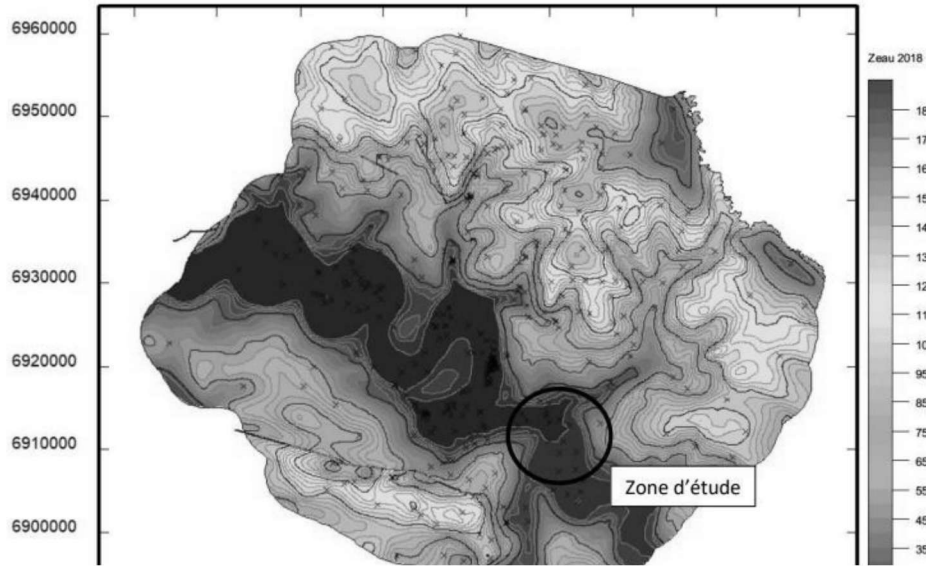
Phase 1

Phase 2

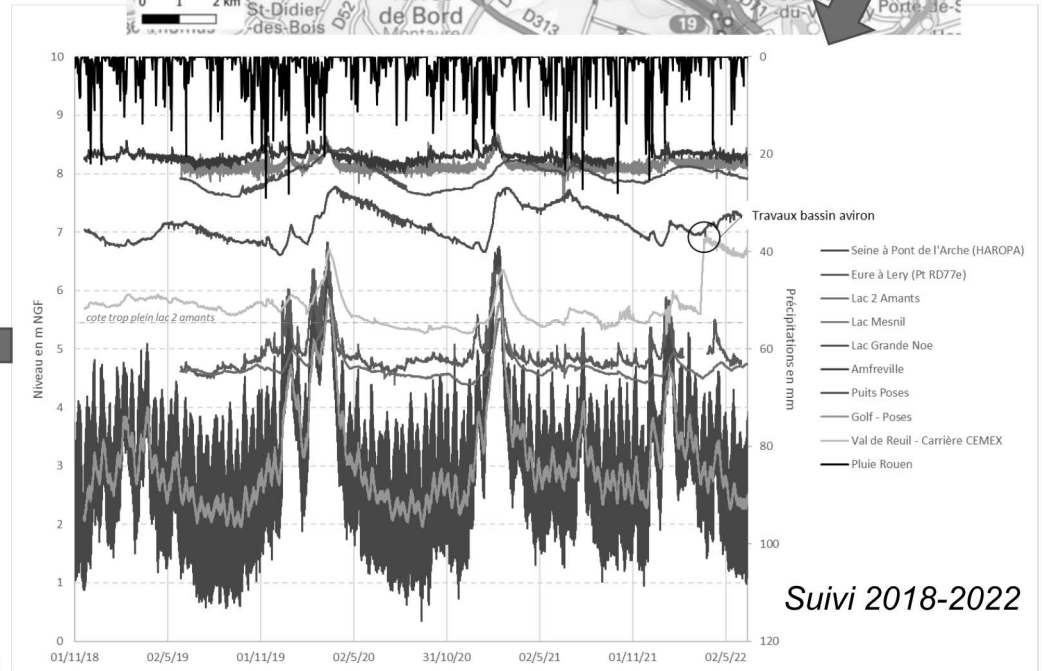
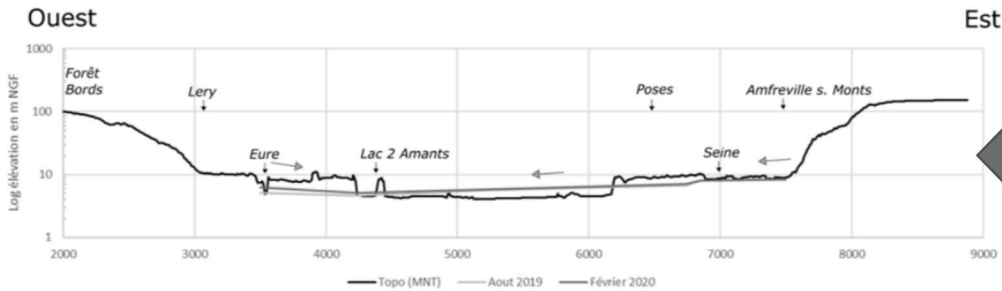


# conclusions sur le volet hydrogéologique

## 15 points de suivis des eaux de surfaces et souterraines



Réalisation de 2 campagnes de mesures piézométriques en 2018 et 2020

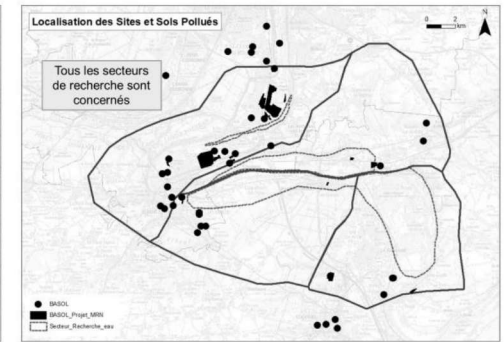
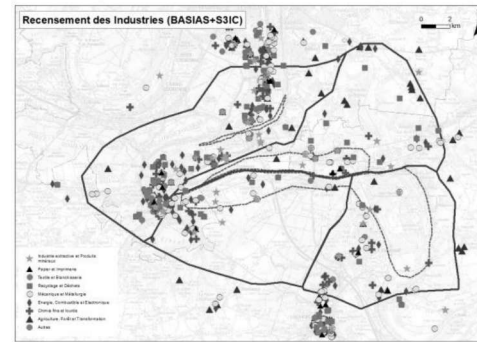
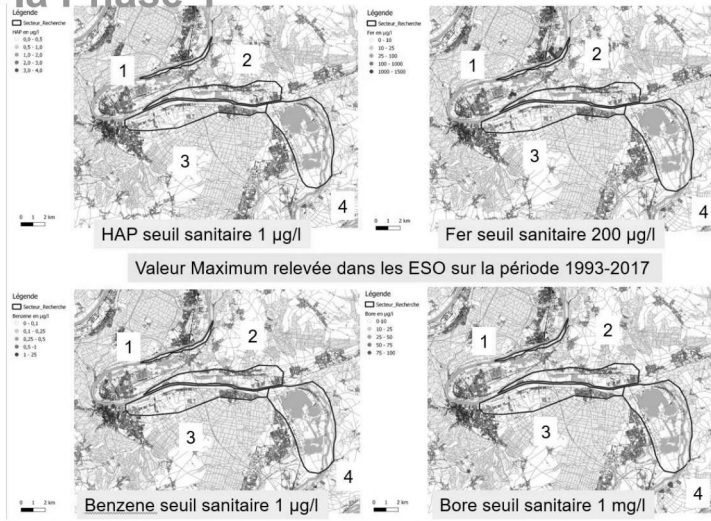


Mise en évidence : de l'effet du barrage de Poses sur les écoulements et de l'interconnexion entre eau souterraine et eau de surface > **fonctionnement hydrogéologique complexe**

Suivi 2018-2022

## conclusions de la Phase 1

Analyse de l'ensemble des données de qualité des eaux disponibles dans les BD ADES et NAIADES pour les eaux de surfaces et souterraines



Un nombre important de sites industriels et anciens sites, et de SSP

## Conclusions sur le volet Qualité

Qualité des eaux superficielles et souterraines marquent des différences, mais dans l'ensemble peu de dépassement des valeurs de références.

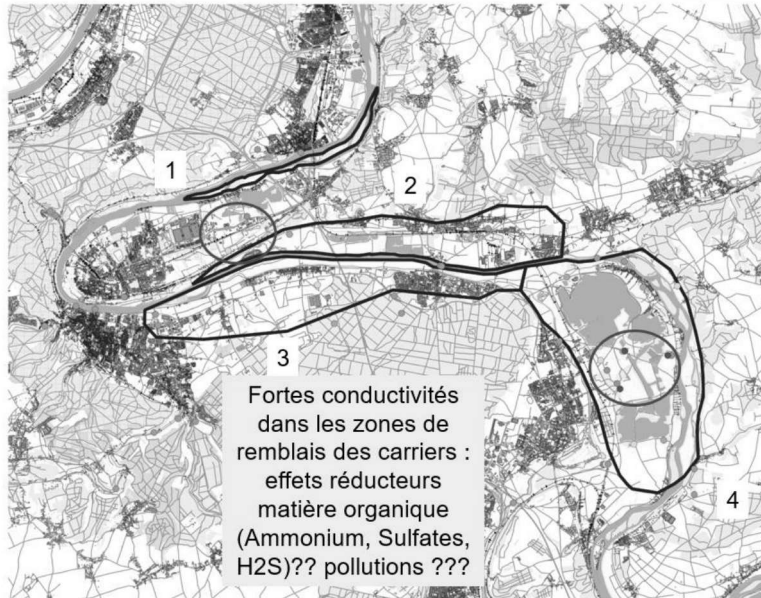
Les dépassements constatés concernent en Gal : les pesticides, PCB, Phénols, métaux lourds et hydrocarbures. Avec de nombreux effets pépites dû à des pollutions.

Certains dépassements constatés trouvent une explication dans les variations des conditions d'oxydo-réduction (fer-manganèse, ammonium, sulfates).

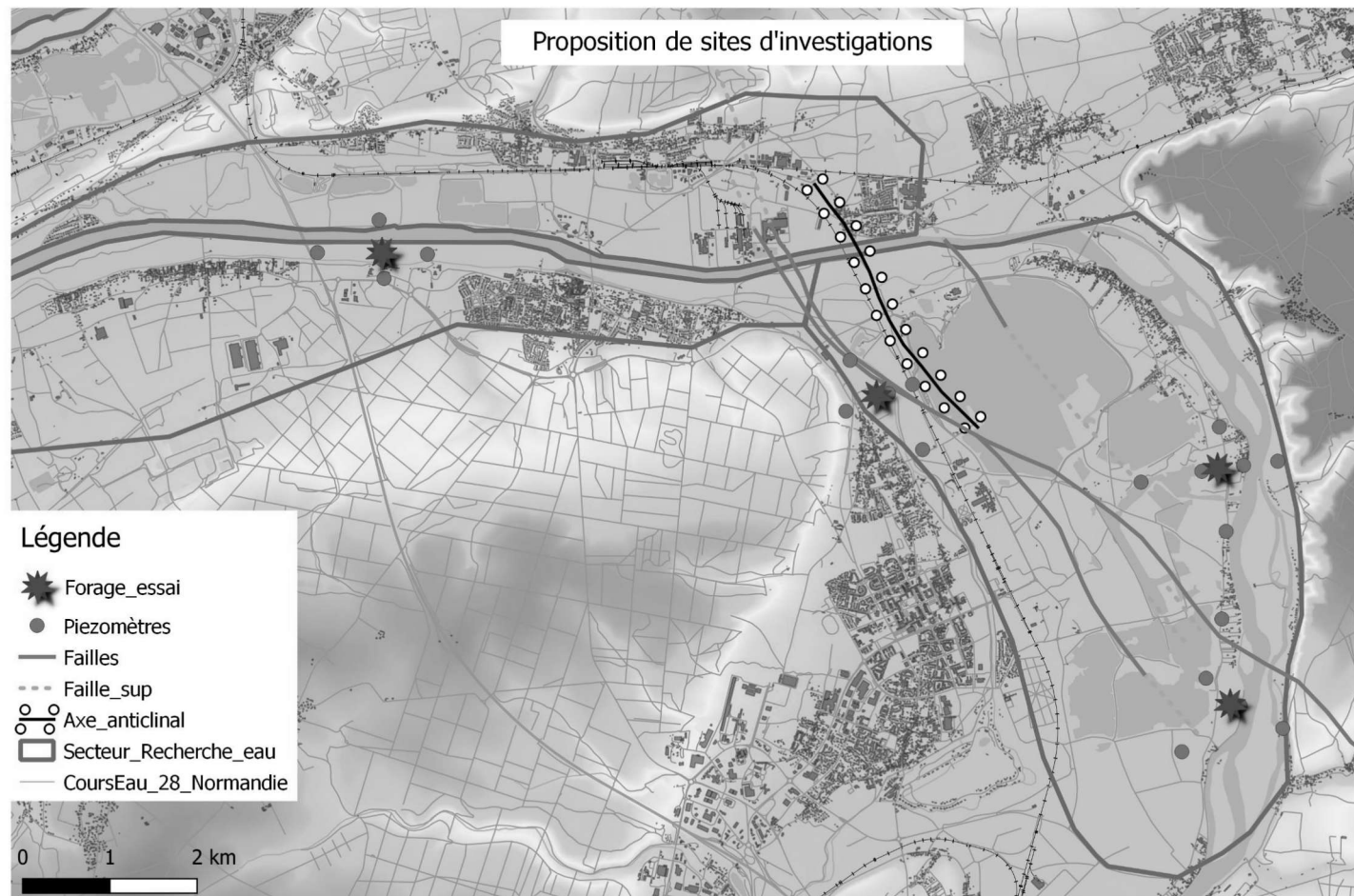
Pas de secteur avec une qualité d'eau irréprochable, de nombreux risques sur la ressource > **nécessité de faire un suivi qualitatif fin et des pompages de Longue Durée**

Légende  
 Secteur\_Recherche  
 Conductivité en µS/cm

- 250-500
- 500-750
- 750-1000
- 1000-1500
- 1500-2500



## Position des forages d'essais et piézomètres sur fond de capacité hydrogéologique

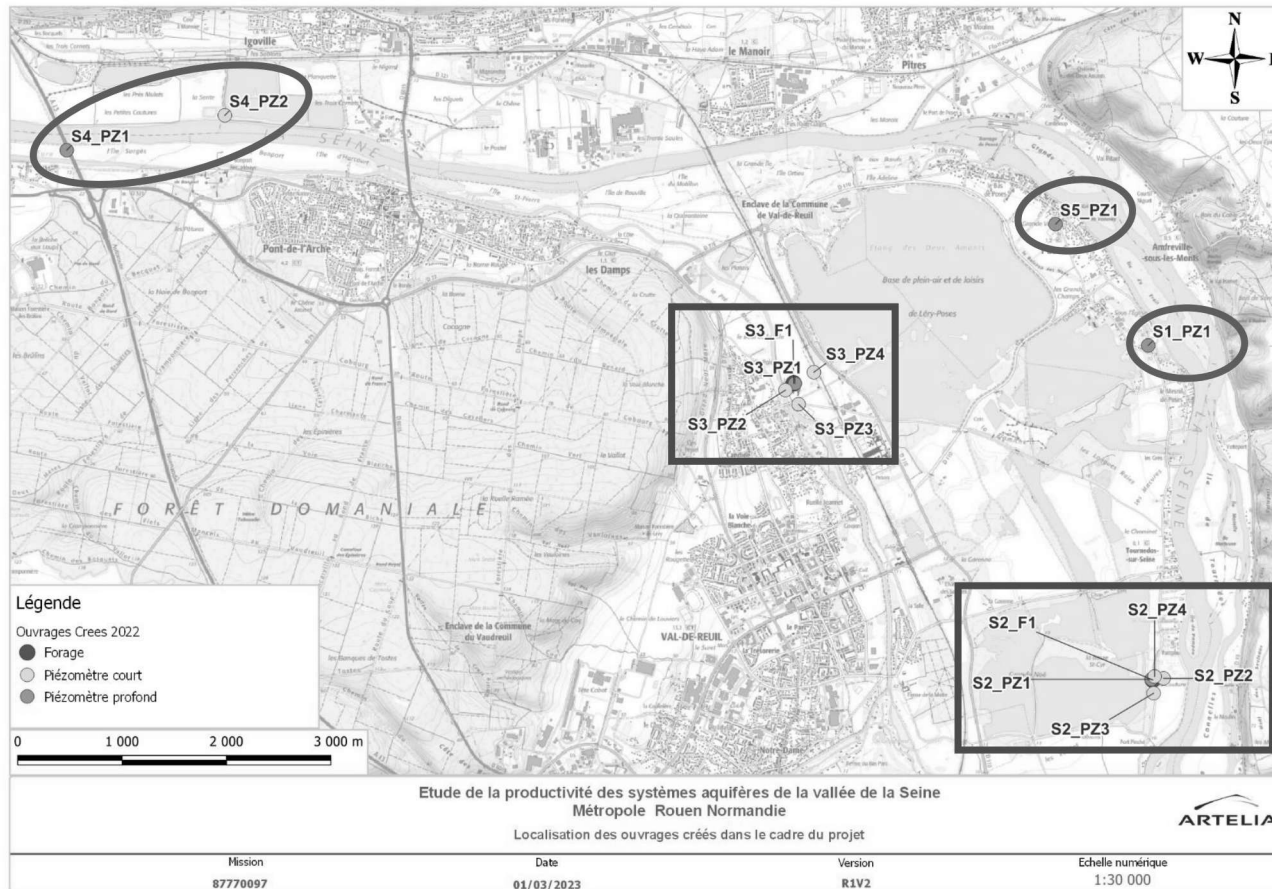


## Forages d'essais et mesures piezométriques



# Choix des sites et investigations

## Mission PRO – Définition d'un programme de travail



- **2 sites** pour tester la productivité et suivre la qualité de la nappe de la craie (site 2 et site 3). Les travaux ont consisté à la création sur chaque site :
  - 1 forage d'essai équipé en PVC 315 mm et profondeur de 45 m
  - 3 piézomètres équipés en PVC 90 mm et profondeur 30 m
  - 1 piézomètre équipé en PVC 90 mm, profondeur 80 m
- **3 sites** pour préciser la géologie et la qualité de la nappe de la craie :
  - Site 1 : 1 piézomètre profond à 80 m
  - Site 4 : 1 piézomètre profond à 80 m et 1 piézomètre superficiel à 30 m
  - Site 5 : 1 piézomètre profond à 80 m

# Sites 1 / 4 / 5 : résultats

Sites 1 / 4 / 5	
Diagraphies	En trou nu : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Imagerie de paroi</li> <li>- Résistivité</li> <li>- Gamma ray</li> </ul> Profil thermo-conductivité
Analyse de la Qualité	1 analyse complète / Pz

## Objectifs :

- Reconnaissance de la fracturation de la craie
- Caractérisation de la lithologie de la craie
- Caractérisation de la qualité de la ressource en eau

## Résultats :

- Mise en évidence du substratum de la craie (argile du Gault) sur S5\_PZ1 vers 65 m. Non observé sur les autres ouvrages
- Mise à jour du schéma structural proposé par le BRGM
- Mise en évidence de zones fracturées ou d'ouverture en fonction des ouvrages
- Détermination des profondeurs des différents faciès de craie
- Mise à jour du modèle géologique du BRGM

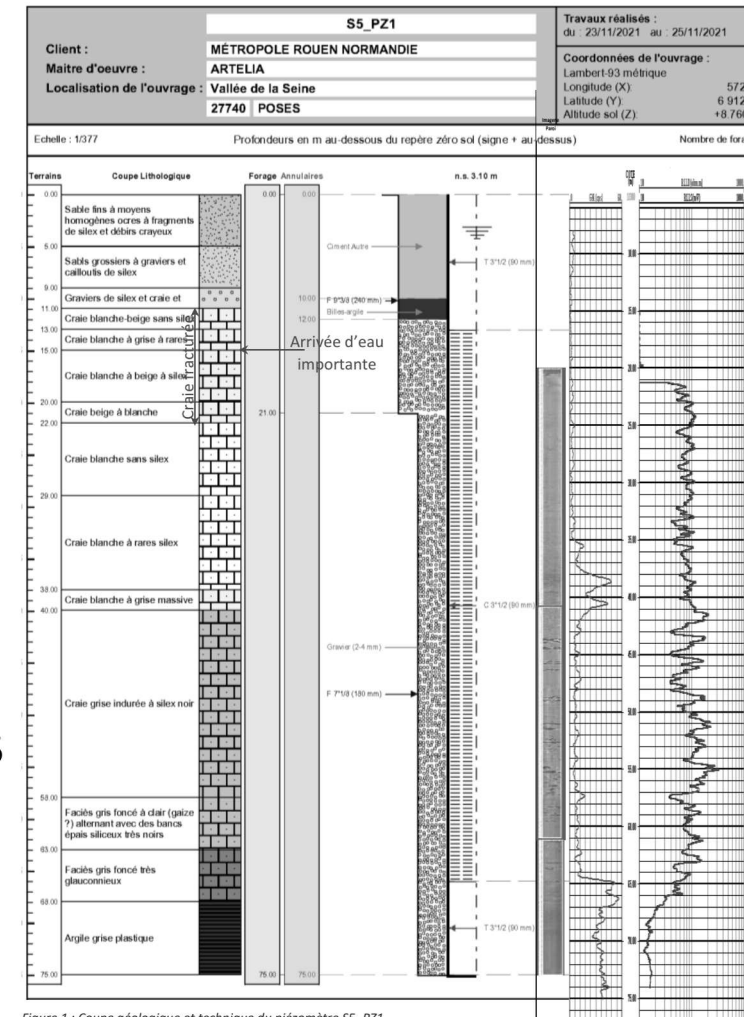


Figure 1 : Coupe géologique et technique du piézomètre S5\_PZ1

## Conclusions pour les sites 1, 4 et 5 (seulement des piezomètres)

Les résultats sont satisfaisants du point de vue quantitatif :

- **Le milieu rencontré sur les sites 1 et 5 (Poses) :**
  - mur de la craie à faible profondeur et donc **épaisseur aquifère plus réduit** (~60 m).
  - Des **formations crayeuses présentant un caractère gréseux à la base** (plus faible porosité efficace) mais fissurées ou fracturées (perméabilité de fissures).
  - Le débit au soufflage sur les sites 1 et 5 témoignent d'une bonne productivité. Qui n'a toutefois pas été confirmée par des pompages.
- **Le milieu rencontré sur les 2 piézomètres du site 4 (Criquebeuf-Igoville) :**
  - Une craie homogène, vraisemblablement productive dans la partie altérée, en surface (<30 m), à confirmer.
  - Quelques fractures en profondeur sur le PZ1 (Criquebeuf) qui aurait une configuration plus favorable
- **Le lien entre ESU et ESOU n'a pas été étudié (pas de suivi en pompage)**

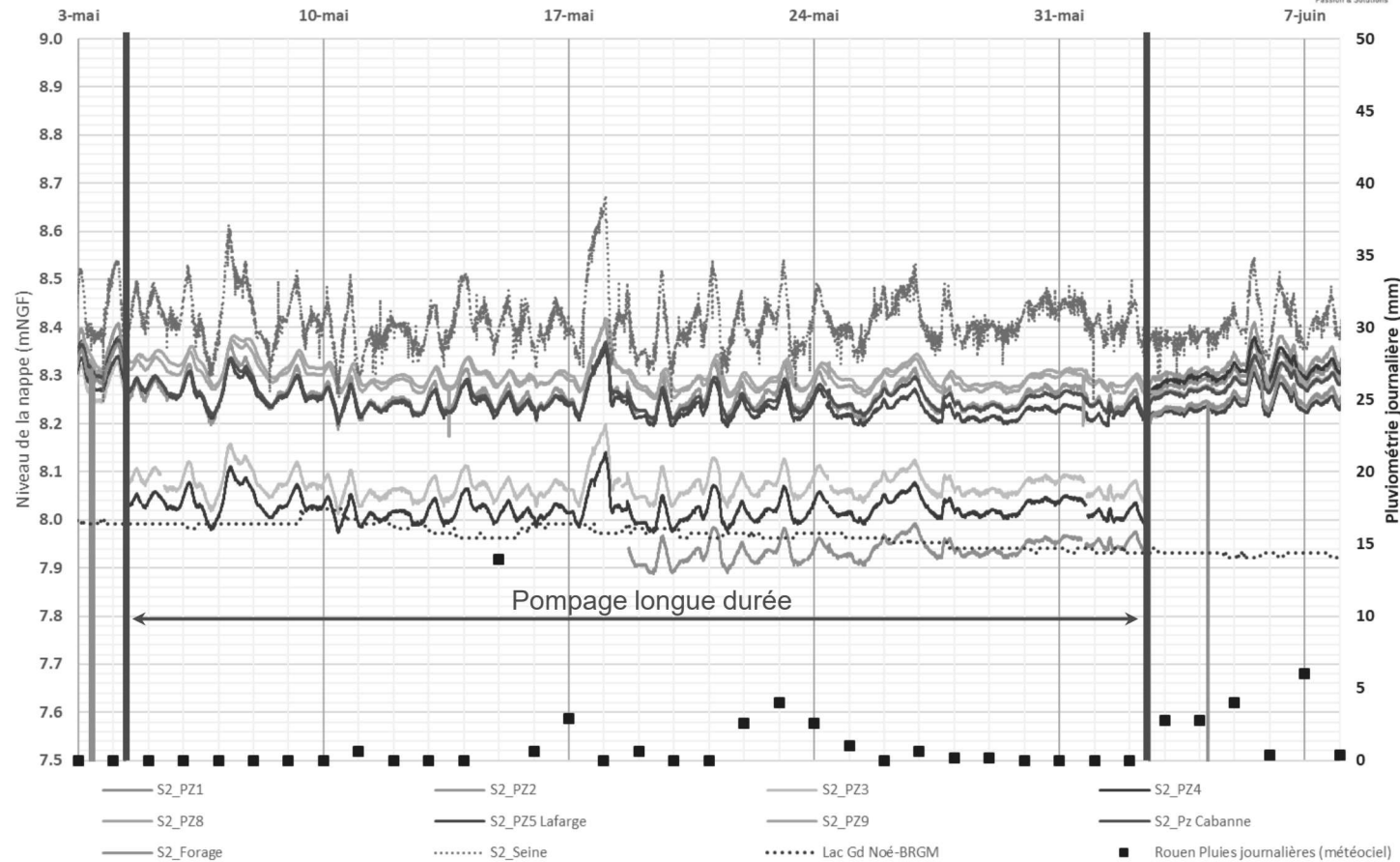
Les résultats sont décevants du point de vue qualitatif :

- **Sur les sites 1 et 5 (Poses) :**
  - **sur le site 5**, La qualité des eaux est très proche de celle de la Seine et témoigne donc vraisemblablement d'échanges importants entre le fleuve et la nappe (proximité du barrage, gradients forts), la nappe est libre à priori. Sur le site 1, la qualité semble plus préservée, probablement du fait du caractère captif à semi-captif de la nappe.
  - **La qualité montre dans son ensemble la présence de traces de contaminants.** Ces contaminants indiquent des influences d'activités anthropiques, parfois historiques.
- **Sur les 2 piézomètres du site 4 (Criquebeuf-Igoville) :**
  - **présence d'une nappe libre qui pourrait toutefois prendre un caractère captif à semi-captif sous les alluvions fines, en fonction du niveau d'eau (marées/crués).**
  - La qualité de l'eau est médiocre sur PZ2 (possibles échanges avec l'étang de pêche voisin) à mauvaise sur PZ1 où nitrates, certains pesticides sont concentrations > à la norme Eau potable et témoignent vraisemblablement de contaminations agricoles et donc d'une forte vulnérabilité du milieu.

A noter, en aval du barrage la présence de Perfluorés ne dépasse pas la limite de 100 ng/l dans les Eaux souterraines.

# SITE 2 : suivi des niveaux de la nappe

Forage S2\_F1 - Porte-de-Seine  
Essai de pompage longue durée - Evolution du niveau de la nappe au droit des ouvrages souterrains et de la Seine

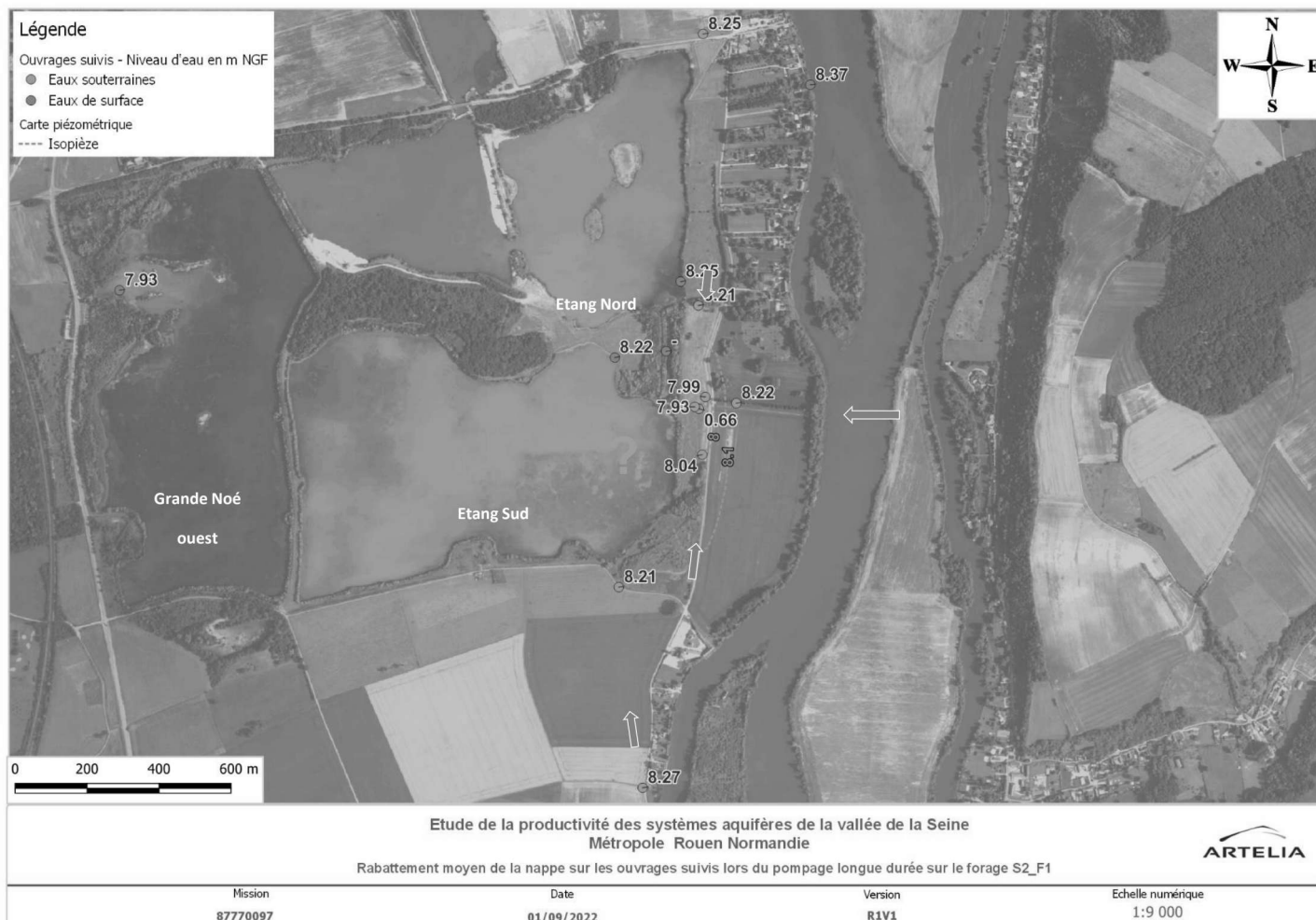


- Niveaux de tous les piézomètres influencés par variations de la Seine
- Rabattement faible au droit des piézomètres
- Piézomètres proches : réaction instantanée au démarrage et à l'arrêt des pompes

→ Bonne productivité avec rayon d'influence limité et faible rabattement

→ Nappe sollicitée localement captive en accord avec les coupes géologiques établies

# SITE 2 : carte piézométrique en fin d'essai de pompage



- Avant pompage: écoulement depuis l'Est vers les étangs
- Pendant pompage: cône de rabattement avec rayon d'influence peu étendu et étiré selon un axe nord-sud
- Pas d'influence des pompages au droit des étangs (colmatage)
- Ecoulement depuis la Seine à confirmer avec le suivi qualitatif

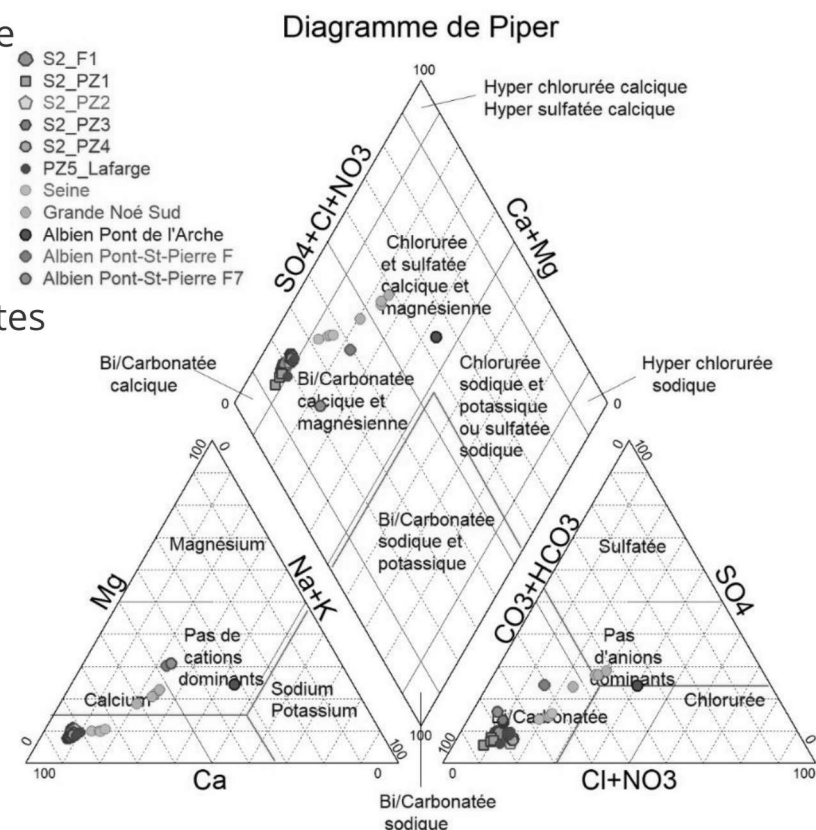
# SITE 2 : évaluation de la qualité

## Analyses simples (bilan ionique, métaux,...) :

- Faciès bicarbonaté calcique pour les eaux souterraines  $\neq$  eaux de surface
- Stabilité globale des paramètres au cours de l'essai
- Présence d'éléments métalliques sous forme dissoute liée au caractère captif de la nappe : fer, manganèse (concentrations supérieures aux limites réglementaires)
- Nitrates compris entre 0 et 25 mg/L

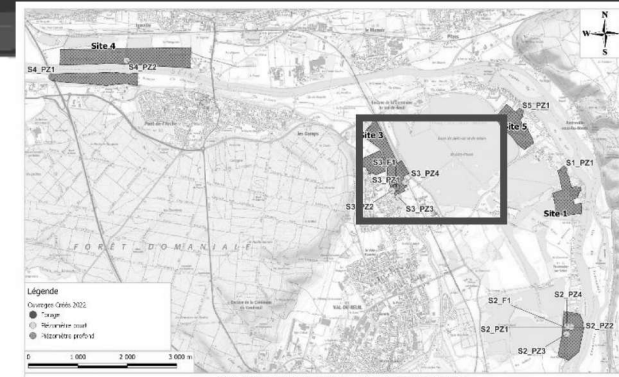
→ **Caractère captif confirmé**

→ **Pas de mise en évidence d'une alimentation depuis la Seine sur le volet hydro-chimique**



# SITE 3 : investigations réalisées

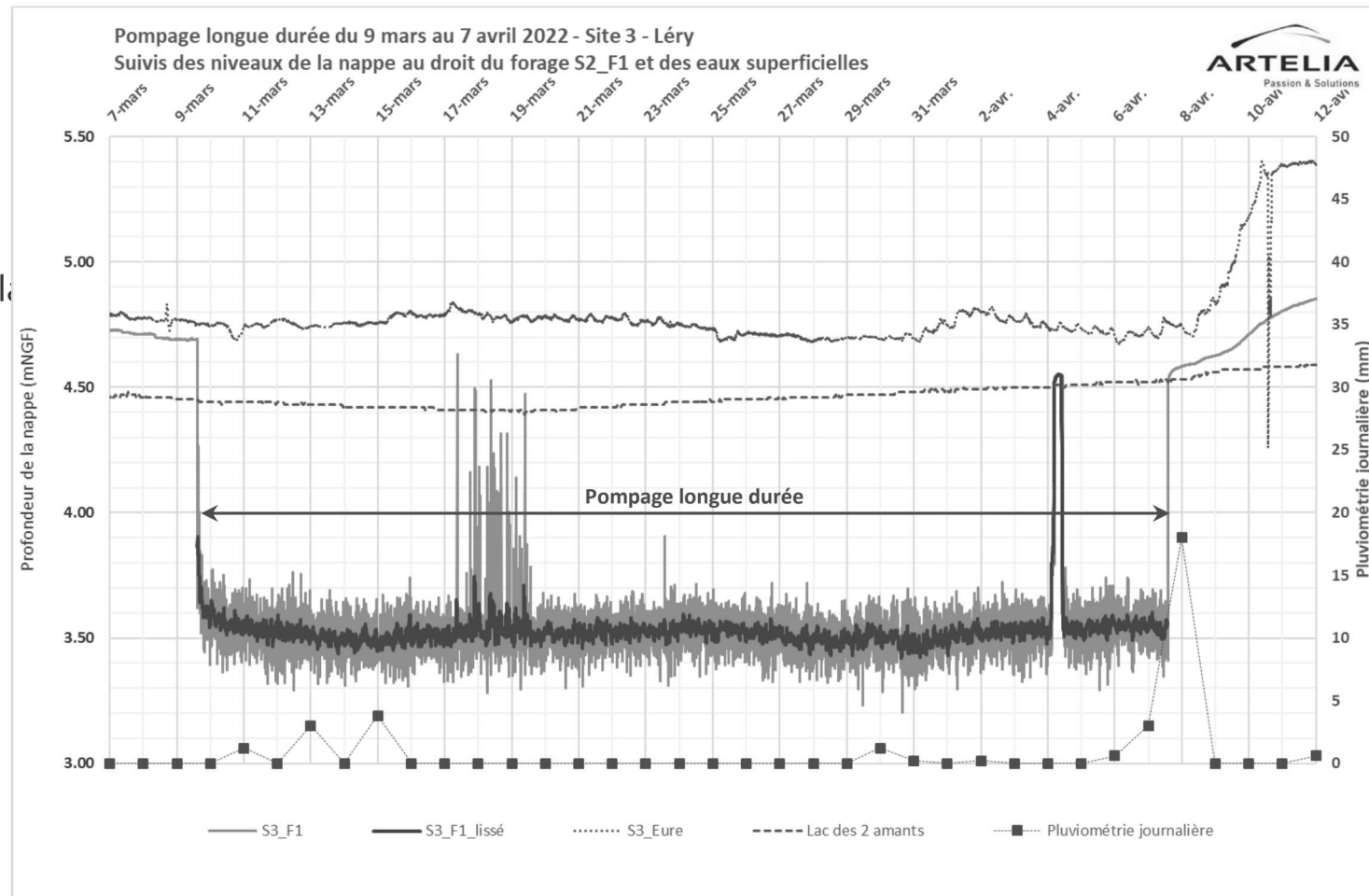
	Evaluation de la productivité et de la qualité
Diagraphies	<p>En trou nu sur le piézomètre profond :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Imagerie de paroi</li> <li>- Résistivité</li> <li>- Gamma ray</li> <li>- Profil thermo-conductivité</li> </ul> <p>Micromoulinet et thermo-conductivité sur le forage</p>
Pompages réalisés	<p>Pompage par paliers de 150 à 250 m<sup>3</sup>/h</p> <p>Pompage longue durée sur 30 jours à 240 m<sup>3</sup>/h</p>
Suivis quantitatifs en continu	<p>Sondes niveau/conductivité/température :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 forage, 2 puits, 4 piézomètres</li> <li>- Eure / étang des 2 amants</li> </ul> <p>Sondes niveau/température:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 piézomètres</li> <li>- 3 puits de particuliers</li> </ul>
Suivis qualitatifs en continu	<p>Forage : pH, oxygène dissous et potentiel rédox</p> <p>→ problème sur la sonde enregistreuse en début d'essai</p>
Suivi qualitatif en laboratoire	<p>Eaux souterraines : 5 ouvrages prélevés</p> <p>Eaux superficielles : 2 points de prélèvement</p> <p>Analyses : complètes, simplifiées, isotopes, screening</p>



# SITE 3 : tests de productivité

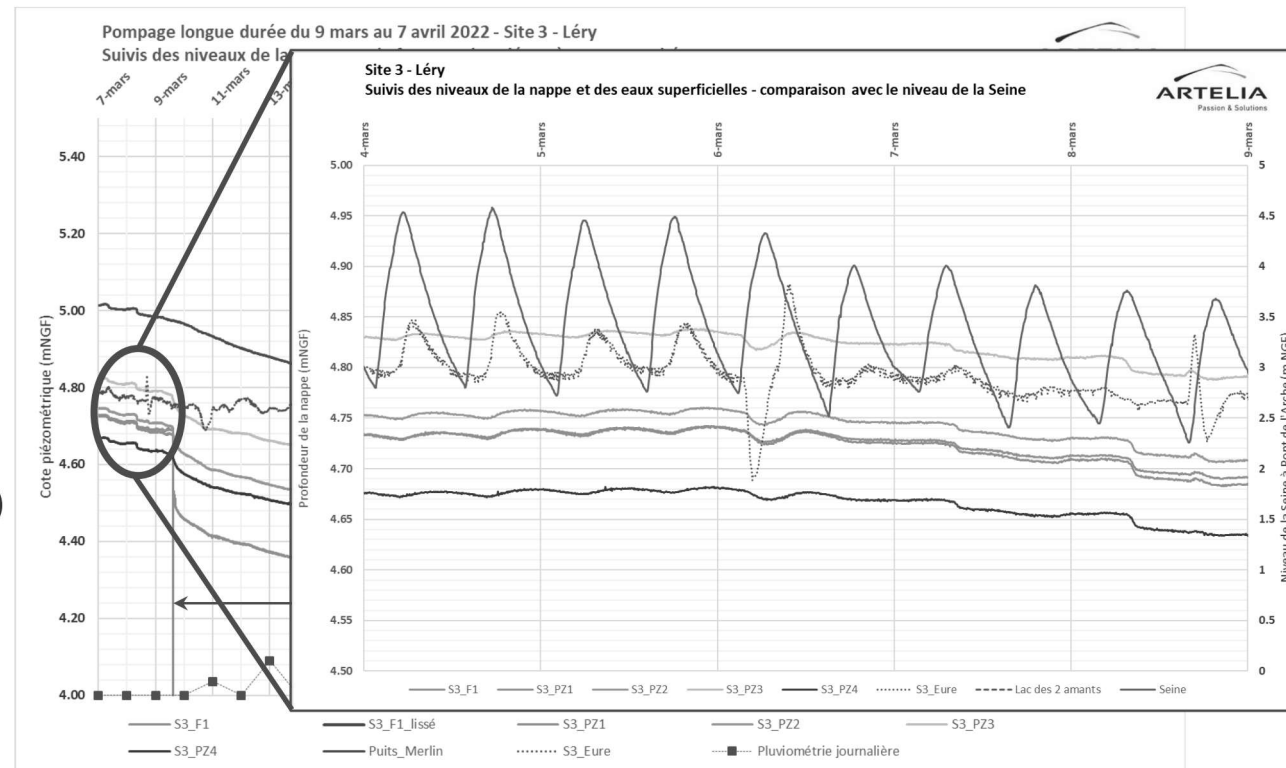
## Pompage longue durée

- Débit testé : 242 m<sup>3</sup>/h
- Nombreux arrêts en début de pompage liés à des problèmes sur la pompe
- Rabattement de 1,17 m après 30 jours de pompage
- Niveau piézométrique stabilisé rapidement



# SITE 3 : suivi des niveaux des eaux superficielles

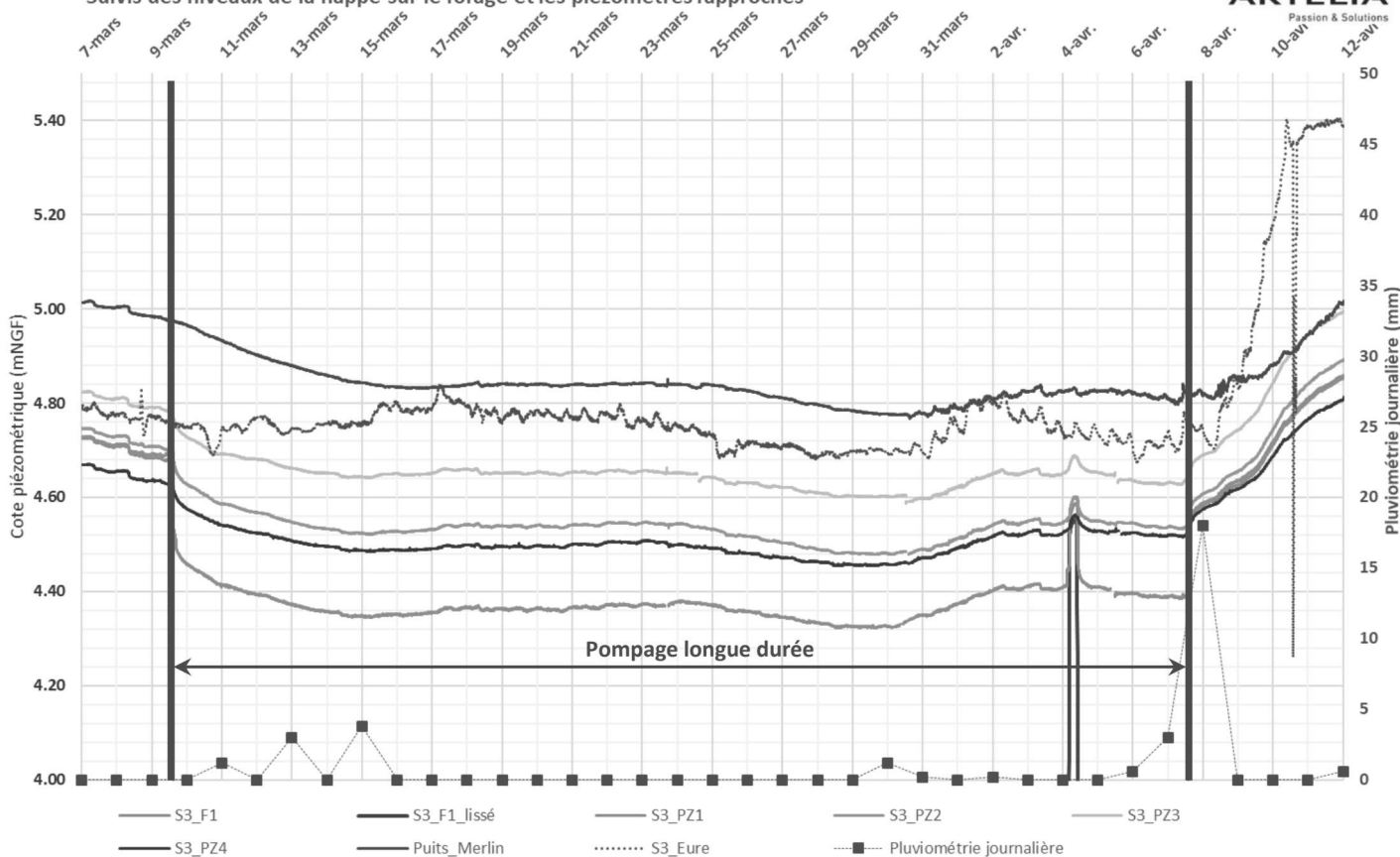
- Pas d'influence du pompage identifiée sur les eaux superficielles
- Niveau de l'Eure influencé par le niveau de la Seine → observation des cycles de variations de 6h liés aux marées (variations de niveau de l'ordre de 5 cm sur l'Eure)
- Transmission de ces variations à la nappe (variations de niveau de l'ordre du cm)



→ Pas d'influence identifiée lors du pompage

# SITE 3 : suivi des niveaux des eaux souterraines

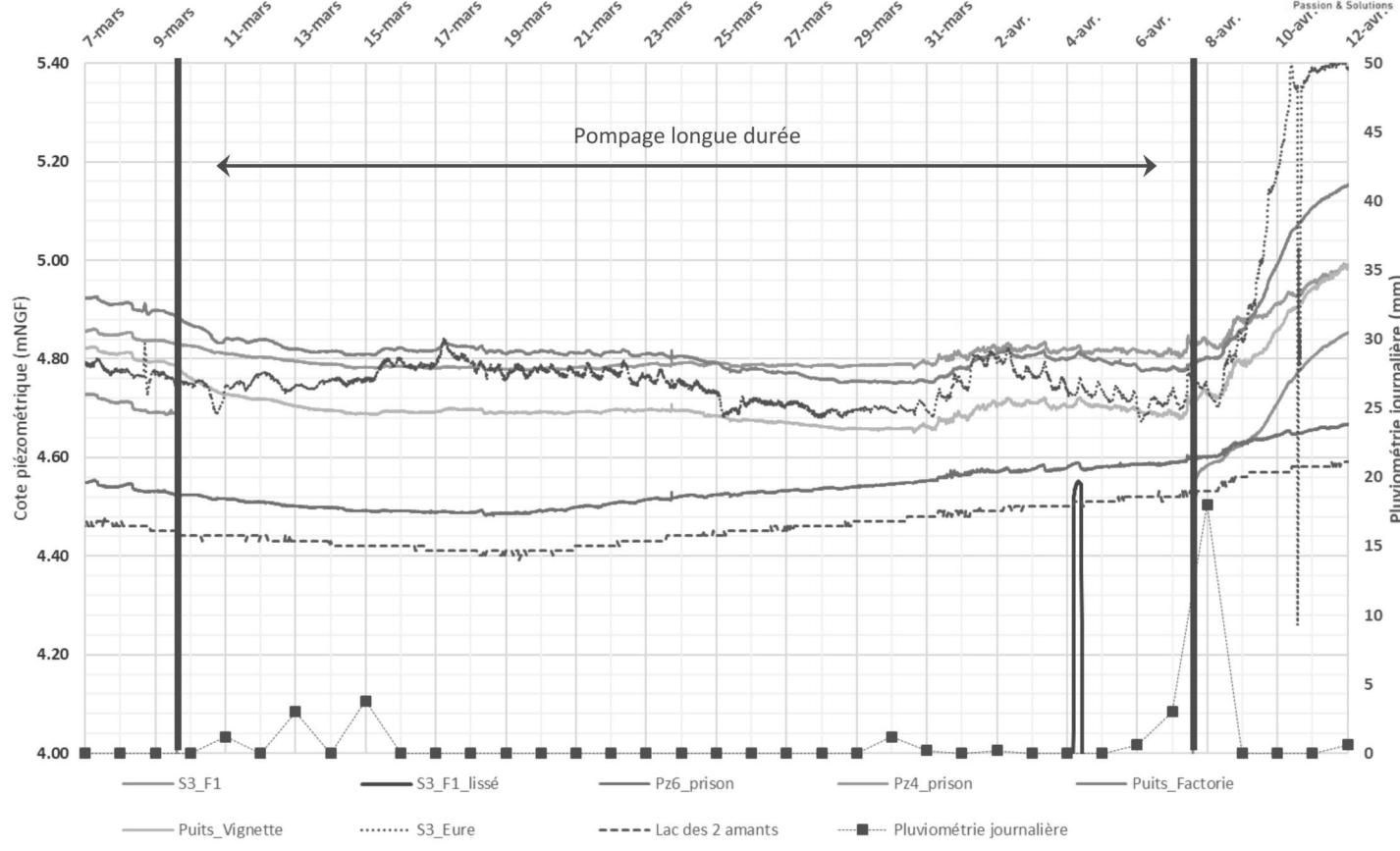
Pompage longue durée du 9 mars au 7 avril 2022 - Site 3 - Léry  
 Suivis des niveaux de la nappe sur le forage et les piézomètres rapprochés



- Rabattements faibles au droit des piézomètres à proximité (5 à 20 cm)
- Comportements homogènes des différents piézomètres
- Légère influence de l'Eure sur les piézomètres
- Précipitations lors de l'arrêt du pompage et crue de l'Eure

# SITE 3 : suivi des niveaux des eaux souterraines

Pompage longue durée du 9 mars au 7 avril 2022 - Site 3 - Léry  
Suivis des niveaux de la nappe sur le forage et les puits et piézomètres éloignés en rive droite de l'Eure

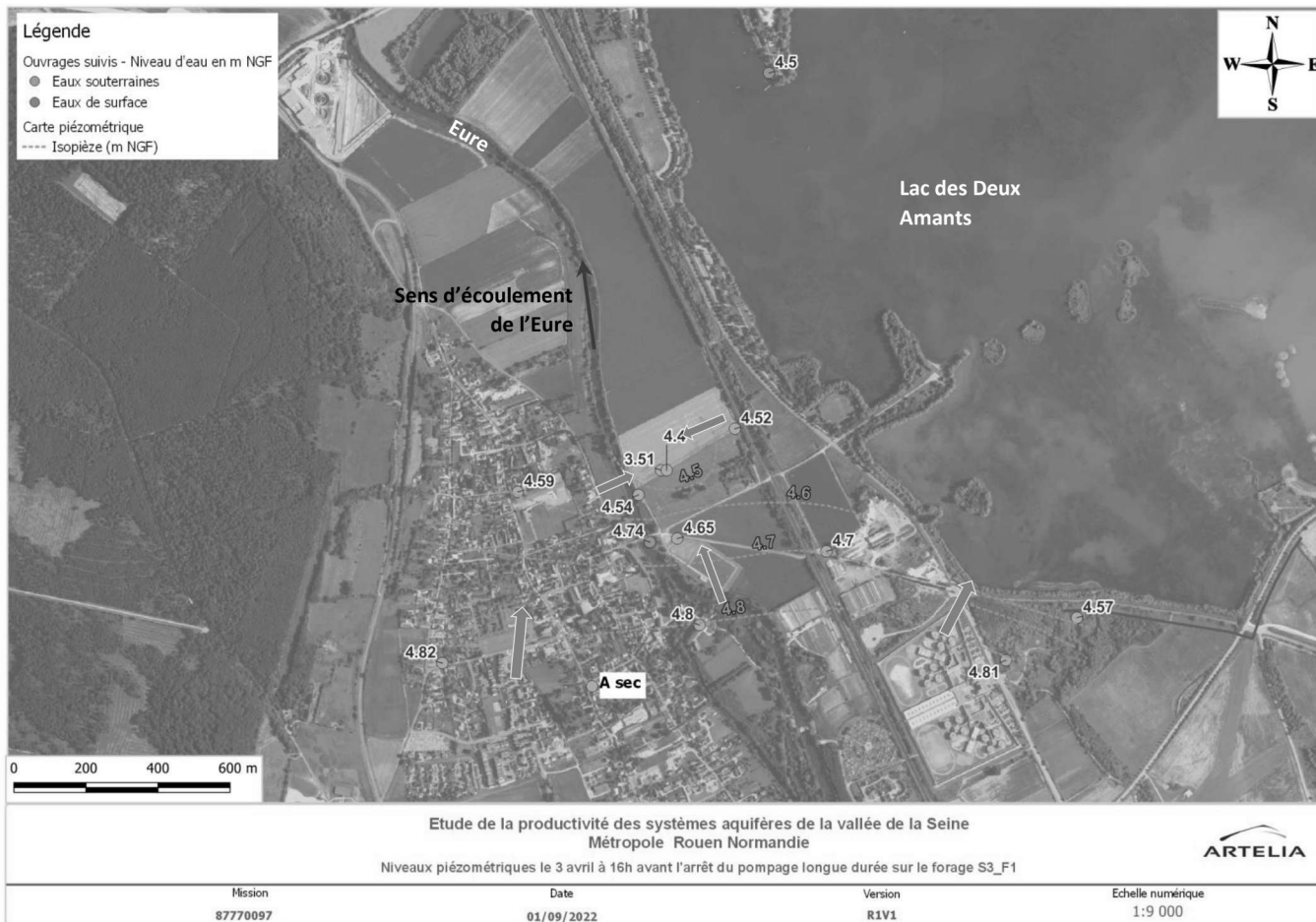


■ Piézomètres éloignés peu impactés par le pompage (puits\_vignette, puis\_factory...): rabattement inférieur à 3 cm

→ Bonne productivité avec rayon d'influence limité et faible rabattement

→ Nappe sollicitée libre en accord avec les coupes géologiques établies

# SITE 3 : suivi des niveaux des eaux souterraines



- Avant pompage : écoulement depuis le Sud vers le lac  
Nappe à l'équilibre avec l'Eure
- Cône de rabattement induit par le pompage avec rayon d'influence peu étendu et légèrement plus marqué à l'Est
- Entre le lac et le forage (S3-Pz4) : inversement du gradient d'écoulement
- L'Eure est en position haute par rapport à la nappe

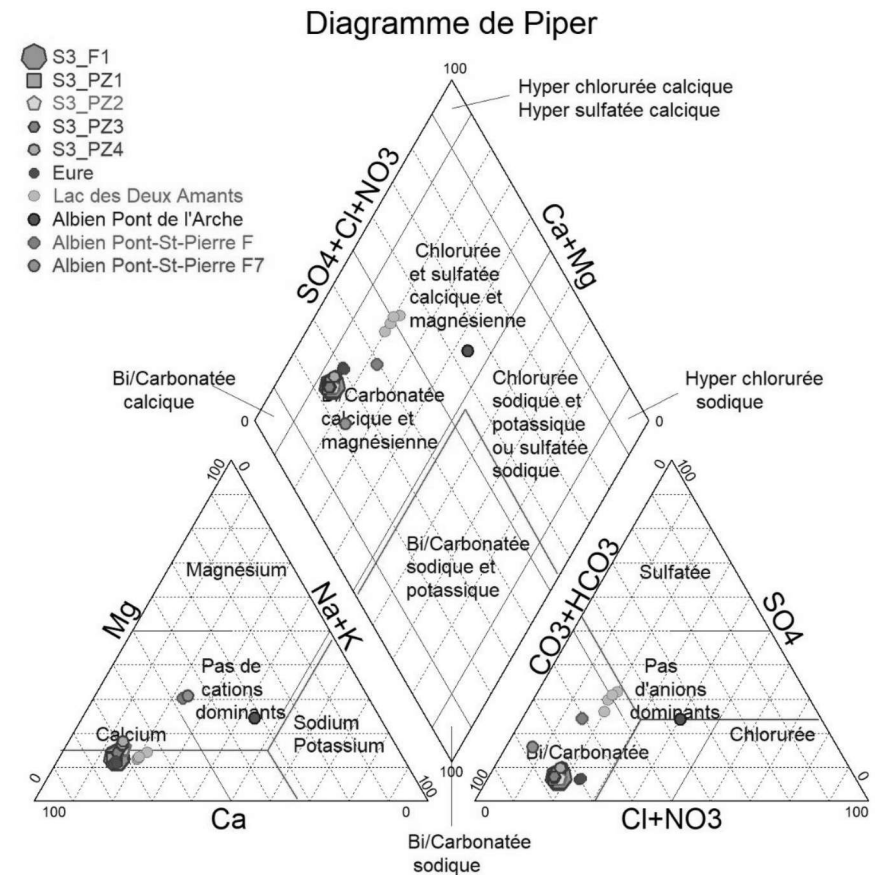
→ A l'Est, écoulement depuis l'étang vers le forage

→ Possible alimentation de la nappe par l'Eure, à confirmer avec le suivi qualitatif

# SITE 3 : évaluation de la qualité

## Analyses simples (bilan ionique, métaux,...) :

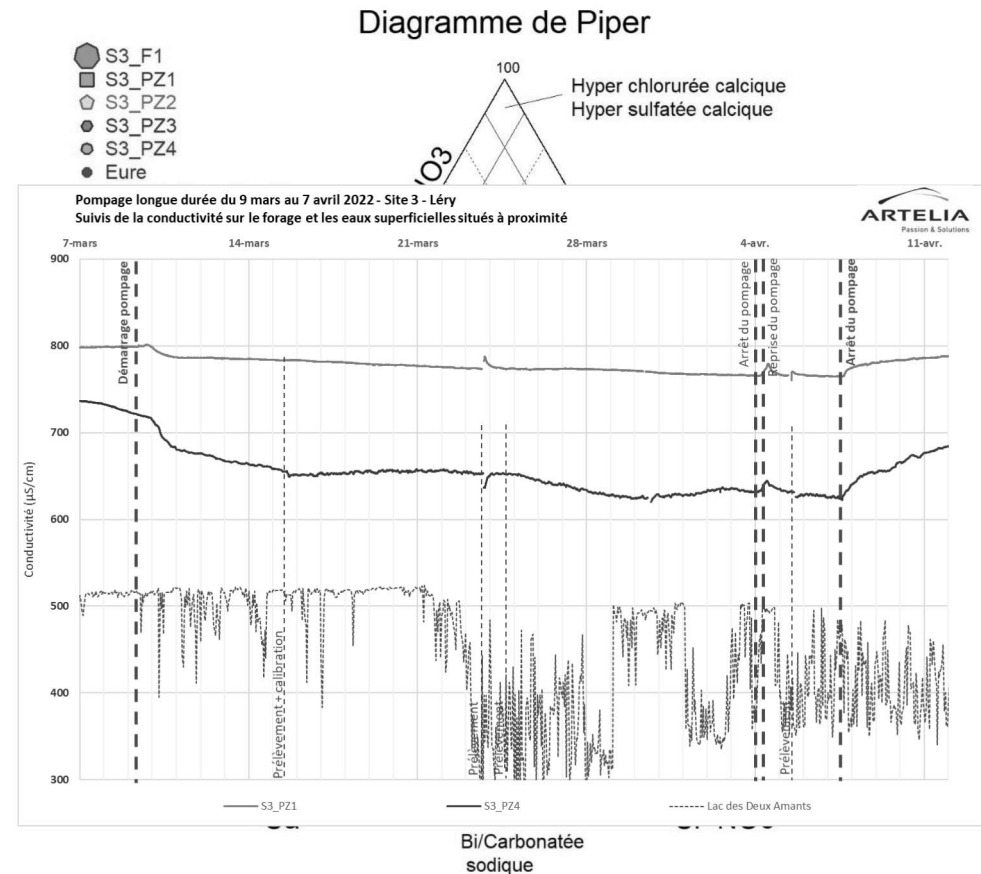
- Faciès bicarbonaté calcique pour les eaux souterraines et l'Eure
- Faciès sulfaté calcique pour les eaux du lac des deux Amants
- Stabilité des paramètres au cours de l'essai excepté sur S3\_PZ4 (piézomètre proche du lac des deux Amants)



# SITE 3 : évaluation de la qualité

## Analyses simples (bilan ionique, métaux,...) :

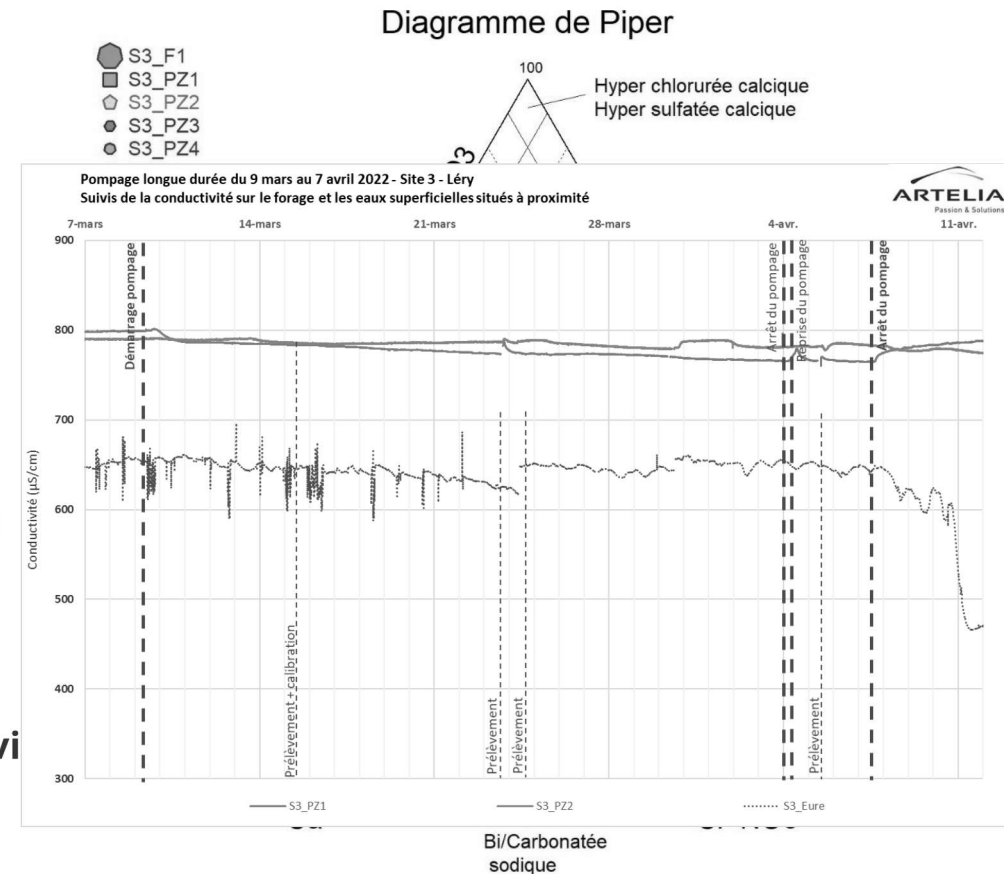
- Faciès bicarbonaté calcique pour les eaux souterraines et l'Eure
- Faciès sulfaté calcique pour les eaux du lac des deux Amants
- Stabilité des paramètres au cours de l'essai excepté sur S3\_PZ4 (piézomètre proche du lac des deux Amants)
- Evolution de la conductivité
- Concentrations en sulfates et bore se rapprochant des valeurs du lac des deux Amants
- **Alimentation possible de la nappe par le lac**



# SITE 3 : évaluation de la qualité

## Analyses simples (bilan ionique, métaux,...) :

- Faciès bicarbonaté calcique pour les eaux souterraines et l'Eure
- Faciès sulfaté calcique pour les eaux du lac des deux Amants
- Stabilité des paramètres au cours de l'essai excepté sur S3\_PZ4 (piézomètre proche du lac des deux Amants)
- Evolution de la conductivité
- Concentrations en sulfates et bore se rapprochant des valeurs du lac des deux Amants
- **Alimentation possible de la nappe par le lac**
- **Alimentation de la nappe par l'Eure non confirmée par le suivi physico-chimique** (pas d'évolution de la qualité de l'eau à proximité)
- Autres paramètres conformes aux limites réglementaires (nitrates à 20 mg/L, Ø d'ammonium, concentrations en fer/manganèse faibles)



# Conclusions pour les sites 2 et 3 (piézomètres et pompages longue durée)

Les résultats sont satisfaisants du point de vue quantitatif :

- **Le milieu rencontré sur le site 2 :**
  - Mise en évidence de limites d'alimentations (étanches) sur le forage du site 2 (failles du graben ?). **Influence modérée à nulle de la Seine et de l'étang** de la Grande Noë sur le forage et les piézomètres indiquant probablement un **colmatage des berges** (hypothèse).
- **Le milieu rencontré sur le site 3 :**
  - Un réservoir crayeux important et proximité du système faillé principal > meilleur potentiel (productif). Ce site montre également l'existence de limites étanches/drainance ? Eure ou faille et de limite infinies/réalimentées en fin de pompage ? Etang-Seine ?

Milieus traduisant des **échanges complexes entre ESU/ESOU** et vraisemblablement une **compartmentation verticale et horizontale du système aquifère**

Les résultats sont décevants du point de vue qualitatif :

- **Sur le site 2 (Porte-Joie) :**
  - milieu souterrain peu oxygéné, **nappe captive à semi-captive sous les alluvions fines** > quantité de fer et manganèse mais également nickel en excès (ref. AEP). Origine naturelle métaux.
  - Les analyses révèlent la quasi absence de nitrates (10 mg/l), la **présence de traces de Pesticides, Composés Organiques Volatiles et perchlorates** traduisant néanmoins une forte vulnérabilité des milieux et donc vraisemblablement des échanges avec les Eaux de surface.
  - A noter la présence de composés PFAS qui dépassent la limite de 100 ng/l dans les eaux superficielles Seine et Lac mais pas dans les Eaux souterraines).
- **Sur le site 3 (Léry) :**
  - Un milieu souterrain oxygéné, **nappe libre**, vraisemblablement en continuité avec les eaux de l'Eure et du Lac des 2 Amants avec lesquelles il partage de nombreuses caractéristiques ;
  - La qualité des eaux relevées lors du pompage montre clairement **une influence anthropique** (urbaines et agricoles) avec la présence de nitrates (20-25 mg/l), de pesticides (Somme 0,11 µg/l) et traces de Composés Organiques Volatiles et perchlorates. Tous inf. aux limites sanitaires mais **indiquant une forte vulnérabilité du milieu.**
  - A noter la présence de composés Perfluorés qui dépassent la limite de 100 ng/l dans les eaux souterraines mais pas les eaux superficielles.

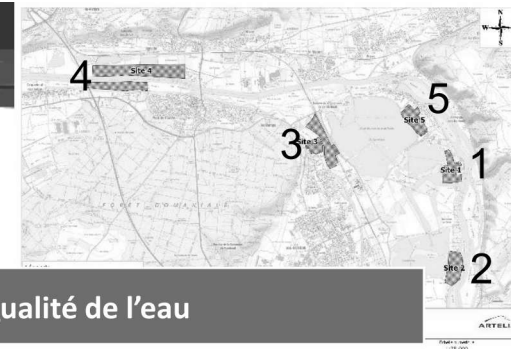
# SYNTHESE Des Résultats par site



	Géologie	Productivité à la foration	Type d'aquifère	Vulnérabilité/ Alimentation	Qualité de l'eau
Site 1 - Poses	Craie fracturée de 10 à 29 m	A priori bonne. Débit à la foration de 100 à 200 m <sup>3</sup> /h	Libre à captif en fonction du niveau de la nappe	Présence d'habitations à proximité	Respect des limites réglementaires
Site 4 - Criquebeuf-sur-Seine - Rive gauche de la Seine	Craie altérée de 12 à 39 m Qq fractures entre 39 et 73 m	A priori plus faible que sur les autres sites	Libre à captif en fonction du niveau de la nappe influencée par les marées sur la Seine (données BRGM)	Forte vulnérabilité avec pressions agricoles importantes	Dépassement des limites réglementaires nitrates (64 mg/L) et 2 pesticides (>0,1 µg/L)
Site 4 - Rive droite de la Seine	Craie très fracturée de 11 à 21 m	A priori bonne	Libre à captif en fonction du niveau de la nappe influencée par les marées sur la Seine	Présence d'un étang en amont hydraulique Influence de l'étang mise en évidence sur la qualité de l'eau de la nappe	Présence de PFAS (Σ = 63 ng/L) et de traces de COV mais respect des limites réglementaires
Site 5	Craie fracturée de 11 à 22 m Argile de Gault à 68 m (substratum de la nappe)	A priori bonne mais épaisseur de l'aquifère plus limitée	Libre	Présence d'habitations à proximité Faciès chimique similaire à celui de la Seine → alimentation possible ?	Présence de pesticides (Σ=0,3 µg/L) et de PFAS (Σ=130 ng/L)

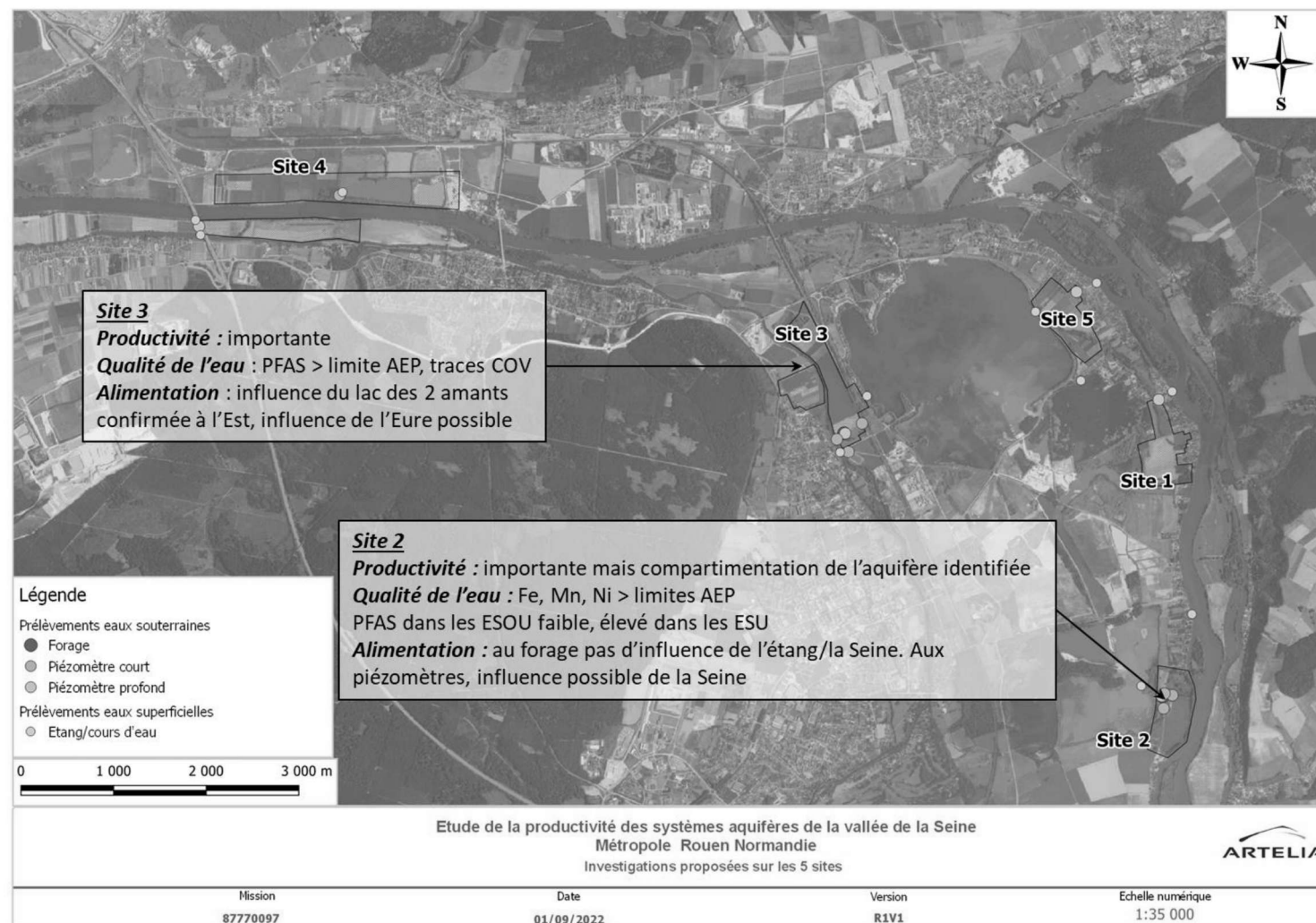
→ Site 1 : encourageant du point de vue de la qualité de l'eau (respectant les limites réglementaires) et productivité a priori bonne > Potentiel restant à confirmer en l'absence de pompage longue durée sur ces sites

# SYNTHESE des résultats par site



	Géologie	Productivité	Type d'aquifère	Vulnérabilité	Influence/alimentation	Qualité de l'eau
Site 2	<p>Craie altérée / fracturée de 7 à 19 m</p> <p>Ouvertures visibles à 22, 32 et 60 m</p>	<p>Pompage à 180 m<sup>3</sup>/h sur 1 mois.</p> <p>60% du débit de 23 à 29 m</p> <p>Bonne mais baisse de transmissivité au cours du pompage non stabilisé</p>	<p>Fracturé/ compartimenté</p> <p>Captif</p>	<p>Ancien site d'extraction alluvionnaire : présence de zones remblayées à proximité, fortes concentrations en mat.org</p>	<p>Pas d'alimentation identifiée de la Seine ou des étangs au droit forage</p> <p>Possible alimentation de la nappe par le Seine au droit des piézomètres</p>	<p>Stabilité au cours du pompage</p> <p>Dépassements de limites de qualité pour des éléments métalliques (Fe, Mn, Ni)</p> <p><math>\Sigma_{PFAS}</math> élevée pour l'étang et la Seine, faible pour les eaux souterraines</p>
Site 3	<p>Craie fracturée de 6 à 15 m</p>	<p>Pompage à 244 m<sup>3</sup>/h sur 1 mois.</p> <p>100% du débit de 12 à 15m</p> <p>Très bonne</p>	<p>Libre</p>	<p>Site agricole (détection de molécules anthropiques)</p> <p>Voie SNCF</p> <p>Forte minéralisation au Sud-Est (remblais ?)</p>	<p>Alimentation par le lac des deux Amants côté Est</p> <p>Alimentation de la nappe par l'Eure possible mais le suivi de la qualité n'a pas permis de le confirmer</p>	<p>Stabilité au cours du pompage (hormis côté Est)</p> <p><math>\Sigma_{PFAS} &gt; 100</math> ng/L (&gt; limite de qualité) dans les eaux souterraines</p> <p>Traces de COV</p>

# SYNTHESE Forages d'essais



# Bilan résultats global

## Sur le plan quantitatif :

- Les paramètres hydrodynamiques calculés confirment la **bonne productivité du complexe alluvions/craie altérée dans la zone de recherche en eau**, en particulier sur le site 3 où les rabattements/spécifiques sont faibles ;
- **Milieu complexe** : interactions entre aux souterraines/Superficielles confirmées, nécessitant de s'appuyer sur un modèle mathématique pour simuler l'impact de prélèvements sur les milieux (difficile et non représentatif par l'utilisation de formules analytiques classiques).

### **Productivité importante de la craie altérée en particulier à l'ouest de la zone faillée.**

Compatible avec le débit recherché. La création du champ captant devra s'attacher à trouver les zones les plus fracturées pour pouvoir produire les débits attendus et vérifier l'impact des échanges Eaux superficielle et souterraine.

## Sur le plan qualitatif :

Le BRGM avait, lors de la phase 1, relevé la **difficulté à trouver une eau de qualité**, exempte de tout contaminant et répondant aux exigences sanitaires. Constat vérifié en particulier sur les secteurs libres de la nappe : exemple Site 4 (Cricquebœuf) avec nitrates et pesticides. Ainsi que problématique Fer et Manganèse sur les secteurs nappe captive (sites 2 et 5).

On relève malheureusement la **présence de produits perfluorés (PFAS)** (norme 2023) à la fois dans les eaux souterraines et eaux superficielles sur l'ensemble de la zone de recherche en eau avec des dépassements de la norme eau potable constatés au droit ou à proximité des sites 2, 3 et 5.

Qualité décevante sur le secteur de recherche traduisant la forte vulnérabilité du complexe craie alluvions face aux activités humaines

**Un traitement des eaux complexe sera vraisemblablement nécessaire, quel que soit le secteur de recherche retenu**

## Perspectives et suite

- La métropole Rouen Normandie débute en 2024 la révision de son Schéma directeur de l'Eau Potable associé à l'établissement d'un Plan de Gestion de la Sécurité Sanitaire de L'Eau.
- Ces éléments de connaissance contribueront à élaborer la stratégie de production d'eau potable pour plusieurs décennies et à intégrer les prévisions de changement climatique à 2050.
- On retient :
  - Capacité de production importante et compatible
  - Nécessité de traitements de micropolluants
  - Potentialité de fer et manganèse à traiter, eau bicarbonaté calcique dure
  - Coût d'acheminement (investissement et Energie)
- Enfin, tous les forages et piézomètres seront rebouchés et les sites d'investigations seront remis en état fin 2023

# Merci pour votre participation active à cette recherche utile



métropole  
ROUEN NORMANDIE



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**



**ARTELIA**

[www.arteliagroup.com](http://www.arteliagroup.com)