

Salinisation des aquifères de l'estuaire de la Seine : SALIN'AQUISEINE

E.IDEE (BRGM), A.JARDANI (U.ROUEN)

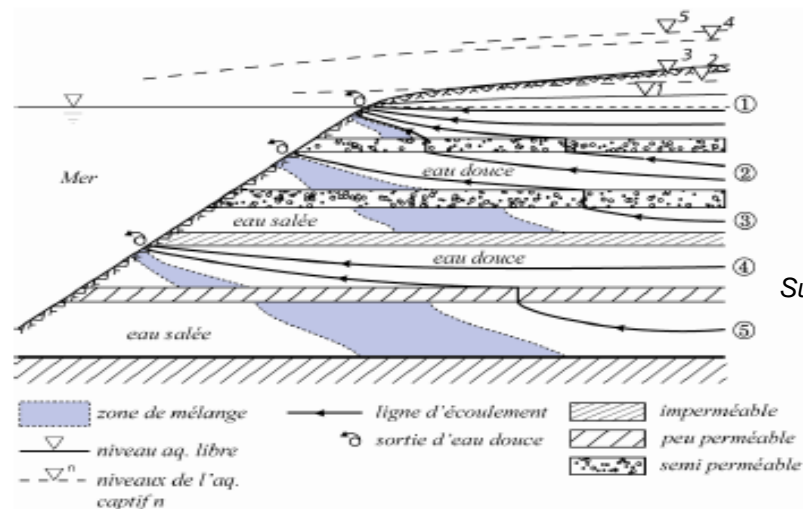
Intrusion saline dans les eaux souterraines en contexte estuarien et de changement climatique

Un phénomène naturel complexe !

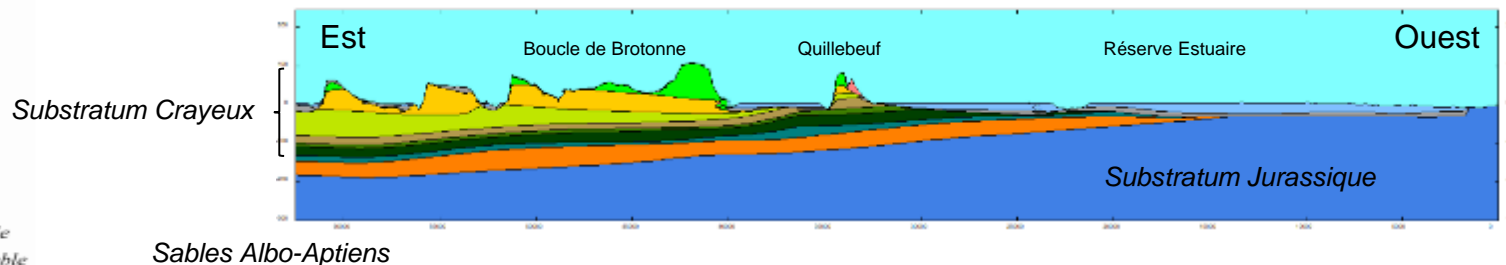
Equilibre hydrodynamique entre l'eau de mer ou saumâtre et l'eau douce

niveau dans les eaux souterraines, flux d'eau douce en amont, échanges nappes/rivières (berges et fond), salinité de mer/saumâtre en aval

Variabilité de la géométrie des aquifères et leurs caractéristiques hydrogéologiques intrinsèques *perméabilité, fissuration, karstification*



Zones de transition dans un système aquifère côtier multicouche (d'après Custodio, 2002, dans De Montety, 2008)

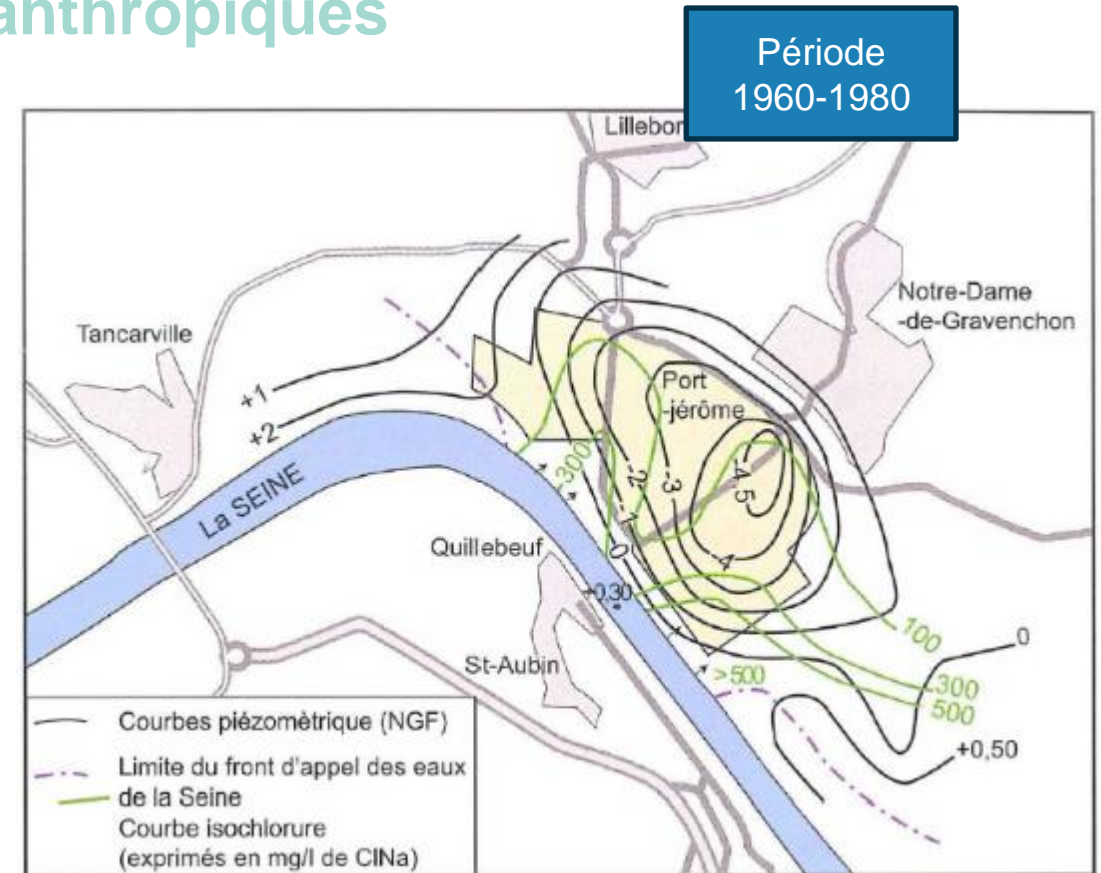


Coupe schématique 2D de l'estuaire de la Seine à son embouchure, modèle géologique 3D (BRGM)

Intrusion saline dans les eaux souterraines en contexte estuarien et de changement climatique

Un équilibre fragile : perturbations anthropiques

- Surexploitation des aquifères
- Prélèvements dans les cours d'eau amont
- Occupation du sol *morphologie, infiltration*
- Gestion des zones humides
- Modification du lit et des berges de la Seine
- Rejets industriels



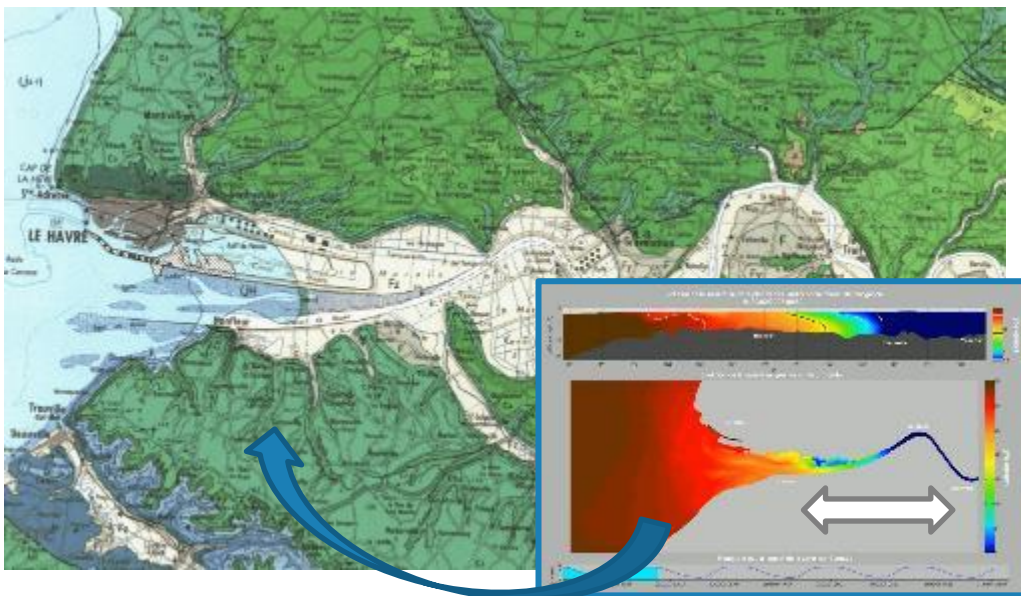
+ des sources anciennes (fossiles)

Surexploitation de la nappe des alluvions de la Seine au droit du site industriel de Port Jérôme ayant conduit à la salinisation de l'aquifère (Roux et De la Quèrière, 2005)

Projet SA7 SALIN'AQUISEINE

Objectifs : état des lieux et partage des enjeux

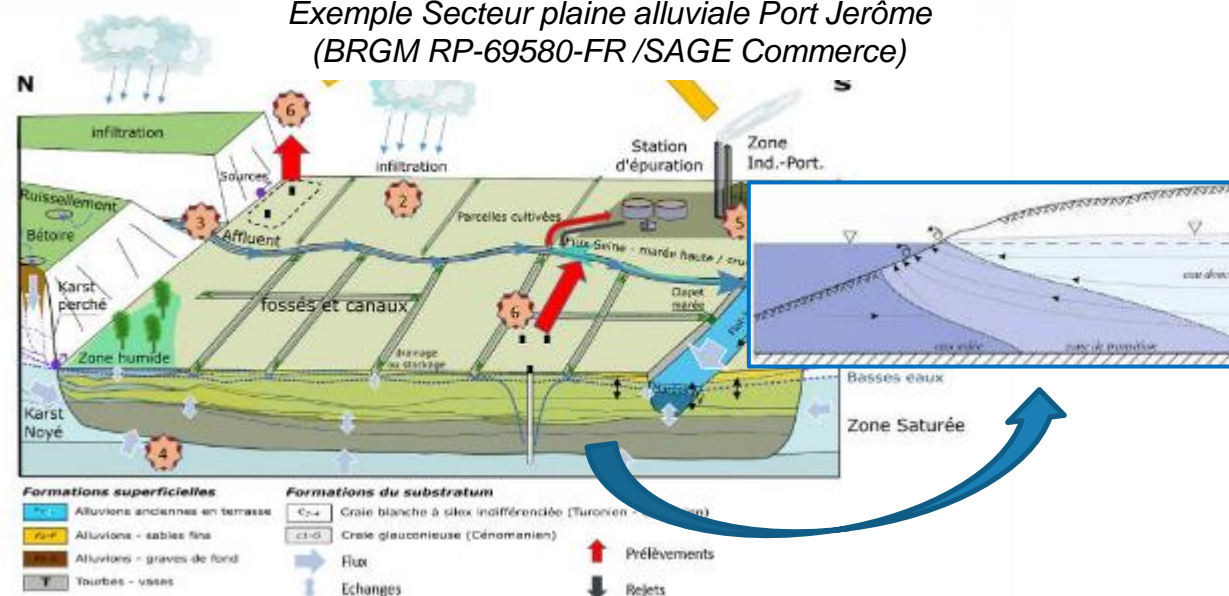
Réaliser un **état des lieux spatialisé** et une caractérisation préliminaire de la **dynamique de salinisation** dans les **eaux souterraines**



Cartographie dynamique de la salinité dans les eaux de surface (GIP-SA, 2007)

Proposer un **modèle conceptuel** hydrogéologique et hydrochimique

Exemple Secteur plaine alluviale Port Jérôme (BRGM RP-69580-FR /SAGE Commerce)



modèle conceptuel du processus basé sur une compréhension du fonctionnement qualitatif et quantitatif

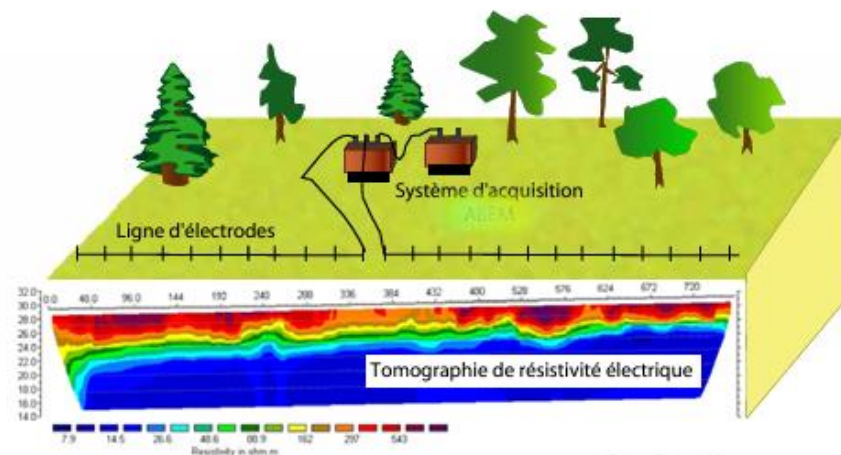
Formuler des propositions pour **renforcer le suivi de la dynamique** et de **l'évolution de la salinité** de l'estuaire et **des recommandations** pour l'aménagement du territoire

Projet SA7 SALIN'AQUISEINE

Phasage du projet



Mesure de niveau d'eau et de la qualité des eaux (BRGM)



Mesure géophysiques électriques (Naudet, 2004)

Phase 1 : Collecte des données et bancarisation

- Echange avec partenaires techniques et scientifiques
- Compilation et Synthèse des données

Phase 2 : Campagnes de mesures

- Mesures piézométriques, log Conductivité et Température
- Campagnes géophysiques (ERT, EM)
- Analyse chimiques
- Mise en place de sondes de mesures en continu (suivi dynamique)

Phase 3 : Analyse des données et élaboration d'un schéma conceptuel

- Etat des lieux
- Proposition modèle conceptuel
- Recommandation pour le suivi, proposition pour mise en place d'un réseau
- Capitalisation des résultats, Rapport

3 ans (2023-2025)

Projet SA7 SALIN'AQUISEINE

Secteurs d'études retenus pour le projet

4 zones principales d'intérêt :

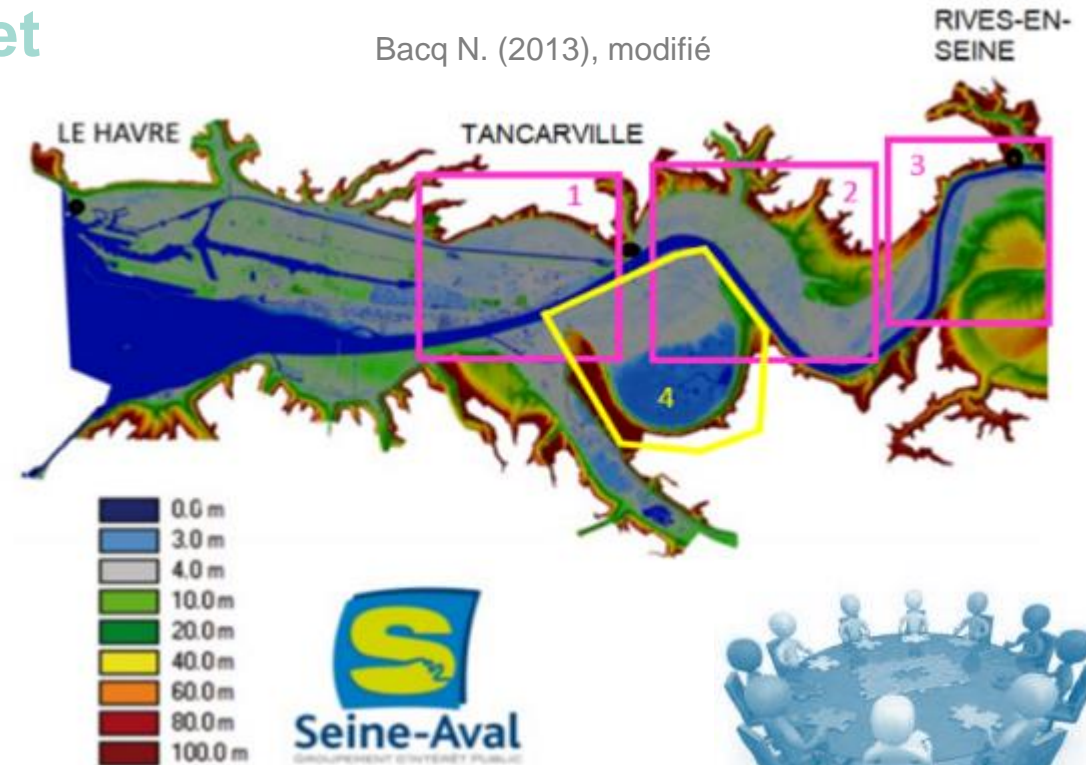
1. Le Marais du Hode et Réserve Naturelle de l'Estuaire
2. La ZIP de Port-Jerome
3. Les Marais de Norville et Brotonne
4. Le Marais Vernier et la Basse Risle

Ces sites ont été choisis :

- **Existence d'études ou d'investigations** sur les eaux superficielles et souterraines,
- **Disposent de réseaux de suivi existants,**
- **Représentent une diversité de contextes différents**

SITES D'ÉTUDE DU PROJET SALINAQUISEINE

Bacq N. (2013), modifié



Mobiliser les acteurs/partenaires investis dans le suivi => mutualisation

Projet SA7 SALIN'AQUISEINE

Mesures Geophysiques (U-ROUEN)

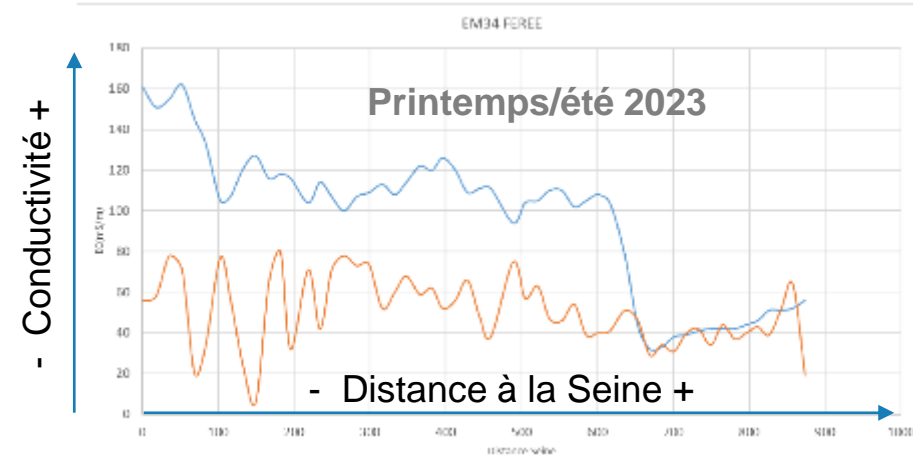
7 Profils géophysiques (électriques et électromagnétiques) sur l'ensemble des sites d'études.

- Localiser la zone de transition dans les différents compartiments hydrogéologiques
- Identifier les dynamiques, mobilité du front de salinité entre Hautes et Basses Eaux

PROFIL ELECTROMAGNETIQUE BASSE RISLE



Fond : Orthophotographie IGN



Profils de conductivité électrique du sous-sol réalisés sur le site 4 avec l'EM34 avec un dipôle horizontal (bleu prof. inv. 7,5m) et vertical (orange prof. Inv. 15m).



Projet SA7 SALIN'AQUISEINE

Plus de 700 points identifiés dans les BD,
225 présentait un intérêt pour l'étude


Identification des piézomètres


Campagne de mesures (BRGM) – été 2023 :
125 points mesurés / 20 jours

Secteur	0-10m*	10-20m	20-30m	30-40 m	40 et plus**	Total
Zone 1	3	8	7	2	-	20
Zone 2	19	11	4	3 (4)	1	39
Zone 3	23	4	7	3	1	38
Zone 4	11	10	3	4	-	28
Total	56	33	21	12 (13)	2	125

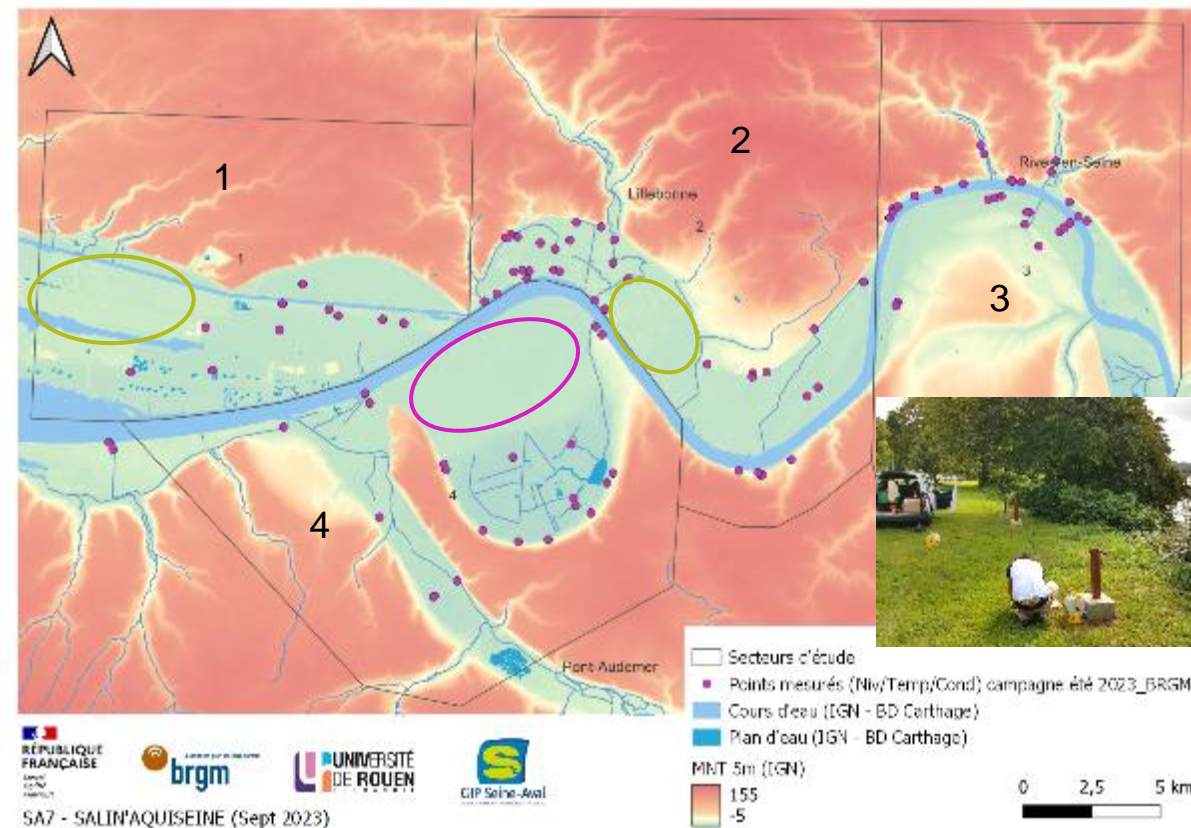
* Ouvrages pour la plupart non soumis au code minier, pas de déclaration

** Ouvrage Albien mesuré

 Densité faible : Mesure difficile dans Industries Lourdes

 Densité faible : Peu de points retrouvés ou disponibles

CAMPAGNE DE MESURE CTD DANS LES ESOU



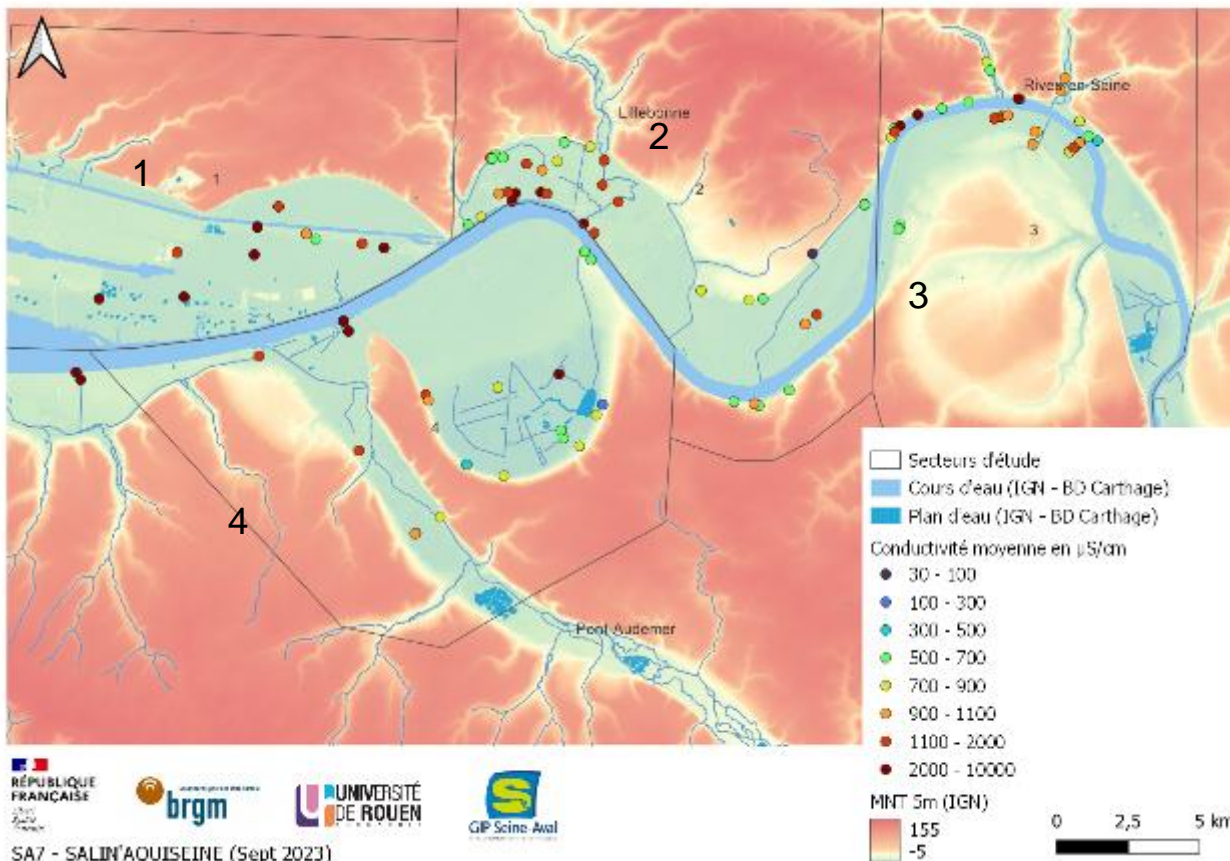
1^{er} Constat : Peu d'ouvrages profonds disponibles
2^e Constat : Condition d'accès difficile et durée des vie des ouvrages limitée dans le temps

Projet SA7 SALIN'AQUISEINE

Mesure de conductivité dans les ESOU

Résultats préliminaires

Campagne de mesures ponctuelles – été 2023



Commentaire généraux :

- Valeurs élevées à l'aval
- Valeurs assez hétérogènes sur Marais-Vernier (milieu complexe)
- Valeurs importantes sur le secteur de Port Jérôme
- « Surprise » sur la boucle de Brotonne avec valeurs assez importantes autour de Rives en Seine et Villequiers

Données cohérentes avec les observations sur les eaux de surface (réseaux déjà existants comme SYNAPSES) = résultats encourageants qui confirment l'intérêt de la problématique.

> Nécessité de corriger, traiter et corréler les résultats pour adapter la stratégie de suivi dynamique.

Projet SA7 SALIN'AQUISEINE

Calendrier du projet

Suite des investigations des étapes 1 et 2 (2023-2024)

- **Poursuite collecte de données.** Notamment auprès des industriels,
- **Poursuite des investigations géophysiques**
- **Analyse Hydrochimique Préliminaire** Étude des données Bancarisées (ADES/NAIADES) et données Bibliographiques collectées
 - Réalisation d'un « **Etat des lieux** » **hydrochimique**
 - Identification de paramètres discriminants pour caractériser l'origine de la salinité (actuelle, ancienne, anthropique)
 - Proposition protocole pour mise en œuvre campagne de prélèvement et analyses
- **Mise en place de sondes CTD** et suivi pendant une à deux années hydrologiques. Dans les différents aquifères, où des anomalies ont été identifiées, tenant compte des réseaux existants.





Merci à tous pour
votre attention !