



HAL
open science

Intégration de l'imagerie géophysique multi-méthodes pour une gestion durable des ressources en eau autour du système faillé de la Seine de la région de Rouen (Normandie)

Angélie Portal, Baptiste Meire, Erwan Idée, Pierre-Yann David, Thomas Jacob, Guillaume Martelet, Fabien Paquet, Grégoire Dectot

► To cite this version:

Angélie Portal, Baptiste Meire, Erwan Idée, Pierre-Yann David, Thomas Jacob, et al.. Intégration de l'imagerie géophysique multi-méthodes pour une gestion durable des ressources en eau autour du système faillé de la Seine de la région de Rouen (Normandie). 28e Réunion des Sciences de la Terre, Société Géologique de France, Oct 2023, Rennes, France. hal-04490370

HAL Id: hal-04490370

<https://hal.science/hal-04490370v1>

Submitted on 11 Mar 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright

Intégration de l'imagerie géophysique multi-méthodes pour une gestion durable des ressources en eau autour du système faillé de la Seine de la région de Rouen (Normandie)

A. Portal¹, B. Meire², E. Idée³, P-Y. David³, T. Jacob¹, G. Martelet¹, F. Paquet¹, G. Dectot³

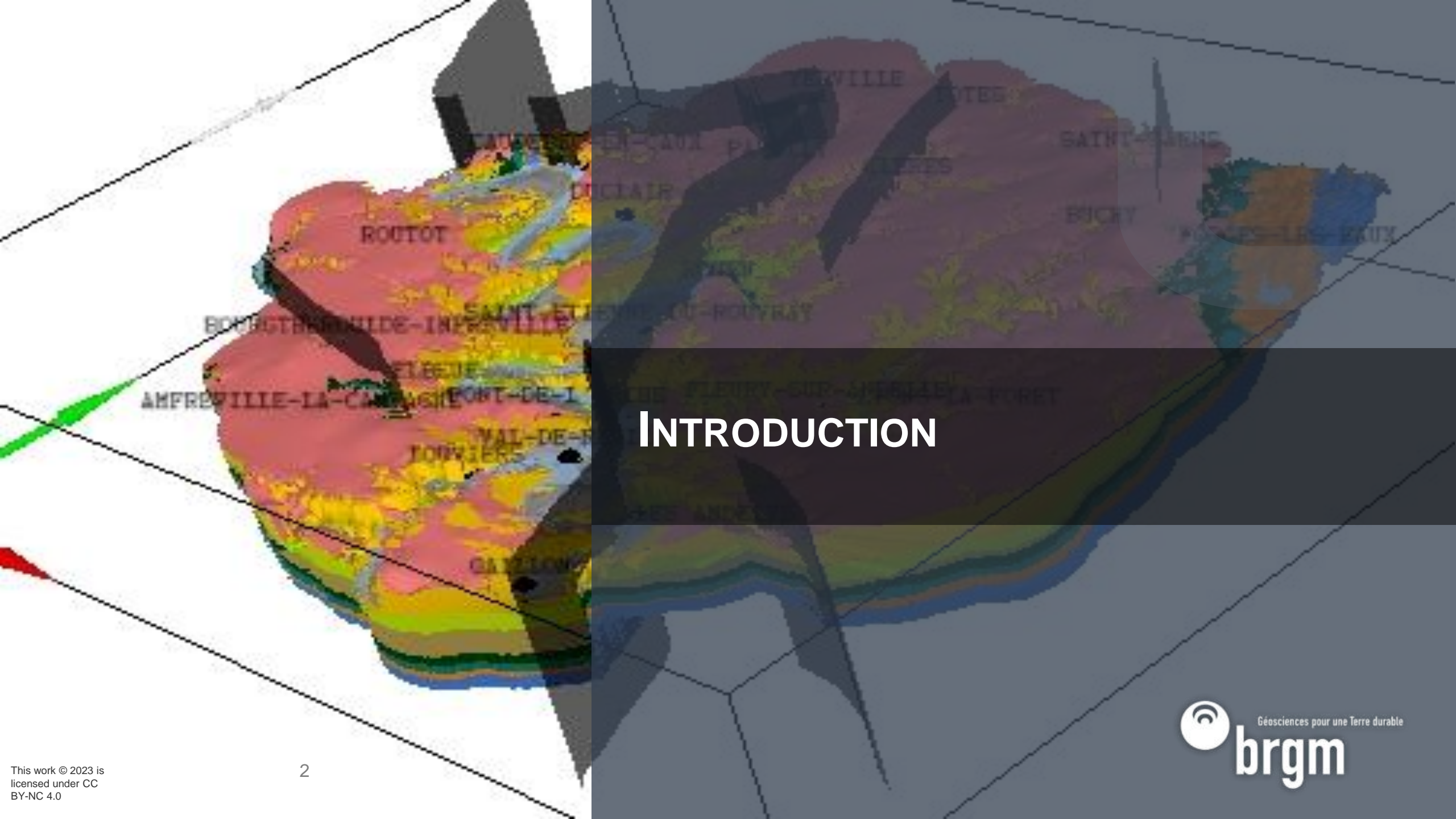
03 novembre 2023

Session 14.1 Géophysique

1. BRGM Orléans – Direction Risques et Prévention – Imagerie Géophysique et Télédétection pour l'aménagement – a.portal@brgm.fr

2. BRGM Hauts-de-France – 59810 Lesquin

3. BRGM Normandie – 76190 Mont-Saint-Aignan



INTRODUCTION

L'hétérogénéité géologique de la craie et impacts hydrogéologiques

De nombreuses études ont démontré que la craie possédait une forte hétérogénéité dans la nature de ses faciès (*Juignet 1974, Ragot 1988, Wazi 1998, Mortimore et al. 2004, Lasseur 2008,...*).

Chaque unité lithologique définie par les auteurs (nature du faciès) à ses propres caractéristiques pétrophysiques (craie marneuse, dolomitique, sableuse, avec ou sans lits de silex, etc...).

Ces particularités vont affecter entre autres les qualités hydrogéologiques (perméabilité et porosité notamment ; *Saiag, 2016*)

| ETAGE | SOUS-ETAGE | NOM DU FACIÈS / FORMATION | |
|---------|------------|-------------------------------|--|
| | | <i>d'après Lasseur (2008)</i> | <i>d'après Mortimore et al. (2004)</i> |
| | | LITTORAL / PAYS DE CAUX | SUD DE L'ANGLETERRE ET CÔTE FRANÇAISE DE LA MANCHE |
| 83,5 Ma | CAMPANIEN | CRAIE DE VASTERIVAL | NEWHAVEN CHALK |
| 85,8 Ma | SANTONIEN | supérieur | CRAIE DE SOTTEVILLE |
| | | moyen | CRAIE DE VEULETTES |
| | | inférieur | |
| 89,3 Ma | CONIACIEN | supérieur | CRAIE DE SAINT-PIERRE-EN-PORT |
| | | moyen | |
| | | inférieur | Craie de Petites Dalles Craie d'Eletot |
| 93,5 Ma | TURONIEN | supérieur | CRAIE DE SENNEVILLE |
| | | moyen | CRAIE DU VAL SAINT NICOLAS |
| | | inférieur | Craie du Cap Fagnet |
| 99,6 Ma | CENOMANIEN | supérieur | CRAIE DE FECAMP |
| | | moyen | CRAIE DE ROUEN |
| | | inférieur | CRAIE GLAUCONIEUSE |
| | | | WEST MELBURY MARLY CHALK |
| | | | GLAUCONITIC MARL |

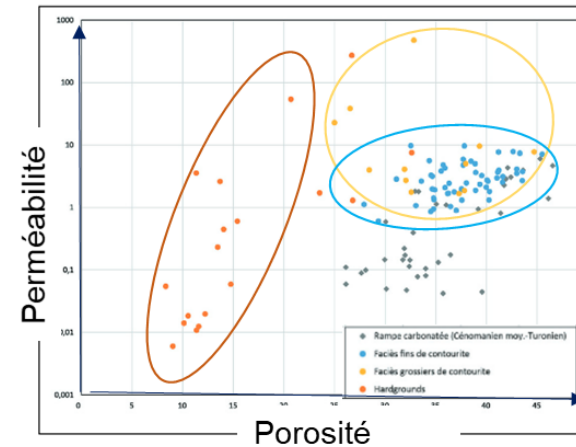
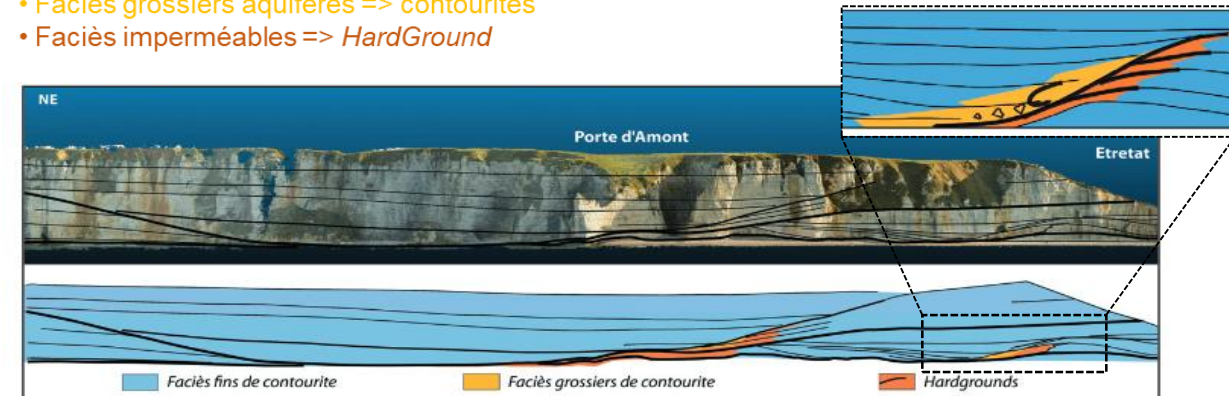


Figure 4. Diagramme porosité versus perméabilité matricielle en fonction des faciès (*Saiag, 2016*).

- **Faciès fins intermédiaires => contourites**
- **Faciès grossiers aquifères => contourites**
- **Faciès imperméables => HardGround**

L'aquifère crayeux est en fait compartimenté verticalement



Exemple de géométrie de type contourite, Porte d'Amont Etretat (*Gaillard et al., 2018*)

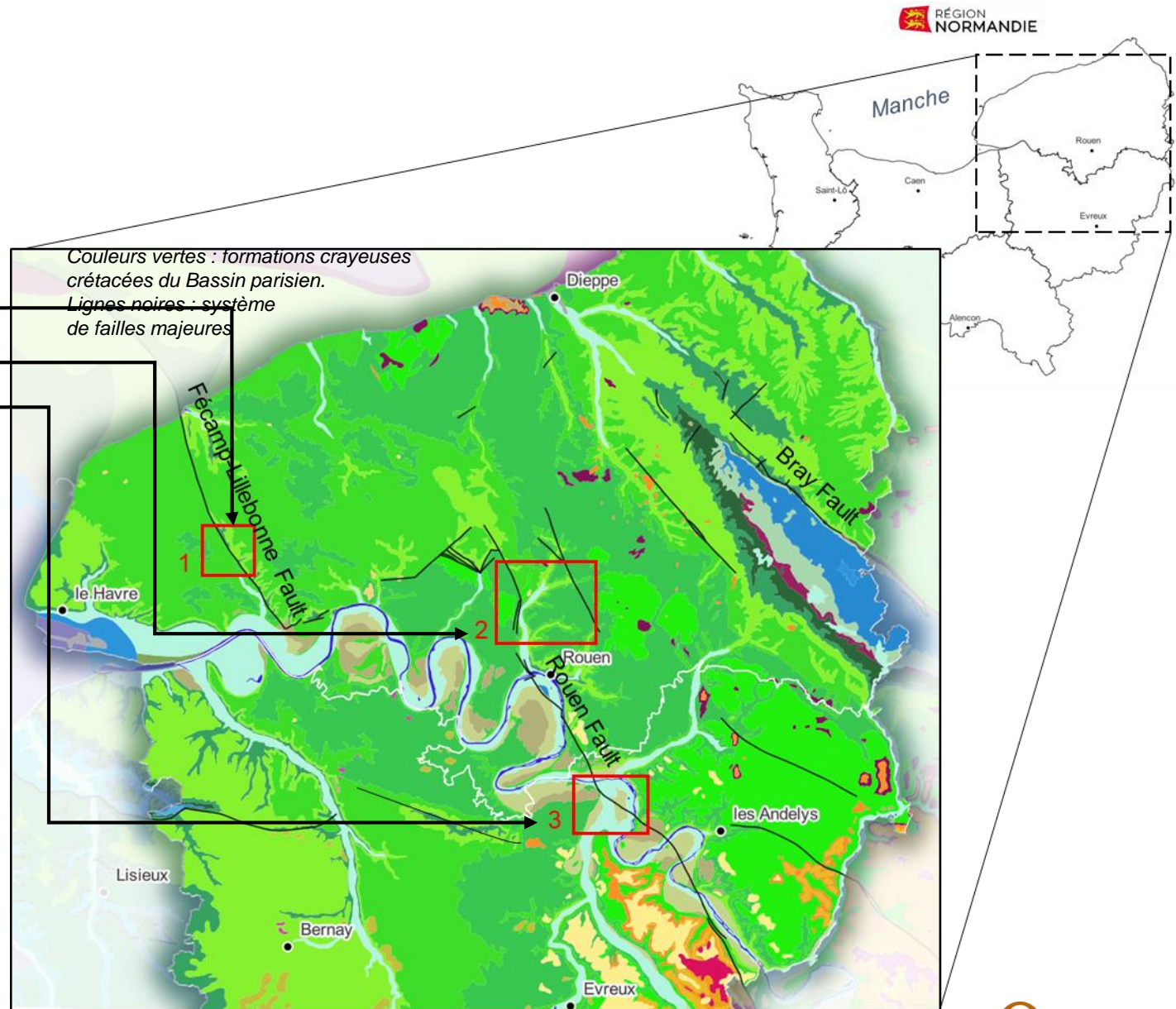
Synthèse litho-stratigraphique de la craie de la région de Rouen établie par Meire et al., 2018 et 2020.

Le cadre géologique global

L'apport de l'**imagerie géophysique multi-méthodes** pour permettre la **gestion durable des ressources en eau souterraine** sera discutée autour de **3 cas d'études emblématiques** de la craie de la vallée de la Seine (Normande) et de son système faillé :

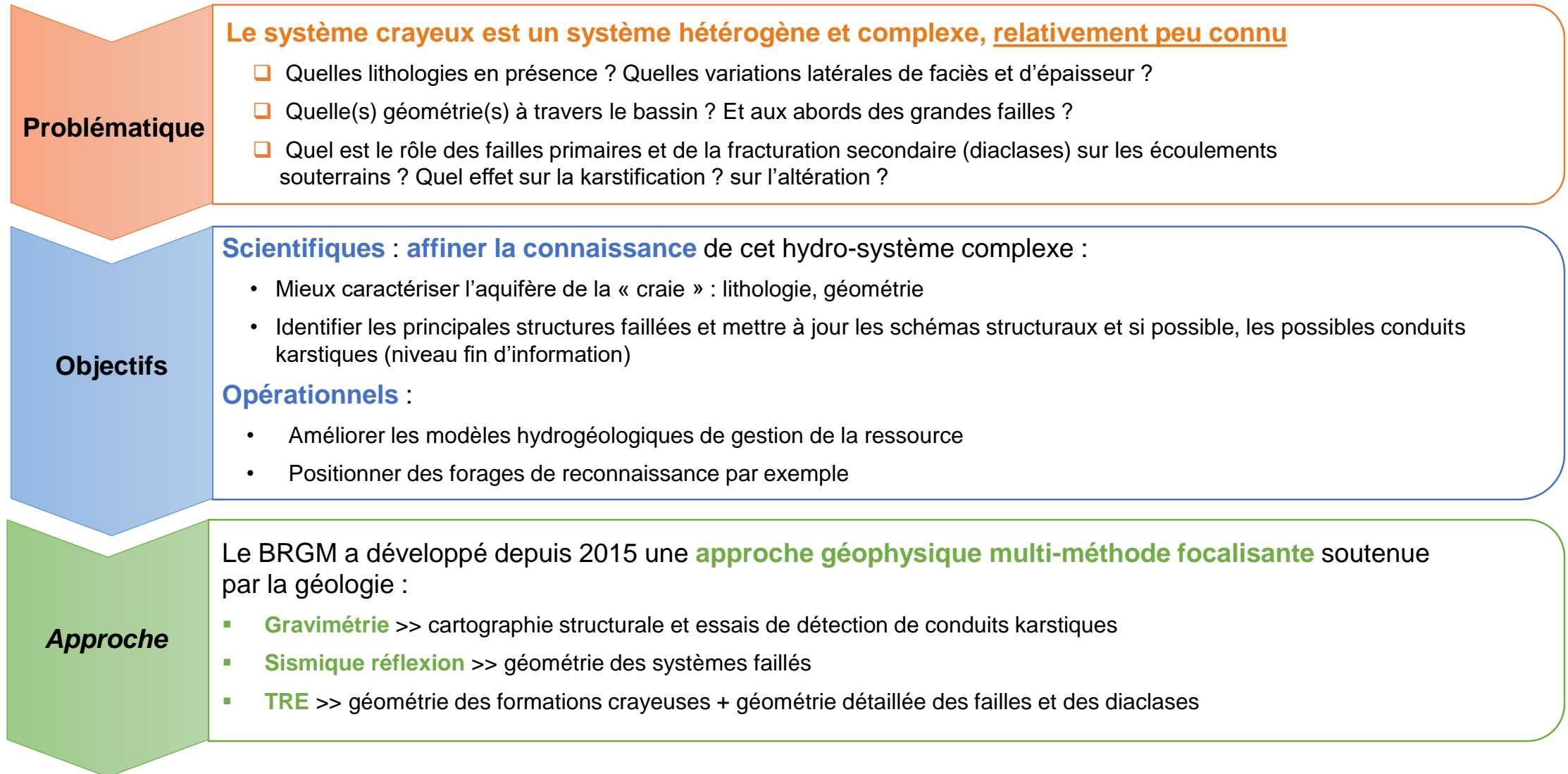
- Secteur de Bolbec (1)
- Secteur Rouen Nord (2)
- Secteur de boucle de Poses (3)

Ces secteurs sont caractérisés par un système de failles N150 armoricaines, héritées de rejeux du socle profond.



Carte géologique au 1/250 000^e (Ed. BRGM),
feuille de Rouen (Cavenilier et Médioni, 1980).

Les enjeux



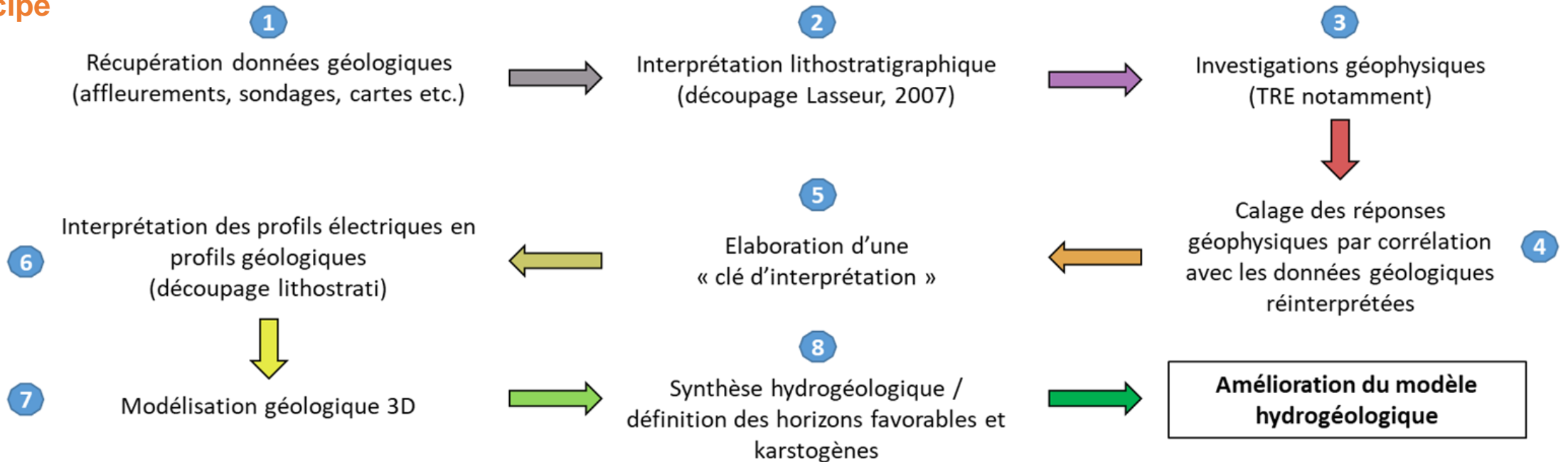
Démarche scientifique utilisée en Normandie

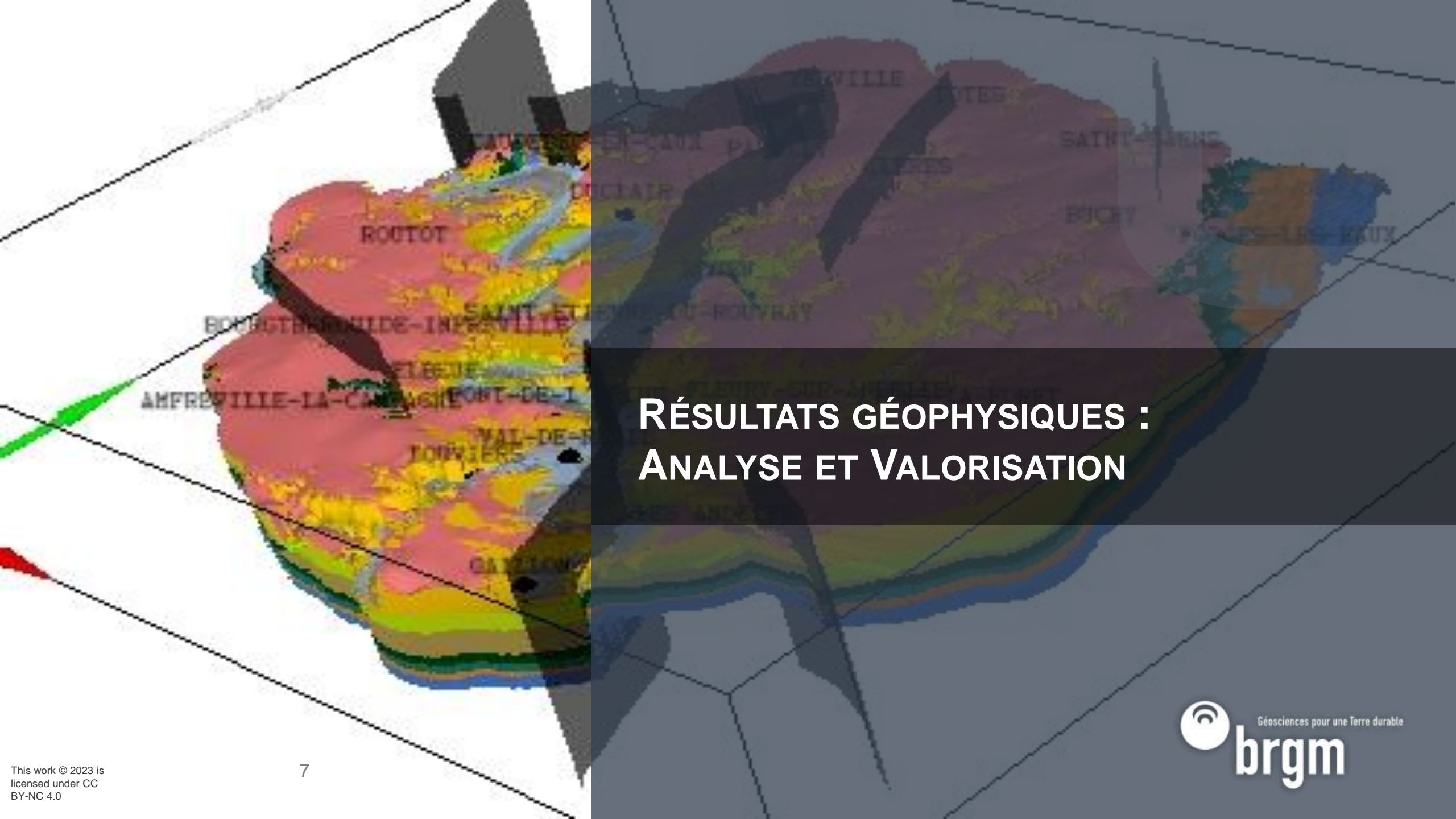
Approche transversale : géologie / géophysique / hydrogéologie

Objectif : disposer d'une meilleure information sur :

- A. la pile sédimentaire (lithostratigraphie de la craie)
 - B. la géométrie des formations crayeuses
 - C. le tracé des failles (et leur géométrie « détaillée »)
 - D. corrélation entre données géologiques et hydrogéologiques → modèle hydrogéologique
- } Intégration dans un modèle géologique 3D

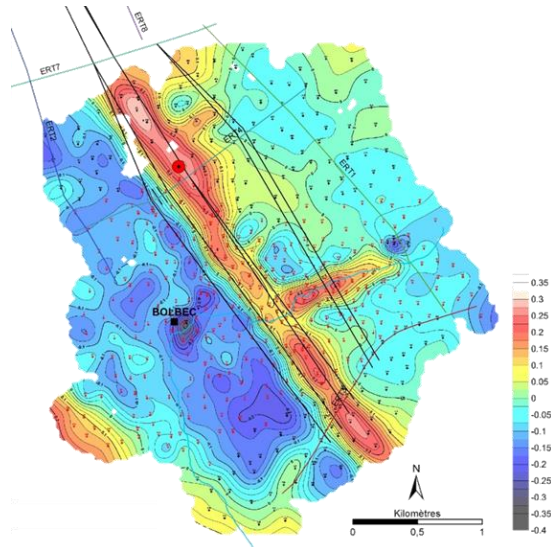
Principe





RÉSULTATS GÉOPHYSIQUES : ANALYSE ET VALORISATION

Secteur 1 : la faille Fécamp-Lillebonne à Bolbec

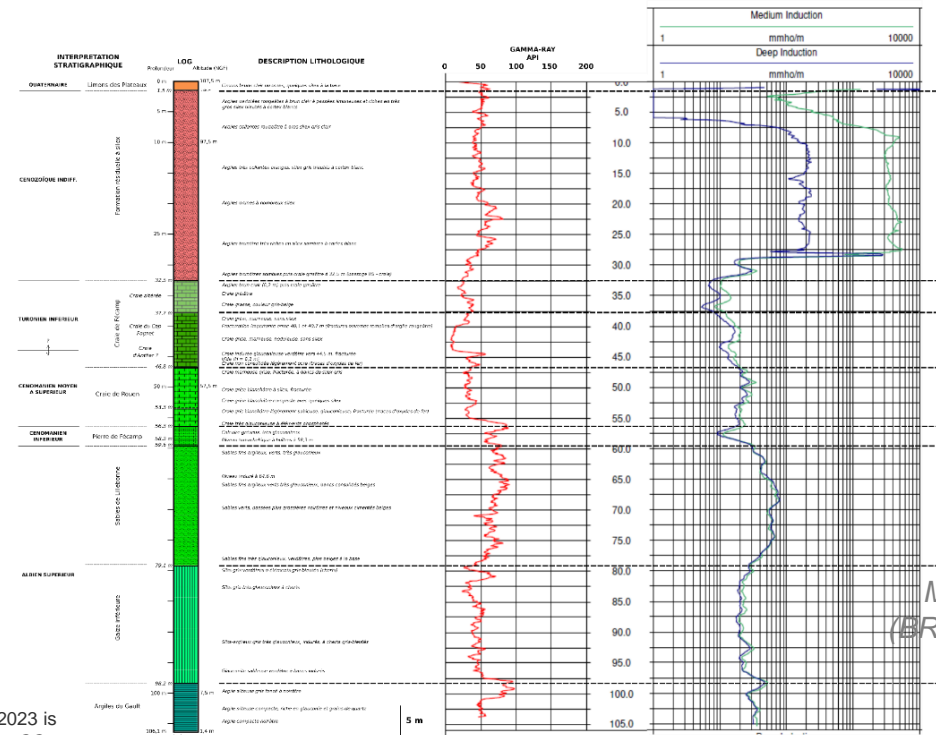
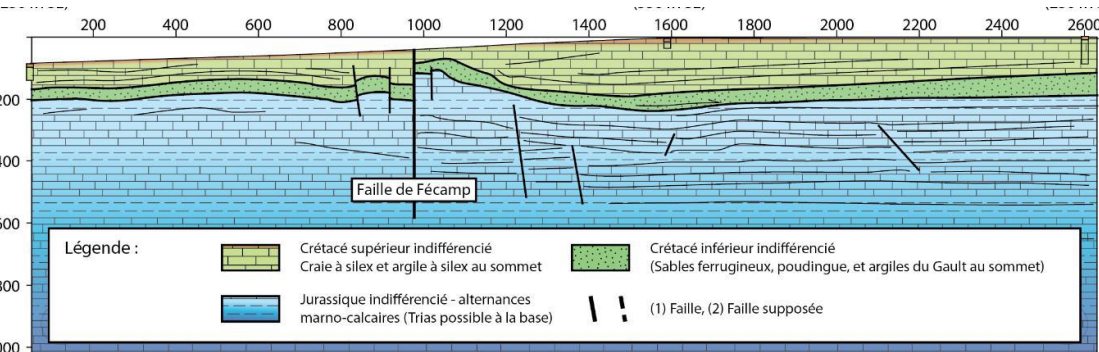
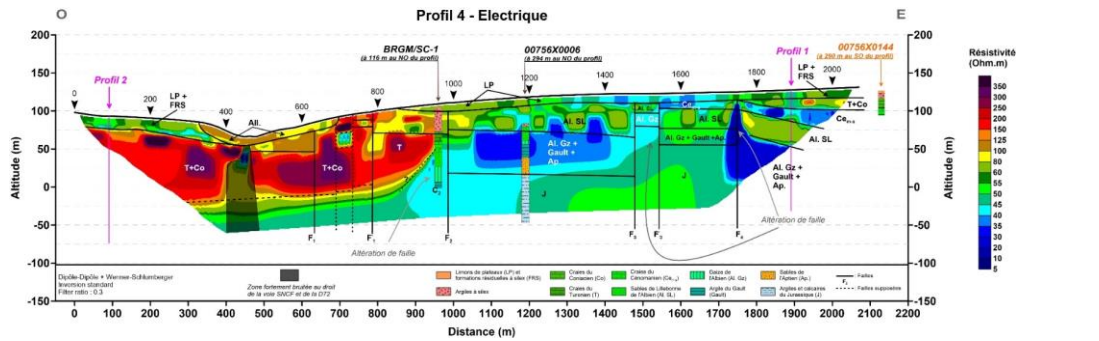


1. Carte gravimétrique >> principales structures et zones potentielles de développement de conduits karstiques

2. Profils électriques ERT >> identification des faciès géoélectriques et géométries des principales structures

3. Profils Sismique réflexion HR >> préciser la géométrie de la faille majeure du secteur

4. Réalisation d'un sondage carotté + diagrapie de résistivité et gamma ray >> calage lithostratigraphique

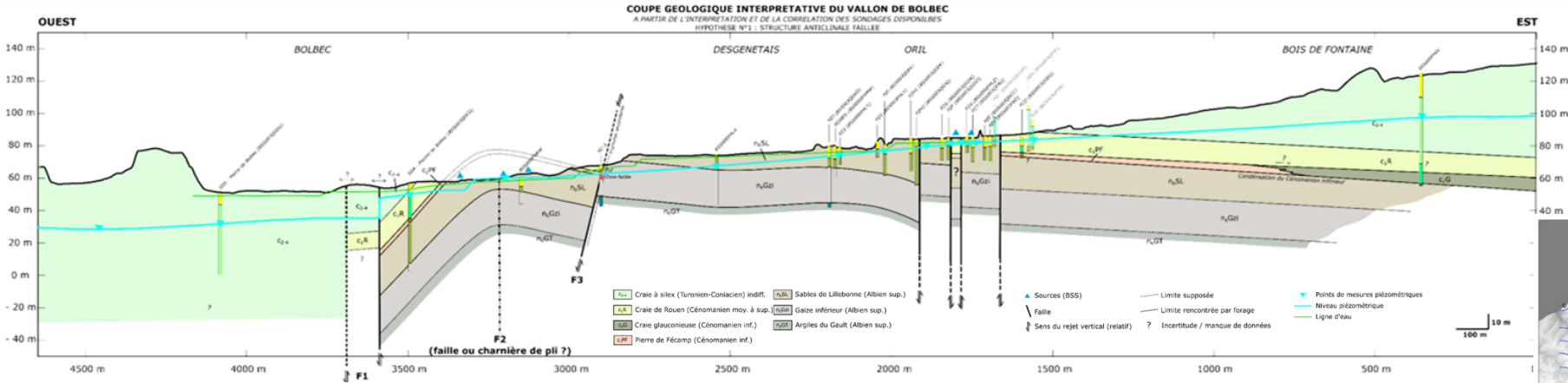


Meire et al., 2019 (BRGM/RP-67087-FR)

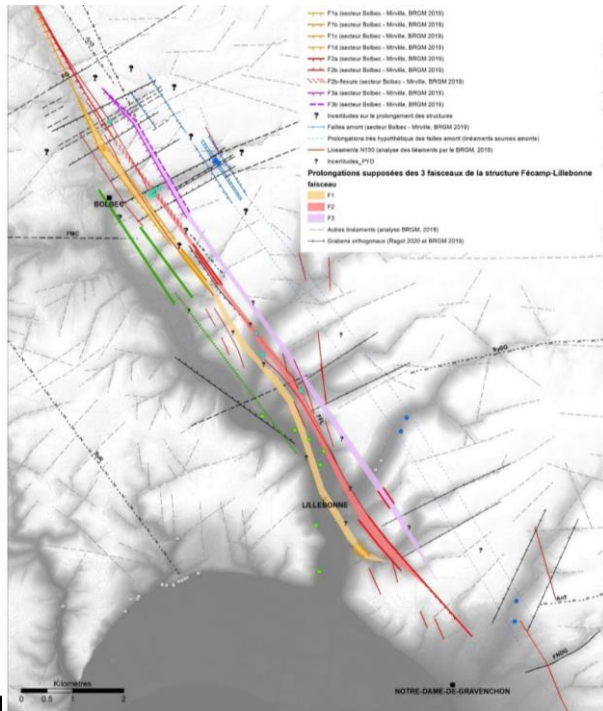
This work © 2023 is licensed under CC BY-NC 4.0

Secteur 1 : la faille Fécamp-Lillebonne à Bolbec

5. Proposition d'un nouveau schéma structural



Meire et al., 2019 (BRGM/RP-69543-FR)
David et al. 2020 (BRGM/RP-69139-FR)

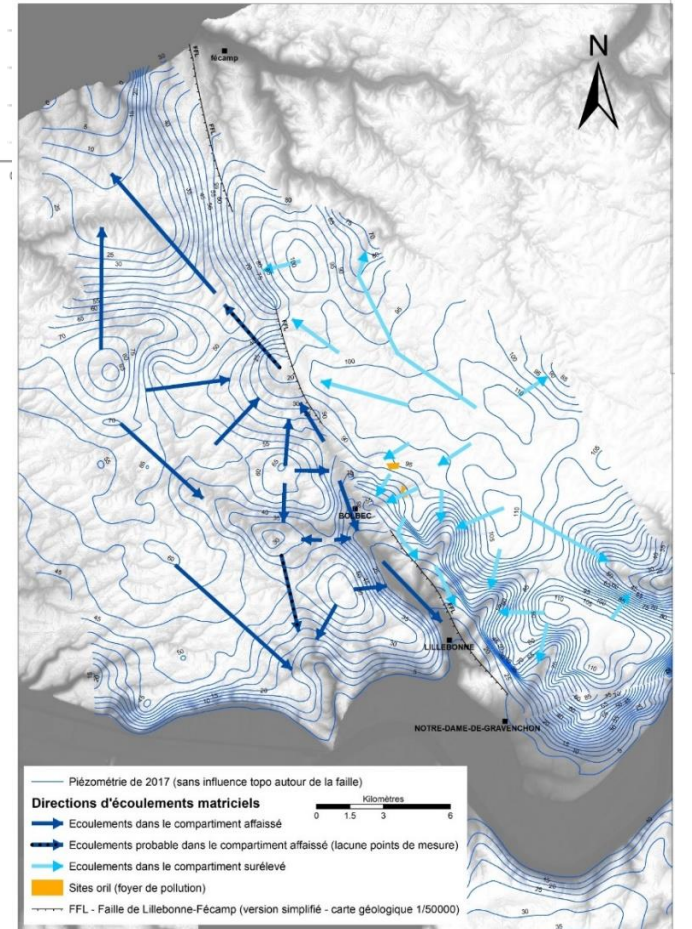


<< Schéma complexe en tresse de faille autour de 3 principales structures faillées



Impacte la piézométrie et l'organisation des écoulements matriciels

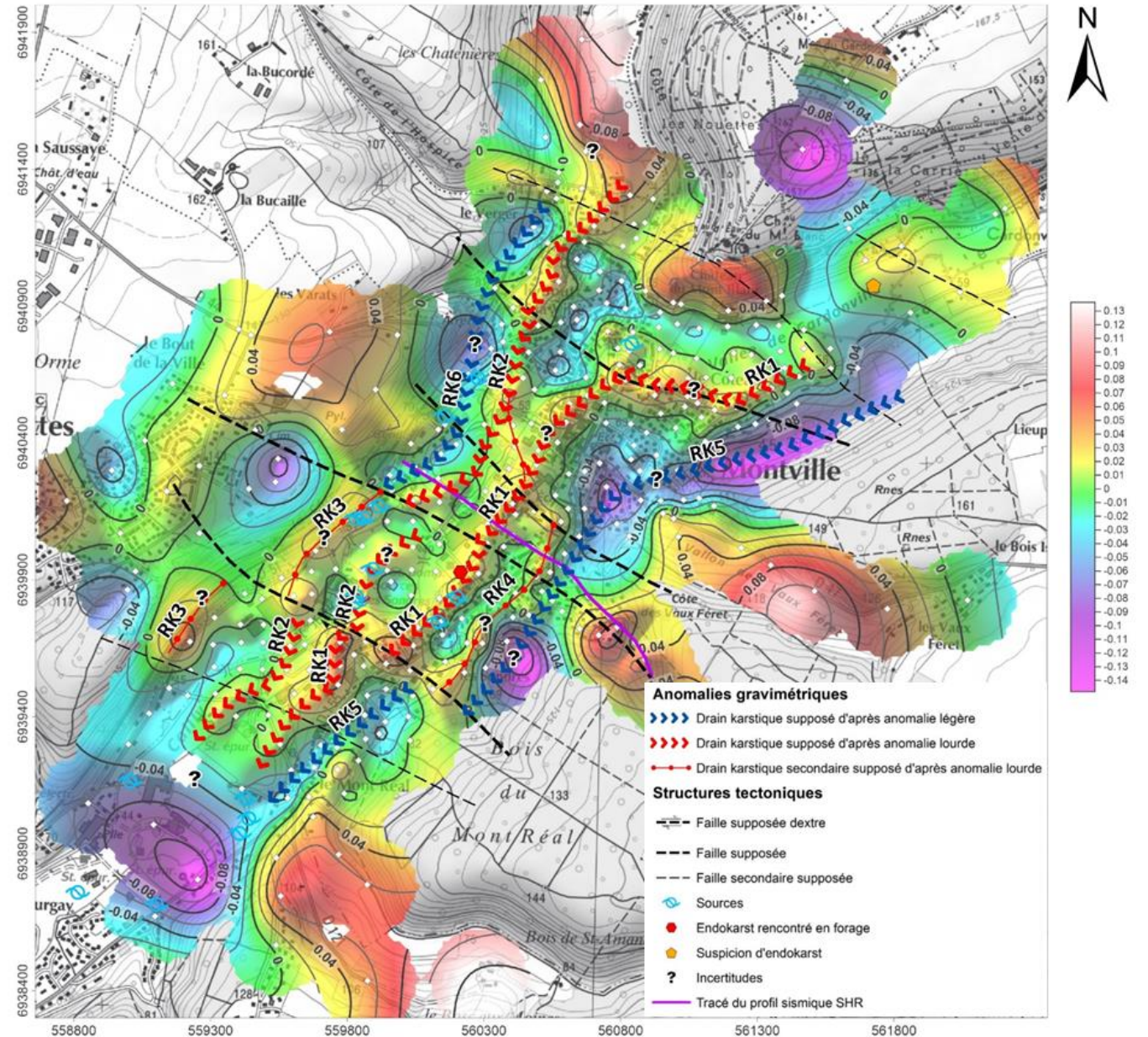
Impacte le développement du plus important système karstique de la craie de Normandie connu à ce jour (drainage à + 20 km vers le nord Yport-Manche)



Secteur 2 – Vallée de Seine - Nord de Rouen

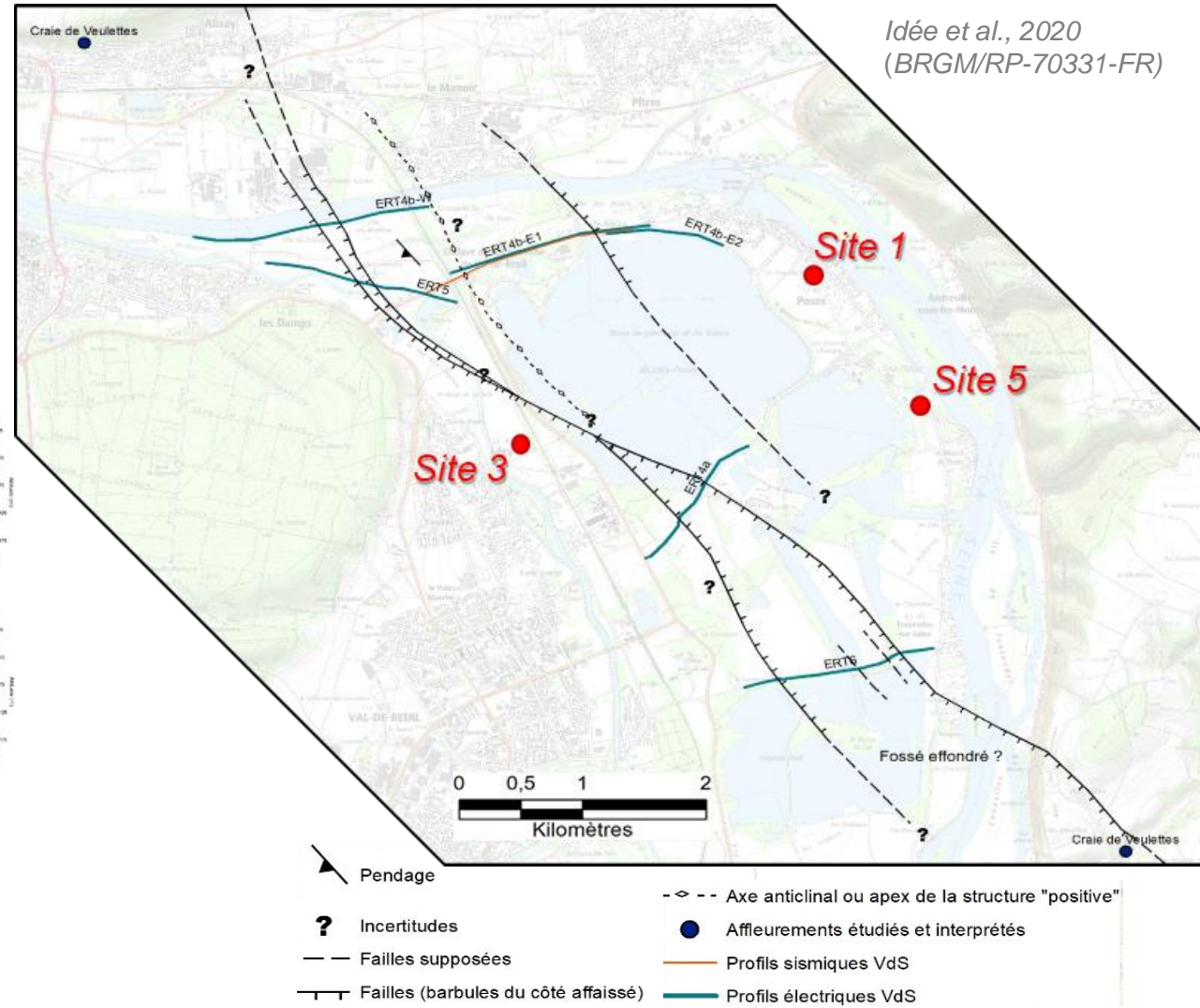
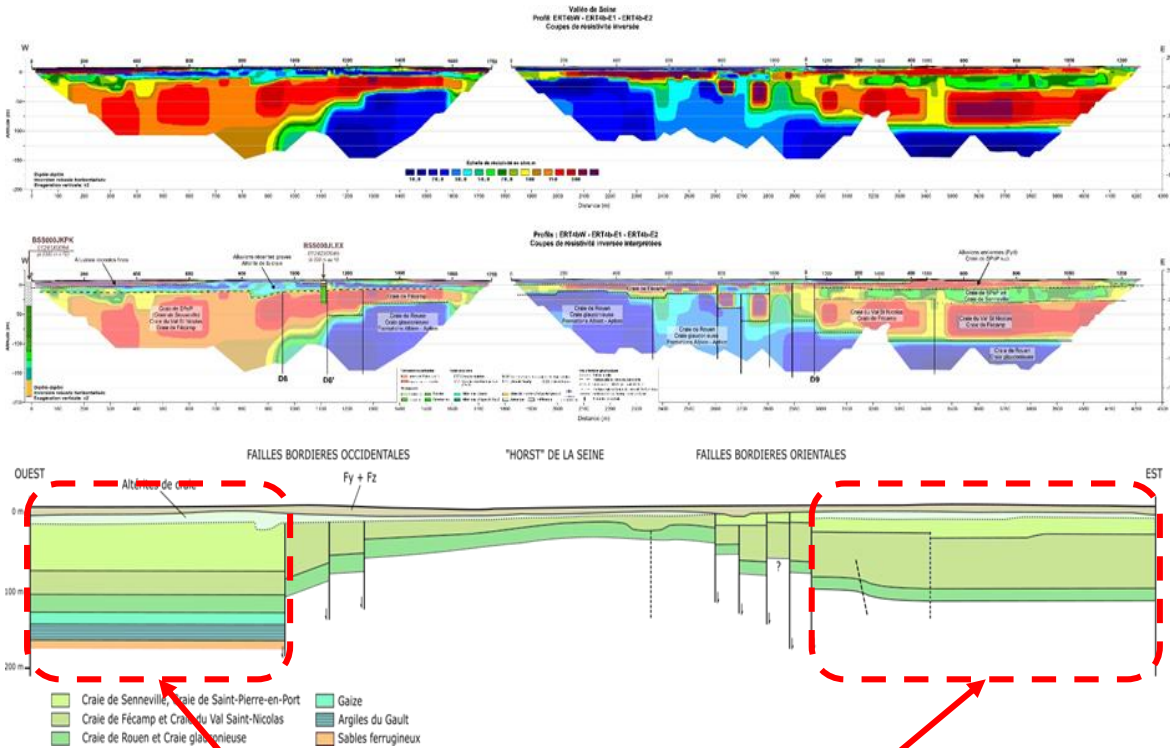
Essai d'identification des drains karstiques - Carte gravimétrique locale

- Axes orientés NE-SO (orientation de la vallée)
- Corrélation entre les anomalies et des données hydrogéologiques (sources, karsts)
- Hypothèses privilégiées :
 - les **anomalies lourdes** sont associées à des zones karstiques remplies de formations argileuses ou limoneuses (+ denses que la craie)
 - les **anomalies légères** sont associées à des vides karstiques plus francs



Secteur 3 – Vallée de Seine - Boucle de Poses

1. Acquisition 2-D >> corrélation des discontinuités
2. Proposition d'un nouveau schéma structural
3. Aide au positionnement de forages de reconnaissance >> identification de sites
4. Réalisation de 12 piézomètres et 2 forages de reconnaissance et diagraphies (Artélia, 2022) : calage litho-stratigraphique et mise à jour du schéma structural



Idée et al., 2020
(BRGM/RP-70331-FR)

Secteurs retenus pour les forages

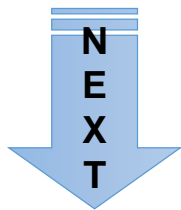
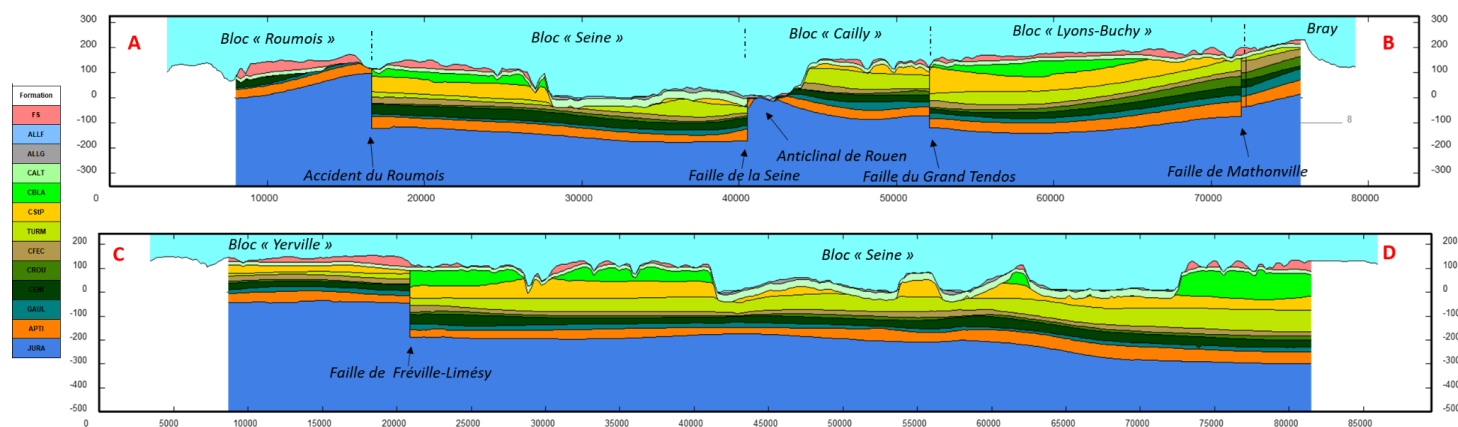
Bancarisation des informations géologiques et géophysiques > modèle géologique 3D (support de base à la modélisation hydrogéologique)

Objectif : modéliser la pile sédimentaire crayeuse selon le découpage lithostratigraphique

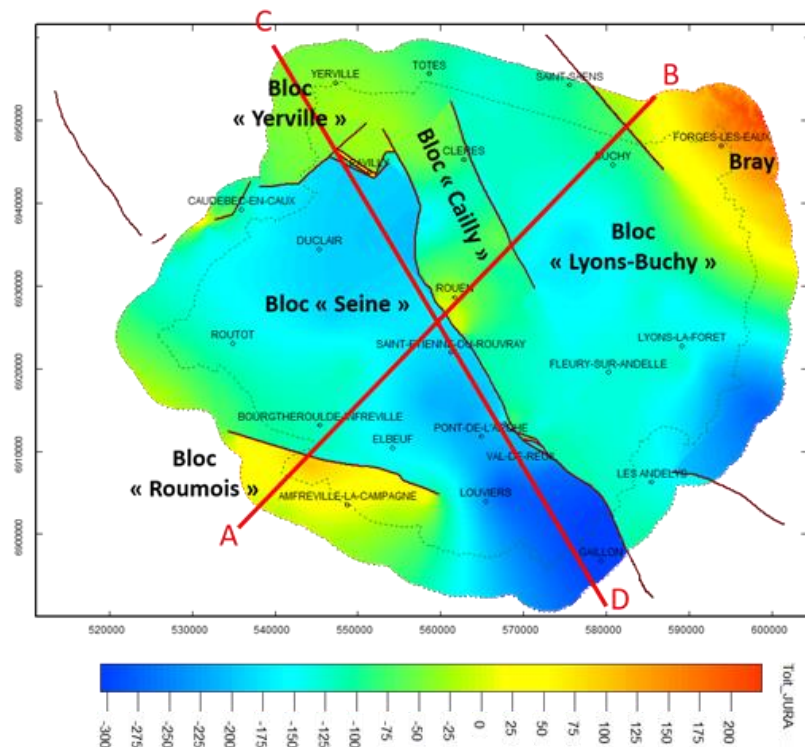
- Pile stratigraphique GDM = pile lithostratigraphique de Lasseur (2007)
- Bancarisation et « codage » des données géologiques : sondages, cartes, affleurements, autres
- Intégration des informations issues de la géophysique (structures et géométries)

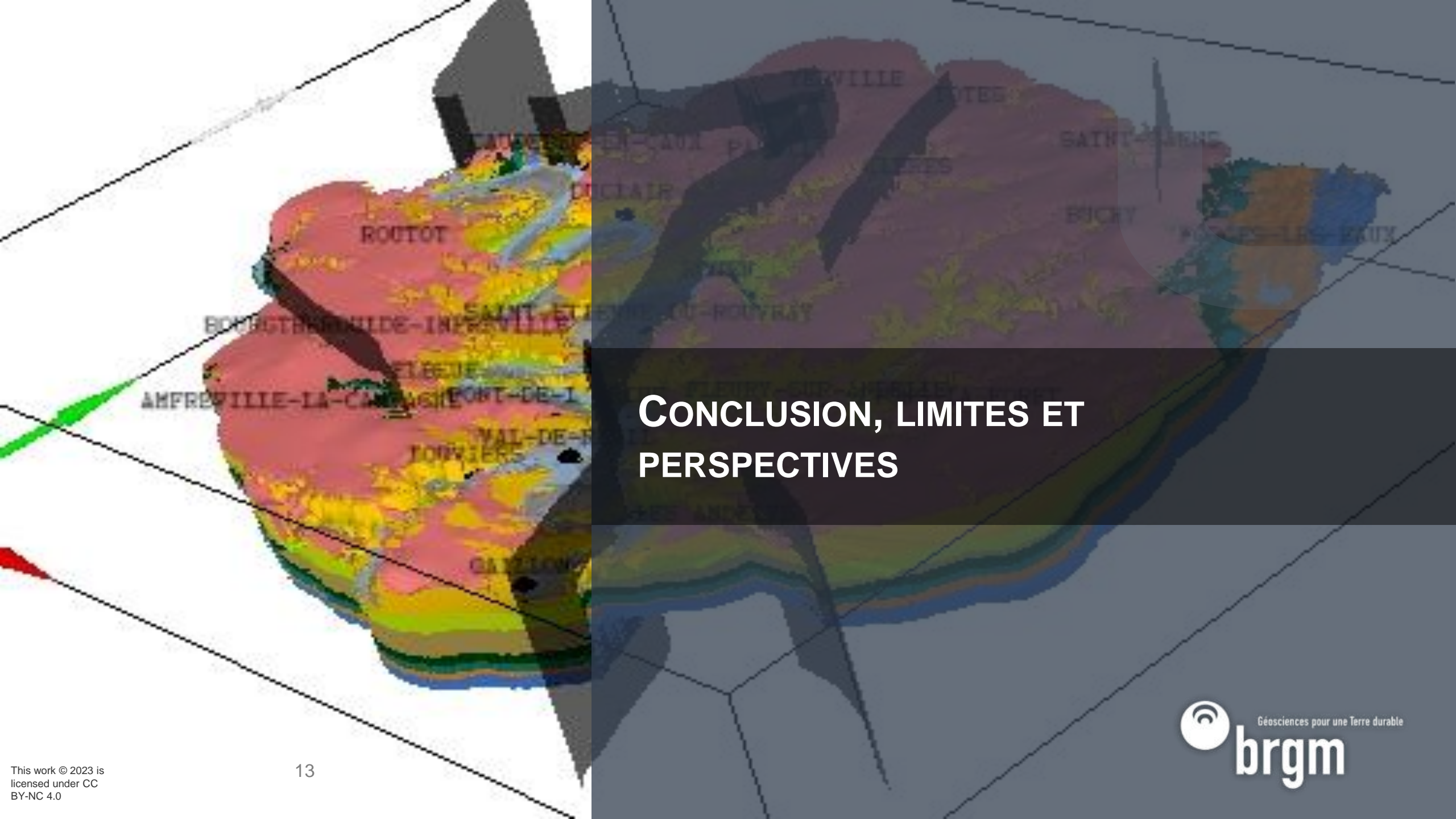


➔ Information fine de la géométrie de l'aquifère de la craie + substratum jurassique + aquifère albo-aptien + FS (notamment alluvions)



Modélisation hydrogéologique





CONCLUSION, LIMITES ET PERSPECTIVES

Conclusion, limites et perspectives

Principaux résultats

La **structuration de la craie est complexe** : hétérogénéité de faciès, découpage structural important à plusieurs échelles (diaclasses, failles en faisceaux, en marches d'escaliers,...) et karstification.

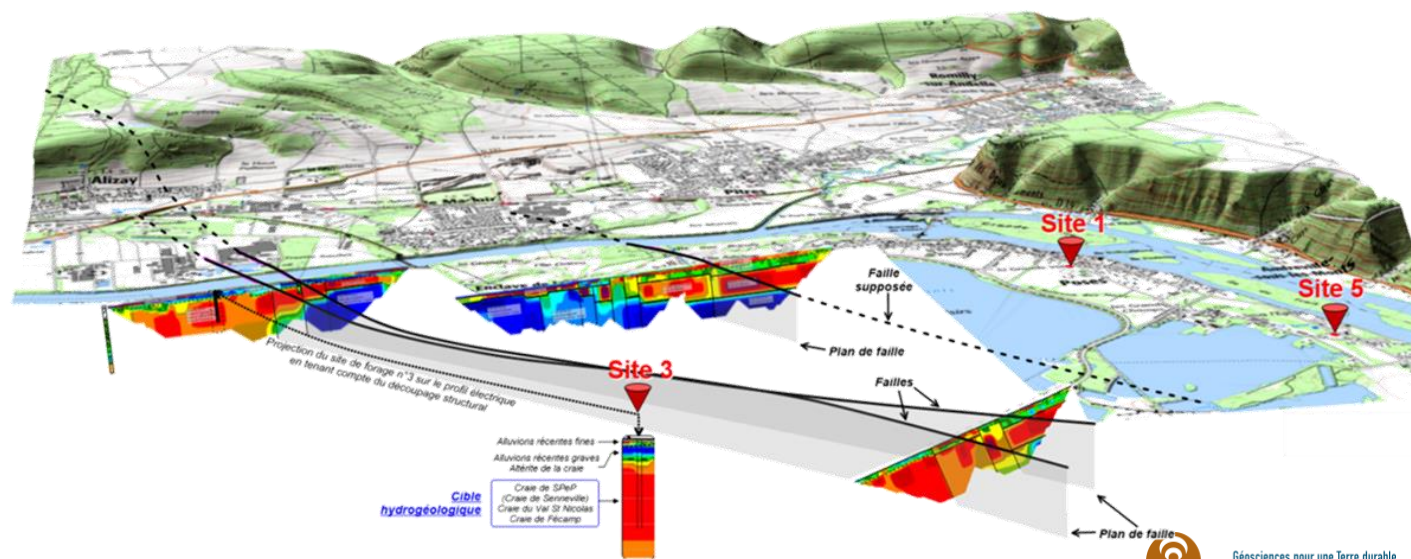
↳ Bien dimensionnée, l'**imagerie géophysique permet d'appréhender ces complexités**.

Limites

- La fiabilité des interprétations géophysiques dépend des données géologiques disponibles pour le calage. **Peu de données de bonne qualité disponibles** (= réinterprétable en lithostratigraphie).
- Les failles associées à des anomalies de résistivité ou sismiques : traduit l'altération ou la fracturation du milieu : le **rôle hydrogéologique de ces failles** restent un **verrou à lever pour la modélisation hydrogéologique**.

Perspectives

- Améliorer la qualité des données de sondage, piliers de la modélisation en systématisant les **diagaphies gamma-ray et résistivité (a minima)**.
- Tendre vers une interprétation quantitative des résultats géophysiques (modèle de porosité, perméabilité....) plus pertinente pour la modélisation hydrogéologique.



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

RÉFÉRENCES

David, P.Y. ; Meire, B. ; Pennequin, D. ; Jallais, N. ; Bault, V. ; Idee, E. ; Albinet, R. ; Belbeze, S. ; Ragot, J. (2020) - *Fonctionnement de l'hydro-système, interactions et cheminements des eaux naturelles et de la n-nitrosomorpholine dans le secteur de la Faille de Lillebonne – Fécamp (76) – Volet hydrogéologique - Rapport final* . BRGM/RP-69139-FR, 443 p., 14 annexes, 1 volume s

Idée E., Meire B., Portal A., Bault V., Batut K., avec la collaboration de Mathieu F., Malassigne V., Delaporte P., Thiery C. (2022) – *Recherche de ressources en eau dans la vallée de la Seine - secteur Elbeuf-Val de Reuil ; Synthèse géologique, hydrogéologique et environnementale, intérêt pour une exploitation locale de l'aquifère crayeux en vallée de Seine. Rapport final*. BRGM/RP-70331-FR, 294 p.

Meire, B. ; Portal, A. ; Jacob, T. ; Paquet, F. ; Bitri, A. ; Mathieu, F. ; David, P.-Y. (2019) - *Fonctionnement de l'hydro-système, interactions et cheminements des eaux naturelles et de la n-nitrosomorpholine dans le secteur de la Faille de Lillebonne - Fécamp (76) - Volet géologique et géophysique. Rapport final*. BRGM/RP-67087-FR, 175 p.

Meire B., Assy Y.O., Lasseur E., Jallais N., David P.Y., Idee E. (2022) – *Modèle mathématique de gestion des ressources en eau de l'hydro-système Seine – Craie – Alluvions sur les territoires de la Métropole de Rouen Normandie et du Syndicat Mixte du SAGE Cailly-Aubette-Robec. Rapport n°5 : modélisation géologique 3D. Rapport final v3*. BRGM/RP-71809-FR, 124 p.

Meire B., Paquet F., David P.Y. (2020) - *Modèle mathématique de gestion des ressources en eau de l'hydro-système Seine – Craie – Alluvions sur les territoires de la Métropole de Rouen Normandie et du Syndicat Mixte du SAGE Cailly-Aubette-Robec. Rapport n°1 : synthèse géologique et structurale. Rapport final*. BRGM/RP-69543-FR, 69 p.

Portal A. Jacob T., Meire B., Bretaudeau F., Mathieu F., Paquet F., David P.Y. (2020) - *Modèle mathématique de gestion des ressources en eau de l'hydro-système Seine – Craie – Alluvions sur les territoires de la Métropole de Rouen Normandie et du Syndicat Mixte du SAGE Cailly-Aubette-Robec. Rapport n°2 : résultat des investigations géophysiques. Rapport final*. BRGM/RP-69544-FR, 123 p.