

Géoscan IDF - Décarboner la chaleur francilienne grâce à la géothermie profonde

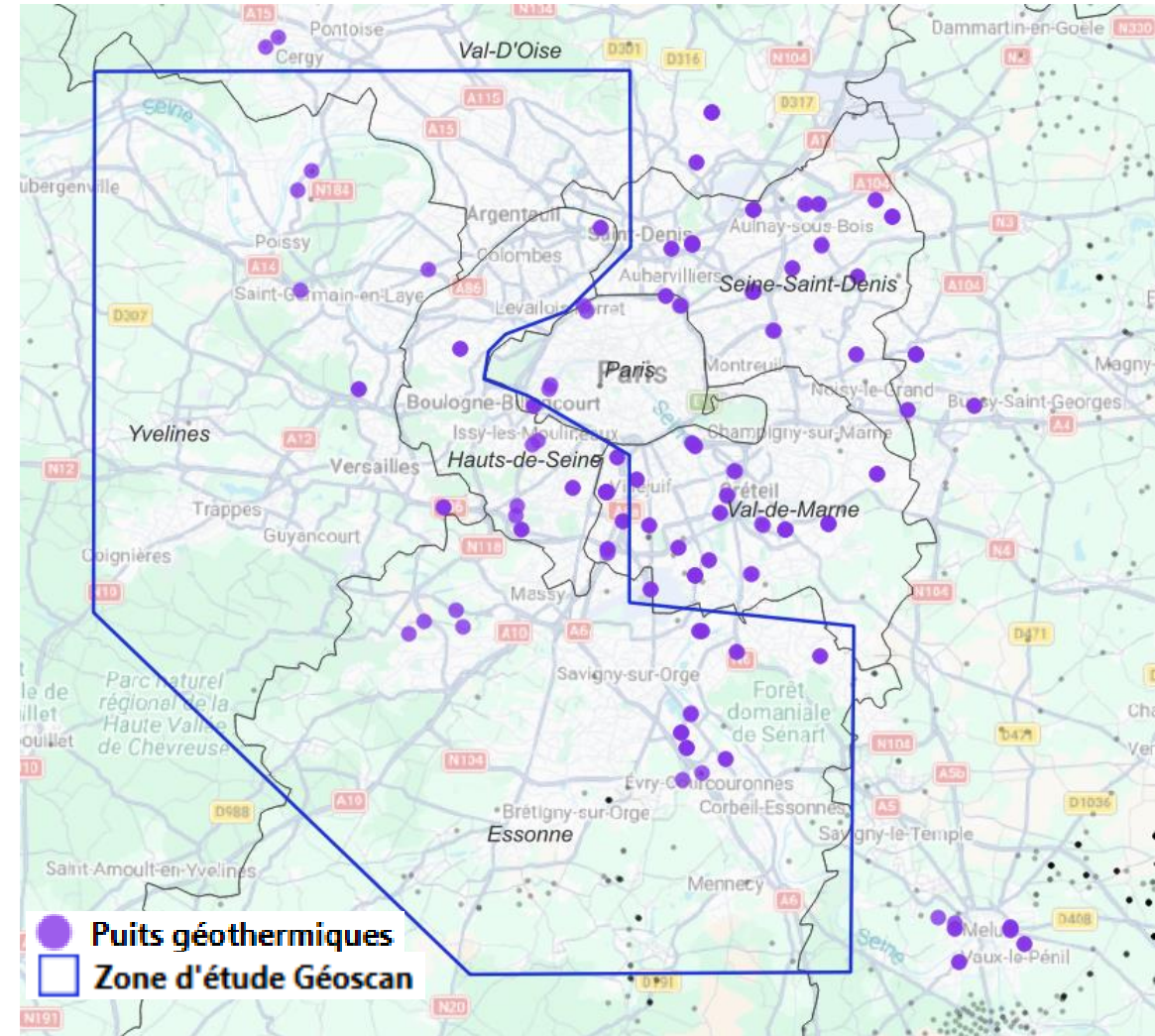
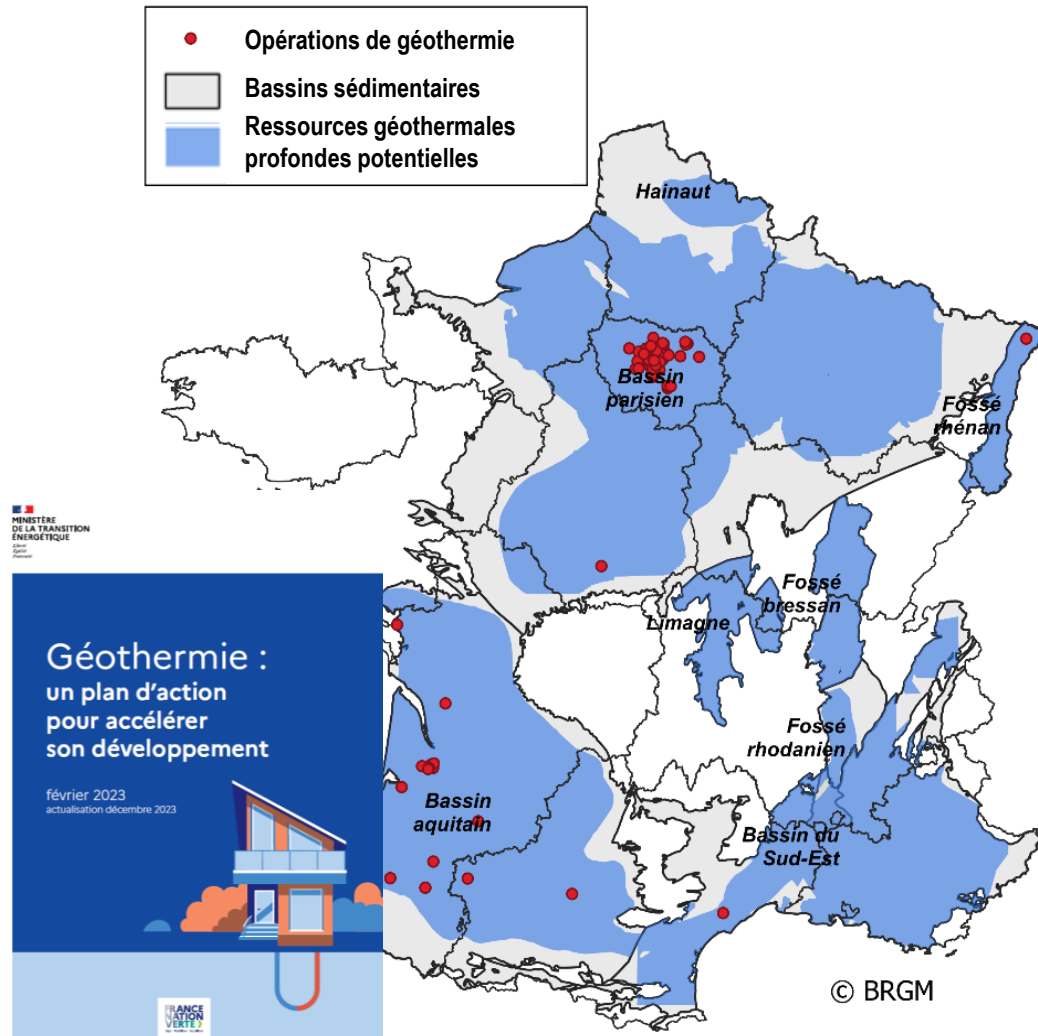
Restitution des travaux Géoscan

19 mai 2026 – Hôtel de Région Île-de-France – Saint Ouen

Présentation du BRGM – geoscan@brgm.fr

Photo : A. Stopin

La genèse du projet Géoscan Île-de-France



Carte des ressources potentielles de géothermie profonde en France, ouvrages géothermiques actifs et plan d'action pour accélérer la géothermie (PANG)

Zone d'étude Géoscan et localisation des forages géothermiques actifs du Bassin parisien d'après BRGM (Sybase)

De quoi parle-t-on ?

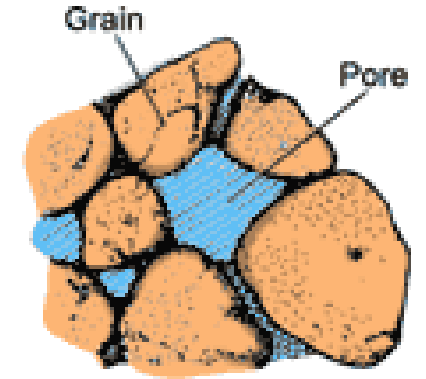
- Ce que l'on recherche :

Une **roche** présente dans le sous-sol, au-delà de 500 m, contenant de **l'eau chaude en volume suffisant** et pouvant être **mobilisée** par forage pour alimenter les réseaux de chaleur en surface puis réinjectée dans le sous-sol

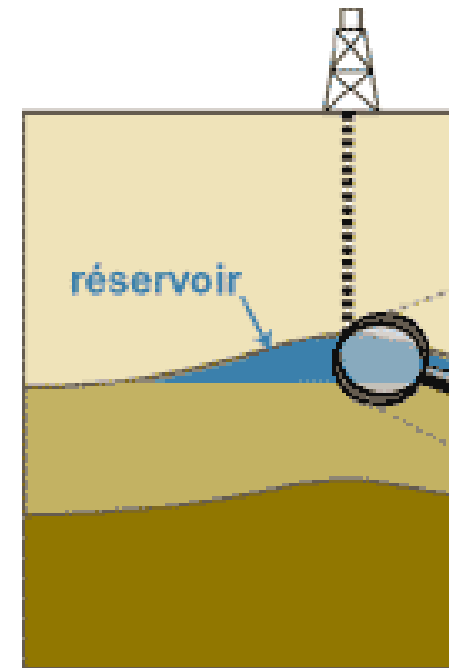
- Réservoir → couches géologiques / roches
 - Volume d'eau → porosité / saturation
 - Mobile → perméabilité
 - Chaude → gradient géothermique (3°C/100 m)
- Comment « voir » et connaître le sous-sol ?
 - observations directes : puits
 - observations indirectes : méthodes d'exploration non destructives (sismique 2D, électromagnétique, gravimétrie, etc.)



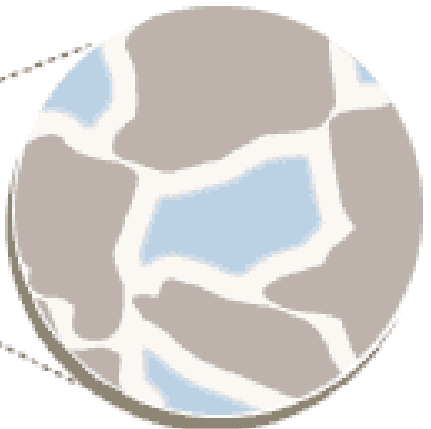
Notion de porosité



Qu'est ce qu'un réservoir ?

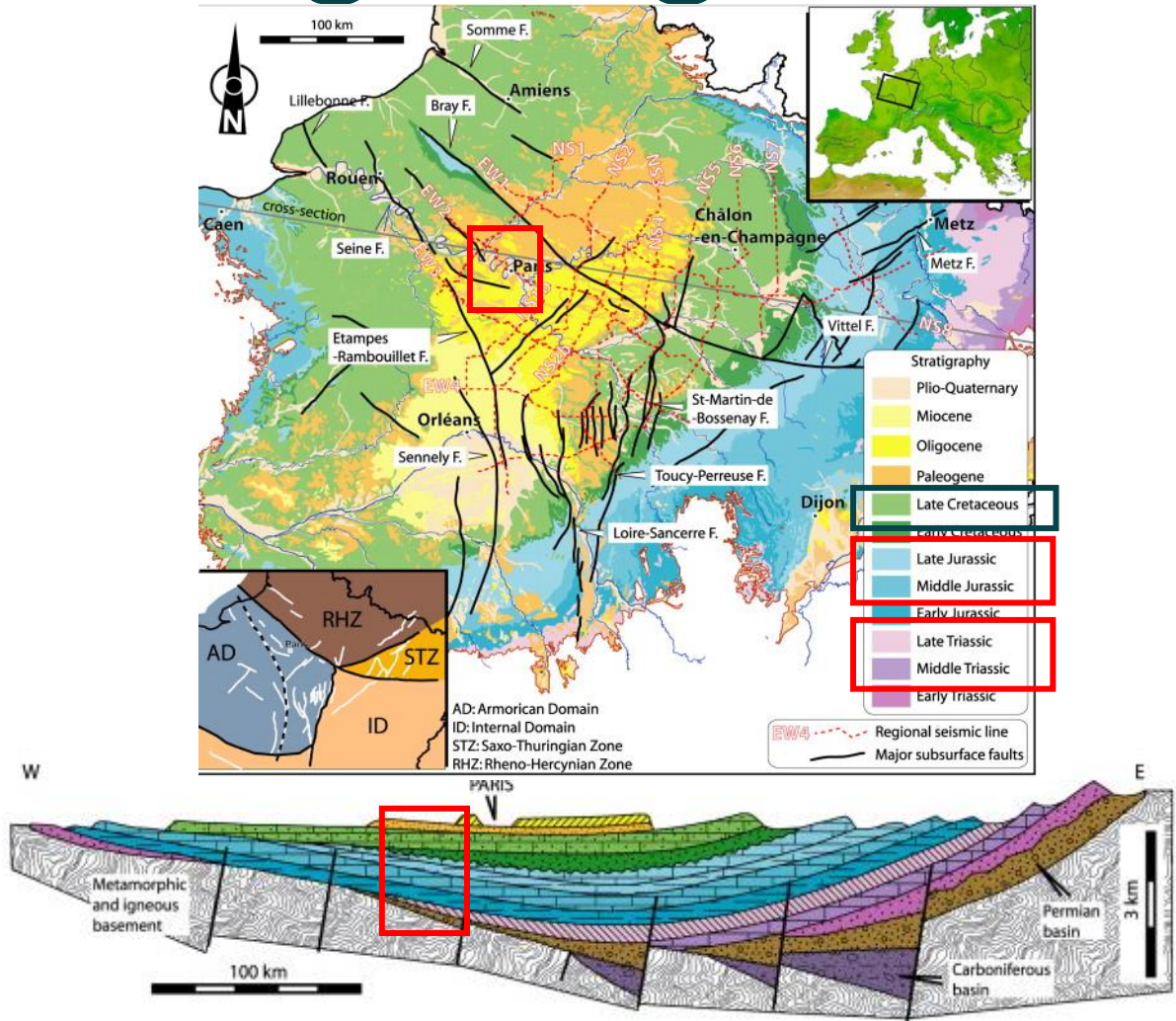


Porosité ?
Saturation ?



Perméabilité ?
Nature des fluides ?

La géologie de la zone Géoscan



Carte géologique et coupe du Bassin parisien d'après (Héritier et Villemin 1971; Mégnien et Mégnien 1980; Perrodon et Zabek 1990; Jocelyne Delmas et al. 2002) modifié par (Beccaletto et al. 2011)

300 à 800 m

20 à 40°C

500 à 1400 m

40 à 60°C

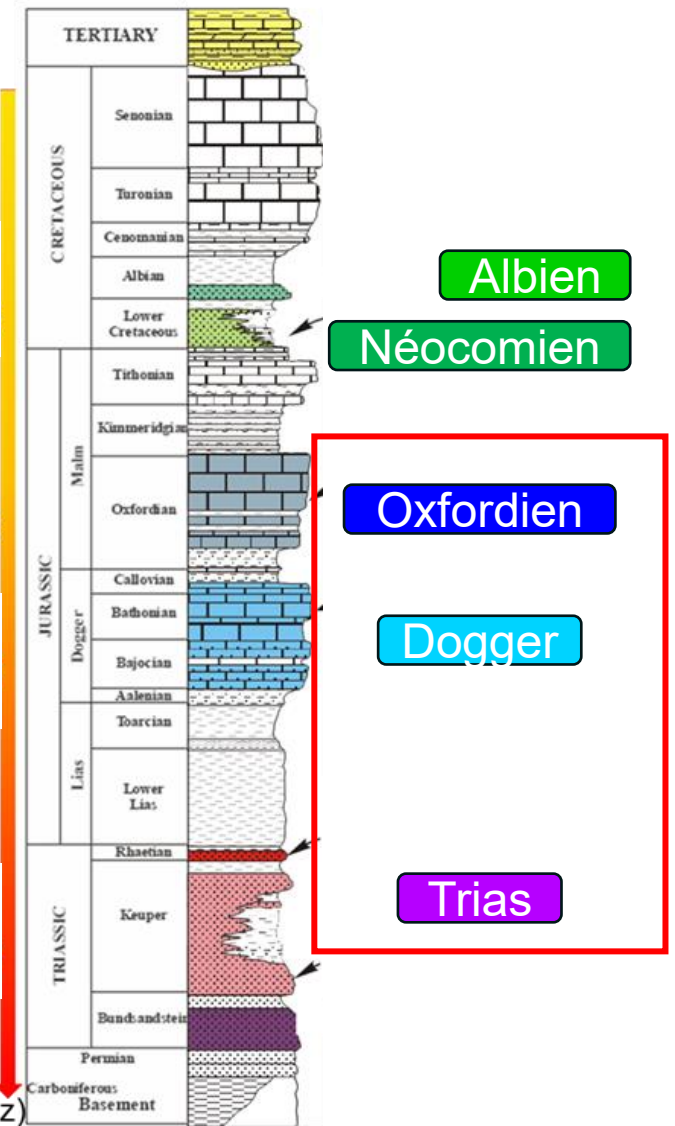
1000 à 1600 m

50 à 80°C

1100 à 2400 m

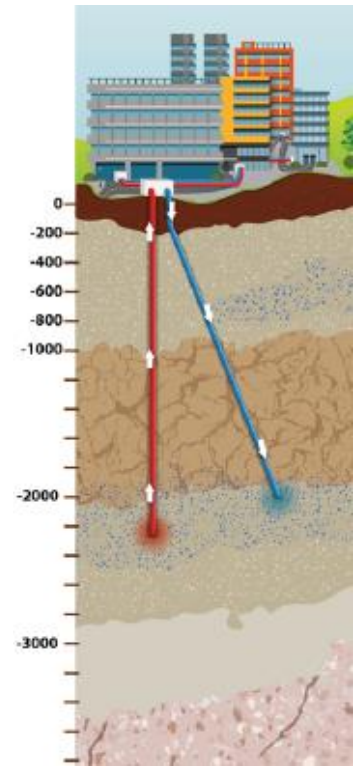
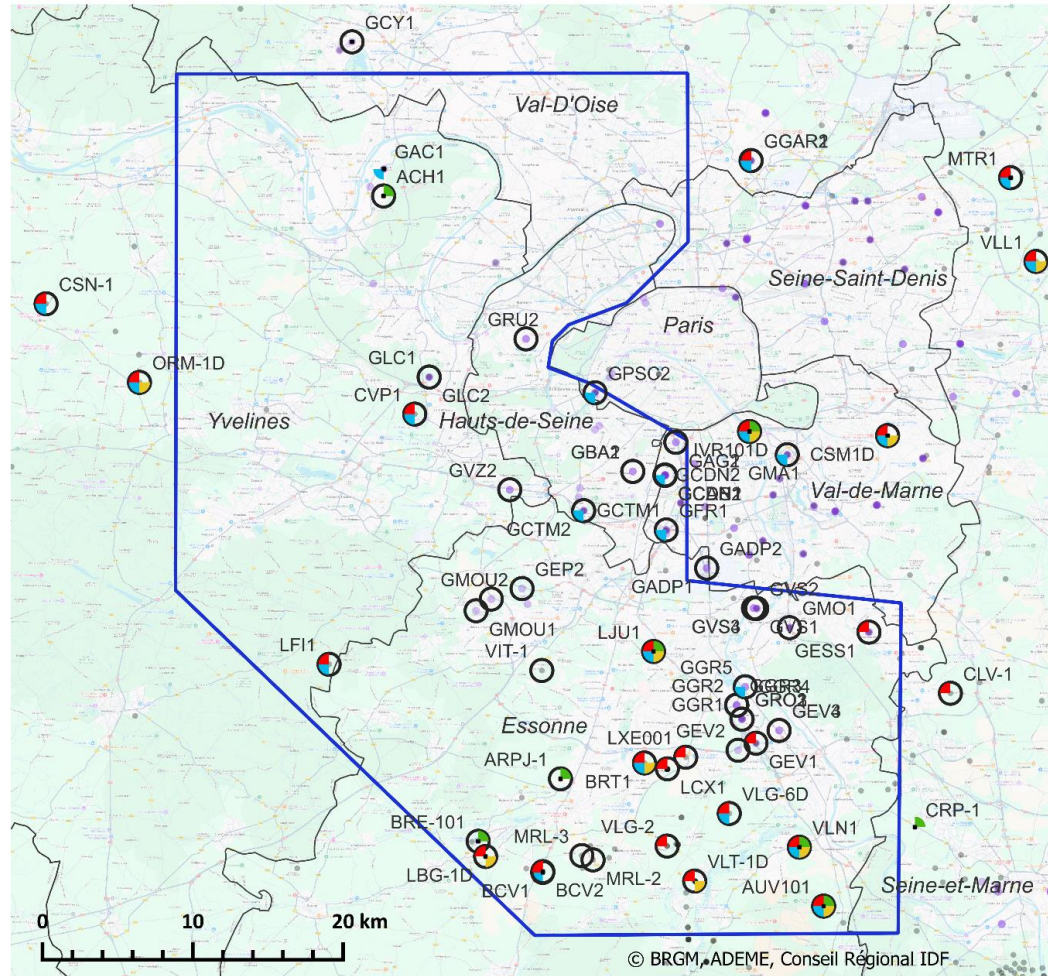
jusqu'à 100°C

$$T(^{\circ}\text{C}) = f(z)$$



Les puits pétroliers et géothermaux

- Base de données de 78 puits sur la zone d'étude



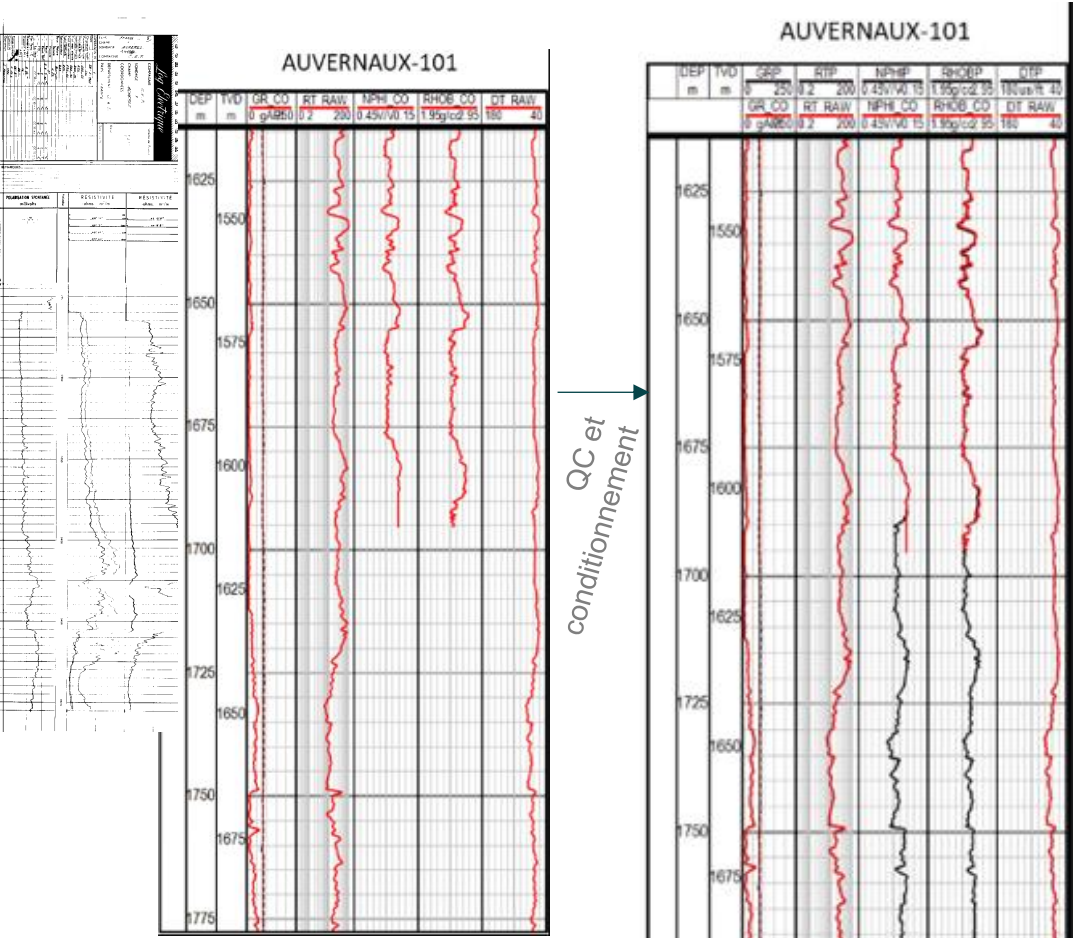
- Zone d'étude Géoscan
- Puits géothermiques
- Forages pétrolier (d'après BEPH)

Données utilisées dans le projet Géoscan

- Corrélation stratigraphique des puits
- Traitement des PSV et modèle de vitesse
- Analyse pétrophysique des diagraphies (facies, porosité)
- Analyse pétrophysique détaillée pour le QI
- Etude des échantillons de roches dans Geoscan (description carotte, LM, DRX, mesure Phi/K)
- Etude des échantillons de roches ancienne (description carotte, mesure Phi/K)

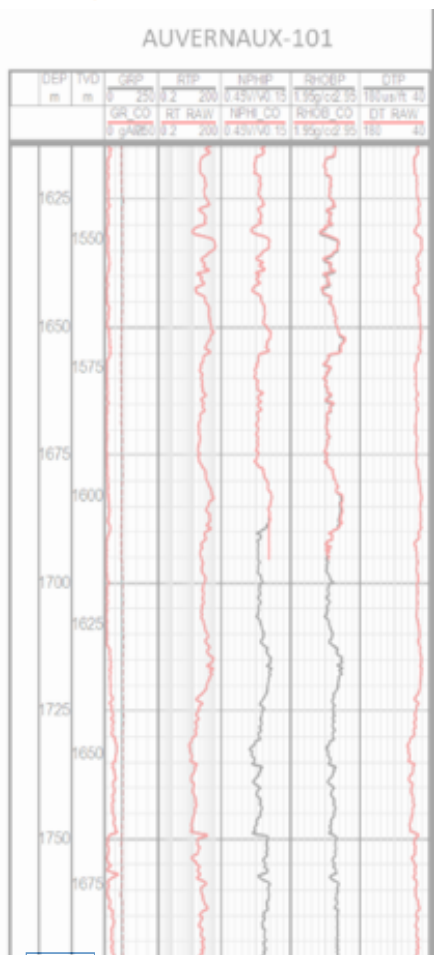
Analyse des données de puits

0. Numérisation, bancarisation des diagraphies et QC

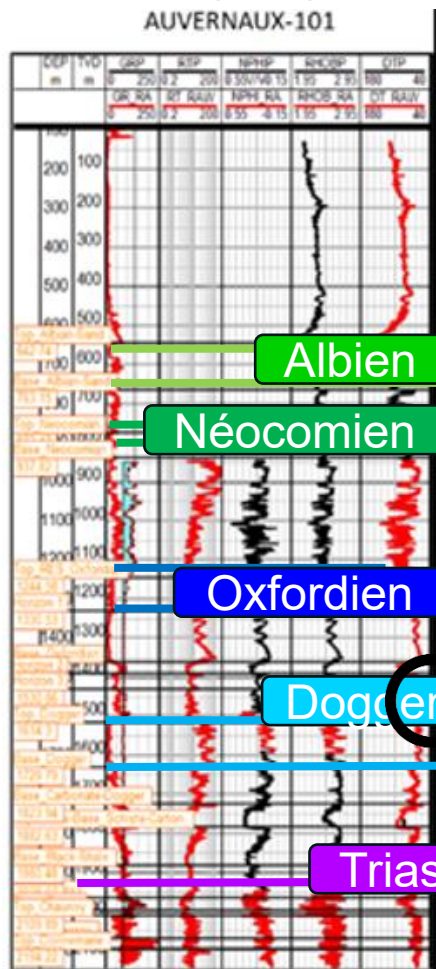


Analyse des données de puits

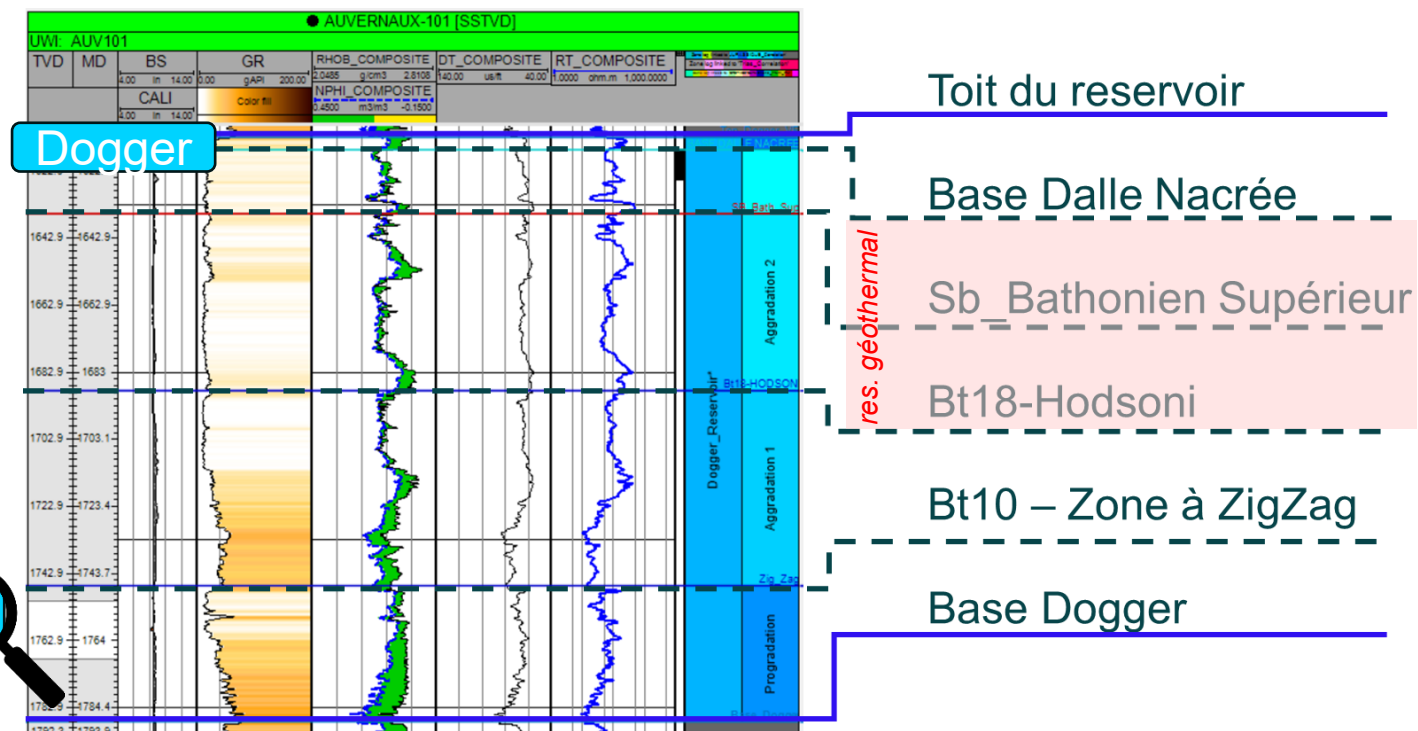
0. Bancarisation des diagraphies et QC



1. Identification des horizons* géologiques



2. Interprétation stratigraphie séquentielle**



*horizon géologique = toit ou base de la couche géologique

**stratigraphie séquentielle = précision sur les formations/séquences de dépôts dans une couche géologique

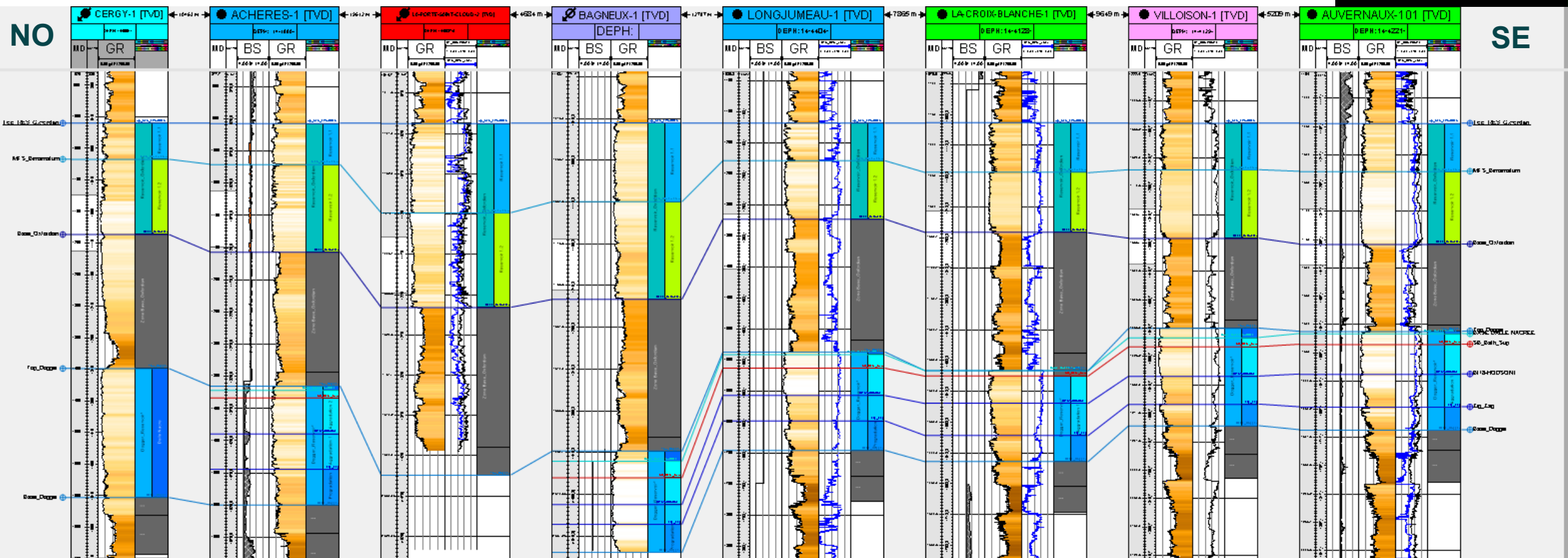
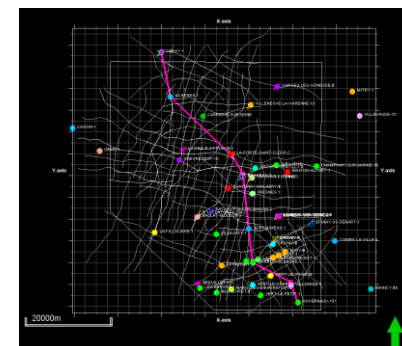
Analyse des données de puits

0. Bancarisation des diagraphies et QC

1. Identification des horizons géologiques

2. Interprétation stratigraphie séquentielle

3. Corrélation entre puits



Analyse des données de puits

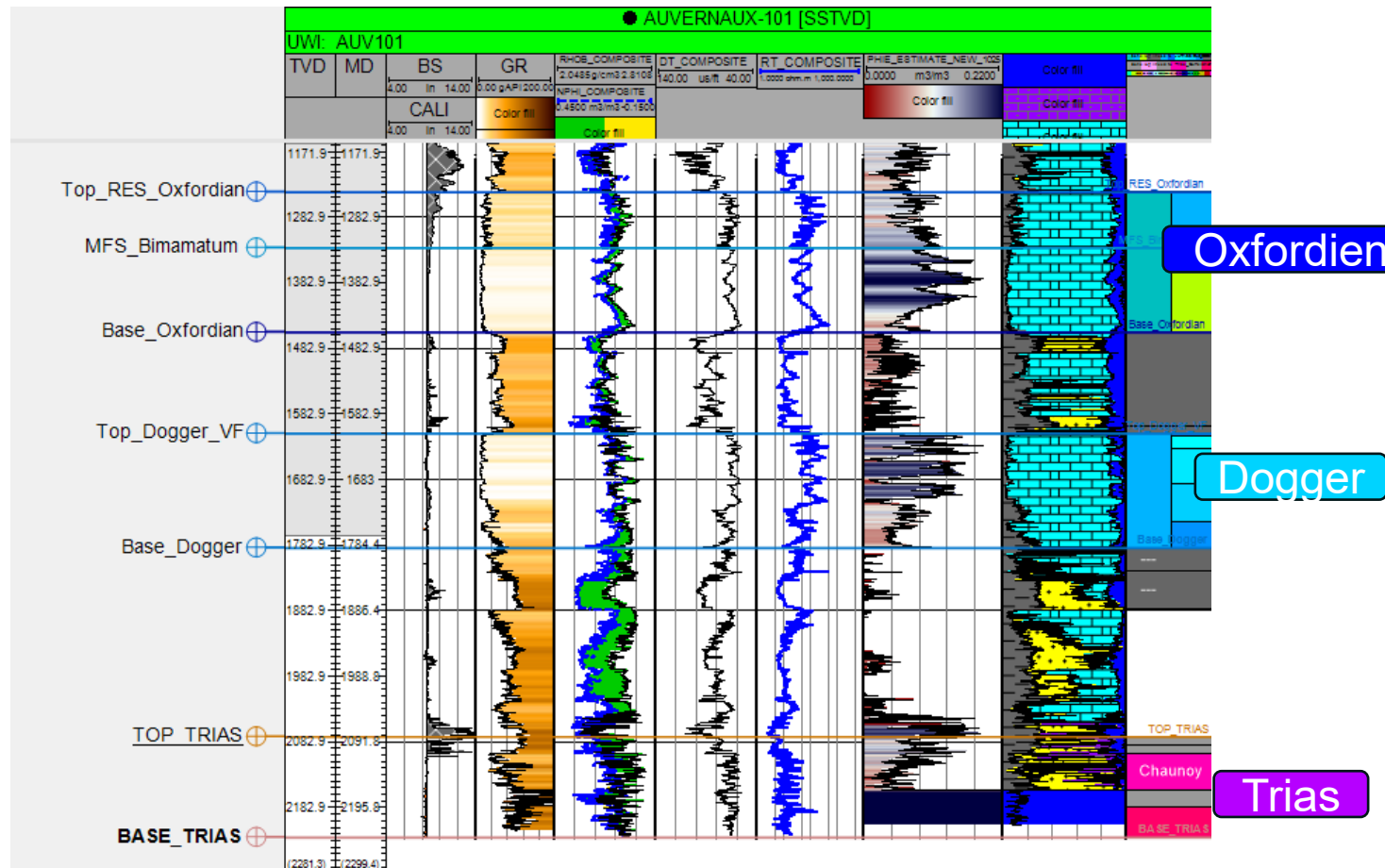
0. Diagraphie électrique de puits, papier ou numérisisé

1. Identification des horizons géologiques

2. Interprétation stratigraphie séquentielle

3. Corrélation entre puits

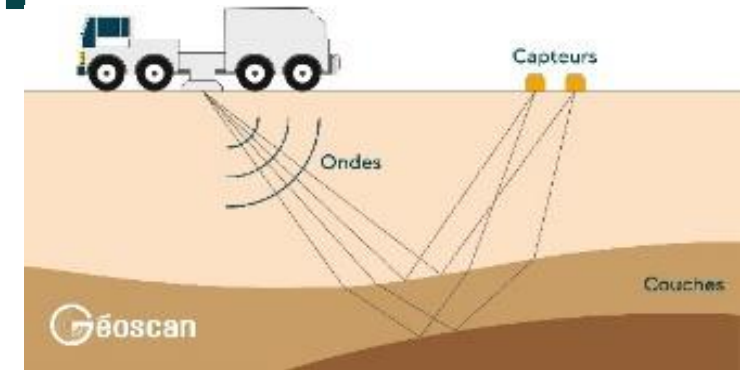
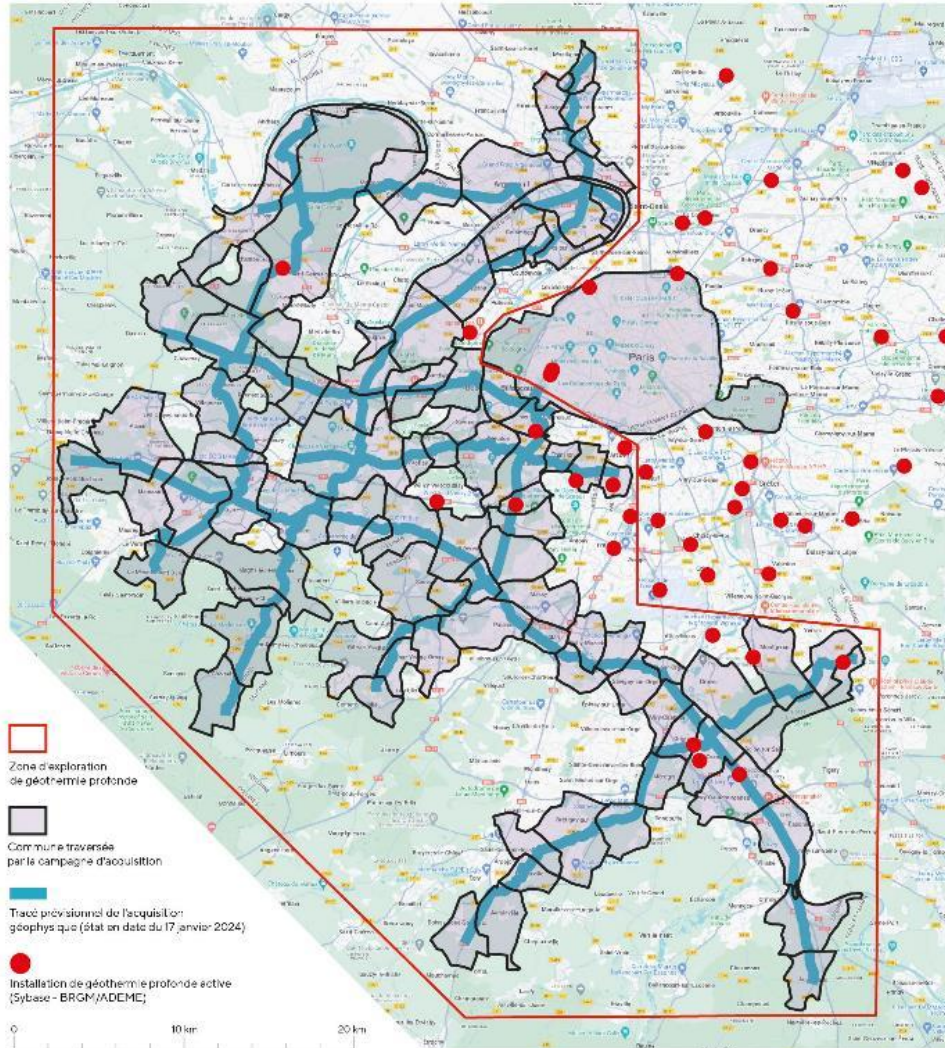
4. Interprétation quantitative



- Résultats :**
- géométrie fine du sous-sol au puits (1D)
 - extension latérale des formations
 - composition des roches
 - saturation en eau
 - porosité

Comment passe-t-on à la 2D et la 3D ?

Retour sur la campagne d'acquisition géophysique



Principe de la méthode de sismique réflexion

- 280 km d'acquisition, le long de 8 lignes et traversant une centaine de communes
- Préparation durant 3 mois (autorisation de passage, tracé exact, déroulé des opérations, etc.)
- Acquisition de nuit de 22h à 6h, du 3 mars au 4 avril 2024, par la société *Smart Seismic Solution (S3)*

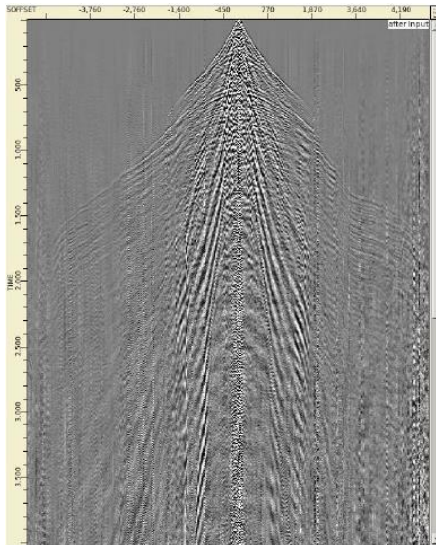


Camion vibreur en présentation et capteur d'enregistrement



Du signal à une image 2D du sous-sol

Donnée brute

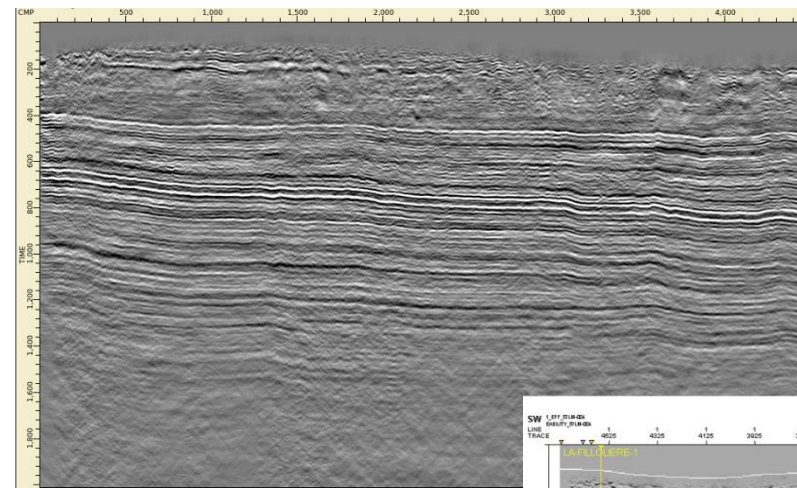


Exemple du signal obtenu pendant l'acquisition (tir sismique)

Traitement mathématique

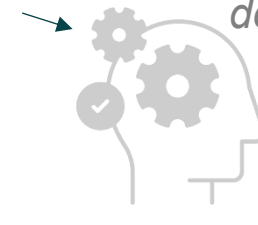


Donnée traitée

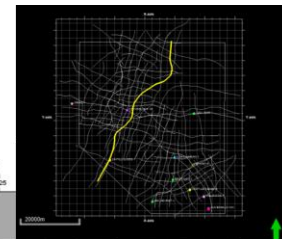


Ligne sismique retraitée (PSTM)

Interprétation de la donnée par des géologues

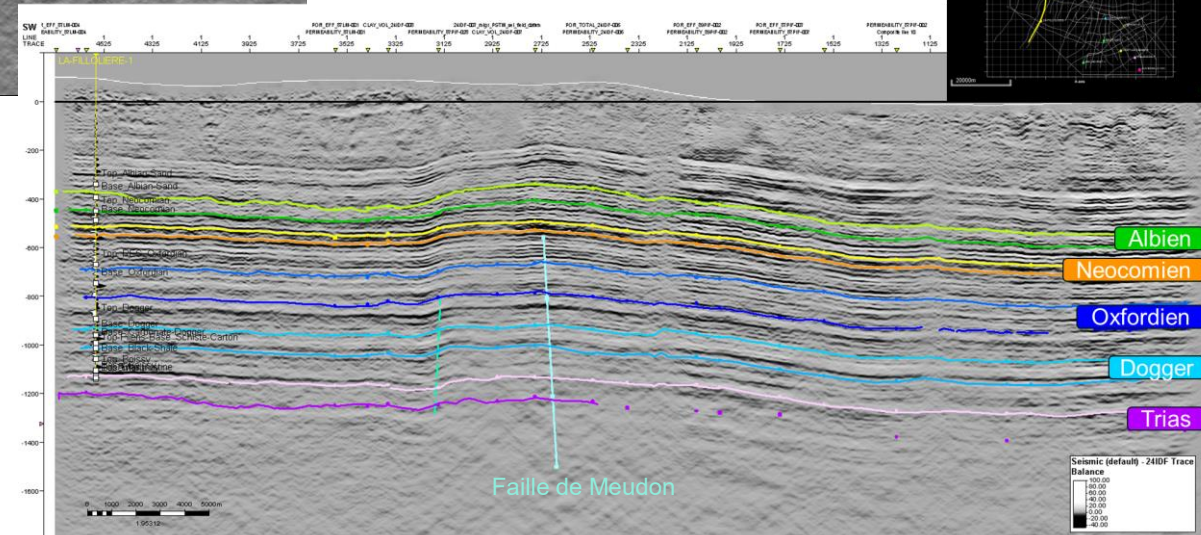


Sismique interprétée

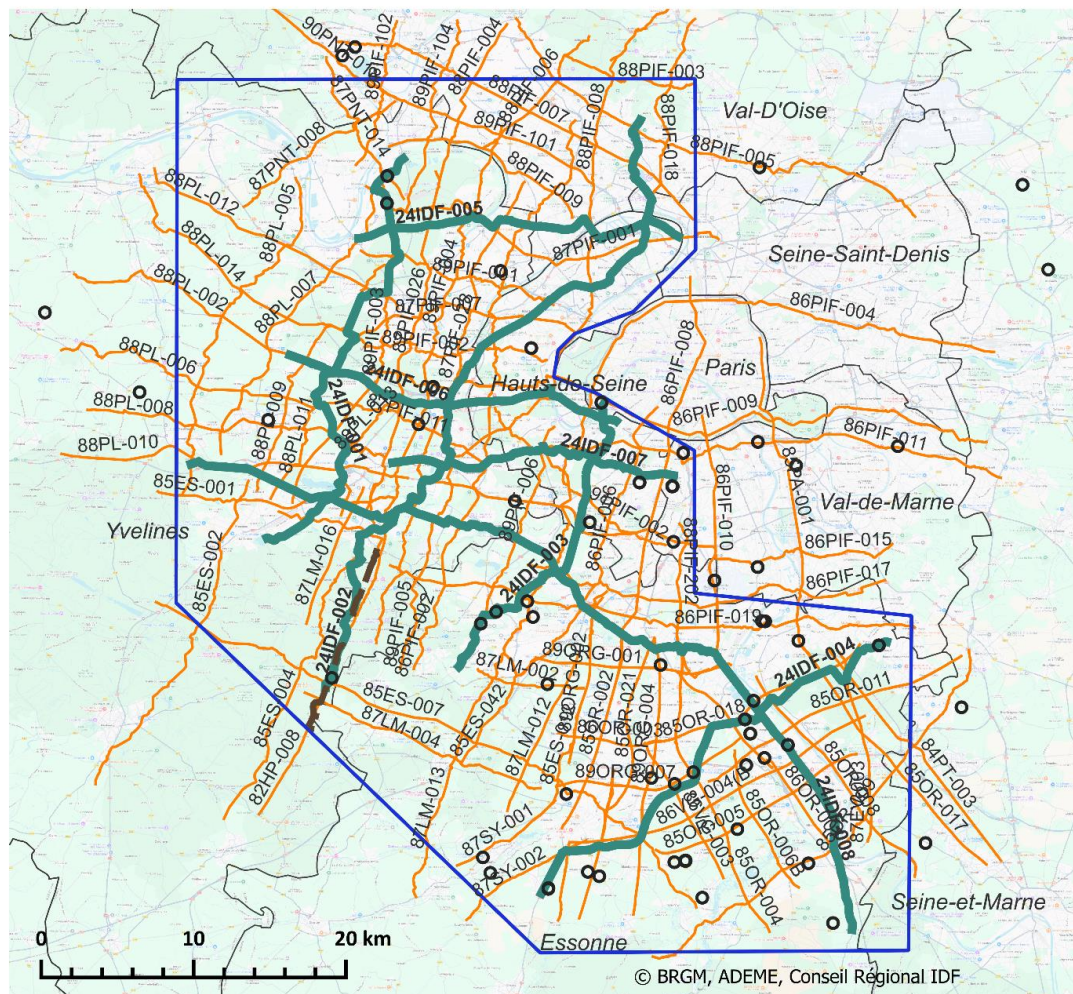


Résultats :

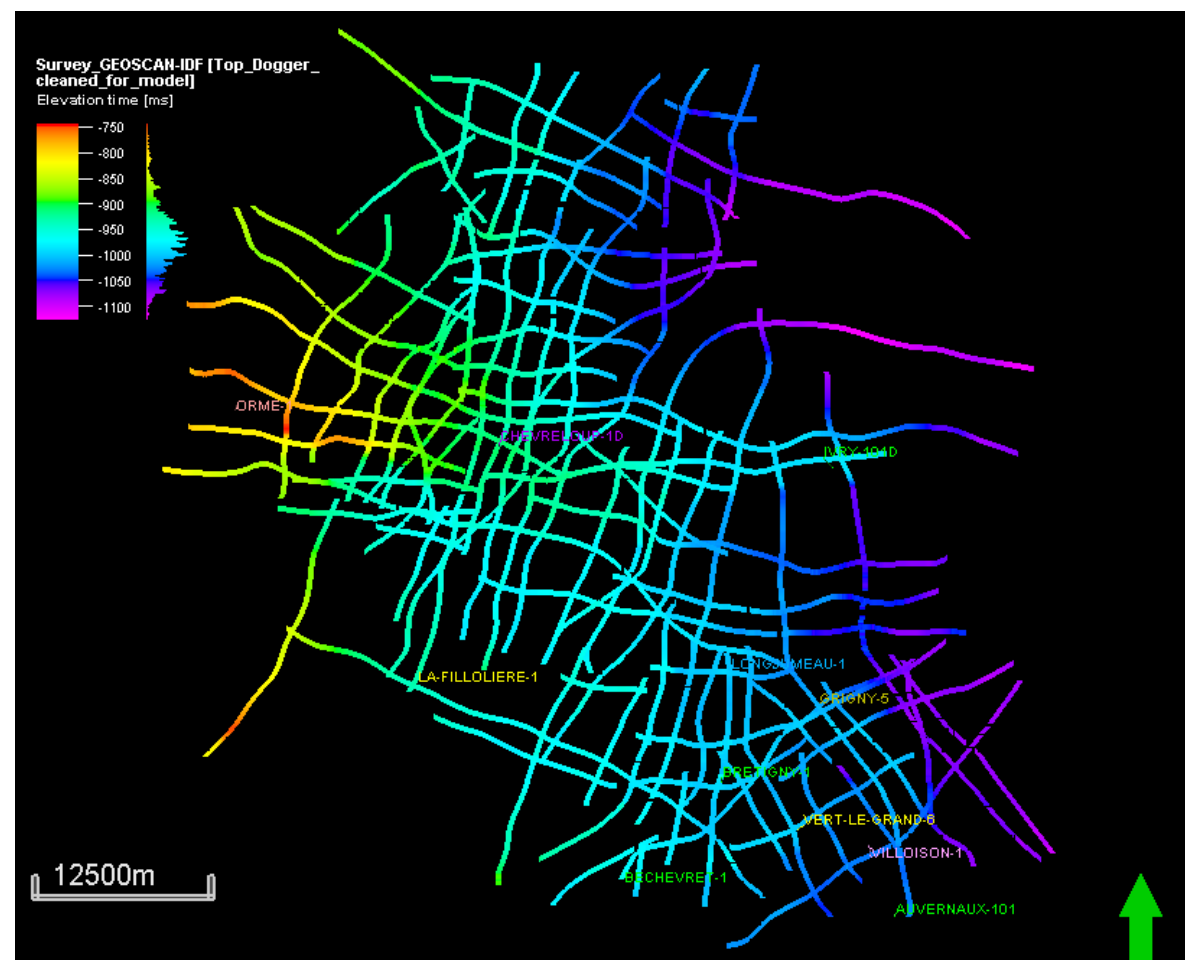
- géométrie du sous-sol en 2D (enveloppe des réservoirs)
- localisation des failles



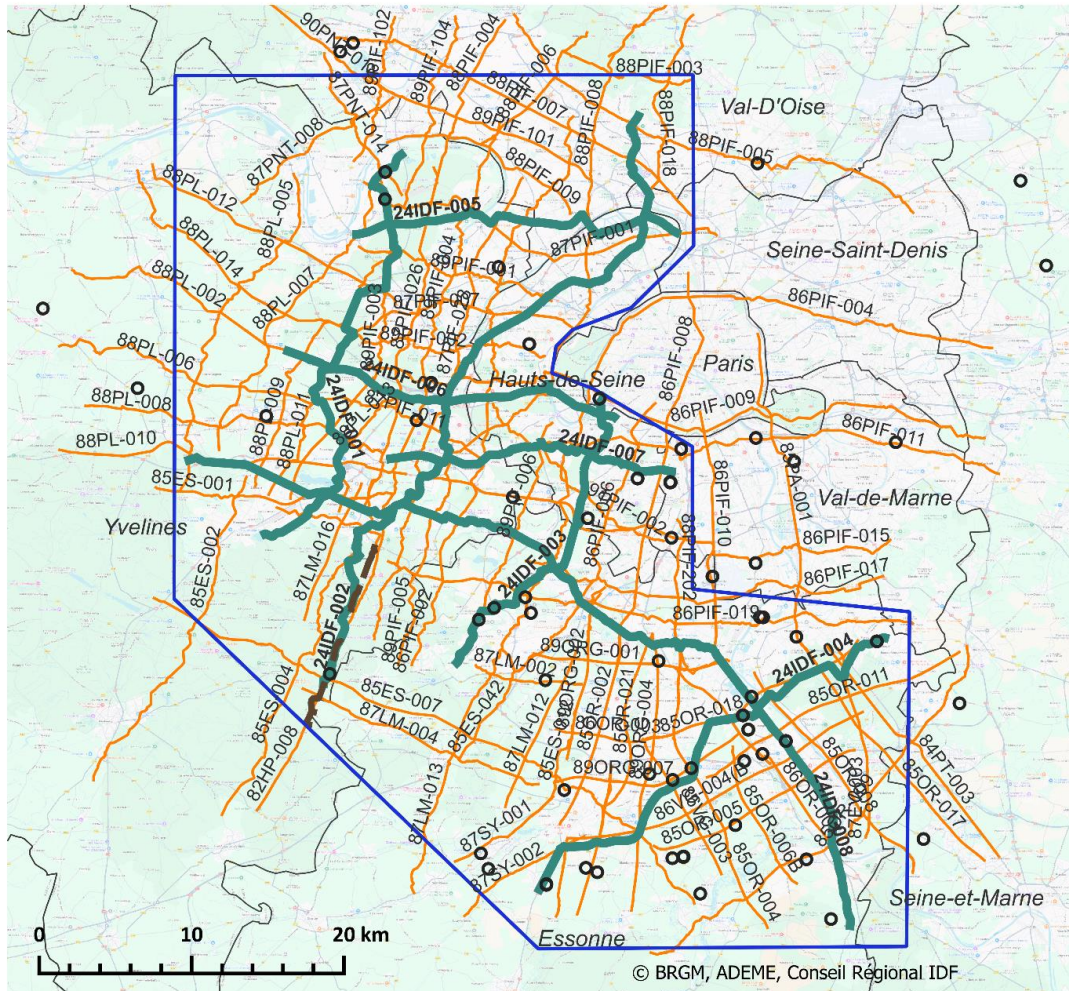
Héritage de l'exploration pétrolière



- 91 lignes sismiques anciennes utilisées dans l'étude en plus des 8 lignes nouvelles
→ 1940 km de lignes 2D

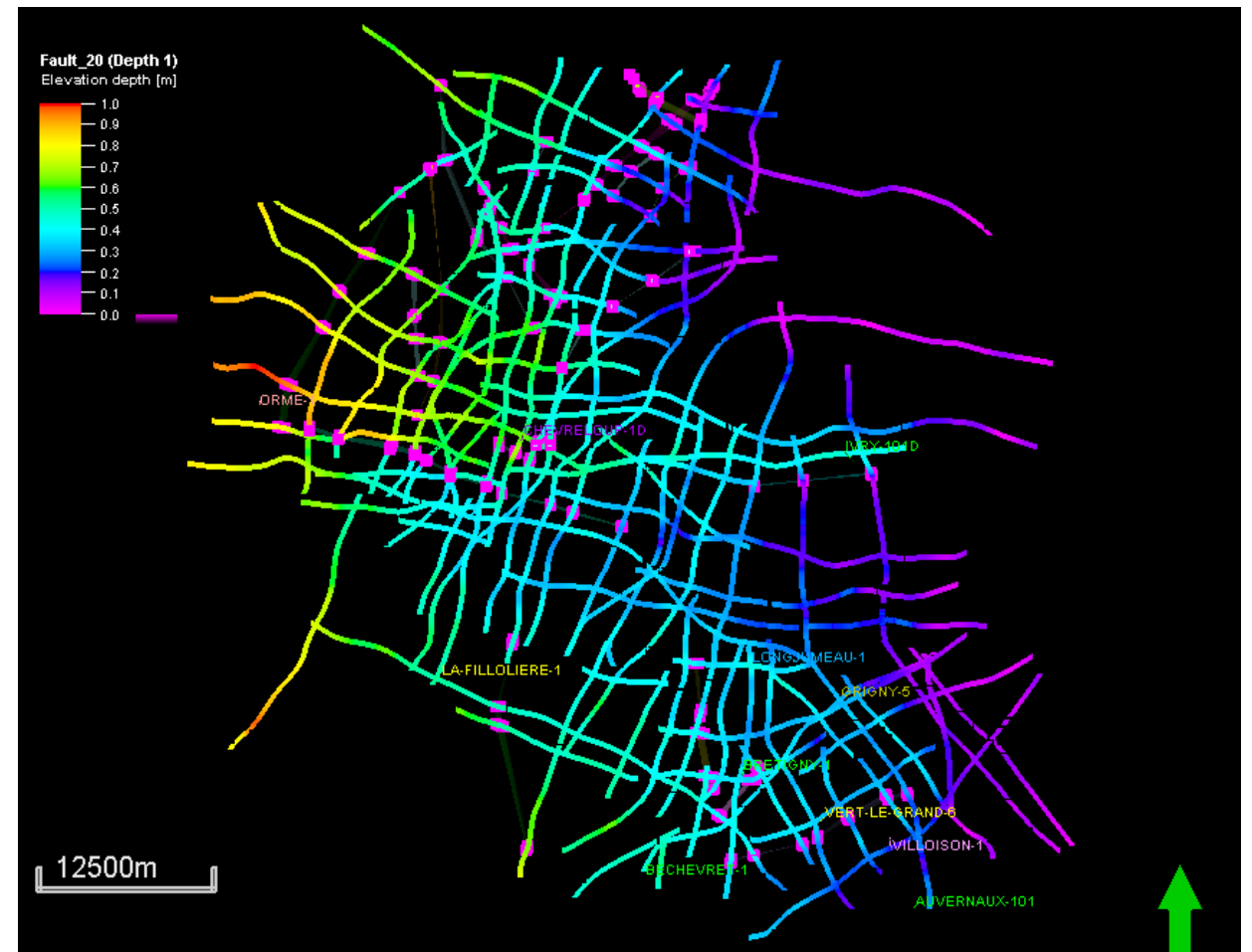


Héritage de l'exploration pétrolière



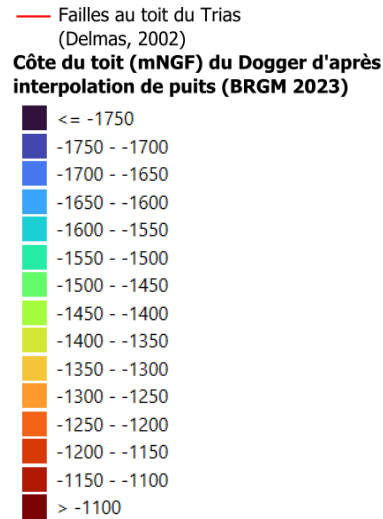
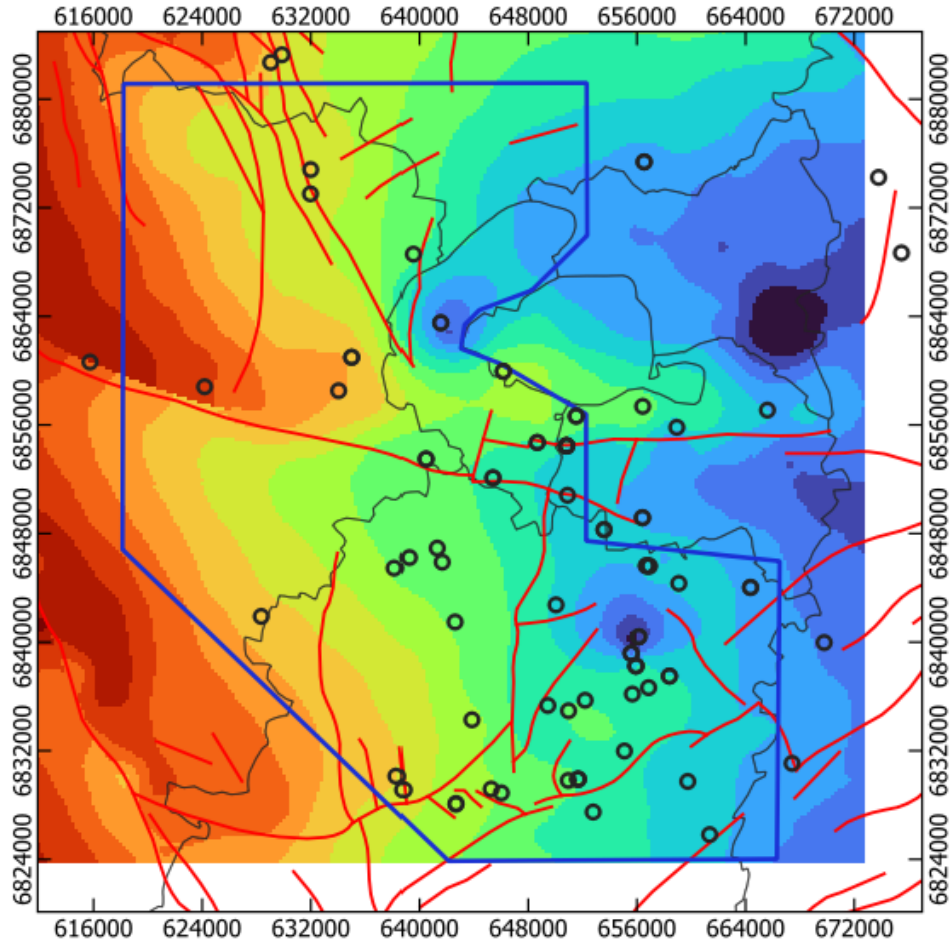
- Zone d'étude Géoscan
- Puits utilisés dans le projet Géoscan
- Sismiques réflexion 2D retraitées
- Campagne CSEM
- Campagne sismique réflexion 2D 24IDF

- 91 lignes sismiques anciennes utilisées dans l'étude en plus des 8 lignes nouvelles
→ 1940 km de lignes 2D

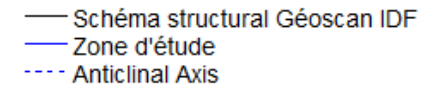
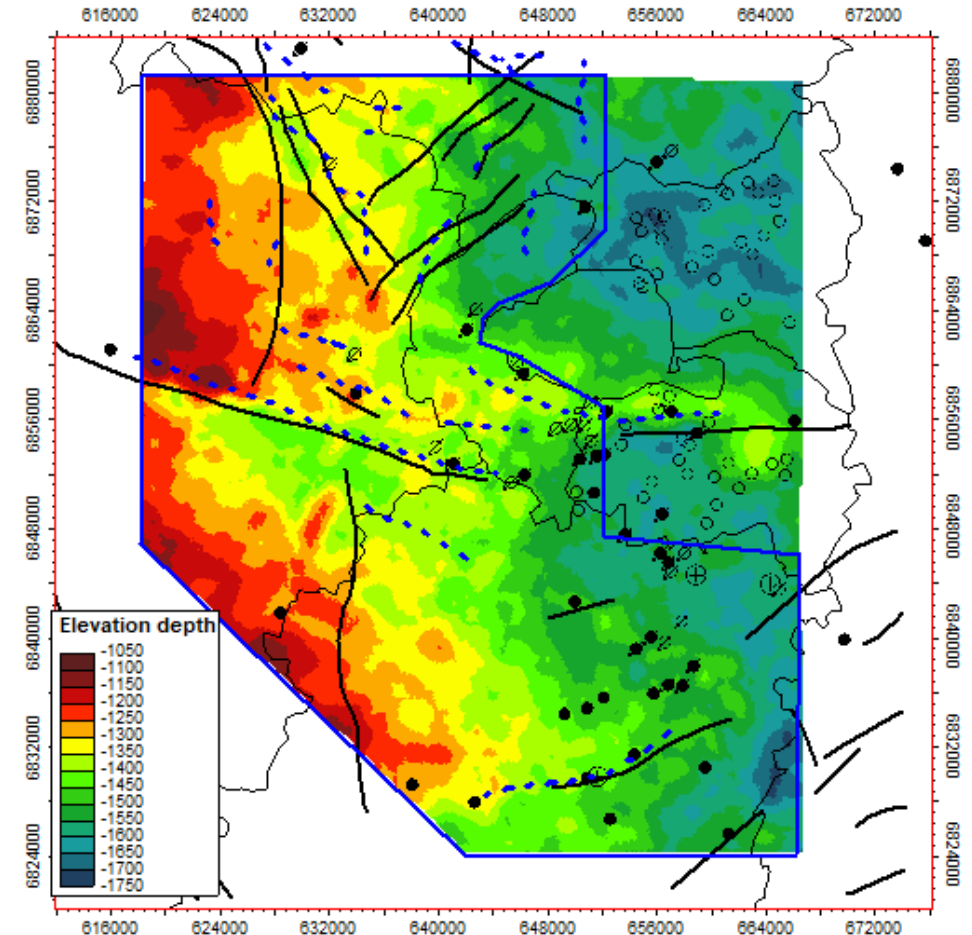


Mise à jour des géométries 2D et du schéma de failles

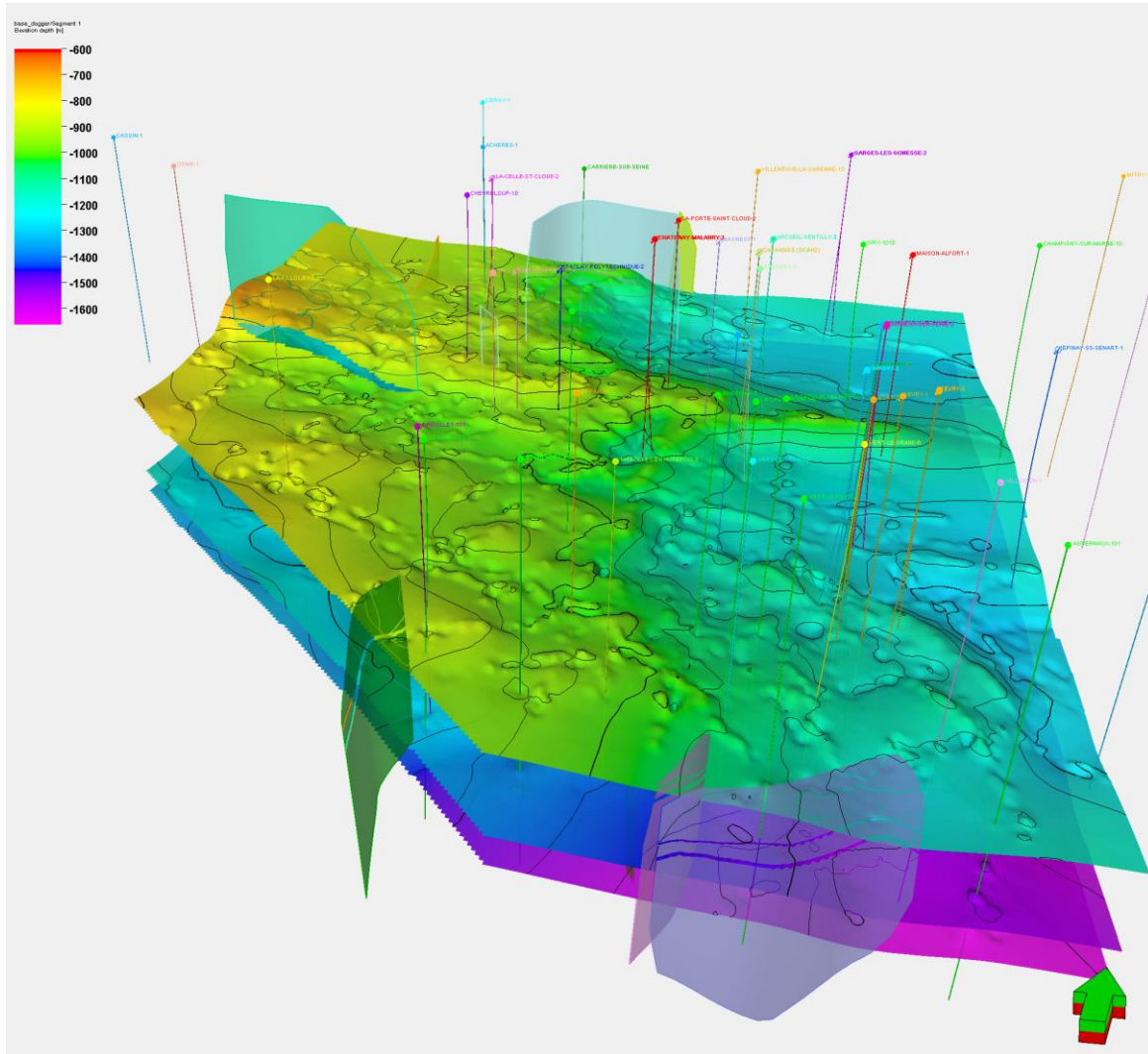
Avant Géoscan



Post Géoscan



Modèle structural du sous-sol

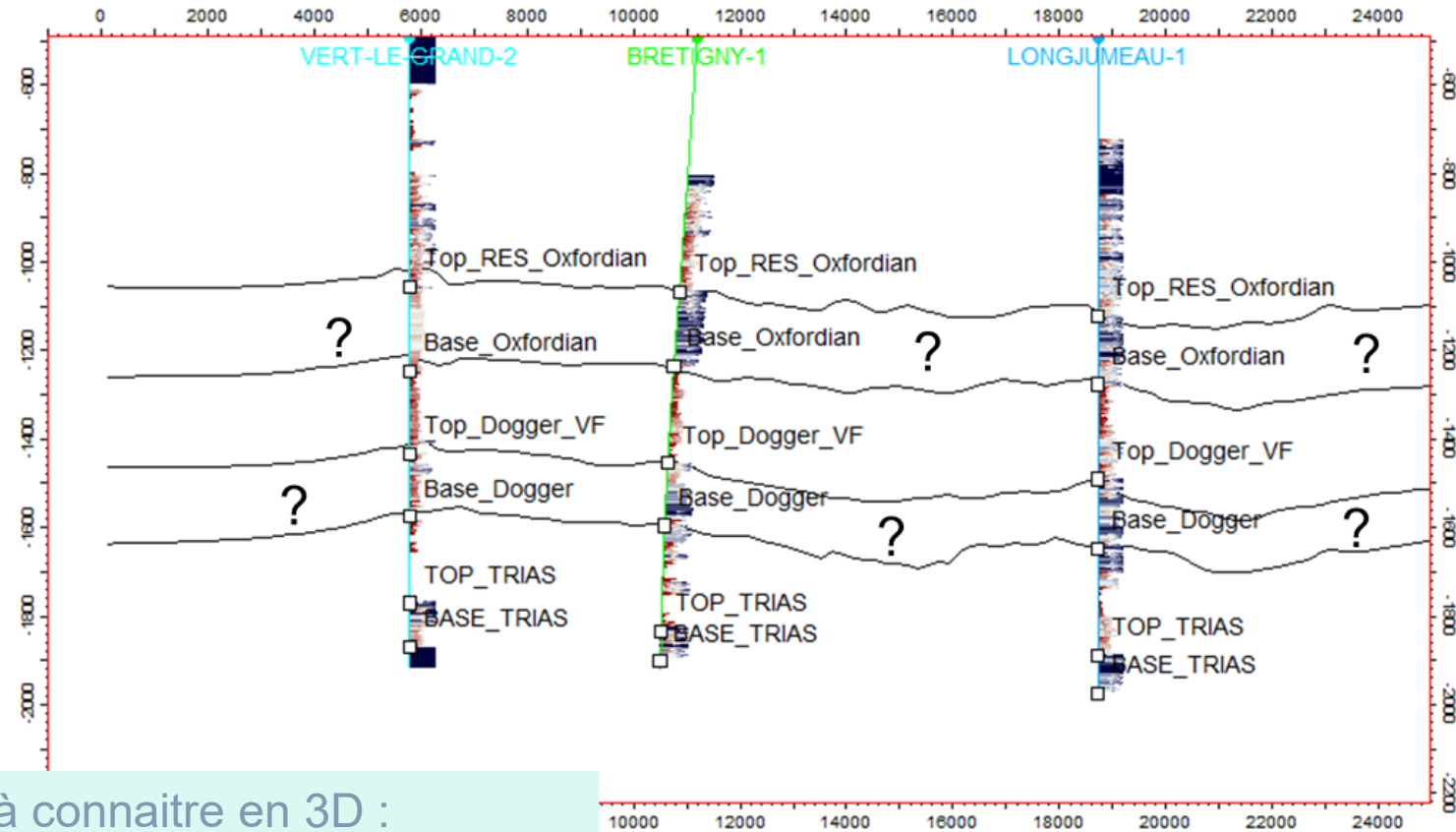


Résultats :

- Géométrie du sous-sol en 3D pour l'Oxfordien, le Dogger et le Trias
- Géométrie des failles
- Incertitudes sur les profondeurs des horizons géologiques

Vers un modèle 3D du sous-sol

Comment prédire les propriétés entre les puits ?



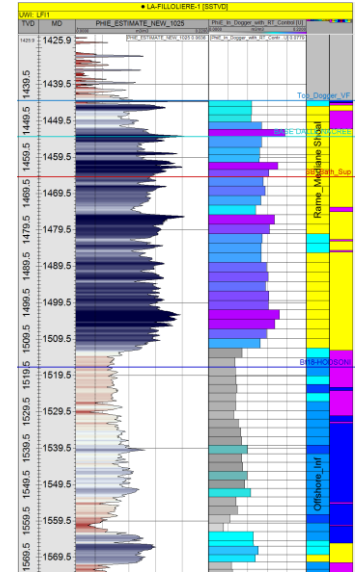
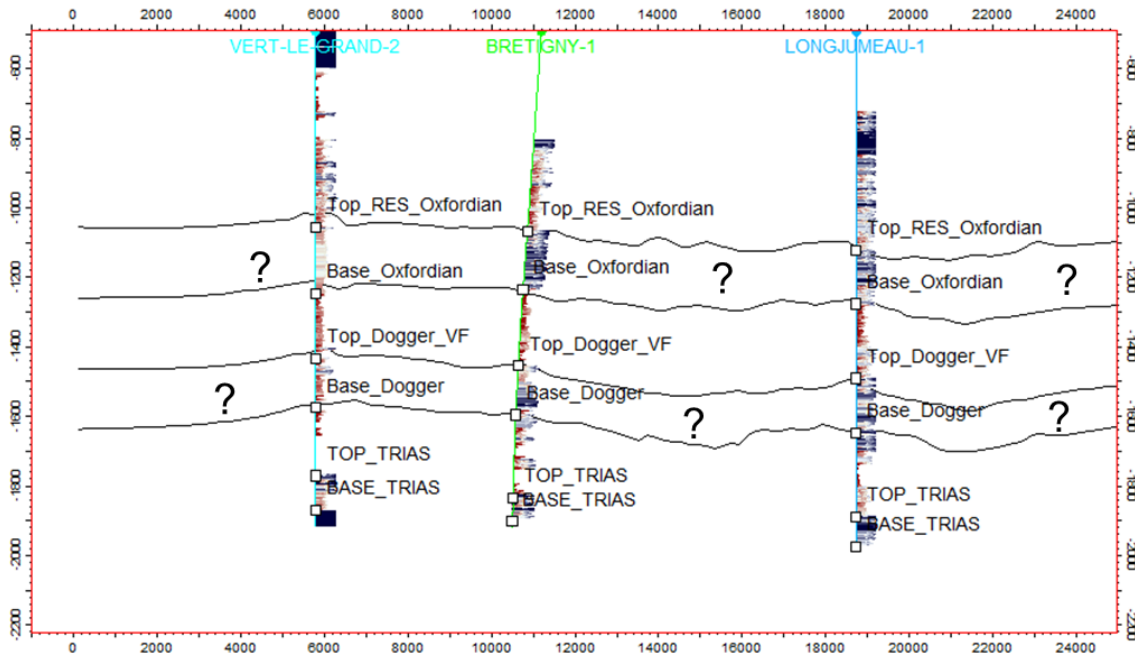
Ce que l'on cherche à connaître en 3D :

- faciès, environnement de dépôts (*forage, QI*)
- porosité, perméabilité (*plugs, forage, QI*)
- température (*forage, sismique*)

Vers un modèle 3D du sous-sol

Upscaling de PhiE et facies dans le puits La Filolière

Comment prédire les propriétés entre les puits ?



La méthode classique :

- Mise à l'échelle des données
- Modélisation/interpolation des propriétés dans une grille en 3D via méthodes géostatistiques

Géoscan : complément avec l'analyse quantitative de la sismique

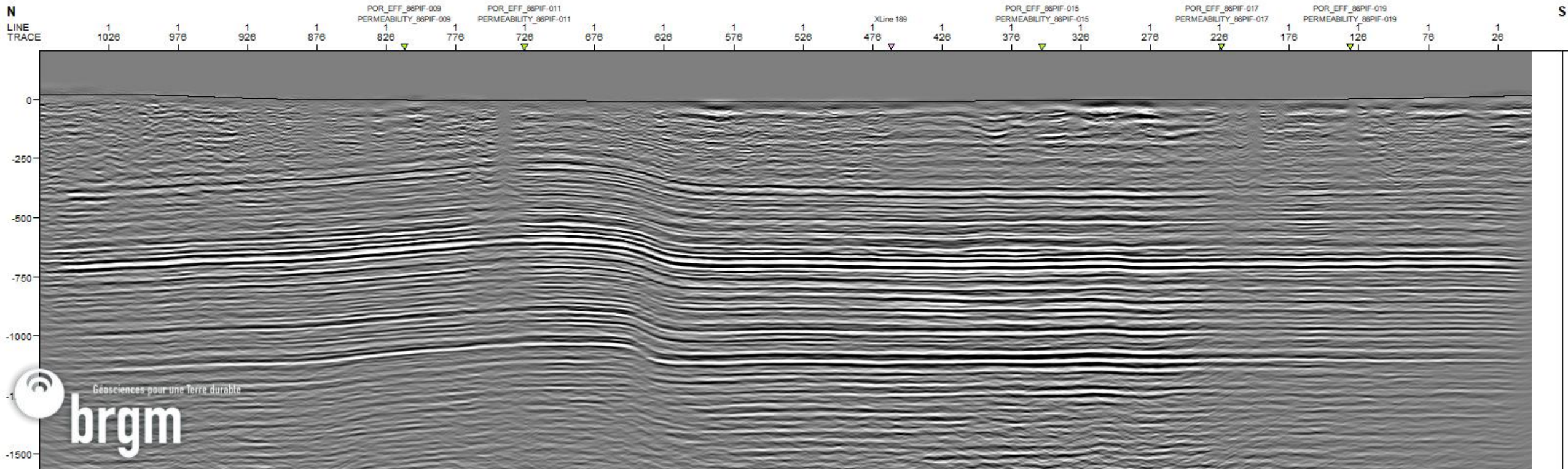
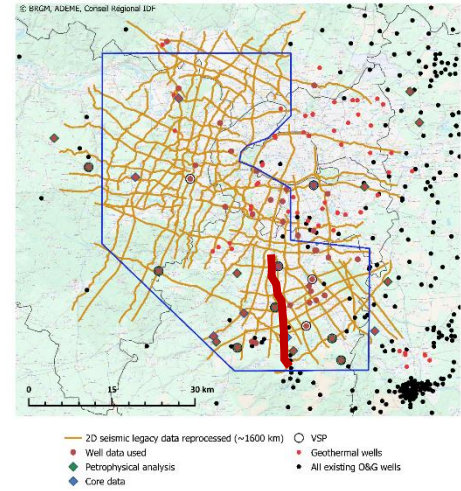
- Relation entre propriétés pétrophysiques (porosité, volume d'argile) --> connues au puits et les propriétés élastiques (vitesse, densité) --> connues puits & sur le signal sismique
- Obj : améliorer les contraintes du modèle 3D

Ce que l'on cherche à connaître en 3D :

- faciès, environnement de dépôts (*forage, QI*)
- porosité, perméabilité (*plugs, forage, QI*)
- température (*forage, sismique*)

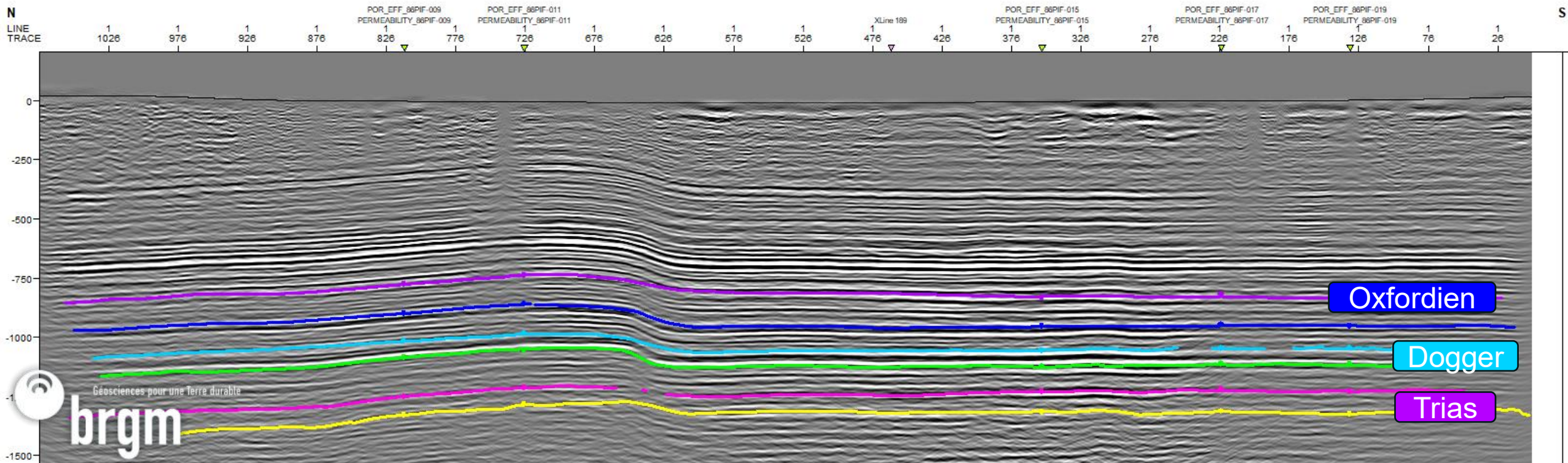
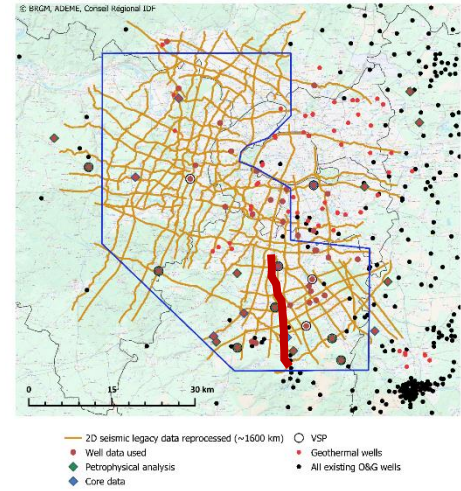
Analyse quantitative

- Image sismique après traitement



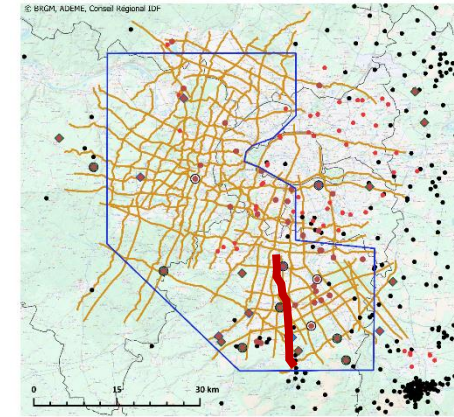
Analyse quantitative

- Image sismique après traitement avec le pointé

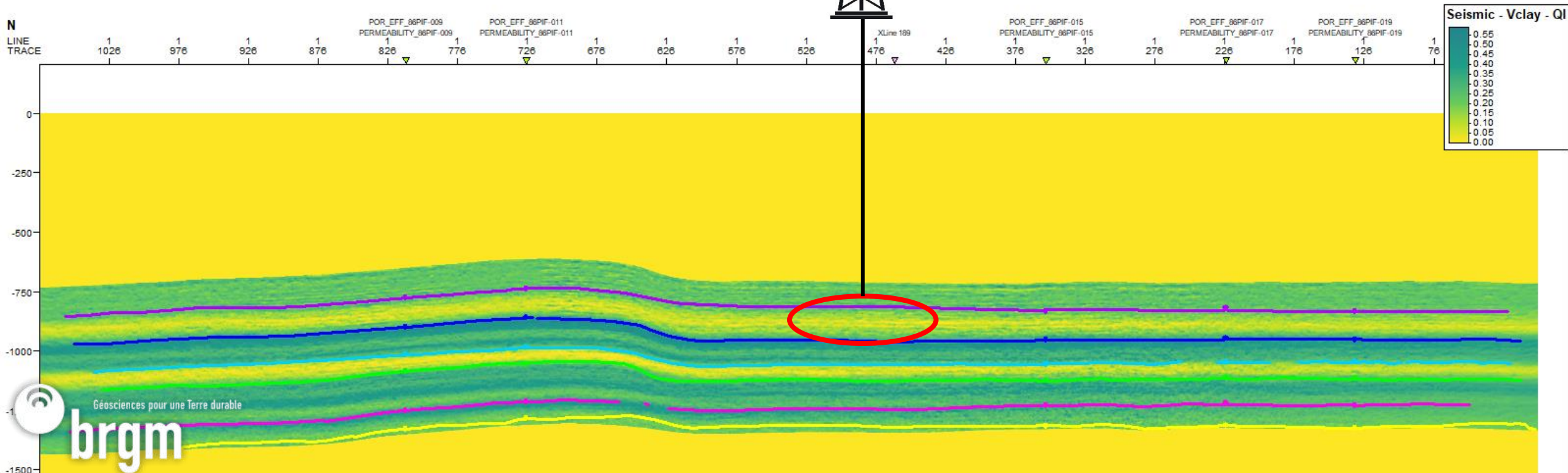


Analyse quantitative

- Volume d'argile → Vclay
- Porosité totale → PhiT
- Porosité effective → PhiE

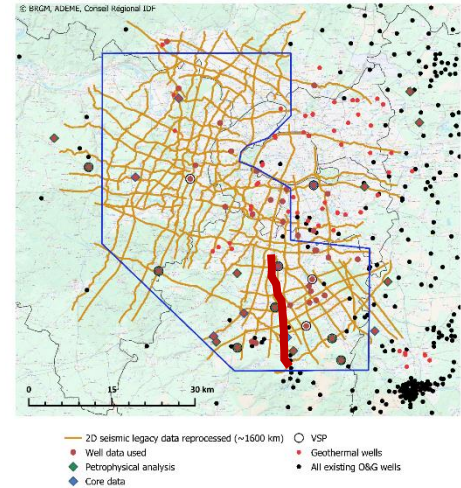


GAL 4

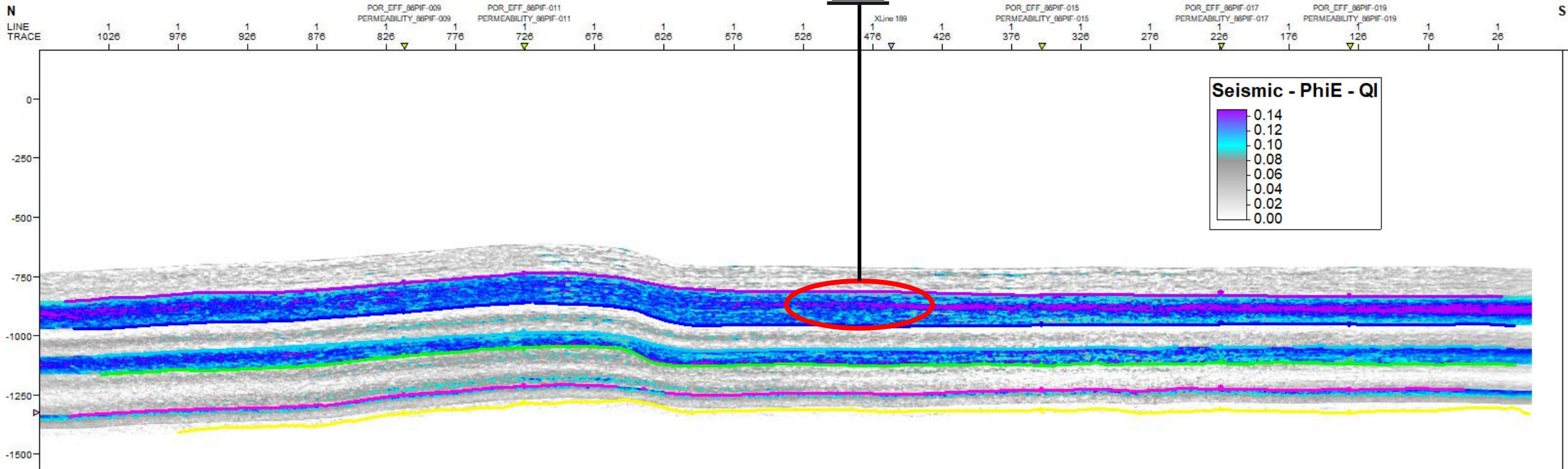


Analyse quantitative

- Volume d'argile $\rightarrow V_{clay}$
- Porosité totale $\rightarrow \Phi_{iT}$
- Porosité effective $\rightarrow \Phi_{iE}$

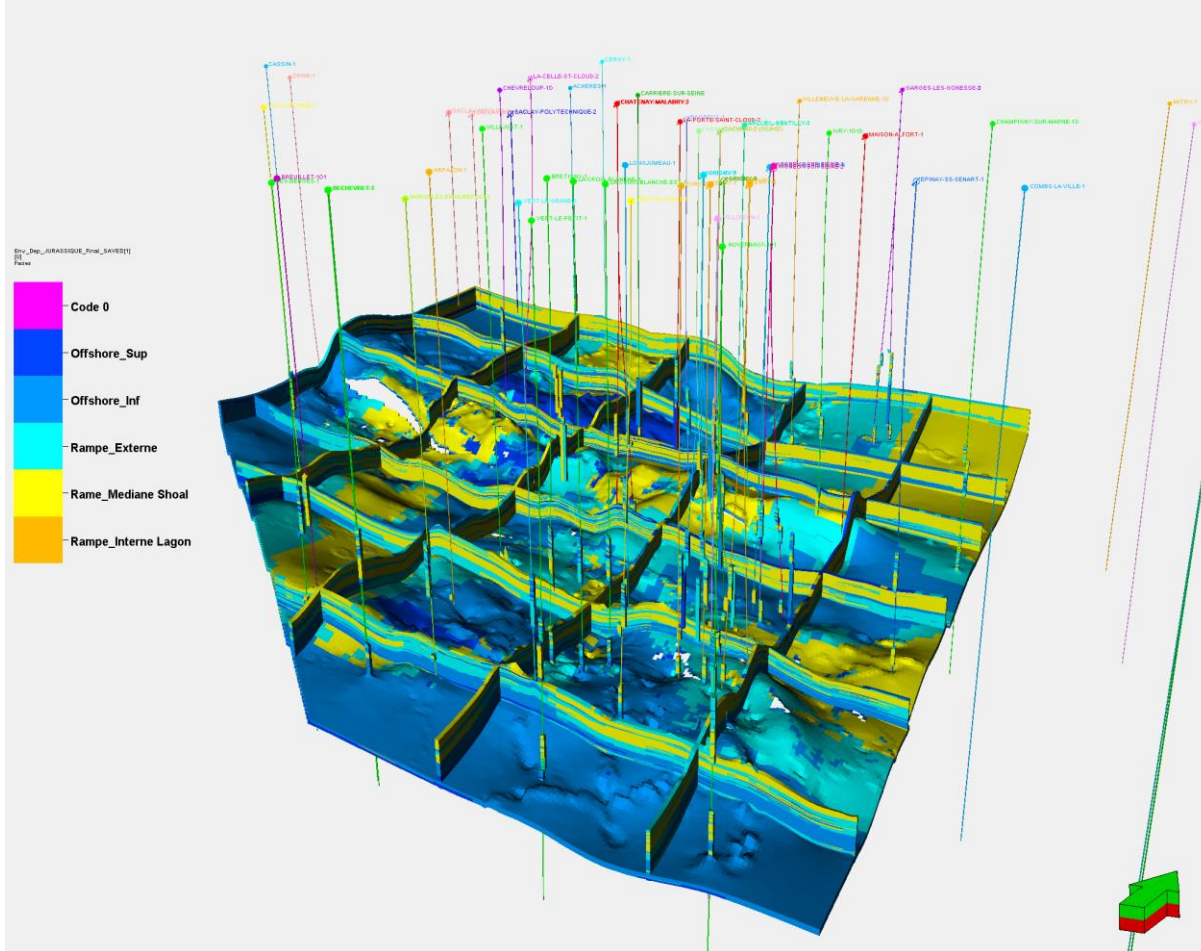


GAL 4

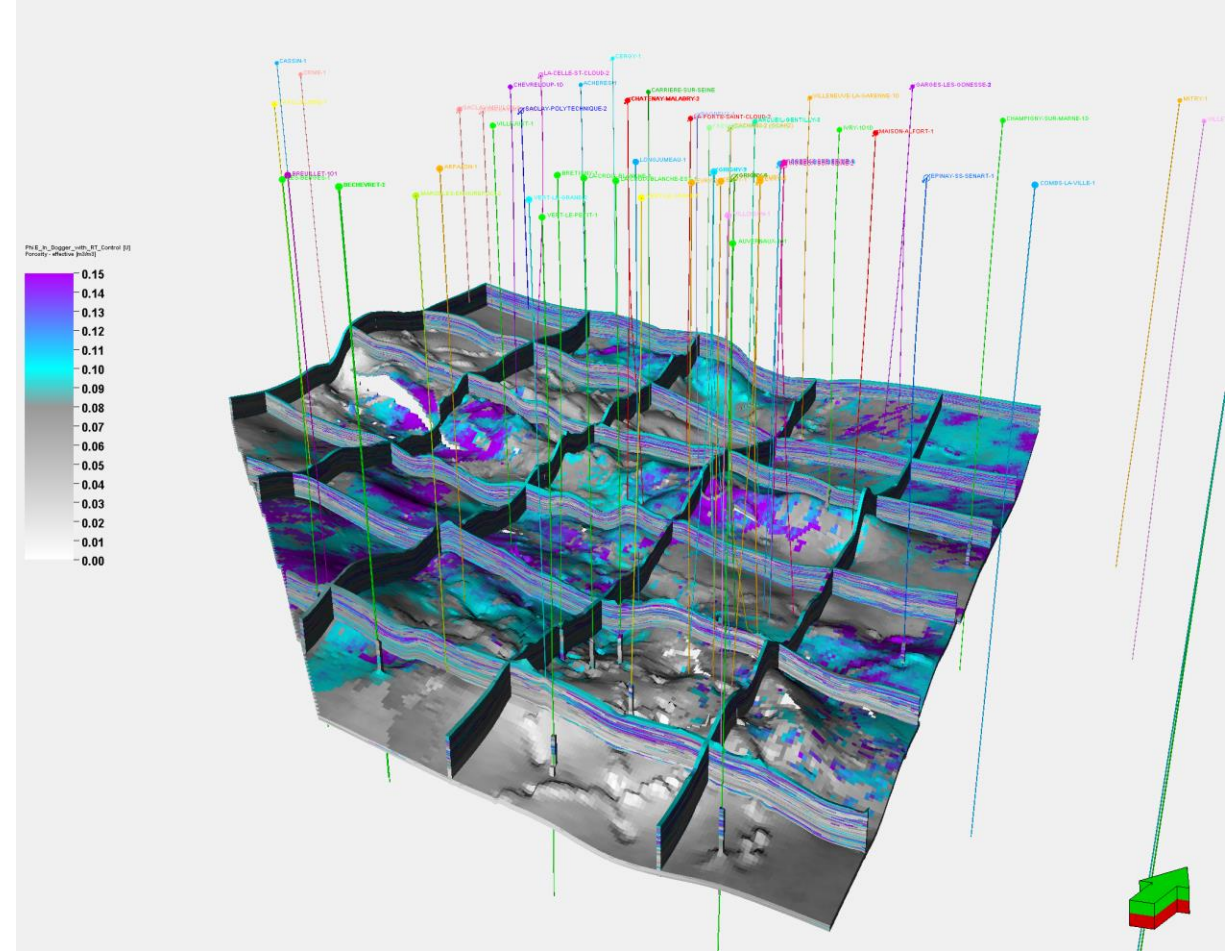


Résultats de la modélisation réservoir 3D

Faciès du Dogger

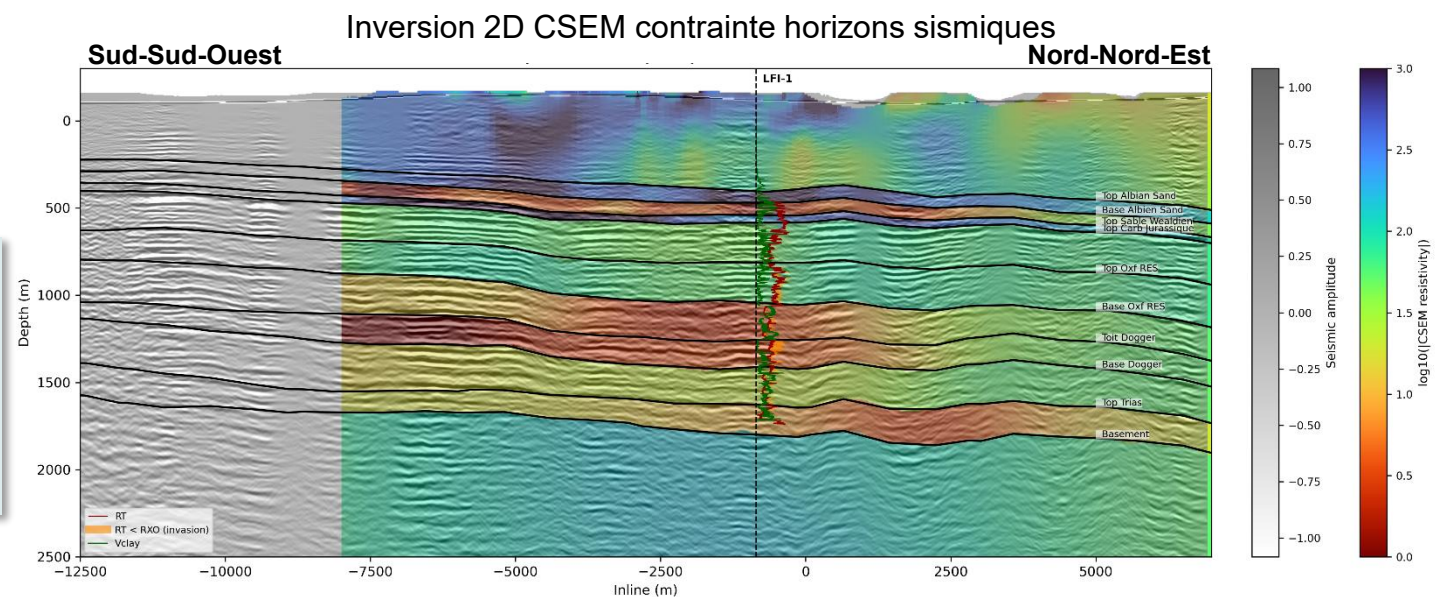
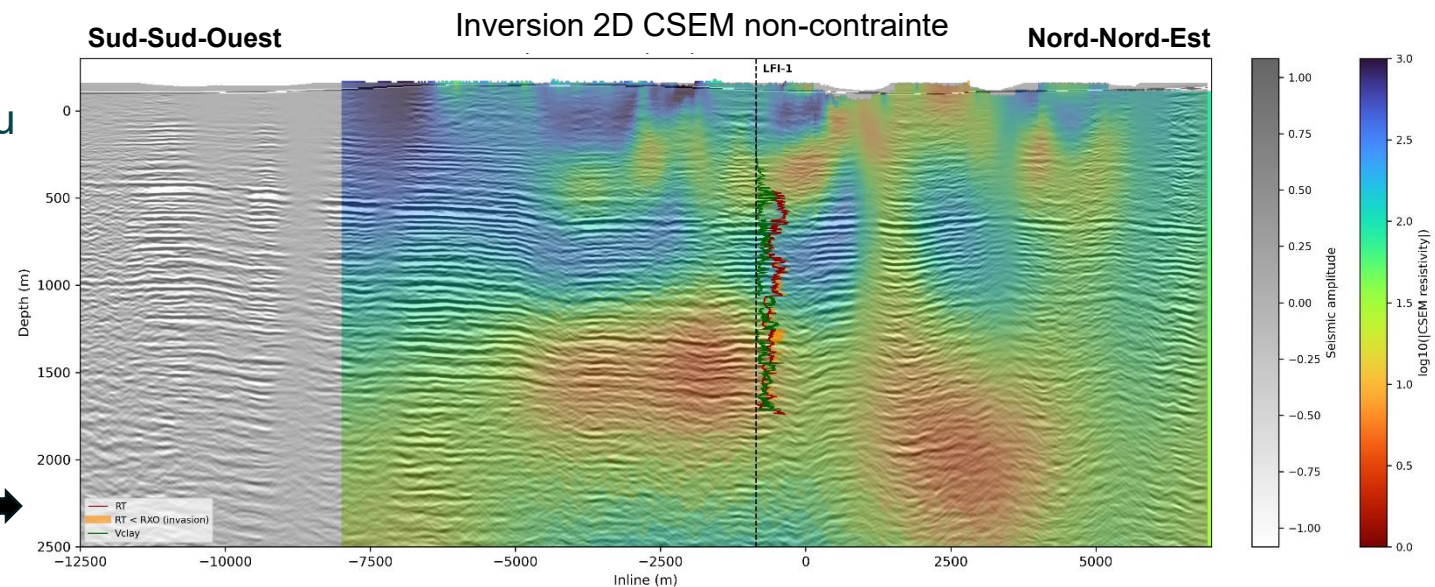
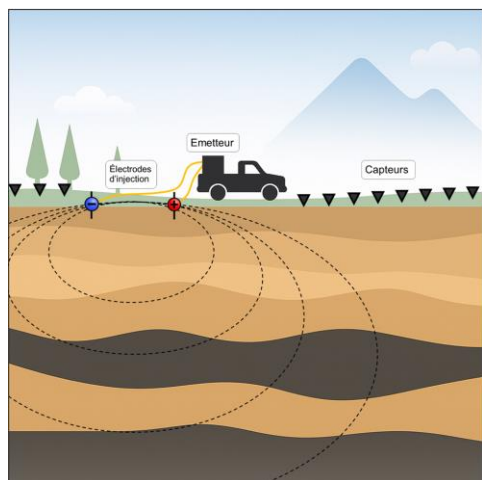
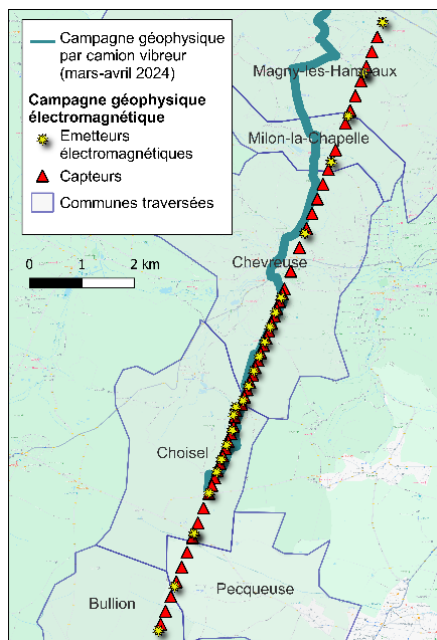


Porosité dans le Dogger



D'autres méthodes d'exploration ?

- Controlled-Source Electromagnetics (CSEM) pour imager la résistivité électrique du sous-sol aux profondeurs > 1 km (i.e. eau fraîche ou salé, volumes d'argile)



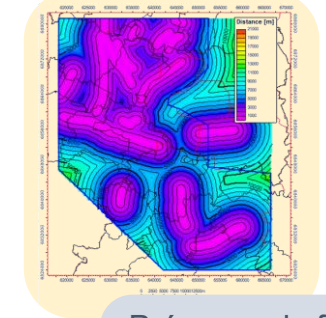
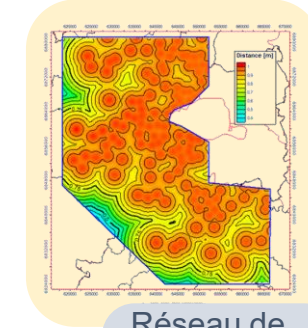
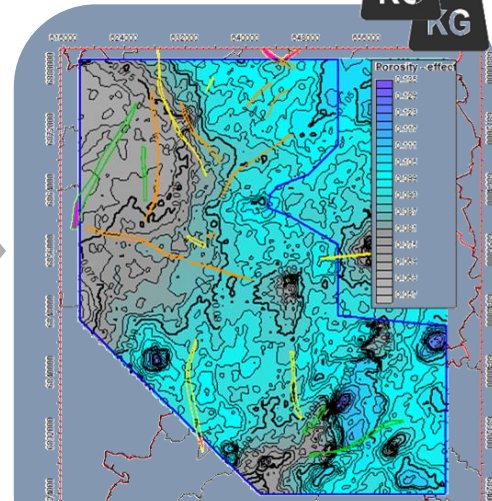
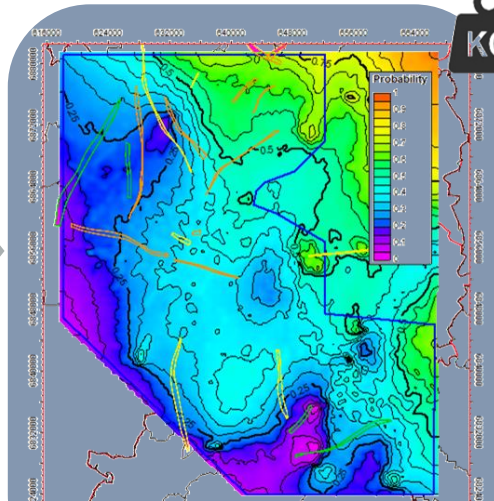
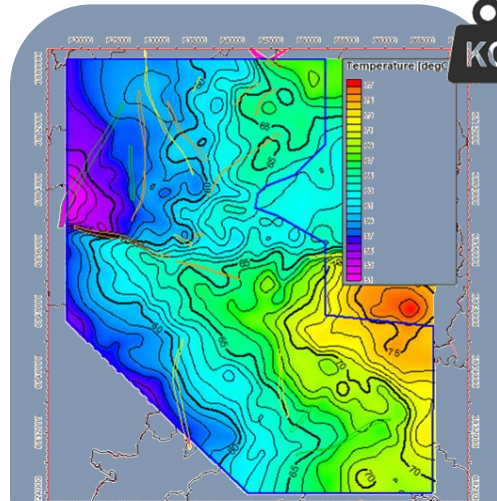
Résultats :

- Confirme résultats obtenus (variations latérales dans le Dogger, bonne favorabilité oxf.)
- Nécessite des données de sismiques
- Testée en milieu rural seulement (Chevreuse)

Cartographie de favorabilité

Développement

Favorabilité



Température
Puits, gradient géothermal (3,52°C/100m)

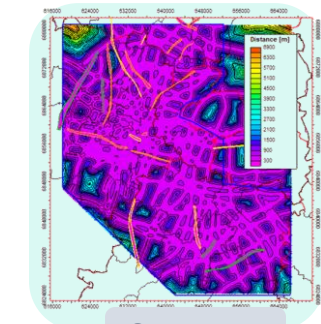
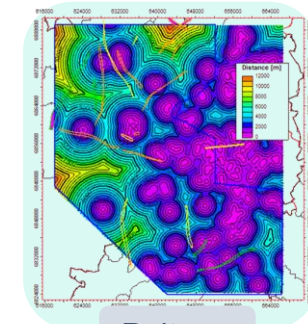
Faciès réservoir
Puits, Env. de dépôts / RT

Porosité et perméabilité du réservoir
Puits, facies, sismique QI

Réseau de chaleur
Distance aux RDC à créer, verdir ou densifier

Présence de faille
Hypth. amélioration des performances proche
Ou volonté de s'en éloigner

Contrainte / données utilisées

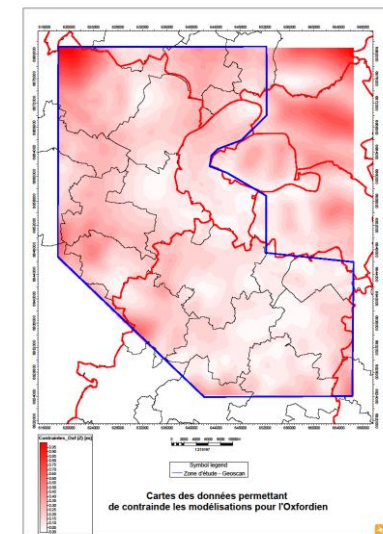
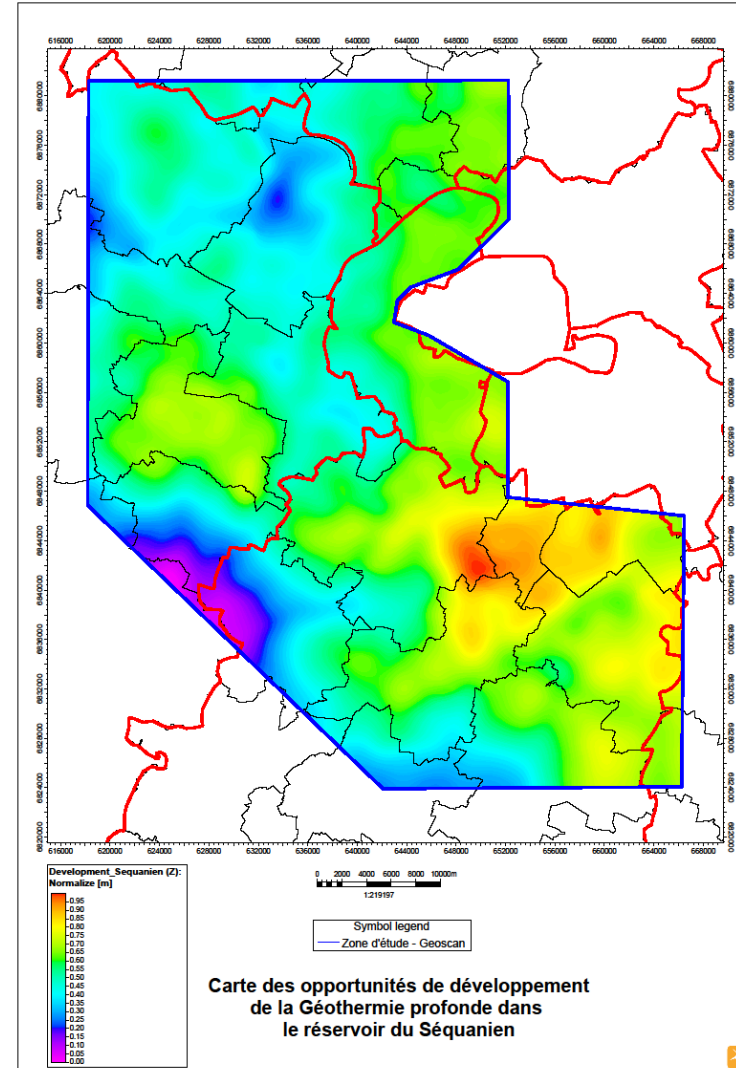
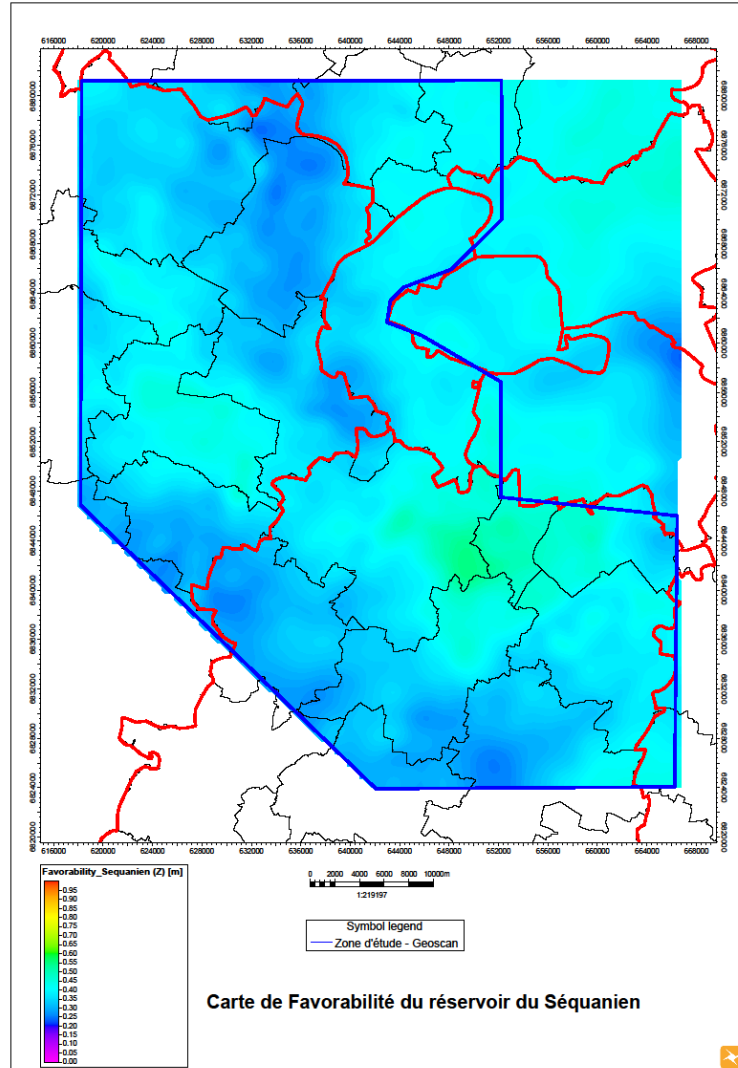


Puits

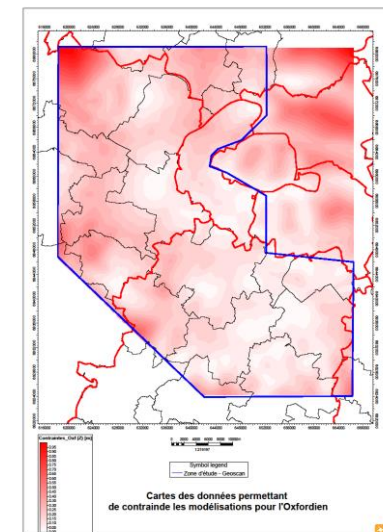
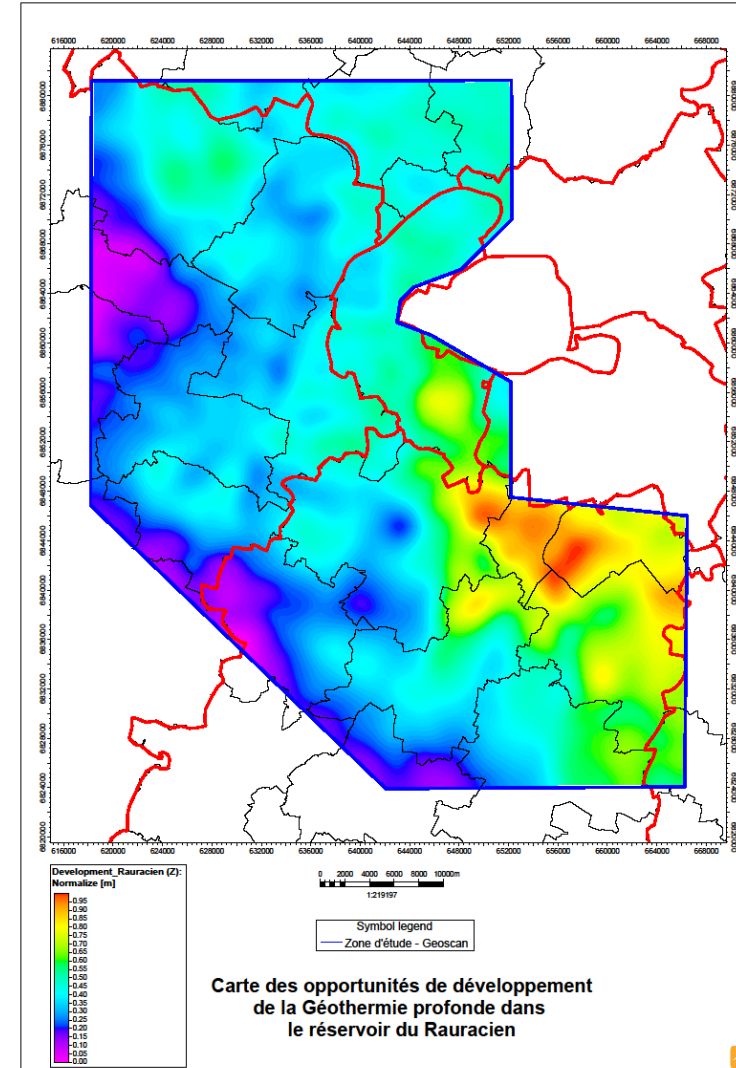
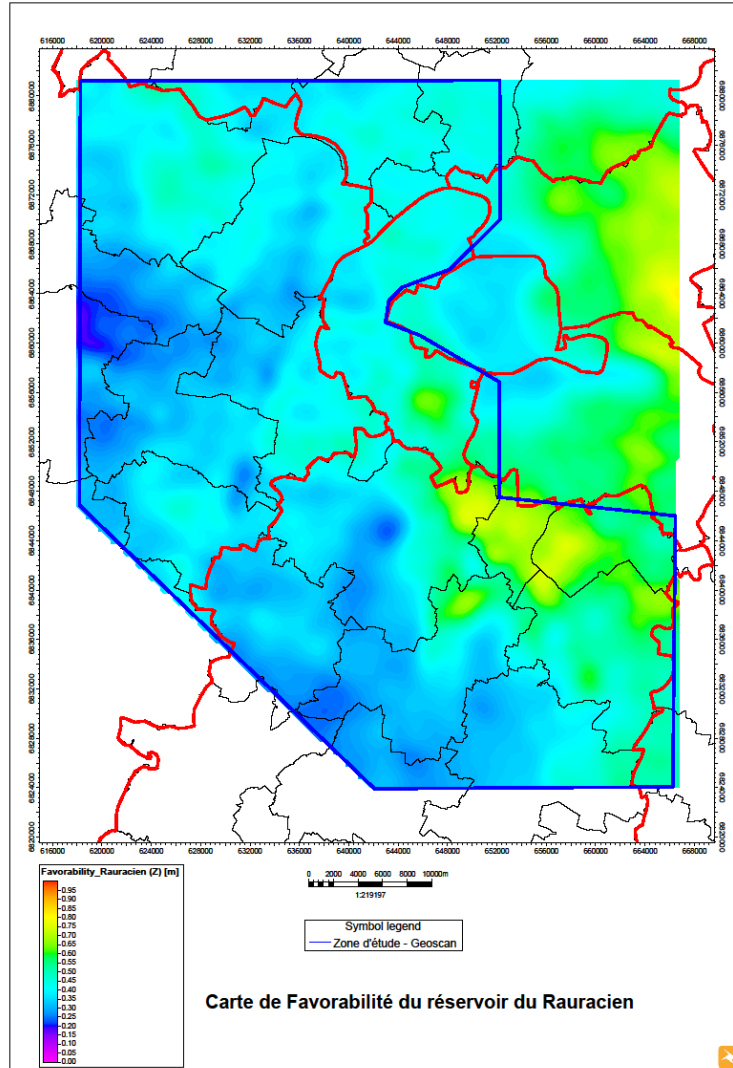
Sismique

n.b. Liberté sur l'importance donnée aux cartes produites et aux choix des opérateurs, des collectivités de modifier les poids, les croisements pour définir la favorabilité et les opportunités de développement, en fonction des contraintes propres (ingénierie, foncier, etc.)

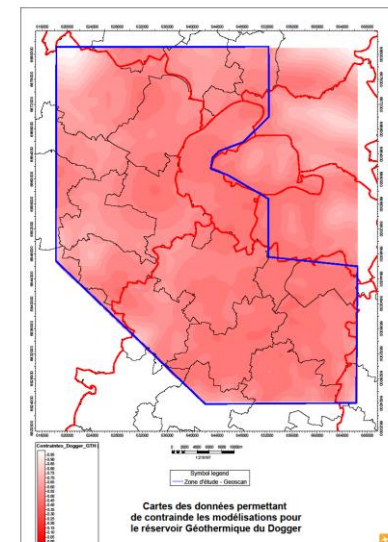
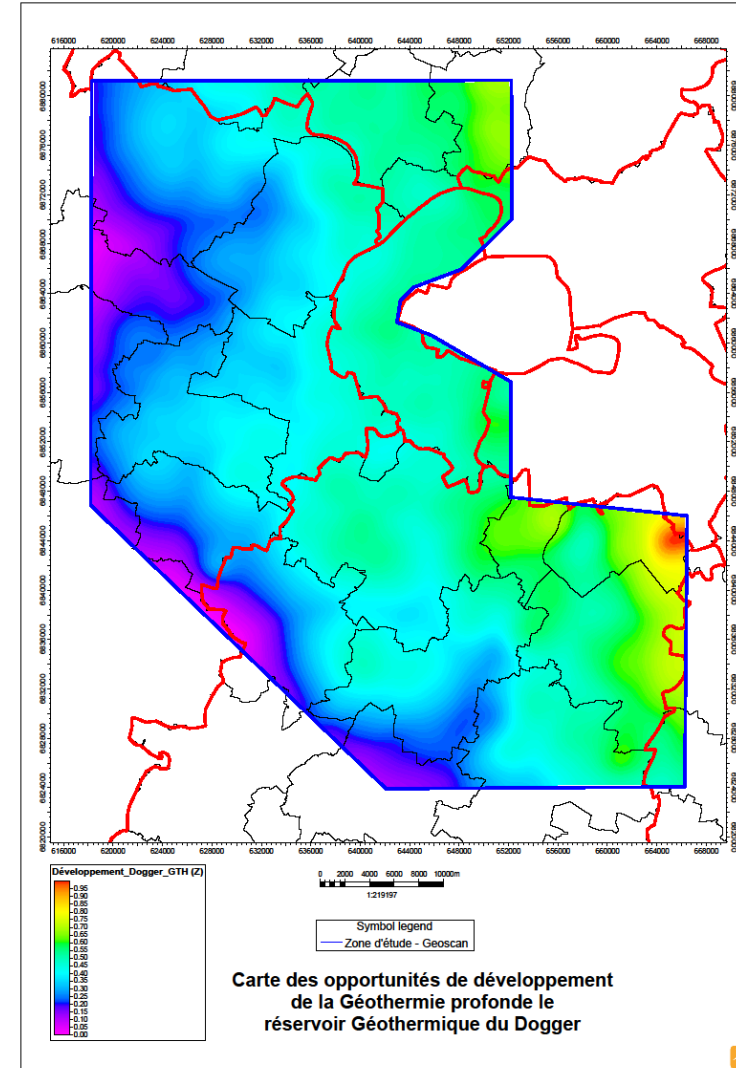
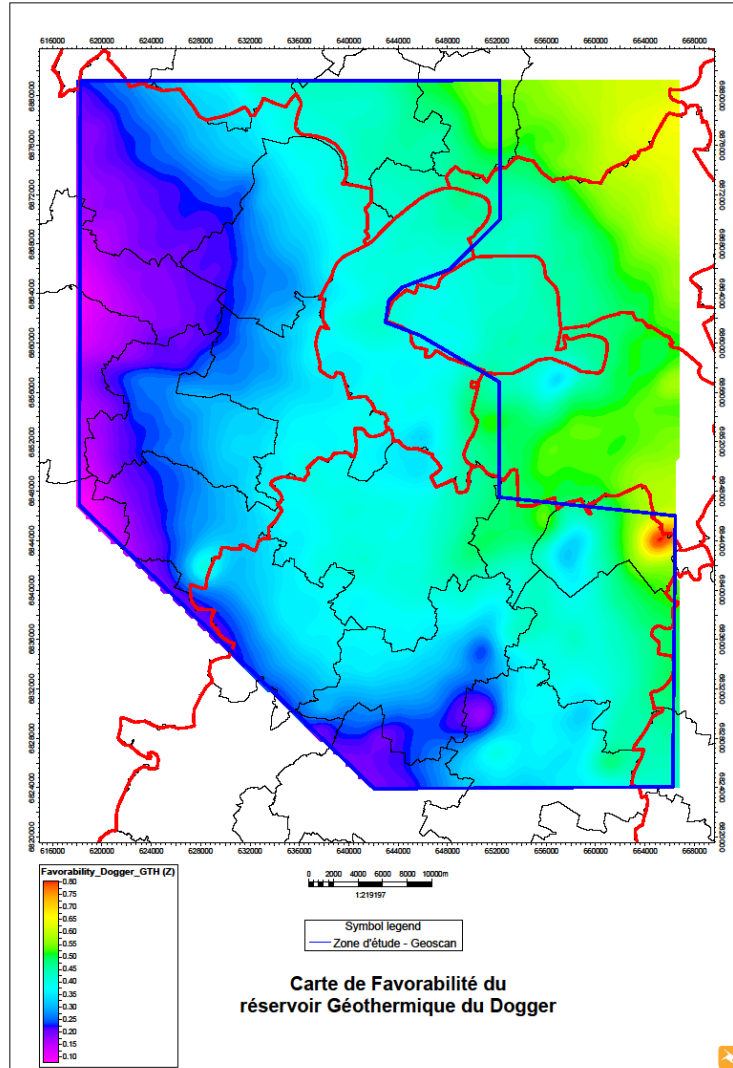
Favorabilité du Séquanien (Oxf. sup)



Favorabilité du Rauracien (Oxf. Inf)

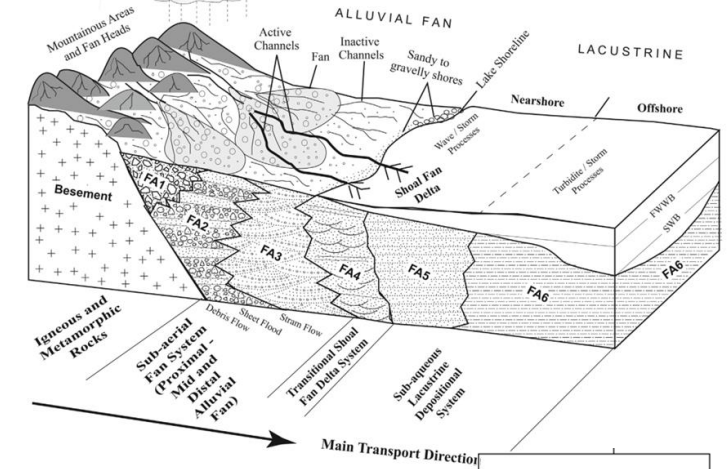


Favorabilité du Dogger (Bathonien)

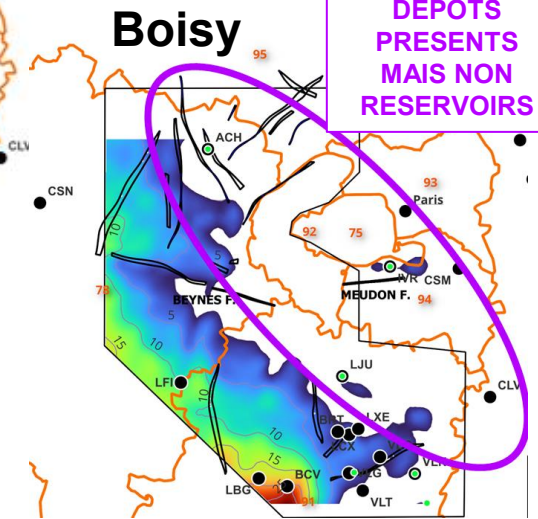
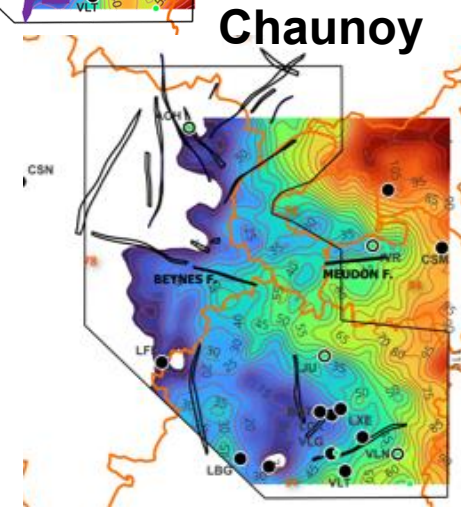
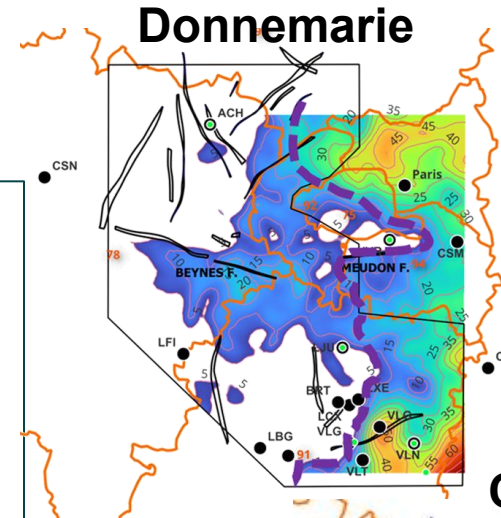


Résultats au Trias

Système de dépôt des formations du Trias
d'après Abdel-Fattah and Sehad, 2023



- Bonne densité de données sur la zone d'étude (exploration pétrolière) : carotte, diagraphie, sismique 2D
- Difficulté d'interprétation de la sismique : seules enveloppes du toit et mur pointées
- Cartographie précise des profondeurs des horizons.
- Zonation des trois formations réservoirs sur la zone d'étude:
 - **Donnemarie** (le plus profond) : limité dans l'espace à l'est, déconnecté du Chaunoy
 - **Chaunoy** : bon réservoir, épais et continu
 - **Boissy** (moins profond) : Bon réservoir, mais peu épais et discontinu dans l'espace, déconnecté du Chaunoy
- Potentiel réservoir certain, mais cela nécessite une exploration plus importante étant donné la complexité des géométries et des environnements de dépôts.



Profondeur croissante

A retenir

- Amélioration nette des connaissances à l'échelle régionale
 - Découverte du potentiel géothermal du Rauracien (Oxfordien inférieur) et confirmation par forage
 - Confirmation du potentiel au Dogger (Bathonien) avec des favorabilités moindres que dans l'est parisien
 - Confirmation du potentiel du Trias, mais cela nécessite une exploration plus importante
 - Cartographies précises des horizons géologiques de l'Oxfordien, du Dogger et des formations du Trias
 - Simulation des faciès, des porosités, des perméabilités et des températures dans le Dogger et l'Oxfordien
- Production de données, qui seront mises à disposition en accès libre sur le site ADEME-BRGM www.geothermies.fr d'ici à l'été

Perspectives

- Poursuite des recherches au BRGM sur l'Oxfordien et le Dogger et le Trias :
 - complexité des dépôts sédimentaires pour l'Oxf. et Dogger
 - complexité des géométries et des environnements de dépôts pour le Trias
 - relation entre diagénèse et faciès et impact sur les porosités et perméabilités
 - amélioration des modèles réservoirs sur la base des données de simulations dynamiques
- Poursuite des explorations à mener aux échelles locales (projet) par les bureaux d'étude :
 - Avant et pendant le forage avec l'apport de données supplémentaires: diagraphies, échantillons de roche, tests de production et d'injection, etc
- Données doivent être vivantes
 - libre à chacun de retravailler les données produites

A 3D architectural rendering of a city with various buildings. Two red lines represent geothermal wells extending from the ground surface into the earth. The background is a dark blue gradient.

Merci pour votre attention !

Suivez les actualités (publication du rapport final, données du projet d'ici l'été 2026)

www.geothermies.fr/geoscan-idf

Contacts :
geoscan@brgm.fr

The Geoscan logo, featuring a stylized 'G' with concentric circles in blue, yellow, and red, followed by the word 'Geoscan' in a bold, sans-serif font. The 'G' is blue, 'eo' is red, and 'scan' is blue.

Geoscan

Accès aux données du projet (déjà disponibles)

- Disponibles au téléchargement sur la page [Géoscan IDF](#)

Données	DOI	Liste
Données brutes de sismique réflexion 2D anciennes campagnes	https://doi.org/10.18144/4c9a1522-025e-41f0-931d-49aa5bcc5ea3	91 lignes de 1700 km. Tirs sismiques habillés de la géométrie, fichiers SPS, shapefile des lignes donnant la position des lignes CMP après retraitement et les paramètres d'acquisition des principales campagnes
Données brutes de sismique réflexion 2D - campagne 24IDF	https://doi.org/10.18144/f65a0388-1e27-4cbe-af5e-9fe3cf27afbd	8 lignes de 280 km. Fichiers segy, shapefile des sources et récepteurs, fichiers SPS et rapport d'acquisition
Profils sismiques verticaux de puits (VSP) retraités	https://doi.org/10.18144/3aec99db-d056-4961-b33f-8c8f3ac71c37	11 puits. Rapport de retraitement, des fichiers Excel de profil de vitesse et des log sonic calibrés en temps et en profondeur et enfin des fichiers .segyp produits
Données traitées de sismique réflexion 2D anciennes campagnes	https://doi.org/10.18144/0cfd529b-e384-40e8-a866-fca4532897e6	91 lignes de 1700 km stacks PSTM (fbrut, après traitement et après traitement d'égalisation latérale en amplitude des traces et modèle de vitesses
Données traitées de sismique réflexion 2D - campagne 24IDF	https://doi.org/10.18144/fa8480d0-c8d2-43c1-8635-7f7745406dc2	8 lignes de 280 km stacks PSTM (raw et après traitement) et modèle de vitesses, shapefile des positions des sources et récepteurs et rapport décrivant le processus de traitement mis en place.

Ateliers de l'après midi

Zone ouest

Zone nord-est

SALLE COMMISSION 20 (2^{ème} étage)

Ordre des ateliers

- 13h45-14h30 : Quel potentiel dans mon sous-sol ? Animé par le BRGM
- 14h30-15h15 : Quel coût, montage et financement pour un projet de géothermie ? Animé par l'association AMORCE, la Région Île-de-France et l'ADEME Île-de-France
- 15h15-16h00 : Quelles solutions techniques pour développer la géothermie dans l'ouest parisien ? Animé par l'AFPG et le BRGM
- 16h00-16h45 : Quelles démarches réglementaires pour un projet de géothermie ? Animé par la DRIEAT

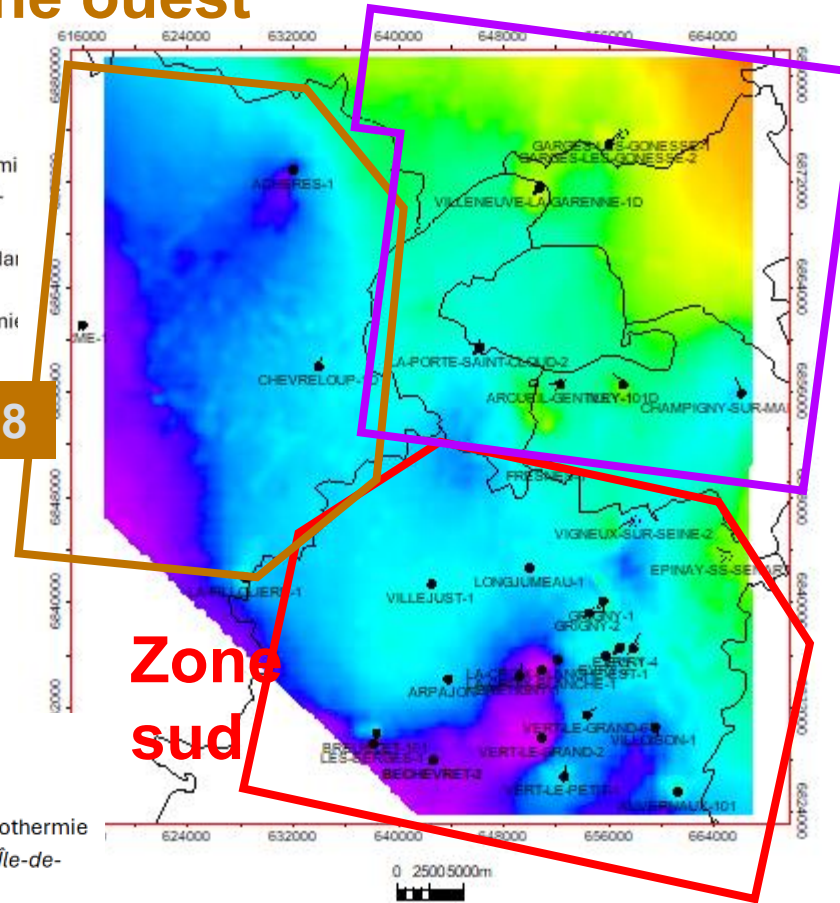
Collectivités du département du 78

SALLE COMMISSION 22 (2^{ème} étage)

Ordre des ateliers

- 13h45-14h30 : Quel coût, montage et financement pour un projet de géothermie ? Animé par l'association AMORCE, la Région Île-de-France et l'ADEME Île-de-France
- 14h30-15h15 : Quel potentiel dans mon sous-sol ? Animé par le BRGM
- 15h15-16h00 : Quelles démarches réglementaires pour un projet de géothermie ? Animé par la DRIEAT
- 16h00-16h45 : Quelles solutions techniques pour développer la géothermie dans l'ouest parisien ? Animé par l'AFPG et le BRGM

Collectivités du département du 91



SALLE COMMISSION 23 (2^{ème} étage)

Ordre des ateliers

- 13h45-14h30 : Quelles solutions techniques pour développer la géothermie dans l'ouest parisien ? Animé par l'AFPG et le BRGM
- 14h30-15h15 : Quelles démarches réglementaires pour un projet de géothermie ? Animé par la DRIEAT
- 15h15-16h00 : Quel potentiel dans mon sous-sol ? Animé par le BRGM
- 16h00-16h45 : Quel coût, montage et financement pour un projet de géothermie ? Animé par l'association AMORCE, la Région Île-de-France et l'ADEME Île-de-France

Collectivités des départements du 75, 92, 95

SALLE HEMICYCLE

Ordre des ateliers

- 13h45-14h30 : Quelles démarches réglementaires pour un projet de géothermie ? Animé par la DRIEAT
- 14h30-15h15 : Quelles solutions techniques pour développer la géothermie dans l'ouest parisien ? Animé par l'AFPG et le BRGM
- 15h15-16h00 : Quel coût, montage et financement pour un projet de géothermie ? Animé par l'association AMORCE, la Région Île-de-France et l'ADEME Île-de-France
- 16h00-16h45 : Quel potentiel dans mon sous-sol ? Animé par le BRGM

Indifférencié