

Avec le soutien de :



COLLOQUE GESTION DES EAUX SOUTERRAINES

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

L'électromagnétisme héliporté, un outil pour la caractérisation et la gestion des ressources en eau souterraine à différentes échelles

P.-A. Reninger, J. Barrière

A. Raingeard, D. Ciolczyk, S. Andrieu, J. Bernard, C. Bertin, P. Bourbon, J. Briaïs, O. Cabaret, E. Husson, B. Issautier, E. Lasseur, G. Martelet

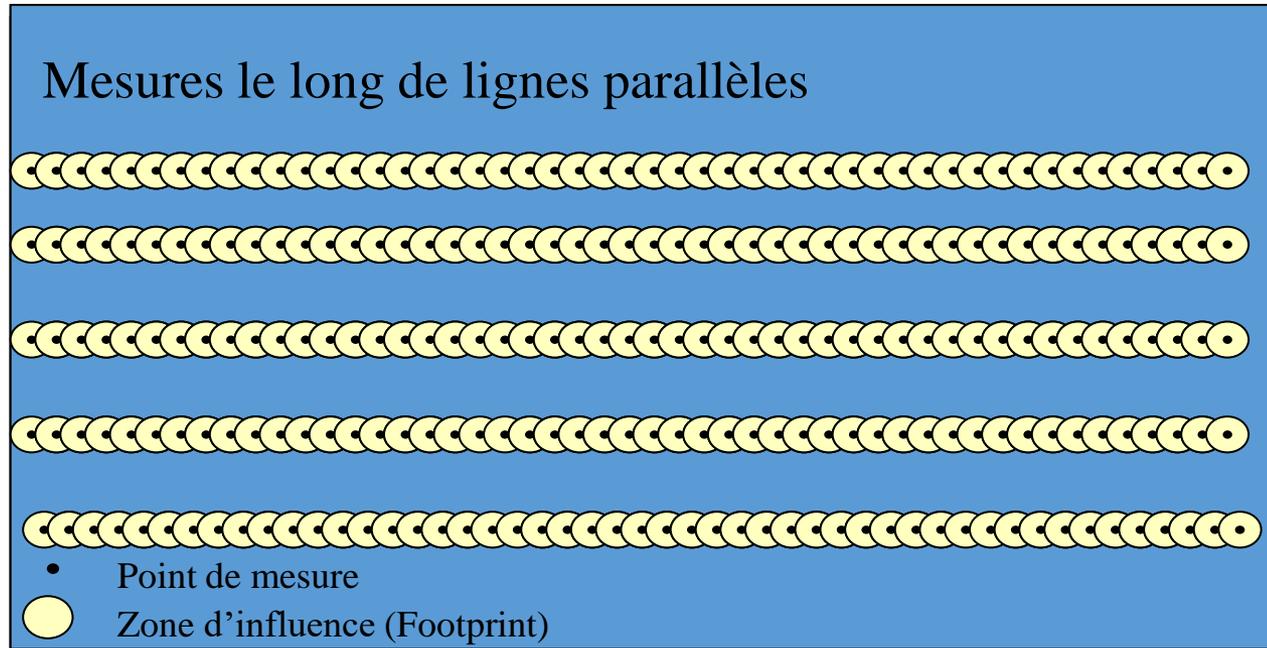
BRGM





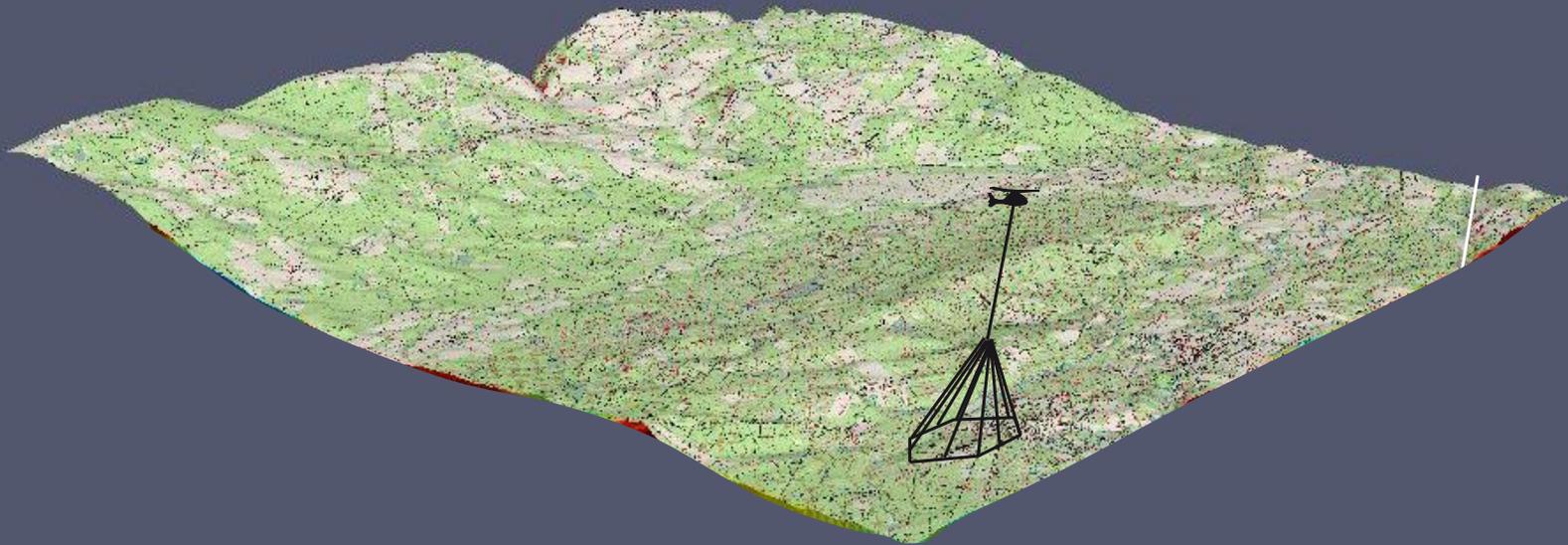
- \\ La géophysique aéroportée
 -
 - l'électromagnétisme héliporté
- \\ Application en contexte de socle sous couverture volcanique
- \\ Application en contexte sédimentaire

Géophysique aéroportée



- \\ Dispositif tracté entre 50 et 200 m du sol
- \\ Lignes de vol espacées de 200 à 1000 m (possibilité d'intercalaires sur zones ciblées (adaptable))
- \\ **Trois méthodes répandues (gamma spectrométrie, magnétisme et électromagnétisme)**

Géophysique aéroportée



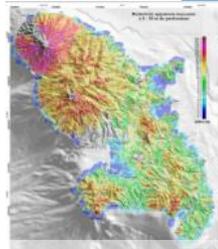
Géophysique aéroportée

Dans des contextes socle/sédimentaires

- Massif Armoricain (1999) : Mag/Spectro
- Région Centre (2009 – 43 500 kml + 3000 kml) : Mag/Spectro/EM
- Bourgogne (2011 – 27500 kml)
- Pays de la Loire (2010 – 39500 kml)
- Chaîne des Puys (2020 – 1000 kml) : Mag/Spectro/EM
- Périgord (2021 – 1500 kml) : Mag/EM
- Massif central (2022 – 11000 kml / 16000 kml) : Mag/EM & Mag/Spectro

Dans des contextes métamorphiques et plutoniques

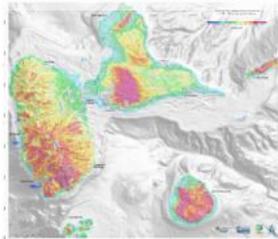
- La Réunion (2014 – 10 400 kml)
- La Plaine des Fougères (2021 – 600 kml)



Martinique (2013 – 3700 kml)

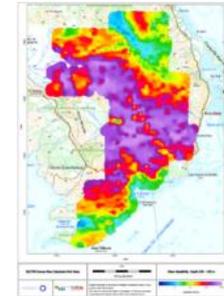
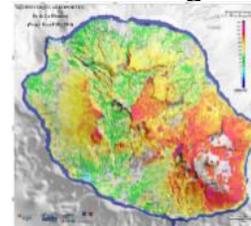
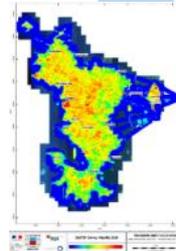


Dans des contextes volcaniques



Guadeloupe (2013 – 5400 kml)

Mayotte (2010 – 3000 kml)

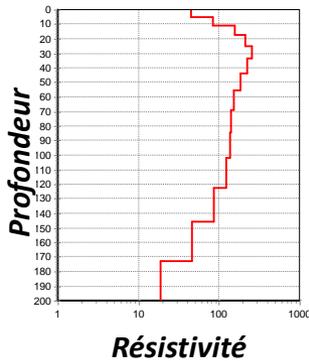


Nouvelle Calédonie (2015 – 800 kml
2020 – 15 000 kml)

L'électromagnétisme aéroporté

La donnée recueillie, après traitement :

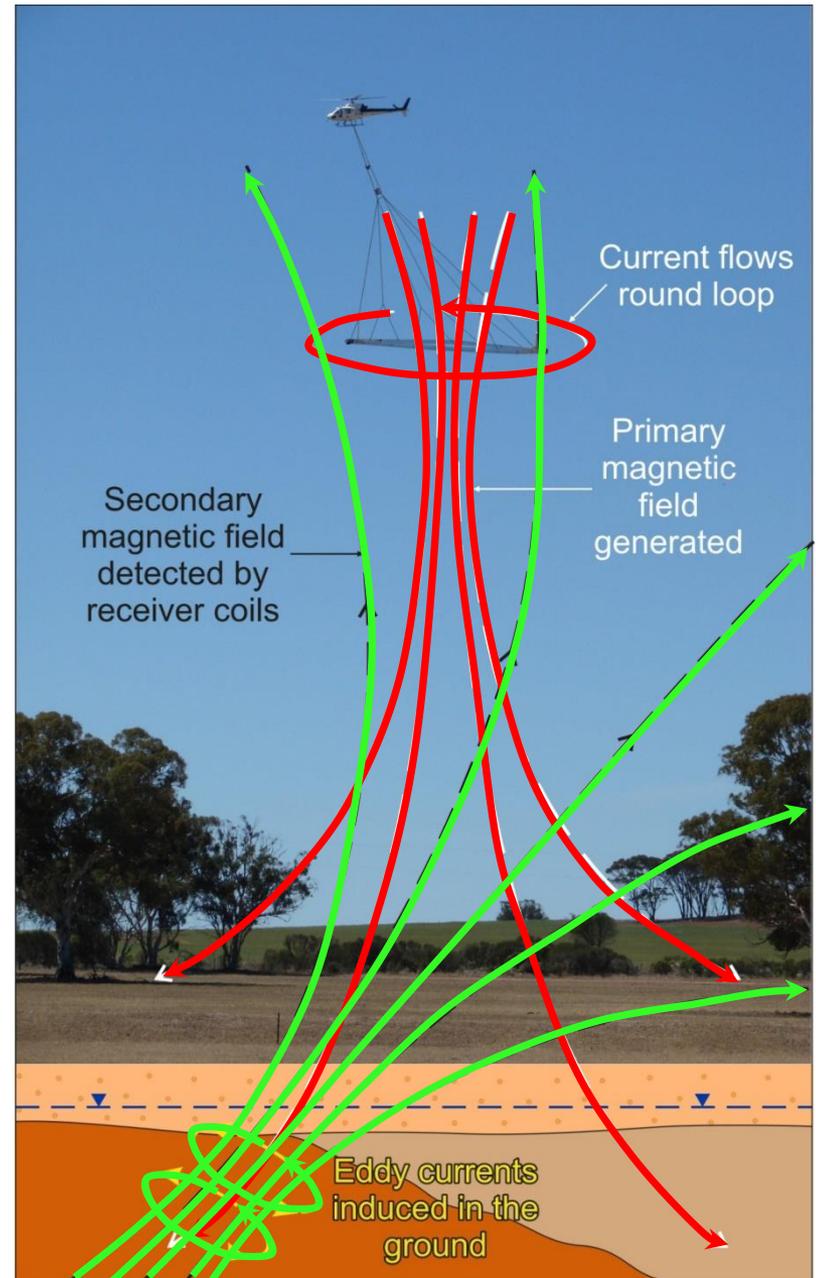
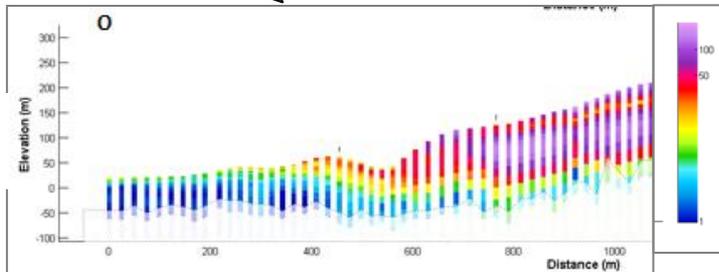
- \\ Informe sur les variations de la résistivité électrique en fonction de la profondeur
- \\ Imagerie des niveaux résistants et conducteurs



Représentation en sondage

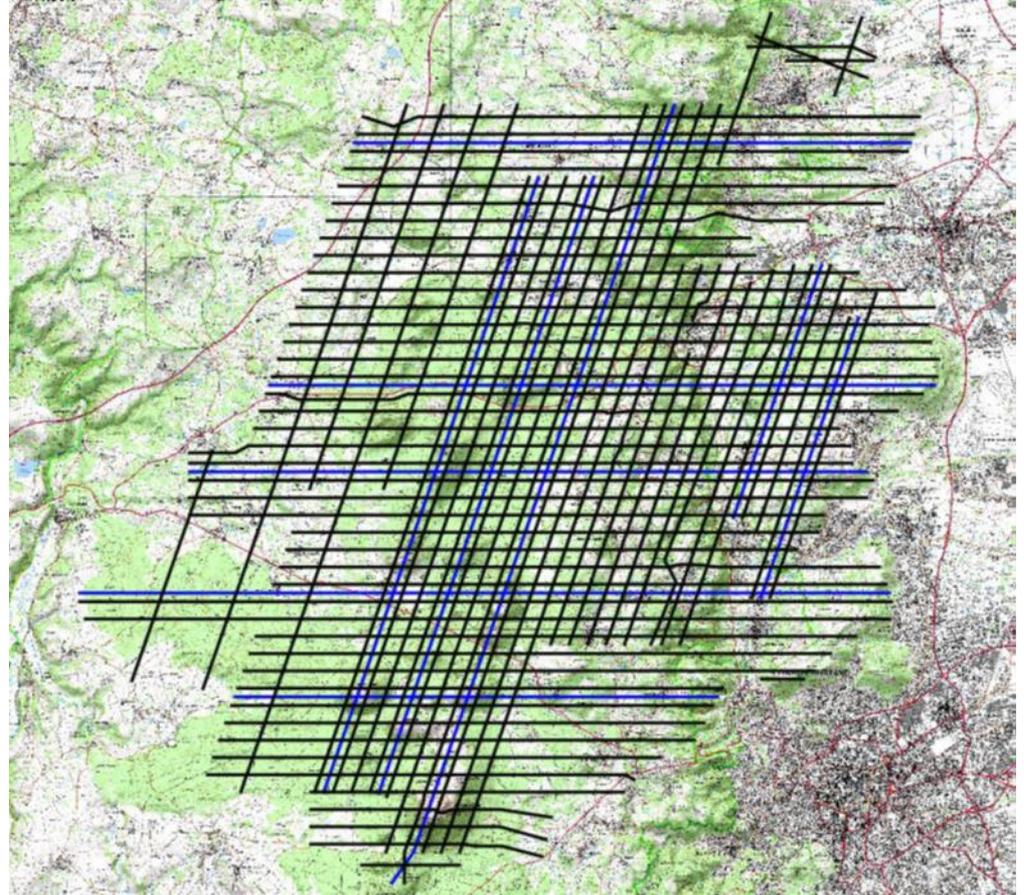
Choix d'une échelle de couleur

Coupes Sondage 1D



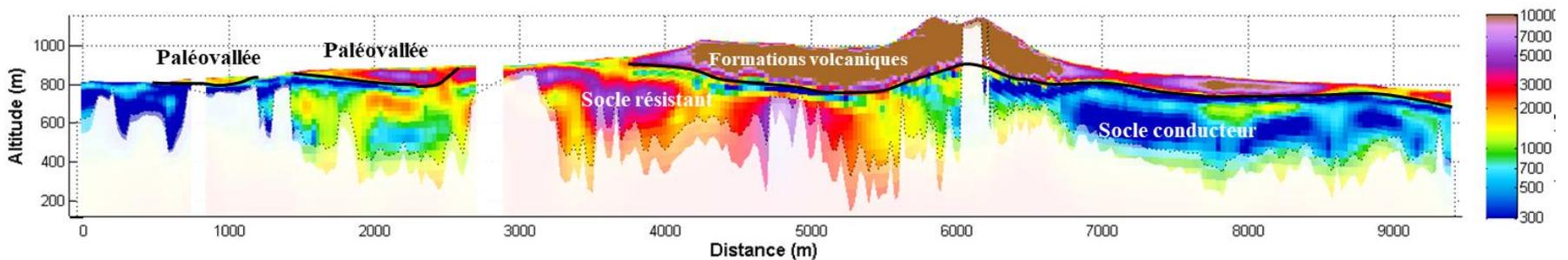
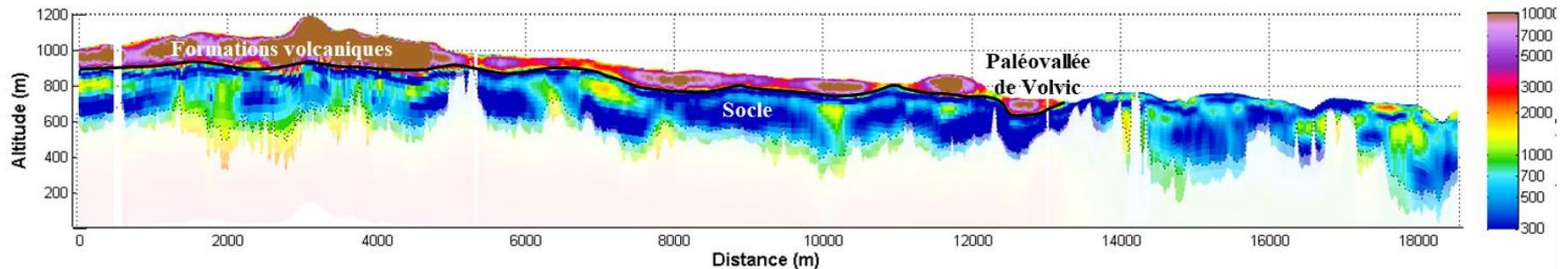
En contexte de socle sous couverture volcanique

- \\ Automne 2020
- \\ 1018 kml de vol –
2 semaines
- \\ 3 méthodes :
 - ↓ Magnétisme
 - ↓ Electromagnétisme
 - ↓ Gamma-spectrométrie



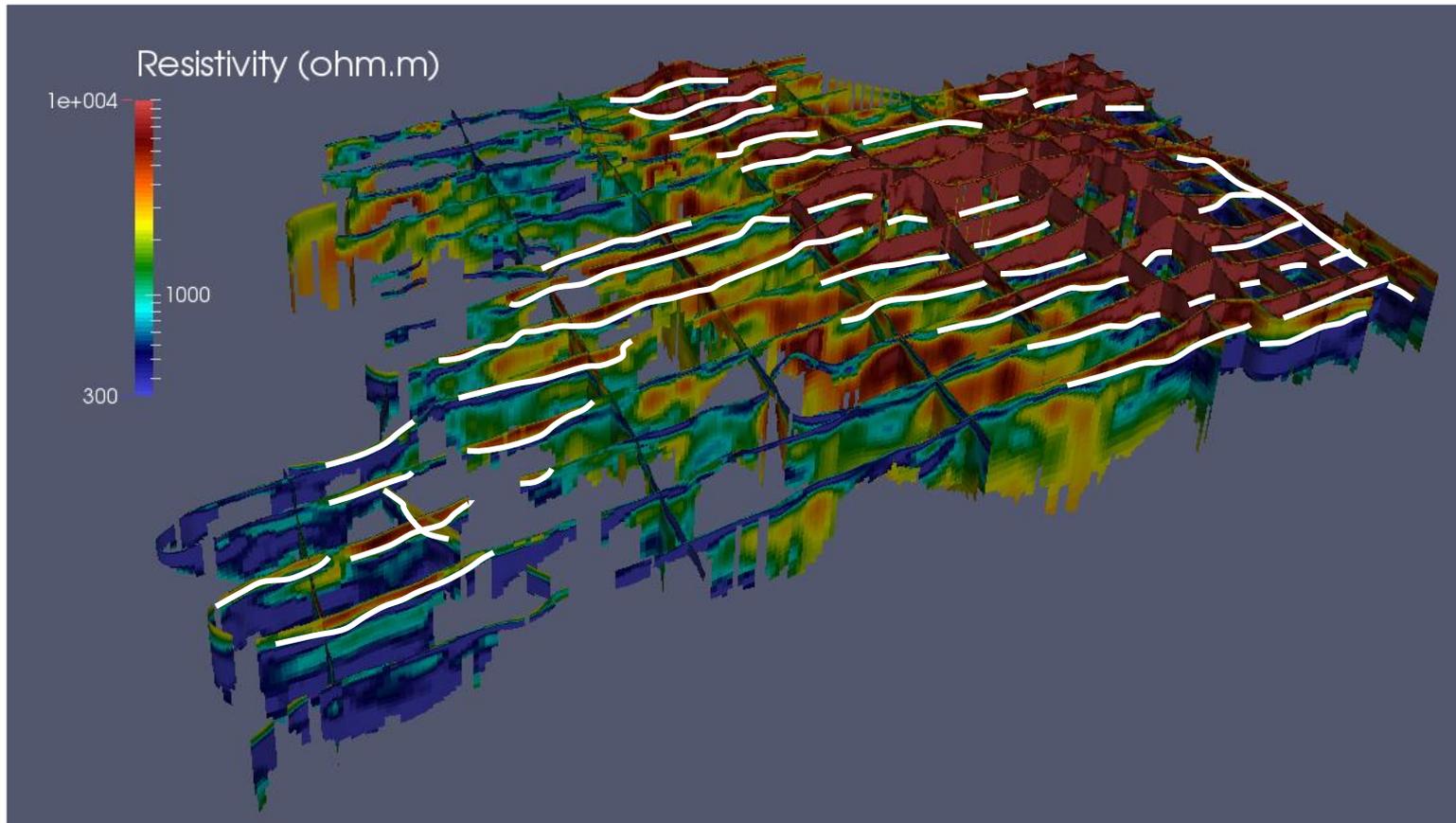
En contexte de socle sous couverture volcanique

- \\ **Imagerie de l'interface entre le socle et les formations volcaniques**
 - ↓ rôle majeur dans l'hydrogéologie de la chaîne des puys
- \\ **Imagerie de contrastes très marqués dans le socle**



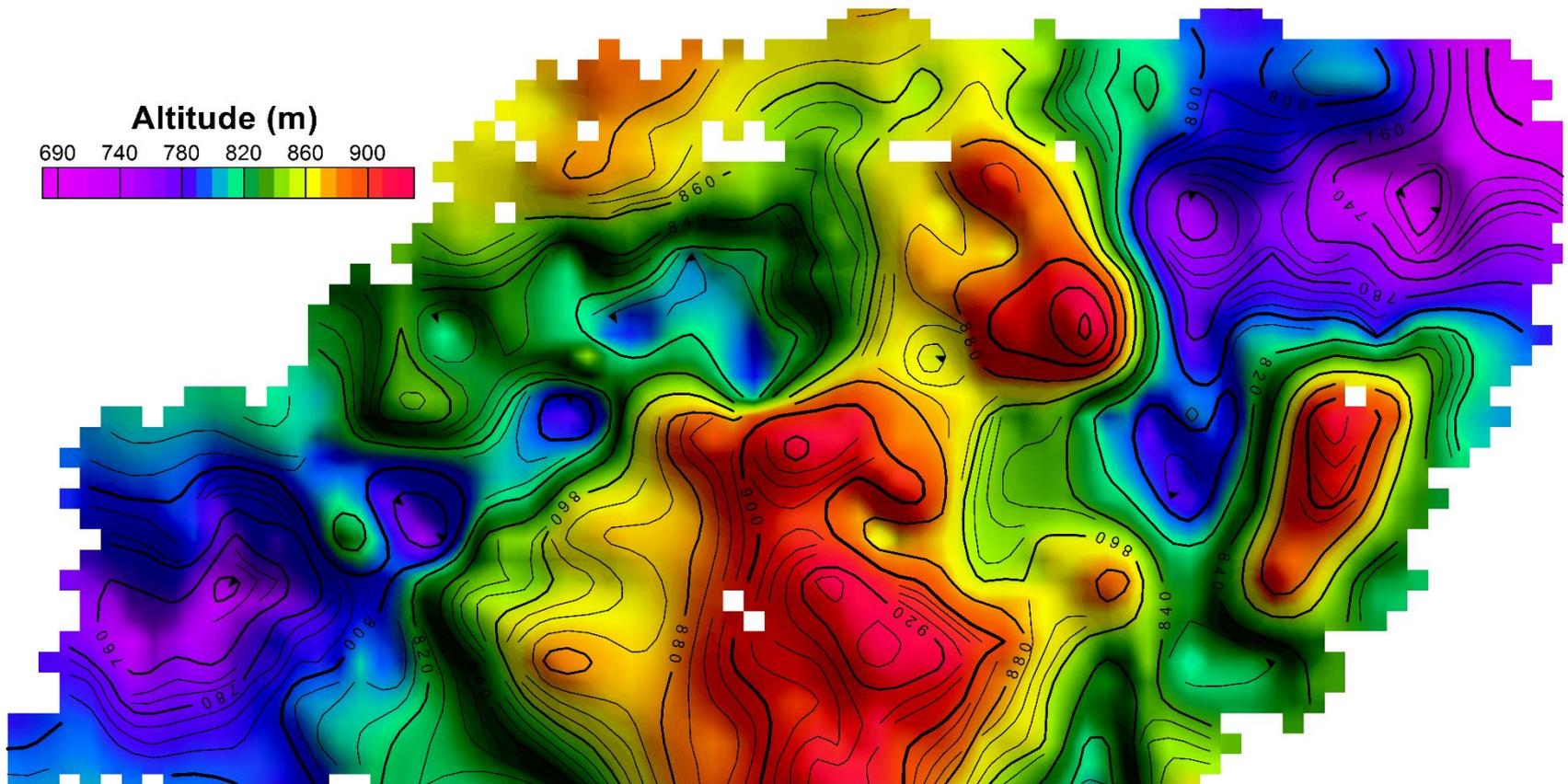
En contexte de socle sous couverture volcanique

Pointé de l'interface sur les différentes coupes



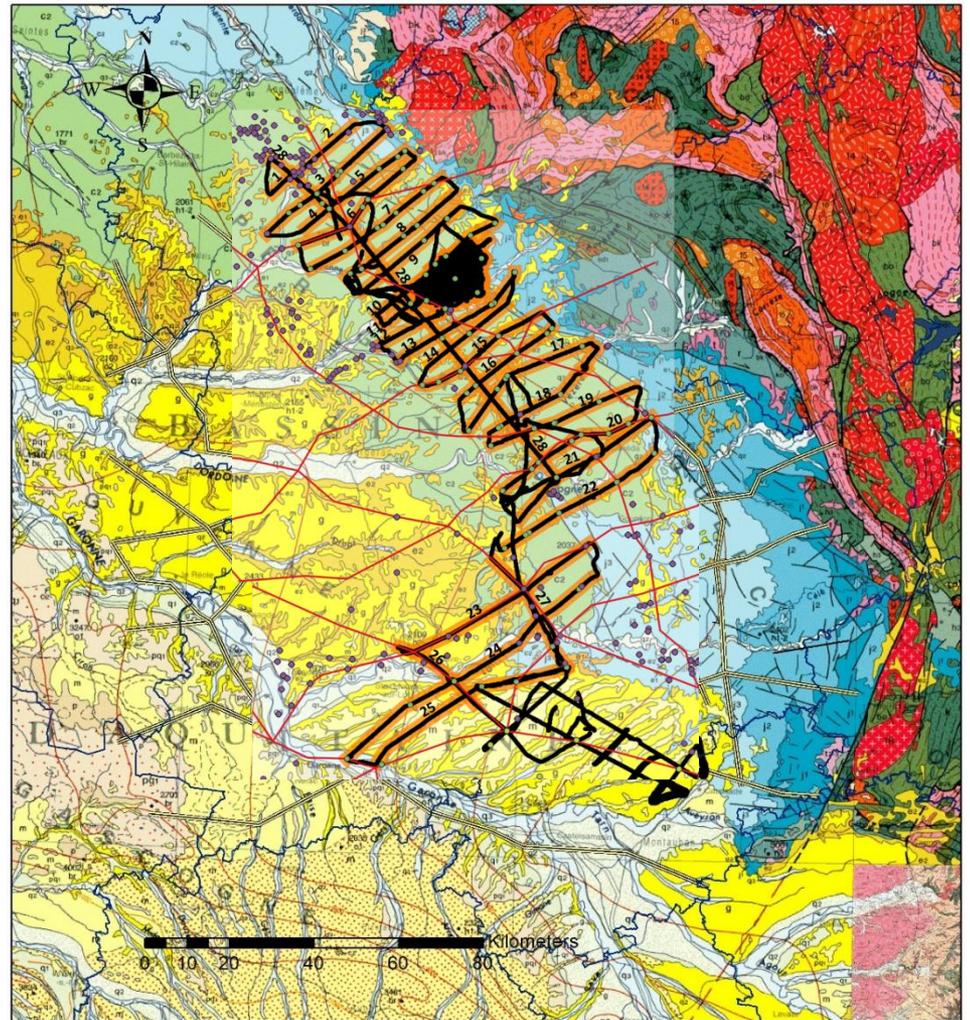
En contexte de socle sous couverture volcanique

- ∞ **Obtention de la grille d'altitude du toit du socle**
 - ∨ Redéfinition du bassin d'alimentation



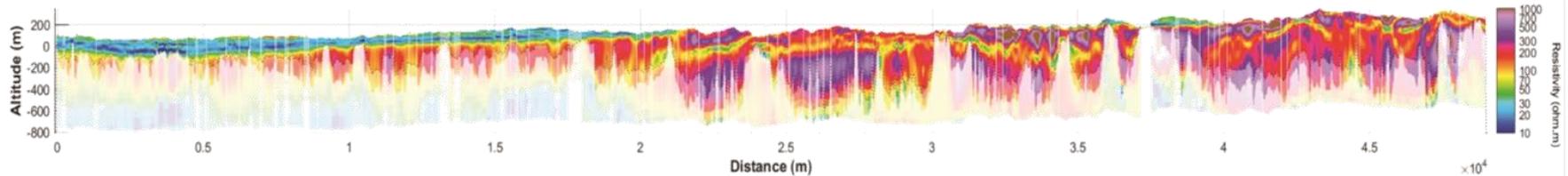
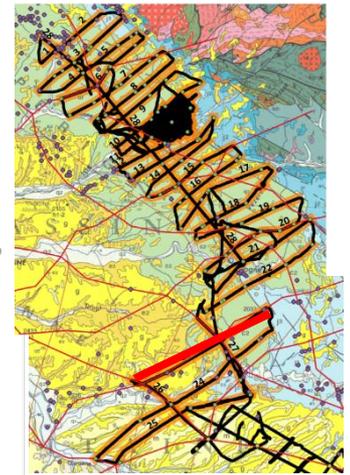
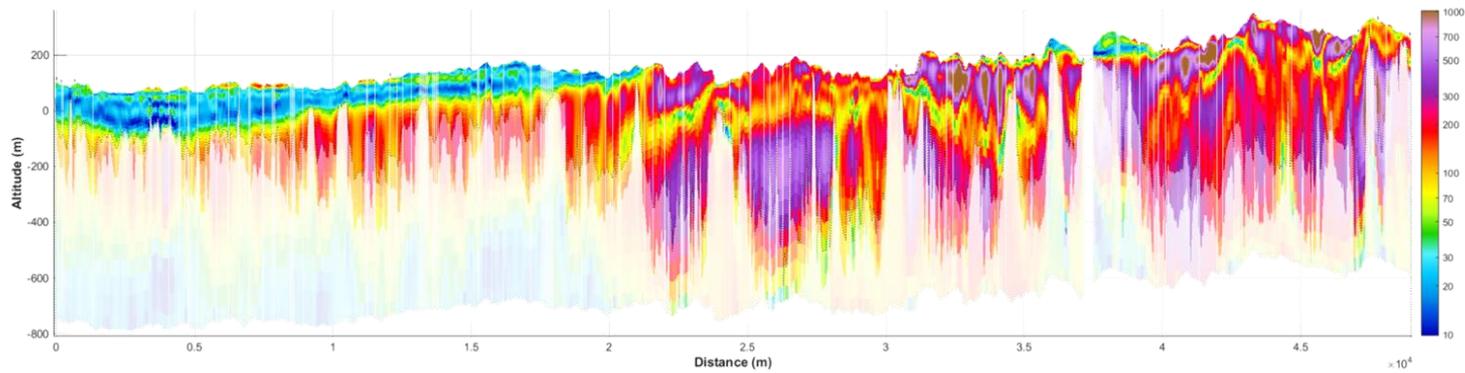
En contexte de bassin sédimentaire

- \\ **Projet Eaux-SCARS**
(systèmes carbonatés réservoirs du Nord-Est du Bassin aquitain)
- \\ **1 291 km acquis**
(+195 km pour le projet ECORSE 82)
- \\ **Emprise > 6 600 km²**
- \\ **Sept 2021 (1.5 semaines)**
- \\ **28 coupes**
- \\ **1 zone resserrée (BV du Toulon)**
- \\ **Interprétations en cours**



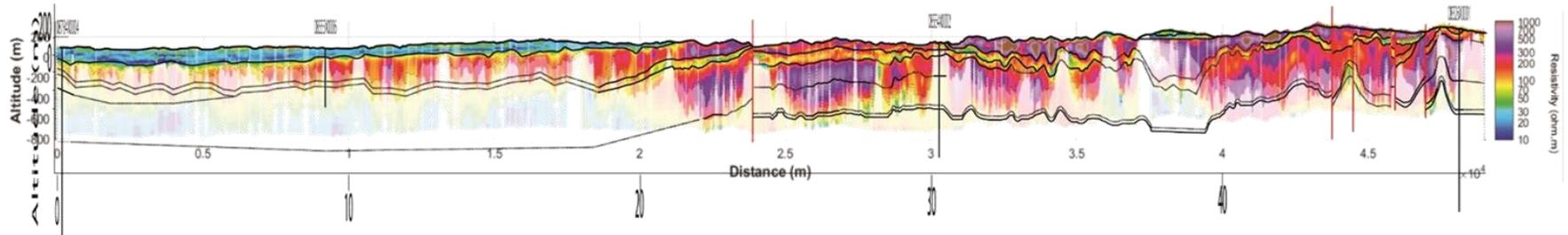
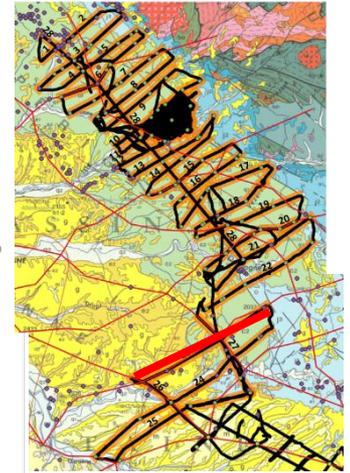
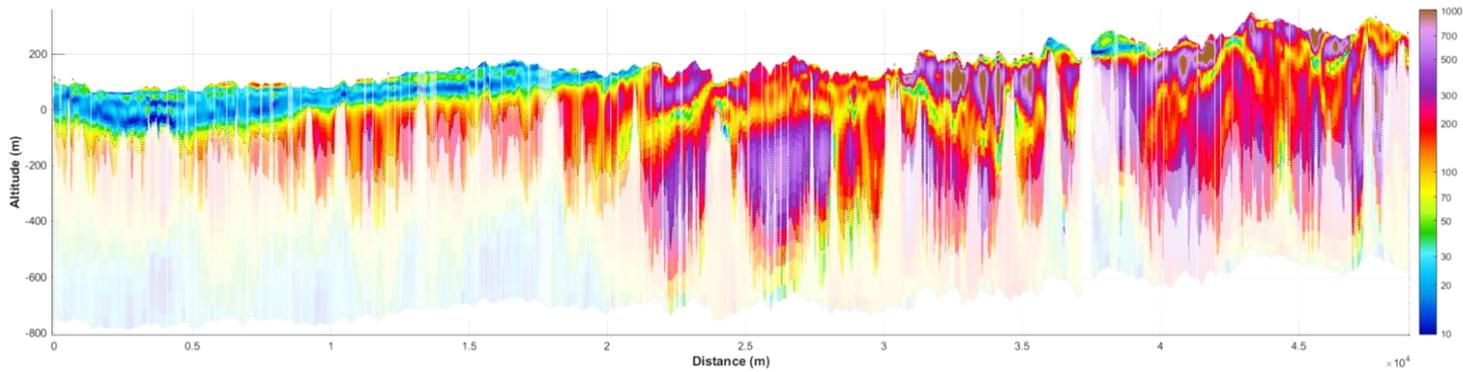
En contexte de bassin sédimentaire

\\ A ce stade du projet : premiers constats



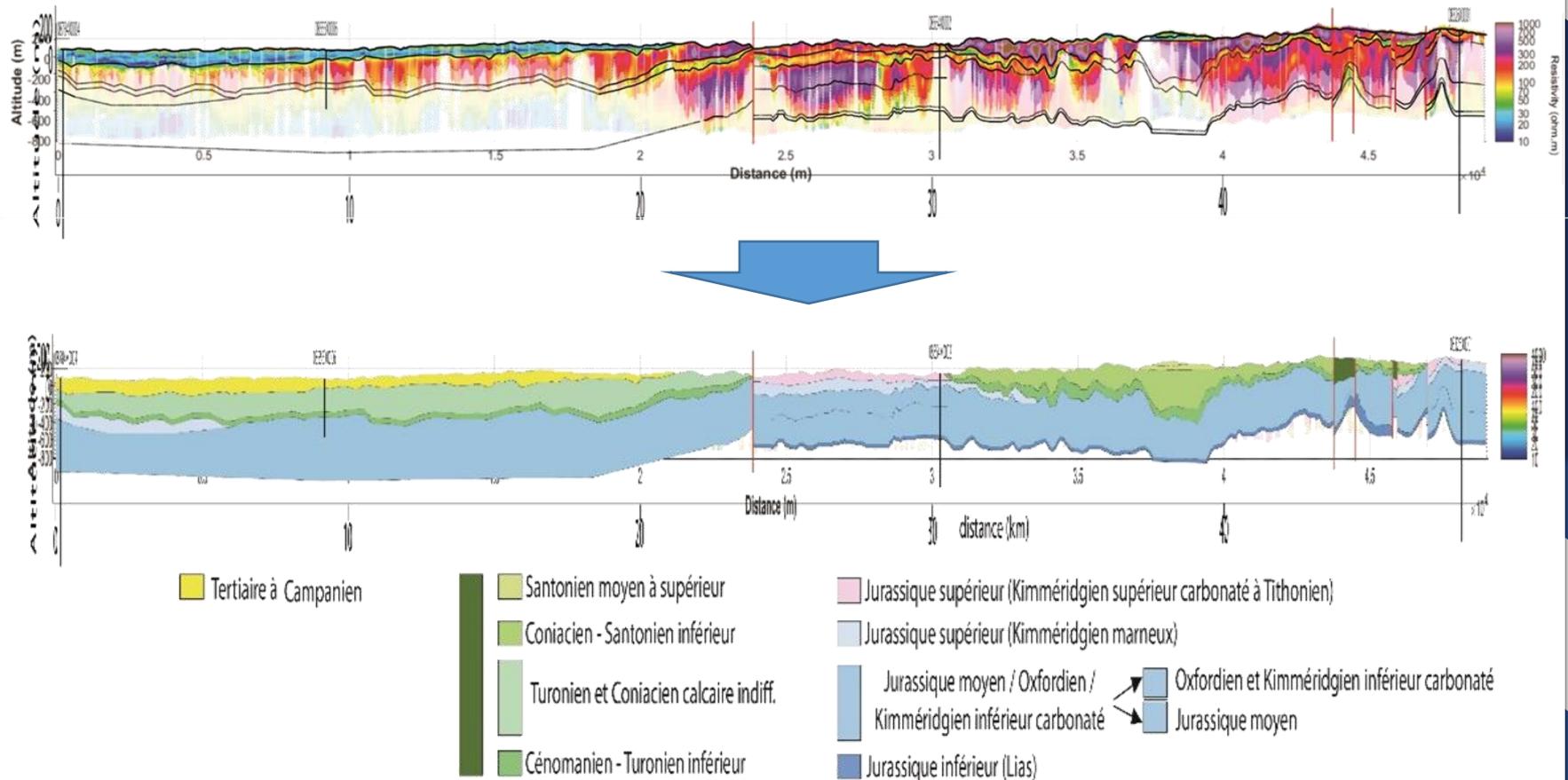
En contexte de bassin sédimentaire

Identification des unités lithologiques à grande échelle (aquifères / aquitards)



En contexte de bassin sédimentaire

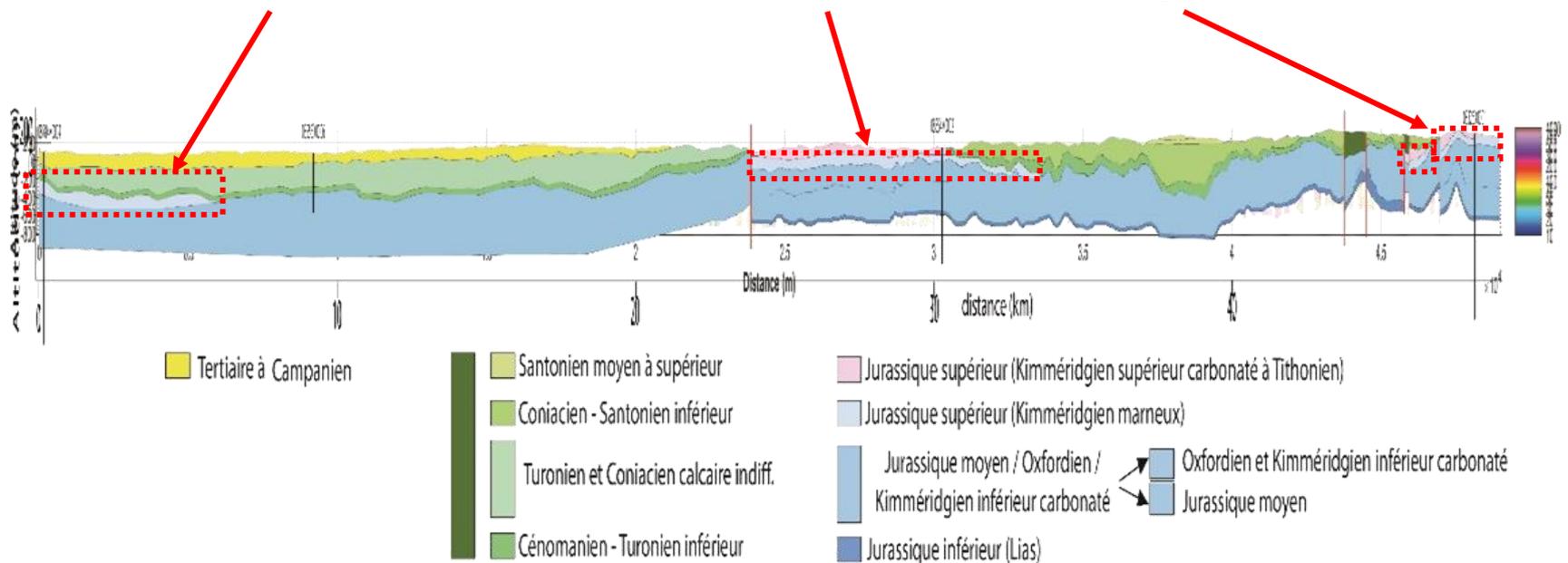
Identification des unités lithologiques à grande échelle (aquifères / aquitards)



En contexte de bassin sédimentaire

Identification des unités lithologiques à grande échelle (aquifères / aquitards)

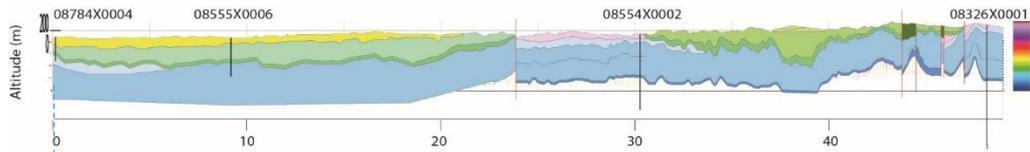
Délimitation de l'aquitard discontinu (érodé) du Kimméridgien



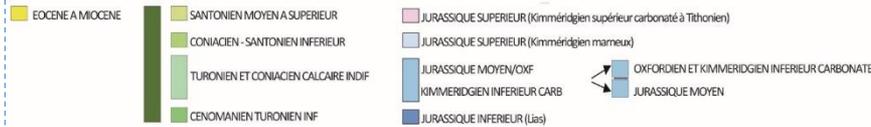
En contexte de bassin sédimentaire

Révision des corrélations régionales

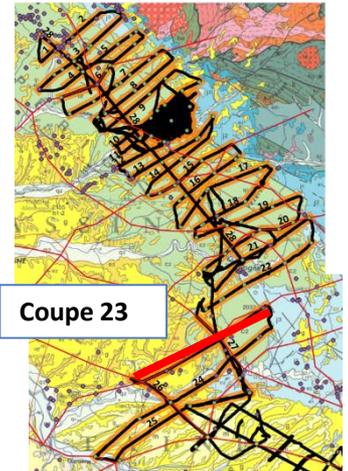
PROFIL EM - 23



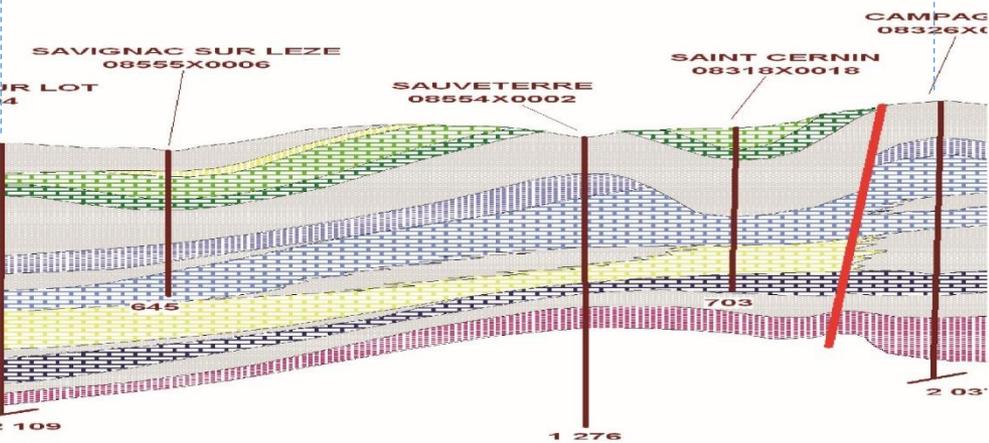
LEGENDE



Corrélations avec appui EM



Coupe 23

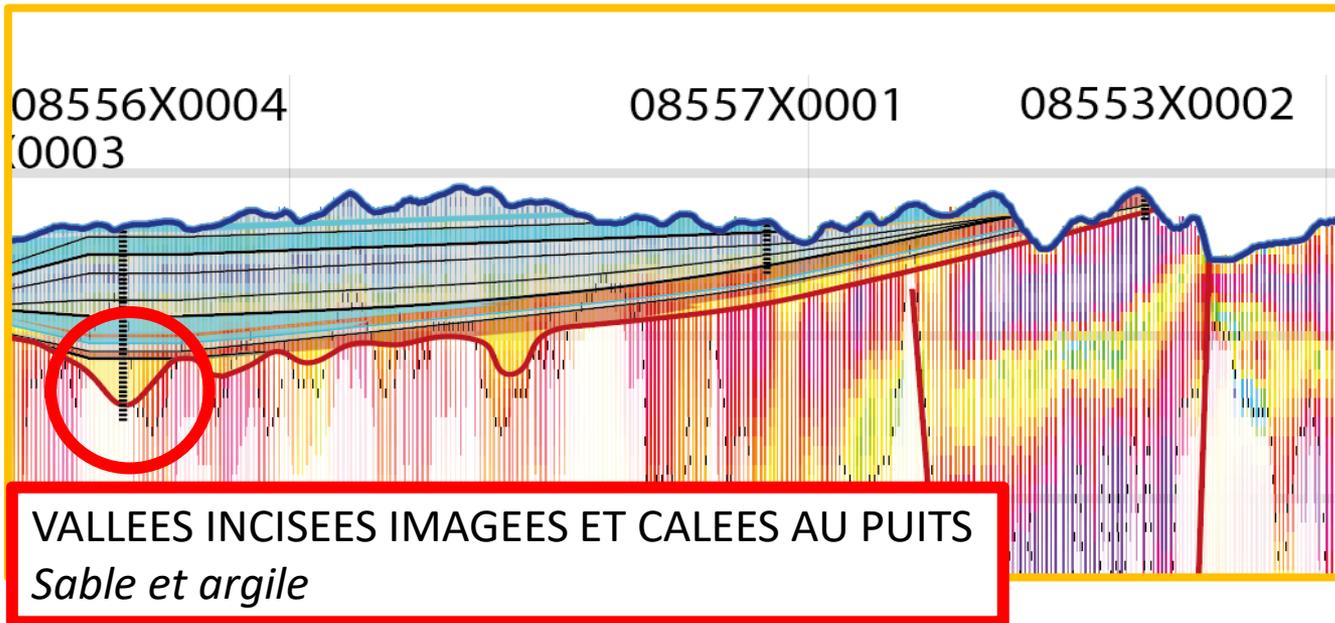
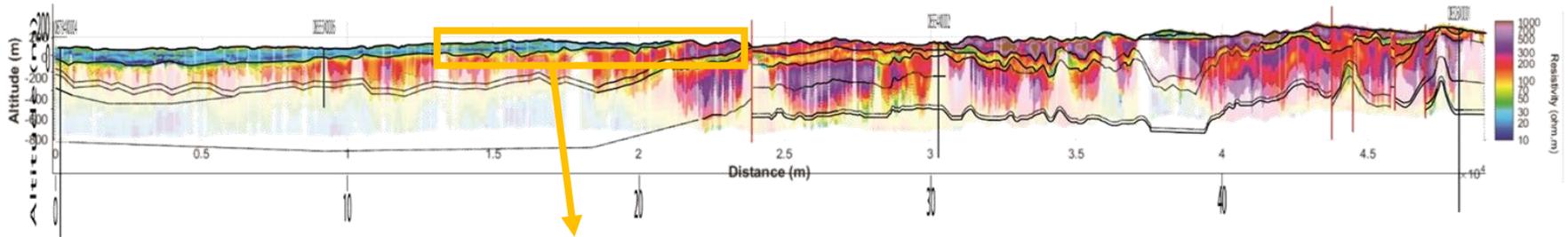


Corrélations antérieures



En contexte de bassin sédimentaire

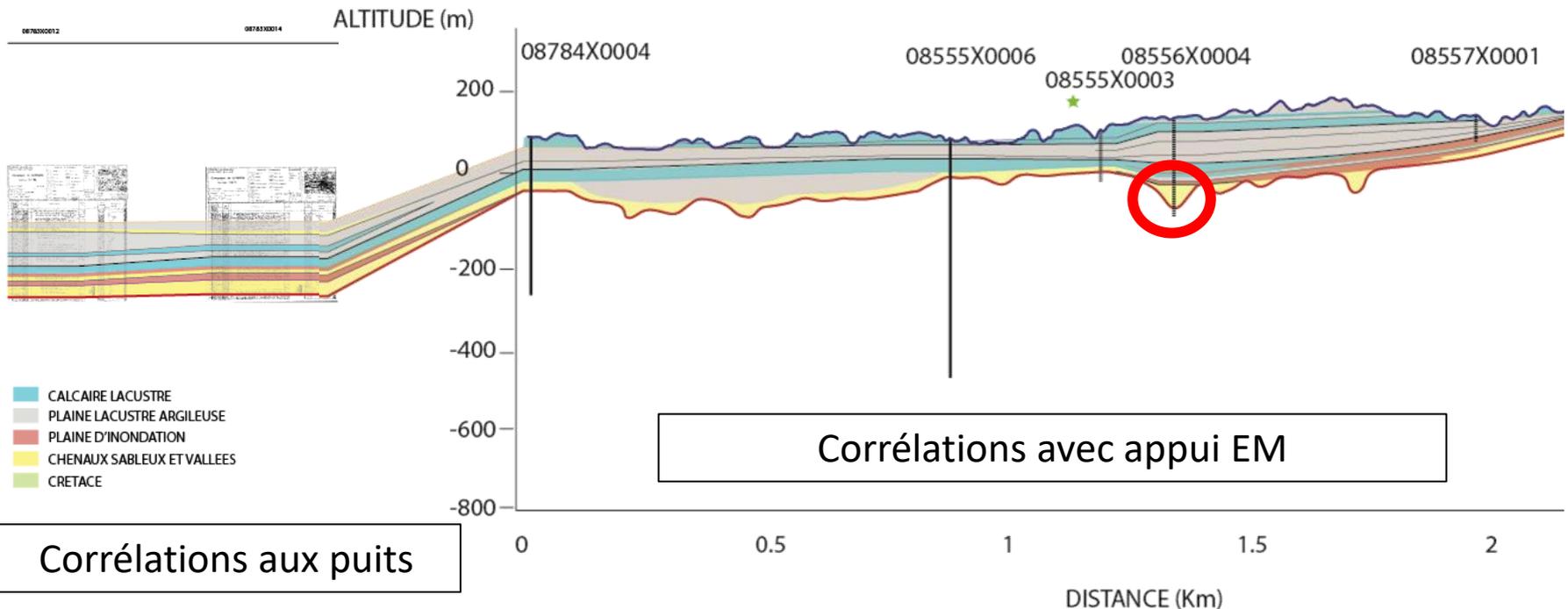
Identification d'opportunités localisées



En contexte de bassin sédimentaire

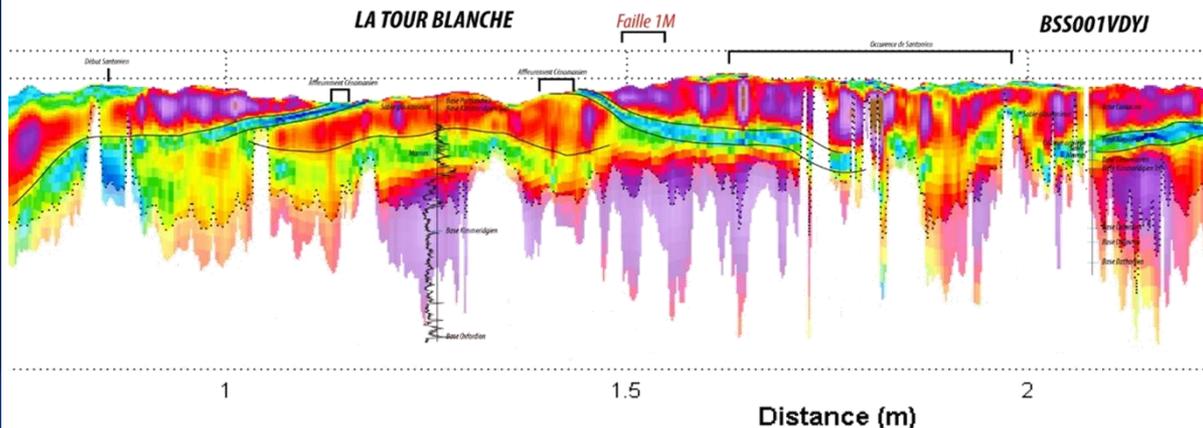
\\ La résolution accrue des corrélations est donc exploitable à de multiples échelles

PROFIL EM 23 - PARTIE CENOZOIQUE

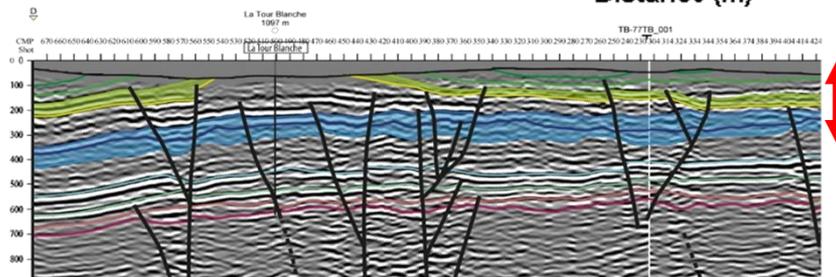


En contexte de bassin sédimentaire

\\ Complémentarité avec les données sismiques sur les grandes structures complexes



Appréhender les géométries et les compartimentations des entités hydrogéologiques stratégiques

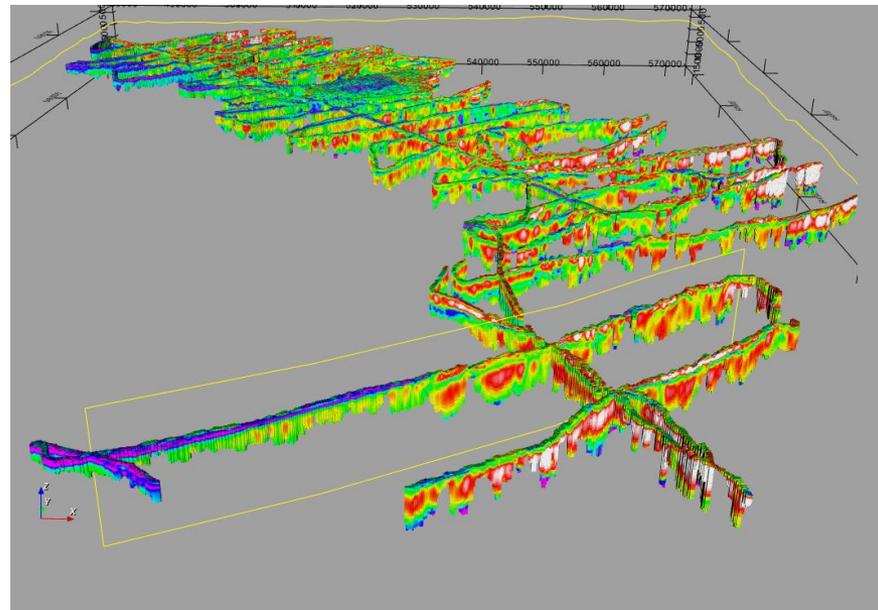
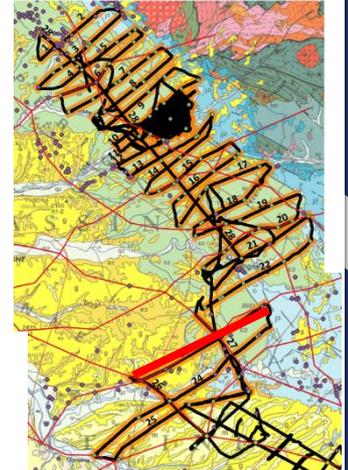


En contexte de bassin sédimentaire

\\ En l'état, mise en évidence :

- ✓ de multiples structures sous couverture
- ✓ du rejeu des structures connues

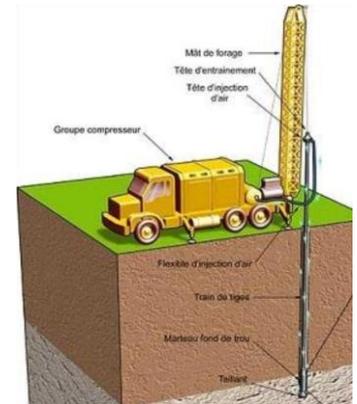
\\ Nécessité de réviser le schéma structural du secteur



Conclusion

\\ Pallier les insuffisances des corrélations par forages

- Désavantages des seules acquisitions par forage : destructif, information locale et directe, coûts et moyens importants
- Utilisation de la physique pour imager une ou plusieurs propriétés du sous-sol - dévoile une certaine composition du sous-sol
- La géophysique aéroportée permet de porter des **investigations sur de vastes territoires, sur des durées restreintes**



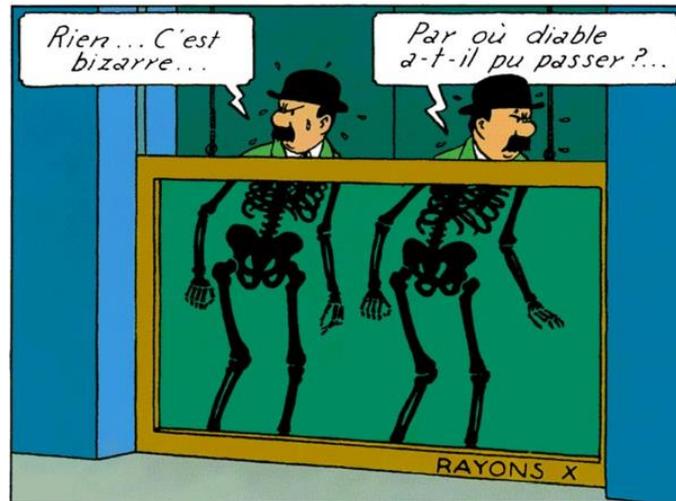
\\ Perspectives vastes en hydrogéologie, appliquées à la gestion des ressources en eaux souterraines

- Forte complémentarité avec les outils hydrogéologiques "standard"
- Révision des géométries des aquifères à toutes échelles / résolutions : limites, structures sous couverture, compartimentations et connexions possibles des réservoirs, continuité des réservoirs captifs avec les zones de recharge
- Cartographie des variations de faciès et propriétés hydrodynamiques associées

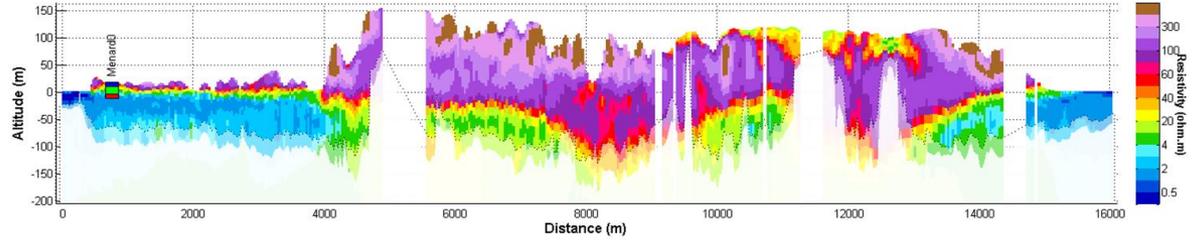
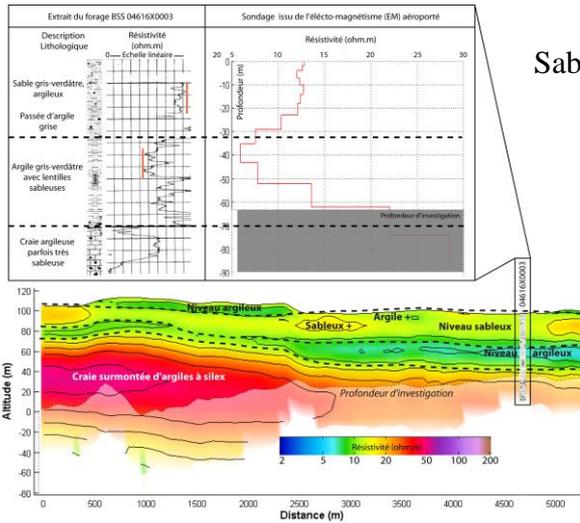
Conclusion

\\ A garder en mémoire

- **Non destructif mais indirect** : nécessite des données de calage fiables (forages, ...)
- Information sur la nature du sous-sol, l'altération mais généralement **pas d'information directe sur la saturation en eau et les propriétés aquifères**.
- Nécessité d'une interprétation géologique robuste
- Contraintes en zones urbaines



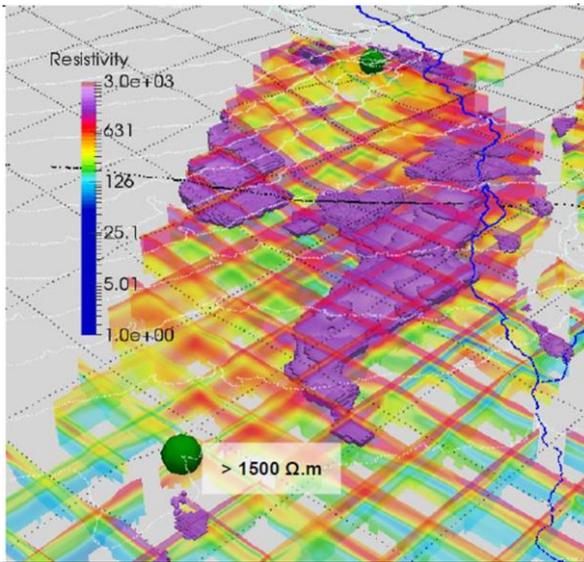
Sables et argiles de Sologne



Intrusion saline – Marie Galante

Merci pour votre attention

Paléovallée La Réunion



Bassin Parisien

