

Justine Briais¹, Simon Andrieu¹, Benoît Issautier¹, Alexandre Reninger¹, Anne Raingard¹, Eglantine Husson¹, Cécile Allanic¹, Pierre Bourbon¹, Eric Lasseur¹, Alexandre Ortiz¹, Olivier Cabaret¹, and Jerome Barriere¹
¹: Bureau de recherche géologique et minière / contact: j.briais@brgm.fr



INTRODUCTION

La gestion des ressources en eaux souterraines stratégiques repose en premier lieu sur une bonne connaissance de la nature du sous-sol. La densité de données disponibles conduit nécessairement à une simplification et à des incertitudes sur les géométries et propriétés, dont les implications peuvent être majeures pour la compréhension du fonctionnement des ressources en eau. Sur la bordure NE du bassin d'Aquitaine (Lot, Dordogne), les conditions d'affleurement sont variables, et les épaisses séries mésozoïques ne sont traversées que par une quantité limitée de forages. Pour pallier à ces lacunes, un levé électromagnétique aéroporté (AEM), permettant d'imager les contrastes de résistivité des roches jusqu'à une profondeur de 400 m environ, a été réalisé dans le cadre du projet Eaux-SCARS.

DATA et ACQUISITION

Le levé a été effectué par SkyTEM Surveys ApS. Le plan de vol comprend 1486 km de lignes de vol et a consisté en de longs profils, majoritairement sud-ouest nord-est. Le long de chaque ligne de vol, une mesure électromagnétique a été prise sans discontinuer, à pas régulier, ce qui représente un point de donnée tous les 30 à 40 m. Le BRGM a assuré le montage, la supervision, la coordination et le contrôle qualité de la campagne hélicoptère. Après récupération des données brutes, le BRGM a également réalisé le traitement des données afin d'obtenir un modèle de résistivité robuste et interprétable (Reninger et al., 2020). Cela a consisté à :
(1) traiter les données de navigation,
(2) traiter les données électromagnétiques et
(3) inverser le jeu de données avec des paramètres optimisés.

Le système de mesure utilisé est le SkyTEM 312 (<https://skytem.com/geophysical-surveys/>). Ce système est tracté en élingue environ 35 mètres sous un hélicoptère. Sur le câble d'accrochage, à 20 m environ sous l'hélicoptère, un générateur fournit le courant nécessaire à la mesure EM. La structure se compose d'une boucle émettrice, qui permet l'excitation du sous-sol, d'une boucle réceptrice, pour mesurer la réponse du sous-sol, d'un générateur, comme source d'énergie, ainsi que de différents instruments de navigation tels que GPS, inclinomètres et altimètres laser afin de positionner à tout moment la mesure dans l'espace. Un magnétomètre, enregistrant le champ magnétique naturel, est également placé à l'avant du système.

La particularité des systèmes « SkyTEM » est d'émettre deux moments magnétiques différents (fonction du nombre de tour et de l'aire de la boucle d'émission et de l'intensité du courant injecté) : un moment, dit faible, qui assure une résolution en proche surface (dans la gamme ~0-50/100m) et un moment, dit fort, fournissant une information à des profondeurs plus importantes. Ces deux moments sont interprétés conjointement et correspondent à un même point de mesure. Le système SkyTEM 312 a vocation à émettre un champ magnétique de moment important afin de sonder le sous-sol en profondeur, ceci est accompagné d'une perte de résolution en proche surface.

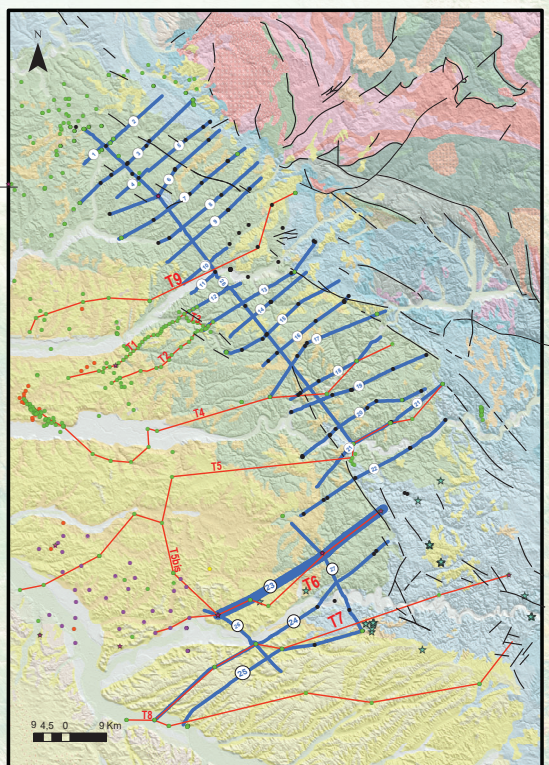
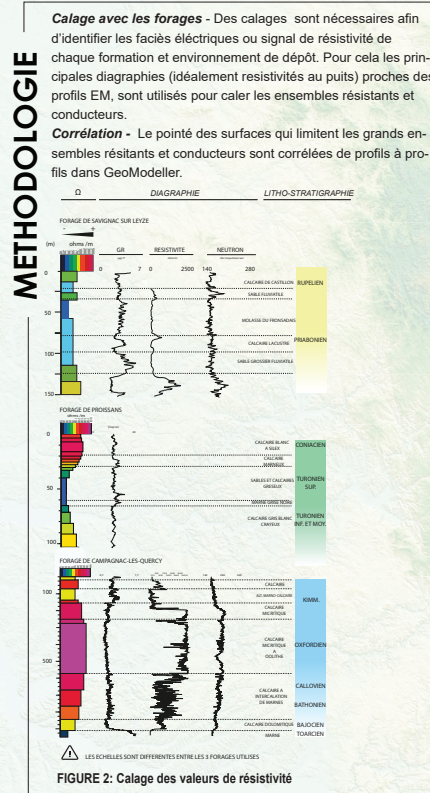


FIGURE 1: Plan de position des profils géophysiques, des transects de corrélation et des puits utilisés.

RESULTATS

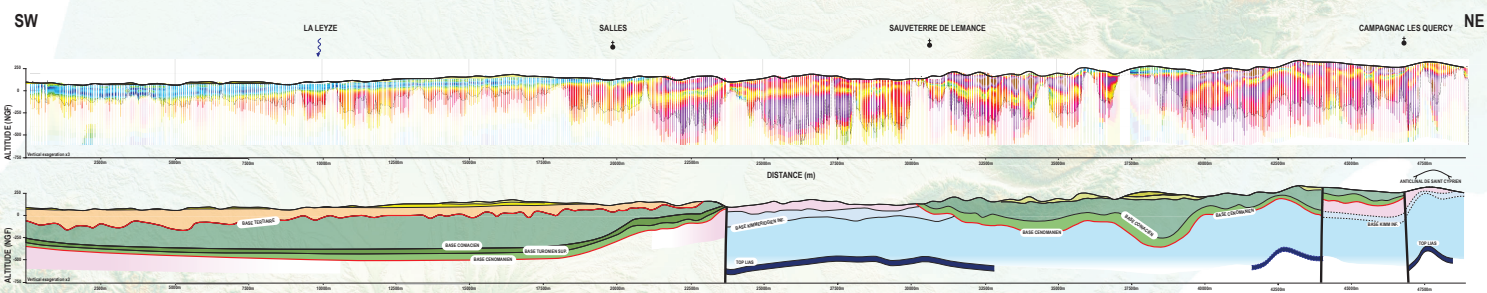
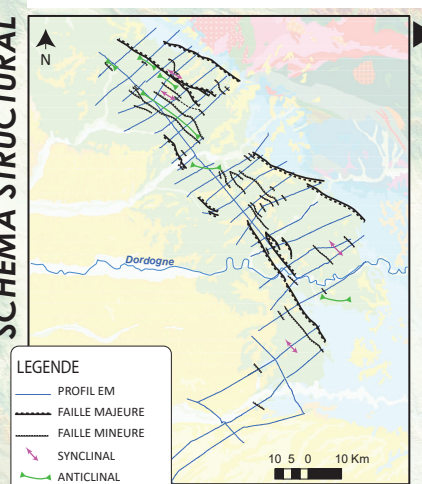


FIGURE 3: Profils de résistivité 23

A grande échelle (x Km) - Les grandes géométries des différents ensembles sont identifiables sur les profils EM: on notera essentiellement les calcaires résistants du Bathonien au Kimmeridgien basal et du Kimmeridgien supérieur, ainsi que les calcaires du Coniacien. D'autres ensembles sont très conducteurs tels que les Manres du Lias (peu imagés), les marnes du Kimmeridgien inférieur, le Cénomarien, le Santonien et l'ensemble du Cénozoïque.

A plus petite échelle (x 10m) - des érosions sont identifiables entre le Kimmeridgien supérieur et le Cénomarien, ainsi qu'entre le Sénonien et la base du Cénozoïque avec la mise en place de vallées incisées identifiables sur les profils.



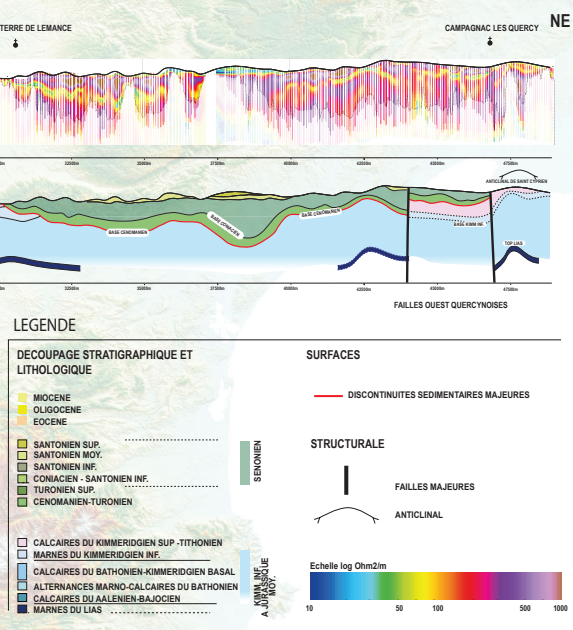
Le maillage en 3D a permis de réaliser un schéma structural à l'échelle régionale. L'essentiel des structures sont orientées NW-SE et correspondent pour la majorité à des discontinuités dans le socle (délimitant des anomalies gravimétriques). Des anticlinaux et des synclinaux sont associées au jeu de ces structures régionales. De rares structures E-W sont identifiables et pourraient jouer en relai entre les structures NW-SE.

Trois phases de structuration sont identifiées, au 1) Crétacé inf. 2) Crétacé supérieur et à 3) l'Eocène supérieur. Ces deux dernières périodes engendrent la phase compressive pyrénéenne avec une contrainte majeure N-S impliquant une grande zone de décrochement dextre le long des structures NW-SE segmentées par des zones de relai.

CONCLUSION et APPORT DE L'EM

La série jurassique comprend des niveaux aquifères tels que, 1) le Dogger (Jurassique moyen) et l'Oxfordien et 2) le Kimmeridgien supérieur composés de plate-formes carbonatées. Les données AEM permettent de reconstituer les enveloppes des ces aquifères et d'identifier un niveau conducteur, aquitard qui correspond au Kimmeridgien inférieur et qui va isoler les deux aquifères 1) et 2). L'analyse du Crétacé montre la présence d'un aquifère correspondant au Coniacien. Cette aquifère peut être en connexion avec les aquifères sous-jacents si le Cénomano-Turonien est absent (géométrie en onlap). Enfin, le Cénozoïque constitue un aquitard important excepté à l'interface Jurassique ou Crétacé/Cénozoïque où des vallées incisées peuvent constituer des aquifères importants. Les structures du Crétacé supérieur et du Cénozoïque ont fortement compartimentées les aquifères pouvant créer des connexions entre les aquifères du Jurassique et du Crétacé

PROFIL EM23



LEGENDE

DECOUPE STRATIGRAPHIQUE ET LITHOLOGIQUE

- MIOCENE
- OLIGOCENE
- EOCENE
- SANTONIEN SUP.
- SANTONIEN MOY.
- SANTONIEN INF.
- CONIACIEN - SANTONIEN INF.
- TURONIEN SUP.
- CENOMANIEN-TURONIEN
- CALCAIRES DU KIMMERIDIEN SUP.-TITHONIEN
- MARNES DU KIMMERIDIEN INF.
- ALTERNANCES MARNO-CALCAIRES DU BATHONIEN
- CALCAIRES DU ALENIEN-BATHONIEN
- MARNES DU LIAS

SURFACES

- DISCONTINUITES SEDIMENTAIRES MAJEURES

STRUCTURALE

- FAILLES MAJEURES
- ANTICLINAL

LIMITES DE L'EM

- Des géométries ondulatoires au sommet d'ensembles conducteurs peuvent correspondre à des profils d'altération, à une karstification, ou à des vallées incisées et/ou du signal géophysique non expliqué.
- Un niveau conducteur d'épaisseur faible intercalé entre deux ensembles résistants sera de moins en moins visible en profondeur.
- L'EM constitue un apport considérable sur la connaissance des géométries à grande échelle (x Km); en revanche les géométries ou encore les variations de faciès à plus petites échelles (x 10m) sont difficilement identifiables.