



HAL
open science

Détail d'une structure régionale majeure par méthodes géophysiques combinées - cas de la faille de Fécamp-Lillebonne (Seine-Maritime, France)

Baptiste Meire, Pierre-Yann David, Thomas Jacob, Angélie Portal, Fabien Paquet, Adnand Bitri, Didier Pennequin, Erwan Idee, Emmanuel Hauchard

► To cite this version:

Baptiste Meire, Pierre-Yann David, Thomas Jacob, Angélie Portal, Fabien Paquet, et al.. Détail d'une structure régionale majeure par méthodes géophysiques combinées - cas de la faille de Fécamp-Lillebonne (Seine-Maritime, France). 22èmes journées techniques du Comité Français d'Hydrogéologie de l'Association Internationale des Hydrogéologues, May 2018, Le Havre, France. hal-02262164

HAL Id: hal-02262164

<https://brgm.hal.science/hal-02262164>

Submitted on 2 Aug 2019

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.

Détail d'une structure régionale majeure par méthodes géophysiques combinées – cas de la faille de Fécamp-Lillebonne (Seine-Maritime, France)

MEIRE Baptiste⁽¹⁾, DAVID Pierre-Yann⁽¹⁾, JACOB Thomas⁽²⁾, PORTAL Angélie⁽²⁾,
PAQUET Fabien⁽²⁾, BITRI Adnand⁽²⁾, PENNEQUIN Didier⁽¹⁾, IDEE Erwan⁽¹⁾, HAUCHARD
Emmanuel⁽³⁾

(1) BRGM Mont-Saint-Aignan

(2) BRGM Orléans

(3) CODAH

b.meire@brgm.fr

MOTS CLES : faille de Fécamp-Lillebonne, géophysique, carte structurale

RESUME

La faille de Lillebonne-Fécamp est une faille normale-décrochante dextre (*Hauchard et Laignel, 2008 ; Wazi, 1988*), orientée N150° (orientation *armoricaine*) à regard vers l'ouest, à rejet vertical variable (150 m dans le secteur de Bolbec, 40 m dans le secteur de Lillebonne). Il s'agit d'une structure géologique régionale majeure qui traverse le Pays de Caux sur plus de 25 km et se prolonge en Manche au large de Fécamp en prenant progressivement une orientation E-O. Au sud, cette structure n'atteindrait pas la Seine et viendrait buter contre l'accident de Notre-Dame-de-Gravenchon-Villequier, orienté N060° (orientation *varisque*). A l'échelle du Bassin de Paris, cette structure s'inscrit dans la continuité des failles de la Seine, de Rambouillet et d'Etampes, et présente la même orientation que la structure du Bray. Dans le paysage structural du Pays de Caux, la faille de Lillebonne-Fécamp est également associée à de larges structures plicatives à faible pendage, globalement parallèles à la faille (*Ragot, 1988*).

En 2017, des investigations géophysiques ont été réalisées par le BRGM dans le secteur de Bolbec pour améliorer les connaissances géologiques et structurales dans la zone. L'interprétation et la corrélation conjointe des profils géo-électriques, sismiques et de la carte gravimétrique a permis de confirmer la thèse de Ragot sur la géométrie en faisceau de la faille, et de proposer une nouvelle carte structurale pour le secteur de Bolbec.

INTRODUCTION

La faille de Lillebonne-Fécamp est une faille normale-décrochante dextre (Hauchard et Laignel, 2008 ; Wazi, 1988), orientée N150° (orientation armoricaine) à regard vers l'ouest. Il s'agit d'une structure géologique régionale majeure qui traverse le Pays de Caux sur plus de 25 km et se prolonge en Manche au large de Fécamp en prenant progressivement une orientation E-O (figure 1). Au sud, cette structure n'atteindrait pas la Seine et viendrait buter contre l'accident de Notre-Dame-de-Gravenchon-Villequier, orienté N060° (orientation varisque). A l'échelle du Bassin de Paris, cette structure s'inscrit dans la continuité des failles de la Seine, de Rambouillet et d'Etampes, et présente la même orientation que la structure du Bray. Dans le paysage structural du Pays de Caux, la faille de Lillebonne-Fécamp est également associée à de larges structures plicatives à faible pendage, globalement parallèles à la faille (Ragot, 1988).

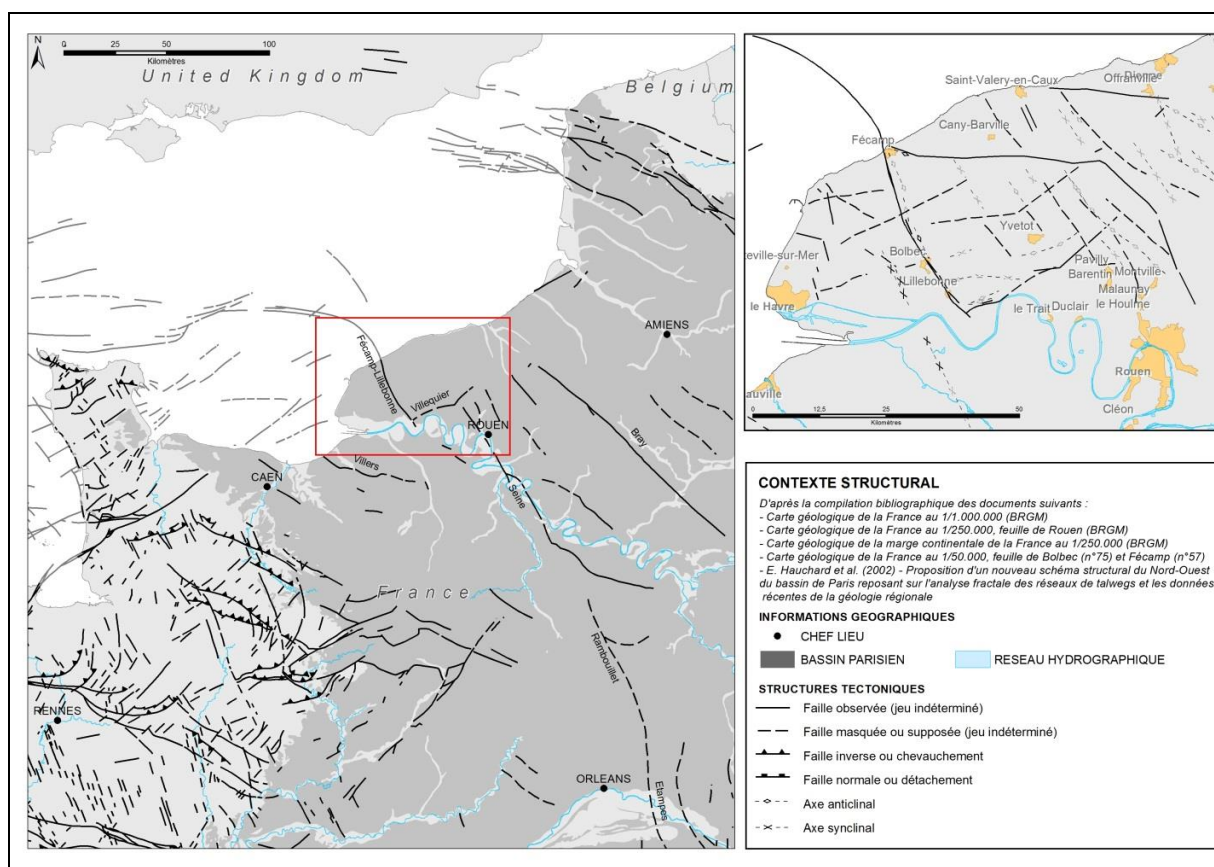


Figure 1 : Situation et contexte structural de la zone sur la bordure ouest du Bassin de Paris (sources : carte géologique de la France au 1/1.000.000 (BRGM), carte géologique de la France au 1/250.000, feuille de Rouen (BRGM), carte géologique de la marge continentale de la France au 1/250.000 (BRGM), cartes géologiques de la France au 1/50.000 (feuilles de Bolbec et Fécamp) (BRGM), Hauchard et al., 2002)

Plusieurs auteurs (Ménillet, 1969 ; Ternet, 1968 ; CPGF, 1980) indiquent que le rejet vertical global de la faille varie de 100 à 150 m dans le secteur de Bolbec à environ 40 m vers Lillebonne (SAFEGE, 2012), affaissant le compartiment SO. Ce rejet met en contact tectonique des formations de faciès parfois très différentes : contact anormal entre les craies du Coniacien (situées dans le bloc SO affaissé), avec les niveaux glauconieux de l'Albien et du Cénomaniens inférieur (situées sur le bloc NE), ce qui peut perturber les écoulements hydrogéologiques (figure 2).

La corrélation de logs géologiques disponibles en Banque de données du Sous-Sol (BSS) du BRGM permet d'apporter des précisions sur les rejets verticaux dans des secteurs clés (figure 3). Ainsi, pour le secteur au nord de Bolbec, la corrélation de l'altitude du niveau repère « faciès du Gault » de l'Albien entre le sondage récent réalisé par la CODAH à Nointot (Gault mentionné à - 64 m NGF, bloc SO) et le sondage BSS

00756X0006 situé à 750 m au sud-est, sur le bloc NE (toit du Gault à + 48 m NGF), indique un rejet vertical de 112 m, ce qui corrobore les données des anciens auteurs. Plus au nord, dans le secteur de Mirville, la corrélation du forage 00752X0004 (bloc NE, toit du Gault mentionné à + 81 m NGF) avec le forage 00752X0006 (bloc SO ou bande faillée, Gault mentionné vers 0 m NGF) indique un rejet vertical de 81 m. Au sud de la structure, dans le secteur de Port-Jérôme – Notre-Dame-de-Gravenchon, la corrélation des sondages 00983X0031 (situé à Port-Jérôme dans la vallée de la Seine, Gault signalé à la côte – 48 m NGF) et 00757X0003 (forage VILQ-5, bloc Est soulevé, Gault signalé à la côte + 8 m NGF) indique un rejet de 56 m.

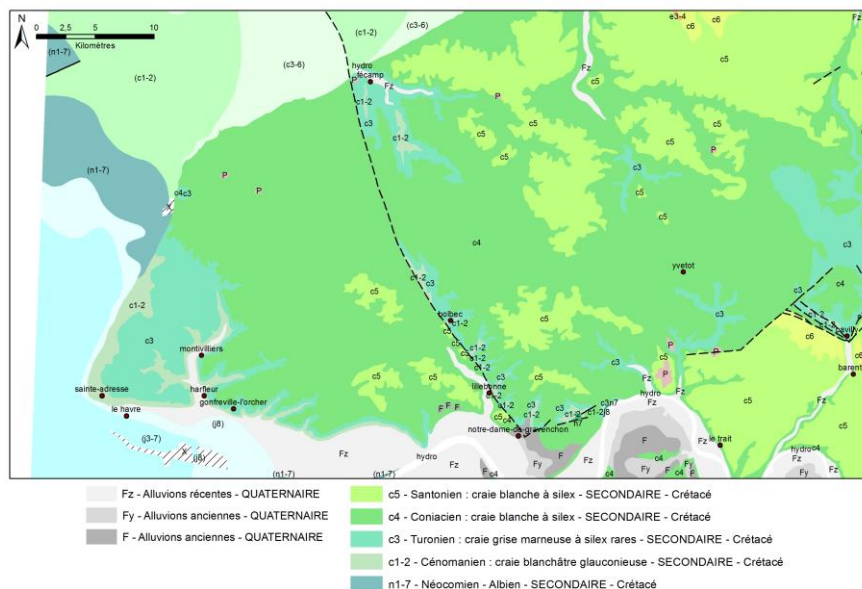


Figure 2 : Carte géologique au 1/250000 du BRGM (feuille n°4 – Rouen) qui met en évidence les contacts anormaux Cénomaniens-Coniaciens le long de la faille de Fécamp-Lillebonne

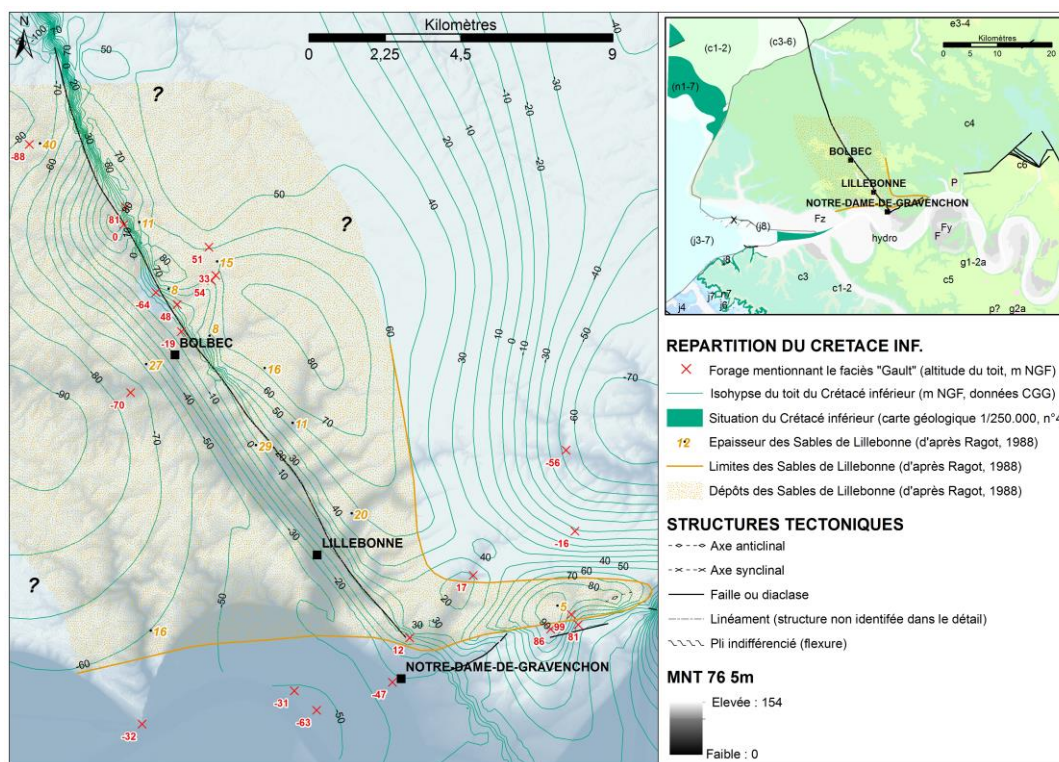


Figure 3 : Synthèse des données concernant la répartition géographique des faciès du Crétacé inférieur (sources : Ragot, 1988 ; CGG, 1998 ; Banque du Sous-Sol (BRGM) et carte géologique de la France au 1/250.000, feuille de Rouen (BRGM))

PRECISIONS SUR LA GEOMETRIE DE LA FAILLE DE FECAMP-LILLEBONNE – DONNEES DISPONIBLES

Plus précisément, les récents profils sismiques réalisés au large de Fécamp dans le cadre de la mise à jour de la cartographie géologique de la baie de Seine ont permis d'améliorer la connaissance de la géométrie de la faille en mer. Ces profils mettent en évidence une structure cassante verticale associée à une structure antiforme asymétrique bien marquée au nord-est (bloc soulevé), et à une structure synforme à large longueur d'onde au sud-ouest (bloc affaissé). A terre, entre Lillebonne et Bolbec, les travaux de Ragot, basés sur des observations de terrain, indiquent que cette structure prendrait la forme d'une bande faillée, large d'environ 300 m, constituée d'un faisceau de 2 à 4 failles subparallèles N150°, présentant des rejets variant de 10 à 30 m, pour un rejet vertical cumulé approchant 125 m (Ragot, 1988). Ce faisceau de failles, associé à des cassures satellites N060°, isolerait des compartiments prismatiques basculés, disposés « en marches d'escalier ».

AMELIORATION DE LA CONNAISSANCE DE LA GEOMETRIE DE LA FAILLE PAR ACQUISITION DE DONNEES GEOPHYSIQUES INEDITES

En 2017, des investigations géophysiques ont été menées par le BRGM dans le secteur de Bolbec pour améliorer la connaissance géologique et structurale de la zone. Dans ce cadre, plusieurs profils électriques et sismiques ont été réalisés perpendiculairement au tracé de la faille entre la route départementale 6015 au sud (Bolbec) et Mirville au nord (figure 4). En complément, une carte gravimétrique a été levée sur le secteur de Bolbec.

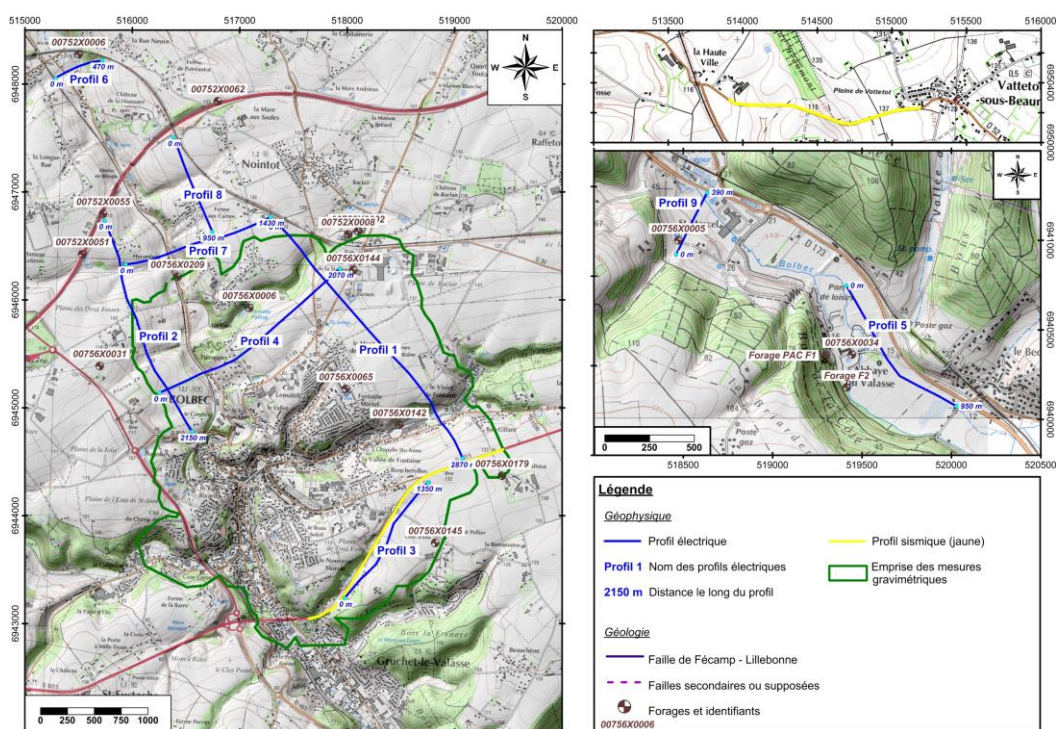


Figure 4 : Programme d'investigations géophysiques effectuées en 2017 par le BRGM dans le secteur de Bolbec (en bleu, les profils électriques, et en jaune, les profils sismiques)

L'interprétation et la corrélation conjointe des profils géo-électriques orthogonaux au tracé de la faille de Fécamp-Lillebonne a permis de confirmer la thèse de Ragot sur la géométrie en faisceau de la faille. En effet, d'après la corrélation des quatre profils répartis entre Bolbec et Mirville, la faille de Fécamp-Lillebonne serait constituée d'un ensemble de 3 faisceaux de failles (nommés F1, F2 et F3), eux-mêmes divisés en plusieurs failles de faibles rejets. Le nombre de failles par faisceau et leur espacement semble varier le long de la structure entre Bolbec et Mirville.

NORD
↑

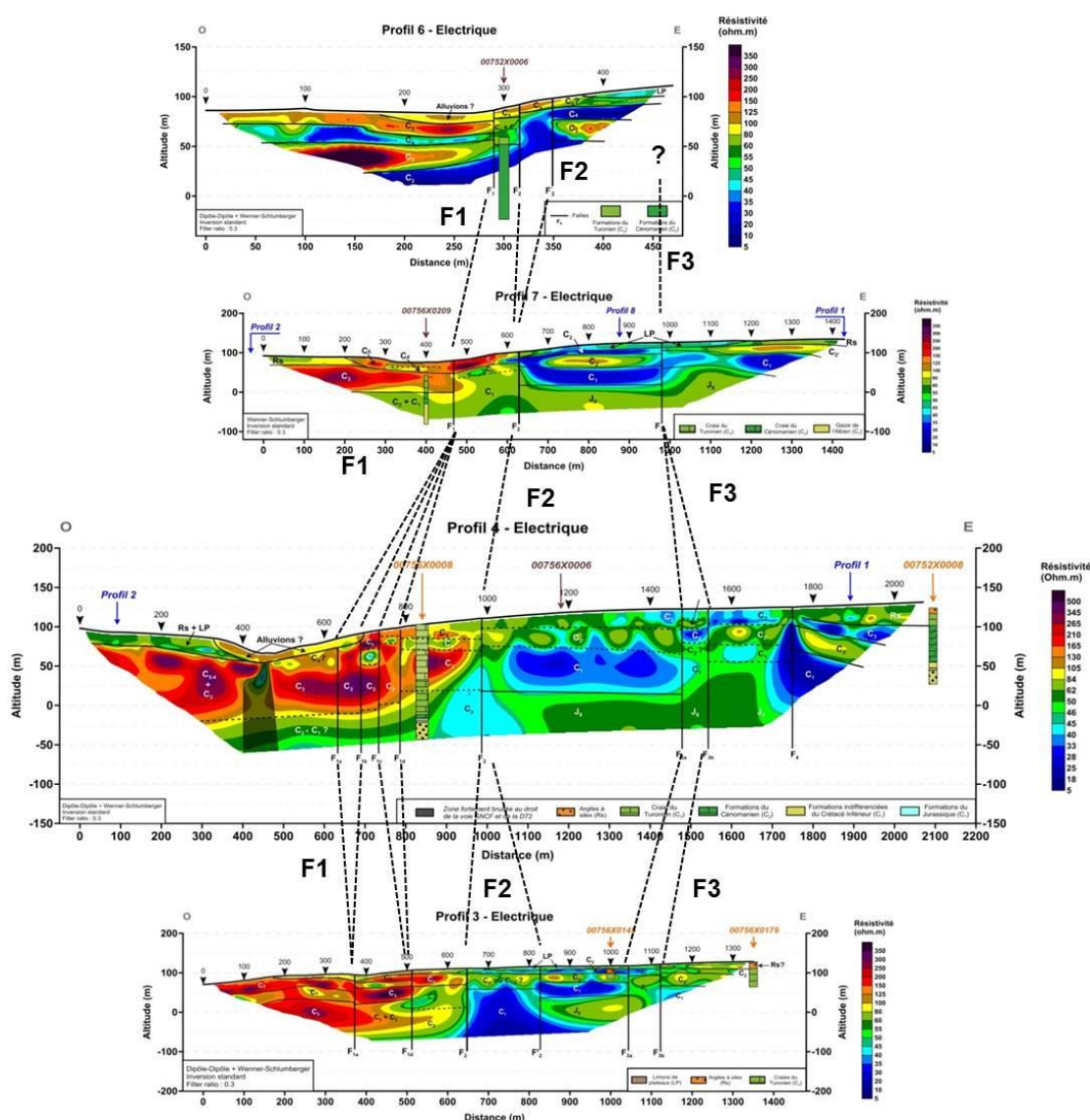


Figure 5 : Corrélation des profils géo-électriques orthogonaux à la faille de Fécamp-Lillebonne qui met clairement en évidence sa structure en faisceaux

D'autre part, la carte gravimétrique a mis en évidence une anomalie positive orientée N150° clairement liée à la structure de Fécamp-Lillebonne. Quelle que soit la densité de réduction choisie, cette anomalie positive ressort sans ambiguïté. D'un point de vue géologique, cette anomalie positive traduit la présence de matériaux denses dans le sous-sol, très probablement argileux et/ou glauconieux (densité de la glauconie : 2,4 à 2,9). De fait, plusieurs hypothèses peuvent expliquer la réponse gravimétrique de la structure de Fécamp-Lillebonne :

- Une argilisation massive de la zone faillée, induite par l'altération des craies liée à des circulations d'eau favorisées par les failles ou par la bréchification mécanique des formations crayeuses ;
- La présence de méga-karsts calés sur la structure de Fécamp-Lillebonne, partiellement ou totalement remplis de matériaux argilo-sableux plus denses (formations résiduelle à silex, formations tertiaires) ;
- La présence d'un axe anticlinal sur la bordure Est de l'accident de Fécamp-Lillebonne qui ferait remonter en proche sous-sol les formations sablo-argileuses ou argilo-sableuses détritiques riches

- en glauconie de la base du Cénomaniens (faciès glauconieux) et du Crétacé inférieur, qui sont plus denses que les formations crayeuses - cette hypothèse est appuyée par les données sismiques ;
- La bréchification de la craie située dans la zone faillée accompagnée d'une re-cimentation par des matériaux plus denses (calcite ?) ;
 - La conservation de matériaux tertiaires plus denses à la faveur d'un héli-graben ou d'un synclinal ;
 - Un sur-épaissement de la Formation Résiduelle à silex aux abords de la structure ;

Il n'est évidemment pas exclu que l'origine de l'anomalie positive calée sur le tracé de la faille soit liée à une combinaison de ces différentes hypothèses. La réalisation d'un sondage de reconnaissance géologique dans cette anomalie positive permettra de confirmer ou d'infirmer ces hypothèses. Dans tous les cas, la bordure ouest de cette anomalie est franche et vient buter sur une anomalie négative, ce qui traduit un passage brutal entre deux ensembles de lithologies très différentes : des faciès denses argilo-sableux et glauconieux à l'est et des faciès moins denses crayeux à l'ouest. Le rejet et les contacts anormaux induits par la structure de Fécamp-Lillebonne sont donc clairement mis en évidence par la gravimétrie.

Enfin, la mise en parallèle des résultats gravimétriques, électriques et sismiques le long du profil électrique ERT 3 (RD6015 – Bolbec) confirme la corrélation des anomalies électriques, gravimétriques et sismiques au passage de la structure de Fécamp-Lillebonne.

D'un point de vue structural, ces anomalies semblent localisées au niveau d'une structure anticlinale, faillée sur son flanc ouest, dont l'axe se situe sur le bloc nord-est soulevé, ce qui induit une remontée des terrains du Crétacé inférieur à environ 0 m NGF. Sur ce profil, l'horizon géo-électrique conducteur correspondrait donc à une unité sismique qui marque la présence des faciès du Crétacé inférieur.

Cette mise en parallèle des résultats des trois méthodes géophysiques confirme le lien qui existe entre les anomalies décelées en gravimétrie et électrique avec le passage de la structure de Fécamp-Lillebonne, bien identifiée sur les profils sismiques. En outre, les horizons géo-électriques semblent se corréler avec les unités sismiques, ce qui confirme davantage les interprétations.

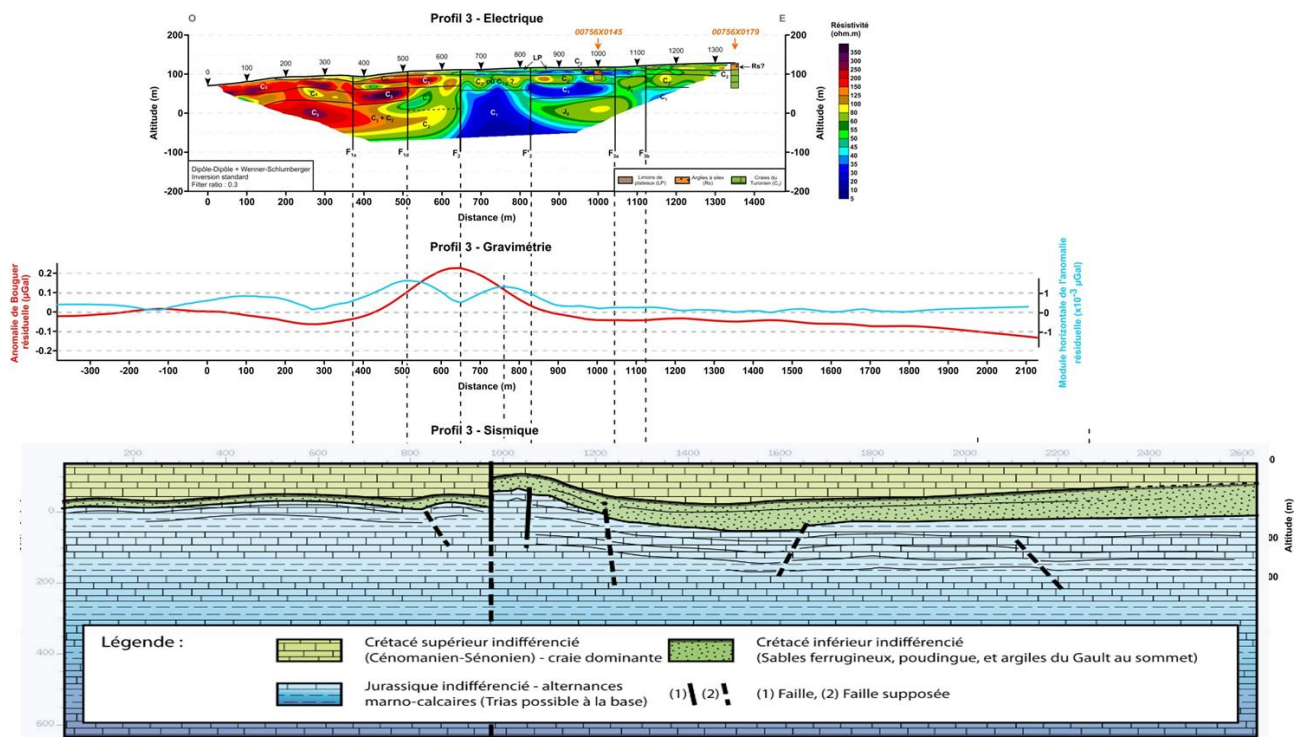


Figure 6 : Corrélation des profils électriques, sismiques et des données gravimétriques réalisés le long de la RD6015 à Bolbec

Ces investigations géophysiques ont permis d'améliorer notre connaissance du contexte géologique et structural du secteur de Bolbec, et ont ainsi permis d'affiner le schéma structural, notamment sur la structure en « faisceau » de la structure de Fécamp-Lillebonne entre Bolbec et Mirville, et de promulguer de nouvelles hypothèses sur la géométrie de l'aquifère.

Pour tester la pertinence de ce nouveau schéma géologique et structural du secteur, des sondages de reconnaissance géologique vont être prochainement implantés avec pour principaux objectifs de :

- confirmer/infirmes les hypothèses géologiques ;
- enrichir le réseau de piézomètres pour les prochaines campagnes de suivi

En conclusion, cette structure singulière a selon toute vraisemblance une influence non négligeable sur le comportement des écoulements souterrains et sur le développement d'un des réseaux karstiques les plus importants de la Normandie Crayeuse, si ce n'est le plus important connu à ce jour.

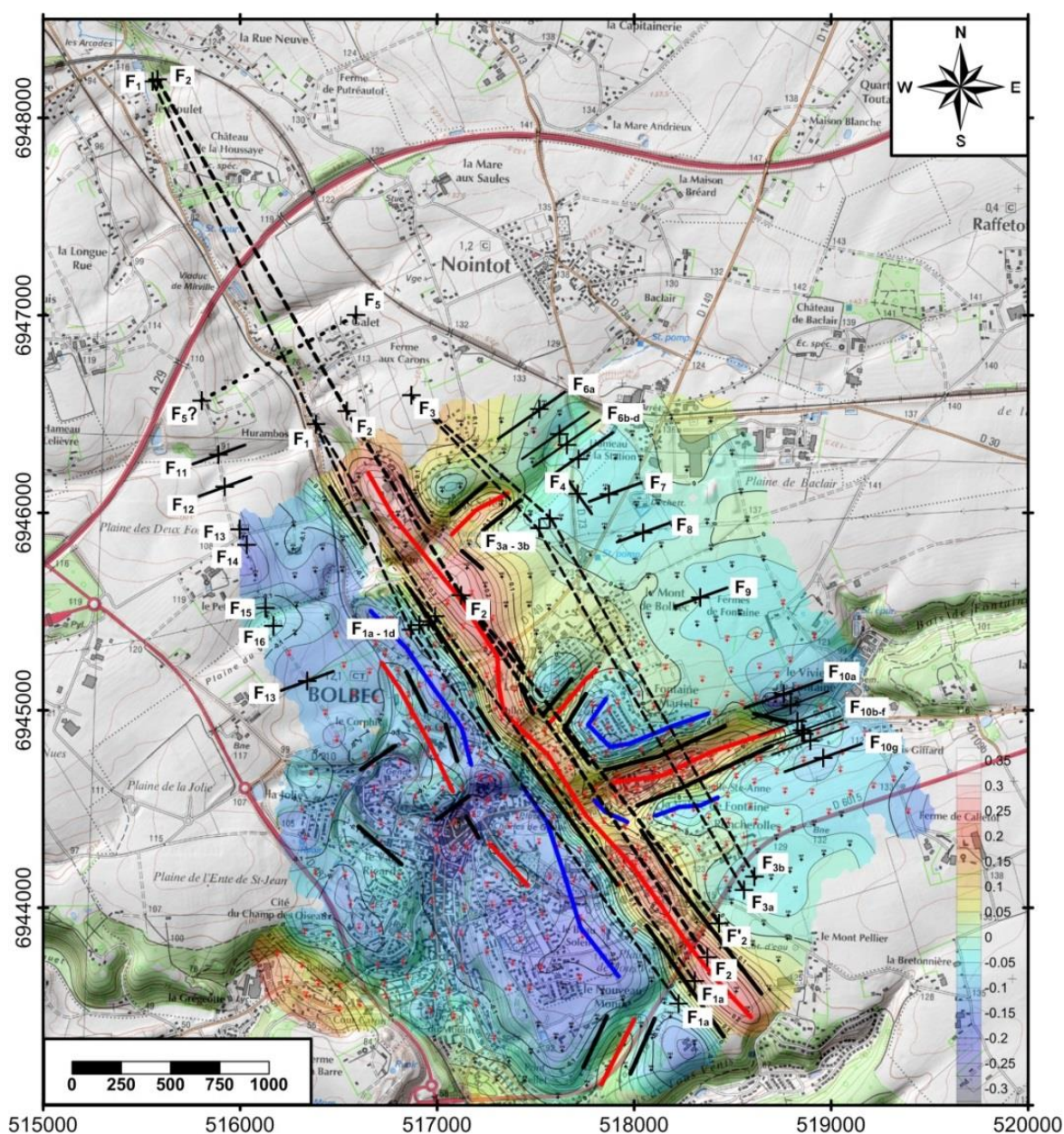


Figure 7 : Proposition d'une nouvelle carte structurale pour le secteur de Bolbec par interprétation et corrélation des données géophysiques

Références bibliographiques :

CGG (1998) – Géologie et géométrie de l'aquifère de la craie – Département de la Seine-Maritime

David P.Y., Pennequin D. (2013) – Pollution par la morpholine et la N-nitrosomorpholine dans le secteur de Bolbec et au-delà – Avis du BRGM, rapport final BRGM/RP-62004-FR., 95 p., 39 ill., 7 annexes.

Hanin G. (2010) – Contrôles structural et hydrogéologique sur la dynamique d'un champ captant en contexte crayeux karstique et sa sensibilité aux variations du signal climatique : implications en matière de vulnérabilité de la ressource. Thèse de l'université de Rouen.

Hauchard E., Laignel B. (2008) – Evolution morphotectonique de la marge nord-occidentale du Bassin de Paris. Z. Geomorph. N. F. p 463-488. Décembre 2008

Juignet P. (1974) – La transgression crétacée sur la bordure orientale du Massif Armoricaïn. Thèse d'état. Université de Caen. 786 p.

Lasseur E. (2008) – La Craie du Bassin de Paris (Cénomaniën-Campanien, Crétacé supérieur). Sédimentologie de faciès, stratigraphie séquentielle et géométrie 3D. Thèse de l'université de Rennes 1. 410 p.

Ménillet F. (1969) – Carte géologique de la France au 1/50.000, feuille de Bolbec (n°75) et notice explicative. Ed. BRGM

Nicolesco C.-P., (1931) – Contribution à l'étude de la faille de Lillebonne à Bolbec (Seine-Inférieure). CR sommaire Soc. Géol. France., p. 39-41

Quesnel F., Couëffé R., Duriez M., Lasseur E. (2007) – Carte géologique harmonisée du département de la Seine-Maritime. Rapport BRGM/RP-56185-FR, 118 p., 17 fig., 4 pl. hors-texte.

Ragot J. (1988) – La sédimentation crétacée aux abords de l'accident Fécamp-Lillebonne-Villequier (Seine-Maritime, France). Biostratigraphie et contrôle structural. Mémoire de Diplôme d'Etudes Doctorales, université de Rouen. 141 p., 69 fig.

SAFEGE (2012) – Etude du bassin d'alimentation du captage de Radicatel. Délimitation du bassin d'alimentation et analyse de la vulnérabilité intrinsèque du bassin. Rapport 09NRE023

Ternet Y. (1968) – Carte géologique de la France au 1/50.000, feuille de Fécamp (n°57) et notice explicative. Ed. BRGM

Wazi N. (1988) – Le Crétacé du Roumois (vallée de l'Oïson) et le Tertiaire-Quaternaire des régions voisines de la basse vallée de la Seine (Haute-Normandie). Stratigraphie et tectonique. Thèse de l'université de Rouen