IDENTIFICATION DU RESERVOIR CRAYEUX PAR SISMIQUE REFLEXION DE HAUTE RESOLUTION EN ZONES AFFAISSEES MINIERES (NORD DE LA FRANCE)

Frédéric Barrez, Jacky Mania , Jean-Louis Mansy , Francis Meilliez , Bogdan Piwakowski et Brigitte Van Vliet-Lanoe
UMR CNRS 8107 (LML) , UMR CNRS 8110 (PBDS) et Groupe électronique acoustique : IEMN-DOAE-UMR CNRS 8520
Université des Sciences et Technologies de Lille

INTRODUCTION

La structure géologique du secteur minier Ouest de Lens (triangle Carvin/Hénin-Beaumont/Douai) peut être décrite par la superposition de deux ensembles anisotropes : une couverture marno-crayeuse contenant le principal aquifère exploité à structure horizontale, surmontant un ensemble plissé et faillé dans lequel sont insérés tous les gisements houillers varisques. Les enregistrements sismiques couplés à des sondages constituent une méthode efficace et fiable pour approcher les structures plus ou moins profondes dont la connaissance est essentielle à la modélisation des écoulements souterrains. L'objectif est de mettre en évidence la localisation des discontinuités susceptibles d'influencer la circulation de l'eau. Il s'agit de repérer par exemple les fractures capables de jouer le rôle de drain à l'écoulement de celui de barrage à celui-ci.

OBJECTIF

L'objectif final est de connaître les échanges entre les divers compartiments où l'eau circule (échanges avec la nappe des alluvions, l'atmosphère…). Les écoulements étant fortement contraints par la structure, elle devra faire l'objet d'une analyse fine.

ETUDE D'UN PROFIL SISMIQUE HAUTE RESOLUTION.

Plusieurs méthodes peuvent nous renseigner sur les axes d'écoulement préférentiel au droit des zones fissurées comme les traînées électriques (Hallet et al., 1997). Nous avons choisi la réalisation d'un profil sismique haute résolution, méthode plus adaptée à la caractérisation de la structure de l'aquifère et de sa base. Le dispositif de 600 mètres de long était constitué de géophones tous les 5 mètres (source : explosif enterré).

RESULTATS

Les résultats sont présentés en figure 1. Plusieurs profils suivant les méthodes de traitement ont pu être obtenus. Ici, deux profils sismiques, l'un en « basses fréquences » (A), l'autre en « hautes fréquences » (B), sont reportés. Les valeurs de vitesse retenues sont indiquées à gauche de chaque profil. Les profondeurs données sont calculées à partir de ces vitesses. Ces valeurs sont basées sur les logs des forages situés à proximité de la position d'enregistrement.Ce profil est actuellement complété par un sondage carotté traversant la craie (environ 160 m de profondeur). Son emplacement est noté en figure 3 à environ -130m NGF.

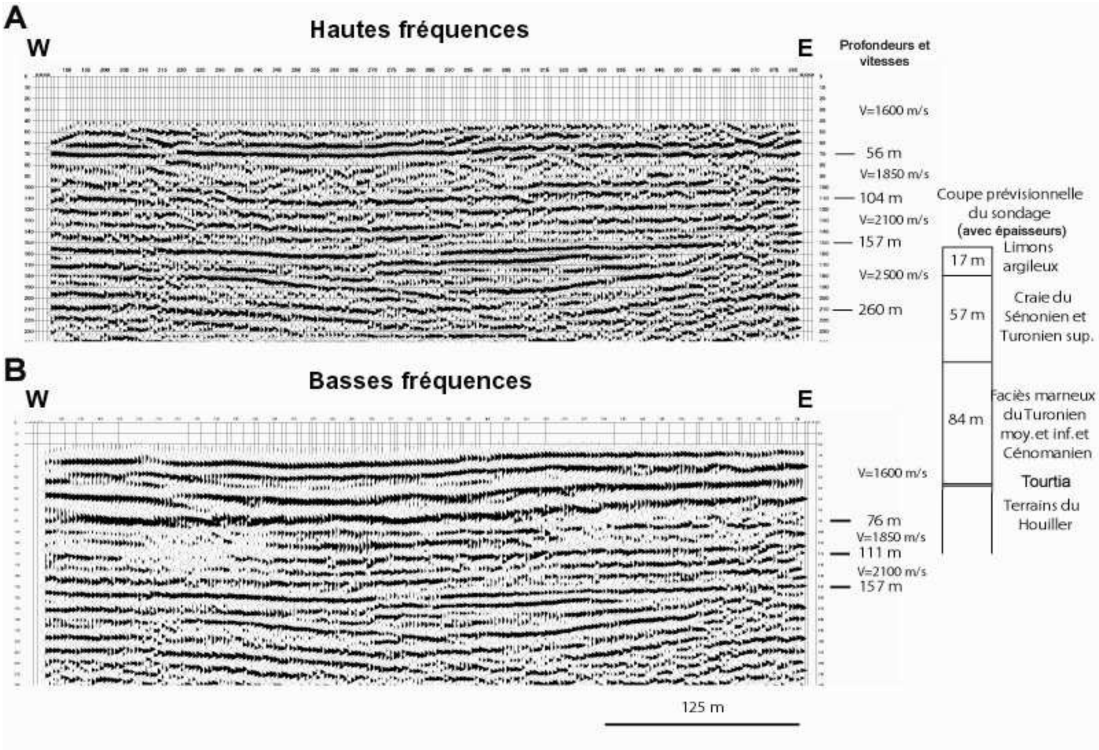

Figure 1. Profils sismiques bruts (en A ; profil « hautes fréquences » et en B ; profil en « basses fréquences »). La colonne lithologique est donnée à titre indicatif.

L'interprétation de l'enregistrement sismique est donnée en figure 2. Les « hautes fréquences » donnent une idée plus juste de la structure que les « basses fréquences ». En effet, ces dernières amplifient les erreurs de l'interprétation du signal. On choisira donc de baser d'abord nos observations sur le profil A. De plus, on ne tiendra pas compte des premiers réflecteurs qui peuvent donner des informations erronées.

Les formations géologiques sont reportées sur le profil B. La discordance entre les terrains crétacés et les terrains houillers paléozoïques apparaît nettement sur l'ensemble des profils. Elle sépare deux ensembles distincts :

- Le massif paléozoïque (Westphalien). Il est composé de grès, schistes et charbons largement exploités dans cette zone. La structure est plissée (les réflecteurs montrent un synclinal) et faillée. Ici, les failles n'ont pas été reportées, faute de corrélation avec les plans miniers. De plus le profil sismique est parallèle aux grandes failles chevauchantes reconnues à proximité. Il ne les intercepte pas forcément ou sous un angle trop faible pour être observé.
- La couverture du Crétacé/Tertiaire apparaît globalement horizontale. Certains passages sont marqués par des réflecteurs assez énergiques qui pourraient être des niveaux à silex dans la craie. Sur d'autres, on observe des discontinuités horizontales des réflecteurs qui pourraient être dues à des phénomènes de masquage. Les formations géologiques au sein même du Crétacé semblent assez difficiles à distinguer pour l'ensemble Turonien-moyen/inférieur et Cénomanien. Ceci pourrait dénoter un caractère plutôt homogène de ces formations entre elles.

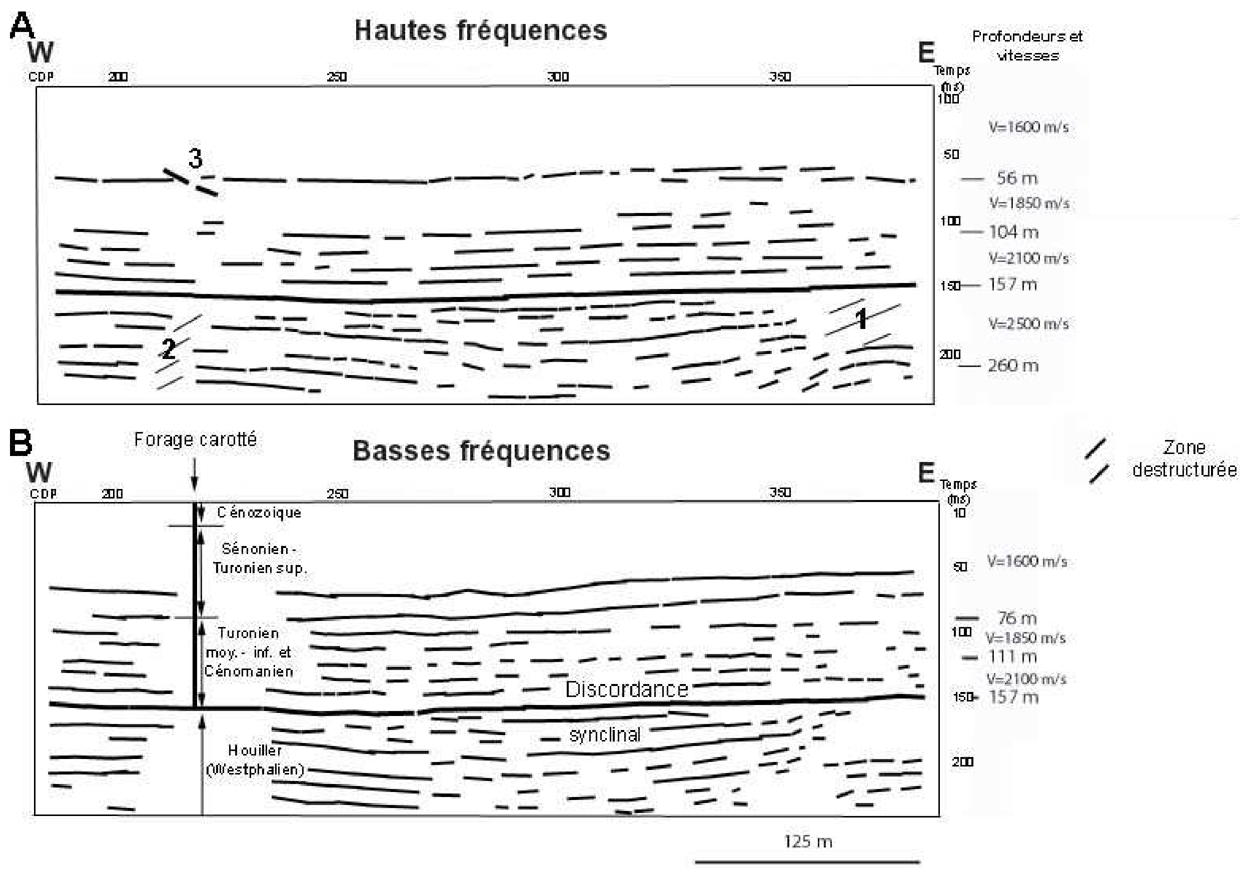

Figure 2. Interprétation des profils sismiques (en A : report des observations, en B : structure et lithologie)

Les résultats n'étant pas définitifs (étude en cours), on a choisi de ne commenter que quelques points de détails (figure 2).

Dans le Paléozoïque, deux zones déstructurées sont observées :

- La zone 1 : la discontinuité des réflecteurs semble à première vue refléter la présence d'une faille ou d'une zone fracturée. Mais sur les plans miniers, une telle faille n'est pas représentée.
- La zone 2 : les réflecteurs sont aussi discontinus mais ici sur une même verticale quelque soit la fréquence. Il se pourrait que cette zone puisse être une zone déstructurée suite à une montée de voûte. Elle ne semble pas affecter la couverture crétacée (différence de comportement mécanique ?). La sismique peut aider à détecter les cavités souterraines ou les zones déstructurées suite à des exploitations (Mari et al., 1998 ; Piwakowski et Shahrour, 1998).

Afin d'argumenter ces hypothèses, il serait judicieux de réaliser un modèle 3D des veines exploitées du houiller en y ajoutant le comportement mécanique (Lamand, 1998). Ceci permettrait de mieux apprécier l'extension de ces zones probablement déstructurées par les exploitations.

Dans le Crétacé, une zone perturbée (zone 3) est observable sur chacun des profils. Cette zone montre une discontinuité des premiers réflecteurs. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées : zone fracturée et/ou effondrée, milieu karstique, variations lithologiques…

Nous avons choisi de placer le sondage carotté à cet endroit afin de vérifier ces hypothèses grâce à l'étude de la carotte (oxydation, miroir de faille, zone broyée, lithologie…).

CONCLUSION

Les profils sismiques en haute résolution sont d'excellents outils afin de reconstituer la structure et les discontinuités dues aux fractures ou aux exploitations. Les études en cours permettront d'améliorer l'ensemble des données sur la craie (lithologie, structure) et l'aquifère en particulier (relations structure-écoulement-chimie). Lorsque l'ensemble de la campagne sismique sera réalisée, on pourra alors proposer une structure plus fine et plus réaliste de l'aquifère dans la zone de Dourges/Noyelles-Godault/Evin-Malmaison.

REMERCIMENTS

Nous tenons à remercier Charbonnages de France et le Musée de Lewarde pour les données fournies ainsi que la municipalité d'Evin-Malmaison pour leur aide technique.

BIBLIOGRAPHIE

1. Desoignies J. et Sangnier P. (1968).- Carte géologique de Carvin au 1/50000^{e}, feuille XXV-5 B.R.G.M.
2. Hallet V., Schroeder C., Monjoie A. (1997).- Détermination des hétérogénéités du milieu crayeux par prospection géophysique. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. 5 (2^{éme} série) p. 331-336.
3. Lamand D. (1998). Modélisation interactive de la géométrie d'une structure géologique, un préalable à tout modèle numérique (géomécanique, hydraulique…). Thèse de 3ème cycle, université de Lille.
4. Mari J.L., Arens G., Chapellier D., Gaudani P.(1998). Géophysique de gisement et de génie civil. *Publications de l'Institut Français du Pétrole*, ed. TECHNIP. 468p.
5. Piwakowski B., Shahrour I. (1998). Imagerie du proche sous-sol par la sismique haute résolution. *Bulletin de liaison du Laboratoire des Ponts et Chaussées.*