

Colloque  
"Gestion des eaux souterraines"  
Bordeaux - 2023

## Article étendu

<b>Titre</b>
Etude géologique de l'anticlinal de Villagrains-Landiras : Apport du retraitement sismique de profils 2D en vue d'améliorer la compréhension du fonctionnement des systèmes aquifères dans le Sud-Gironde
<b>Nom des auteurs</b>
Pierre Bourbon <sup>1</sup> ; Aurélien Bordenave <sup>1</sup> ; Eric Lasseur <sup>1</sup>
<b>Affiliation</b>
(1) BRGM, Bureau de Recherches Géologiques et Minières

Pour la mise en œuvre d'une gestion équilibrée et durable des nappes profondes de Gironde, telle qu'elle est définie dans le SAGE du même nom, une politique de recherche de ressources de substitutions a été initiée sous l'égide technique du SMEGREG-EPTB, dès la fin des années 1990. Dans les environs de la structure anticlinale de Villagrains-Landiras, l'aquifère du Cénomaniens (Crétacé supérieur) est présent à une profondeur relativement faible (< 50 mètres). Il a été identifié comme une ressources en eau souterraine mobilisable permettant de procéder aux substitutions structurantes nécessaires à l'atteinte des objectifs du SAGE. La complexité géologique et structurale de cet objet, la crainte des acteurs du territoire ainsi que les exigences de la réglementation imposent une approche reposant sur une connaissance étayée de la géométrie et du fonctionnement hydrogéologique du système.

La zone d'étude se situe dans le sud de la Gironde et s'étend, d'ouest en est, entre les communes de Belin-Beliet et de Budos, et du nord au sud entre les commune Saucats et de Mano (voir Figure 1). Elle occupe un vaste secteur recouvert de sables plio-quaternaires et qui correspond à la partie centrale du Bassin aquitain. Compte tenu de l'uniformité et de la monotonie des étendues sableuses landaises, faiblement pentées vers l'ouest, la très importante structuration profonde qui affecte les formations du Mésozoïque et du Paléogène, n'est pas visible en surface, en dehors des quelques petits affleurements visibles le long des ruisseaux du Gât-mort à Villagrains et du Tursan à Landiras formant ainsi un axe haut très marqué, de direction ouest-est, connu sous la dénomination d'anticlinal de Villagrains-Landiras. Une structure plus haute existe cependant dans l'ouest de l'anticlinal avec la discordance tertiaire recoupant les terrains du Turonien (Forage pétrolier 'Beliet 1'), voire du Cénomaniens supérieur à moyen (Forage pétrolier 'Saint-Magne 1'). Cette structure haute se poursuit vers le nord-ouest dans le secteur de Salles, où les faluns du Serravallien et les Sables fauves affleurent dans la vallée de l'Eyre, qui est longée par un grand accident distensif bordant un bloc basculé pendant le Crétacé : la « faille de la Leyre » (Platel, 1987). Une autre structuration intra-crétacé, la structure de Mano, est située à une dizaine de kilomètres au sud de celle de Villagrains-Landiras. Cette structure est accommodée par un système de failles antithétiques, individualisant une structure en « pop-up » (Serrano et al., 2006 ; voir Figure 3). Elle est limitée, au sud, par un grand accident inverse : la « faille de Mano ». Cette faille constitue une véritable bordure du bassin de Parentis. Comme la structure de Mano, l'anticlinal de Villagrains-Landiras est décrit dans la littérature comme une structure compressive, liée à la tectonique pyrénéenne. Toutefois, l'âge de l'initiation de cette structuration reste controversé et, concernant les étages du Crétacé supérieur, les datations proposées dans les puits pétroliers de cette zone apparaissent contradictoires (Serrano et al. 2006; Platel et Serrano 2008 ; Bourbon et al. 2022).

Durant ces 15 dernières années, une série d'investigations géologiques et hydrogéologiques ont notamment consisté en la réalisation de 21 forages (dont 10 carottés et 2 partiellement carottés), à des profondeurs comprises entre 36,6 et 337 mètres, et de 2 profils sismiques 2D, réalisés dans le cadre de deux thèses de doctorat (Saltel, 2008 ; Labat, 2021) hébergées au SMEGREG. Les dix forages carottés ont été réalisés dans le cadre du programme CSG (Crétacé du Sud Gironde) cofinancé par le SMEGREG et le BRGM.

Afin de poursuivre les efforts de compréhension du système géologique et des circulations hydrogéologiques autour de l'anticlinal de Villagrains-Landiras, un nouveau programme a été engagé en 2021 par l'intermédiaire d'une convention de recherche et développement partagés entre le SMEGREG et le BRGM : le programme CSG 2. Il a pour objectif de réaliser un modèle conceptuel de fonctionnement des aquifères dans ce territoire et de proposer une vision intégrée du fonctionnement de l'hydrosystème étudié. Ce programme est proposé pour une durée de trois ans, avec un déroulement général en trois phases. Le présent résumé scientifique concerne une partie des résultats de la première phase dont les travaux ont consisté à valoriser les données géologiques, hydrogéologiques et géophysiques existantes et de proposer un programme d'investigations complémentaires pour la deuxième phase (travaux en cours). Ainsi, un

réexamen de l'ensemble des données existantes au droit d'un large territoire sud-girondin a été entrepris, visant notamment un retraitement de données de profils sismiques 2D pétrolières anciennes (voir Figure 2). En effet, les moyens techniques actuels peuvent permettre d'améliorer assez nettement le processing selon l'époque à laquelle les profils ont été réalisés et rendant une meilleure qualité de lecture des réflecteurs. Une première série de lignes dites « régionales » a fait l'objet d'un retraitement en 2006 (Serrano, 2006). Dans le sud-Gironde, la ligne sismique régionale 3 traverse le secteur de l'anticlinal de Villagrains-Landiras selon une orientation plus ou moins nord-sud. Deux années plus tard, une étude structurale des formations du Tertiaire et du Crétacé, dans le sud-Gironde, correspondant au secteur étudié, a également été menée sur la base de données sismiques retraitées (Platel et Serrano, 2008). Dans le cadre de ce travail, ce sont 14 nouvelles lignes sismiques pétrolières qui ont été intégrées et qui sont donc aujourd'hui disponibles. De plus, 2 lignes déjà retraitées en 2006 ont fait l'objet d'un retraitement dans le cadre du programme CSG 2.

La méthode utilisée pour l'interprétation des profils sismiques 2D est de i) identifier les différentes terminaisons de réflexions sur les principales lignes sismiques traversant la zone ; ii) définir les grandes discontinuités majeures, soulignées par les terminaisons de réflexions, mais aussi les discontinuités mineures visibles sur une partie des données et iii) définir les unités et sous-unités sismiques. La géométrie des réflexions sismiques ainsi que les variations d'amplitude sont prises en compte lors de la définition et description des unités strati-sismiques. L'ensemble des unités est ensuite calé grâce aux différents puits de la zone afin de définir l'âge des dépôts. Enfin, une fois ces unités sismiques identifiées et calées stratigraphiquement, un travail de propagation des horizons sismiques est réalisé. La cohérence spatiale est contrôlée par le croisement des différentes sections sismiques.

Dans le cadre de ces travaux, trois unités strati-sismiques ont été définies et nommées par ordre stratigraphique (Unité 1 à 3). L'unité la plus basale (Unité 1) est divisée en deux sous-unités (Unité 1a et 1b). Une sous-unité est définie lorsque cette dernière n'est pas visible sur l'ensemble de la zone d'étude, mais relève d'une certaine importance dans la compréhension de l'évolution tectono-sédimentaire de l'anticlinal. Dans le cadre de notre étude, l'Unité 1b est clairement identifiable dans la partie occidentale de l'anticlinal de Villagrains-Landiras. Il est important de noter que les horizons sismiques pointés correspondent à des discordances majeures, montrant ainsi une lacune stratigraphique dans la pile sédimentaire.

L'analyse de **l'Unité sismique 1**, divisée en deux sous-unités, nous permet dès à présent de poser les interprétations suivantes. L'intervalle cénomanien est représenté par la mise en place, ou évolution de la plateforme carbonatée albienne, aggradant et se reposant en discordance sur les unités sismiques sous-jacentes. On peut interpréter le développement de la bordure de la plateforme récifale, aggradant dans la partie centrale de la zone d'étude, s'épaississant et passant latéralement à des faciès plus distaux à l'ouest et s'affinant vers l'est avec des faciès plus internes. La distinction de faciès sismiques, divergeant au sommet de cette unité (sous-unité 1b), seulement en partie occidentale de la zone d'étude, indiquerait l'enregistrement de premiers mouvements tectoniques dès le Céno-manien terminal.

**L'Unité sismique 2**, représentant l'intervalle Turonien-Sénonien, montre clairement les premiers enregistrements syn-tectoniques. La mise en place de faciès sismiques aux géométries divergentes, l'épaississement de l'unité en s'éloignant de la structure anticlinale, la création de centre de dépôts en partie centrale de la zone et les changements de faciès sédimentaires le long des différents puits, indiquent bien la mise en place de mouvements tectoniques importants durant le Turonien - Sénonien. Ceci indiquerait que cette unité sismique enregistre le début du fonctionnement de l'anticlinal de Villagrains-Landiras dès le Crétacé supérieur.

**L'Unité sismique 3**, correspondant aux séries paléogènes-néogènes. Néanmoins, l'observation de réflexions sismiques aux géométries divergentes ainsi qu'un épaississement général tout autour de la structure anticlinale nous indique bien le caractère syn-tectonique de cette unité

sismique. Ceci indiquerait donc que l'anticlinal de Villagrains-Landiras est toujours actif durant le Paléogène.

Les travaux réalisés dans le cadre de la phase 1 du programme CSG 2 conduisent ainsi à modifier considérablement les relations géométriques entre les interfaces géologiques identifiées dans le secteur. En effet, ils ont permis d'identifier une structuration polyphasée et apportent aujourd'hui une vision actualisée et plus détaillée de l'évolution tecto-sédimentaire de la structure de Villagrains-Landiras. Ainsi, la structuration initiée dès le Cénomanién a été reconnue et la variation importante de l'épaisseur des dépôts couplée avec les réflecteurs sismiques identifiés révèlent une tectonique synsédimentaire assez marquée au Turonien-Sénonien.

Dans l'objectif de poursuivre ce programme, et de confirmer les hypothèses formulées à partir des résultats de la phase 1, un programme d'investigations complémentaires est proposé en phase 2. Il permettra d'affiner le calage stratigraphique, de confirmer la distribution des faciès dans le Cénomanién au cœur de la zone d'étude et de valider les interprétations structurales.

## **BIBLIOGRAPHIE**

**Bourbon, P., avec la collaboration de Faure M., Chèvremont P., Nardin E., Aretz M., Majesté-Menjoulas C., Razin P., Hervouët Y, Canérot J., Lezin C., Faure P., Platel J.P., Londeix L., Cahuzac B., Karnay G., Bertran P. 2019.** « Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine - Carte géologique numérique à 1/250 000 de la région Aquitaine ». Notice technique - Module 1.5 - Année 2. Rapport final. BRGM/RP-68881-FR, 207 p., 43 fig., 1 CD

**Labat, C. 2021.** « Fonctionnement hydrogéologique d'un système aquifère multicouche aux abords d'une structure anticlinale : le cas de l'anticlinal de Villagrains-Landiras en Gironde ». PhD Thesis, Université Bordeaux Montaigne.

**Platel, J.P. 1987.** « Le Crétacé supérieur de la plate-forme septentrionale du bassin d'Aquitaine. Stratigraphie et évolution géodynamique ». Thèse Doctorat d'État ès-Sciences, Bordeaux III, 573 p. avec atlas. Documents BRGM, n°164 (1989).

**Platel, J.P., Serrano, O. 2008.** Structuration des formations du Tertiaire et du Crétacé dans le Sud-Gironde (Villagrains - Saint-Magne) après retraitement et interprétation de profils de sismique-réflexion ancienne. Rapport final BRGM/RP-56962-FR, 37 p., 13 ill., 1 ann.

**Saltel, M. 2008.** « Impact de structures géologiques sur l'alimentation de systèmes aquifères profonds - Fonctionnement hydrogéologique des antifformes du sud de Bordeaux ». PhD Thesis, These de doctorat, Université Michel de Montaigne - Bordeaux 3, 268p.

**Serrano, O., J., Delmas, F. Hanot, R. Vially, J.P. Herbin, P. Houel, B. Tourlière. 2006.** "Le Bassin d'Aquitaine: valorisation des données sismiques, cartographie structurale et potentiel pétrolier, Ed. BRGM, 245 p., 142 figures, 17 tableaux, 17 annexes.

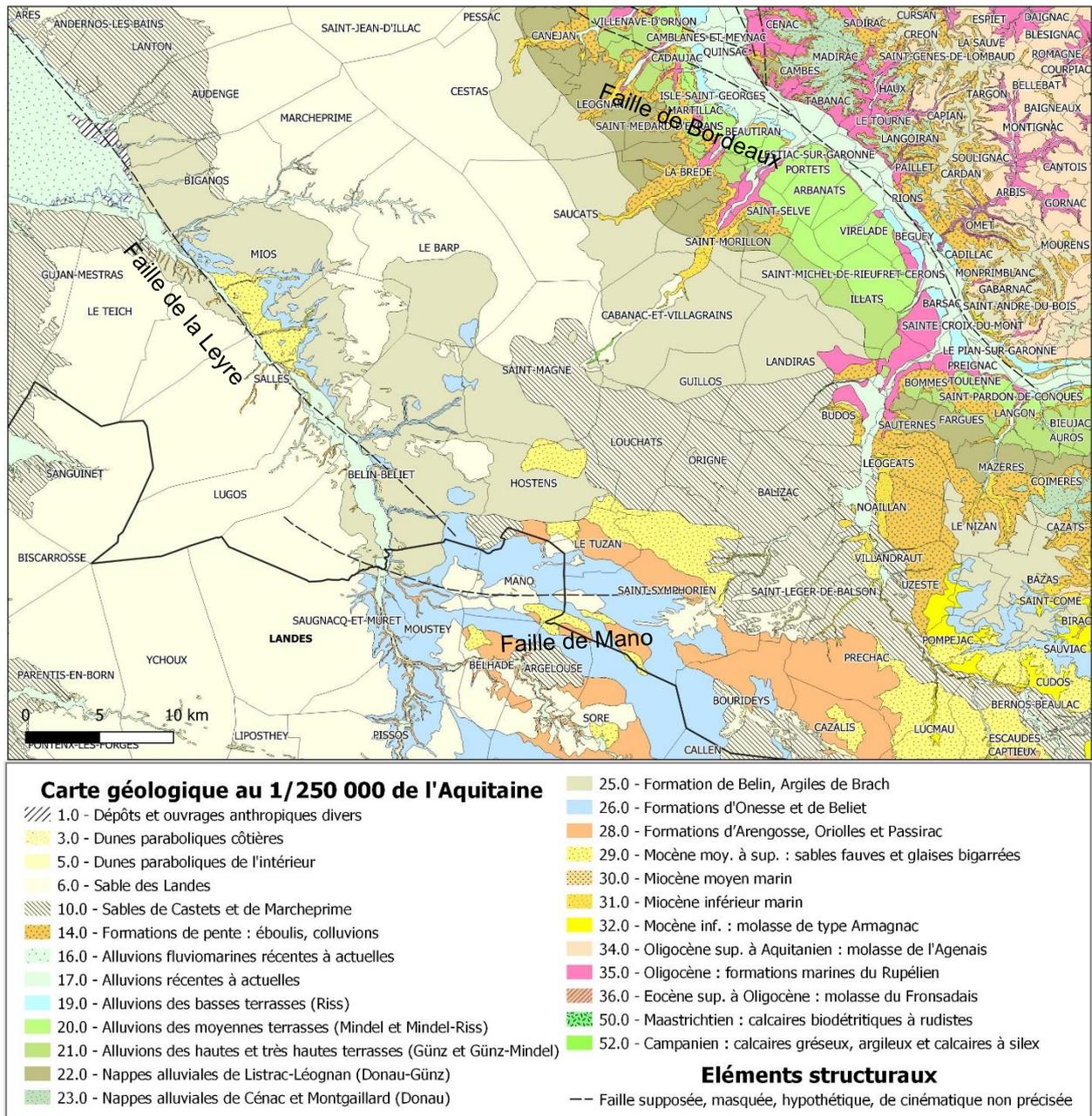


Figure 1 - Carte géologique de la zone d'étude (extrait de la carte géologique à 1/250 000 de l'Aquitaine ; Bourbon et al. 2019)

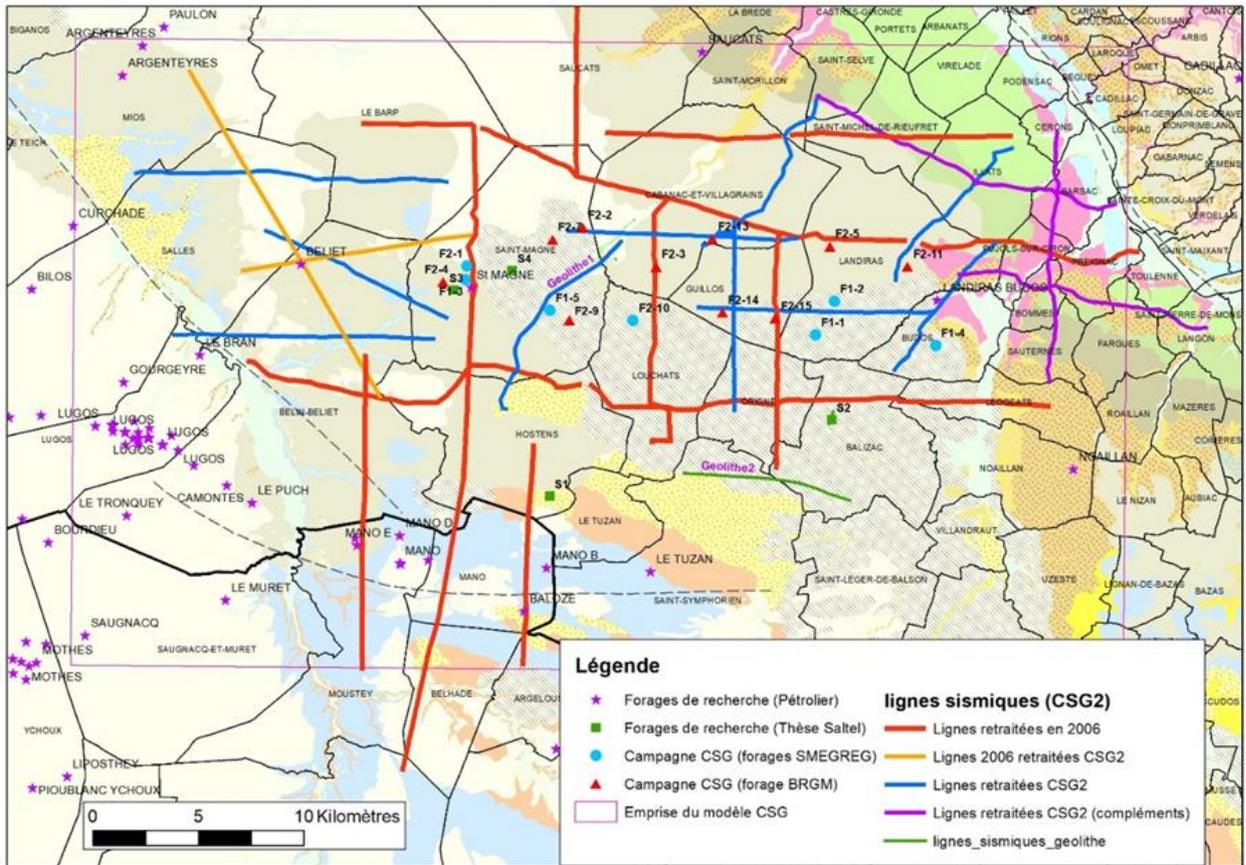


Figure 2 - Carte de localisation des lignes sismiques retraitées dans le cadre du programme CSG-2

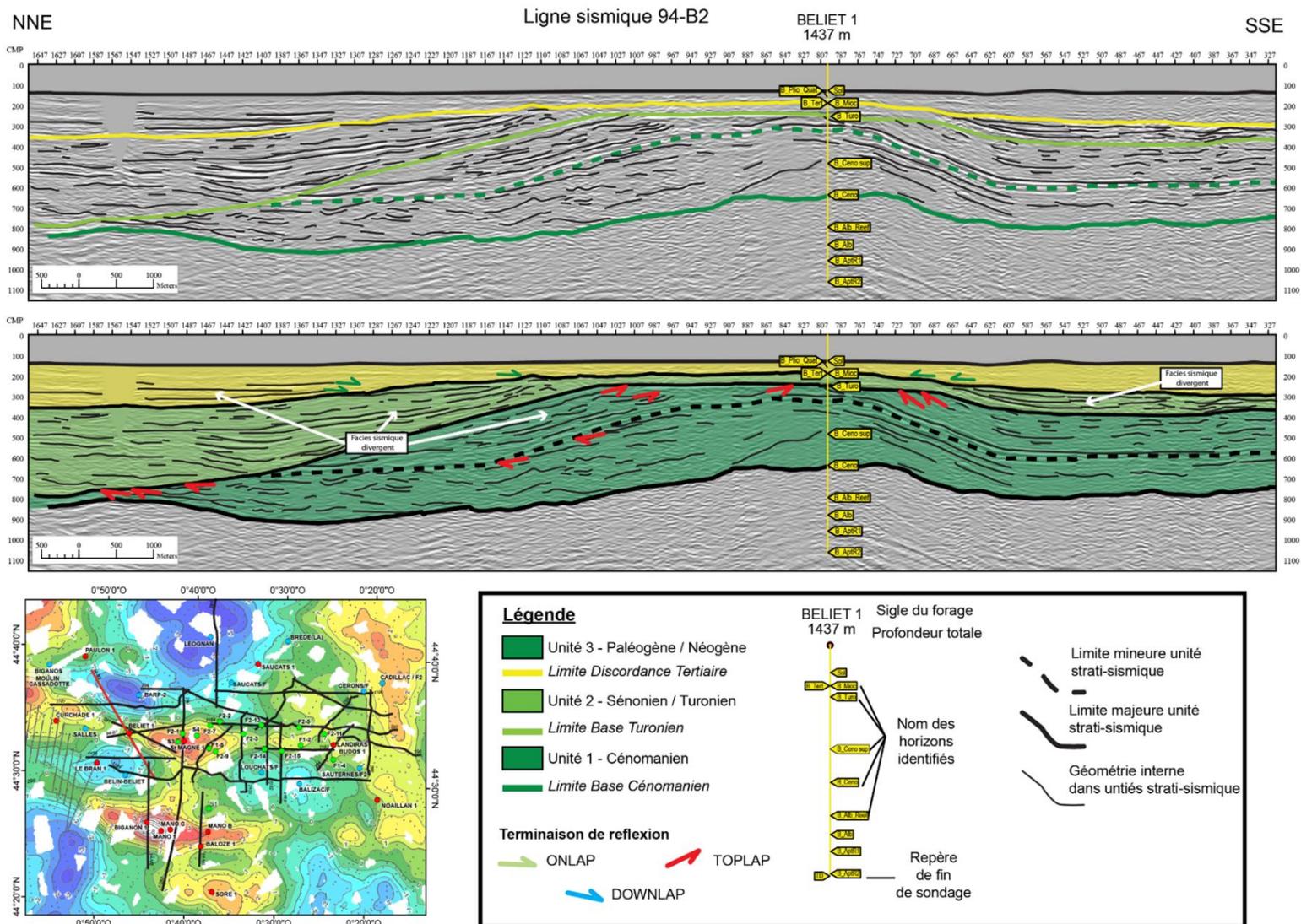


Figure 3 - Interprétation légendée de la ligne sismique 94-B2

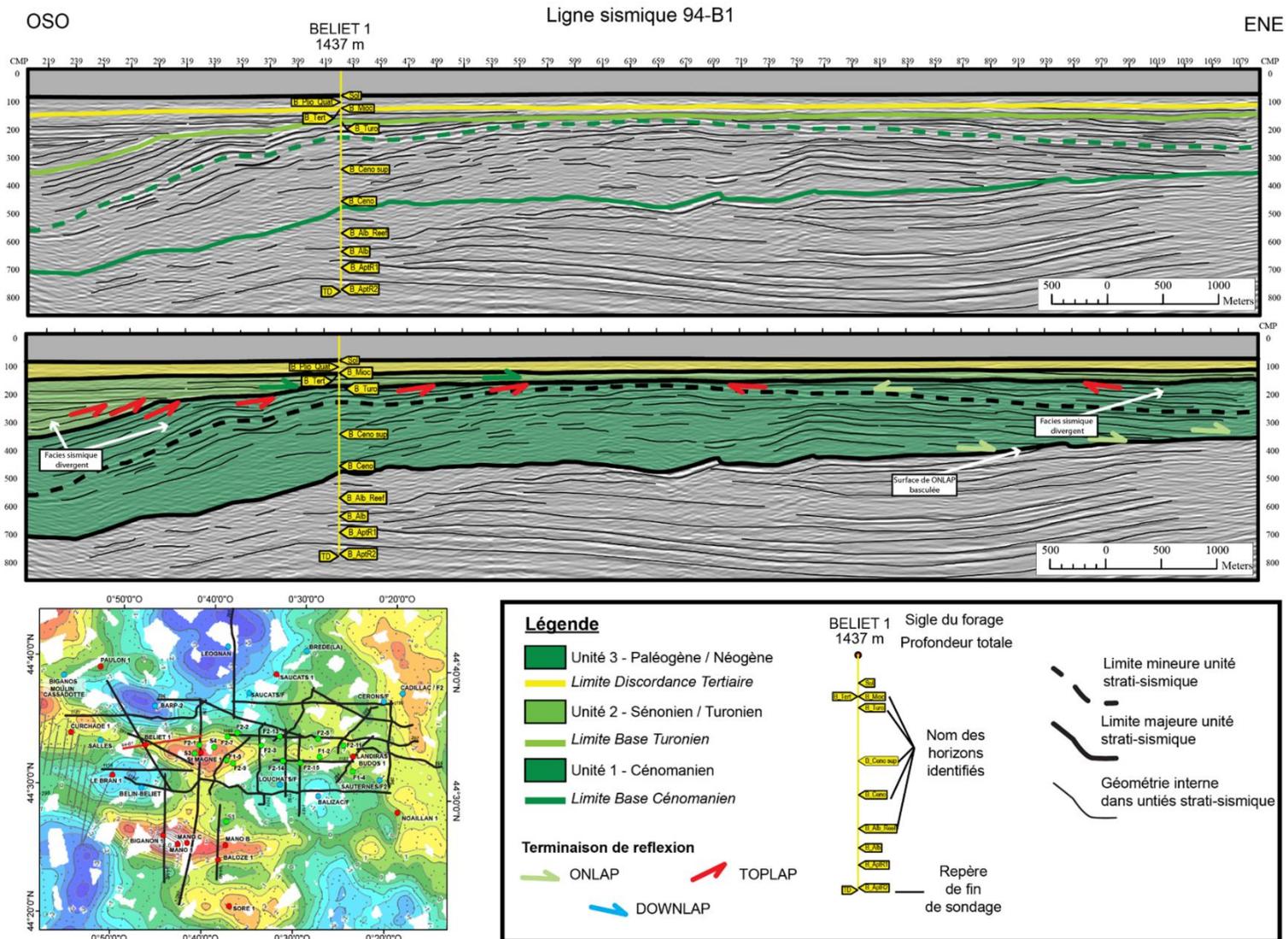


Figure 4 - Interprétation légendée de la ligne sismique 94-B1