

Aurore Laurent^{1,2}

Olivier Averbuch¹, Laurent Beccalotto², Fabien Graveleau¹, Frédéric Lacquement²

¹ Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences (U Lille-ULCO-CNRS) ; ² BRGM, Direction des Géoressources

Problématique et enjeux

Suite à l'adoption de la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique, la région des Hauts-de-France s'est engagée à investir et développer considérablement la production d'énergies renouvelables dans les prochaines décennies. Cet objectif requiert dès à présent le développement de solutions alternatives aux énergies fossiles, notamment la **géothermie profonde basse température (30-90°C) ou basse énergie**. Le développement de la géothermie basse-température, apporterait une solution permettant de répondre à l'augmentation de la demande en chauffage urbain et climatisation dans la région du bassin minier qui compte près d'un million d'habitants, répartis autour de plusieurs centres urbains de plus de 30 000 habitants (Lens, Douai, Valenciennes, Arras...).

Si le potentiel géothermique du Bassin de Paris est déjà bien contraint (fig.1), compte tenu de la relative simplicité des aquifères profonds ciblés (i.e., la nappe du Dogger), celui de son substratum paléozoïque est encore mal connu, notamment sur le territoire du bassin houiller du Nord-Pas-de-Calais (BHNPC) (fig.1), fortement déformé et structuré. L'actuel projet de thèse constitue la **première étape visant à évaluer le potentiel géothermique régional**. Il a pour objectif de mieux **contraindre la structure du sous-sol régional et plus particulièrement des aquifères** (épaisseur, extension, géométrie, profondeur), et de définir les propriétés géothermales de ces réservoirs potentiels.

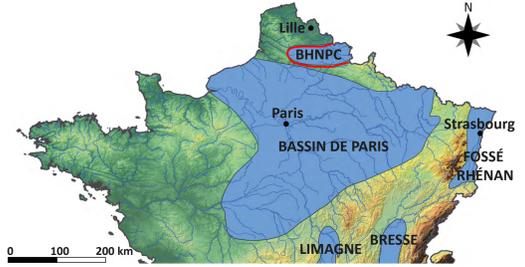


Figure 1 : Localisation des zones propices à l'exploitation géothermique profonde dans le nord de la France. Données issues de BRGM, 2016.

Les réservoirs géothermiques dans la région

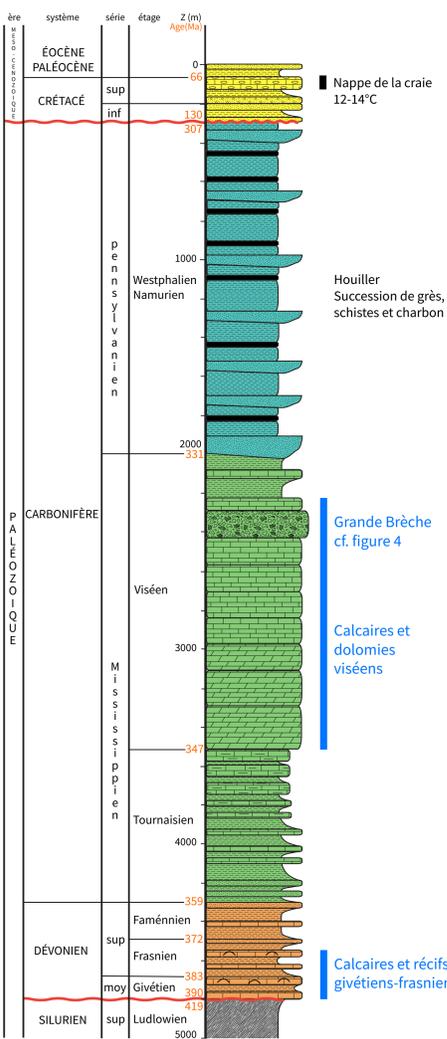
Deux aquifères profonds ciblés (fig.2) :

- Calcaires et brèches carbonifères du Viséen (347-331 Ma) (fig.4)
- Calcaires dévoniens du Givétien-Frasnien (390-372 Ma)

Ces réservoirs sont situés sous le bassin minier et appartiennent à l'unité du Parautochtone Brabançon (fig.3B).

Plusieurs anomalies géothermiques sont connues au sein du réservoir viséen dans la région du bassin minier Nord-Pas-de-Calais (source de Saint-Amand-les-Eaux, etc...).

Le réservoir viséen est d'hors-et-déjà exploité à des températures proches de 70°C dans la région bassin houiller du Hainaut (Mons-Belgique) : 3 forages géothermiques profonds de Saint Ghislain (fig.3A), Douvrain et Ghlin.



- Discordance
- Calcaire
- Calcaire récifal
- Craie à silex
- Calcaire argileux
- Dolomie
- Brèche calcaire
- Conglomérat
- Grès
- Schistes
- Charbon
- Socle schisteux

Figure 2 : Log stratigraphique synthétique de la région du bassin houiller du Nord-Pas-de-Calais. Les réservoirs géothermiques potentiels sont indiqués en bleu.



Figure 4 : Photographies des calcaires bréchiques viséens de la Formation de Lives dans la carrière de Limont-Fontaine (Avesnois, France). A : A l'échelle de la carrière. B : A l'échelle de l'affleurement. C : A l'échelle macroscopique. La carrière a été localisée sur la figure 3A. Photos prises par Olivier Averbuch.

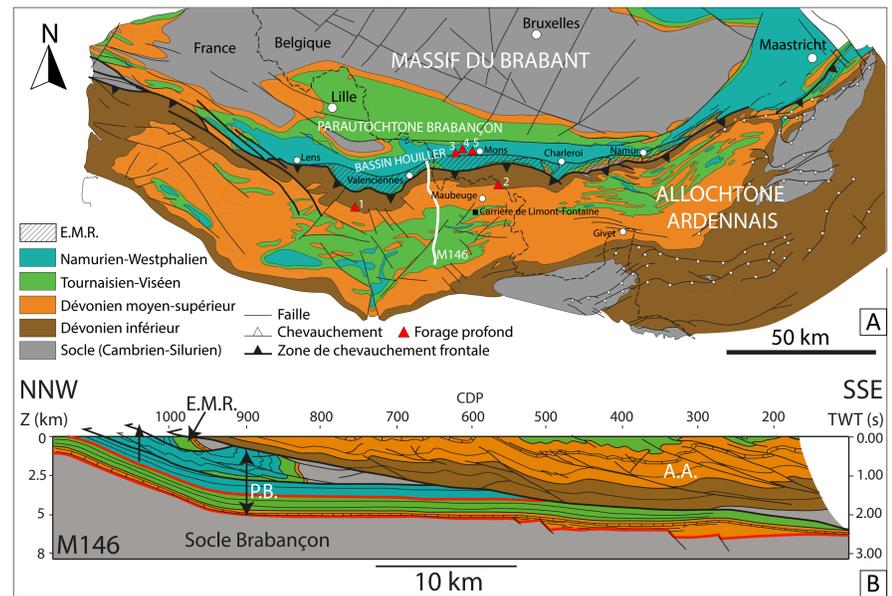


Figure 3 : A. Ecorché géologique des terrains paléozoïques dans le nord de la France-sud de la Belgique à environ -300m de profondeur. B. Interprétation géologique du profil sismique M146, localisé sur la carte. Les réservoirs géothermiques ciblés sont encadrés en rouge. A.A.: Allochtone Ardennais, P.B.: Parautochtone Brabançon, E.M.R.: Ecailles et Massifs Inversés. Modifié de Lacquement et al., 1999 et Mansy et Lacquement, 2006.

Données et interprétations sismiques

- 73 forages profonds
- 532 km de données industrielles de sismique réflexion acquises dans les années 1980 et retraitées dans le cadre de la thèse (fig.5).

Figure 6 : Interprétation du profil sismique C122, mettant en évidence la structure du sous-sol au sud de Valenciennes. Le profil est localisé en rose sur la figure 5. Les termes en noir correspondent aux différentes unités structurales du Front nord varisque dans le nord de la France.

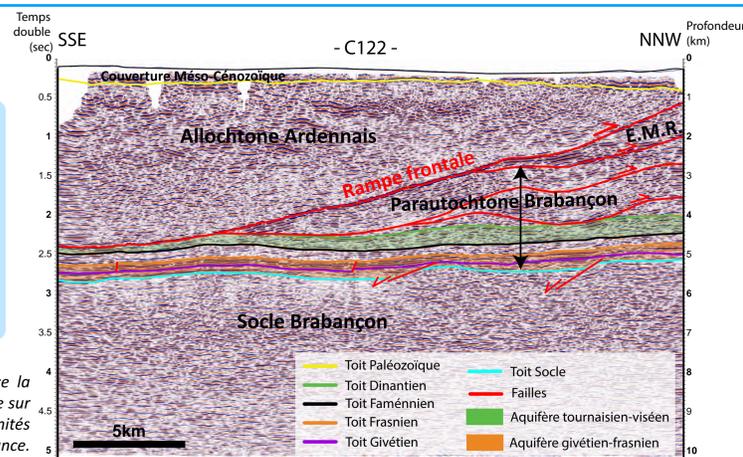


Figure 7 : Interprétation du profil sismique C576 mettant en évidence la structure du sous-sol entre Cambrai et Maubeuge. Le profil est localisé en bleu clair sur la figure 5. Les termes en noir correspondent aux différentes unités structurales du Front nord varisque dans le nord de la France.

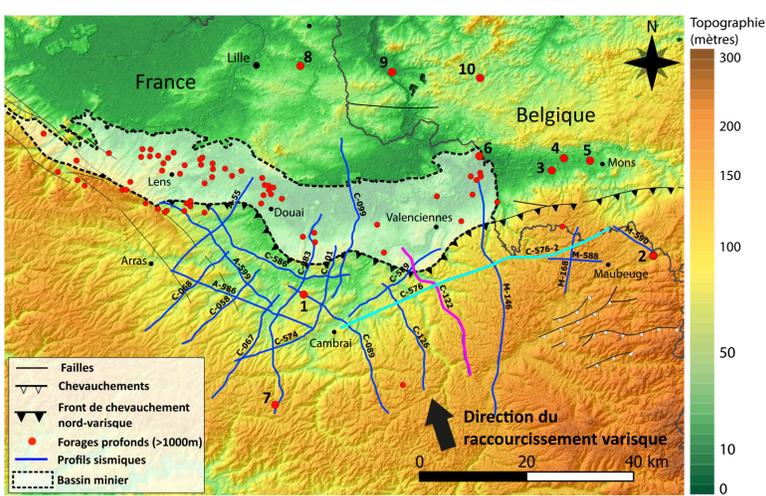
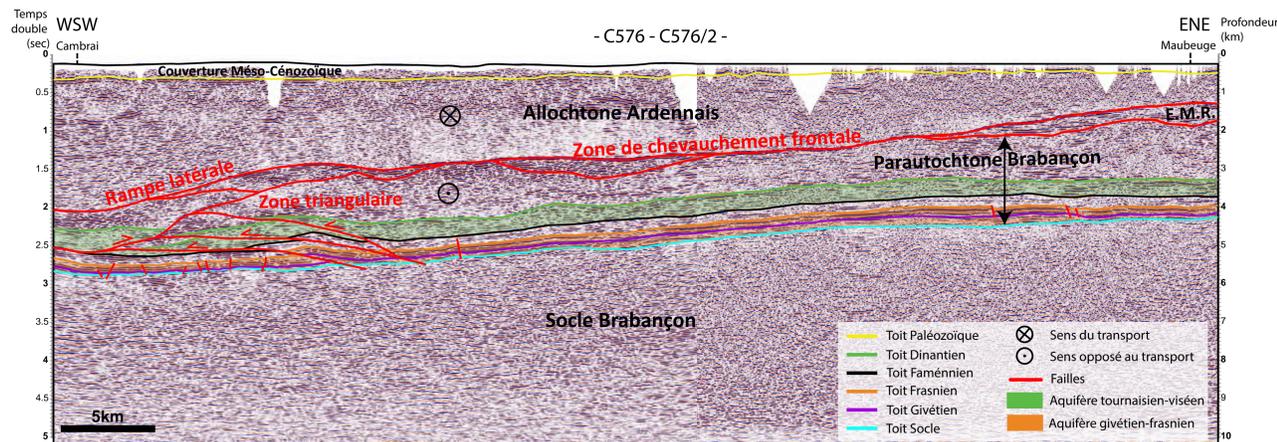


Figure 5 : Carte localisant les données de forages profonds et les profils sismiques disponibles dans la région dans le cadre de la thèse. Données topographiques (MNT) issues de la BD ALTI V IGN 25m. 1.Epinoy, 2.Jeumont, 3.Saint-Ghislain, 4.Douvrain, 5.Ghlin, 6.Condé-sur-l'Escaut, 7.Gouzeaucourt, 8.Annappes, 9.Tournai, 10.Leuze.

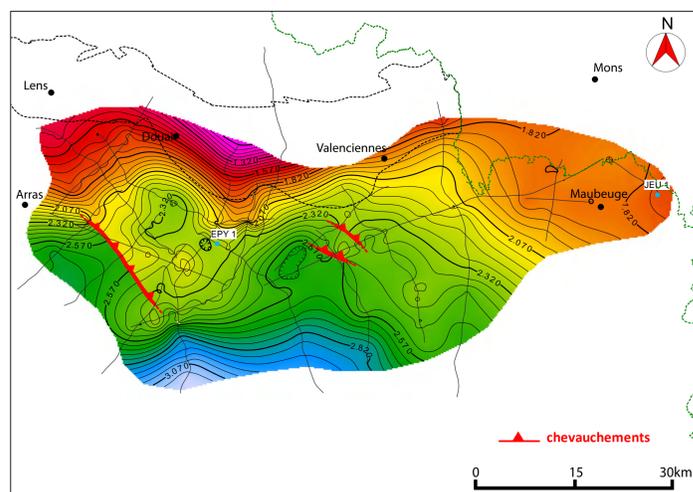


Figure 8 : Carte structurale préliminaire indiquant la profondeur en temps double de la base de l'aquifère viséen. Ces valeurs seront ultérieurement converties en mètres.

- Réservoirs continus, s'approfondissant vers le sud (profondeur de 2-3 km sous le bassin minier, 7-9 km à la limite sud du Nord-Pas-de-Calais)
- Structures extensives dévoniennes (failles normales synsédimentaires) et structures compressives carbonifères (chevauchements, anticlinal, zone triangulaire, rampe frontale/latérale), orientées N70° et N120-140°.