

Titre : Modélisation géologique 3D du bassin houiller Nord-Pas-de-Calais et de son substratum dévonien-carbonifère : vers une meilleure définition des réservoirs géothermiques régionaux.

Prénom NOM : Aurore LAURENT

Coordonnées de l'encadrant BRGM	Laurent Beccaletto (DGR – BRGM Orléans, l.beccaletto@brgm.fr) et Frédéric Lacquement (DGR/GAT – BRGM Orléans, f.lacquement@brgm.fr)
Programme Scientifique	RGF Bassin de Paris
Directeur de thèse (LOG)	Olivier Averbuch
Co-directeur de thèse (BRGM)	/
Co-encadrant	Laurent Beccaletto (BRGM), Frédéric Lacquement (BRGM), Fabien Graveleau (LOG)
Ecole Doctorale	Sciences de la Matière, du Rayonnement et de l'Environnement (SMRE)
Laboratoire universitaire de rattachement	Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences (LOG) (ULille-ULCO-CNRS)
Site principal	LOG – Bât. SN5, Villeneuve d'Ascq (59)
Financement	50% Région Hauts-de-France/50% BRGM
Employeur	Université de Lille
Date Début - Fin	Novembre 2018 – Novembre 2021
Date de soutenance	/

- Résumé :

Dans le contexte de la loi relative à la transition énergétique, la région Hauts-de-France s'est fixée un objectif ambitieux visant à passer à l'horizon 2050 à 100% d'énergie renouvelable. Cet objectif impose dès à présent le développement de solutions alternatives aux énergies fossiles carbonées, dont la géothermie de basse température. Si le potentiel géothermique est plutôt bien contraint pour le versant sud de la région compte tenu de la relative simplicité des aquifères ciblés (i.e., la nappe du Dogger du Bassin de Paris), il n'en est pas de même pour son versant nord et plus particulièrement sur le territoire du bassin minier Nord Pas de Calais où les besoins en chaleur seront localement élevés d'ici 10 ans.

Outre les enjeux sociétaux ci-dessus, l'étude de la géométrie du sous-sol de ce bassin molassique houiller carbonifère fournit un cadre scientifique exceptionnel pour analyser la dynamique géologique d'un front de chaîne de montagnes, celui de la chaîne varisque, formé il y a environ 310 Ma. Ce dernier, résultant d'interactions entre les processus de déformation (tectonique) et les processus de surface (érosion, sédimentation, climat), est un laboratoire idéal pour analyser les interactions entre flux sédimentaires, dynamique des reliefs et activités des structures.

L'étude proposée durant cette thèse repose principalement sur une réinterprétation structurale des nombreuses données géologiques disponibles sur le bassin minier Nord-Pas de Calais (forages, levés de galerie, données géophysiques) afin d'en proposer une vision actualisée. Cette nouvelle vision sera basée sur des concepts scientifiques modernes attachés au domaine des bassins flexuraux d'avant-pays et de leur déformation en contexte de front orogénique (coupes équilibrées,

concepts de 'tectonique chevauchante', inversion tectonique). Des profils sismiques retraités existant complétés par le retraitement et l'interprétation de profils sismiques industriels opportuns seront intégrés à cette étude. Toutes les données seront intégrées en 3D en utilisant les outils logiciels de modélisation géologique. Conjugué à une approche de modélisation analogique et à des études de terrain ponctuelles sur les quelques zones d'affleurement du bassin dans son prolongement vers la Belgique, le modèle géométrique 3D obtenu permettra de mieux contraindre l'évolution cinématique du bassin houiller et du front Nord de la chaîne varisque.

L'objectif final de ces travaux sera la réinterprétation des géométries des différents ensembles sédimentaires et des discontinuités qui les affectent, afin de délivrer de nouvelles contraintes nécessaires à une analyse prédictive de la ressource géothermale. Il s'agit, par exemple, de fournir des livrables opérationnels tels que des cartes de profondeur du toit du calcaire carbonifère à la base du bassin, ou encore des cartes localisant les principales failles agissant potentiellement comme drains au sein des différents aquifères (i.e. calcaires crayeux crétacés sup., calcaires carbonifères et eaux de mine). Le modèle géologique 3D servira in fine de support pour la modélisation hydrodynamique des aquifères dans le cadre d'une optimisation progressive de la définition du potentiel géothermique.

- **Mots-clés** : Modélisation 3D, Sismique, Front nord varisque, Géothermie, Dévonien-Carbonifère, Bassin Houiller du Nord-Pas-de-Calais

- **Résultats marquants** : Interprétation des profils sismiques en cours :

- Mise en évidence des différentes unités structurales du Front nord varisque ;
- Mise en évidence de la géométrie des réservoirs géothermiques dévoniens et carbonifères : réservoirs continus dans la zone d'étude, extension considérable vers le sud, approfondissement vers le sud (2-3 km sous le bassin minier, 7-9 km à la limite sud du Nord-Pas-de-Calais) ;
- Réservoirs géothermiques déformés par des failles normales synsédimentaires dévoniennes et par des structures compressives carbonifères, orientées N70° et N120-140° (chevauchements, anticlinal, zone triangulaire, rampe frontale/latérale) ;
- Génération de cartes structurales en temps double du Chevauchement Ardennais, du toit et de la base des réservoirs givétien-frasnien et viséen.

- **Publications** : /

- **Participations à congrès nationaux et internationaux** :

- 19th ICCP: International Congress on the Carboniferous and Permian (29 July-2 August 2019): New insight on the 3D geometry of the Nord-Pas-de-Calais coal basin (N France) and its Devono-Carboniferous substratum by seismic imaging - Contribution to a better definition of the deep geothermal resources
- ASF 2019 : 17ème congrès français de sédimentologie (21-25 octobre 2019) : Structuration et faciès sédimentaires des potentiels réservoirs géothermiques profonds du Dévonien et du Dinantien dans la région du bassin houiller du Nord-Pas-de-Calais.