



# **Mémoire technique et de justification du périmètre de recherche**

# 4.1

## Introduction

Valenciennes se situe au Nord de la région des Hauts-de-France. D'un point de vue géologique cette région appartient à la partie Nord du Bassin de Paris et à la partie Sud du Bassin de Bruxelles. Ces deux entités sont séparées par l'anticlinal de l'Artois.

Bien que non exploité pour la géothermie profonde à Valenciennes, de nombreux indices permettent de supposer une exploitation possible de l'aquifère des Calcaires du Carbonifères (Dinantien) dans la région. En effet, les marqueurs de production de Mons (Belgique) ou de St Amand les Eaux (France) vont dans ce sens. De plus, les études qui ont été menées pour apprécier le potentiel de la ressource dans le cadre du projet de géothermie de Douai sont venues renforcer cette idée.

Ainsi le mémoire présenté dans ce dossier met en avant les avancées réalisées dans le cadre du projet de Douai qui laissent envisager la possibilité d'une opération géothermique. De plus, Ce mémoire met en lumière les particularités du secteur qui feront l'objet d'études spécifiques. La réalisation d'une étude géologique avec en particulier la caractérisation du réservoir permettra de valider la faisabilité d'un projet de géothermie.

Les études géologiques et d'ingénierie de forage à consentir et décrites au Chapitre 5 justifient la demande d'un PER préalable à la définition d'un projet.

## 4.2.1 Généralités sur la géothermie

Les informations présentées dans ce paragraphe sont tirées de « La géothermie – Les enjeux des géosciences – ADEME – BRGM ».

Expérimenté concrètement par des générations de mineurs de fond et aujourd'hui bien mesuré, l'accroissement de la température en fonction de la profondeur est appelé « **gradient géothermal** ». Il est en moyenne, sur la planète, de 3,3°C par 100 mètres, le flux d'énergie thermique à l'origine de ce gradient étant de l'ordre de 60 mW/m<sup>2</sup>. Mais ces valeurs peuvent être nettement supérieures dans certaines zones instables du globe, et même varier de façon importante dans les zones continentales stables. Ainsi, **le gradient géothermal est en moyenne de 4°C en France**, et varie de 10°C/100 m dans le nord de l'Alsace à seulement 2°C/100 m au pied des Pyrénées.

La chaleur dégagée par notre globe n'a pas pour principal responsable le refroidissement de son noyau, mais **la désintégration des éléments radioactifs** présents dans ses roches : uranium, thorium, potassium, etc. 90% de l'énergie dissipée provient en effet de ce mécanisme. La chaleur émise par la fission varie avec **la composition chimique des roches** – elle est environ trois fois plus élevée, par exemple, pour les granites que pour les basaltes.

Elle varie aussi selon **l'âge des roches**, raison pour laquelle les gradients géothermiques sont plus élevés dans les plates-formes jeunes, comme en France et en Europe du Sud, que dans les socles anciens, comme en Scandinavie.

Parmi les différentes énergies renouvelables et de récupération, la géothermie présente deux avantages majeurs en vue d'une valorisation thermique :

- À la différence de l'éolien et du solaire, elle ne présente aucun risque d'intermittence,
- À la différence de la biomasse, elle n'implique l'émission d'aucune particule fine.

On distingue plusieurs types de géothermies, synthétisées sur la figure suivante :

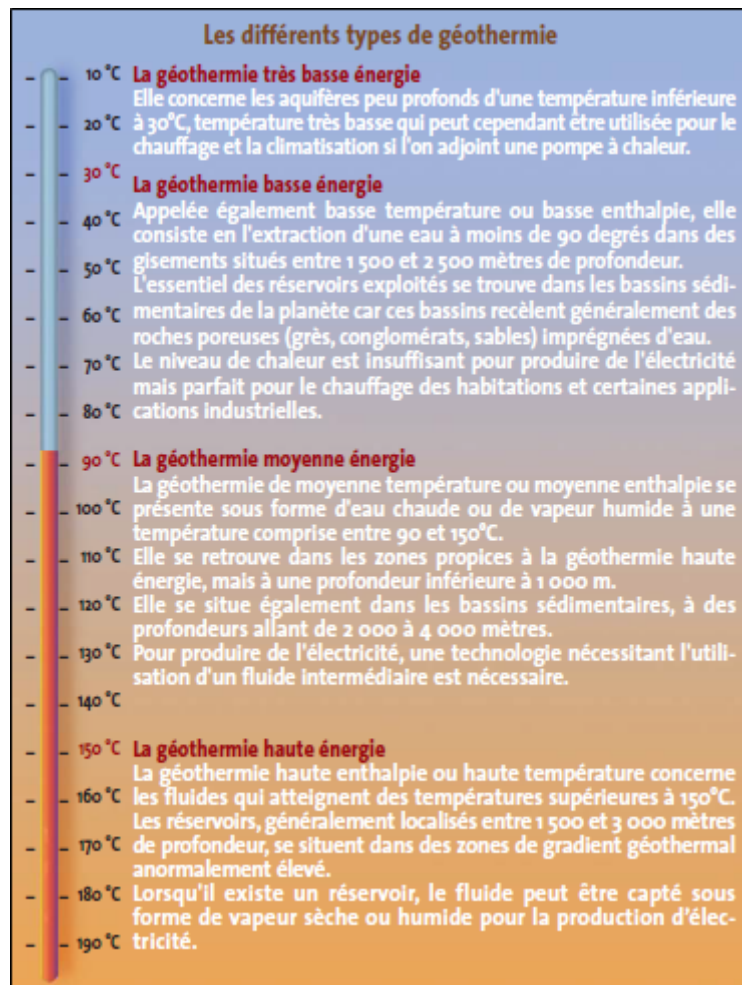


Figure 20- Les différents types de géothermie (Source : ADEME)

## 4.2.2 Potentiel géothermique en France

L'essentiel des réservoirs exploités pour la géothermie en France se trouve dans les bassins sédimentaires (cf Figure 21).

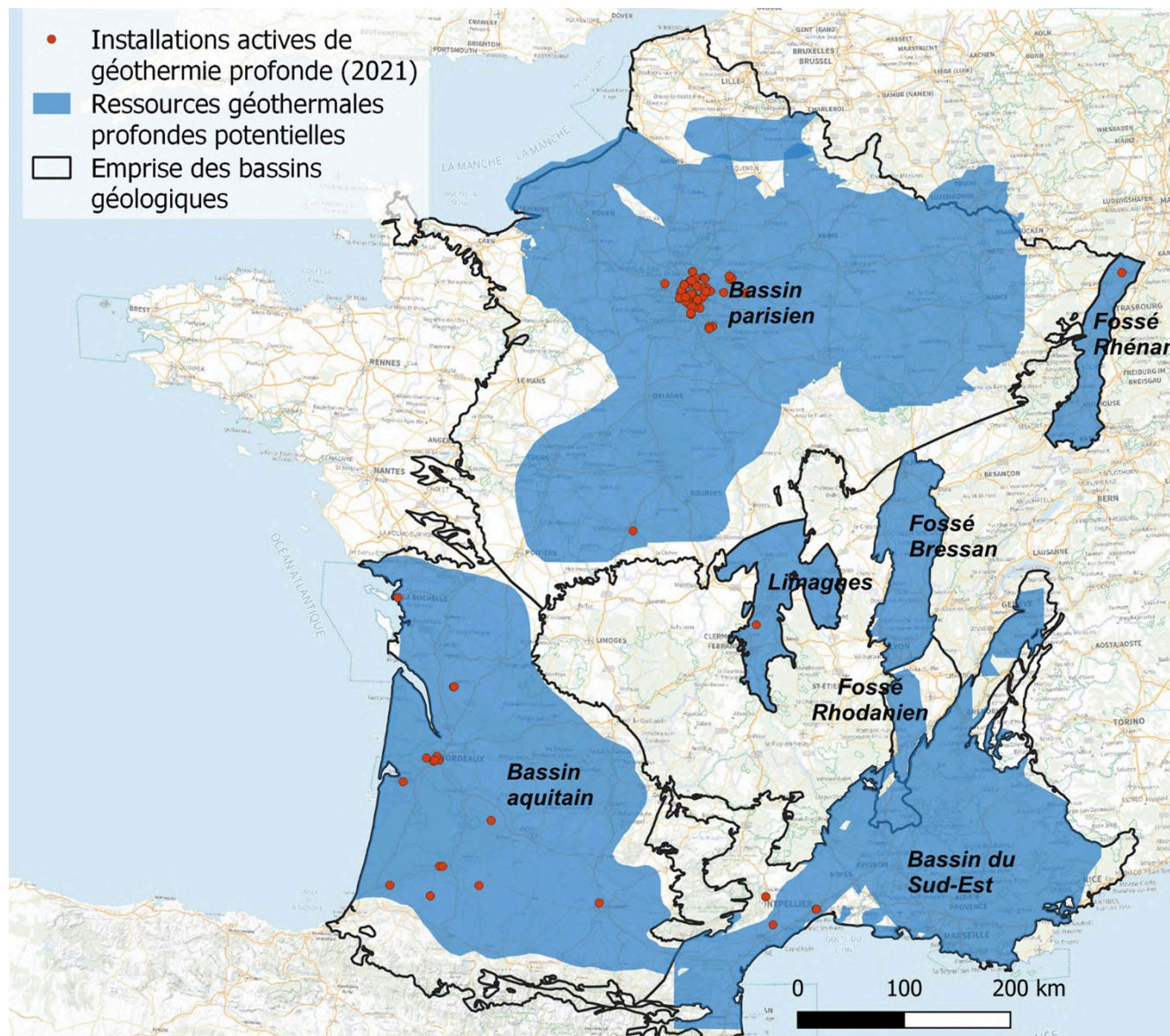


Figure 21 : Principaux bassins renfermant des réservoirs géothermiques ( Source : BRGM)

La géothermie basse énergie française est le premier marché d'Europe pour délivrer de la chaleur via des réseaux urbains ou pour des applications agricoles et industrielles.

Les Calcaires du Carbonifère constituent une ressource encore exploratoire mais s'inscrit dans le développement global de la géothermie à l'échelle de l'Europe. Ainsi, à la suite du projet géothermique de Douai, le projet du « Grand Valenciennes » porté par ENGIE ES a pour objectif de créer une continuité d'exploitation de cette ressource entre Douai et Mons en Belgique.

La contribution du Syndicat des Energies Renouvelables (SER) et de l'AFPG en avril 2015 pour la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) a défini des objectifs pour la géothermie basse énergie ; avec une production géothermique de 4 128 GWh/an pour 2023 et 6 453 GWh/an à l'horizon 2030.

La demande du permis exclusif de recherche présentée dans ce dossier s'inscrit pleinement dans ces objectifs fixés par la PPE, au sens où l'étude sera consacrée à chercher de nouvelles formes d'architectures de puits innovantes et de valoriser la ressource géothermale dans un secteur où l'aquifère est peu connu.

### 4.2.3 Méthode d'exploitation d'un réservoir profond

Le titre de recherche sollicité devra permettre, pendant cinq ans, de rechercher et d'évaluer le potentiel de développement d'une exploitation de géothermie dans le secteur du Grand Valenciennes.

Si cette recherche est concluante, une demande de travaux de forage pourra alors être déposée pour permettre l'extraction et la réinjection du fluide géothermale, dans l'objectif d'exploiter le gîte géothermique.

La géothermie basse température consiste en l'extraction d'une eau à une température généralement comprise entre 85°C et 150°C, à partir de gisements profonds. L'essentiel des réservoirs exploités en France se trouve dans les bassins sédimentaires comme le Bassin de Paris. L'exploitation des réservoirs repose sur un fonctionnement en doublet (cf. Figure 22) :

- Un forage permet de puiser l'eau à grande profondeur, là où elle est naturellement très chaude ;
- Ramenée à la surface du sol, par sa pression naturelle ou à l'aide d'une pompe, l'eau est envoyée par une canalisation étanche à une centrale géothermique ;
- La production de chaleur a lieu dans la centrale géothermique, au moyen d'un échangeur de chaleur constitué d'une série de plaques en métal inoxydable (titane) assurant une grande surface d'échange. L'eau issue du sous-sol circule d'un côté, l'eau alimentant les installations de chauffage circule de l'autre côté. Il n'y a aucun contact direct entre les deux eaux ;
- L'eau provenant du sous-sol est renvoyée en profondeur après avoir cédée une part de sa chaleur ;
- Un réseau de chaleur permet d'acheminer l'eau réchauffée après passage dans les échangeurs vers les diverses installations à alimenter.

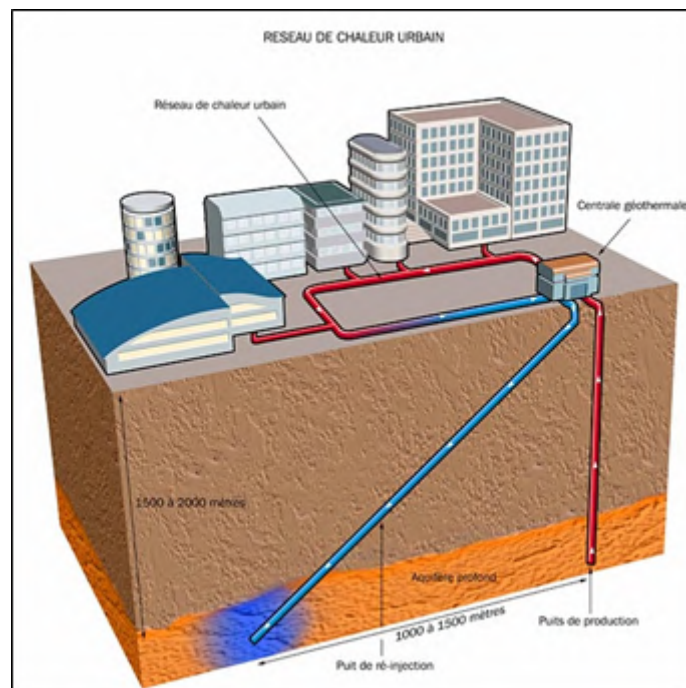


Figure 22 : Principe de fonctionnement d'un doublet géothermique ( Source : ADEME / BRGM)

Pour éviter les nuisances provoquées par ces différents chantiers, notamment en milieu urbain, ou encore lorsque le foncier disponible est limité, des puits dont la trajectoire est déviée dans le sous-sol sont forés. Une seule plateforme de forage suffit alors pour positionner les puits de production et d'injection. Cette méthode permet également de maximiser la production d'un aquifère en couvrant une plus grande surface de mètres forés en son sein.

Par ailleurs, l'éloignement des impacts au réservoir garantissent une stabilité hydraulique et thermique de la qualité de la ressource sur plusieurs années. **Ainsi le caractère renouvelable de la géothermie est conservé.**

## Travaux de forage

Au stade de demande de permis exclusif de recherche, le programme de forage n'est pas établi. La réalisation d'un forage géothermique s'apparente à celle d'un forage pétrolier : les techniques utilisées et les matériaux sont similaires.

Cependant, la connaissance et l'expérience acquises au cours du développement du projet géothermique de Douai et le savoir-faire du Bassin de Paris transposé à la région d'étude permettent de décrire les travaux de forage comme suit :

- Réalisation d'avant-trous en gros diamètres (minimum 32" soit 811 mm) entre 40 et 50 m de profondeur pour permettre de stabiliser les formations de surface ;
- Réalisation d'une plateforme de forage pour accueillir un appareil de type pétrolier ;
- Forage des ouvrages sur le principe du forage pétrolier, au rotary. Cette technique utilise un tricône sur lequel on applique une force procurée par un poids, tout en l'entraînant en rotation.

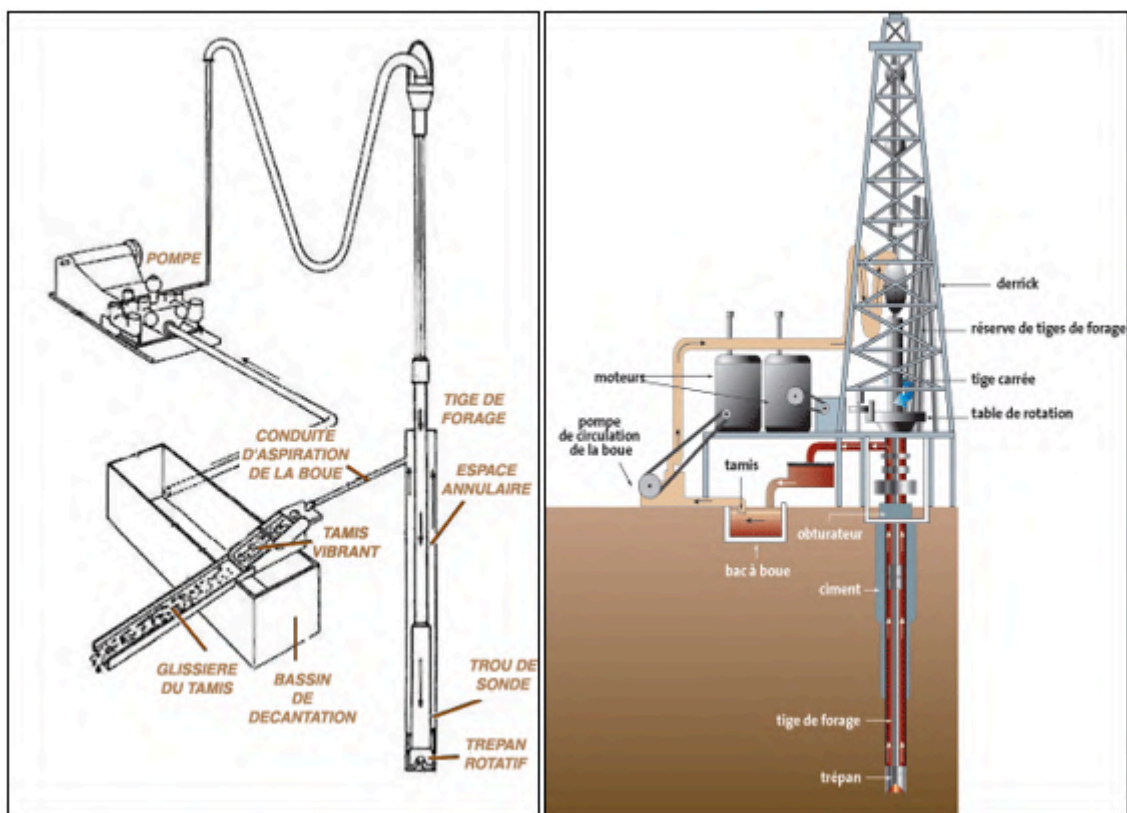


Figure 23 - Schéma de principe d'un forage pétrolier

Le « rotary » ou trépan est relié à la surface par un train de tiges métalliques (« garniture de forage ») supportées par le mât de forage par l'intermédiaire de l'ensemble treuil-moufle fixe / moufle mobile (fonction levage) est utilisé pour broyer la roche et permettre le forage du puits.

Le forage rotary utilise en général un tricône à dents, ou monobloc dans certaines conditions, animé d'une rotation sur lequel est appliquée une force procurée par le poids des tiges. Le poids sur l'outil est assuré par l'emploi de masses-tiges vissées au-dessus de l'outil et prolongées jusqu'en surface par les tiges de forage, simples tubes vissés entre eux et assurant la transmission du mouvement de rotation et la canalisation du fluide de forage.

La roche broyée est remontée en surface par circulation du fluide ou boue de forage ayant des propriétés de suspension des solides. Ce fluide est injecté depuis la surface dans les tiges de forage et pénètre dans le puits au niveau du fond du forage en cours grâce à des événements (« duses ») aménagés sur l'outil de forage. Le fluide remonte ensuite du fond jusqu'en surface par l'espace annulaire entre les tiges de forage et les parois du trou en entraînant avec lui les déblais de roche broyée. En surface, la boue de forage est dirigée vers un circuit de traitement approprié (tamis, centrifugeuse) destiné à la débarrasser des solides indésirables (« déblais ») et à restaurer ses qualités de

densité et de viscosité avant sa réinjection dans le puits. Les déblais de forage et les boues usées sont stockés temporairement dans des bacs métalliques de rétention à partir desquels ils peuvent être traités sur place ou transportés directement sur un site de traitement et d'élimination autorisé.

Le traitement des bacs sur site ne concerne que les boues à l'eau et consiste en une décantation des boues et déblais. La partie solide est acheminée vers un centre agréé, les eaux récupérées sont envoyées en station d'épuration.

Pendant l'exécution du forage, des cuvelages en acier sont régulièrement descendus dans le puits à différentes profondeurs et cimentés aux parois du trou (Figure 25) afin d'en stabiliser la paroi, d'isoler les unes des autres les différentes zones poreuses et perméables rencontrées et de rendre possible l'approfondissement du forage dans des conditions satisfaisantes de sécurité.

Un chantier de forage de type pétrolier comprend :

- Un atelier de forage avec son mât de levage et sa plate-forme de travail surélevé ;
- Des râteliers (tréteaux souvent dénommés racks) pour stocker les tiges de forage et les tubages avant leur emploi ;
- Des moteurs thermiques diesel (échappements des moteurs équipés de silencieux), des groupes électrogènes avec leurs capots de protection ;
- Des pompes et un circuit de traitement des boues et de filtration des boues ;
- Plusieurs locaux mobiles de chantiers abritant des ateliers de mécanique, les bureaux, les vestiaires, les sanitaires ;
- Des bacs à eau, à boue et à fluides de test (eaux chaudes).

L'éclairage du chantier est assuré par des projecteurs dirigés exclusivement vers les lieux de travail et non vers les lieux environnants.

Des photos d'un site de forage sont disponibles en Figure 24. Le principe de cimentation est présenté en Figure 25.

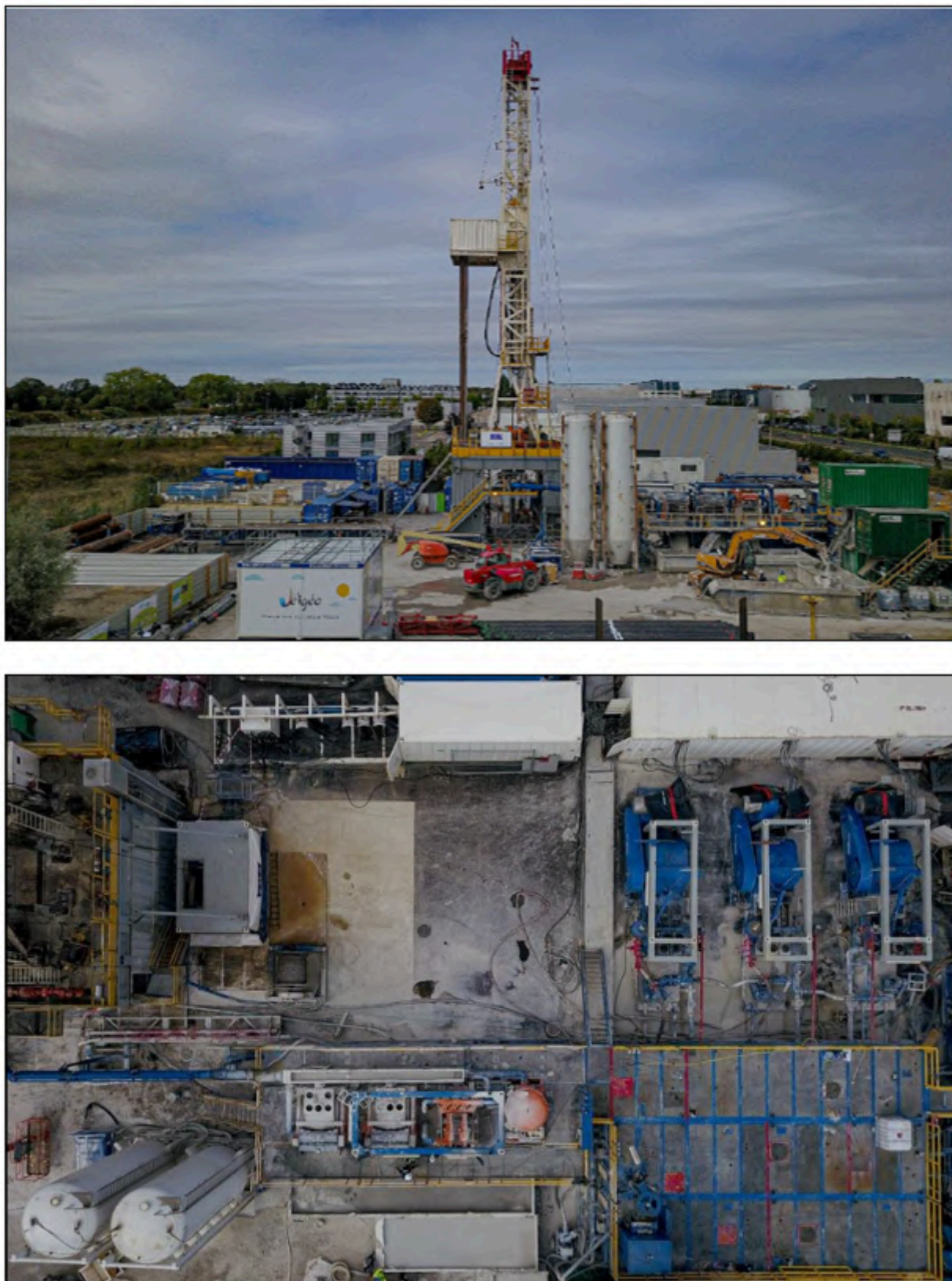


Figure 24 - Photo d'un site de forage ( Source : ENGIE Solutions )

Il s'agit ici d'une cimentation par « inner string » (tiges de cimentation connectées au sabot pour l'injection du laitier puis déconnectées) ; cette méthode est utilisée pour la pose du premier casing de gros diamètre.

Les cimentations des tubages de diamètre plus faible sont faites par injection du laitier de ciment sous pression directement dans le tubage par l'intermédiaire d'une tête de cimentation ; le laitier est alors poussé par injection de boue de forage.

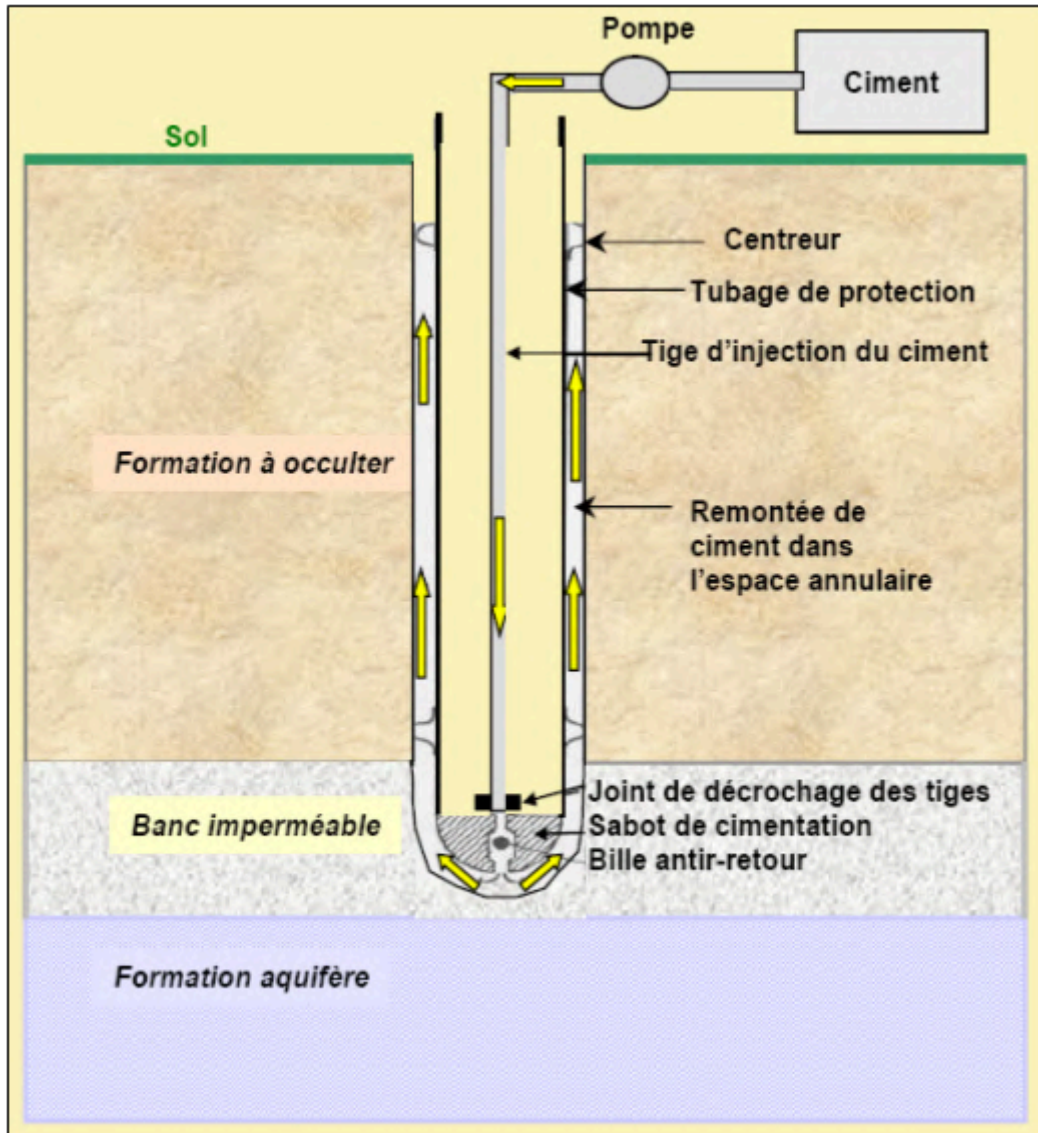
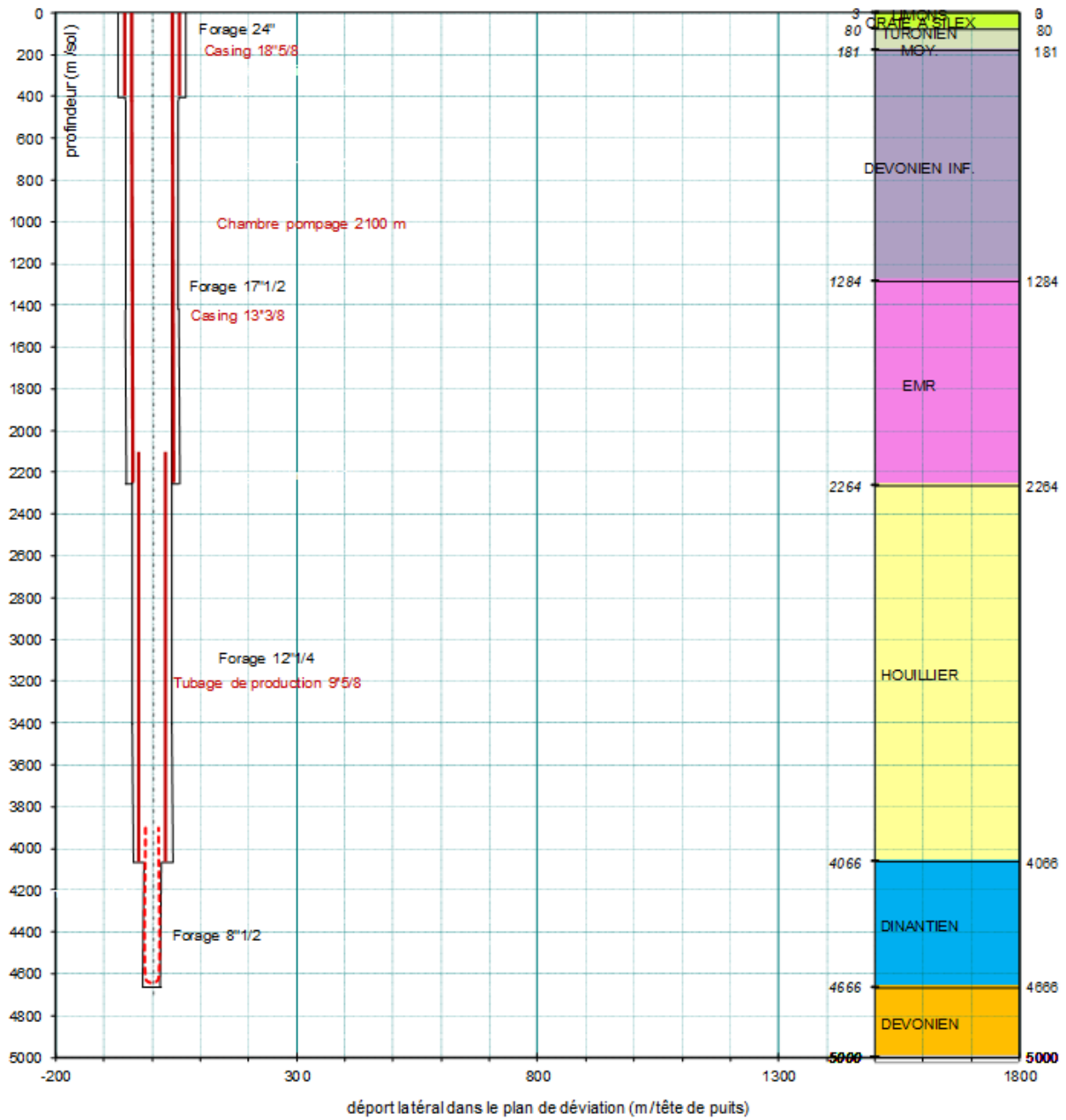


Figure 25 - Principe de cimentation d'un tubage ( Source : BRGM).



Les colonnes techniques de départ (avant-puits, tube guide) ne sont pas représentées

	Diamètre	mTVD	mMD		mTVD	mMD		mTVD	mMD
forage 1	24"	405	405	Toit Dogger	4066	4066	KOP1	420	420
forage 2	17"1/2	2255	2255	DEPORT (toit aquifère)		5	EOK1	429	429
forage 3	12"1/4	4068	4068	DEPORT (fond forage)		6	KOP2	1000	1000
forage 4	8"1/2	4666	4666				EOK2	1000	1000
				Chambre de pompage		2100 m	KOP3	3400	3400
casing 1	18"5/8	400	400				EOK3	3400	3400
casing 2	13"3/8	2250	2250						
casing 3	9"5/8	4066	4066						

DEVTECH2 - JM JOUBERT 2009



KOP : profondeur de départ de la section déviée  
 DEV : angle de build-up  
 EOK : base de la section déviée  
 INCL : inclinaison moyenne en section stabilisée

MD : longueur en mètres forés  
 TVD : profondeur verticale  
 DEP : déport latéral par rapport à la tête de forage  
 AZIM : orientation du plan vertical de déviation

**Figure 26 - Coupe technique d'un puits producteur à architecte classique visant le Carbonifère**

Le puits est foré en plusieurs phase successives qui sont entrecoupé par la cimentation des tubages en différents diamètres. Le programme de forage du puits présenté sur la figure précédente est :

1. **Première phase** : Forage vertical rotary à la boue bentonitique en 24" (outil tricône). Arrivé à la cote d'arrêt, réalisation d'un contrôle de trou et mise en place et circulation d'un bouchon visqueux avant descente du tubage. Mise en place d'un tubage d'un diamètre 18"5/8. Cimentation à l'extrados de ce tubage sur toute sa hauteur par injection sous pression d'un laitier de ciment. Attente prise ciment.
2. **Deuxième phase** : Forage en 17"1/2. Diagraphie (open hole), contrôle de trou. Mise en place d'un tubage de diamètre 13"3/8. Cimentation à l'extrados de ce tubage sur toute sa hauteur par injection en deux phases. Attente prise ciment. Vissage casing head et montage du BOP.
3. **Troisième phase** : Forage en 12"1/4. Diagraphies (open hole et cased hole). Descente du liner de diamètre 9"5/8. Cimentation du liner avec un ciment. Attente prise ciment.
4. **Quatrième phase** : Forage en 8"1/2. Diagraphies (open hole et cased hole). Descente du slotted liner de diamètre 7".

Le programme de forage comporte une partie de diagraphie qui visent à évaluer la qualité des travaux et la qualité de la ressource. Un exemple des diagraphies à réaliser est fourni dans le tableau suivant.

Phase	Diagraphies programmées
Forage 17"1/2	Gamma-ray, diamètreur
Tubage 13"3/8	Contrôle de cimentation (CBL/VDL radial et USIT ou équivalent)
Forage 12"1/4	Gamma-ray, diamètreur
Tubage 9"5/8	Contrôle de cimentation (CBL/VDL radial et USIT ou équivalent)
Déouvert 8"1/2	Gamma-ray, diamètreur, neutron-porosité, résistivité
Essais	Pression, thermométrie, flowmétrie
Forage en totalité	Diamètreur (60 bars minimum)

**Tableau 7 - Programme prévisionnel des diagraphies**

A l'issue des travaux de forage, des essais de production veilleront à évaluer la qualité de la ressource. Un exemple de programme prévisionnel des essais est présenté ci-après :

1. **Premier dégorgement.** Les étapes seront :
  - Mise en eau claire du puits par injection d'eau douce depuis le fond de l'ouvrage,
  - Dégorgement pendant 12 h,
  - Descente d'une sonde PLT,
  - Réalisation de 4 paliers de 2 h enchaînés,
  - Flowmétrie.
2. **Acidifications** : Deux acidifications seront menées. Chacune sera suivie d'une phase de dégorgement, d'une phase de remontée en pression, puis de 4 paliers de 2 h enchaînés.
3. **Essais finaux** : La prestation intègre à l'issue de la dernière acidification réalisée :

- Le dégorgement des puits,
- La remise en pression des puits,
- La réalisation de 4 paliers de 2 h enchaînés,
- Remise en pression des puits (12 h),
- Essai de formation (12 h) au débit maximal,
- Remontée en pression (12 h),
- Flowmétrie finale, prise d'échantillon.

### Mode d'exploitation d'un doublet au Dogger

A l'aide des forages réalisés, la chaleur de l'aquifère peut être extraite pour alimenter le réseau de chaleur ou les installations agricoles et industrielles adjacentes. Une pompe est généralement immergée dans le forage de production pour extraire un débit d'eau suffisant du sol. Celle-ci arrive alors dans une centrale géothermique, passe à travers des filtres et des échangeurs où elle cède ses calories à un réseau de distribution de chaleur.

En fonction de la nature de l'eau géothermale, la mise en place d'un dispositif d'inhibition chimique pourra être nécessaire pour protéger les tubages dans le temps (un tube de traitement est généralement installé à la base du puits de production).

L'impact de l'exploitation d'un doublet est très limité : les ouvrages souterrains ne sont pas visibles, les têtes de puits sont enterrées et ne sont pas accessibles au public. Seule la centrale présente généralement un impact paysager qui est maîtrisé pour la que centrale s'insère au mieux dans son environnement.



Figure 27 - Exemples d'intégration de têtes de puits et d'une centrale géothermique

# 4.3

## Contexte géologique et caractéristiques de l'aquifère cible

### 4.3.1 Contexte géologique régional

Valenciennes se situe au Nord de la région des Hauts-de-France. D'un point de vue géologique cette région appartient à la partie Nord du Bassin de Paris et à la partie Sud du Bassin de Bruxelles. Ces deux entités sont séparées par l'anticlinal de faille de l'Artois (axe Nord-Ouest - Sud-Est).

La couverture géologique de la région se compose majoritairement de structures d'âge Crétacé supérieur (sur 60% du territoire), en discordance sur les structures paléozoïques sous-jacentes et également de formations cénozoïques sur une partie plus restreinte (sur 30% du territoire). Le reste de la couverture comprend des formations Primaire, Jurassique et Quaternaire (cf. Figure 28).

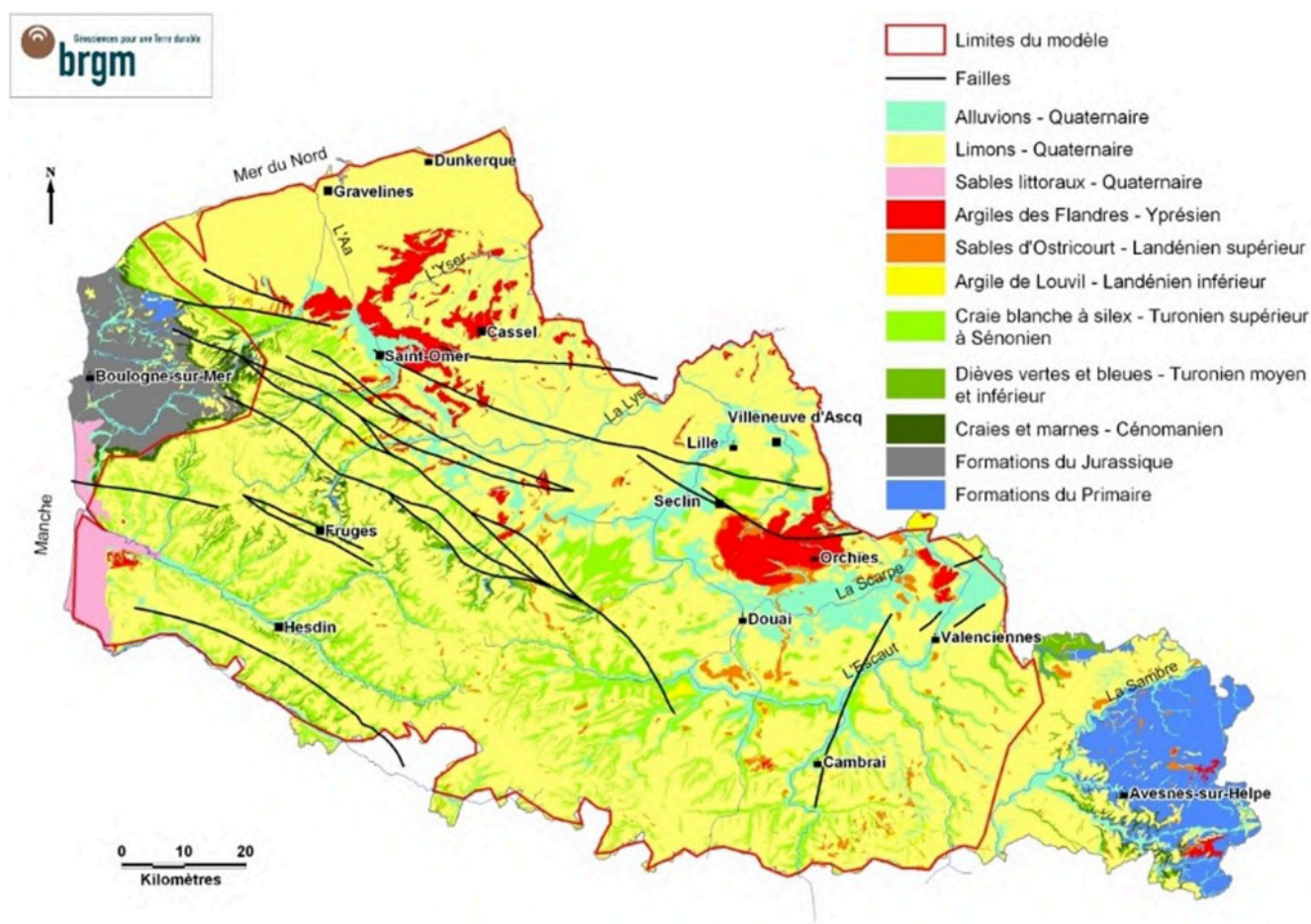


Figure 28 - Carte géologique du Nord-Pas de Calais ( Source : BRGM ).

Dans le secteur d'étude, La « Faille du Midi » correspond à un accident majeur. Elle correspond à la faille la plus méridionale et la plus récente de ce système : elle sépare les terrains autochtones du bassin houiller franco-belge au nord, des terrains allochtones de l'Ardenne au sud.

Valenciennes se trouve au nord de la « Faille du Midi » au niveau du front de chevauchement nord-varisque. Ce front est formé des quatre unités structurales majeures suivantes : le Socle Brabançon, le Parautochtone Brabançon, les Ecailles et Massifs Renversés (EMR) et l'Allochtonne Ardennais.

Les quatre unités structurales majeures de la zone d'étude sont présentées du nord au sud (Figure 29 & Figure 30) :

- Le Massif du Brabant : formé à la fin de l'orogénèse calédonienne, il est constitué d'une succession sédimentaire essentiellement détritique (d'âge cambro-silurien). Il a été peu déformé par l'orogénèse varisque, et est recouvert d'une plateforme carbonatée discordante et transgressive (d'âge Eifélien à Viséen).



comprennent les formations du Quaternaire (Alluvions modernes, Limons des Plateaux, Colluvions et Formations résiduelles), du Tertiaire (Sables du Quesnoy, Sables de Grandglise, Argile de Louvil et Tuffeau de Valenciennes), du Crétacé (Sénonien et Turonien Moyen) et du Dévonien Moyen (Givétien).

La Figure 31 présente un extrait de la carte géologique au 1/1 000 000<sup>ème</sup> sur laquelle est localisé le secteur d'étude.

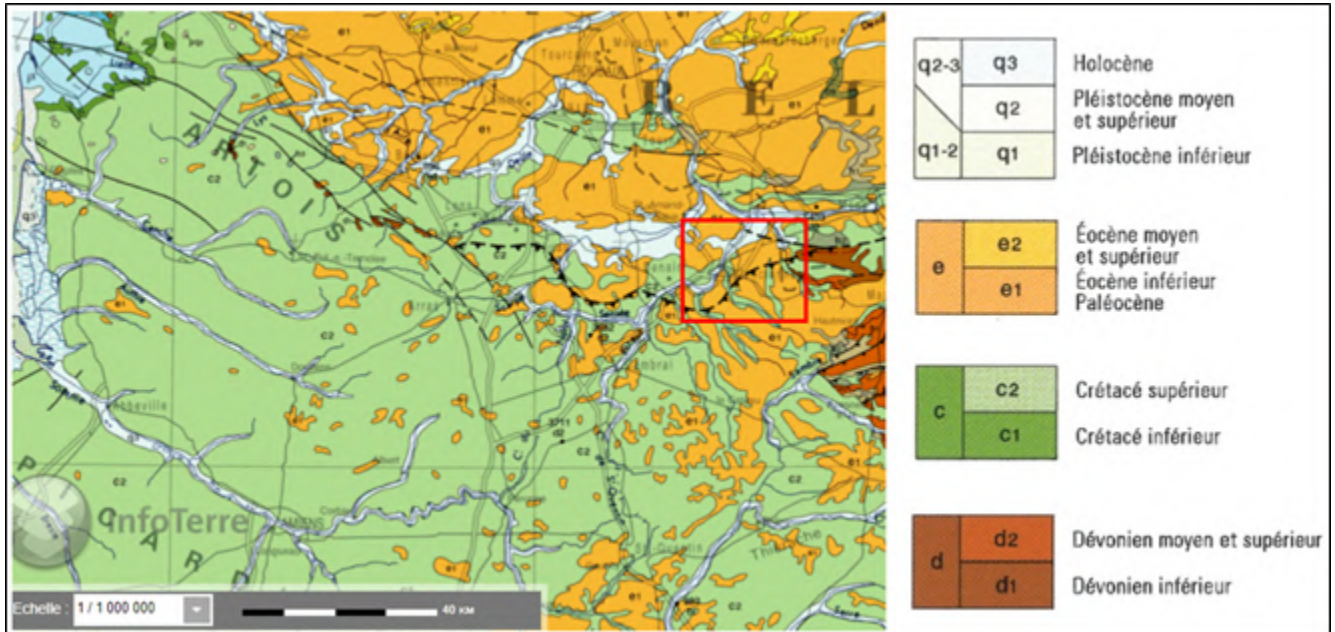


Figure 31 - Extrait de la carte géologique imprimée de la France au 1/1 000 000<sup>ème</sup>

Au droit du Grand Valenciennes la couverture mésozoïque-cénozoïque repose en discordance sur les Ecailles et Massifs Renversés (EMR) qui sont issus du plissement intense des séries sédimentaires du dévonien et du carbonifère.

L'unité des EMR est comprise entre deux accidents tectoniques majeurs :

- La Faille du Midi à son sommet ;
- Le chevauchement basal des EMR (BEMR) à sa base.

Sous cette série très chahutée on trouve le parautochtone Brabançon puis le socle Brabançon (Paléozoïque inférieur)

Ainsi, au droit du Grand Valenciennes, les terrains sub-affleurants et non-affleurants suivants sont rencontrés :

- Les formations du Quaternaire
- Les formations du Tertiaire :
  - Sables et grès d'Ostricourt : Landénien
    - Sables blancs (Sables du Quesnoy)
    - Sables verts (Sables de Grandglise)
    - Complexe de base (Argile de Louvil et Tuffeau de Valenciennes)
- Les formations secondaires du Crétacé :
  - La craie du Sénonien
  - Les formations du Turonien
  - Les marnes du Cénomaniens
  - Les calcaires gréseux, sableux et glauconieux de l'Albien
- Les formations des écailles et massifs renversés (EMR) : série chahutée issue du plissement intense des séries sédimentaires du Dévonien et du Carbonifère
- Les formations du Parautochtone Brabançon :

- Le Carbonifère
  - Les schistes, grès et charbon du Namurien – Westphalien
  - Les dolomies et calcaires du Dinantien
- Le Dévonien supérieur
  - Les schistes argileux, grès fins, conglomérats du Famennien
  - Les dolomies et calcaires du Frasnien
- Le Dévonien moyen
  - Les schistes et grès plus ou moins calcaires de l'Eifélien
  - Les argiles, grès et schistes du Giventien
- *Les formations du socle Paléozoïque inférieur avec les grès, siltites, pélites et intrusions magmatiques profondes du Cambrien – Silurien.*

Ce sont les calcaires du Carbonifère au Dinantien qui seront préférentiellement ciblés.

### 4.3.3 Lithologie jusqu'au Carbonifère

Le projet vise les calcaires du Carbonifère au Dinantien (Tournaisien et Viséen) comme réservoir géothermique potentiel. La partie supérieure (Viséen supérieur et moyen) est composée de calcaires bréchiques et karstifiés alors que la partie inférieure (Tournaisien et Viséen inférieur) est composée de calcaires et de dolomies.

La Figure 32 correspond à un exemple de log stratigraphique prévisionnel qui a été réalisé pour un projet de géothermie profonde à Douai. Les études menées dans le cadre du PER permettront de réaliser un log équivalent dans le secteur de Valenciennes.

Formation	Ere	Système	Série Etage Sous-étage	Assise	Faisceau	Lithologie	
Couverture Mésozoïque- Cénozoïque	Cénozoïque	Holocène				Alluvions modernes (sables fins, limons vaseux et tourbeux, parfois graviers) et limons (de composition variée, liée à la nature du sous-sol)	
	Mésozoïque	Crétacé supérieur	Turonien au Maastrichtien		Craie blanche à grise à silex, argileuse. Présence éventuelle d'une passée de grès glauconieux à ciment calcaire sur une dizaine de mètres vers la base de la formation. Un ou plusieurs bancs congloméroïdes et phosphatés (appelés « meule ou « tun ») séparent la craie coniacienne de la craie turonienne.		
			Céno manien au Turonien		Calcaire blanc verdâtre tendre, glauconifère, et marnes bleues et vertes plastiques, compactes.		
		Crétacé inférieur à Crétacé supérieur à inférieur	Berriasien à Céno manien		Marnes vertes compactes à débris avec intercalations de bancs crayeux. Présence sur les derniers mètres de sables glauconieux, parfois grossiers, à nodules phosphatés, avec à leur base un lisséré décimétrique de marnes noires : cet ensemble détritique, reposant sur le socle primaire, constitue le niveau transgressif du Crétacé, nommé « tourtia »		
Allochtone Ardennais	Paléozoïque	Dévonien inférieur	Gédinnien		Alternances de siltstone (gris à verdâtre, rouge brun et gris foncé, noirâtre), de grès dur (gris à blanc, quartzitique et silteux), de shales (rouge brun à violet rouge, blanchâtre et verdâtre)		
Ecailles et Massifs Renversés (EMR)	Paléozoïque	Carbonifère	Viséen		Calcaire gris à bleuâtre fossilifère, micritique, dolomitique alternant parfois avec des schistes calcaireux et des nodules d'anhydrite et des bancs d'anhydrite (blanc, beige)		
			Tournaisien		Calcaire cristallin fossilifère (bleu à gris-brun, gris beige à marron), avec alternance de calcschistes noirs, passées dolomitisées, anhydrite et dolomie		
			Tournaisien inférieur		Calcschistes et calcaires bleu foncé, micritiques argileux et dolomie		
		Dévonien supérieur	Famennien		Alternance de grès (gris, à ciment carbonaté) et de calcaire (gris sombre, argileux) avec intercalations, notamment à la base, de silts argileux (gris sombre)		
			EMR indifférencié		Alternance d'argilite micacée (rouge à rouge brun, silteuse), de grès quartzitique (psammites et passées de grès), d'argile (grise à gris vert), de calcaires (beiges à gris, microsparitiques et micritiques argileux)		
Parautochtone Brabanton	Paléozoïque	Carbonifère	Westphalien	Assise d'Anzin	de Pouilleuse de Meunière	Assises peu différenciées : formées d'une succession rythmique de paraséquences (ou cyclothèmes) comprenant de la base au sommet : paléosol ; veine de charbon ; schistes riches en fossiles végétaux ; conglomérats et grès grano décroissants	
				Assise de Vicoigne	de Chandelier de Modeste		
				Assise de Hines (Faïlle Charlard)	d'Olympe de Marie		
			Namurien	Assise de Bruille	de St Georges Stérile		Schistes silteux (parfois à goniatites), psammites, grès parfois conglomératiques, bancs fins de calcaires marins et quelques veines de Schistes +/- calcaires, ampérites (schistes fossilifères riches en matière organique et en pyrite), phtanites (schistes silicifiés en bancs fins), grès et
				Dinantien (Faïlle Vicoigne)			Calcaire de couleur variée (blanchâtre, gris foncé, gris brunâtre à brun parfois noirâtre), tendre à dur, avec intercalations de dolomie (brèche dolomitique) grise à brunâtre
				Famennien			Alternances de grès de couleur variée (gris, gris blanc, verdâtre) quartzitique, de siltstone rouge brun, d'argilite noirâtre, et de shales verts à rouge brun
		Dévonien supérieur	Frasnien		Alternances de Dolomies de couleur variée (beige à gris, brunâtre), de calcaire (beige, gris, noirâtre, argileux), de shales (gris sombre, noirâtre) et d'argile (noire, calcaire, pyritique)		
			Eifélien-Givétien		Alternances de Shales (gris sombre, noirâtre), de calcaire argileux (noir, gris) et de grès gris quartzitique		
		Dévonien moyen					
		Socle Paléozoïque	Socle Paléozoïque	Cambrien - Silurien		Grès, siltites, pélites et nombreuses intrusions magmatiques profondes synsédimentaires	

Figure 32 : Exemple de log stratigraphique prévisionnel des roches au niveau du projet de Douai

# 4.4

## Cadre réglementaire du permis de recherche

ENGIE ES s'engage, dans le cadre de ce projet, à réaliser les études dans le respect de la réglementation en vigueur au moment de leur réalisation.

Un gîte géothermique est considéré comme une mine et est régi par le Code Minier. Les textes applicables sont les suivants :

- Décret n°78-498 du 28 mars 1978 et Titre II et Chapitre 1<sup>er</sup> relatif aux titres de recherches et d'exploitation de géothermie
- Les articles L122-1 à L122-3, L124-1 à L124-9 du Code Minier qui précisent les conditions administratives d'obtention des titres de recherche. ;
- Décret n° 2019-1518 du 30 décembre 2019 relatif aux titres d'exploration et d'exploitation des gîtes géothermiques.

Sont repris ci-dessous les articles du code minier en lien avec la présente démarche :

**Article L122-1 du Code Minier** : le permis exclusif de recherches de substances concessibles confère à son titulaire l'exclusivité du droit d'effectuer tous travaux de recherches dans le périmètre qu'il définit et de disposer librement des produits extraits à l'occasion des recherches et des essais.

**Article L122-2 du Code Minier** : Nul ne peut obtenir un permis exclusif de recherches s'il ne possède les capacités techniques et financières nécessaires pour mener à bien les travaux de recherches et pour assumer les obligations mentionnées dans des décrets pris pour préserver les intérêts mentionnés à l'article L. 161-1 et aux articles L. 161-1 et L. 163-1 à L. 163-9. Un décret en Conseil d'Etat définit les critères d'appréciation de ces capacités, les conditions d'attribution de ces titres ainsi que la procédure d'instruction des demandes.

**Article L122-3 du Code Minier** : Le permis exclusif de recherches est accordé, après mise en concurrence, par l'autorité administrative compétente pour une durée initiale maximale de cinq ans.

**Art. L124-1-1 du Code Minier** : Sous réserve des 1° et 2° de l'article L. 124-1-2, les travaux de recherche de gîtes géothermiques ne peuvent être effectués que par le titulaire d'un titre minier d'autorisation de recherches ou de permis exclusif de recherches. Le choix du titre est à l'initiative du pétitionnaire.

**Art. L124-1-2 du Code Minier** : Nul ne peut entreprendre des travaux de forage en vue de la recherche de gîtes géothermiques sans une autorisation de recherches ou un permis exclusif de recherches.

**Art. L124-2 du Code Minier** : Pour la recherche de gîtes géothermiques, sont considérées comme substances connexes : 1° Les substances contenues dans une masse minérale ou fossile dont l'abattage est indispensable pour permettre l'extraction des substances mentionnées dans le titre ou l'autorisation ; 2° Les substances extraites des fluides caloporteurs.

**Art. L124-2-3 du Code Minier** : Le permis exclusif de recherches de gîtes géothermiques est accordé, après mise en concurrence, par l'autorité administrative compétente pour une durée initiale maximale de cinq ans.

**Art. L124-2-4 du Code Minier** : Si un permis exclusif de recherches de gîtes géothermiques vient normalement à expiration définitive avant qu'il soit statué sur une demande de concession ou sur une demande de permis d'exploitation introduite par son titulaire, la validité de ce permis est prorogée de droit sans formalité jusqu'à l'intervention d'une décision expresse concernant la demande de concession ou la demande de permis d'exploitation. Cette prorogation n'est valable que pour les substances et à l'intérieur du périmètre définis par la demande de concession ou de permis d'exploitation.

**Art. L124-2-5 du Code Minier** : La validité d'un permis exclusif de recherches de gîtes géothermiques peut être prolongée à deux reprises par l'autorité administrative, chaque fois de cinq ans au plus, sans nouvelle mise en concurrence. Chacune de ces prolongations est de droit, soit pour une durée au moins égale à trois ans, soit pour la durée de validité précédente si cette dernière est inférieure à trois ans, lorsque le titulaire a satisfait à ses obligations et souscrit dans la demande de prolongation un engagement financier au moins égal à l'engagement financier souscrit pour la période de validité précédente, au prorata de la durée de validité et de la superficie sollicitées

Conformément à la réglementation en vigueur, le titre de permis exclusif de recherche est sollicité pour une durée maximale de 5 ans.

# 4.5

## Mémoire de justification du périmètre de recherche

### 4.5.1 Intérêt géothermique régional du Carbonifère

D'une manière générale, aucune certitude n'est permise sur le réservoir du Carbonifère dans la mesure où aucun forage dans le secteur proche de Valenciennes n'a traversé cet aquifère.

D'après une étude réalisée par le BRGM en 2017, la ressource géothermique du Calcaire Carbonifère dans le secteur du Grand Valenciennes est qualifiée comme étant « restant à prouver » ou « inconnue » (Figure 14). Ces incertitudes s'expliquent par la méconnaissance de la structuration du substratum du bassin minier, liée à l'insuffisance de données profondes et à la complexité structurale dans ce contexte de front de chaîne.

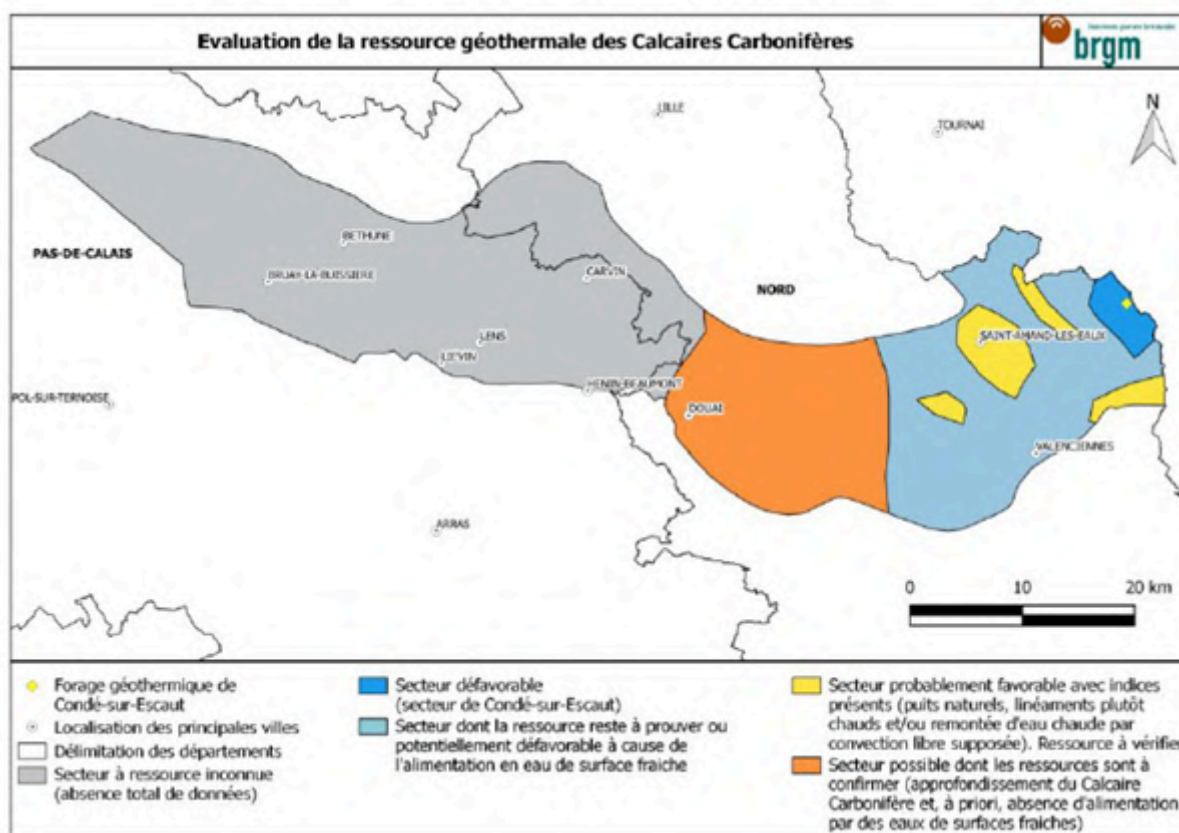


Figure 33 - Conclusions du BRGM sur le potentiel des Calcaires du Carbonifère dans la zone d'intérêt

A une échelle plus large, plusieurs indices positifs sont disponibles sur le réservoir.

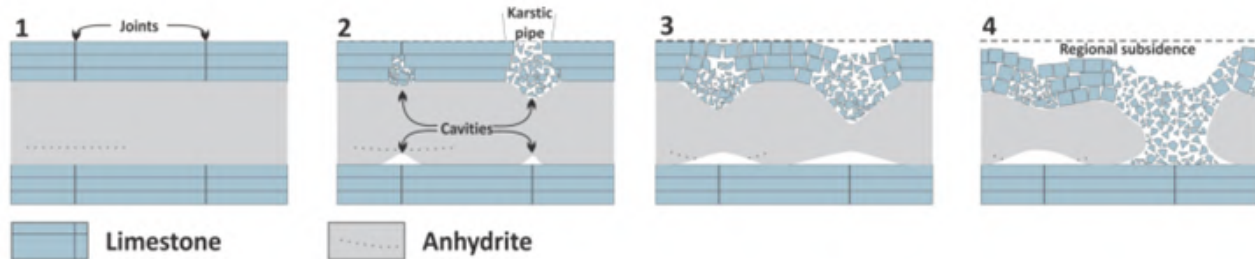
#### Exploitations géothermiques de Mons en Belgique

A une trentaine de kilomètres au Nord-Est de Valenciennes, les trois forages géothermiques réalisés à proximité de Mons en Belgique dans les Calcaires du Dinantien au début des années 80 montrent des productivités élevées : les débits artésiens mesurés sur chacun de ces puits sont proches de 100 m<sup>3</sup>/h d'après Dupont 2021. Leur exploitation perdue à ce jour.

	Débit artésien (m <sup>3</sup> /h)
<b>Saint-Ghislain</b>	95
<b>Douvrain</b>	86
<b>Ghlin</b>	100

**Tableau 8 - Débit artésiens des puits géothermiques belges dans le Hainaut (d'après Delmer et al. 1996, cité par Licour 2012)**

D'après Licour 2012, les transmissivités sont disparates (en lien avec la nature karstique de l'aquifère : un phénomène de bréchification découlant de la dissolution d'anhydrite, semble être à l'origine des fortes transmissivités rencontrées), mais dans une gamme de valeurs élevées (de  $7.10^{-4}$  à  $7.10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s, soit de **18 à 180 D.m**).



**Figure 34 - Principe de dissolution d'un niveau ductile entre deux niveaux plus cassants : phénomène de bréchification qui pourrait être à l'origine des fortes perméabilités constatées dans les forages géothermiques autour de Mons (Licour 2012)**

#### La déconvenue de Condé-sur-l'Escaut

L'ouvrage de Condé-sur-l'Escaut a rencontré le Calcaire Carbonifère vers 850 m de profondeur. Il s'agit d'un forage de recherche géothermique, atteignant 1500 m de profondeur, réalisé en 1985. Cet ouvrage se trouve à 10 km au Nord de Valenciennes. Conçu à l'origine pour le chauffage de serres, il s'est soldé par un échec, à cause d'une température décevante (29°C mesurés à 1245 m/sol, soit un gradient géothermique tout à fait défavorable de 1,58° C/100 m).

Néanmoins des niveaux karstifiés dans le Dinantien ont été traversés à l'occasion de ce forage.

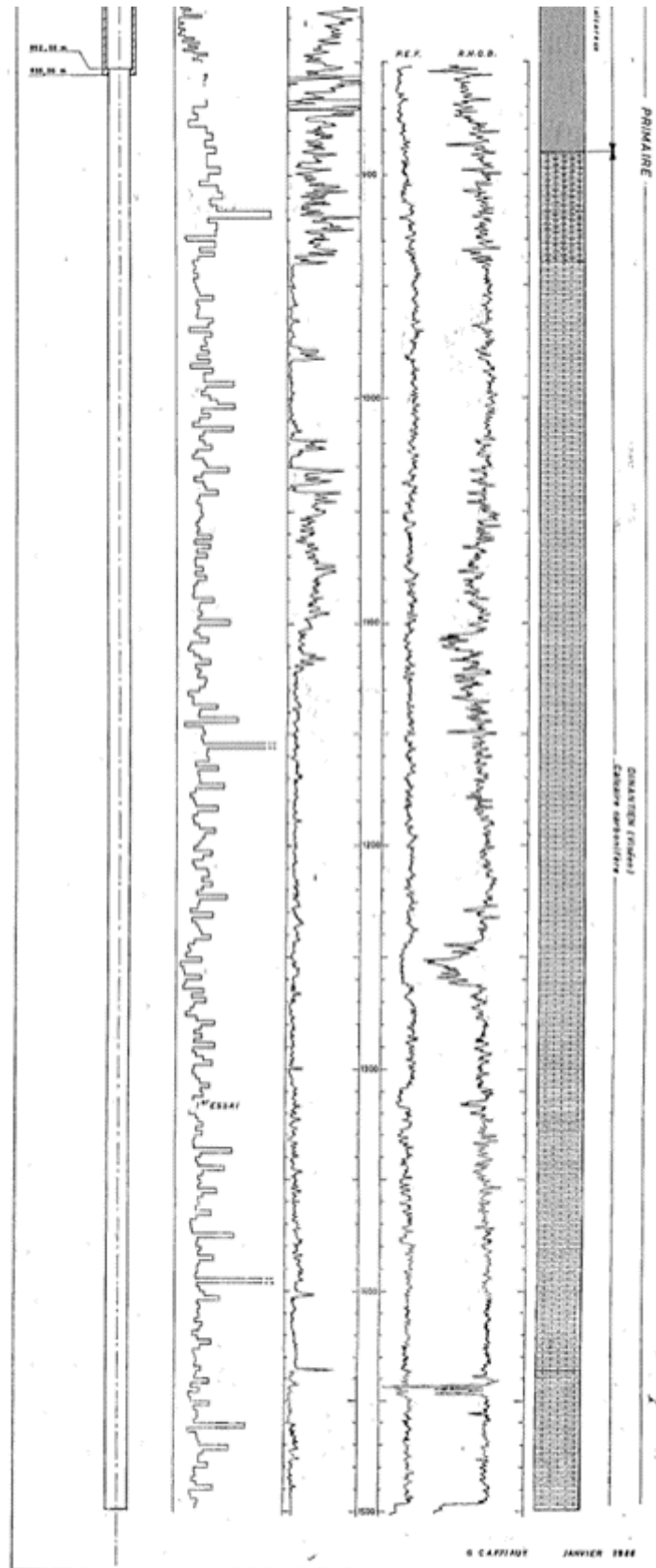


Figure 35 - Extrait de la coupe de synthèse de Condé-sur-l'Escaut

## Les venues constatées dans le Dinantien au niveau de Jeumont, sous la faille du Midi

Le forage de Jeumont a été réalisé en 1963. Il a atteint une profondeur de 4938 m/sol et est aujourd'hui abandonné.

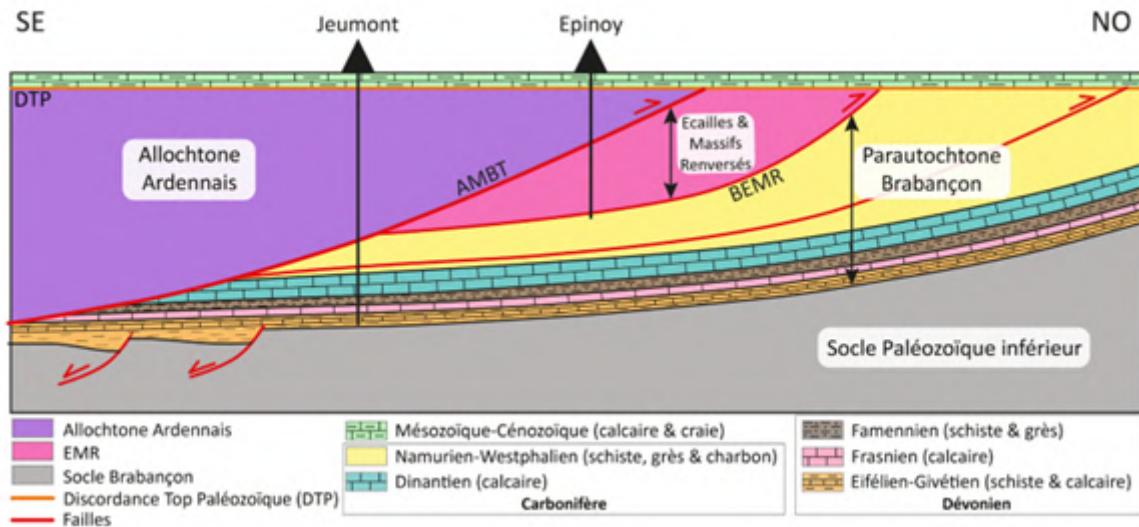


Figure 36 - Schéma conceptuel du Front Varisque Nord avec une projection du forage de Jeumont d'après A. Laurent

Le secteur du Grand Valenciennes et Jeumont sont dans des schémas structuraux très comparables (le Dinantien s'y trouve sous la faille du Midi, comme dans le Valenciennois).

Des indices de productivité très nets dans le Calcaire carbonifère ont été observés à l'occasion de ce forage pétrolier : des venues d'eau importantes ont été notamment constatées depuis l'intervalle de profondeur 3765 - 3871 m/sol. Des échantillons d'eau souterraine ont pu être prélevés puis analysés à cette occasion. Il s'agissait d'une eau faiblement minéralisée (de l'ordre de 2 g/l), avec un faciès sulfato-calcique remarquablement proche de celui des eaux du Dinantien échantillonnées à partir des ouvrages géothermiques de Mons ou de Condé-sur-l'Escaut (cf. figure suivante). D'autres indices de porosité ou de perméabilité ont été recueillis dans d'autres intervalles du Dinantien.

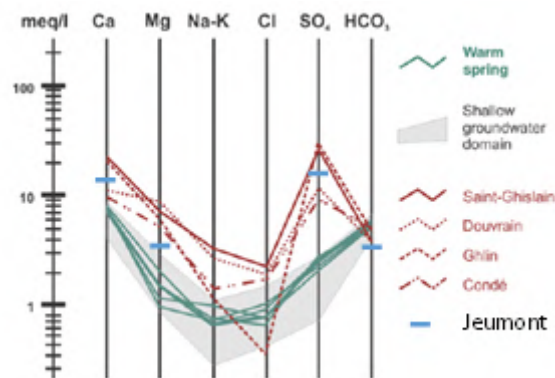


Figure 37 - Minéralisation des eaux du Calcaire Carbonifère (d'après Licour 2015, avec l'ajout des données de Jeumont - analyse d'eau produite à partir de l'intervalle 3765-3871 m /sol)

## Campagne géophysique pour le projet géothermique de Douai

En 2022 - 2023, Engie ES a entrepris des travaux de géophysiques dans le cadre du projet de géothermie de Renault Douai.

Un retraitement des données sismiques existantes, ainsi qu'une acquisition complémentaire ont permis de préciser le schéma structural du Dinantien dans les environs de Douai. Sa présence sous la Faille du Midi a été une nouvelle fois démontrée.

Le retraitement de lignes sismiques anciennes datées des années 80 a été effectué (Figure 38), elles ont également été réinterprétées. Un exemple est présenté en Figure 39.

Une campagne d'acquisition de nouvelles données a ensuite été menée. De lignes sismiques 2D et 2.5D (ou 3D light) ont été réalisées pour compléter les données existantes et éclairer la zone du projet en particulier. Le dispositif a nécessité 4182 géophones pour un total de 5754 points vibrés (Figure 40). Ces lignes ont été traitées puis interprétées (Figure 41).

Un bloc 3D a été créé afin de synthétiser les données recueillies pendant toute la phase d'étude géophysique (Figure 42).

Un programme d'étude géophysique similaire sera appliqué dans le cadre du projet du « Grand Valenciennes ».



Figure 38 - Lignes sismiques retraitées dans le cadre du projet géothermique de Douai (Source : CDP Consulting)

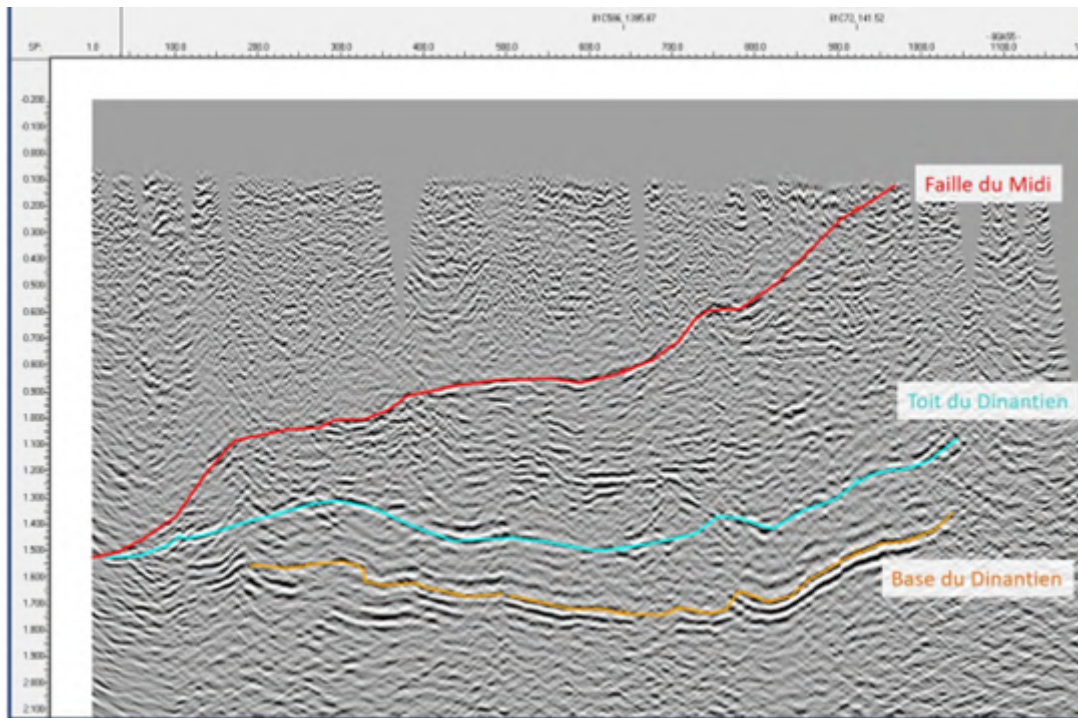


Figure 39 - Exemple de réinterprétation de ligne sismique dans le cadre du projet de Douai : profil 80A55 (Source : CDP Consulting)

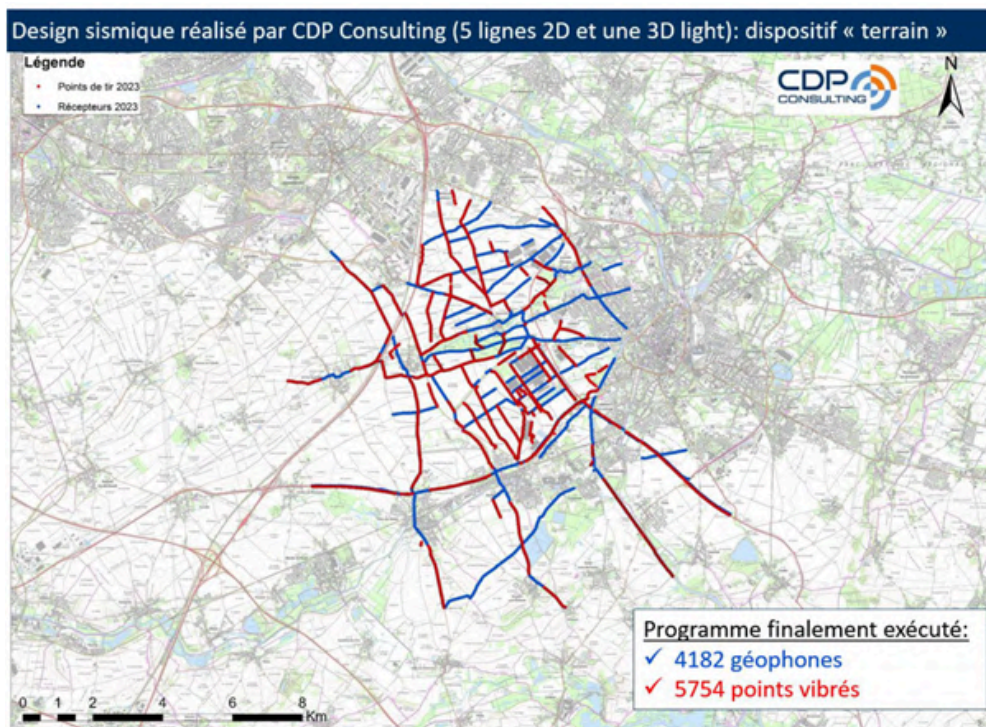


Figure 40 - Programme de l'acquisition sismique réalisé dans le cadre du projet géothermique de Douai (Source : CDP Consulting)

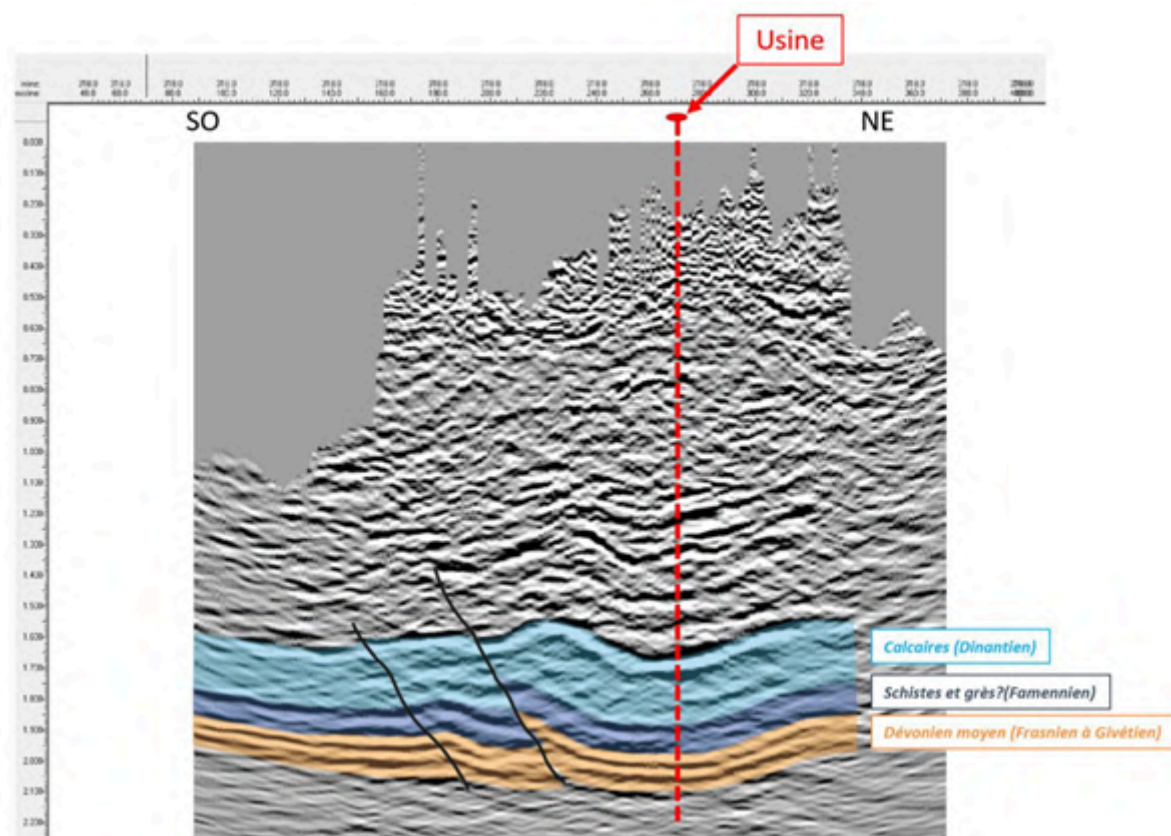


Figure 41 - Interprétation des unités caractérisables dans le cadre du projet géothermique de Douai (sismique 3D - inline 318) (Source : CDP Consulting)

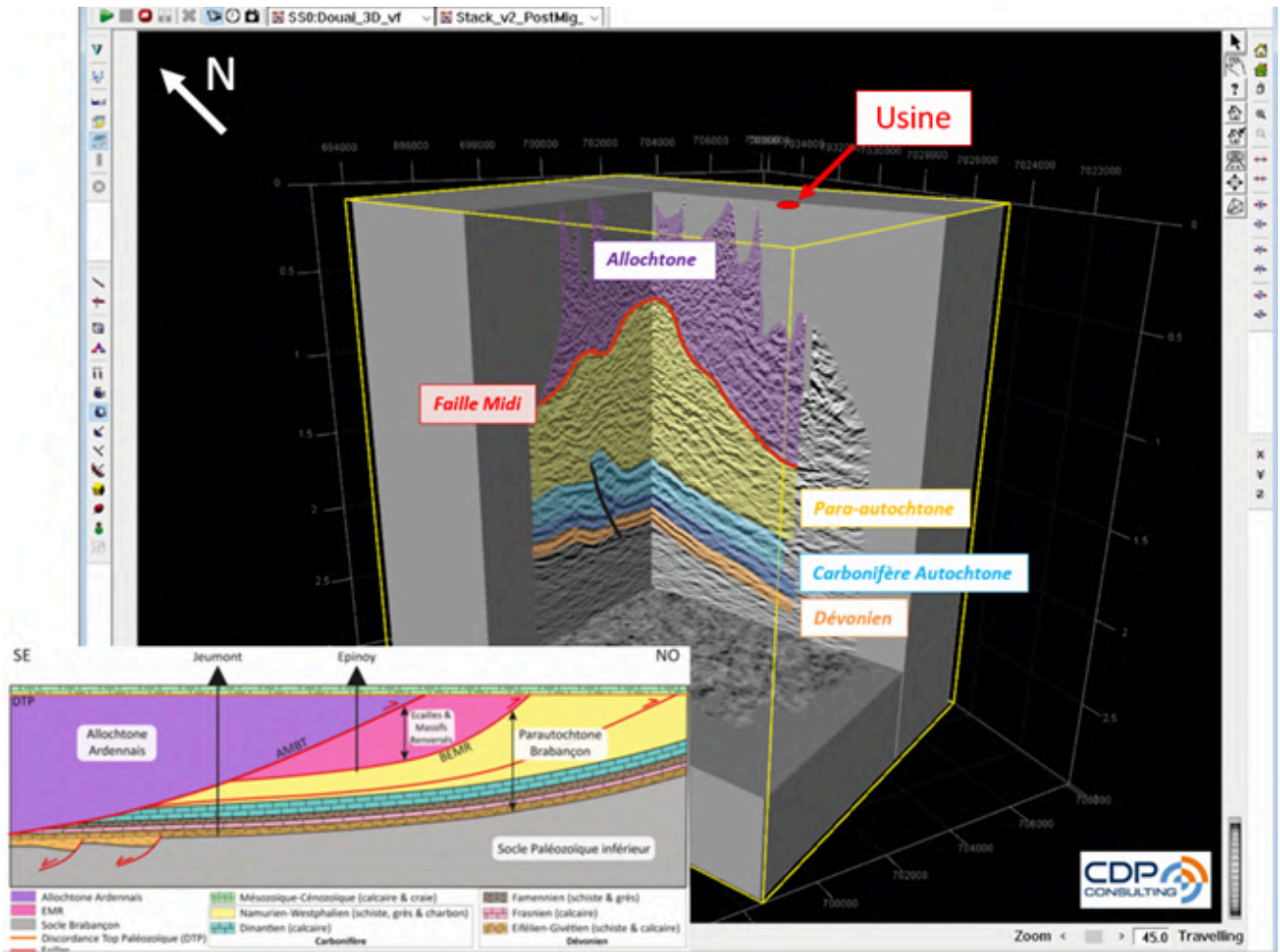


Figure 42 - Bloc sismique 3D au niveau de l'usine Renault à Douai (source : CDP Consulting)

De plus, une acquisition magnétotellurique a été menée par le BRGM pour le compte d'ENGIE ES. Les différentes stations réalisées sont localisées sur la Figure 43.

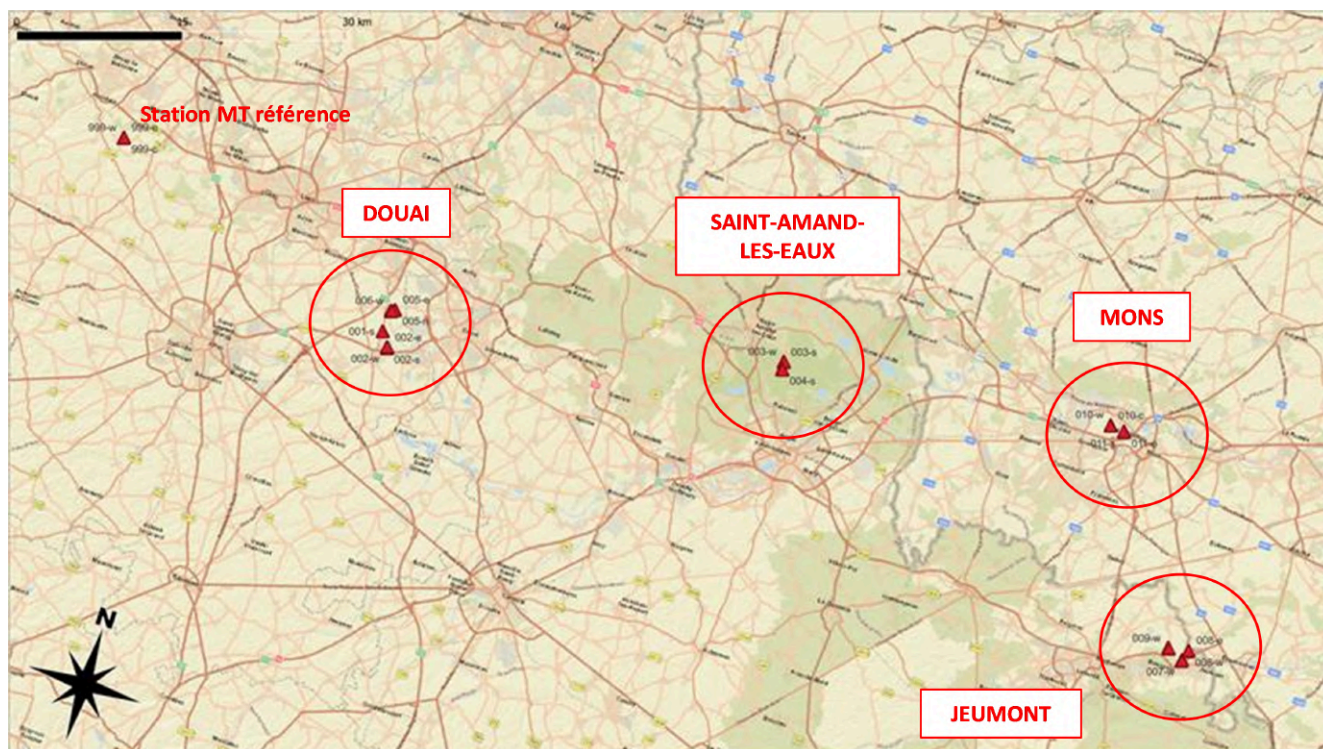


Figure 43 - Stations MT réalisées (source : BRGM)

Le but principal était de pouvoir mener des comparaisons de signatures du réservoir Dinantien, entre Douai d'une part, et d'autres sites pour lesquels la connaissance du réservoir est plus avancée :

- Saint-Amand-les-Eaux avec la connaissance liée au thermalisme,
- Mons avec les trois forages géothermiques existants,
- Jeumont où donc un forage pétrolier a traversé le calcaire du Carbonifère autochtone.

Ces travaux montrent une faible résistivité pour l'eau de formation contenue dans le Dinantien au niveau de Douai, en bonne cohérence avec ce qui est observé dans la région.

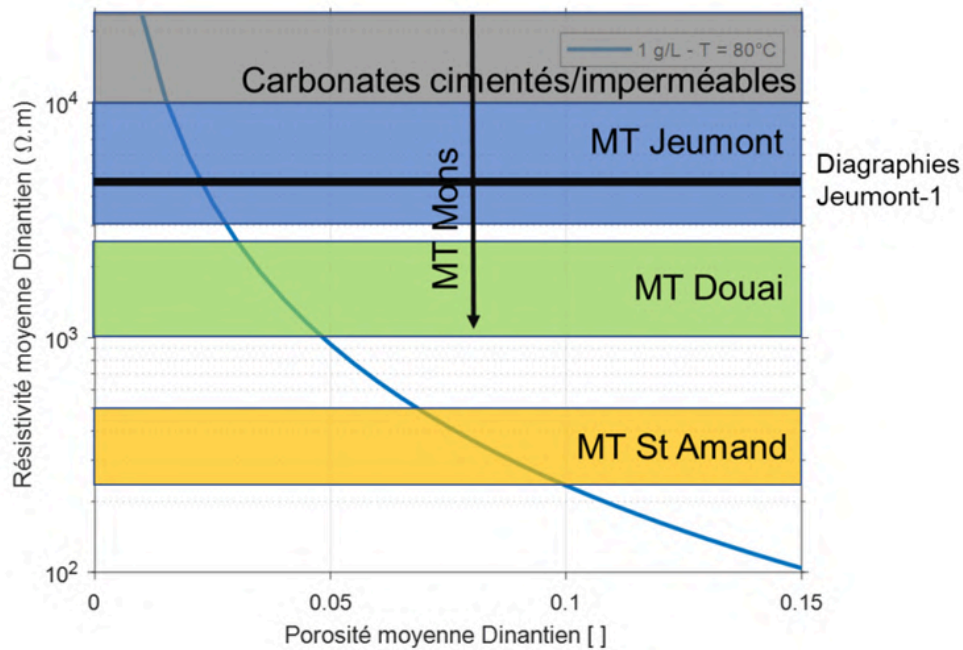


Figure 44 - Comparaison des résistivités MT entre les différents sites investigués et loi d'Archie pour une minéralisation de 1 g/l à 80°C (source : BRGM)

Ces travaux plaident ainsi pour une certaine continuité de réservoir dans le Dinantien entre Mons en Belgique, et Douai. Le Grand Valenciennes encadré par ces deux repères pourrait donc aussi bénéficier d'un potentiel comparable.

### Conclusions, schéma conceptuel et enjeux

Le thermalisme de Saint-Amand-les-Eaux constitue aussi un indice de circulations karstiques dans le Dinantien. Proche de l'affleurement, les Calcaires du Carbonifère montrent globalement une forte productivité, avec toutefois de fortes hétérogénéités sur les performances en pompage.

La faible minéralisation de l'eau géothermale, même à grande profondeur (cf. Jeumont) où règnent des régimes de température et de pression élevés, pourrait s'expliquer par un temps de résidence de l'eau relativement court dans l'aquifère et l'existence de cellules de convection, tel que proposé par Licour (2015). Un tel schéma n'est compatible qu'avec l'hypothèse d'une forte transmissivité de l'aquifère (qui elle-même est synonyme de bonne productivité).

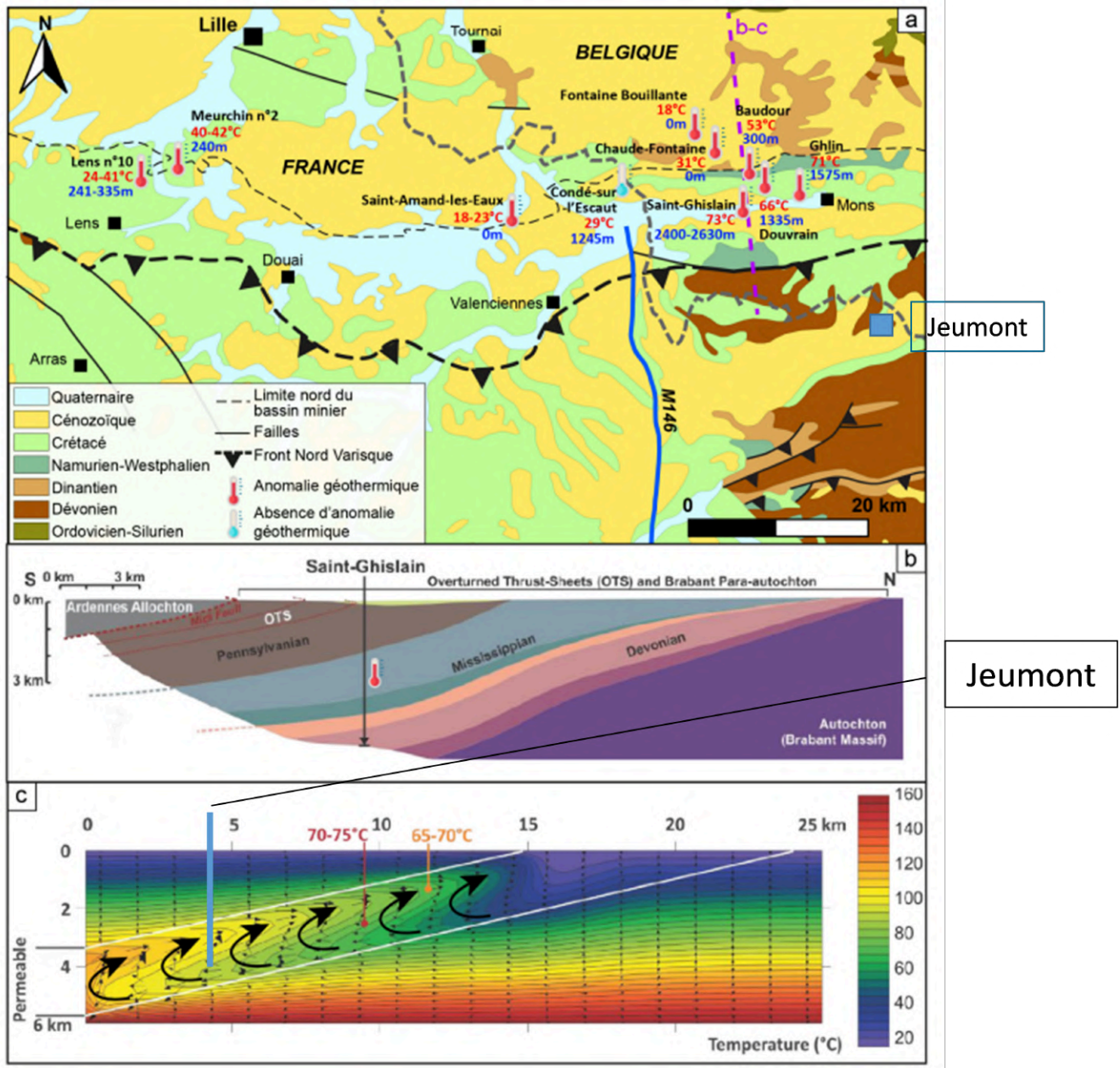


Figure 45 - Modèle 2D simplifié produit dans Licour 2015

Ces cellules de convection impliquent des anomalies de température positives et négatives. Ainsi, les forages géothermiques belges de Saint-Ghislain et Ghlin, pourtant distants de quelques kilomètres seulement, captent-ils une eau à une température quasiment identique alors la profondeur des venues d'eau dans ces deux forages diffère de l'ordre de 1000 m.

L'enjeu pour le Grand Valenciennes sera donc de recueillir des indices de la présence de ce réservoir à la verticale de la zone concernée, et de qualifier a priori le gradient géothermique afin d'éviter de renouveler la déconvenue de Condé-sur-l'Escaut.

## 4.5.2 Démarches d'exploration géothermique d'ENGIE

ENGIE ES inscrit sa stratégie exploratoire dans une méthodologie de « dérisquage » par l'analyse en détails des données existantes (mesures de surface, géophysiques et de puits) locales et régionales mais aussi et surtout en utilisant des technologies venant de l'industrie pétrolière (pré-études, mesure de surface, forage, diagraphies, complétions...).

La région de Valenciennes est une zone où le potentiel géothermique est en cours d'appréciation. Il est primordial de sécuriser de nouvelles zones d'exploitation en mettant en pratique des techniques exploratoires à l'échelle d'un projet et d'en faire un retour d'expérience.

Les solutions d'exploitabilité pour ce type de projet sont en cours d'étude avec le développement du projet géothermique de Douai. ENGIE travaille sur plusieurs concepts innovants afin d'apprécier au mieux la ressource et de limiter les risques.

ENGIE ES prouve donc son rôle d'acteur proactif de la géothermie moderne notamment par le biais de nouveaux projets exploratoire. Ainsi, ENGIE ES investie à la fois sur des zones historiques mais aussi sur les territoires moins connus avec une volonté exploratoire forte portée par une solide méthode de dérisquage.

La présente demande démontre la volonté d'ENGIE ES de développer la géothermie dans le cadre des recommandations de l'ADEME en termes d'énergies renouvelables et des objectifs climatiques actuels. Cette démarche dans le Valenciennois est parfaitement cohérente avec la percée engagée à Douai.

## 4.5.3 Perspectives d'utilisation de l'énergie thermique extraite

Il est prévu de valoriser l'énergie thermique extraite via un réseau de chaleur et pour des usages industriels. Pour que les projets puissent voir le jour dans des conditions techniques et économiques acceptables, il convient que les bâtiments alimentés par le réseau de chaleur géothermique soient relativement proches les uns des autres.

En appui de la demande de permis de recherche, ENGIE ES va mener une étude prospective du patrimoine bâti sur les communes concernées par le projet.

L'objectif de l'étude est d'estimer les besoins de chaleur actuels à venir, afin de juger de la pertinence de la création d'un réseau de chaleur.

Les étapes de la prospection énergétique auprès des communes consisteront à :

- Faire l'inventaire des habitats collectifs, patrimoine communal, santé et de l'éducation et avoir une meilleure connaissance du patrimoine bâti des villes ;
- Obtenir des informations sur les rénovations urbaines prévues et les nouveaux bâtiments susceptibles d'être construits et raccordés au réseau et de récolter le maximum d'informations aidant à fiabiliser un plan de développement ;
- Faire le bilan de zones d'intérêts où la densité thermique du réseau projeté est intéressante.

Une fois ces informations réunies, elles seront analysées et triées en conservant les caractéristiques suivantes :

- Chauffage collectif (gaz ou fioul),
- Equipements de production de chaleur vieillissants,
- Proximité du tracé du réseau.

## 4.5.4 Emplacements potentiels des sites de forage

L'implantation du chantier de forage est contrainte par :

- La surface disponible : selon la solution technique retenue, la plateforme de forage nécessite une superficie entre 4000 et 6000 m<sup>2</sup> (idéalement au moins 5 000 m<sup>2</sup>) ;
- L'accès au site : la proximité de grands axes de circulation doit être favorisée en raison de la venue de la machine de forage et de camions ;
- L'environnement urbain : les travaux de forage étant bruyants, il convient de s'éloigner suffisamment des habitations pour limiter les nuisances sonores ;

- Le sous-sol : les risques de gonflement / retrait des sols, et la présence de cavités sous-terraines ou carrières doivent être pris en compte pour l'implantation du site de forage et de la future centrale ;
- Les espaces naturels : s'éloigner au maximum d'espaces naturels protégés ou sensibles est une nécessité pour préserver ces environnements ;
- Le réseau de chaleur : le positionnement du site de forage doit être à proximité du futur réseau de chaleur au risque de dégrader la rentabilité de l'opération ;
- Les contraintes réglementaires et d'urbanisme qui pourraient empêcher la réalisation du forage et de la construction de la centrale (exemple des servitudes) ;
- La gestion foncière et le titre de propriété : le terrain doit demeurer disponible durant toute la période d'exploitation pour faciliter les interventions de maintenance ultérieures sur les ouvrages.

Lors de la rédaction de ce dossier, aucun site définitif n'a été identifié. La prospection pour le futur site d'implantation est en cours. La demande de PER est déposée afin de rechercher un site optimal pour mettre en adéquation la ressource et les besoins. Néanmoins, ENGIE ES développera principalement sa stratégie d'exploration sur la partie sud du PER.

#### 4.5.5 Nombre prévisionnel de forages de production et d'injection

A la fin des études décrites dans le Programme de Recherche sur le territoire situé au droit du secteur, ENGIE ES identifie la possibilité de développer un à plusieurs doublets géothermiques si les résultats se révèlent positifs et si les études de prospections ont permis d'identifier plusieurs clients potentiels.

Les demandes d'ouvertures de travaux miniers (DAOTM) qui seront déposées à l'issue des études menées dans le cadre du PER porteront a priori sur des doublets géothermiques au Carbonifère.

#### 4.5.6 Justification du périmètre du permis sollicité

La justification du périmètre du permis sollicité est apportée par une volonté de continuité entre le projet de Douai, porté par ENGIE ES, et Mons en Belgique, qui est en exploitation. Dans cette logique, le projet s'inscrit dans une démarche d'appréciation de la ressource et non d'exploration pure. De nombreuses études ont déjà été menées dans ce secteur et ont permis d'apprécier notamment la profondeur de la ressource, les grandes structures qui bordent la zone ainsi qu'une première estimation de la qualité de l'eau géothermale.

Par ailleurs, le projet vise à développer la chaleur issue de l'aquifère du Carbonifère pour alimenter les réseaux de chaleurs urbains mais également plusieurs des nombreuses industries présentes sur le territoire (les usines automobiles par exemple). Les usines, notamment automobiles, sont nombreuses dans la région et leurs besoins pourraient être couverts par la géothermie. La géothermie profonde pourrait s'avérer être un système d'alimentation de chaleur clé dans le secteur du « Grand Valenciennes », dans un contexte régional où la part des besoins énergétiques couvertes par des énergies renouvelables est relativement faible (voir **les parties 2.1 et 2.2**).

Sur la base des connaissances actuelles du sous-sol et des besoins à couvrir en surface, le périmètre de recherche a pu être délimité. Les données d'études complémentaires permettront d'apporter des éléments tangibles sur le potentiel géothermique pressenti. La structure du PER a été construite pour établir une continuité géologique forte entre les deux grands repères locaux en matière de géothermie, à savoir les installations de Mons et le projet de Douai.

Ainsi le PER a été choisi pour :

- La connaissance de la géologie de la zone, ses spécificités liées à la structure du sous-sol mise en lumière dans d'autres projets ;
- La possibilité de mise en adéquation de la ressource et des besoins avec un grands nombres de secteurs et de clients potentiels différents : réseau de chaleur sur les communes, industries et agriculture ;
- La connaissance de l'impact environnemental positif que le projet pourrait avoir dans une région déjà bien connue par ENGIE ES ;

Le but poursuivi pour l'exploitation d'un fluide géothermal dans des conditions économiques acceptables répond aux critères suivants :

- Atteindre une température de production la plus élevée possible en adéquation avec une production d'EnR pour contribuer à l'objectif d'autonomie énergétique des communes et des industries qui pourraient être raccordés aux futurs doublets géothermiques ;

- Couvrir les besoins énergétiques dans des processus industriels localisés en construisant des réseaux de chaleurs et des centrales géothermiques adaptées aux besoins du territoire couvert par le PER ;
- Et obtenir un débit de fluide géothermal suffisamment élevé pour répondre aux besoins en chaleur déterminé par l'étude des prospectes en surface.

Ce périmètre devrait permettre de préserver les intérêts d'ENGIE ES sur ce territoire et même de permettre l'émergence d'une ou plusieurs unités de production géothermique.

# 4.6

## Description du périmètre de recherche sollicité

### 4.6.1 Périmètres existants

#### Titres hydrocarbures

L'extrait de la carte des titres miniers hydrocarbures en France présentée en Figure 46 montre que le périmètre sollicité recoupe les périmètres de concessions hydrocarbures.

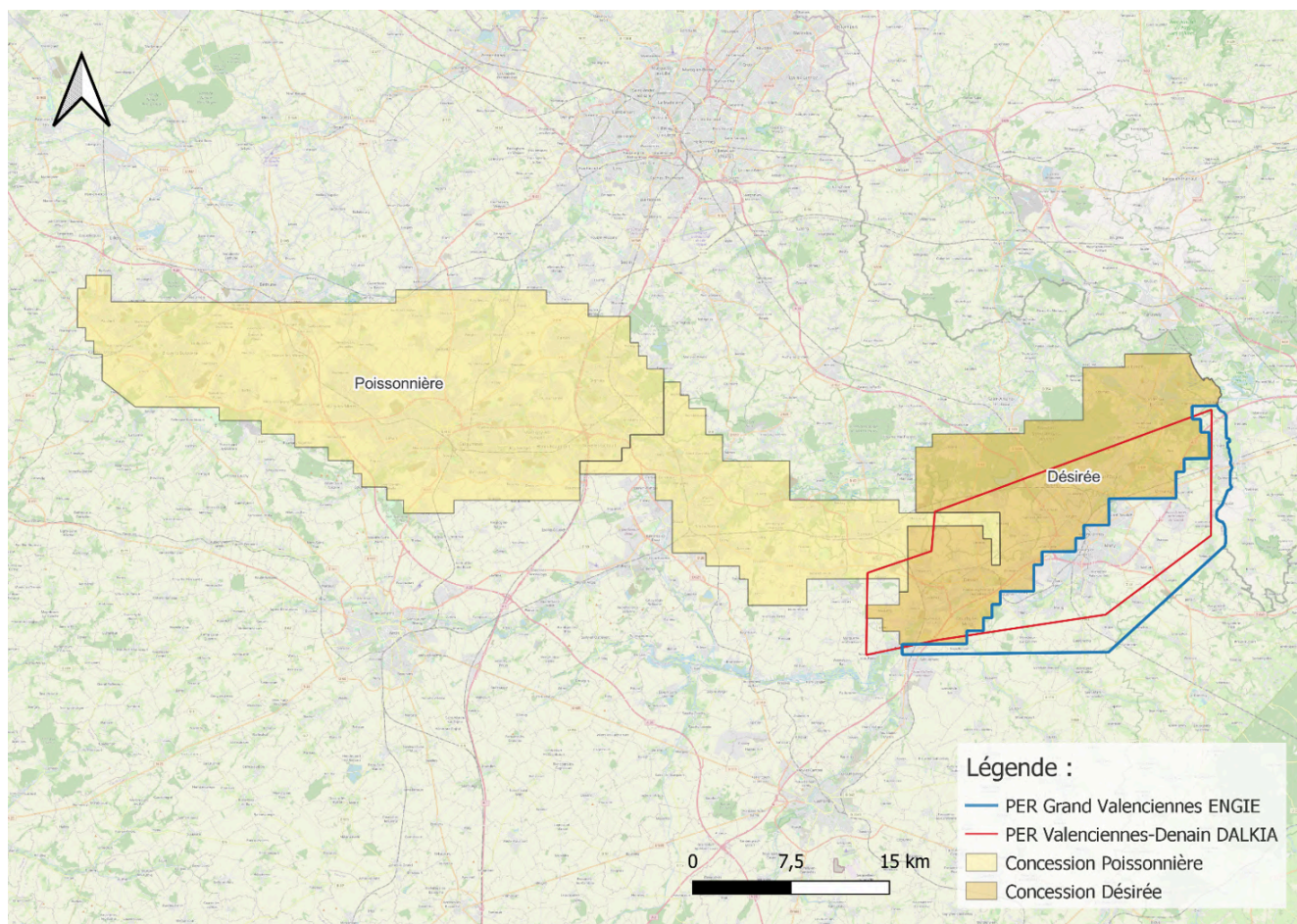


Figure 46 - Carte des périmètres des titres miniers hydrocarbures

Cette thématique a été traitée dans la **partie 2.4** du présent dossier.

Au moment du dépôt de ce dossier de demande de Permis Exclusif de Recherche de gîtes géothermiques « Grand Valenciennes », les titres miniers présents dans la zone sont deux concessions de la société Gazonor exploitant du gaz de mine. Ces deux concessions dites "Désirée" et "Poissonnière" ont respectivement des superficies de 266 km<sup>2</sup> et 698 km<sup>2</sup> et une durée de validité accordée jusqu'en 2042. Le périmètre du PER sollicité est strictement contigu à ces deux concessions sans superposition.

Il est à noter que la formation aquifère du Dinantien (Calcaire Carbonifère) ciblée dans le cadre de ce PER se situe à des profondeurs importantes (entre 2000 et 4200m de profondeur) dans les zones non affectées par les vides miniers dites "zones vierges" qui sont privilégiées pour l'implantation des futurs projets de forages. Ainsi les travaux géothermiques envisagés par ENGIE Energie Services à grande profondeur en cas de validation d'une ressource viable ne sont pas de nature à impacter l'activité de la société Gazonor qui exploitent le gaz de mines dans les zones superficielles de la partie houillère située plus au nord.

Le PER "Grand Valenciennes" se trouve également en partie superposé au Permis Exclusif de Recherches de gîtes géothermiques dit « Permis de Valenciennes-Denain », déposé par Dalkia SA, le 04 Août 2023, pour une durée de cinq années sur une superficie d'environ 9h 7 km<sup>2</sup>. Ce Permis fait actuellement l'objet d'une procédure de mise en concurrence (avis de mise en concurrence publié au JORF n°0226 du 29 septembre 2023) dans laquelle ENGIE Energie Solutions fait valoir un projet alternatif ambitieux visant à l'appréciation dans la continuité du projet de Renault à Douai de la ressource géothermale au Calcaire Carbonifère au bénéfice du développement des réseaux de chaleur et de la décarbonation des usages industriels du territoire.

### Titres géothermiques

A proximité du périmètre du PER, aucun gîte géothermique n'est en exploitation. La demande d'autorisation de recherche et d'ouverture de travaux miniers (AR-DAOTM) pour le projet de Douai est en cours d'instruction par l'administration. L'emprise du PER du « Grand Valenciennes » n'empiétera pas sur le projet de Douai (ENGIE Solutions)

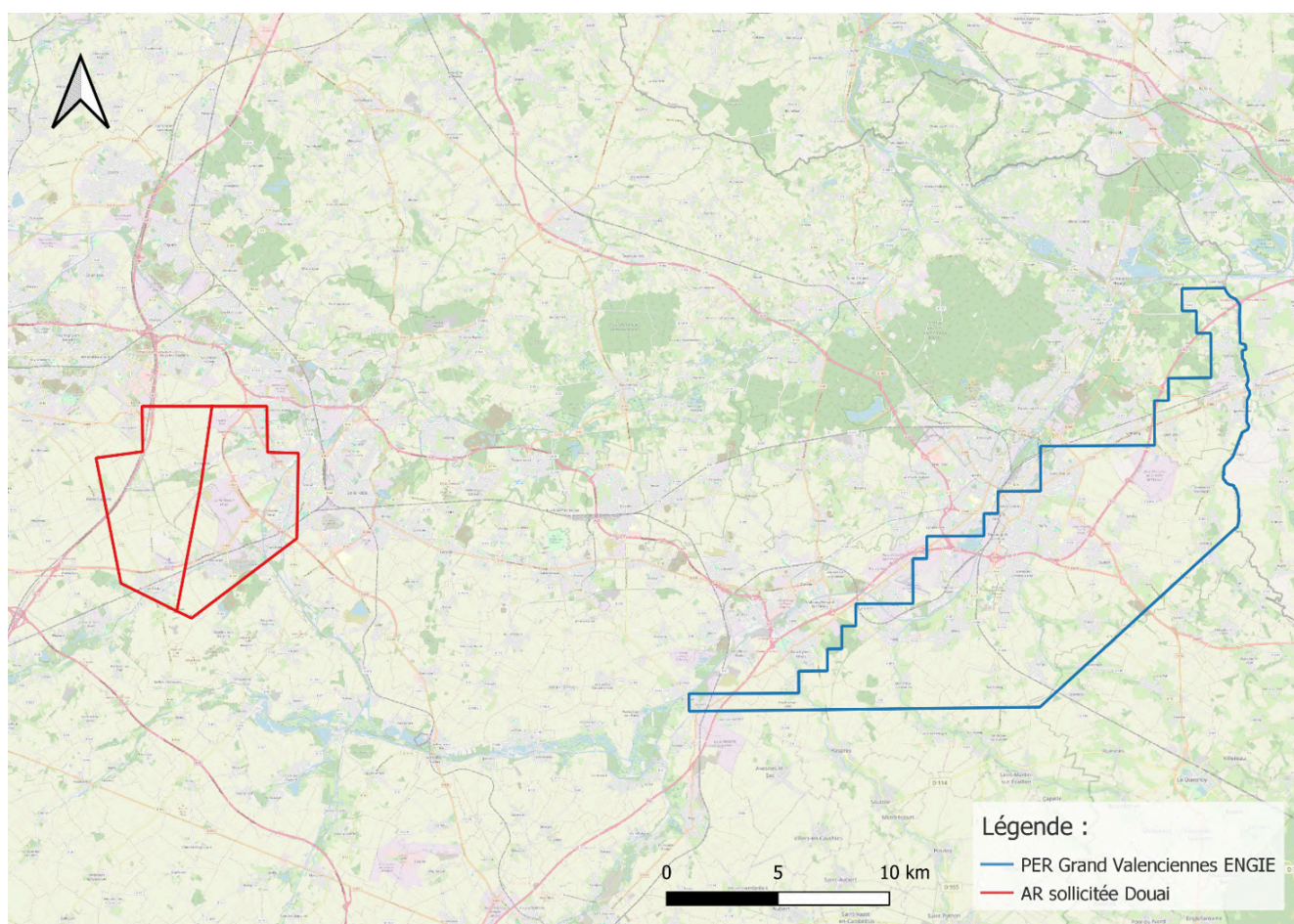


Figure 47 - Titres géothermiques à proximité du secteur de recherche

Par ailleurs, la société Dalkia a déposé une demande de permis exclusif de recherche « Valenciennes - Denain » (Figure 46) avec une stratégie différente de celle proposée par ENGIE ES. Dalkia prévoit des travaux en plusieurs phases :

- Première phase : Etudes et acquisition sismique afin de localiser les calcaires Carbonifère en profondeur et identifier les structures tectoniques qui les affectent,
- Deuxième phase : forage d'au moins un puits d'exploration destiné à évaluer la productivité de ces roches et mesurer la température. Le projet de développement est envisagé dans un troisième temps en fonction des résultats des tests de productivité.

ENGIE ES propose une stratégie plus volontariste, grâce notamment à l'apport de ce qui a été engagé à Douai. Elle intègre :

- Le retraitement des données sismiques existantes et l'acquisition de nouvelles données géophysiques avec des méthodes similaires à celles utilisées dans le cadre du projet de Douai (sismique 2D, MT, ...)
- Le forage d'un doublet géothermique conçu pour être exploité.

## 4.6.2 Caractéristiques du périmètre demandé

Le périmètre demandé pour le permis exclusif de recherche du « Grand Valenciennes » concerne uniquement le département du Nord (59). Les communes au moins partiellement couvertes par ce périmètre sont les suivantes :

Artres	Lieu-Saint-Amand	Saint-Aybert
Aulnoy-lez-Valenciennes	Maing	Saint-Saulve
Bermerain	Maresches	Saultain
Bouchain	Marly	Sebourg
Bruay-sur-l'Escaut	Monchaux-sur-Ecaillon	Sepmeries
Crespin	Neuville-sur-Escaut	Sommaing
Curgies	Noyelles-sur-Selles	Thiant
Douchy-les-Mines	Onnaing	Thivencelle
Estreux	Préseau	Trith-Saint-Léger
Famars	Prouvy	Valenciennes
Haspres	Quarouble	Vendegies-sur-Ecaillon
Haulchin	Quérénaing	Verchain-Maugré
Jenlain	Quiévrechain	Villers-Pol
La Sentinelle	Rombies-et-Marchipont	

Le périmètre est présenté sur la Figure 48. Les coordonnées en Lambert 93 des sommets du polygone sont détaillées dans le tableau ci-dessous. La surface totale du périmètre est de 156 km<sup>2</sup>. Entre les points AD et AE le périmètre suit la frontière franco-belge.

Sommets	Coordonnées Lambert 93	
	X (m)	Y (m)
A	722858	7020607
B	727800	7020630
C	727796	7021632
D	729080	7021639
E	729075	7022641
F	729717	7022645
G	729711	7023647
H	730353	7023650
I	730348	7024653
J	732915	7024667
K	732904	7026672
L	733545	7026676
M	733539	7027678
N	736105	7027694
O	736099	7028697
P	736740	7028701
Q	736734	7029703
R	738658	7029716
S	738644	7031721
T	743772	7031759
U	743756	7033764
V	744397	7033769
W	744389	7034771
X	746311	7034787
Y	746295	7036792
Z	745654	7036787
AA	745646	7037789
AB	745006	7037784
AC	744998	7038787
AD	Intersection de la frontière franco-belge avec le parallèle 7038787	
	Frontière franco-belge	
AE	747437	7028083
AF	738620	7020019
AG	722864	7019831

Tableau 9 - Coordonnées du périmètre du permis exclusif de recherche

Ce Permis Exclusif de Recherche n'autorise pas ENGIE ES à démarrer des travaux miniers. La ou les Demande(s) d'Ouverture de Travaux Miniers (DAOTM) seront faites dans un second temps.

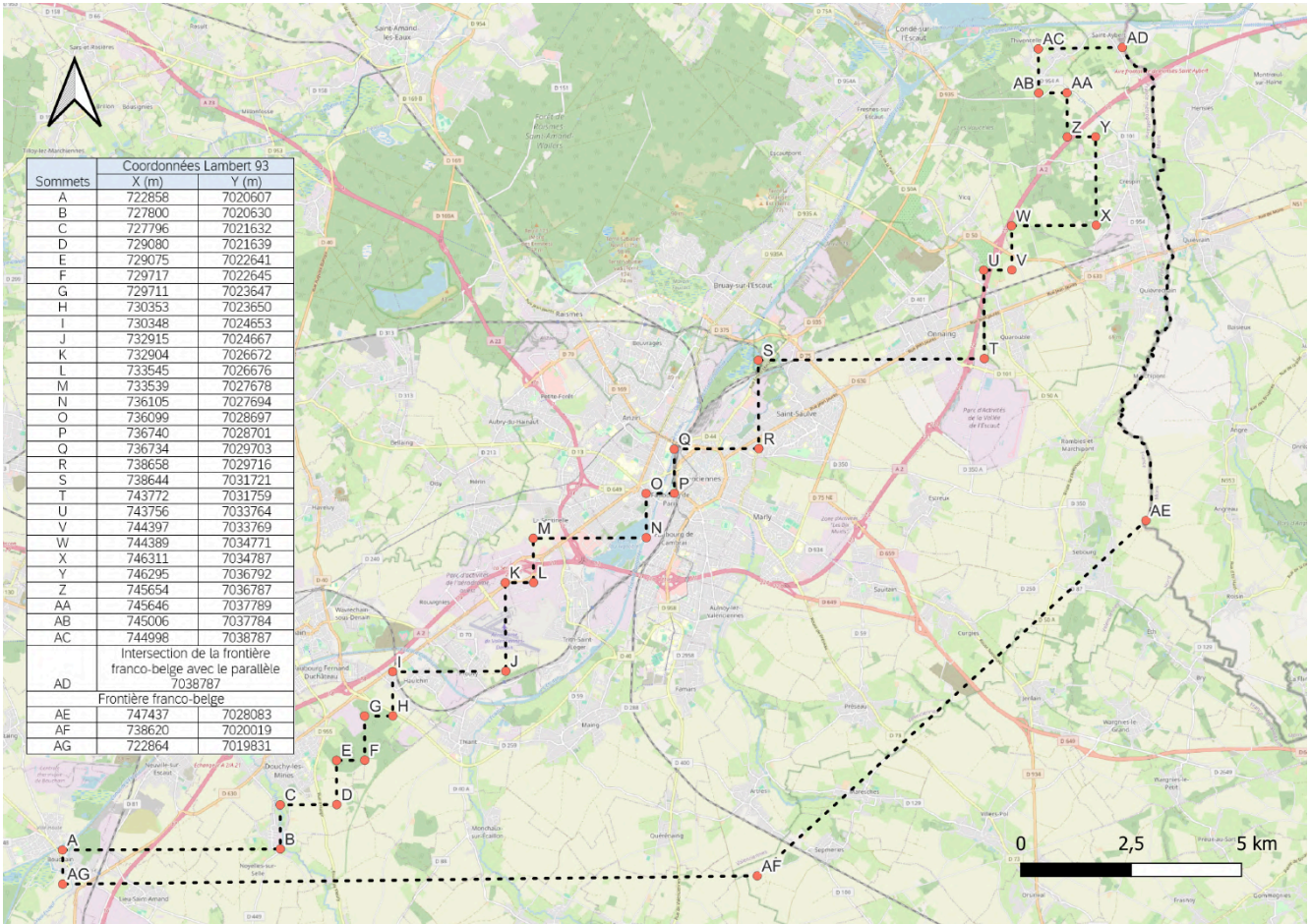


Figure 48 - Périmètre du PER sollicité pour le projet du « Grand Valenciennes »

Ce périmètre sollicité a été superposé à la carte structurale du Dinantien dressée par A. Laurent à l'occasion de sa thèse de 2021. Ainsi, le toit du réservoir ciblé se situerait à une profondeur variant entre 2000 et 4200 m dans le secteur sollicité. Dans cette gamme de profondeur, des températures compatibles avec la géothermie basse énergie peuvent être attendues.

Le réservoir y semble relativement tectonisé, comme en témoigne les failles renseignées sur la Figure 49, ce qui rend nécessaire un travail approfondi à partir des données sismiques existantes et à acquérir.

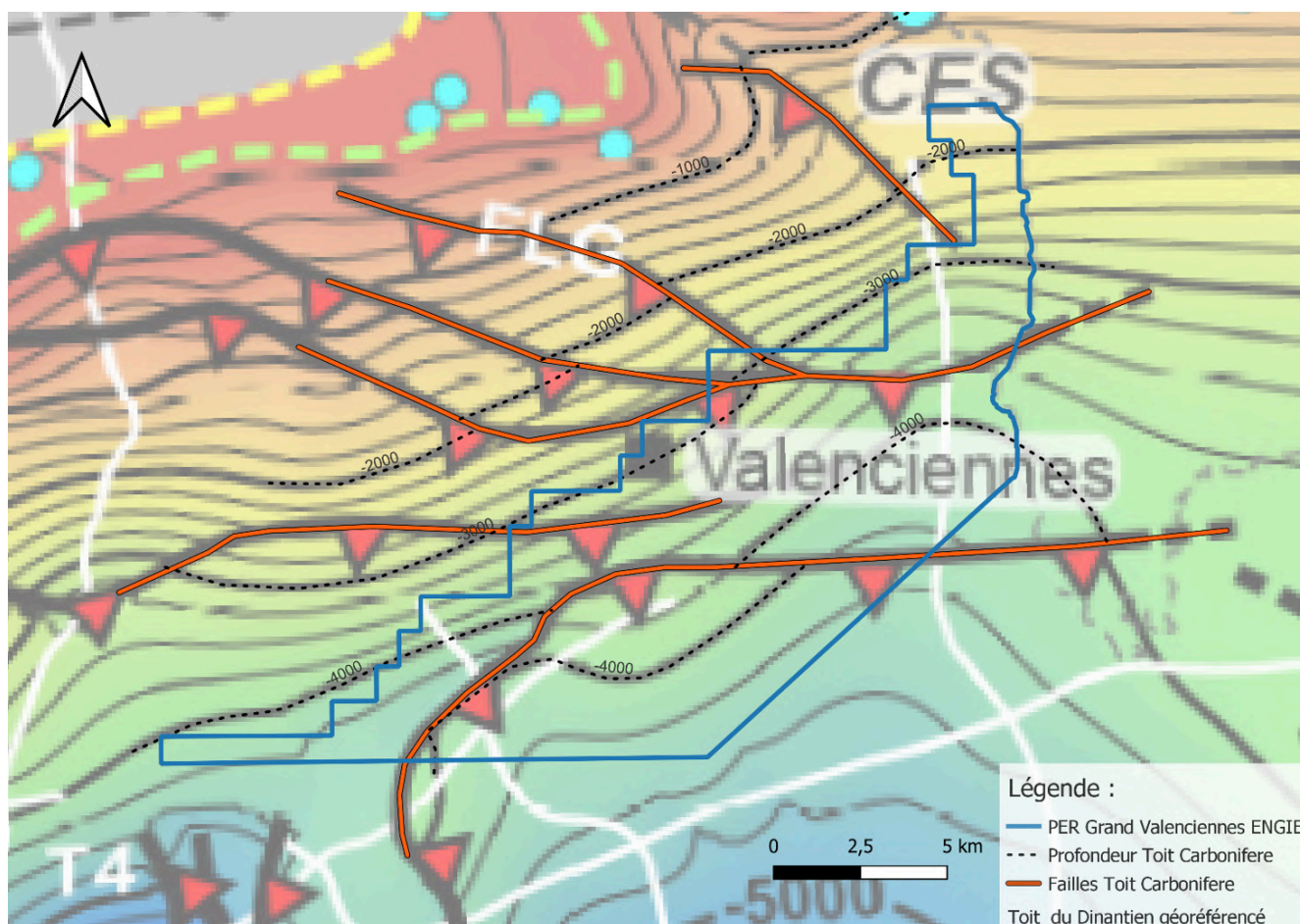


Figure 49 - Isohypes du toit du Dinantien au niveau du périmètre du PER sollicité (d'après la thèse d'A. Laurent, 2021) - en m NGF