

7



VULCAN ENERGY
ZERO CARBON LITHIUM™



*Demande d'octroi d'un Permis Exclusif de Recherches de
gîtes Géothermiques et toutes substances connexes
dit « Kachelhoffa »*

7.

Résumé non-technique

Rédaction du document

Document	Date	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
1_VEF_PERG_KACHELHOFFA_RNT	27/02/2023	Alexandre RICHARD	Vincent LEDOUX PEDAILLES	Vincent LEDOUX PEDAILLES

Diffusion du document

Date	Destinataire	Organisme	Version numérique	Version papier
27/02/2023	Fabrice CANDIA Armelle BALIAN	Direction Générale de l'Énergie et du Climat	1	1
27/02/2023	Contact générique	Préfecture du Bas-Rhin	1	1
27/02/2023	Marc LITZENBURGER Émilie JACQUOT	Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement	1	1

Vulcan Énergie France S.A.S.

84 route de Strasbourg

67500 Haguenau

info@v-er.eu

Table des matières

1	Préambule	11
2	Identité du demandeur et capacités techniques et financières.....	13
2.1	Structuration du groupe Vulcan.....	13
2.2	Chronogramme du développement	13
2.3	Capacités techniques	14
2.3.1	Les entités opérationnelles	14
2.3.2	La centrale géothermique d'Insheim.....	16
2.4	Capacités financières	16
3	Mémoire technique	19
4	Programme des travaux d'exploration.....	22
5	Méthodologie de construction du projet	31
6	Etude d'incidence environnementale	33

Table des illustrations

Figure 1 : Architecture des sociétés du Groupe Vulcan.	13
Figure 2 : (en haut) Chronogramme simplifié du développement du Groupe Vulcan depuis sa création en 2018 et (en bas) focus sur les 2 dernières années.	14
Figure 3 : Description des 4 structures du Groupe Vulcan qui porte le projet de production d'énergie renouvelable et de lithium décarboné.	15
Figure 4 : Vue aérienne de la centrale géothermique d'Insheim représentant environ 1 ha de surface.	16
Figure 5 : Présentation des contrats de sécurisation de l'enlèvement de la production de lithium auprès des acteurs majeurs de la chaîne de valeurs du lithium.	17
Figure 6 : Acteurs majeurs de la filière lithium par catégories de marchés dont sont encadrées les entreprises ayant signé avec Vulcan des contrats d'approvisionnement en lithium géothermal. .	18
Figure 7 : Localisation du Permis Exclusif de Recherches de gîtes Géothermiques dit « Kachelhoffa ». Le périmètre intérieur correspond à un territoire non sollicité en raison de la présence d'une concession de stockage souterrain.	19
Figure 8 : Carte structurale du périmètre sollicité avec en violet le champ de fractures méridional, en vert la zone de failles Illfurth-Bruchsal et en brun le horst de Mulhouse. (Source : GeORG).....	20
Figure 9 : Carte présentant la position des lignes sismiques vintage 2D et des forages profonds dans le périmètre sollicité.	21
Figure 10 : Interprétation de lignes sismiques à différents endroits du PER du « Kachelhoffa » (Source : GeORG).	21
Figure 11 : Présentation du programme exploratoire pour l'identification du potentiel géothermal au sein du périmètre sollicité.	23
Figure 12 : Exemple de travaux pédagogique autour du monitoring sismologique : construction du capteur, compréhension du phénomène physique, traitement et interprétation des résultats. (Source : raspberryshake.org).....	25
Figure 13 : (à gauche) Localisation des potentiels sites d'implantations des capteurs sismologiques pédagogiques. (à droite) Projection en surface de la localisation des événements microsismiques induits durant les phases de développement des puits de Rittershoffen ainsi que quelques mécanismes au foyer associés.	25
Figure 14 : (à gauche) Source sismique de type camion vibreur Mertz-26 d'une puissance de 276 kN (Source : (Richard et al. 2019)), (à droite) exemples de capteurs sismiques. (Source : Sercel)	26
Figure 15 : (à gauche) Emprises théoriques des sismiques réflexion 3D au sein du périmètre sollicité. (à droite) Exemple d'image 3D du sous-sol obtenu après une acquisition sismique réflexion 3D. (Source : Salaun et al., 2020)	26
Figure 16 : Équipements d'acquisition des données électriques et magnétiques, respectivement une base dite ADU (à gauche) et une base RAU (à droite). (Source : (Darnet et al. 2021)).....	27
Figure 17 : (à gauche) Lignes théoriques considérées pour une exploration par méthodes potentielles. (à droite) Pseudo-section de la résistivité apparente au droit du projet de Rittershoffen. (Source : (Abdelfettah et al. 2019)).	27
Figure 18 : Principe pour un forage géothermique de faible profondeur (<200m). (Source : Atlas-Fondations).....	28
Figure 19 : (à gauche) Emplacement théorique des forages de gradients. (à droite) Exemple de log de température d'un forage de gradient permettant une extrapolation de la température attendue à la cible. (Source : Maurer et al., 2018)	28
Figure 20 : Présentation des 2 RIG de forages de la filiale VERCANA du Groupe Vulcan.	29
Figure 21 : (à gauche) Vue aérienne du site de forage du projet dit ECOGI (Rittershoffen) d'Électricité de Strasbourg.	29

Figure 22 : Le groupe Vulcan se montre actif auprès des communautés locales afin de répondre aux questionnements des citoyens autour du projet de valorisation des ressources minérales et calorifiques des saumures géothermales profondes par le biais de réunions publiques, de visites des sites, de congrès et de l'ouverture de bureaux dédiés (Mannheim, Karlsruhe, Insheim) pour accueillir toute personne souhaitant échanger sur le projet. 31

Table des tableaux

Tableau 1 : Description des principales levées de fonds des deux dernières années.....	17
--	----

1 Préambule

Le présent document tend à proposer un résumé non technique de l'intégralité du dossier de demande d'octroi d'un Permis Exclusif de Recherches de gîtes Géothermiques et de toutes autres substances connexes dit « Kachelhoffa ». Il reprendra la trame conventionnelle d'un tel dossier s'articulant autour des chapitres suivants :

1. L'identité du demandeur
2. La justification des capacités techniques et financières du demandeur
3. Un mémoire technique justifiant des limites du périmètre du titre sollicité
4. Le programme des études et travaux envisagés et l'engagement financier
5. Un document cartographique
6. Une étude d'incidence environnementale

Ainsi, les dossiers 1 et 2 (respectivement l'identité du demandeur et la justification des capacités) seront résumés dans le chapitre 2 du présent document, les éléments cartographiques du dossier 5 seront intégrés pour leur part dans le chapitre 3 de ce document de même que pour le dossier 3, le dossier 4 sera synthétisé dans le chapitre 4 et enfin l'étude d'incidence environnementale sera présentée au chapitre 6.

2 Identité du demandeur et capacités techniques et financières

2.1 Structuration du groupe Vulcan

Le Groupe Vulcan s'articule autour de la maison mère Vulcan Energy Resources, historiquement l'entreprise ayant lancé le concept de production d'énergie renouvelable couplée à l'extraction du lithium géothermal, et des filiales déclinant de manière opérationnelle le projet technique (Vulcan Energy Italy, Vulcan Energie France et Vulcan Energie Ressourcen pour le territoire Allemand, Figure 1). La maison mère possède 100% des titres de ces sociétés à l'exception de l'entreprise Kuniko (environ 20% des titres) qui ambitionne la production de Cobalt en Norvège.

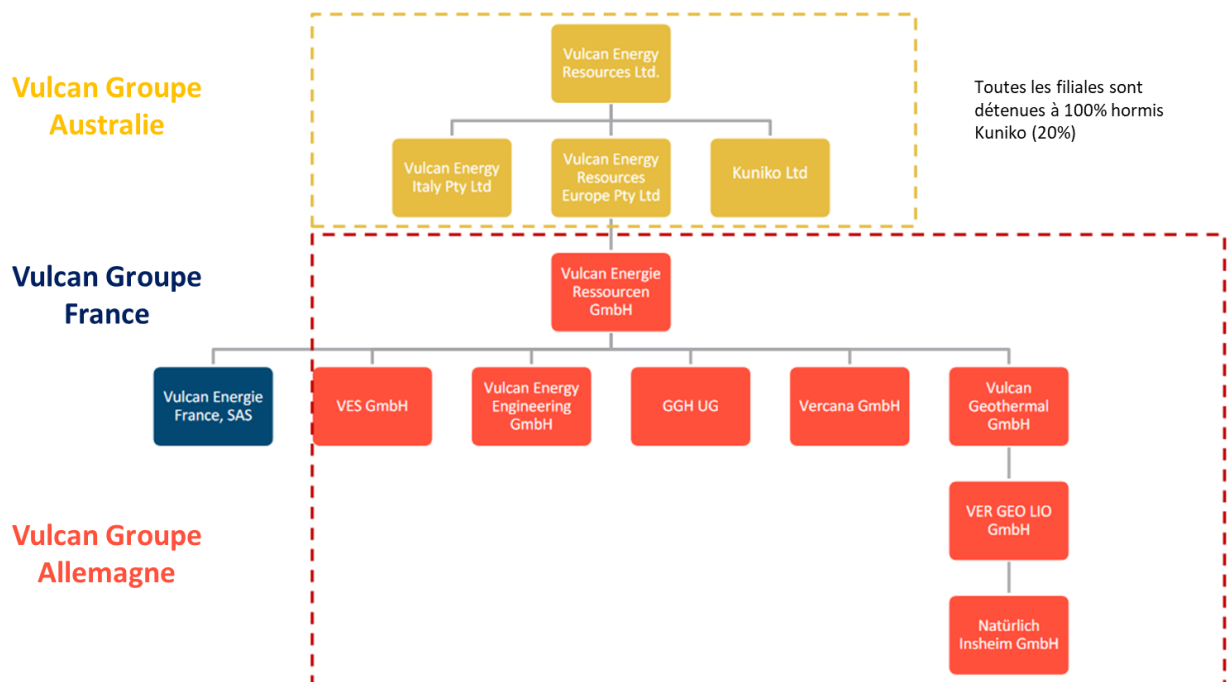


Figure 1 : Architecture des sociétés du Groupe Vulcan.

2.2 Chronogramme du développement

Le Groupe Vulcan, créée en 2018, possède 5 années d'ancienneté et a connu un fort développement lors des deux dernières années (Figure 2) principalement lié à la finalisation de la première phase de levée de fonds ayant permis de sécuriser plus de 250 m€. La stratégie a principalement été de se doter des compétences internes permettant d'assurer la phase d'exploration au design des centrales en passant par les forages. Ainsi, l'intégralité de la chaîne de valeur de la production d'énergie renouvelable (chaleur, chaleur fatale, électricité) et de lithium géothermal est actuellement gérée en interne. Le Groupe Vulcan est maintenant composé de plus de 260 employés principalement basés en Allemagne dans les locaux de Karlsruhe.

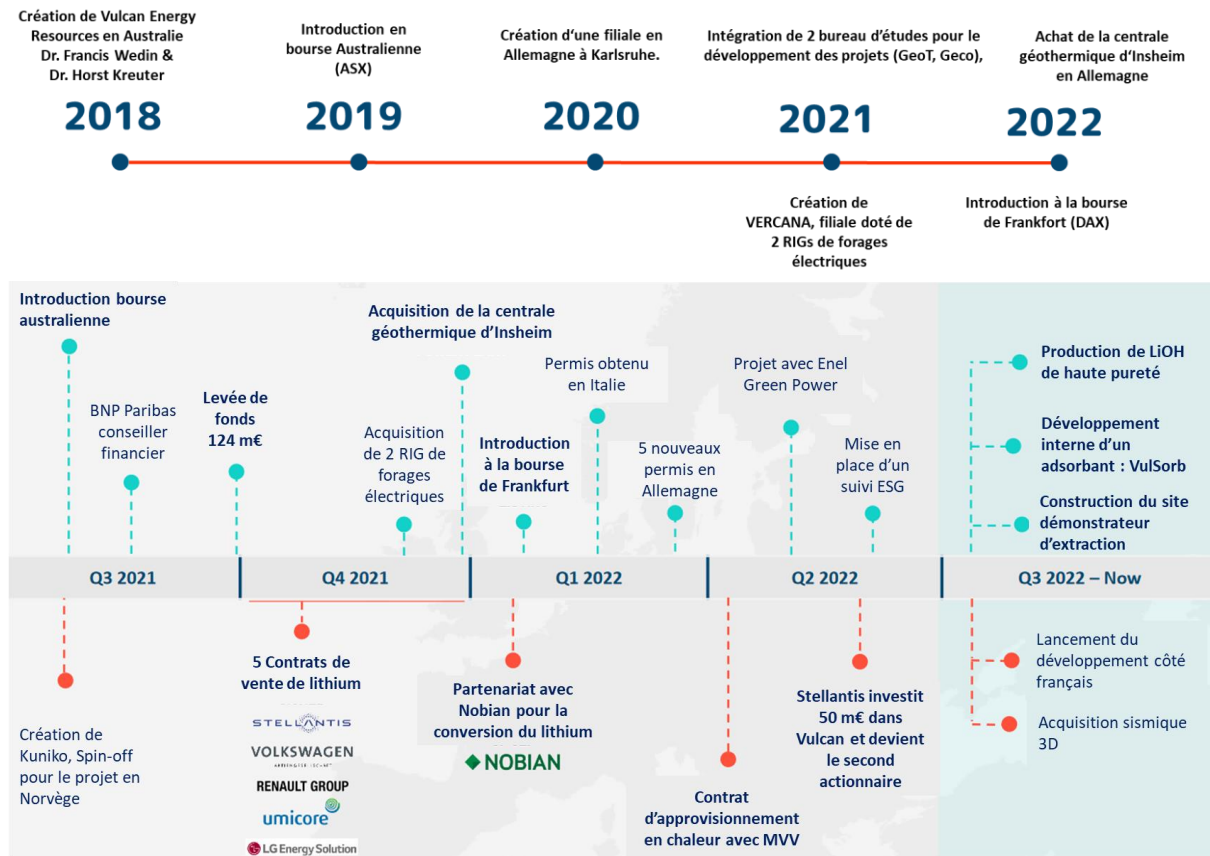


Figure 2 : (en haut) Chronogramme simplifié du développement du Groupe Vulcan depuis sa création en 2018 et (en bas) focus sur les 2 dernières années.

2.3 Capacités techniques

2.3.1 Les entités opérationnelles

La technicité afin de parvenir à la mise en œuvre de l'intégralité du projet est conséquente. Sur la partie concernant le développement du projet géothermique, Vulcan dispose d'une équipe ayant plus de 20 ans d'expertise dans ce domaine (ex-entreprises GECO spécialiste dans le dimensionnement des installations de surfaces (centrale géothermique, extraction de lithium, réseau de chaleur) et GeoT spécialiste dans les études sous-sol). De plus, par le biais de VERCANA, filiale possédant les RIG de forages (électriques), Vulcan sera en mesure d'assurer une maîtrise interne complète durant la phase de forage. De plus, possédant également le site opérationnel d'Insheim, Vulcan met en œuvre le suivi environnemental et d'exploitation de la centrale géothermique avec, là encore, des équipes internes dévolues à ces missions. C'est ainsi toutes les compétences nécessaires à l'architecture d'un projet géothermie, des études à l'exploitation d'une centrale géothermique, qui sont intégrées au sein du Groupe Vulcan (Figure 3).



Figure 3 : Description des 4 structures du Groupe Vulcan qui porte le projet de production d'énergie renouvelable et de lithium décarboné.

Vulcan Energy Resources Ltd représente la maison mère. Elle emploie directement les membres de l'équipe de direction et du conseil d'administration et a en charge la stratégie, la gouvernance et le reporting aux marchés financiers.

Vulcan Energie Ressourcen GmbH est la filiale allemande qui emploie le personnel technique pour le développement du projet « Zero Carbon Lithium™ ». Elle correspond à la Holding qui détient toutes les filiales opérationnelles.



Vulcan Energy SubSurface est la société d'ingénierie de subsurface responsable des projets de géothermie et de lithium géothermal, des études de design au forage des réservoirs en passant par toutes les phases exploratoires. Anciennement Geothermal Engineering GmbH (GeoT).



Vulcan Energy Engineering est spécialisée dans le design et la réalisation des centrales géothermiques pour la production d'électricité et/ou de chaleur. Ses ingénieurs interviennent dès la phase forage en architecturant la plateforme de forage. Les équipes ont également en charge le design des usines de sorption et des usines de raffinage du chlorure de lithium. Précédemment connu sous le nom de Global Engineering and Consulting Company GmbH (Gec-Co).



Vercana possède et exploite actuellement 2 RIG de forage électrique qui possède les caractéristiques requises pour forer aux profondeurs nécessaires pour atteindre le réservoir géothermique et lithiné.

Natürlich Insheim est la centrale géothermique électrogène opérationnelle du groupe.

2.3.2 La centrale géothermique d'Insheim

La centrale géothermique « Natürlich Insheim » est située sur le banc communal de la ville d'Insheim (2 175 habitants) au sein du Land Rheinland-Pfalz (Figure 4). Le projet débuta en 2004 par des études de faisabilité et par des phases d'explorations du sous-sol. Le premier forage fut réalisé en 2008 et le second en 2009. Les tests d'injectivités se révélant insuffisant et sismogénique (séisme ressenti de magnitude 2.7 en 2010), une seconde « jambe » au puits injecteur fut forée en 2010. Les tests de production montrèrent la faisabilité de la production et la mise en service fut finalement réalisée en 2012. La centrale produit en continu (> 8 000 h/an) une saumure géothermale à une température de 165 °C pour un débit maximal de 80 l/s. La puissance de l'ORC est de 4,8 MW et la production annuelle est de 33 GWhe. Une production complémentaire de 10 MWth est actuellement à l'étude. Elle emploie actuellement 11 personnes à temps-plein sur le site.



Figure 4 : Vue aérienne de la centrale géothermique d'Insheim représentant environ 1 ha de surface.

2.4 Capacités financières

Afin de porter financièrement son projet, Vulcan Energy a procédé à 5 principales levées de fonds (Tableau 1) permettant, par leurs réussites, de sécuriser la première phase du projet.

Date	Montant	Type d'investisseur
24 juin 2020	3 M€	Investisseur ESG Investisseur institutionnel
8 juillet 2020	Non communiqué	EIT InnoEnergy (Fond Européen)
4 février 2021	76 M€	Handcock Prospecting BNP Paribas Energy Transition Fund
14 septembre 2021	128 M€	Investisseurs institutionnels
24 juin 2022	50 M€	Stellantis

Tableau 1 : Description des principales levées de fonds des deux dernières années

Le modèle financier du Groupe Vulcan est basé sur les deux débouchés possibles dans le cadre de la production de saumures géothermales profondes. D'une part, l'entreprise sécurise la vente d'énergie, soit électrique, soit sous forme de chaleur. Les contrats de vente d'électricité ont d'ores et déjà été sécurisés pour les projets Outre-Rhin, où l'équivalent du complément de rémunération, anciennement valide dans le cadre de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) française, est toujours valable. Vulcan Energy a par ailleurs sécurisé un débouché chaleur avec l'opérateur MVV Energie AG (MVV). Le contrat à long terme de 20 ans concerne la livraison de chaleur à partir de 2025 avec la fourniture d'un minimum de 240 000 MWh par an à un maximum de 350 000 MWh par an au réseau de chaleur de Mannheim.

Concernant l'enlèvement du lithium, l'intégralité de la future production de lithium géothermal a été sécurisée dans le cadre de 5 contrats d'enlèvements avec des acteurs majeurs de chaque filière nécessitant du lithium (Figure 5 et Figure 6).

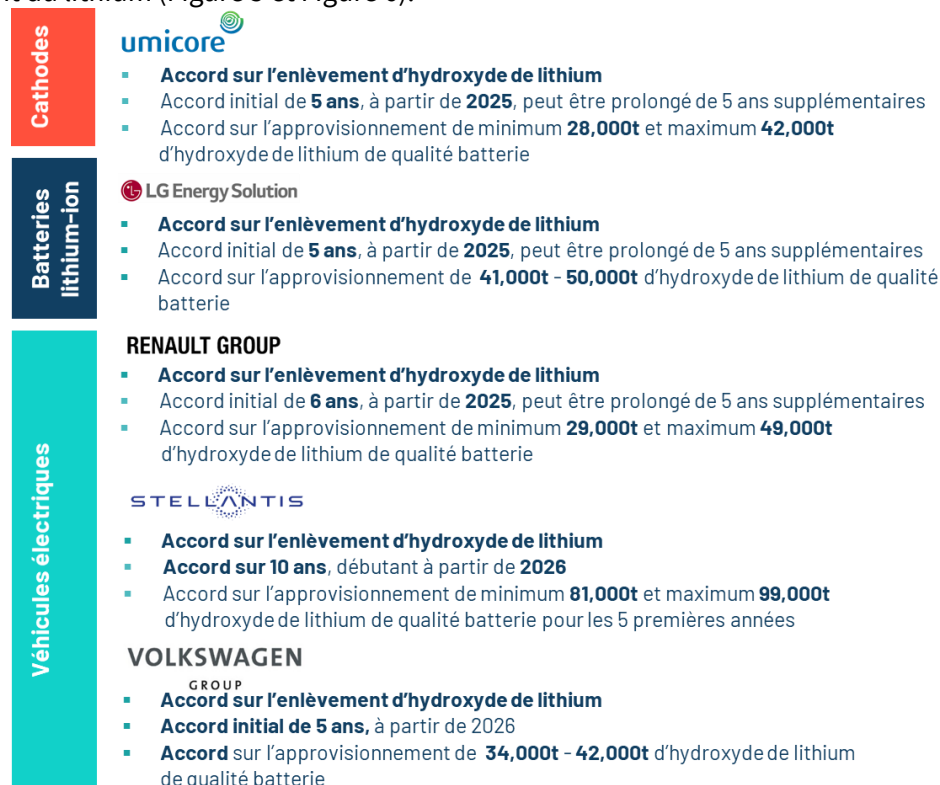


Figure 5 : Présentation des contrats de sécurisation de l'enlèvement de la production de lithium auprès des acteurs majeurs de la chaîne de valeurs du lithium.

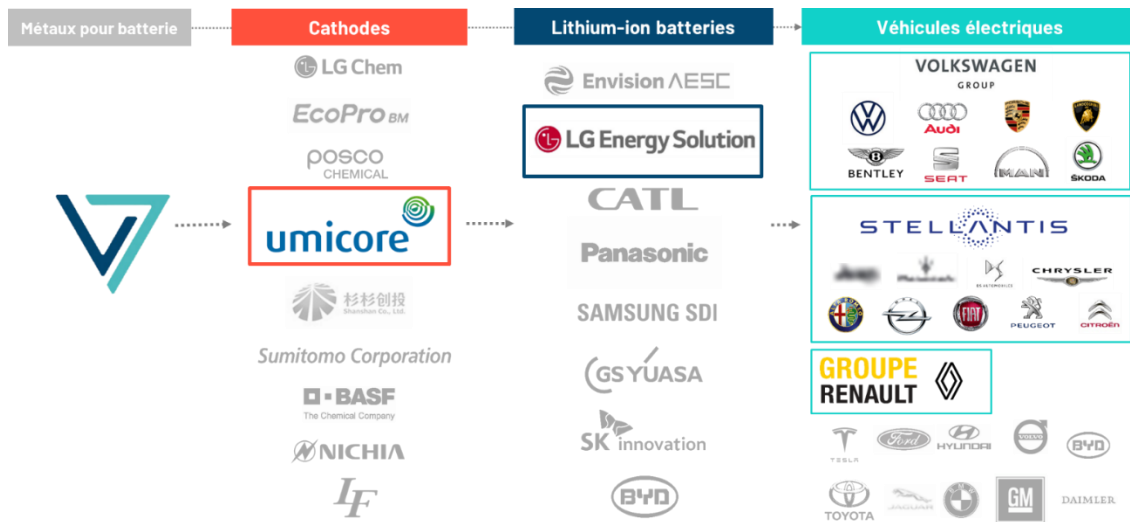


Figure 6 : Acteurs majeurs de la filière lithium par catégories de marchés dont sont encadrées les entreprises ayant signé avec Vulcan des contrats d'approvisionnement en lithium géothermal.

3 Mémoire technique

L'emprise sollicitée par cette demande de Permis Exclusif de Recherches (PER) de gîtes Géothermiques concerne une superficie de 480 km² (Figure 7).

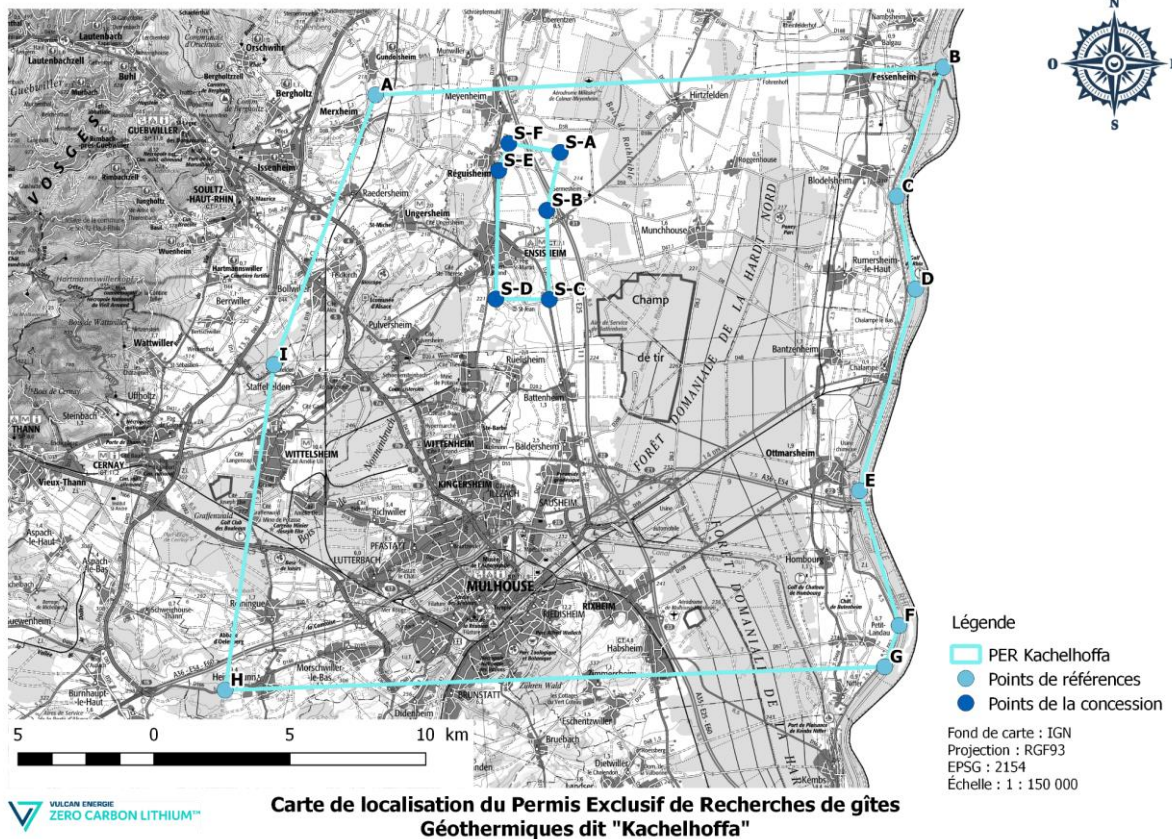


Figure 7 : Localisation du Permis Exclusif de Recherches de gîtes Géothermiques dit « Kachelhoffa ». Le périmètre intérieur correspond à un territoire non sollicité en raison de la présence d'une concession de stockage souterrain.

Sur les 480 km² que représente sa superficie, près de 115 km² sont directement situés dans la forêt domaniale de la Hardt Nord. Il convient d'indiquer de manière claire, qu'aucun projet n'est envisagé au sein de cette zone de protection de l'environnement ni dans toutes les autres forêts ou sites protégés. Le fait que l'emprise comprenne une telle superficie de surface protégée permet uniquement de bénéficier de manière exclusive aux données du sous-sol qui pourraient être acquises dans ce périmètre pour aider à la compréhension générale des structures géologiques dans le PER dit « Kachelhoffa ». Ainsi, seule une cinquantaine de km² de foncier sont réellement concernés par une possible implantation d'un projet de production de chaleur géothermique. L'objectif de Vulcan Énergie France, sera d'identifier avec les collectivités locales, une parcelle pertinente du point de vue :

- de la protection de la Nature ;
- du développement économique du territoire ;
- de la revalorisation d'un site pollué ou du type friche industrielle.

L'objectif sera d'effectuer la confrontation des impératifs de protection de la nature, de développement du territoire et des ressources du sous-sol afin d'identifier la parcelle réunissant tous les critères nécessaires avant d'envisager le développement d'un projet

Concernant les connaissances sous-sol, par le biais d'un bilan et d'une analyse des données géophysiques et des données de puits, il est possible d'établir la situation géologique et structurale au sein du périmètre sollicité dans le cadre de cette demande de Permis Exclusif de Recherches. Ainsi, on observe dans le périmètre sollicité 3 grands secteurs : en violet le champ de fractures méridionaux, en vert la zone de failles d'Illfurth-Bruchsal et en brun le horst de Mulhouse (Figure 8). Dans le champ de fractures méridional de nombreuses failles orientés N-S, NE-SO, NO-SE, NNE-SSO et NNO-SSE se superposent et interfèrent entre elles (Source : GeORG). Les failles transversales orientées NE-SO et NO-SE descendent jusque dans le socle, tandis que les failles des structures de grabens et de horst, orientées NNE-SSO, prennent racine dans les couches salifères et d'anhydrites du Muschelkalk moyen. La zone de cisaillement d'Illfurth-Bruchsal traverse et relie les parties centrales et méridionales du Fossé Rhénan Supérieur. Il s'agit d'une zone constituée d'un complexe de failles reliées entre elles par leur géométrie et par leur cinématique. En effet cette zone se compose de plusieurs failles parallèles ou reliées entre elles par des failles transversales nord-sud. En profondeur les failles occidentales plongent majoritairement vers l'est alors que les failles orientales s'inclinent vers l'ouest. Elles semblent toutes s'enraciner dans le socle. Vers le sud, cette zone, comparée au reste du fossé, est surmontée d'une couverture tertiaire très réduite et émerge par endroit sous forme de moyenne montagne constituée de roches mésozoïques.

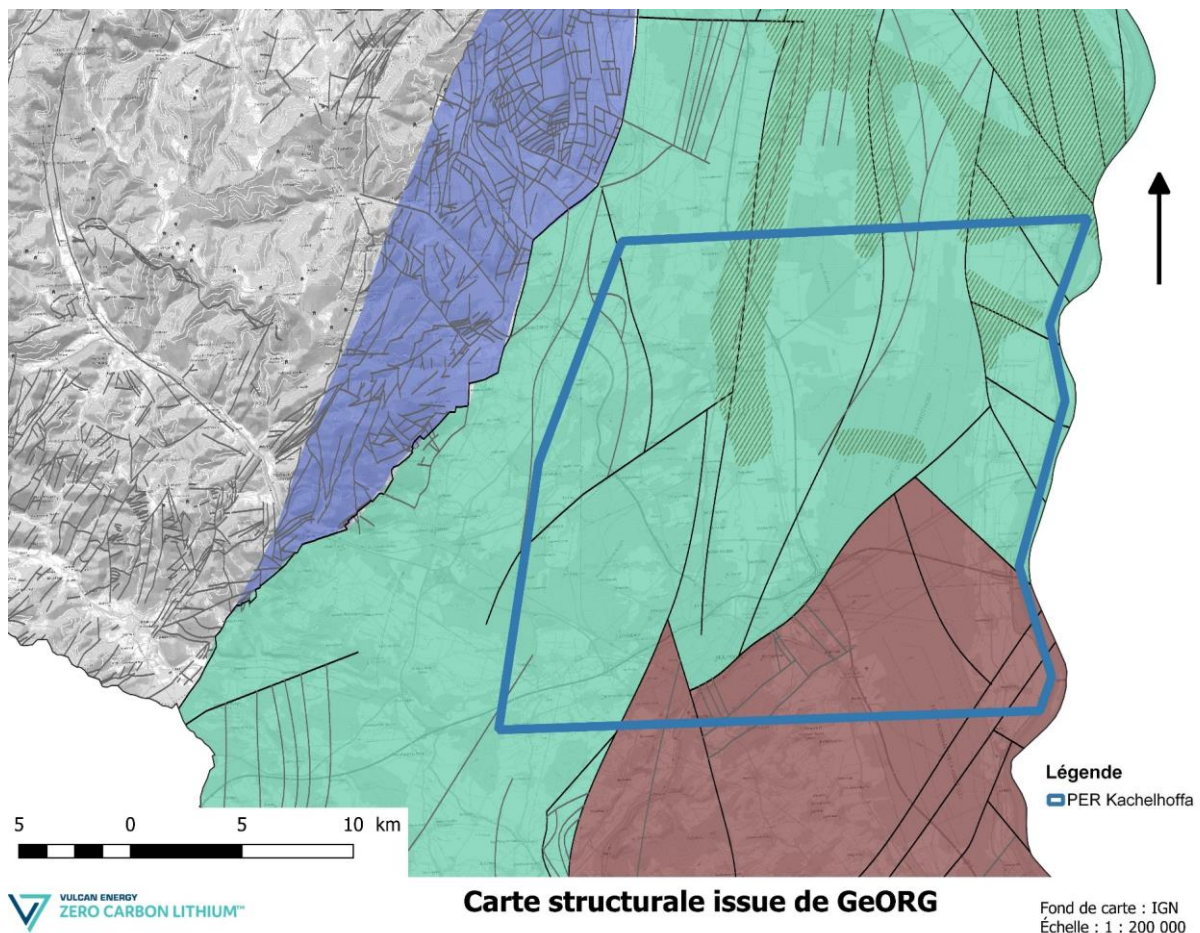


Figure 8 : Carte structurale du périmètre sollicité avec en violet le champ de fractures méridional, en vert la zone de failles Illfurth-Bruchsal et en brun le horst de Mulhouse. (Source : GeORG)

La présence de ces structures dans l'emprise sollicitée revêt une importance particulière car ces dernières se sont montrées être des gîtes géothermiques producteurs (horst de Soultz-sous-Forêts et système faillé de type graben de Rittershoffen).

Ces structures ont été identifiées sur l'interprétation de lignes sismiques 2D vintage et certaines ont été recoupées par les forages exploratoires pétroliers profonds (Figure 9).

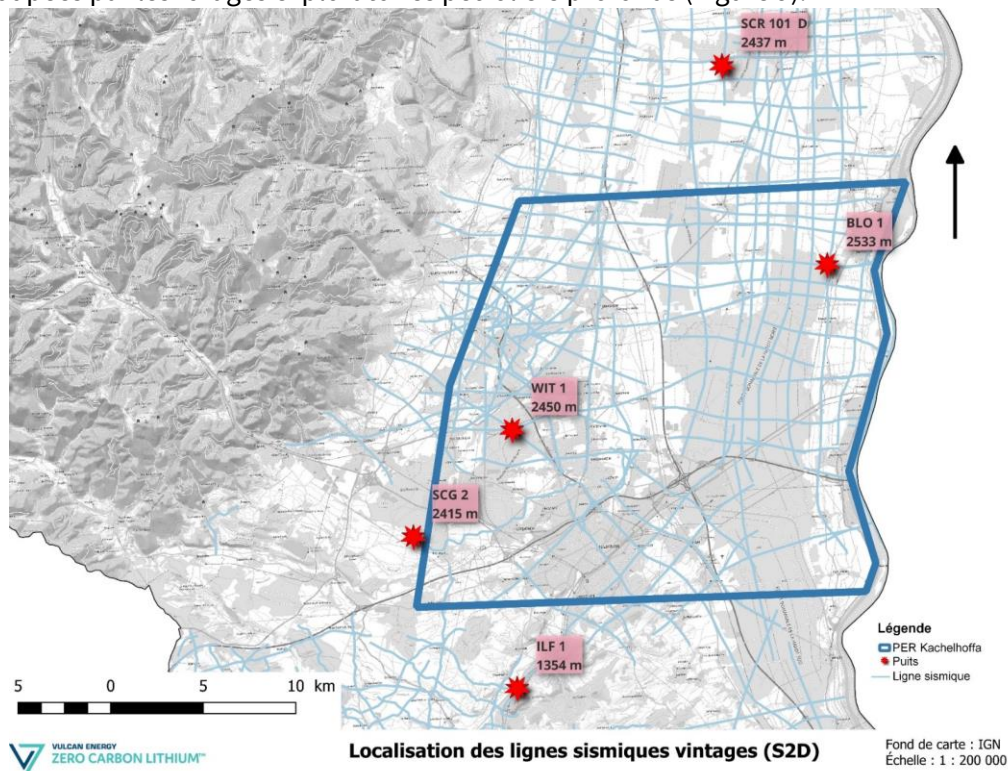


Figure 9 : Carte présentant la position des lignes sismiques vintage 2D et des forages profonds dans le périmètre sollicité.

Enfin, les profondeurs prévisionnelles de l'interface socle-sédiments s'échelonnent entre [1 500 – 3 500] m (Figure 10). Ces profondeurs sont bien dans la gamme pour lesquelles des projets de production de chaleur et d'électricité sont en opération sans désagrément pour l'environnement et les populations (respectivement 2 700m de profondeur pour Rittershoffen et 3 600m pour Insheim).

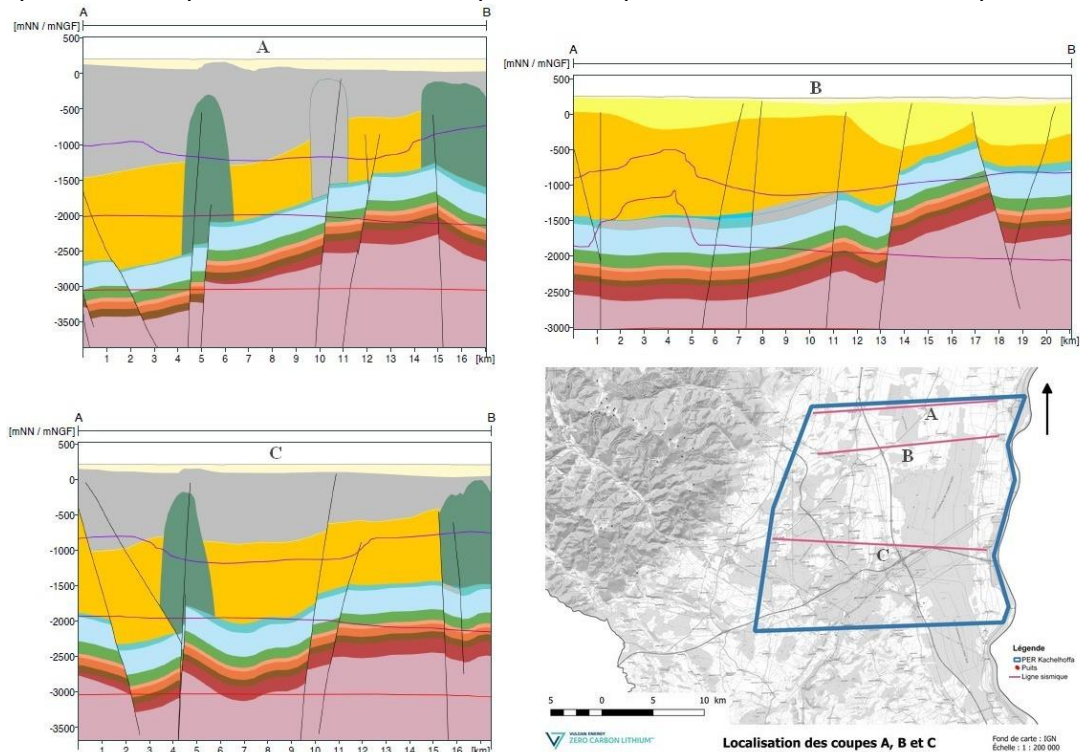


Figure 10 : Interprétation de lignes sismiques à différents endroits du PER du « Kachelhoffa » (Source : GeORG).

4 Programme des travaux d'exploration

Il convient de rappeler que dans le cadre d'un Permis Exclusif de Recherches, le développement du projet s'effectue dans des temps longs atteignant la réalisation des ouvrages après 3 à 5 années d'études préalables.

Les données d'exploration géophysique anciennes identifiées et analysées dans le cadre du Mémoire Technique ne sont pas de qualité suffisante pour établir de manière formelle la position de la ressource géothermale au sein du périmètre sollicité. Ainsi, un programme d'exploration multidisciplinaire complémentaire est proposé afin de s'assurer de la présence de la ressource et de la possibilité de sa mise en production (Figure 11). Les méthodes qui seront mises en œuvre respecteront l'état de l'art et les plus hauts standards de l'industrie. Ainsi, il sera proposé de réaliser plusieurs méthodes d'exploration :

- 1) Une écoute sismologique de l'occurrence d'évènements naturels ;
- 2) Une acquisition de sismique réflexion 3D ;
- 3) Une acquisition de méthodes potentielles (gravimétrie / CSEM) ;
- 4) Des forages de gradient de faible profondeur (< 200m) ;
- 5) Et enfin, si une cible a été identifiée, un forage exploratoire profond.

Chacune de ces méthodes ont un impact très limité, soit spatialement, soit temporellement et sont mises en œuvre de manière fréquente sur le territoire français et même plus spécifiquement en Alsace. Chacune de ces opérations sur le terrain seront précédées des dossiers de déclaration ou de demande, transmis à la Préfecture, décrivant la nature des travaux, l'emprise concernée, le programme d'exécution et les enjeux environnementaux considérés. A ces méthodes nécessitant un déploiement sur le terrain, s'ajoute des méthodes annexes n'entraînant aucun impact sur le terrain (prélèvement de saumures puis mesure géochimique en laboratoire, diagraphie du puits d'exploration).

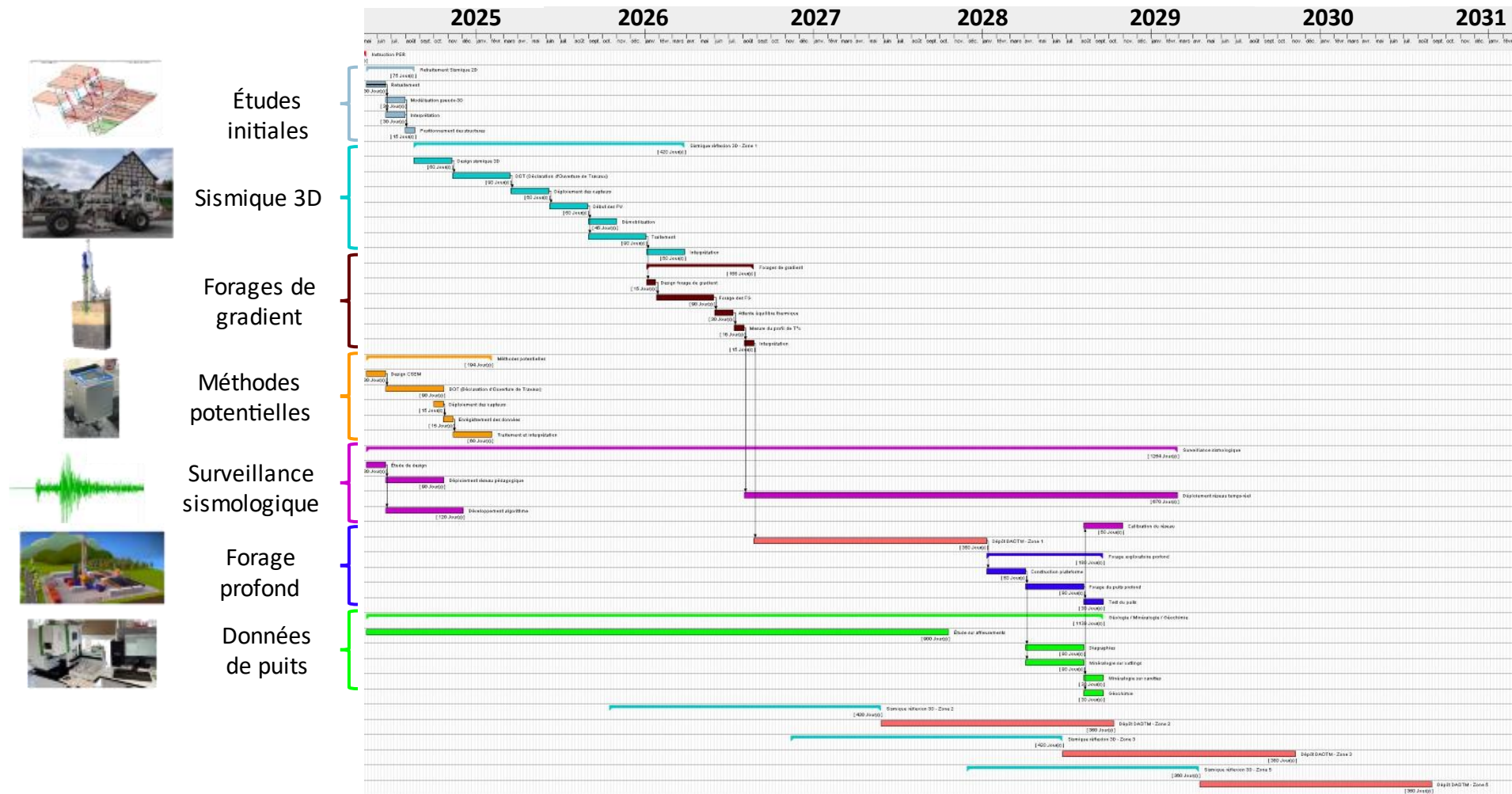


Figure 11 : Présentation du programme exploratoire pour l'identification du potentiel géothermique au sein du périmètre sollicité.

Une description succincte de ces méthodes est proposée :

1) Une écoute sismologique de l'occurrence d'évènements naturels ;

L'objectif est d'établir un état de référence de la sismicité naturel au sein du périmètre sollicité. Les zones de circulation de fluides sont naturellement le siège de séismes de magnitude très faible mais indiquant la présence de boucle de convection. Ainsi, il sera proposé de déployer plusieurs dizaines de capteurs agiles (Figure 12) permettant à la fois de densifier le réseau de surveillance mais également d'expliquer aux habitants concernés les résultats de cette surveillance sismologique (Figure 13).

Type de capteur :

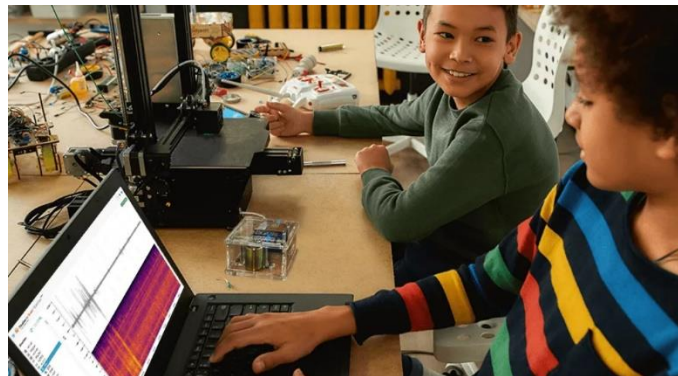


Figure 12 : Exemple de travaux pédagogique autour du monitoring sismologique : construction du capteur, compréhension du phénomène physique, traitement et interprétation des résultats. (Source : raspberrysake.org)

Emprise concernée et exemple de résultat : déploiement du capteur en Mairie et/ou dans les écoles et/ou chez des particuliers

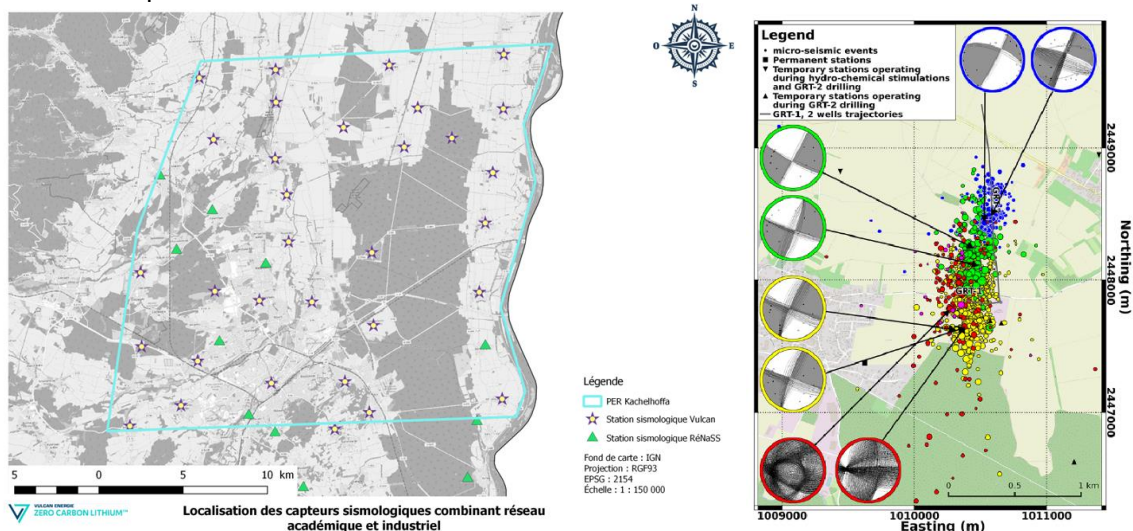


Figure 13 : (à gauche) Localisation des potentiels sites d'implantations des capteurs sismologiques pédagogiques. (à droite) Projection en surface de la localisation des évènements microsismiques induits durant les phases de développement des puits de Rittershoffen ainsi que quelques mécanismes au foyer associés.

Durée de mise en œuvre : toute la durée d'obtention du Permis Exclusif de Recherches

Impact environnemental : aucun pour les capteurs agiles, quelques m² pour les stations définitives demandées par Arrêté Préfectoral.

2) Une acquisition de sismique réflexion 3D ;

L'objectif de cette méthode d'acquisition est d'établir le plus finement possible l'architecture du sous-sol. Il sera possible, après le passage des camions vibrateurs et l'enregistrement des données au sein des capteurs déployés en surface (Figure 14), de connaître la profondeur de chaque couche géologique, la position des failles et les structures géologiques présentes au sein du périmètre sollicité (Figure 15).

Type de capteur :

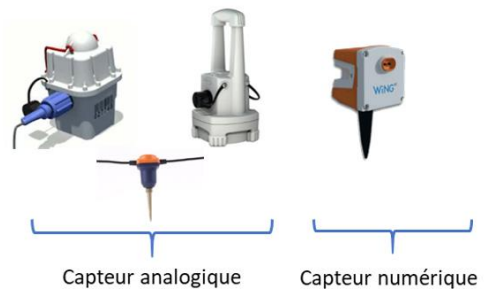


Figure 14 : (à gauche) Source sismique de type camion vibrateur Mertz-26 d'une puissance de 276 kN (Source : (Richard et al. 2019)), (à droite) exemples de capteurs sismiques. (Source : Sercel)

Emprise concernée et exemple de résultat :

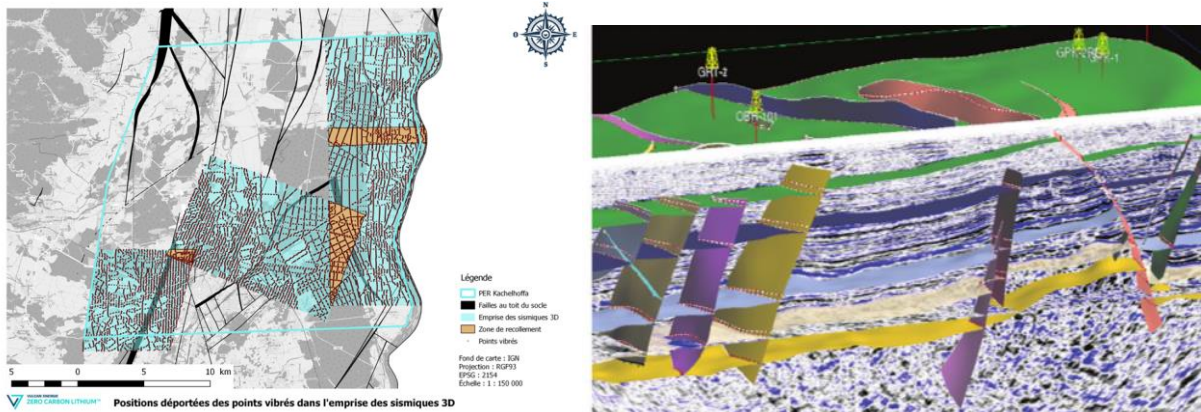


Figure 15 : (à gauche) Emprises théoriques des sismiques réflexion 3D au sein du périmètre sollicité. (à droite) Exemple d'image 3D du sous-sol obtenu après une acquisition sismique réflexion 3D. (Source : Salaun et al., 2020)

Emprise concernée : 130 km² (emprise théorique)

Durée de mise en œuvre : environ 1 mois chaque été après l'obtention du Permis Exclusif de Recherches

Impact environnemental : quasi nul car anticipation des zones à protéger et passage des véhicules principalement sur routes et chemins

3) Une acquisition de méthodes potentielles (gravimétrie / CSEM) ;

L'objectif des méthodes dites potentielles est d'aller au-delà des considérations de structures géologiques et de proposer une caractérisation plus pétrophysique de l'encaissant en s'appuyant sur l'anomalie de densité (en gravimétrie) et la conduction / susceptibilité magnétique (en méthode électrique et magnétique) (Figure 17). Il s'agit, à l'instar de l'acquisition sismique, de déployer des récepteurs en surface (Figure 16).

Type de capteur :



Figure 16 : Équipements d'acquisition des données électriques et magnétiques, respectivement une base dite ADU (à gauche) et une base RAU (à droite). (Source : (Darnet et al. 2021))

Emprise concernée et exemple de résultat :

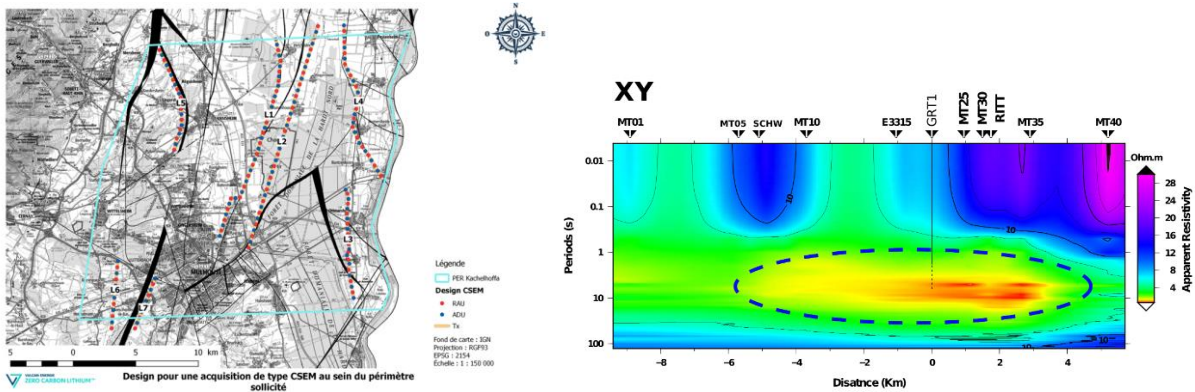


Figure 17 : (à gauche) Ligne théoriques considérées pour une exploration par méthodes potentielles. (à droite) Pseudo-section de la résistivité apparente au droit du projet de Rittershoffen. (Source : (Abdelfettah et al. 2019)).

Durée de mise en œuvre : Environ 2 semaines d'acquisition sur le terrain

Impact environnemental : quasi nul car acquisition principalement le long des axes routiers. Une étude spécifique pourra être menée avec le BRGM au regard de la source CSEM qui sera utilisée.

4) Des forages de gradient de faible profondeur (< 200m) ;

Il a été montré que la pile sédimentaire en Alsace conduisait de manière très homogène la chaleur du sous-sol selon une conduction thermique que les 200 premiers mètres nous permettaient d'apprécier avec une incertitude acceptable. Ainsi, les anomalies thermiques, identifiables par un gradient thermique localement plus élevé, permettra de discerner des zones de plus fortes circulations et donc un potentiel réservoir géothermique (Figure 19). Pour ce faire, une trentaine de forages d'une profondeur inférieure à 200m (Figure 18) seront réalisés dans l'emprise sollicitée.

Type de capteur :

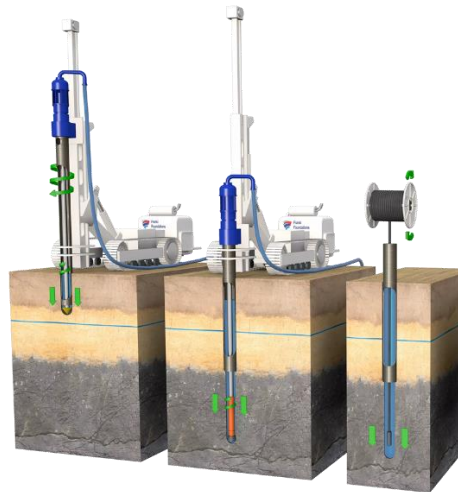


Figure 18 : Principe pour un forage géothermique de faible profondeur (<200m). (Source : Atlas-Fondations)

Emprise concernée et exemple de résultat :

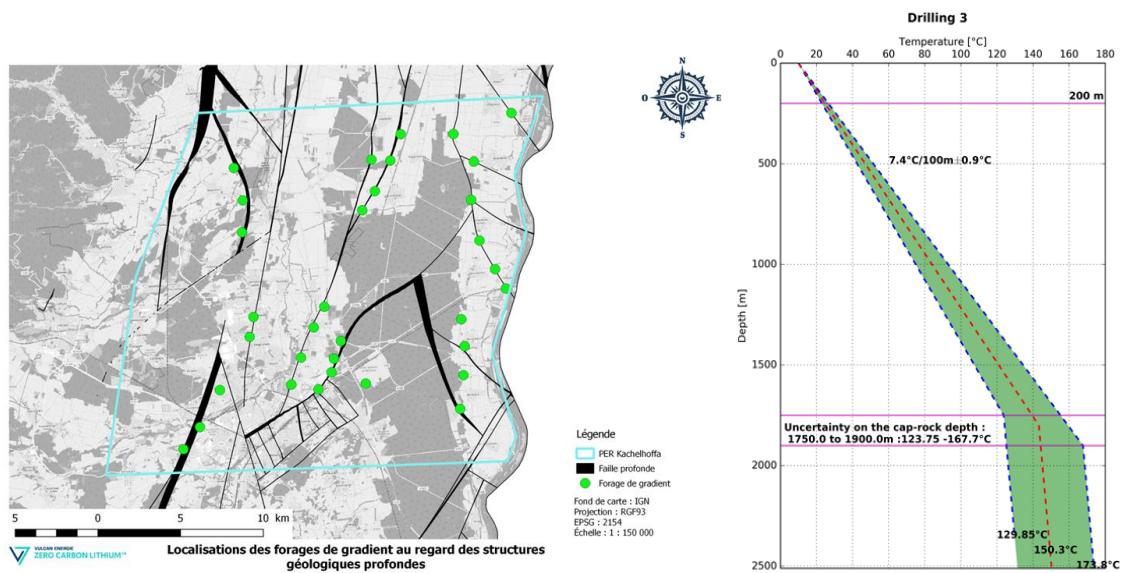


Figure 19 : (à gauche) Emplacement théorique des forages de gradients. (à droite) Exemple de log de température d'un forage de gradient permettant une extrapolation de la température attendue à la cible. (Source : Maurer et al., 2018)

Durée de mise en œuvre : un forage dur en moyenne 3j. Une durée totale de 2 mois est envisagée.

Impact environnemental : quasi nul car la sélection des sites se fera en adéquation avec la protection des enjeux environnementaux présents dans l'emprise.

5) Et enfin, si une cible a été identifiée, un forage exploratoire profond.

Le forage exploratoire profond correspond à la dernière étape du programme d'exploration du sous-sol et à son aboutissement. En effet, après la mise en œuvre de l'ensemble des méthodes d'imagerie, un important travail d'analyse et d'interprétation permettra d'identifier et proposer des cibles et des trajectoires de puits au droit du réservoir géothermique (Figure 21). L'intégralité des études techniques et environnementales seront jointes au dossier de Demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers (DAOTM) dont l'instruction dure une année avant d'autoriser la mise en œuvre du forage d'exploration (Figure 20).

Outil mis en œuvre :



Figure 20 : Présentation des 2 RIG de forages de la filiale VERCANA du Groupe Vulcan.

Emprise concernée et exemple de résultat :

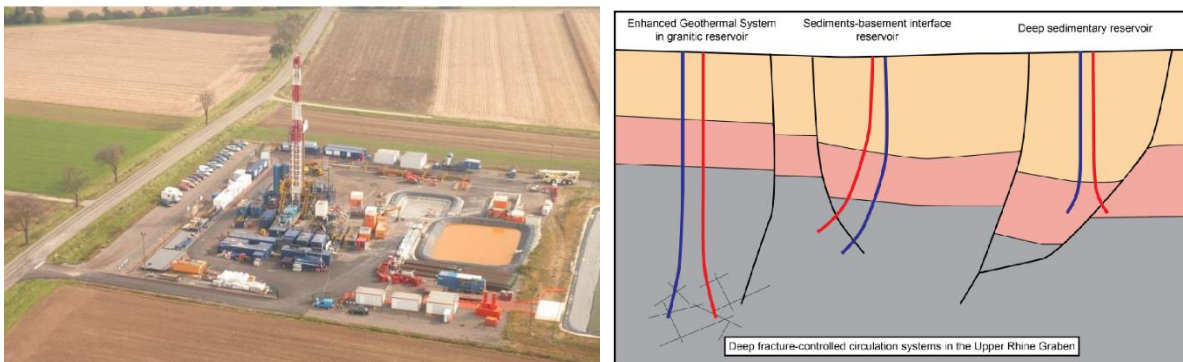


Figure 21 : (à gauche) Vue aérienne du site de forage du projet dit ECOGI (Rittershoffen) d'Électricité de Strasbourg. (Source : (Ravier 2021)). (à droite) les différentes trajectoires de puits ayant permis d'atteindre les cibles géothermiques. (Source : (Vidal 2017))

Durée de mise en œuvre : il est attendu que la durée de foration soit de l'ordre de 3 mois par puits.

Impact environnemental : La parcelle sollicitée pour accueillir le forage nécessite au préalable une étude environnementale dédiée afin de s'assurer que le site d'implantation du forage et son voisinage n'aient pas d'impact environnemental pour la faune, la flore ainsi que les biens et les personnes.

5 Méthodologie de construction du projet

Le retour d'expérience du développement des projets de géothermies a montré, en France comme en Allemagne ou encore en Suisse, la nécessité d'une excellence technique pour aboutir à des projets opérationnels. De même, il semble clairement nécessaire de revoir la gouvernance des projets énergétiques pour les territoires. Fort de son expérience de mise en œuvre de projets géothermique et lithium outre-Rhin, le Groupe Vulcan entend mettre en œuvre une gestion plus inclusive auprès des citoyens, des associations et des élus. Les Établissements publics de Coopération Intercommunale (EPCI) planifient et pilotent le développement économique de leur territoire et possède une parfaite connaissance des enjeux à la fois locaux et régionaux. Les Pôles d'Équilibre Territorial et Rural (PETR) de même que les Plans Climat-Air-Eau Territorial (PCAET) et à fortiori Schémas de Cohérences Territoriales (SCoT) participent d'ores et déjà à cette planification dans laquelle les opérateurs doivent s'inscrire pour valoriser au mieux leurs projets. Ainsi, Vulcan Énergie France entend co-construire le projet de centrale géothermique avec l'apport clef des EPCI. Des mécanismes financiers et de gouvernance engageants seront proposés. De même, la transparence, le dialogue et la pédagogie avec les citoyens seront des marqueurs forts du projet de Vulcan sur le territoire. A l'instar des principes appliqués en Allemagne, Vulcan Energie France ouvrira ses portes dès la phase d'instruction afin de pouvoir recevoir élus, citoyens et associations afin de prendre le temps d'explicitier le projet et entendre les remarques des différents représentant locaux (Figure 22).



Figure 22 : Le groupe Vulcan se montre actif auprès des communautés locales afin de répondre aux questionnements des citoyens autour du projet de valorisation des ressources minérales et calorifiques des saumures géothermales profondes par le biais de réunions publiques, de visites des sites, de congrès et de l'ouverture de bureaux dédiés (Mannheim, Karlsruhe, Insheim) pour accueillir toute personne souhaitant échanger sur le projet.

6 Etude d'incidence environnementale

L'intégralité de l'Étude d'Incidence Environnementale ainsi que le résumé non technique suivant ont été réalisés par une entreprise tierce et indépendante.



VULCAN ENERGIE
ZERO CARBON LITHIUM™

Demande de Permis Exclusif de
Recherches de gîtes Géothermiques dit
« Kachelhoffa »

Etude d'incidence environnementale
Résumé non technique

Février 2023



Siège social

1 rue de la Lisière - BP 40110
67403 ILLKIRCH Cedex - FRANCE
Tél : 03 88 67 55 55

OTE INGÉNIERIE
des compétences au service de vos projets

Agence de Metz

1 bis rue de Courcelles
57070 METZ - FRANCE
Tél : 03 87 21 08 79

	DATE	DESCRIPTION	REDACTION/VERIFICATION		APPROBATION		N° AFFAIRE : 23010022	Page : 2/9
0	15/02/2023	Résumé non technique	OTE P. HEITZ	<i>PH</i>	B. KURTZ	<i>BK</i>		
P:\10-Projets\23010022 - VULCAN - PER MULHOUSE (68)\25-ETUDE D'INCIDENCE\23010022-EI_VULCAN ENERGY_PER MULHOUSE_RNT_rev0.docx								

1. Résumé non technique

1.1. Préambule

Le projet de Permis Exclusif de Recherche (PER) est porté par la société VULCAN ENERGIE France et s'étend sur une surface totale d'environ 48 060 hectares. Situé dans le département du Haut-Rhin (68). Ce Permis Exclusif de Recherches de gîtes Géothermiques et de substances connexes, nommé « Kachelhoffa » a pour objectif d'identifier et de qualifier le réservoir géothermique profond.

1.2. Principales caractéristiques du projet

Le projet est localisé dans le Haut-Rhin et prend place sur 42 communes. Cette zone de recherche s'étend de Merxheim jusqu'à Petit-Landau.

Tableau n° 1 : Communes concernées par le périmètre du PER.

Communes	Superficie du PER sur la commune (ha)
Baldersheim	1 276
Bantzenheim	2 122
Battenheim	1 690
Blodelsheim	1 842,4
Bollwiller	344,3
Brunstatt-Didenheim	242,8
Chalampé	272,4
Ensisheim	3 102
Feldkirch	420
Fessenheim	1 450,2
Habsheim	975,7
Heimsbrunn	377,6
Hirzfelden	1 576,9
Hombourg	1 460,9
Illzach	745
Kingersheim	669
Lutterbach	856
Merxheim	650,6
Meyenheim	964,0
Morschwiller-le-Bas	662,5
Mulhouse	2 218
Munchouse	2 405
Niffer	82,2
Ottmarsheim	2 414,1

Communes	Superficie du PER sur la commune (ha)
Petit-Landau	1 417,2
Pfastatt	524
Pulversheim	856
Raetersheim	342,9
Réguisheim	1 869
Reiningue	1 025,9
Richwiller	555,0
Riedisheim	634,3
Rixheim	1 897,4
Roggenhouse	645
Ruelisheim	721
Rumersheim-le-Haut	1 593,7
Sausheim	1 691
Staffelfelden	605,8
Ungersheim	1 357,2
Wittelsheim	1 569,4
Wittenheim	1 905
Zimmersheim	61,1
	48 060ha

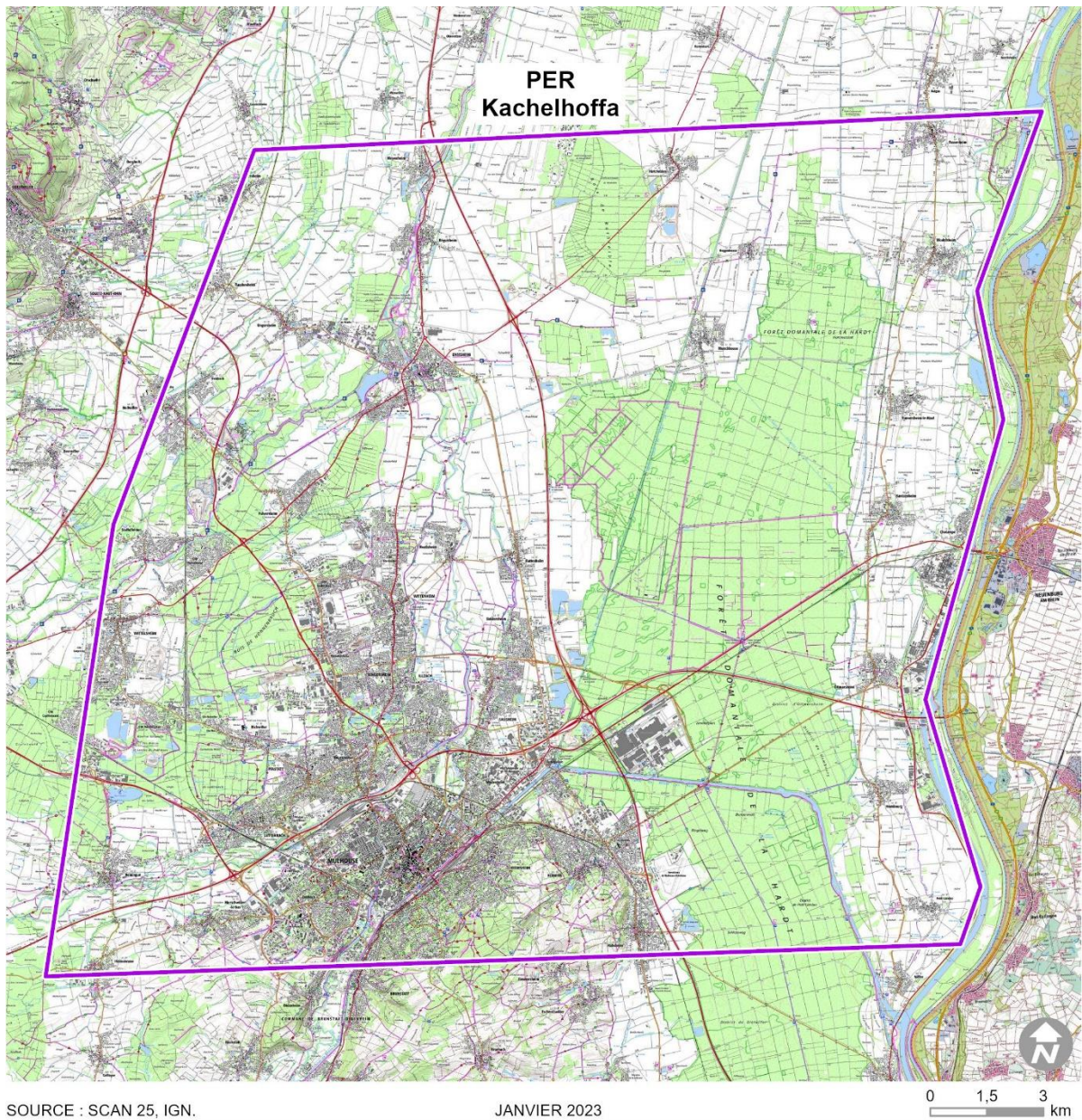


Illustration n° 1 : Situation locale du périmètre de prise en compte de l'étude d'incidence environnementale.

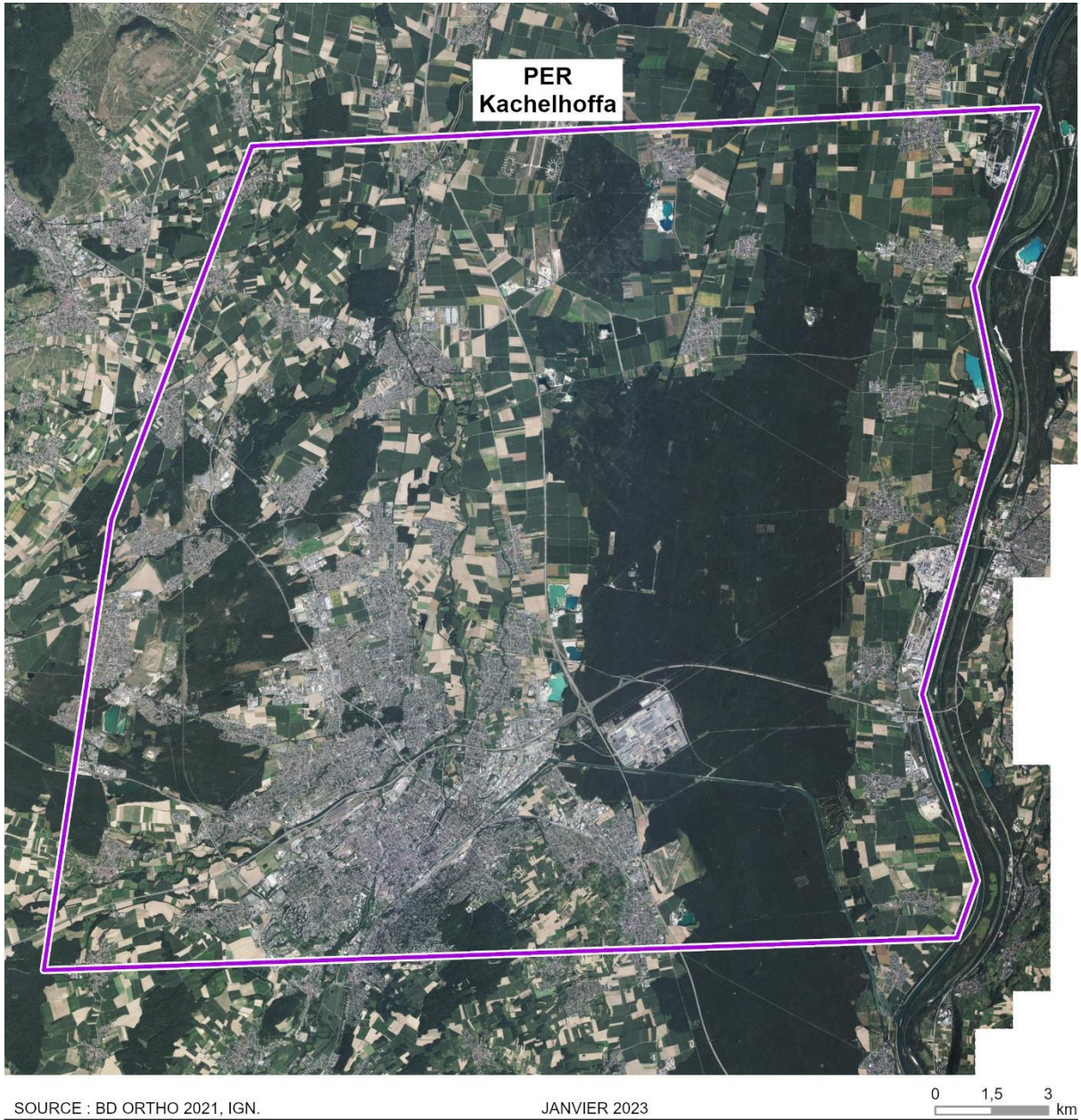


Illustration n° 2 : Vue aérienne.

1.3. Description de la phase de recherche

Au stade du Permis Exclusif de Recherche, le projet consiste à effectuer des opérations de recherches exploratoires au sein du périmètre préalablement identifié, en vue d'identifier et de qualifier les fluides géothermaux profonds. De nombreuses études et indices réalisés au sein de l'Alsace du Nord démontre la présence de gîtes géothermiques. De même, l'étude des forages anciens présent dans l'emprise de la zone sollicitée ont également mis en exergue des indices quant à la présence d'un potentiel géothermique en Alsace du Sud.




Dans un premier temps, il s'agira tout d'abord d'installer des stations d'observation afin d'acquérir des données sur la sismicité du périmètre. Des campagnes sismiques/géophysiques, à l'aide de camions vibrateurs seront ensuite programmées afin de comprendre l'agencement géologique du sous-sol et de réaliser une cartographie sismique en 2D et 3D du sous-sol.

























Pour donner suite à cela, des forages de gradients seront réalisés en vue d'obtenir un profil de température du sol et d'identifier la présence d'anomalies thermiques laissant présager de la localisation de la ressource géothermale. Une étude de type CSEM permettra également d'ajouter une analyse multidisciplinaire afin de localiser ces mêmes zones de circulation des fluides géothermaux.

Finalement un forage d'exploration (qui représente l'aboutissement de la phase de recherche) pourra être réalisé dans la zone abritant le plus haut potentiel calorifique. En effet, les étapes citées précédemment permettront d'identifier le potentiel géothermique et de définir la localisation la plus pertinente en vue de réaliser ce premier forage d'exploration.

La réalisation d'un forage d'exploration nécessite le dépôt préalable d'une « **Demande d'Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers** » (DAOTM) **comportant obligatoirement une étude d'impact environnementale**. La DAOTM décrit précisément le projet de forage, la plateforme qui lui est associée, les effets prévisibles sur l'environnement et les mesures mises en œuvre par l'exploitant pour éviter, réduire et compenser ces effets.

1.4. Etat initial de l'environnement et évolution probable avec et sans réalisation du projet

NIVEAU D'ENJEU						
SANS INTERET PARTICULIER NEUTRE		DEGRADE		MOYEN		PRESERVE / SATISFAISANT
EVOLUTION SUPPOSEE AVEC/SANS LE PROJET						
						
Amélioration probable		Pas de différence significative			Détérioration probable	

THEMES	Enjeu	Evolution supposée		Commentaires
		Avec le projet	Sans le projet	
POPULATION ET SANTE HUMAINE				Le projet de PER demandé par Vulcan Energie n'aura pas d'influence sur les populations ou la santé humaine.
MILIEUX NATUREL BIODIVERSITE				Les plateformes de forages s'implanteront en dehors des milieux naturels à fort enjeu écologique.
GEOLOGIE				Vulcan Energie, par le biais de son programme exploratoire et par la volonté de transparence et de publications scientifiques, permettra d'aboutir pour les scientifiques à une meilleure connaissances de la géologie locale et des différents types d'aquifères en Alsace du Sud.
HYDROGEOLOGIE				
EAUX SUPERFICIELLES				Le projet de PER demandé par Vulcan Energie n'aura pas d'influence sur la qualité des eaux superficielles
POLLUTION DES SOLS				Vulcan Energie procédera à la dépollution des sols sur lesquels les plateformes de forage s'implanteront.
CLIMAT				Compte tenu de la nature du projet celui-ci ne sera pas de nature à engendrer un effet sur le climat.
QUALITE DE L'AIR				A l'échelle du PER, le projet ne sera pas à l'origine de rejets atmosphériques (à l'exception des véhicules).
PATRIMOINE CULTUREL ET ARCHEOLOGIQUE				/
PAYSAGE				Vulcan Energie s'efforcera de limiter l'impact visuel de ses installations. A noter que les futures plateformes de forage feront l'objet d'une étude d'impact dédiée qui traitera de l'intégration paysagère
RISQUES NATURELS				/
RISQUES TECHNOLOGIQUES				/

1.5. Facteurs environnementaux susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet

THEMES	ENJEUX
POPULATION ET SANTE HUMAINE	Nuisances sonores principalement durant la phase chantier
MILIEUX NATUREL BIODIVERSITE	Préserver les habitats et les espèces lors des opérations de recherche (Milieux naturels remarquables et zone Natura 2000)
GEOLOGIE	Contexte géologique = données essentielles au projet d'extraction de lithium mais peu d'enjeux notable identifiés
POLLUTION DES SOLS	Préserver la qualité des sols
HYDROGEOLOGIE	Préserver la qualité des eaux souterraines et de la ressource en eau Eviter la mise en communication de nappes différentes dans le cadre des forages
EAUX SUPERFICIELLES	Eviter de dégrader la qualité des eaux superficielles
CLIMAT	Pas d'enjeu notable identifié
QUALITE DE L'AIR	Limiter les émissions atmosphériques et assurer la conformité des véhicules/engins utilisés au stade du PER
PATRIMOINE CULTUREL ET ARCHEOLOGIQUE	Préserver le patrimoine culturel et archéologique concerné dans le périmètre du PER
PAYSAGE	Préserver le patrimoine paysager de la plaine, des rieds, de la bande rhénane et du piémont
RISQUES	Prévenir l'apparition de phénomènes sismiques induits par l'activité de forage et d'exploitation des sites. Prise en compte des autres risques naturels (inondation, coulées de boues, retrait-gonflement d'argiles, ...) Prise en compte des risques industriels (conduite gaz, conduite d'hydrocarbures, PPRt)

Au stade du PER, le projet n'est pas de nature à porter atteinte à son environnement.