



arverne
GROUP

Membre d'Arverne Group
entreprise à mission

2gré



*Mise à jour des informations relatives à la demande de Permis
Exclusif de Recherches de Lithium et substances connexes de
La Plaine du Rhin de 2gré
(Anciennement Georhin)
Version allégée*

3.

Capacités techniques

Rédaction du document

Référence interne	Date	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
3_PER de La Plaine du Rhin	19/10/2023	Romain DUHAMEL	Damien BEVILLON	Pierre BROSSOLLET

Diffusion du document

Date	Destinataire	Organisme	Version numérique	Version papier
25/09/2023		DGALNC / BRESS	1	0
25/09/2023		DREAL	1	0

2gré - 49 Route d'Agen 47310 Estillac
Adresse de correspondance : 2gré chez Arverne Group, 2 avenue Pierre Angot 64000 Pau
SAS au capital de 3 210 000 € | RCS AGEN 529 770 646 | Siret : 529 770 646 00030 | Code APE 7112B

www.2gre.fr

Table des matières

1	Justification des capacités techniques	7
1.1	Equipe actuelle de la Société 2gré	7
1.1.1	Équipe Dirigeante	7
1.1.2	Équipe Géoscience	8
1.1.3	Equipe Surface.....	9
1.1.4	Equipe d’exploitation	9
2	Le Groupe Arverne (ou Arverne Group)	9
2.1	Capacités Techniques des filiales en synergie avec 2gré	10
2.1.1	Lithium de France.....	10
2.1.2	Arverne Drilling Services	13
2.1.3	Expertise et Qualité au sein de ADS	17
2.1.4	La machine de forage	18
2.1.5	Partenariat industriel dédié au forage.....	19
2.1.6	Expérience forage de ADS/DrillDeep.....	21
2.2	Autres partenariats et programmes R&D	22
2.2.1	Partenariats académiques	22
2.2.2	Programmes de R&D	24
2.2.3	Un partenariat industriel et de recherche soutenu par les Investissements d’Avenir – GIS GEODENERGIES : la société adionics	25
3	Réalisations exploratoires sur le territoire	27

Table des figures

Figure 1: Organigramme des sociétés d'Arverne Drilling Services (source : ADS). DRILLHEAT est une filiale à 50% de ADS.....	14
Figure 2: Schéma d'un RIG en co-construction, (Source : Herrenknecht Vertical GmbH)	15
Figure 3: Aperçu des activités de Drillstore (source : ADS).....	16
Figure 4: Rig B04 de 450 tonnes (ici sur le site de Vendenheim en Alsace).....	20
Figure 5: Photo du nouveau RIG B04 450T appartenant à Georhin pour le 2 nd forage sur le secteur de Vendenheim.	29

Table des tableaux

Tableau 1: Liste des collaborateurs opérationnels de Lithium de France	11
Tableau 2: Exemples de Références de Herrenknecht en géothermie profonde.....	20
Tableau 3: Exemples de Références de DrillDeep dans le forage.	21
Tableau 4: Projection budgétaire sur l'exploration des PER	27

1 Justification des capacités techniques

2GRÉ avec le support et la synergie des filiales du Groupe Arverne (voir document #1 Identité du Déclarant) a construit son organisation avec l'objectif de maîtriser les risques sous-sols ainsi que le forage des puits de production et d'injection qui est l'outil industriel essentiel du développement de la géothermie et de l'extraction des minéraux en solution ainsi que les mesures fond de trou spécifiques à la géothermie profonde.

La société 2GRÉ possède sa propre capacité d'études et savoir-faire du sous-sols en termes de Géophysiques, Géologie, Hydrogéologie, et Production puits.

La société sœur ARVERNE DRILLING SERVICES (ADS), et sa filiale DRILLDEEP constitue l'ossature industrielle du forage profond.

En particulier, la réflexion est engagée sur l'investissement dans un appareil de forage lourd qui permettrait le développement de la phase d'exploitation en cluster. Dans le cadre de la transformation de son parc machine, DRILLDEEP se dote d'un nouveau rig électrique co-conçu avec le constructeur Allemand Herrenknecht Vertical. Plus sûr, plus silencieux, plus respectueux de l'environnement, plus agile pour une intervention plus courte et discrète, ayant pour objectif de livrer des ouvrages durables et de qualité.

L'encadrement de l'équipe forage se fera au travers de l'expérience de la filiale ADS qui repose sur des cadres expérimentés de l'industrie pétrolière, avec formation des équipes nouvelles sur les différents sites école du bassin de Pau (sonde école, formation contrôle éruption de Pau, formation diverse de sécurité...).

Les opérations menées dans le cadre de cette demande de PER de la Plaine du Rhin seront supervisées par :

- Mr Pierre Brossollet, Président d'Arverne Group
- Mr Damien Bévillon, Directeur Général par intérim de 2gré

2GRÉ, anciennement connue sous le nom de Georhin et Fonroche Géothermie, est en cours de restructuration suite à son intégration au sein du groupe Arverne. Cette restructuration vise à renforcer et à élargir l'équipe existante pour répondre aux défis croissants du développement de la géothermie.

De plus, 2GRÉ bénéficiera de la synergie avec les autres filiales du groupe Arverne, notamment ARVERNE DRILLING SERVICES, DRILLHEAT et LITHIUM DE FRANCE. Ces filiales apportent une expertise complémentaire dans des domaines tels que le forage, l'installation de sondes géothermiques et le développement de projets en synergie avec la chaleur géothermale et le lithium vert. Leur collaboration renforcera la capacité de 2GRÉ à mener à bien ses projets de géothermie et recherche de Lithium et connexes.

En particulier, Lithium de France interviendra en expert pour l'extraction du Lithium en solution et éventuellement des minéraux connexes, de l'eau géothermale.

1.1 Equipe actuelle de la Société 2gré

1.1.1 Équipe Dirigeante

Pierre Brossollet : Président Directeur Général (PDG) d'Arverne Group et Président de 2gré

Fondateur et Président du Groupe Arverne, Il est diplômé de l'ESTP (Ecole Supérieur des Travaux Publics). 20 ans d'expérience en Forage et gestion de projet dans des grandes compagnie pétrolière tel que Total. Il est en charge du développement et de la gestion du groupe et de ses filiales.

Sébastien Renaud : Directeur Général Adjoint (DGA) et CFO d'Arverne Group

Directeur Général Adjoint et CFO d'Arverne Group. Il est diplômé de l'Ecole Polytechnique et de HEC. 10 ans d'expérience en Géosciences dans des grandes compagnie pétrolière tel que Total et 10 ans au sein de la banque BNP pour le financement industriel et projets.

Guillaume Tarnaud : Directeur de Développement d'Arverne Group

Co-fondateur d'Arverne, il est diplômé de l'école d'ingénieur des Arts et Métiers. 20 ans d'expérience en Forage dans des grandes compagnie pétrolière tel que Total. Il est responsable du développement et des activités opérationnelles au sein d'Arverne Group, notamment des activités forages.

Loic Haslin : Directeur Général d'Arverne Drilling Services

Diplômé d'un Master d'Ingénierie à ING Grenoble, il est Directeur Général d'Arverne Drilling Service (ADS) et de ses filiales tel que DrillHeat. Il a 20 ans d'expérience au sein de la compagnie de service Schlumberger.

Damien Bévillon : Directeur Général par intérim de 2gré

Co-fondateur d'Arverne, il est diplômé d'un doctorat de recherche à l'IFP (Institut Français du Pétrole) et université de Lille. 25 ans d'expérience en tant qu'ingénieur réservoir et gestion de projet Géosciences dans des compagnies pétrolières. Il est en charge de la gestion de 2gré et de son développement.

Jean-Philippe Soulé : Conseiller Technique

Ingénieur civil des Mines, plus de 34 ans d'expérience dont 12 ans dans le forage d'exploration et de production pétrolière à l'international, et 22 ans dans l'innovation et le développement des énergies renouvelables en France.

1.1.2 Équipe Géoscience

Romain Duhamel : Géologue de sonde et structuraliste

Diplômé d'un Master « Dynamique Terrestre et Risques Naturels » à l'Université Montpellier 2. Il effectue son stage de fin d'étude, en 2016, en tant que géophysicien opérationnel chez Georhin avant de prendre le poste de géologue de sonde sur VDH-GT1. Il travaille avec l'équipe sur la modélisation structurale des réservoirs géothermiques.

Marine Jolivet : Géophysicienne

Diplômée d'un Master « Dynamique Terrestre et Risques Naturels » à l'Université Montpellier 2. Elle a effectué un stage de fin d'étude, en 2016, en tant que géophysicienne chez Georhin. Elle gère les acquisitions et interprétations géophysiques et le suivi de la microsismicité.

Ricardo Perez : Hydrogéologue et géochimiste

Diplômé du Master « Hydrogéologie Qualitative et Quantitative – Environnement » de l'Université de Montpellier II et Ingénieur Pétrolier de l'Université Surcolombiana (Colombie). Il est en charge, depuis 2019, des modélisations hydrogéologiques, d'assurer le suivi des tests de puits ainsi que le suivi géochimique en surface.

Ewan Poulmar'ch : Chef de Projet Géothermie

Diplômé d'un Master 2 Science de la Terre - Université de Rennes 1 et d'un Mastère spécialisé « gestion durable des ressources Minérales » par l'exploration, l'exploitation et la réhabilitation minière - ENAG - BRGM School – Orléans, il est en charge des projets de développement de géothermie. Il a été 15 ans géologue et hydrogéologue chez Fonroche géothermie puis en géotechnique chez Geotec.

Pierre Bouxin : Géomaticien – Spécialiste SIG et Data Science

Diplômé ingénieur d'UniLaSalle Beauvais, il est en charge de la géomatique et de la gestion et analyse des données. Sa spécialité de géologue lui permet de travailler aussi sur des projets de géothermie. Il a 10 ans d'expérience en tant que géologue et géomaticien chez Total

1.1.3 Equipe Surface

Olivier Heckel : Expert Conception Réalisation

Ingénieur Art et Métier, ECAM et Executive MBA Paris Dauphine, 20 ans de développement/direction de PME dans les process de valorisation de déchet et équipement innovant pour l'environnement et gestion de projet de construction de process industriel. Il a assuré la construction de la centrale géothermique de Vendenheim et porte le savoir-faire EPC du groupe.

1.1.4 Equipe d'exploitation

Deux opérateurs sur le site de la centrale :

- Guillaume Profit : Technicien de maintenance centrale
- Djilali Hamadouche : Technicien surveillance et suivi des géophones.

2 Le Groupe Arverne (ou Arverne Group)

Arverne est un acteur industriel et pluridisciplinaire de la transition énergétique, qui met son expertise et son éthique professionnelle au service des territoires, dans le cadre de la valorisation locale et écologiquement responsable des ressources du sous-sol, pour un mix énergétique innovant et adapté aux besoins des générations à venir.

Né en mars 2018, **le groupe Arverne a été créé par des spécialistes de la valorisation énergétique des ressources souterraines, formés à l'école des hydrocarbures** et désireux de mettre leur savoir-faire au service d'une transition énergétique qui garantisse la prospérité de nos économies locales.

Le groupe Arverne se positionne comme **acteur** incontournable du secteur de la décarbonation et **de la production d'énergie renouvelables issues du sous-sol en France et en Europe, à travers ses filiales diversifiées et complémentaires** :

Le document '#1 Identité du Déclarant' décrit en détail le Groupe Arverne (ou ARVERNE GROUP) et ses filiales ainsi que sa logique de développement.

Les filiales ont pour objectifs de maîtriser les différents niveaux nécessaires au développement de la géothermie, tant au niveau des capacités :

- de **forage** avec les sociétés :

- contracteurs de forage' existantes : ARVERNE DRILLING SERVICES, DRILL HEAT
- en création : DRILL DEEP, DRILL STORE
- o en tant qu'**opérateur de production** et **expertises sous-sols** avec les sociétés :
 - LITHIUM DE FRANCE, production de chaleur et de Lithium géothermal
 - 2GRÉ, production de chaud et de froid par la géothermie

2.1 Capacités Techniques des filiales en synergie avec 2gré

2GRÉ regroupe les compétences techniques du sous-sol, l'exploitation de la ressource de chaleur.

La structure du groupe Arverne met à disposition des compétences en financement, administratives, juridiques, comptables, RH et communications.

De plus, 2GRÉ bénéficie de l'expérience et des capacités techniques des autres filiales du Groupe Arverne tels que LITHIUM DE FRANCE et de ARVERNE DRILLING SERVICES.

La commercialisation de la thermie (chaud / froid) sera réalisée en partenariat avec des spécialistes locaux de la distribution.

2.1.1 Lithium de France

Lithium de France est une filiale du groupe Arverne créée en 2020 dont le siège social se situe à Bischwiller dans le département du Bas Rhin. La raison d'être de Lithium de France, est de répondre à la fois à un besoin local en chaleur et national pour approvisionnement en métaux critiques tel que le lithium. A ce jour (août 2023), afin de démarrer toute phase exploratoire pour rechercher les ressources précédemment citées, Lithium de France a fait 4 demandes de Permis Exclusifs de Recherches dans le nord de l'Alsace, dont :

- deux PER de gîtes géothermiques :
 - PER « Les Sources », d'une surface de 171 km², obtenu par arrêté ministériel le 22 juin 2022 ;
 - PER « Les Poteries », d'une surface de 151 km², obtenu par arrêté ministériel le 10 août 2023 ;
- Deux PER de mines de lithium et autres substances connexes :
 - PER « Les sources alcalines » d'une surface de 158 km², obtenu par arrêté ministériel le 24 juillet 2023 ;
 - PER « Les Poteries Minérales », d'une surface de 151 km, toujours en cours d'instruction en août 2023.

L'obtention de ces PER a permis à Lithium de France de lancer rapidement des campagnes exploratoires sur le territoire. Les principales phases exploratoires déployées sur site depuis l'obtention du PER « Les Sources » en juin 2022 ont été :

- Une campagne d'acquisition sismique 3D diurne sur 60 km² à l'est du PER « Les Sources » en septembre 2022 ;
- Une campagne d'acquisition sismique 2D/3C à l'est du PER « Les Sources » en septembre 2022 ;
- Une campagne d'acquisition électromagnétique à source contrôlée (CSEM) et à ondes transverses (Ttem) à l'est du PER « Les Sources » en octobre 2022 ;
- Une campagne de forages de gradient de chaleur jusqu'à 200 mètres de profondeur dont trois forages de géothermie de minime importance (GMI) réalisés afin de faire des mesures de température dans

un premier temps et puis transformés par les propriétaires en source d'énergie en les couplant avec une pompe à chaleur, en mai 2023 ;

- Une campagne d'acquisition sismique 3D diurne et nocturne sur 100 km² au sud du PER « Les Sources » en août 2023 ;
- Une campagne d'acquisition sismique 2D sur plus de 10 km au droit du PER « Les Poteries » en septembre 2023.

La réalisation dans d'excellentes conditions de ces campagnes de levés géophysiques font de Lithium de France un atout notable pour l'expertise du groupe dans le domaine de l'exploration, ainsi que dans le domaine de la communication afin de susciter l'adhésion dans le nord de l'Alsace.

En septembre 2023, Lithium compte désormais 30 collaborateurs répartis dans trois branches principales : un pôle sous-sol comprenant les équipes focalisées sur l'exploration et l'ingénierie de forage » et un pôle surface comprenant les équipes travaillant sur le procédé géothermie et sur le procédé Lithium ainsi qu'un pôle « Asset & Planning ». Le tableau synthétique de l'équipe opérationnelle de Lithium de France est représenté ci-dessous :

Tableau 1: Liste des collaborateurs opérationnels de Lithium de France

Nom	Formation	Poste	Expérience
ALDOORI Hussam	Doctorat en Chimie	Ingénieur Chimiste	Expérience dans la conception des procédés chimiques et dans l'élaboration des matériaux adsorbants
BORREL Guillaume	Polytechnicien	Directeur Général	Plus de 20 ans d'expérience dans les domaines parapétroliers
BOSIA Clio	Doctorat en Géochimie	Cheffe de Projet « Lithium »	Expérience en gestion de projet de géothermie et extraction de lithium géothermal
CAUREL Jean	Doctorat en Hydrogéologie	Directeur Forage	35 ans d'expérience dans le domaine pétrolier
FOUCAULT Hubert	Ingénieur géologue	Responsable ingénierie forage	30 ans d'expérience en génie civile et design de forages pétroliers
GOERKE Xavier	Ingénieur Mécanique	Responsable Développement	15 ans d'expérience dans en géothermie et développement industriel
GRAFF Jean-Jacques	Ingénieur Art et Métiers	Directeur Géothermie	Plus de 20 ans d'expérience dans la géothermie
JACQUEMONT Jérôme	Ingénieur réservoir	Directeur des opérations	20 ans d'expérience dans la gestion de projets pétroliers et ENR
KLEE Johanne	Doctorat en Géologie	Géologue	Expérience en géothermie profonde en lien avec le Fossé rhénan
MILLOT Romain	Doctorat en Géochimie	Directeur Scientifique	20 ans d'expérience au sein du BRGM sur les thématiques liées au lithium
MONTEIL Stéphane	Ingénieur HSE	Responsable HSE	25 ans d'expérience dans le domaine HSE dans le domaine de l'industrie et la supervision de chantier
MOREAU Ella	Doctorat en Chimie	Ingénieure Hydrométallurgiste	Expérience en extraction chimique des métaux
NICOLAS Laurent	Polytechnicien	Directeur Assets & Planning	Plus de 20 ans d'expérience dans les domaines pétroliers et gaziers
ROCHE Pierre-Henri	Ingénieur en Géophysique	Géophysicien	5 ans d'expérience dans les sciences géophysiques et la R&D
RODRIGUES Maitê	Ingénieure Chimiste	Ingénieure en Génie des Procédés Chimiques	4 ans d'expérience dans la création d'un projet d'expansion industrielle

MESSANT Alexis	Master en géosciences	Géomaticien	5 ans d'expérience dans la gestion des bases de données minières (BRGM,..)
SEIBEL Olivier	Ingénieur Mines de Nantes	Ingénieur Génie des Procédés	10 ans d'expérience dans l'énergie et la géothermie
SOUBEYRAND David	Ingénieur en Géologie	Directeur Sous-sol	Plus de 20 ans d'expérience dans les domaines pétroliers et gaziers
SY Taha	Master en Géologie	Géologue	Expérience en identification de cuttings et approche structurale socle-couverture
VIDAL Jeanne	Doctorat en Géologie	Géologue	Expérience en géologie appliqué à la géothermie dans le Fossé rhénan
WATTELLE Gwendoline	Ingénieure Environnement	Ingénieure Environnement et Titres Miniers	5 ans d'expérience dans le domaine de l'environnement et du réglementaire
WYNANTS Nicolas	Doctorat en modélisation sismo-hydro-mécanique	Ingénieur Géomécancien	6 ans d'expérience dans les modélisations hydromécaniques partiellement dans le Fossé rhénan

Concernant les aspects liés au développement du procédés d'extraction du lithium, Lithium de France s'appuie tout d'abord sur l'expertise de ses actionnaires principaux, dont notamment :

- Equinor Energy AS, principale filiale opératrice de l'énergéticien norvégien Equinor (anciennement Statoil). Un accord de collaboration stratégique a été signé en 2022 avec la société permettant de mettre en place très rapidement des collaborations techniques sur des sujets d'intérêt commun. Concernant les travaux d'exploration entrepris par Lithium de France, cette relation privilégiée avec Equinor permet à Lithium de France de bénéficier d'avis d'experts tant pour les domaines techniques (géophysiques, géochimie) que pour les questions opérationnelles ;
- Hydro Energy est présent dans divers marchés pour l'énergie, le recyclage de l'aluminium et des métaux et les énergies renouvelables. Cette entreprise est composée de plus de 30 000 employés répartis dans 40 pays. Le projet de Lithium de France s'inscrit parfaitement dans le cadre du programme d'Hydro sur les matériaux de batteries durables, avec un bon potentiel de valeur à l'horizon 2030. En effet, depuis 2017, Hydro Batteries s'est engagée dans des entreprises sélectionnées.

Dans le cadre de sa vision de promouvoir la synergie entre les différents opérateurs de la filière de géothermie et de l'extraction du lithium géothermal, Lithium de France a, depuis sa création, cherché à nouer des liens avec le monde académique et industriel dans les domaines des sciences du sous-sol appliquées à la géothermie et à la recherche minière ainsi que les domaines de l'extraction et de la transformation du lithium. Lithium de France pour le développement des techniques d'extraction adaptées au contexte géothermal.

Lithium de France bénéficie donc de l'apport scientifique des experts de la géologie du Fossé rhénan supérieur et du savoir-faire des développeurs de technologie dont le cœur du métier est l'élaboration des méthodes de capture du lithium permettant une production écoresponsable et qui regroupent des compétences supplémentaires qui viennent compléter les connaissances de l'équipe de Lithium de France. Un projet R&D est notamment en cours de réalisation pour le pilotage du BRGM : le projet ANR Gliter.

Le projet GLITER, sélectionné en juillet 2022 par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) dans le cadre de l'appel à projets générique AAPG 2022, comité CE50 – Sciences de base pour l'énergie, catégorie Projet de Recherche Collaborative Entreprise (PRCE), est piloté par le BRGM, en collaboration avec l'IFPEN, l'université de la Sorbonne, Lithium de France et CGG. Il s'intitule « investigation intégrée et multi-échelle des sources et chemins de circulation de la chaleur et du lithium dans un système géothermal profond : focus sur le Fossé rhénan »

À l'échelle régionale, si l'histoire tectonique ayant conduit à l'ouverture du Fossé rhénan semble maintenant bien reconstituée, les mécanismes qui ont prévalu à cette ouverture ainsi que les schémas de circulation des saumures dans les différentes formations géologiques profondes ne sont pas tous connus. Le projet de

recherche GLITER va nous aider à améliorer notre compréhension du système lié à la géodynamique du rift et son contrôle sur la circulation des fluides chauds et les investigations géochimiques relatives à la source et à la mobilisation du lithium.

GLITER vise à fournir un modèle global du système combiné « géothermie et lithium » et une cartographie inédite des zones, où la chaleur et le lithium sont durablement disponibles (« sweet spots »). Ce projet constituera un atout précieux pour la collaboration 2gré-Lithium de France afin de sélectionner les cibles de forages les plus favorables.

Afin d'identifier la technologie d'extraction du Lithium sur les différents sites de projets, Lithium de France travaille à la conception d'un pilote d'extraction du lithium dans l'objectif de tester différentes technologies DLE (Direct Lithium Extraction) dans des conditions opératoires et physico-chimiques similaires à celles rencontrées au droit du Fossé rhénan. Pour cela, Lithium de France collabore avec plus d'une dizaine de fournisseurs de technologies ayant développé leurs propres techniques pour réaliser des études de faisabilité de récupération du lithium à partir des saumures analogues aux eaux géothermales du Fossé rhénan. L'objectif est de tester un éventail de technologies différentes afin de les comparer et d'identifier celles qui conviennent le mieux aux contraintes techniques et environnementales fixées par Lithium de France. Le PER de « La Plaine du Rhin » étant situé à proximité des PER de Lithium de France, le développement de ces technologies pourra bénéficier de ces recherches dans le développement de ses projets.

En parallèle des aspects liés au développement du procédé lithium, le 8 mars 2023, Lithium de France s'est allié avec le groupe TELLOS afin de travailler ensemble pour le développement de la géothermie et la distribution de la chaleur en Alsace du nord. TELLOS est un groupe indépendant avec plus de 40 d'expérience dans la région, dont le siège se situe à Herrlisheim dans le Bas Rhin et est notamment spécialisé dans le développement et la gestion des infrastructures réseaux innovantes.

2GRE pourra ainsi bénéficier de cet accord privilégier entre TELLOS et Lithium de France pour le développement de ses projets.

Concernant le réseau dans lequel Lithium de France évolue sur les aspects Lithium, la filiale sœur de 2gré fait partie du Comité Stratégique de Filière des Nouveaux Systèmes Energétiques, au sein duquel ils participent au Groupe de Travail sur la Batterie qui a pour vocation de fédérer la filière française de la batterie.

Lithium de France est également membre de l'Alliance des Minerais, Minéraux et Métaux (A3M) et, au niveau européen, Lithium de France est membre de l'European Raw Materials Alliance (ERMA) ainsi que de l'European Battery Alliance (EBA).

Plus récemment, Lithium de France a intégré l'association internationale IliA (International Lithium Association) et travail avec eux sur plusieurs groupes de travail.

Dans le cadre de ce PER « La Plaine du Rhin », 2gré pourra s'appuyer sur l'expertise de Lithium de France dans le cadre de ses futures campagnes d'exploration, mais également sur son équipe dédiée aux développements du procédé d'extraction du lithium. Les collaborations dans le monde de la mine et de la recherche scientifique viendront renforcer son expertise dans le domaine afin que l'exploration de ce PER soit un succès pour 2gré.

2.1.2 Arverne Drilling Services

Fondé en 1958, ENTREPOSE DRILLING, connue sous le nom de COFOR jusqu'en 2015, devient ARVERNE DRILLING en 2020, et capitalise sur plus d'un demi-siècle d'expérience en forage, en maintenance et en abandon de puits avec de nombreuses références en France, Afrique et Asie.

ARVERNE DRILLING devient ARVERNE DRILLING SERVICES (ADS) en 2023, reflétant ainsi une nouvelle organisation venant apporter au marché de la géothermie et du stockage souterrain une société de services de haute expertise.

Arverne Drilling a été cédé à un tiers (société de forage ouest africaine) début 2023.

Des actifs relevant de l'activité work over sur les puits O&G ont été cédés, ces rigs n'étant plus au standard attendu par les opérateurs européens.

La société qui regroupe les actifs forage et le personnel est désormais Arverne Drilling Services.

Les capacités techniques pour la partie forage sont donc regroupées dans cette structure.

Les sociétés Drilldeep et Drillstore sont en cours de création, dans un objectif moyen terme de concentrer la spécialisation et le savoir-faire spécifique de chaque sous métier du forage.

Une campagne de recrutement est en cours notamment pour équiper les nouveaux rig. La flotte résiduelle est entièrement opérationnelle.

La création de drilldeep est planifiée avant fin 2023 et celle de drillstore courant 2024.

ARVERNE DRILLING SERVICES est implanté à Pau (64) et sa base logistique est située à Maisse (91)
(www.arvernedrilling.earth)

ADS est une filiale à 100% du groupe Arverne, dont la raison d'être est portée par chacune de ses business units :

- **DRILLDEEP** pour la Géothermie Profonde,
- **DRILLHEAT** pour la Géothermie de Surface,
- **DRILLSTORE** pour le Stockage Souterrain.

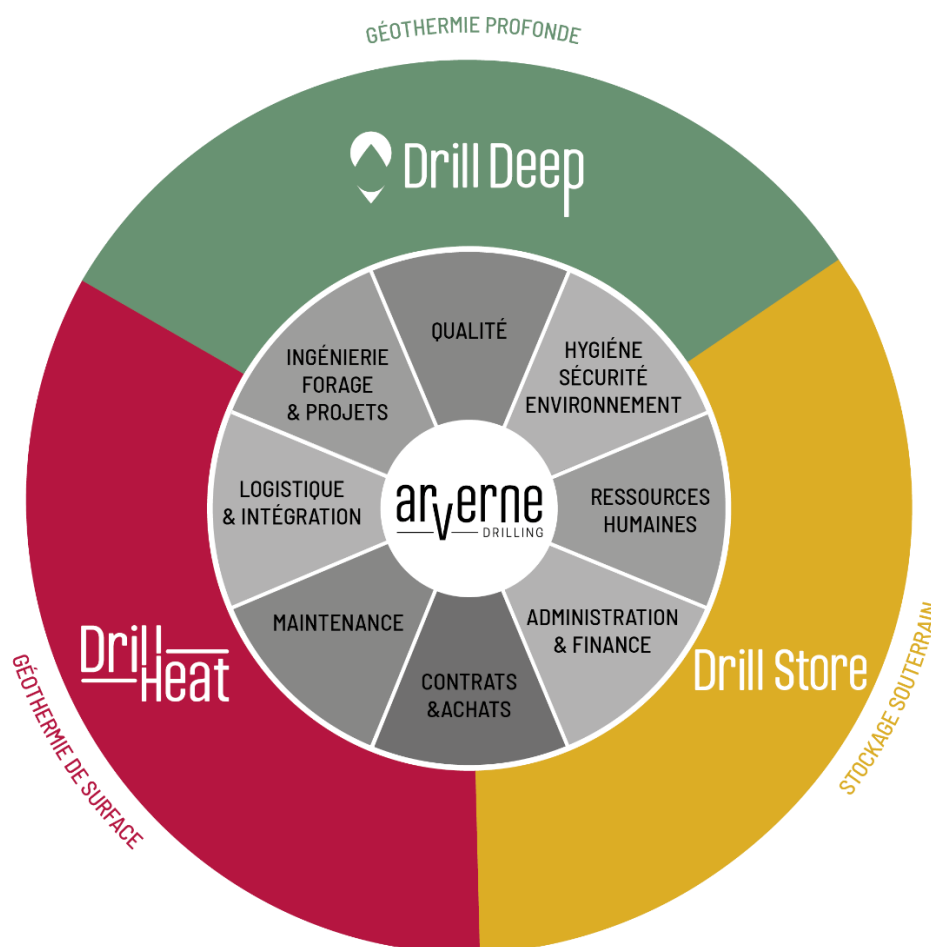


Figure 1: Organigramme des sociétés d'Arverne Drilling Services (source : ADS). DRILLHEAT est une filiale à 50% de ADS.

Fort de ses expériences passées dans le forage, Arverne Drilling Services, à travers sa filiale DrillDeep (société en création), a déjà réalisée une cinquantaine de forages en Europe et dans le monde dont la liste est présentée dans la section 2.1.6 de ce document.

2.1.2.1 DrillDeep | Géothermie Profonde

DRILLDEEP (société en création) est spécialisée dans le forage et l'entretien de puits pour la géothermie profonde.

Les équipes de DRILLDEEP ont développé un savoir-faire unique concernant le forage de puits géothermiques profonds et offre un palmarès de performances incontestables en Europe et aux Caraïbes avec environ 50 puits géothermiques forés de 1000 mètres à 3600 mètres de profondeur, et des températures de fond variant de 70°C à 280°C.

Dans le cadre de la transformation de son parc machine, DRILLDEEP se dote d'un nouveau rig électrique co-conçu avec le constructeur Allemand Herrenknecht Vertical. Plus sûr, plus silencieux, plus respectueux de l'environnement, plus agile pour une intervention plus courte et discrète, ayant pour objectif de livrer des ouvrages durables et de qualité, ce nouveau rig répondra à un cahier des charges nourri de l'expérience cumulée des projets nombreux et variés réalisés au cours des années.

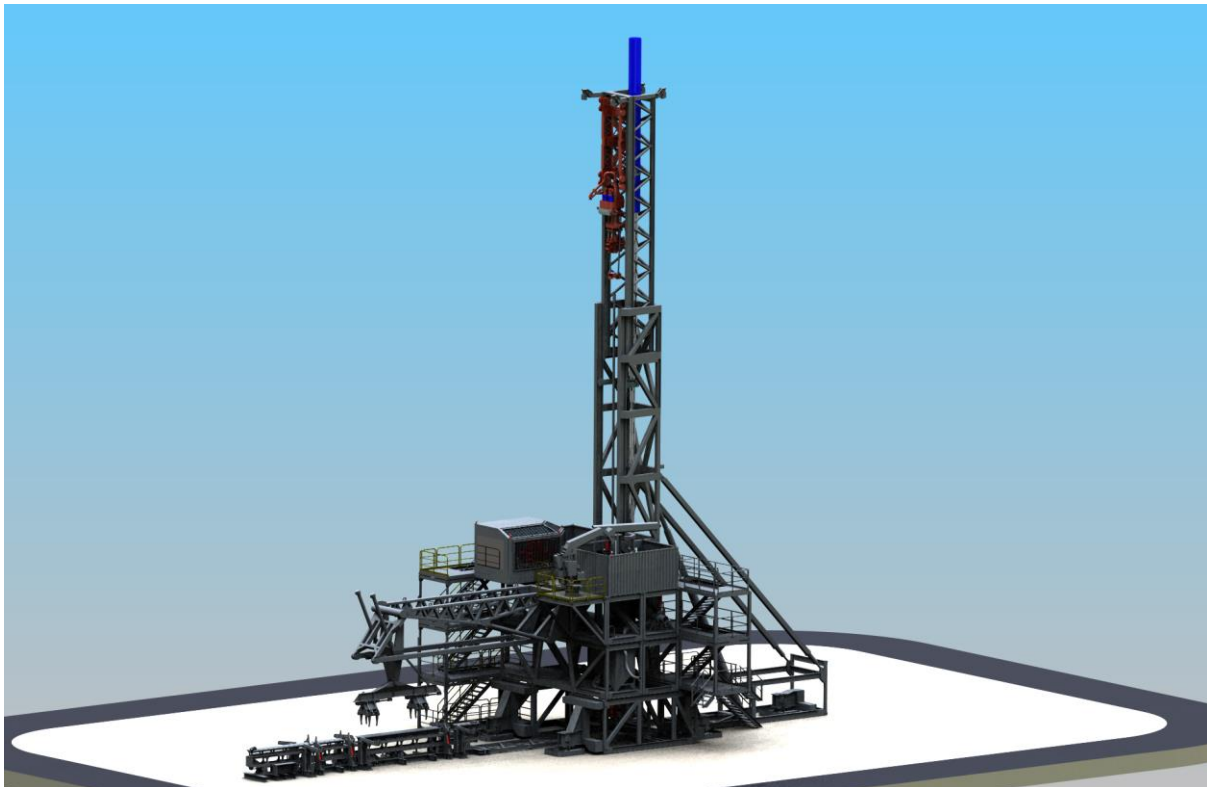


Figure 2: Schéma d'un RIG en co-construction, (Source : Herrenknecht Vertical GmbH)

La réitération de cette démarche de co-construction permettra à DRILLDEEP de se doter d'un parc de 4 rigs électriques de puissance variée, de 200 à 450 tonnes d'ici à 2030.

2.1.2.2 DrillHeat / Géothermie de surface

DRILLHEAT est spécialisée dans le forage et l'installation de sondes géothermiques et de mesures de gradient. Robustes, performantes et écologiques, les unités de forage de DRILLHEAT sont de fabrication française et italienne, et permettent d'œuvrer avec sérénité sur tout le territoire, pour forer dans les terrains les plus durs afin d'atteindre des profondeurs de quelques dizaines de mètres à plus de 250 mètres de profondeur.

Depuis la création de DRILLHEAT, 20 000 mètres de sondes ont été forées avec 3 machines, soit environs 100 sondes de 200m chacune. DRILLHEAT fera l'acquisition de nouvelles machines avec l'objectif de forer 20 km / an / atelier (1 rig = 1 atelier).



2.1.2.3 DrillStore | Stockage souterrain

DRILLSTORE (société en création) est spécialisée dans le forage et l'entretien de puits pour le stockage souterrain.

Titulaire d'un contrat cadre pluriannuel avec l'entreprise française STORENGY avec le rig MR8000 pour l'entretien de puits de stockage de gaz, DRILLSTORE met à disposition de chaque projet un personnel qualifié, expérimenté, formé, disposant des habilitations et certifications requises pour réaliser le programme de travail qui lui est confié. Les équipes sont constituées en prenant en compte les capacités de synergie et de coopération propres à des personnes travaillant ensemble depuis de nombreuses années.



Figure 3: Aperçu des activités de Drillstore (source : ADS)

2.1.3 Expertise et Qualité au sein de ADS

Les équipes opérationnelles support s'appuient sur l'expertise de chacun de leurs membres, pour fournir aux Business Units un support de qualité, complet et unique en France :

- Qualité
- Hygiène, Sécurité, Environnement :
- Administration & Finance
- Contrats & Achats
- Ingénierie forage & projets
- Logistique & Intégration
- Maintenance
- Ressources Humaines

ADS s'appuie sur un savoir-faire inégalé en France pour réaliser les puits dans les règles de l'art.

ADS s'attache à fournir le meilleur en termes de services de forage et de workover en capitalisant sur le professionnalisme de ses collaborateurs, sur des technologies de pointe et sur des standards HSE intransigeants :

- **L'hygiène, la sécurité et l'environnement** : avec un objectif de zéro accident avec arrêt et de zéro pollution, l'entreprise s'est fixée un objectif ambitieux en termes de HSE, convaincue que tout accident peut être évité. L'atteinte de ces objectifs passe par une implication au quotidien du management et de l'ensemble des collaborateurs ainsi que par la formation et la sensibilisation de tous.
- **Les collaborateurs** : convaincu que le développement des collaborateurs est au cœur de la réussite et que l'implication individuelle et collective est la clé du succès, ADS attache une importance toute particulière à la formation et à la liberté d'expression au sein de l'entreprise. Chaque collaborateur reçoit des formations à la fois théoriques et pratiques sur chantier. Des dispositifs de remontée des suggestions terrains sont mis en place et chaque manager a obligation d'assurer une forte présence sur chantier pour favoriser les échanges.
- **L'excellence opérationnelle** : conscient des enjeux financiers de ses clients, ADS s'attache à offrir un service sans faille en s'assurant de la disponibilité maximale de ses équipements, notamment à travers des programmes stricts et rigoureux de maintenance préventive de ses équipements, et en optimisant les temps de transport et de montage des appareils.
- **La technologie** : afin de mieux répondre à certains challenges, ADS a investi dans des appareils hydrauliques de forage et de workover de dernière génération, permettant non seulement d'atteindre des performances opérationnelles inégalées, mais aussi conçus pour une sécurité améliorée des opérateurs.

L'amélioration continue étant au cœur des préoccupations d'ADS, une application a été mise en place à destination des collaborateurs et des clients : SéQUOIA (Sécurité, Qualité, Observations, Initiatives et Amélioration). Ce module permet la remontée d'informations et d'observations et le suivi de leur traitement.

ADS a lancé en 2023 le renouvellement des certifications ISO dont les référentiels sont listés ci-dessous :

- ISO 9001 : en 2015

Créée en 1987, la certification ISO 9001 définit les critères de mise en œuvre d'un produit ou d'un service conforme aux exigences des clients dans une pratique d'amélioration continue. Sur le plan économique cette certification qualité démontre l'engagement d'une organisation envers la qualité, renforce sa crédibilité et facilite la confiance des clients, partenaires et parties prenantes.

- ISO 14001 : en 2015

La norme ISO 14001 repose sur le principe d'amélioration continue de la performance environnementale par la maîtrise des impacts liés à l'activité de l'entreprise. Celle-ci prend un double engagement de progrès continu et de respect de la conformité réglementaire.

- ISO 45001 : en 2018

L'objectif de la certification ISO 45001 est de mettre en œuvre un système de gestion de la Santé et de la Sécurité au Travail (SST) performant permettant de réduire les risques d'accidents dans toutes les fonctions de l'entreprise. Au préalable, une évaluation des dangers potentiels est effectuée afin d'identifier les actions à réaliser pour être en concordance avec le référentiel.

Ces certifications concernent les chantiers menés par ADS basé à Maisse (91) et dont le siège social se situe à Pau (64).

2.1.4 La machine de forage

Description type du rig nécessaire :

- Diesel électrique, avec capacité de raccordement réseau électrique
- Mât : 350 à 450 tonnes
- Substructure : table de rotation : 500 tonnes
- Equivalent Treuil / vérins hydrauliques : 2000 à 3000 HP
- Iron roughneck
- Top Drive : 500 tonnes, 100 HP
- Pompes de forages : 3*160 HP, 5000 à 7500 Psi
- Puissances : Groupe diesel électrique (3*1500 HP minimum), possibilité de raccordement réseau
- Bac à boues : 300 m³
- Traitement des solides : selon programme de forage
- Contrôle d'éruption : BOP triple rams 10 000 psi et annulaire 5000 si en 13 3/8 et double rams avec annulaire 2000 psi en 20 pouces, avec choke manifold et koomey + circuit dégazage et torchère.
- Tiges de forages : 5000m en 5 1/2 et 5 pouces
- BHA selon programme de forage
- Equipement de levage
- Détection gaz intégrée

Les cibles géothermiques étant à des profondeurs importantes, des procédures de HSE de type exploitation pétrolières sont mises en place avec la formation adaptée du personnel et un spécialiste HSE. Elles couvrent notamment :

- Le dossier de prescription avec les consignes de sécurité par type de risque
- Le Document Unique
- La Procédure Unique
- Les documents des entreprises extérieures
- Les procédures sur la durée du travail et les dérogations

2.1.5 Partenariat industriel dédié au forage

Outre les compétences dédiées au forage et recrutées en interne, Arverne Group développe un partenariat avec la société spécialisée allemande Herrenknecht Vertical pour co-investir dans des appareils de forage moderne et de forte capacité, cumulant ainsi plus de 70 Km d'expérience en construction de puits en géothermie haute température.

Avec un chiffre d'affaires annuel de 1.051 millions d'euros en 2013 et 5.200 salariés (octobre 2014), Herrenknecht est le leader mondial sur le marché des tunneliers. Au cours des dernières années, Herrenknecht a réussi à introduire la société dans le secteur de l'exploration de sources d'énergie. Herrenknecht Vertical GmbH, filiale de Herrenknecht AG, conçoit et fabrique des foreuses et des équipements de forage pour atteindre des profondeurs allant jusqu'à 8.000 mètres. Ces derniers sont utilisés dans l'exploration de l'énergie géothermique ainsi que du pétrole et du gaz. Les foreuses innovantes sont spécifiquement adaptées aux exigences des clients et de leurs projets, offrant des normes techniques élevées basées sur la technologie offshore et un certain nombre de nouveaux développements. L'accent est mis sur un concept de sécurité optimisé (technologie mains libres) et une automatisation complète des processus de travail afin d'accroître les gains de temps ainsi que des dispositifs de protection contre le bruit permettant de protéger notre environnement. Grâce à une manutention des tubes, largement automatisée, aucun personnel n'est tenu de travailler dans des zones dangereuses, ce qui accroît substantiellement la sécurité au travail.

Rien que dans le bassin molassique bavarois, plus de cinq projets géothermiques avec plusieurs puits ont été réalisés à l'aide de la technologie Herrenknecht, à proximité de zones habitées. A une distance de 150 mètres, l'InnovaRig n'est pas plus bruyant qu'une radio à un volume d'écoute normal. Quelques références sont présentées à titre d'exemple pour ce type d'appareil d'Herrenknecht gmbh.

Au-delà de ce besoin lié aux cibles géothermales profondes, ADS a par ailleurs déjà engagé la modernisation de sa flotte d'appareil de forage au travers d'un partenariat élargi avec Herrenknecht et notamment la construction en cours d'un appareil de 250t visant des objectifs jusqu'à 2000 m de profondeur.

En complément du rig 250 t d'ores et déjà en cours de fabrication par Herrenknecht Vertical, ADS vient de s'engager sur une promesse ferme d'achat du rig B04 de 450 t, actuellement stocké à chaud sur le site de Vendenheim. Après avoir foré en Allemagne 5 puits géothermaux entre 3500 et 4500 m, ce rig a foré les deux puits de Vendenheim dans le contexte difficile du fossé rhénan. ADS prévoit l'investissement d'autres appareils de forage entre 250, 350 et 450 t afin de pouvoir répondre à la forte hausse de la demande du marché européen.

Le rig B04 correspond parfaitement à la description du RIG type qui est extraite de ses caractéristiques.



Figure 4: Rig B04 de 450 tonnes (ici sur le site de Vendenheim en Alsace).

Tableau 2: Exemples de Références de Herrenknecht en géothermie profonde

Entreprise contractuelle	Projet	Service contracté	Profondeur (MD)	Date
Süddeutsche Geothermie-Projekte GmbH Hans-Stieß-erger-Straße 2a 85540 Haar bei München Contact: Mr. Wachter Tel. +49/ 893 839 3227	Projet géothermique de Dürrnhaar GT 1	forage et test	4393 m	Nov. 2007 - Mars 2009
	Projet géothermique de Dürrnhaar GT 2	forage et test	4513 m	
Federal Inst. for Geosciences – Natural Resources Stilleweg 2 30655 Hannover Contact: Mr. Jatho Tel. +49/ 511 64 3 2345	Großbuchholz GT1 Project GeneSys	forage et test	3901 m	Juin 2009 - Déc. 2009
GEOenergie K-rchweidach GmbH Blumenstraße 16 93055 Regensburg Contact: Mr. Gubo Tel. +49/ 941 591896-800	Projet géothermique KWD GT 1	forage et test	4937 m	Nov. 2010 - Déc. 2011
	Projet géothermique KWD GT 2	forage	4991 m	
	Projet géothermique KWD GT 3	forage et test	5133 m	
Geothermische Kraftwerksgesellschaft Traunreut Hochreit 51 83368 Traunreut (St. Georgen) Con-act: Mr. Giese Tel. +49/ 8669 78 67 165	Projet géothermique Tr GT 1	forage et test	5067 m	Jan. 2012 - Avril 2013
	Projet géothermique Tr GT 2	forage et test	5413 m	

2.1.6 Expérience forage de ADS/DrillDeep

Fort de son expérience dans le milieu du forage, DrillDeep recense de nombreux puits à son actif au cours de ces 10 dernières années. Ces forages sont listés dans le tableau suivant.

Tableau 3: Exemples de Références de DrillDeep dans le forage.

OPERATION : FORAGE GÉOTHERMIE (2010-2021)					
Rig	Client	Ville	Puits	Année	Prof.
MR8000	ADP	Paray Vieille Poste (91)	GADP1	2010	1950m
MR8000	ADP	Paray Vieille Poste (91)	GADP2	2010-2011	1918m
MR8000	GEOSTAR	Lognes (77)	GMV-1	2011	2098m
MR8000	GEOSTAR	Lognes (77)	GMV-2	2011	2048m
MR8000	SMGC	Coulommiers (77)	GCO-3	2011	2083m
MR8000	SMGC	Coulommiers (77)	GCO-4	2011	2203m
MR8000	EPCG	Chennevières S/Marne (94)	GCHM-3	2012	2160m
MR8000	ECOGI - ESG	Rittershoffen (67)	GRT1	2012-2013	2600m
MR8000	IDEX CGCU	Le Mée Sur Seine (77)	GLMS3	2013	2600m
MR8000	IDEX CGCU	Le Mée Sur Seine (77)	GLMS4	2013	2010m
MR8000	IDEX SGRM	Neuilly sur Marne (93)	NSM1	2013	2100m
MR8000	IDEX SGRM	Neuilly sur Marne (93)	NSM2	2013	2030m
MR8000	SEMACH	Villejuif (94)	GVIL2	2014	2305m
MR8000	SEMACH	Villejuif (94)	GVIL1	2014	2115m
MR8000	DALKIA	Bagneux (92)	GBA2	2014	1940m
HH300	ECOGI - ESG	Rittershoffen (67)	GRT2	2014	3196m
HH102	BMES Gp CORIANCE	Blanc-Mesnil (93)	GBMN 1	2014-2015	1800m
HH102	BMES Gp CORIANCE	Blanc-Mesnil (93)	GBMN 2	2014-2015	1800m
MR8000	DALKIA	Bagneux (92)	GBA1	2015	1910m
MR8000	GEOPICTA	Villepinte (93)	GVIL-1	2015	2100m
MR8000	GEOPICTA	Villepinte (93)	GVIL-2	2015	2100m
MR8000	DALKIA	Tremblay (93)	GTRE-3	2015	2150m
MR8000	DALKIA	Tremblay (93)	GTRE-4	2015	2150m
MR8000	CORIANCE	Ris-Orangis (91)	GR-03	2015	2200 m
MR8000	CORIANCE	Blanc-Mesnil (93)	GBMN4	2015-2016	2200m
MR8000	CORIANCE	Blanc-Mesnil (93)	GBMN3	2016	2200m
HH220	SMIREC	La Courneuve (93)	GLCN 5	2017	2090m
MR8000	CONCORDIA ENERGIE	Vigneux sur Seine	GVS3	2018	1809m
MR8000	DALKIA	Evry-Courcouronnes (91)	GEV3	2021	1689m
MR8000	DALKIA	Evry-Courcouronnes (91)	GEV4	2021	1589m
OPERATION : WORKOVER PUIITS GEOTHERMIE (2010-2020)					
Rig	Client	Ville	Puits	Année	
HH102	IDEX Croix blanche Energie	Vigneux (91)	GVS1	2014	
HH102	IDEX Croix blanche Energie	Vigneux (91)	GVS2	2014	
HH102	CORIANCE	Blanc-Mesnil (93)	GBMN2	2014-2015	
HH102	CORIANCE	Blanc-Mesnil (93)	GBMN1	2015	
HH102	SEMHACH	Chevilly-Larue (94)	GCHL1	2015	
HH102	EPCG	Chamigny (94)	GCHM1	2015	
HH102	SIG (SEMHACH)	L'Hay les Roses (94)	GHLR2	2015	
HH102	SEMHACH	Chevilly-Larue (94)	GCHL2	2015	
HH102	EPCG	Chamigny (94)	GCHM2	2015	
HH102	SEMHACH	L'Hay les Roses (94)	GHLR2	2015	

HH102	SEMHACH	L'Hay les Roses (94)	GHLR1	2015
HH102	CFG (DALKIA)	Montgeron (91)	GMO2	2016
HH102	DALKIA	Tremblay en France (94)	GTRE-1	2016
HH102	DALKIA	Tremblay en France (94)	GTRE-2	2016
HH102	SOGESUB	Sucy en Brie (94)	GSUC3	2018
HH102	IDEX Croix Blanche Energie	Vigneux sur Seine (91)	GVS1	2018
HH102	IDEX Croix Blanche Energie	Vigneux sur Seine (91)	GVS2	2018
HH102	SOGESUB	Sucy en Brie (94)	GSUC3	2019
HH102	BMES Gp CORIANCE	Le Blanc-Mesnil (93)	GBMN3	2019
HH102	SMIREC	La Courneuve (93)	GCLN1	2019
HH102	ADP	Paray Vieille Poste (91)	GADP1	2020
GRUE	Tour Cristal	Nanterre (91)		2022

2.2 Autres partenariats et programmes R&D

2.2.1 Partenariats académiques

Les partenaires scientifiques, associés à 2Gré et historiquement à Georhin sur plusieurs programmes de R&D, capitalisent **40 ans d'expérience en géothermie** :

BRGM

Le BRGM joue un rôle de premier plan dans le développement de toutes les formes de géothermie en France. Il participe à ce développement par ses travaux de recherche et de service public en partenariat avec des institutions (ADEME, Conseils Régionaux, DREAL et DRIEE) et par sa participation ou ses collaborations avec différents associations et comités (Comité National de la Géothermie, Association des Maîtres d'Ouvrage en Géothermie, Association Française des Professionnels de la Géothermie, SER, etc.). Il anime également le Centre Technique pour la Géothermie. En contact avec l'ensemble des acteurs du marché de la géothermie profonde en France, et de nombreux acteurs à l'international, le BRGM promouvra à travers son réseau le développement de solutions ayant recours au stockage souterrain de la chaleur en aquifère profond et fera bénéficier l'ensemble des acteurs des résultats publics de la recherche fondamentale et appliquée.

Georhin a travaillé en collaboration avec le BRGM sur différents projets de recherche :

- Le projet REFLET
- Le projet TEMPERER
- Le projet DEEPEGS
- Le projet FONGEOSEC

ENSEGID

L'ENSEGID (Equipe d'accueil (EA) 4592), Université de Bordeaux, développe deux thématiques complémentaires : les « Systèmes sédimentaires et réservoirs carbonatés », d'une part ; l'« Hydrogéologie et environnement », d'autre part. La thèse, financée par Georhin et dont la direction technique est assurée par l'ENSEGID, s'intitule "*Etude des transferts thermiques naturels et forcés dans les aquifères - Application à la géothermie*".

Georhin a travaillé en collaboration avec l'ENSEGID sur le projet de recherche FONGEOSEC.

ARMINES

Le centre de Géosciences, structure de recherche et d'enseignement commune à MINES ParisTech et à l'association de recherche contractuelle ARMINES, développe ses activités dans le cadre des Sciences de la Terre et de l'Environnement. Ses compétences de recherche portent sur la géologie, la géotechnique, la géophysique, la géostatistique, l'hydrogéologie, la géochimie, la géologie de l'ingénieur et la géomécanique.

Georhin a travaillé en collaboration avec le Armines sur dans le cadre de projets de recherche :

- Le projet REFLET
- Le projet TEMPERER
- Le projet FONGEOSEC

Georhin a également des liens de partenariat avec le LaTEP (Laboratoire de Thermique Energétique et Procédés de l'Université de Pau).

Le LaTEP a des compétences en thermodynamique des fluides géothermiques et en optimisation des systèmes.

Université de Lorraine – ENSG (Ecole Nationale Supérieur de Géologie de Nancy)

La thèse « Etude des réservoirs géothermiques développés dans le socle et à l'interface avec les formations sédimentaires » s'intègre dans le cadre d'un partenariat en recherche appliquée monté entre Georhin et l'Université de Lorraine - ENSG (Ecole Nationale Supérieure de Géologie de Nancy).

Georhin a travaillé en collaboration avec les laboratoires de Nancy dans le cadre de projets de recherche :

- Le projet REFLET
- Le projet DONUTS

KIT (Karlsruhe Institut of Technology)

L'Institut de technologie de Karlsruhe (KIT) est une organisation d'enseignement supérieur et de recherche comptant environ 10.000 employés, 25.000 étudiants et un budget annuel total de 750 millions d'euros. Le KIT se consacre à la recherche de pointe et possède une excellente formation académique, en plus d'être un lieu privilégié pour la vie académique, l'apprentissage continu, la formation avancée complète, l'échange de savoir-faire et la culture de l'innovation durable. Le profil de recherche de KIT est caractérisé par un fort accent énergétique.

Le KIT s'appuie sur la vaste expérience de ses prédécesseurs (Université technique de Karlsruhe et Centre national de recherche pour les sciences nucléaires) dans le cadre de recherches financées par l'UE sur plus de 1000 projets à ce jour.

Au sein de l'association Helmholtz, KIT est l'un des principaux sites de recherche en géo-énergie. Réparti dans plus de 9 instituts, la recherche géothermique au KIT implique environ 27 personnes à temps plein. Les instituts de géosciences appliquées (AGW) et d'élimination des déchets nucléaires (INE) combinent une longue expérience dans les projets de recherche en mettant fortement l'accent sur l'exploration, l'ingénierie et la surveillance.

Le KIT fait partie des pionniers de la géothermie profonde en Europe et a participé à la plupart des démonstrateurs européen et a accompagné la plupart des projets du fossé rhénan.

Georhin a également travaillé en collaboration avec le KIT dans le cadre du projet de recherche DEPPEGS.

2.2.2 Programmes de R&D

2gré, au travers de l'expérience de Georhin, a participé à 9 projets de recherche dont 2 Européens :

- **FONGEOSEC**

Le projet FONGEOSEC visait à concevoir et mettre au point un démonstrateur innovant préindustriel d'une centrale géothermique haute enthalpie basée sur une technologie d'échangeur souterrain grande profondeur semi ouvert, utilisant des méthodes de production douces et maîtrisées.

- **REFLET**

Le projet REFLET visait à définir une méthodologie pour réaliser des modèles conceptuels de réservoir géothermique en zone de faille dans un contexte de fossé d'effondrement. Le projet repose sur le développement de modèles conceptuels successifs renforcés par l'apport de données de terrain afin d'établir un protocole d'aide aux opérateurs industriels géothermiques. Ces données de terrain proviennent de trois projets industriels menés par Georhin (Strasbourg, Valence et Riom).

- **TEMPERER**

Le projet TEMPERER visait à définir la connaissance précise du comportement des réservoirs sous l'influence des contraintes anthropiques (tests, injection ...) est l'un des points clés de la gestion des risques associés aux projets de géothermie profonde. A partir des données microsismiques naturelles et induites, ce projet devait permettre à systématiser la caractérisation des réservoirs fracturés afin d'améliorer l'exploitation des réservoirs géothermiques profonds

- **DEEPEGS**

Le projet DEEPEGS visait à démontrer la faisabilité des systèmes géothermiques améliorés (EGS) pour la fourniture d'énergie renouvelable aux citoyens européens. Le projet a mis à l'essai des technologies de stimulation pour les EGS dans des puits profonds dans différents milieux géologiques. Il proposera la mise en place de nouvelles technologies dans trois types de réservoirs géothermiques : - à haute enthalpie à Reykjanes avec des températures allant jusqu'à 550 ° C - deux réservoirs hydrothermaux profonds (Valence et Riom) avec des températures pouvant aller jusqu'à 220°C.

- **DONUTS**

Les différentes méthodes géophysiques mises en œuvre pour la prospection de nouvelles ressources énergétiques comme la géothermie, pour la recherche d'hydrogène primaire ou encore pour le développement des sites de stockage de ressources n'ont pas une résolution suffisante pour reconnaître un grand nombre des structures qui composent les réservoirs. Cela est particulièrement sensible pour les réservoirs faillés et fracturés quelles que soient les formations visées (magmatiques, métamorphiques ou sédimentaires) et pour les réservoirs associés à d'importantes variations de faciès qui peuvent être d'origine pétrologique, sédimentaire, diagénétique, hydrothermale ou volcanique. L'objectif de ce projet était de proposer de nouveaux outils d'analyse des données géophysiques permettant de reconnaître les structures qui composent ces réservoirs. Il s'appuie sur :

- le développement de nouveaux modèles conceptuels, s'appuyant sur une critérisation commune entre géologues, géophysiciens et modélisateurs.
- l'identification des méthodes géophysiques adaptées à chacun des objets géologiques étudiés grâce à trois jeux de données provenant de contextes géologiques différents,
- le développement de nouveaux outils de géomodélisation,
- le développement de nouveaux outils de simulation et d'inversion de l'information géophysique,
- des éléments d'interprétation qualitative ou pseudo-quantitative des résultats d'inversion.

- **CARPHYMCHEAU**

Les incertitudes liées aux phénomènes de précipitation et de dissolution lors de l'exploitation d'une nouvelle ressource géothermique conduisent à des prises de décisions le plus souvent basées sur des données majorées de retours d'expériences. Cette approche a un impact direct sur les performances et l'économie d'un processus de production d'électricité par cycle ORC : surdimensionnement de l'évaporateur, limitation de la température de sortie de fluide et optimisation technico-économique vis à vis du choix des matériaux utilisés.

- **GEOFAST**

GEOFAST a été réalisé sur le PER de Strasbourg. Dans le cadre de ce projet, Georhin visait à optimiser les méthodes douces de mise en production du réservoir géothermique via l'amélioration d'architecture de puits, enjeux essentiels d'acceptabilité sociétale en milieu péri-urbain. Une valorisation énergétique géothermique maximale en surface était le deuxième enjeu du projet GEOSTRAS, notamment sur le progrès technologique du cycle électrogène et la valorisation des basses températures avec un potentiel de 7 MWe brut et près de 40 MWth.

- **GEOPUMP**

Concevoir un groupe électropompe submersible (ESP) qui sera commercialisé comme produit adapté à la géothermie moyenne/haute température (150 à 215°C). Ce produit visait à offrir la même fiabilité que les pompes à arbre long tout en étant de mise en œuvre plus simple et à un coût moindre.

- **THERMA'LI**

Améliorer le modèle économique pour les opérateurs via la valorisation des sels de lithium et des autres espèces à valeur présentes dans l'eau (Silice ou autres).

Optimiser le processus de production d'énergie par voie géothermique par le biais d'un abaissement de la température d'injection de l'eau géothermale. Cet abaissement de température augmente la différence de température entre l'eau prélevée et l'eau réinjectée et permet ainsi d'augmenter la valorisation énergétique des sites.

Améliorer la sécurisation de l'exploitation en évitant la précipitation des sels entartrant dans les puits d'exploitation par l'introduction d'une boucle Flionex indépendante dédiée à la complexation des sels de cations divalents à chaud.

Ces projets sont clôturés et d'autres projets sont en cours de gestation avec de nouveaux partenariats. Les livrables des projets passés servent dans le REX de la filière géothermique et des sociétés d'Arverne Group.

2.2.3 Un partenariat industriel et de recherche soutenu par les Investissements d'Avenir – GIS GEODÉNERGIES : la société adionics

Géodénergies rassemble des acteurs publics et privés engagés dans la transition énergétique et est soutenu par le Programme d'Investissement d'Avenir. Il évalue et soutient les projets de recherche innovants dont les résultats présentent une applicabilité industrielle à court ou moyen-terme.

Géodénergies est actuellement un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) qui préfigure la création d'un Institut d'Excellence pour la Transition Énergétique (ITE) en 2019.

Le Géodénergies a lancé en 2018 sous l'impulsion de la société Adionics le projet Thermalis avec les partenaires suivants :

- Le BRGM,
- Georhin
- Isto,
- Electricité de Strasbourg.

Tous ces partenaires ont pour objectif de valoriser les fluides géothermaux avec l'extraction du lithium et d'éléments connexes. La finalité du projet étant d'installer des usines pilotes sur les sites exploités par Georhin et ESG.

La société Adionics se positionne sur le traitement des effluents aqueux salins, qu'ils soient naturels ou industriels, afin de valoriser les composés qui y sont dissous, que ce soit des sels de valeurs, des composés organiques dissous ou tout simplement l'eau.

La société Adionics est une start-up, fondée en 2012, basée en région parisienne. Elle a développé une technologie d'extraction sélective de sels dans l'eau par échange liquide-liquide, AquaOmnes®. Courant 2013, une levée de fonds significative a permis à la société de s'installer dans des laboratoires, et des docteurs chimistes ont été embauchés ce qui a permis d'accélérer la R&D et de mettre au point une première démonstration à échelle d'un pilote industriel avec Suez à Masdar (Emirats Arabes Unis) en 2016. Un second démonstrateur a été récemment construit et a été livré en avril 2018 à Martigues sur un site EDF (dans le cadre du Concours Mondial Innovation – CMI-2). Les premiers essais sont prévus pour juin 2018. Ce pilote a pour but de démontrer la capacité à extraire les sels avec des rendements élevés et avec un procédé industrialisable basé sur des mélangeurs décanteurs.

Aujourd'hui l'équipe d'Adionics comprend 12 salariés (docteurs, ingénieurs et techniciens) réparties en 3 pôles distincts :

- Pôle Technique comprenant la chimie et les procédés,
- Pôle Développement commercial,
- Pôle Administratif et finance.

La solution développée par Adionics repose sur plusieurs activités parallèles :

Activités R&D :

- Développement et recherche sur la résine liquide, le Flionex® (plus de 650 formulations à ce jour) et leur optimisation,
- Tests sur plateforme laboratoire (TRL 5 et 6),
- Lancement de la campagne de tests sur un pilote préindustriel implanté sur le site d'EDF Martigues (unité de traitement de 50 m³/jour, TRL 7 et 8),
- Développement de solutions pour les applications principales ciblées par Adionics : l'extraction de lithium (objet du projet), de sels d'halogénures et d'adoucissement massif de l'eau de co-production pétrolière pour des applications Oil & Gas,

Activités de pré-industrialisation avec la réalisation d'un pilote d'essai, dimensionné par Adionics, suivi et fabriqué par un bureau d'études avec son atelier,

Activités de business développement qui se traduit par la participation à des salons professionnels, des échanges d'acculturation à la technologie et des études de faisabilité et de dimensionnement pour des applications industrielles.

3 Réalisations exploratoires sur le territoire

Le montant des engagements budgétaires concernant les programmes d'explorations sur les 5 PER est présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4: Projection budgétaire sur l'exploration des PER

PER 2Gré	Montant des engagements en cours en €
Strasbourg	24 150 000
Val de Drôme	16 900 000
Pau Tarbes	16 400 000
Riom Clermont Métropole	11 450 000
Cézallier	2 600 000
Total PER G	71 500 000

L'ensemble des réalisations exploratoires de Georhin sur les titres détenus est présenté ci-dessous :

2015

Georhin s'implique dans la création du fonds de garantie GEODEEP sur l'incertitude de la ressource géothermale.

Printemps 2015 : Georhin entreprend une campagne de mesures géophysiques de 87 km dans l'agglomération de Strasbourg.

Mai 2015 : Démarrage du projet de recherche FONGEOSEC soutenu par le CGI et l'ADEME, consortium de 10 entreprises et laboratoires sur le permis de Pau-Tarbes (64/65).

Été 2015 : Georhin obtient une parcelle sur la ville de Valence (26) et dépose une demande de travaux miniers.

Automne 2015 : Georhin obtient l'autorisation de forage sur Eckbolsheim (67).

Novembre 2015 : Attribution par l'UE d'un financement H2020 pour le projet DEEPEGs concernant Valence et Riom.

2016

Georhin est nommé président du GIS Geodenergies et Vice-Présidente de l'AFPG.

Obtention du PER de Limagne (63) en co-détention avec Electerre de France

Mars 2016 : Georhin obtient l'autorisation de forage sur Vendenheim (67).

Été 2016 : Georhin entreprend une campagne de mesures géophysiques de 90 km dans l'agglomération de Valence (26).

Novembre 2016 : Georhin entreprend une campagne de mesures géophysiques de 52 km dans l'agglomération de Pau (64).

Démarrage du projet de recherche TEMPERER et REFLET, dans le cadre de Geodenergies, soutenu par le CGI et l'ANR, consortium d'entreprises et laboratoires sur les permis de Strasbourg, Val de Drome, Limagne.

Eté 2016 : Georhin et Electerre de France obtiennent une parcelle sur la ville de Riom (63) et dépose une demande de travaux miniers.

Hiver 2016 : Georhin démarre les travaux de génie civil pour le projet de forage de Vendenheim.

2017

Début 2017 : Georhin débute le chantier de forage à Vendenheim. Le premier puits démarre le 14 juin 2017 avec un objectif de 5200 m TMD. La direction régionale Alsace est créée.

Février 2017 : Georhin mène une campagne de mesures géophysiques de 90 km sur le PER de Riom pour compléter les données gravimétriques acquises en décembre 2016.

Les actionnaires fondateurs cèdent la filiale photovoltaïque et réinjecte les fonds propres générés dans le développement de Fonroche Luminaire, Fonroche Biogas et Georhin.

La filière de forage Foragelec vient d'engager l'investissement du RIG lourd de la filière française pour un investissement de 13 M€ et une livraison début 2018. La première promotion de 5 jeunes sondeurs niveau BTS est sortie du centre de formation de Pau le 31 mai 2017. La deuxième promotion est sortie en Novembre 2017.

La filiale Enesol Géothermie a renforcé l'équipe des ingénieurs forage et des superviseurs forage avec des experts de plus de 40 ans d'expérience.

2018

Début 2018 :

Georhin finalise avec succès le premier puits de Vendenheim # 1 sur le PER de Strasbourg, avec une cible atteinte à 5400 m tmd et 4700 m tvd. Le gite découvert dans un réservoir de faille présente une ressource de plus de 200°C et plus de 300 m3/h. La présence du Lithium en solution dans l'eau géothermale est confirmée.

L'appareil de forage interne de 450 T est mis en place pour le deuxième forage de Vendenheim qui démarre en Juin 2018.

Fonroche Biogas lance son 3^e méthaniseur de grande capacité dans l'Ouest de la France

Fonroche Luminaire remporte le plus grand marché mondial de luminaire solaire en équipant la capitale du Sénégal, Dakar.

Description des travaux engagés par Georhin en 2018 :

- Réalisation du second forage géothermique sur le projet de Vendenheim.

Fort de son succès sur le premier puits de Vendenheim, Georhin initie son second puits fin août 2018 avec cette fois son propre RIG B04 450T et des équipes renforcées pour assurer les opérations de forage et le suivi des paramètres instantanés via l'achat d'une cabine de Mudlogging.



Figure 5: Photo du nouveau RIG B04 450T appartenant à Georhin pour le 2nd forage sur le secteur de Vendenheim.

2019

Georhin finalise le deuxième puits de Vendenheim sur le PER de Strasbourg, avec une cible atteinte à 6320 m tmd et 5000 m tvd. Le gîte découvert dans un réservoir de faille confirme une ressource de plus de 220°C et plus de 300 m³/h. La teneur en Lithium en solution est mesurée sur le test longue durée à plus de 200 ppm, confirmant l'existence d'un gisement continu dans le fossé rhénan.

La construction de la centrale ORC de Vendenheim débute mi 2019, pour 11 MW électrique installé.

Fonroche Biogas lance son 5^e méthaniseur de grande capacité dans l'Ouest de la France

Fonroche Luminaire se développe par croissance externe aux USA.

2020

Fonroche Géothermie finalise la construction de sa centrale géothermique sur le site de Vendenheim.

Suite à des événements sismiques 5 km au sud de Vendenheim, une série de test est demandée à Georhin. Ces tests génèrent une sismicité ressentie par les riverains. Les tests sont interrompus en décembre 2020.

2021

Suite à la cession de la marque « Fonroche » à l'acteur industriel ayant racheté la branche Fonroche Biogas, Fonroche Géothermie devient Georhin.

Georhin concentre ses efforts d'ingénierie sur le site de Vendenheim pour ramener le réservoir à l'équilibre et, à partir de la quantité importante de données scientifiques recueillies lors de cette période, réalise les études géosciences de « history matching » c'est-à-dire la reconstitution des événements sismiques sur le modèle

géoscience afin d'identifier précisément la zone de blocage hydrogéologique à l'origine de la trop faible communication du doublet.

Le résultat de ces études sera appliqué à l'ensemble des PER de Georhin et des futurs travaux d'explorations. De ce fait l'ensemble des PER sont en attente de ce retour d'expérience.

Afin de concentrer ses efforts sur ce REX, le personnel travaux de Georhin a été réduit.