

1 PRESENTATION GENERALE DU PROJET

1 Contexte global du projet

Le présent dossier de demande de PER est déposé conjointement et solidairement au nom de la société GEOTHERMAR par Gaïa Energy Systems et NGE, lesquels sont co-actionnaires de la société GEOTHERMAR. Anciennement « MARIIGNANE - VITROLLES - MARSEILLE NORD », le projet a débuté en 2013 avec la création de GEOTHERMAR et l'obtention de deux Autorisations de Recherche, d'une durée de 3 ans, entre 2015 et 2021 ainsi qu'une Autorisation d'Ouverture de travaux miniers en 2021. Ces travaux effectués ont permis d'identifier plusieurs zones potentielles d'exploitation géothermique du périmètre de recherche établi.

La zone visée par le permis se situe dans le département des Bouches-du-Rhône (13) en Région Sud-Est. Elle est située entre l'étang de Berre à l'Ouest, Aix-en-Provence à l'Est, Lançon de Provence au Nord et Marseille au Sud et s'étend sur 390 km².

Le projet de géothermie se situe dans le bassin sédimentaire du Sud-Est qui est l'un des trois principaux bassins sédimentaires, avec le Fossé bressan et le Fossé rhodanien, propices au développement de la géothermie profonde. De façon plus précise, le projet est situé au cœur du Synclinal de l'Arc, une partie du sous-sol qui n'a jusqu'alors jamais été exploitée. Par conséquent, il existe peu d'investigations dans le périmètre du permis et les potentialités géothermiques du secteur sont difficiles à estimer.

Les précédentes études menées par GEOTHERMAR ont consisté principalement au retraitement des lignes sismiques et des forages réalisées dans les années 70 situées autour du périmètre du permis. Ces études ont abouti à l'identification de deux horizons carbonatés à fort potentiel géothermique, que sont le Crétacé inférieur et le Jurassique supérieur, en raison de leur niveau important de fracturation et de karstification, laissant supposer une circulation de fluide conséquente au sein de ces niveaux.

Les informations obtenues jusqu'à présent sur les réservoirs sont le résultat d'une extrapolation à partir de l'interprétation de ces anciennes lignes sismiques et forages dont le positionnement ne couvre pas directement le secteur de recherche. Par conséquent, les incertitudes sont encore élevées quant à la structure du réservoir, le positionnement précis des cibles et la qualité de la ressource. Ainsi, pour évaluer précisément le potentiel géothermique et identifier les zones propices à l'extraction de cette ressource sur le périmètre du permis, l'acquisition de données complémentaires et la réalisation d'études permettant l'évaluation du potentiel s'avèrent nécessaires.

L'objectif du PER est donc de poursuivre ce travail sur la caractérisation géostructurale et hydrogéologique des réservoirs et l'évaluation du potentiel géothermique dans le but de garantir la faisabilité d'intégrer l'énergie géothermale au futur réseau de chaleur urbain (RCU). En fonction du potentiel thermique réellement disponible et quantifié à l'issue des premiers forages, (dont les caractéristiques seront précisées dans un futur dossier d'autorisation de travaux), de nouveaux projets de recherches géothermiques pourront concerner d'autres

secteurs de la région à l'intérieur du périmètre de recherches sollicité (Villes de Marignane et Vitrolles, Berre-Rognac, Les Pennes-Mirabeau, Marseille nord).

Par ailleurs, cette zone représente une opportunité de développement de réseaux de chaleur en raison de sa forte urbanisation avec de nombreuses infrastructures industrielles et résidentielles.

À l'intérieur du périmètre du permis, GERTHERMAR a effectué une prospection dans le but d'identifier des clients potentiels. Trois entités ont été retenues à ce stade du projet : Airbus Helicopters, l'aéroport Marseille-Provence et la ville de Vitrolles. Une étude d'avant-projet réalisée par Manergy-Sermet et un Schéma Directeur élaboré par S2T, une sous-commission de la Métropole d'Aix Marseille, ont montré la cohérence entre la ressource géothermale estimée et les besoins en surface des entités susceptibles de rejoindre le projet.

Enfin, le projet s'inscrit dans un contexte de développement national et local de la géothermie profonde.

Le gouvernement français a donné un nouvel élan cette année à la géothermie en lançant le 2 février 2023 un plan d'action pour accélérer la géothermie en France dans l'optique d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050. L'objectif de ce plan d'action est de faire de la France un leader de la géothermie en Europe en augmentant de 40% le nombre de projets en géothermie profonde d'ici 2030. Aussi, depuis le 24 juillet 2023, la Commission européenne a annoncé avoir autorisé un régime d'aides français pour mettre en place un fonds de garantie pour les opérations de forage de projets de géothermie profonde. Ces garanties auront pour objet de couvrir le risque lié au degré élevé d'incertitude de la ressource géothermale profonde lors de forages, étant donné que le marché n'est pas actuellement en mesure de garantir la couverture de ce risque dans des conditions acceptables pour les investisseurs. Le montant maximum d'indemnisation par projet s'élèvera à 17 millions d'euros et sera payé aux porteurs de projets en cas d'échec sur la qualité ou la quantité de la ressource géothermale.

La métropole Aix-Marseille, qui comprend toutes les communes du périmètre, s'engage dans la transition énergétique avec le plan climat-air-énergie (PCAEM). En effet, elle prévoit une couverture des besoins énergétiques de 100 % par des énergies renouvelables à l'horizon 2050. Le développement de la géothermie a été identifié dans ce plan comme une ressource motrice pour l'alimentation du territoire et une priorité est donnée à l'exploration du potentiel des ressources EnR et à leur exploitation. Le projet « Marseille-Berre » s'inscrit donc dans la dynamique énergétique de la métropole.

La demande de permis de recherche d'un gîte géothermique a donc pour objectif de garantir l'accès à la ressource géothermique visée par le projet afin de lancer les études complémentaires et des travaux.

2 Cadre réglementaire du PER

Le permis exclusif de recherches de gîtes géothermiques confère à son titulaire l'exclusivité du droit d'effectuer tous travaux de recherches dans le périmètre qu'il définit et de disposer librement des substances extraites à l'occasion des recherches et des essais. La procédure d'attribution de ce permis est encadrée

par le décret n°78-498 du 28 mars 1978 relatif aux titres de recherches et d'exploitation de géothermie, modifié par le décret n°2019-1518 du 30 décembre 2019.

La procédure d'attribution comprend une phase de mise en concurrence et une phase d'instruction par le préfet et les services déconcentrés intéressés. Le permis de recherche est accordé par arrêté du ministère chargé des mines pour une durée initiale maximale de cinq ans renouvelables deux fois, sans nouvelle mise en concurrence.

Pour exploiter un projet géothermique, plusieurs autorisations sont nécessaires :

1. **Autorisation de recherche (AR) ou Permis Exclusive de Recherche (PER) :** Cette autorisation permet d'effectuer des études et des travaux de recherche préliminaires afin d'évaluer le potentiel géothermique d'une zone spécifique.
2. **Autorisation d'ouverture de travaux miniers (AOTM) :** Une fois que les études de recherche ont confirmé le potentiel géothermique d'une zone, une autorisation d'ouverture de travaux miniers est requise pour réaliser les puits géothermiques. Cette autorisation est généralement délivrée après une évaluation approfondie de l'impact environnemental et des mesures de sécurité liées aux travaux miniers. A compter du 1^{er} juillet 2023 l'AOTM est intégrée au régime de l'autorisation environnementale au titre de l'article L.181-1 du code de l'environnement.
3. **Autorisation d'exploitation (permis d'exploitation ou concession) :** Une autorisation d'exploitation est requise une fois que les puits géothermiques sont installés, permettant ainsi l'extraction et l'utilisation de la chaleur géothermique. L'autorisation est délivrée après l'accomplissement d'une enquête publique et sous réserve des capacités techniques et financières du demandeur.

Aussi, GEOTHERMAR suit de près les évolutions du code minier en faisant partie notamment du groupe de travail de l'AFPG traitant de ce sujet.

3 Identité du demandeur « GEOTHERMAR »

1.3.1 Raison sociale

Tableau 3 : Présentation de la société GEOTHERMAR

GEOTHERMAR	
Type	Société par actions simplifiée au capital de 10 000 €
Siège social	146 rue Paradis, Marseille 13006
Tél.	+33 (0)4 91 67 99 67
RCS	Marseille 799 343 116
SIRET	799 343 116 00015
APE	7112 B

1.3.2 Présentation de GEOTHERMAR

La société GEOTHERMAR a été créée en décembre 2013 dans le but exclusif de porter le développement de la géothermie dans les zones de Marignane / Vitrolles / Berre / Marseille-Nord, objet du présent dossier.

La société GEOTHERMAR est détenue conjointement par la société Gaïa Energy Systems, développeur et exploitant de projets d'énergie renouvelable, et par le groupe privé de travaux publics NGE.

1.3.3 Présentation des actionnaires

1.3.3.1 Le groupe Gaïa Energy Systems

1.3.3.1.1 Raison sociale

Gaïa Energy Systems	
Type	Société par actions simplifiée au capital de 1 000 000 €
Siège social	146 rue Paradis, Marseille 13006 FRANCE
Tél.	04 91 67 99 67
RCS	Marseille B 890 798 044
SIRET	89079804400016
NAF ou APE	Production d'électricité (3511Z)

1.3.3.1.2 Présentation de Gaïa Energy Systems

Gaïa Energy Systems, développeur et exploitant de projets d'énergie renouvelable, a été créée par un groupe d'associés fondateurs de la société Aalto Power (11 parcs éoliens, 120 MW installés, 600 MW de projets en développement), cédée en 2020 au groupe Iberdrola.

Ces 6 actionnaires sont des sociétés familiales privées, déjà actives depuis 2005 dans le domaine des énergies renouvelables.

Quatre des actionnaires de Gaïa Energy Systems sont également actionnaires du groupe NGE.

Gaïa Energy Systems est une entreprise d'ambition raisonnable, avec une vision de long terme. L'esprit de l'entreprise est patrimonial et son activité s'inscrit dans la durée et dans les territoires.

1.3.3.1.3 Evolutions financières de Gaïa Energy Systems

En 2022, Gaïa Energy Systems a réalisé un chiffre d'affaires de 2 millions d'euros généré par la vente d'électricité produite par ses centrales de production d'énergie renouvelable de source hydroélectrique et photovoltaïque.

D'ici 2030, Gaïa Energy Systems ambitionne de réaliser environ 50M€ de chiffre d'affaires annuel dont environ 7 M€ grâce aux projets de géothermie.

1.3.3.1.4 Activité de Gaïa Energy Systems

Le groupe Gaïa Energy Systems développe et exploite des centrales de production d'énergies renouvelables dans 4 domaines :

- Hydroélectricité

Gaïa Energy Systems est très active dans les petites centrales au fil de l'eau dites de « basse chute » qui se caractérisent par une hauteur de chute inférieure à 70 m et un bon débit dérivé. Ces centrales sont positionnées au-dessus/le long des cours d'eau, utilisent une partie de l'eau de la rivière, en respectant un débit minimum

réservé à la biodiversité (continuité écologique), utilisent ainsi la force de l'eau pour produire de l'électricité renouvelable, puis restituent intégralement l'eau en aval.

Le groupe exploite actuellement 5 centrales hydroélectriques d'environ 500kW en Ardèche, en Corrèze, dans l'Allier et dans l'Aude.

Une demande d'autorisation environnementale est en cours d'instruction pour la construction d'une nouvelle centrale.

- Photovoltaïque

Gaïa Energy Systems exploite actuellement une vingtaine de centrales photovoltaïques en toiture et une centrale au sol sur trackers pour une puissance totale de 10 MWc.

La société développe également en vue de son exploitation un parc de centrales pour une puissance totale de 300 MWc. Les premières installations sont prévues en 2027.

- Eolien

Gaïa Energy Systems développe, seule ou avec ses partenaires publics, plusieurs projets éoliens pour une puissance totale de 200 MW. Les premières installations sont prévues en 2026.

Les actionnaires et l'équipe dirigeante de Gaïa Energy Systems disposent d'une grande expérience dans le domaine éolien puisqu'ils ont créé et dirigé la société Aalto Power (11 parcs éoliens, 13 MW en exploitation, 600 MW de projets en développement), cédée en 2020 au groupe Iberdrola.

- Géothermie

Les travaux de reconnaissance du sous-sol dans le synclinal de la vallée de l'Arc ont débuté dans les années 1950 pour l'exploration du gaz et du pétrole, se sont concentrés sur l'exploitation du lignite de Provence dans les années 1980, et ont ensuite étudié la géothermie sur aquifère profond en 2009-2010. Ces travaux ont permis d'améliorer la compréhension de la géologie régionale et de confirmer certaines hypothèses sur le bassin relativement stable entre l'Ouest d'Aix-en-Provence et le golfe de Fos-sur-Mer.

Le BRGM et les universités ont mené de nombreuses études sur l'hydrogéologie du Bassin de l'Arc et les ressources en eau de la région, fournissant ainsi de précieuses informations sur le sous-sol. L'analyse de ces données a conduit à la conclusion très probable de l'existence d'une ressource géothermique dans les formations du Crétacé et du Jurassique.

Le projet « Marseille-Berre » de GEOTHERMAR, qui vise à exploiter cette ressource géothermique, a commencé dans les années 2010. Il a obtenu deux Autorisations de Recherche en 2015 et 2021, ainsi qu'une autorisation d'ouverture de travaux miniers en 2021. Cela a permis d'identifier plusieurs zones potentielles d'exploitation géothermique dans le périmètre de recherche concerné.

L'objectif principal est de fournir une source d'énergie propre et renouvelable pour le chauffage et la climatisation. Une zone spécifique a été déjà repérée, celle de

l'Aéroport Marseille Provence, du réseau urbain de Vitrolles et d'Airbus Helicopters. Selon le potentiel thermique réellement disponible et quantifié après les premiers forages, de nouveaux projets de recherche géothermique pourraient être envisagés dans d'autres secteurs de la région, tels que les villes de Marignane, Berre-Rognac, Les Pennes-Mirabeau et le Nord de Marseille, à l'intérieur du périmètre de recherche demandé.

Concernant le premier objectif, une collaboration active entre les trois parties prenantes du projet (Ville de Vitrolles, Aéroport de Marseille, Airbus Helicopters) a déjà commencé, avec des études complémentaires de faisabilité et la création d'un Schéma Directeur récemment réalisé en collaboration avec la Métropole Aix-Marseille-Provence.

1.3.3.2 Groupe NGE

1.3.3.2.1 Raison sociale

Tableau 4 : Présentation du groupe NGE

Groupe NGE	
Type	Société Anonyme Simplifiée au capital de 37 379 760 €
Siège social	Parc d'Activités de Laurade, BP 22, Tarascon Cedex 13150
Tél./Fax	+33 (4) 90 91 60 00 / +33 (4) 90 91 60 01
RCS	Tarascon 504 124 801
SIRET	504 124 801 00029
APE	4312 B

1.3.3.2.2 Présentation de NGE

NGE est un groupe français indépendant de BTP fondé en 2002.

Acteur privé majeur des Travaux Publics, le Groupe NGE diffuse son savoir-faire et ses métiers sur l'ensemble du territoire grâce à 15 directions régionales fortes, autonomes et à taille humaine.

Premier groupe indépendant de Travaux Publics dans les métiers de la construction d'infrastructures nationales et régionales, NGE concrétise son engagement local avec plus de 100 implantations réparties sur tout le territoire. Au quotidien, cette proximité s'organise et prend vie sous l'impulsion de 14 régions multi métiers fortes et autonomes, englobant six directions opérationnelles à l'écoute des donneurs d'ordre nationaux comme des acteurs locaux, publics et privés.

Associant l'état d'esprit d'une PME et la solidité d'un acteur de référence, chaque direction régionale déploie le savoir-faire du Groupe dans tous ses domaines d'activité : VRD & terrassement, canalisations & réseaux, génie civil, route et équipements de la route, travaux géotechniques et de sécurisation, travaux ferroviaires.

Portés par des Filiales Nationales Spécialisées (FNS) connues et reconnues pour leur expertise, ces différents métiers s'exercent sur des chantiers de toutes tailles, y compris les Grands travaux multi métiers, positionnés sur les grands travaux classiques par appel d'offres et sur les concessions et PPP.

Fort d'une présence à l'international, le groupe NGE se distingue essentiellement en

Afrique du Nord et de l'Ouest, en Europe, en Amérique latine et au Moyen-Orient. L'activité à l'international est portée par NGE Contracting, par Générale Routière au Maroc et par des implantations domestiques.

NGE Concessions est le bras concessionnaire du groupe dans plusieurs métiers : autoroutes, réseaux fibres, concessions portuaires, réseaux thermiques et voies ferrées.

1.3.3.2.3 Evolutions humaines et financières de NGE

NGE emploie plus de 16 000 collaborateurs dans le monde et observe une hausse de ses effectifs de +10% par an sur les 5 dernières années.

En 2022, NGE a réalisé un chiffre d'affaires de plus de 3 milliards d'euros, en hausse de 11% par rapport à l'année précédente.

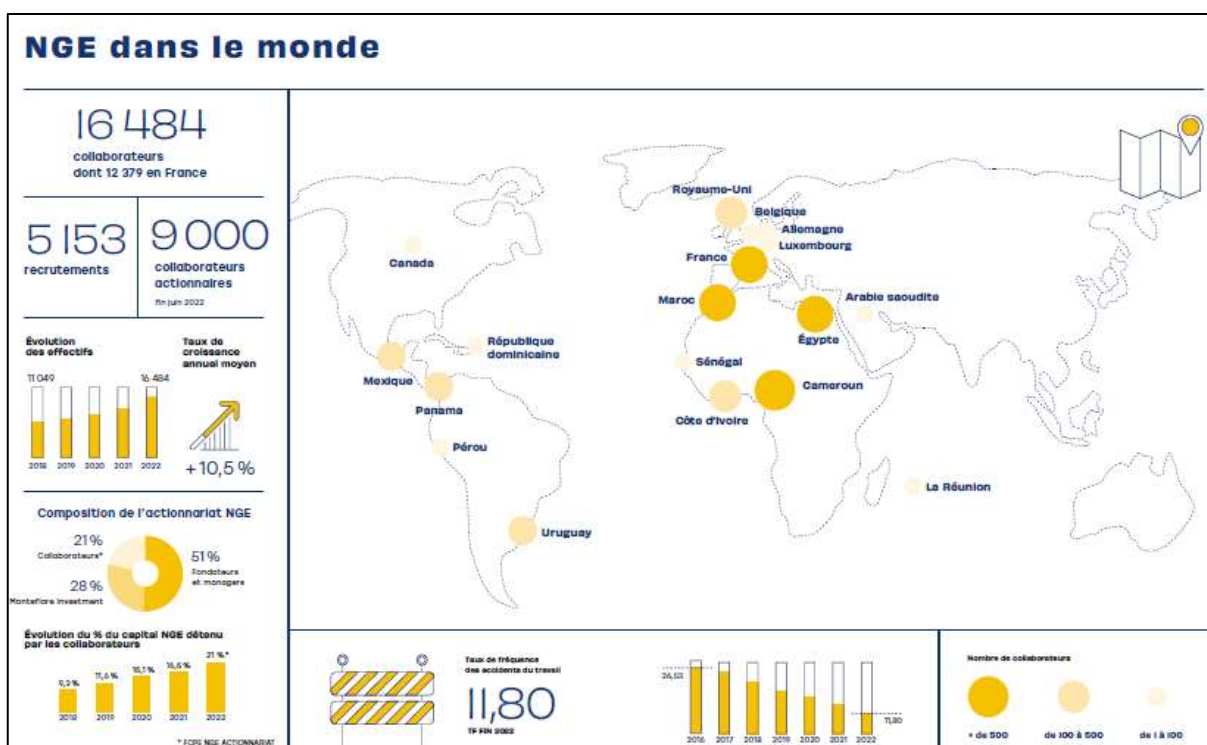


Figure 4 : Panneau explicatif de la société NGE (Source : site institutionnel NGE)

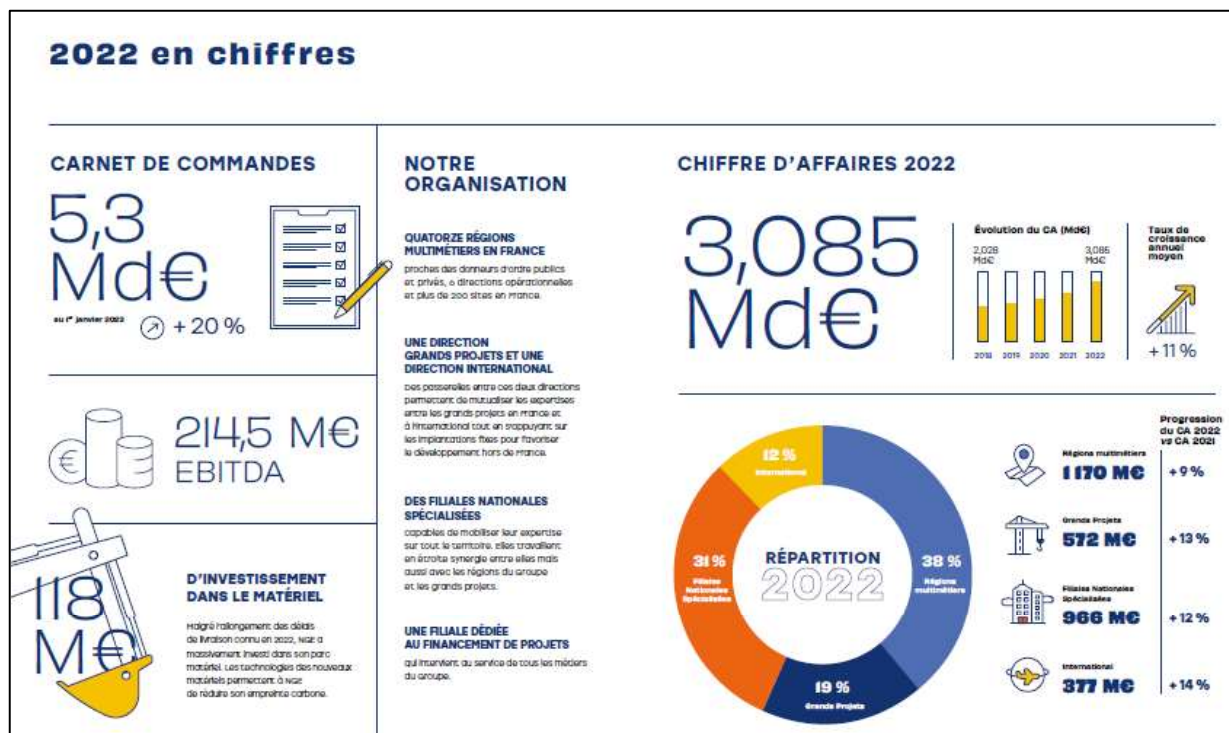


Figure 5 : Chiffres d'affaires NGE 2022 (Source : site institutionnel NGE)

1.3.3.2.4 Activité de NGE

NGE intervient sur l'ensemble du territoire français avec plus de 100 implantations.

Son organisation est constituée de 14 régions multimétiers, de grands projets et de plusieurs filiales spécialisées dotées d'une expertise spécifique. Le groupe est également présent à l'international sur des grands projets structurants et des infrastructures de proximité.

- Guintoli : L'entreprise est spécialisée dans les VRD. Elle aménage les terrains (traitement des sols, minage, aménagement urbain) pour y construire des immeubles ou des chemins de fer.
- E.H.T.P. : L'entreprise est spécialisée dans les canalisations et les réseaux, sous terre ou en surface. Elle s'occupe notamment des réseaux secs (câbles électriques, fibre optique, télécommunication, gaz) et des réseaux humides (eau, eaux usagées).
- NGE Génie Civil : filiale créée en 2006, spécialisée dans le génie civil. Ses activités portent sur les ouvrages d'Art, les stations d'épuration, les travaux fluviaux, les bâtiments industriels.
- Siorat et Agilis : spécialisées dans la construction de routes et de ses équipements.
- NGE Fondations : spécialisée dans les travaux géotechniques et la sécurisation des sols. Son activité est concentrée sur les améliorations de drainage, les décontaminations de sols, le confortement de parois ainsi que le soutènement de massifs. Elle existe depuis la création du groupe.
- TSO : L'entreprise TSO, filialisée en septembre 2013, est spécialisée dans les travaux ferroviaires : pose de rails, électrification et remaniement des caténaires, développement de logiciels ferroviaires et construction, ainsi que

renouvellement et entretien des voies ferrées. L'une de ses prestations a porté sur le renouvellement LGV Atlantique, entre Paris et Chartres.

- NGE Infranet : Filiale créée en 2017 à la suite du regroupement des activités Haut Débit d'E.H.T.P. et de l'expertise d'Agee Réseaux et Télécoms. NGE Infranet est un acteur majeur dans le domaine du très haut débit.

Pleinement engagé dans des projets de préservation de l'environnement, NGE a livré la centrale géothermique du futur village olympique Paris 2024. Elle fournira une énergie décarbonée, locale et renouvelable pour chauffer et climatiser les logements des athlètes pendant les JO 2024. Elle alimentera également le futur quartier qui accueillera 6 000 habitants et 6 000 salariés.

4 Justification technique et financières

1.4.1 Présentation de GEOTHERMAR dans le cadre du projet

1.4.1.1 Les objectifs de GEOTHERMAR

L'objectif de GEOTHERMAR est de réaliser plusieurs projets de géothermie dans le but de valoriser la chaleur du sous-sol.

Les Autorisations de Recherche obtenues précédemment par GEOTHERMAR, ont permis d'établir une collaboration entre l'Aéroport Marseille Provence, la ville de Vitrolles et la société Airbus Helicopters. Le permis demandé vise principalement à fournir une source d'énergie propre et renouvelable en complément ou en substitution pour les systèmes de chauffage et de climatisation des installations.

En fonction du potentiel thermique réellement disponible et quantifié à l'issue des premiers forages, (dont les caractéristiques prévisionnelles seront précisées dans un futur dossier d'autorisation de travaux), de nouveaux projets de recherche géothermique pourront concerner d'autres secteurs de la région à l'intérieur du périmètre de recherche sollicité (Villes de Marignane et Vitrolles, Berre-Rognac, Les Pennes-Mirabeau, Marseille Nord).

1.4.1.2 La méthodologie

1.4.1.2.1 La délimitation des cibles gîtes géothermiques : études faites et à faire

Gaïa Energy Systems a développé sa filiale GEOTHERMAR dans le but de développer les projets géothermiques. À travers GEOTHERMAR, deux Autorisations de Recherche (AR) ont été obtenues dans le même secteur qui suscite également l'intérêt de cette demande de PER.

Actuellement, GEOTHERMAR est structuré en une cellule d'ingénierie qui vise à acquérir des données géologiques futures et à les interpréter en vue de développer des projets de géothermie profonde. Il est mentionné que le BRGM effectuera une acquisition géophysique en 2023 (sismique 2D et magnétotellurique), et GEOTHERMAR effectuera une acquisition sismique 3D en 2024-2025 (juste après l'obtention du PER), en fonction des résultats des études précédentes. Ces données géologiques et géophysiques seront utilisées pour délimiter les cibles des gîtes géothermiques à prospector.

L'approche de GEOTHERMAR inclut également la prise en compte des besoins en thermie en surface. Les zones géographiques favorables à l'exploitation

géothermique sont identifiées à travers l'étude des besoins « géothermisables » de surface.

1.4.1.2.2 Recherche clients/utilisateurs, études du réseau chaleur

Des études ont déjà été réalisées pour comprendre les besoins en chaleur (et en froid) dans la zone concernée par le PER « Marseille-Berre ». Ces études ont permis d'identifier des zones préférentielles et potentiellement intéressantes pour le développement de la géothermie, notamment la zone Vitrolles-Marignane-Aéroport de Marseille et la zone Nord de Marseille.

À l'avenir, ces études seront approfondies afin de mieux définir les besoins en chaleur voire en froid et le potentiel de la géothermie dans ces zones. Cette étape permettra également de rechercher des clients potentiels, c'est-à-dire des utilisateurs qui pourraient bénéficier de l'énergie géothermique pour leurs besoins en chauffage ou en processus industriels.

En comprenant plus précisément les besoins en chaleur de la zone et en évaluant le potentiel géothermique disponible, il sera possible d'identifier les opportunités de développement et de promouvoir la géothermie auprès des entreprises, des institutions ou des collectivités qui pourraient être intéressées par l'utilisation de cette source d'énergie renouvelable.

1.4.1.2.3 La définition des sites de reconnaissance et de production potentielle

Des sites de production géothermique seront recherchés dans une logique de développement par cluster, avec une puissance groupée ciblée de 5 à 20 mégawatts thermiques (MW_t) par site.

Lors du choix des sites, un critère important sera la proximité des utilisateurs de chaleur, qu'il s'agisse de bâtiments collectifs, d'installations industrielles ou agricoles. L'objectif est de minimiser les pertes d'énergie liées au transport de la chaleur en fournissant la source géothermique directement aux utilisateurs de proximité.

1.4.1.2.4 L'équipe du projet géothermique

L'équipe dédiée au projet est maintenant composée par des salariés de Gaïa Energy Systems, des experts indépendants, des bureaux d'études et des sociétés de forage. Dans le futur, une augmentation des effectifs (salariés/ nouveaux partenaires) est prévue pour compléter l'organigramme, en particulier en ce qui concerne les opérations de forage et d'exploitation géothermique.

Gaïa Energy Systems met également à disposition de GEOTHERMAR des ressources dans les fonctions support : financement, comptabilité, juridique, communication, ressources humaines

1.4.2 Capacités techniques

Lorsqu'il s'agit de réaliser un projet, la capacité technique et les partenaires impliqués jouent un rôle essentiel dans son succès. La capacité technique fait référence aux compétences, connaissances et ressources nécessaires pour mener à bien les différentes étapes du projet. Cela comprend les compétences techniques spécifiques, l'expertise dans le domaine concerné, les ressources matérielles et

logicielles, ainsi que la capacité à gérer efficacement les défis techniques qui peuvent survenir.

Dans les paragraphes suivants, nous examinerons les moyens matériels et humains disponibles et nécessaire pour mener à bien le projet, ainsi que les partenaires potentiels que nous avons choisis pour nous accompagner.

1.4.2.1 Les moyens matériels

Les moyens matériels utilisés dans le cadre du projet de géothermie sont essentiellement ceux de l'actionnaire NGE.

A fin 2022, le groupe NGE dispose de plus de 1 500 engins de chantier et autres camions, en sus des véhicules légers et fourgonnettes, totalisant ainsi 16 400 équipements de toutes sortes.

Le parc matériel comprend ainsi des :

- Tracteurs sur chenilles
- Niveleuses
- Chargeuses
- Pelles de tous types et tous poids
- Décapeuses
- Tombereaux
- Camions
- Compacteurs
- Porte-chars
- Fourgons nacelles
- Etc.

Le groupe NGE entretient par ailleurs ses engins et autres véhicules dans ses propres ateliers de mécanique générale. 44 ateliers sont ainsi répartis en France, avec plus de 900 mécaniciens, suivant une politique RSE ambitieuse.

A proximité du projet de géothermie, le groupe NGE dispose de son siège social avec un atelier de réparation (Saint Etienne du Grès - 13) et d'un atelier de maintenance (Puyricard - 13).

D'autre part, Gaïa Energy Systems met à disposition de Géothermar différents logiciels techniques tels que AutoCad et QGis.

1.4.2.2 Les moyens humains

L'organisation des capacités techniques GEOTHERMAR est décrite dans le logigramme fonctionnel prévisionnel ci-dessous.

GEOTHERMAR sera maître d'ouvrage et sera accompagné de différentes entités intervenant en tant que conseil et appui à la maîtrise d'ouvrage. Les parties sous-sol et surface seront gérées par des maîtres d'œuvre choisis judicieusement. A ce stade du projet, il s'agit respectivement des entreprises GEOFLUID et GER, travaillant conjointement, et de l'entreprise SERMET. Par ailleurs, GEOTHERMAR s'appuiera sur divers bureaux d'étude, notamment pour les compétences relatives à l'environnement, à l'acoustique, à l'aspect juridique et pour les assurances.

Remarque préliminaire : l'organisation fonctionnelle ci-dessous est prévisionnelle. Elle peut être modifiée / ajustée à fonctions et compétences équivalentes. Elle sera complétée par un logigramme opérationnel.

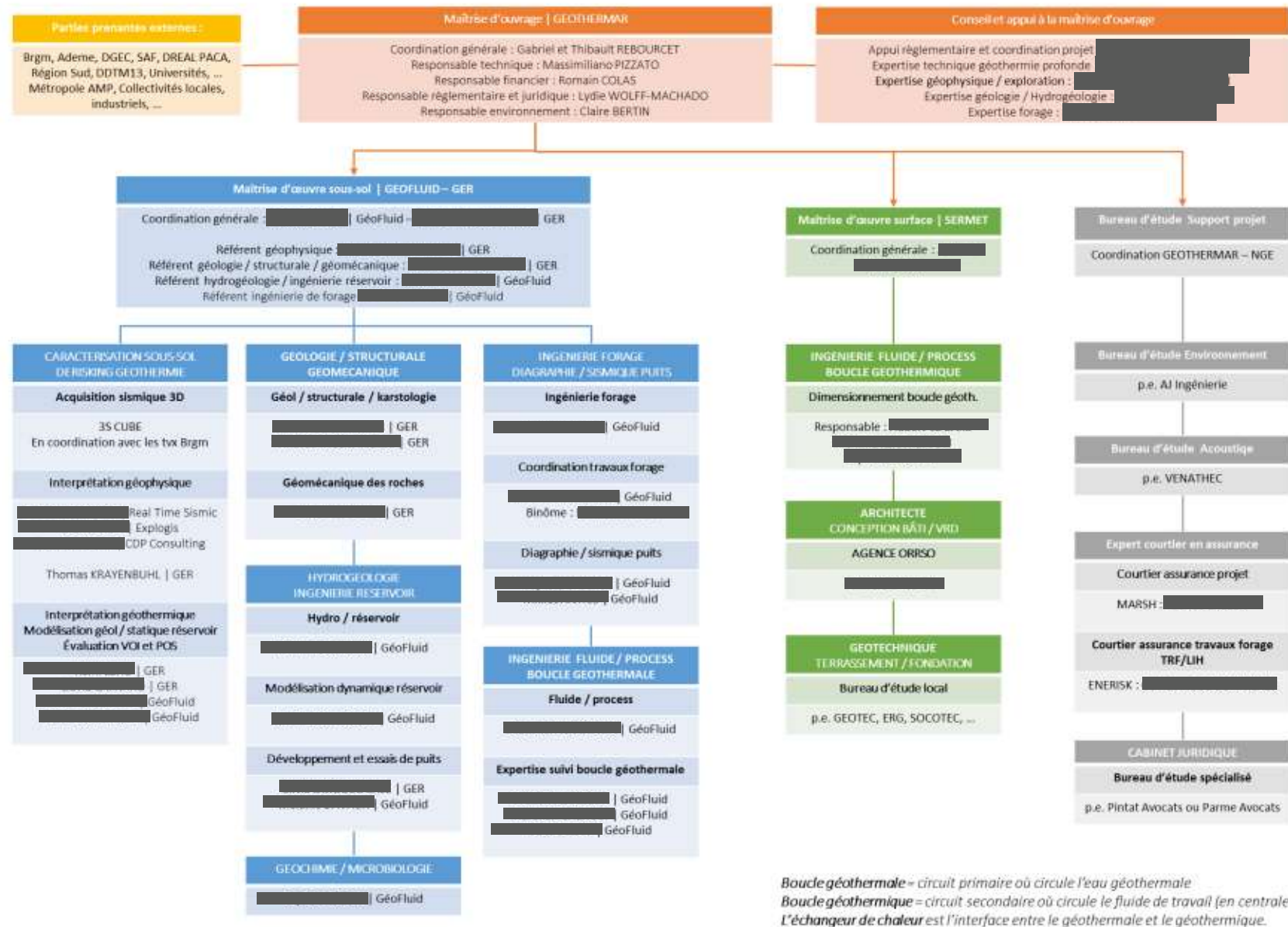


Figure 6 : Organisation fonctionnelle prévisionnelle du projet porté par GEOTHERMAR

1.4.2.2.1 Les moyens humains de GEOTHERMAR

Les moyens humains de GEOTHERMAR sont ceux des sociétés actionnaires : Gaïa Energy Systems et NGE.

1.4.2.2.1 L'équipe dirigeante des coactionnaires

- Gaïa Energy Systems

Gabriel REBOURCET (Directeur Général) : Ingénieur ENSPM, HEC finance, et diplômé en sciences humaines (linguistique, philosophie) de l'université Paris III et de l'université de Jyväskylä (Finlande), Gabriel a d'abord exercé plus de 20 ans à l'international dans le développement pétrole-gaz et la chimie des composites, avant de s'engager dans le domaine des énergies renouvelables - Fondateur et dirigeant du groupe Aalto Power, et du groupe Arthis Energie au début des années 2000, il a créé en 2020 avec les co-fondateurs de Aalto Power le groupe Gaïa Energy Systems, afin d'ancrer durablement le projet d'énergies renouvelables et transition durable dans le paysage énergétique de la France métropolitaine. Il revendique haut et fort le concept de l'énergie par le bonheur au travail.

Thibault REBOURCET (Directeur Général Adjoint Développement) : Diplômé de l'ESSEC et de la Faculté de Droit d'Aix en Provence, Thibault a 10 années d'expérience dans le monde de l'énergie, dont près de 8 ans dans le développement de projets EnR, essentiellement éoliens et hydroélectriques. Il a ainsi contribué au développement de près de 300 MW éoliens en France métropolitaine, en particulier en Bretagne et dans le Massif Central.

Romain COLAS (Responsable Financier) : Diplômé de l'EDHEC, Romain a plus de 15 années d'expérience en direction financière dont 6 années dans les EnR et la fourniture d'électricité. En charge des financements et du contrôle de gestion, Romain s'appuie sur sa bonne connaissance du marché de l'énergie pour valoriser au mieux les actifs de Gaïa Energy Systems.

- NGE

Les membres du Comité Exécutif du groupe NGE sont les suivants :



Figure 7 : Le groupe dirigeant de NGE (Source : Groupe NGE)

1.4.2.2.1 L'équipe technique des coactionnaires

L'équipe technique de Gaïa Energy Systems constitue l'équipe technique du Groupe GEOTHERMAR.

██████████ (Géologue) : Géologue et hydrogéologue, diplômé de l'Université de Padoue en Italie avec un Master en Géologie appliquée - Hydrogéologie et un post-master en modélisation hydrogéologique de l'Université de Toronto au Canada. Avec 25 ans d'expérience en géologie/hydrogéologie, dont 12 ans dans la géothermie en France, il a dirigé plusieurs projets de géothermie profonde et le suivi des forages associés.

██████████ (Experte géothermie) : Ingénieure civile de l'Ecole des Mines de Nancy, ██████████ a complété sa formation par le Master « Civil and Environmental Engineering » à l'Université d'Auckland en Nouvelle-Zélande où elle a découvert la géothermie profonde. Elle s'est investie pendant 11 années au sein de la Compagnie Française de Géothermie en tant que chef de projets avant de prendre la responsabilité pendant 6 ans de la Direction technique de l'ingénierie et de la maîtrise d'œuvre. Ses compétences techniques, commerciales et managériales sont mises au service du développement et de la réalisation des projets ENR de Gaïa Energy Systems, et tout particulièrement ceux de géothermie.

██████████ (Ingénieure environnement) : Responsable des études environnementales et réglementaires, ██████████ est diplômée du Museum d'Histoire Naturelle et de Mines ParisTech. Forte de plus de 10 ans d'expérience dans le domaine de l'environnement, elle apporte son expertise et son approche naturaliste dans le développement des EnR chez Gaïa Energy Systems.

██████████ (Ingénieure environnement) : Étudiant en Master IEGB à Montpellier (Ingénierie en Écologie et Gestion de la Biodiversité), ██████████ est un ingénieur écologue travaillant sur la gestion intégrée des territoires, et en particulier sur la conciliation entre développement des énergies renouvelables et préservation de la biodiversité. À l'aide de ses expériences passées en bureaux d'études et associations, il met à profit ses compétences naturalistes dans le développement des projets de Gaïa.

██████████ (Juriste senior) : Juriste spécialisée dans les énergies renouvelables, ██████████ possède une expertise juridique transversale et une expérience terrain de 8 ans. Diplômée des facultés de droit - Université Toulouse 1 et Montpellier 1, elle accompagne GAÏA ENERGY SYSTEM et ses clients dans le développement de leurs projets durables, en offrant notamment une expertise dans la concertation de projets qui s'adapte aux spécificités de chaque contexte.

██████████ (Ingénieur) : Diplômé de l'INSA Lyon en génie mécanique, ██████████ a rejoint l'équipe de Gaïa Energy Systems après plus de 15 années en gestion de projets dans le domaine de l'énergie nucléaire. Dans une volonté d'être acteur de la transition énergétique française, il se consacre aujourd'hui à la production d'électricité d'origine renouvelable.

██████████ (Ingénieure) : Urbaniste diplômée de l'Institut d'Urbanisme et d'Aménagement Régional d'Aix-Marseille, ██████████ a rejoint l'équipe de Gaïa Energy Systems en janvier 2022 en tant que cheffe de projets photovoltaïques. Elle est

convaincue que les énergies renouvelables sont un levier incontournable pour une transition écologique par l'adaptation des territoires face aux changements climatiques et souhaite mettre ses quelques années d'expériences pour participer au déploiement des projets d'énergies durables et propres (EnR).

██████████ (Ingénieur) : Étudiant en dernière année à l'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers. ██████████ est un ingénieur généraliste se spécialisant dans les énergies renouvelables. Il a rejoint l'équipe en septembre dernier, d'abord en alternance, puis pour son stage de fin d'études. Il participe au développement d'outils informatiques et au développement de projets EnR en tant que chef de projets.

██████████ (Stagiaire géothermie) : Ingénieure généraliste diplômée à l'École Polytechnique Féminine en spécialité « Energie et Environnement », étudiante à l'ENSG dans le cadre d'une spécialisation en géologie. Elle a étudié au sein de DALKIA le fonctionnement des pompes à chaleur intégrées aux réseaux d'eau tempérée.

██████████ (Ingénieure) : Ingénieure diplômée de l'École Centrale Marseille et spécialisée en mécanique des fluides à l'Institut Royal de Technologie (KTH) à Stockholm. Passionnée d'énergies renouvelables et soucieuse de produire un impact positif sur l'environnement à travers son travail, ██████████ met à profit au sein de Gaïa Energy Systems son expertise de 5 ans acquise en projets éoliens et photovoltaïques.

1.4.2.2.2 Les partenaires pour la demande de permis

Au-delà de la capacité et de l'expérience interne de GAÏA/GEOTHERMAR avec Massimiliano PIZZATO qui a participé dans le passé à la rédaction et l'obtention de plusieurs PER géothermiques en France, GAÏA/GEOTHERMAR s'appuie sur plusieurs collaborateurs de grandes expériences et continuera le partenariat avec ces experts.

- Geofluid /GPC IP

Fondée en 2013, Geofluid est la société mère de plusieurs entités spécialisées dans l'exploration et l'exploitation des fluides du sous-sol, en particulier la géothermie. Auparavant connue sous le nom de GPC (Geoproduction Consultants), Geofluid est issue de l'expérience d'ingénieurs chevronnés dans ce domaine.

L'histoire de Geofluid remonte à 1989, avec la création de GPC IP (GPC Instrumentation Process), axée sur le développement de technologies innovantes pour le forage, la complétion et la production de fluides du sous-sol. En 2005, GPC IP a repris toutes ses activités d'ingénierie et de services, pour ensuite les céder à Geofluid.

Geofluid a rédigé la précédente demande d'autorisation de recherche ainsi que la demande d'ouverture de travaux miniers de GEOTHERMAR en 2020/2021.

GéoFluid poursuit son partenariat avec Géothermar.

- CDP Consulting

Depuis plus de quinze ans, CDP Consulting propose un accompagnement global

pour l'exploitation des données sismiques. En tant que bureau d'expertise indépendant en géosciences, l'entreprise met en avant son expertise unique dans l'utilisation de la géologie pour améliorer l'imagerie sismique 2D et 3D. Grâce à son expérience et sa spécialisation dans les corrections statiques, CDP Consulting est devenue un leader dans le calcul de ces corrections, essentielles pour le succès de l'exploration sismique terrestre. L'entreprise intervient à tous les stades de l'exploitation des données sismiques, offrant des services de conseil, de supervision du traitement sismique, d'amélioration de l'imagerie et d'interprétation des données.

CDP Consulting a élaboré un rapport pour GEOTHERMAR portant sur le synclinal de l'ARC, comprenant un retraitement et une interprétation des anciennes campagnes sismiques.

- **Geolotec**

Entreprise avec une vingtaine d'années d'expérience dans les domaines de la géologie, du forage, de l'hydrogéologie et de la géothermie.

Elle a réalisé une étude géologique pour GEOTHERMAR, mettant en évidence les aquifères de l'Urgonien et du Jurassique lors de campagnes de forage (en Annexe).

- **SERMET**

Acteur majeur dans le développement de la géothermie, des réseaux de chaleur et des énergies renouvelables en France. Depuis les années 1980, l'entreprise s'est imposée comme une référence dans ces domaines. Avec une équipe de 80 collaborateurs, SERMET joue un rôle essentiel dans la décarbonation des bâtiments publics, de l'habitat social et des infrastructures publiques.

Sermet a été chargé par GEOTHERMAR de réaliser une étude de faisabilité pour le réseau de chaleur dans la zone de Marignane-Vitrolles. L'étude a porté sur les aspects suivants : besoins en chaleur/froid, ressources, adéquation ressources/besoins et calendrier et plan d'actions (en Annexe).

- **S2T**

S2T est une société d'ingénierie spécialisée dans la conception, la coordination et la maîtrise des spécialités techniques, ainsi que dans les enjeux énergétiques urbains.

Piloté par la métropole Aix-Marseille-Provence, en collaboration avec différents acteurs tels que GAÏA/GEOTHERMAR, S2T a été chargé de la création du Schéma Directeur du réseau de chaleur de Vitrolles en avril 2023.

- **BRGM**

Créé en 1959, le BRGM a pour mission principale d'étudier et de valoriser le sous-sol et ses ressources.

Dans le domaine de la géothermie, le BRGM joue un rôle essentiel en tant qu'organisme de référence et d'expertise. Il mène des recherches, développe des technologies et fournit des conseils techniques aux acteurs du secteur.

En plus des nombreux rapports produits par le BRGM et consultés pour la rédaction de ce permis, GAÏA/GEOTHERMAR a parfois sollicité la collaboration des spécialistes du BRGM afin d'obtenir des informations plus détaillées sur la zone

d'étude.

- **ENERISK**

Enerisk est une société de courtage en assurance de spécialité qui offre des conseils aux entreprises industrielles et aux institutions financières pour la mise en place de solutions d'assurance innovantes. Elle est spécialisée dans les secteurs de l'énergie et des ressources naturelles.

Dans le cadre de sa collaboration avec GAÏA/GEOTHERMAR, Enerisk a apporté une expertise approfondie pour comprendre de manière globale les risques auxquels ils sont exposés. Prochainement, ils seront prêts à mettre en place une stratégie de couverture complète et adaptée à l'ensemble des projets de GAÏA/GEOTHERMAR, tout au long de leur cycle de vie.

1.4.2.2.3 Les partenaires pour la phase exploratoire

Une fois le permis exclusif de recherche obtenu, dans le cadre du projet de forage et d'exploitation des réservoirs géothermiques, GAÏA/GEOTHERMAR a mis en place un réseau de partenaires en vue d'élaborer un programme d'exploration. Pour développer ce programme, GAÏA a contacté plusieurs bureaux d'études et consultants indépendants avec lesquels des accords de collaboration potentiels ont été identifiés. La mise en place de ces collaborations, avec la signature des contrats correspondants, est prévue dans les prochains mois.

A ce sujet, un consortium spécifique pour le projet GEOTHERMAR sera créé par les bureaux d'études Geneva Earth Resources et Géofluid/GPC IP.

- **Geneva Energy Ressources SA (GER) – GEOFLUID/GPC IP**

Pour le projet proposé par Gaïa Energy System, les sociétés Geneva Earth Resources (GER) et GEOFLUID/GPC IP ont uni leurs forces pour former un consortium qui sera en mesure d'assumer le rôle de conseiller et d'expert technique en dirigeant avec Gaïa Energy /Géothermar l'exploration et le développement des ressources géothermiques au sein du PER.

Les deux sociétés ont plus de 15 ans d'expérience dans la caractérisation géologique du sous-sol, la réalisation de forages et la gestion des ressources géo-énergétiques, y compris les hydrocarbures et les ressources géothermiques qui, au cours des 5 à 10 dernières années, sont devenues leur principal domaine d'activité.

GER et GEOFLUID/GPC IP travaillent actuellement ensemble pour un client de l'industrie géothermique en Suisse où ils ont consolidé leur relation de travail en faisant preuve d'efficacité et de solides collaborations pour répondre efficacement aux besoins du projet.

- **GER**

Société basée en Suisse (Genève), et spécialisée dans le domaine des géosciences. Ses professionnels se consacreront principalement à l'évaluation des géo-ressources du sous-sol afin d'identifier le meilleur emplacement pour le forage d'un ou plusieurs puits d'exploration ayant les meilleures chances de succès.

Les principaux rôles de GER sont énumérés ci-dessous :

1. Harmonisation de l'inventaire des données de subsurface, organisation et structuration et gestion de la base de données
2. Étude géophysique de subsurface, planification et suivi de l'acquisition, traitement et interprétation des données
3. Définition de la ligne de base de la sismicité, conception du réseau de surveillance sismique, campagne de surveillance et interprétation des données
4. Étude géologique comprenant, sans s'y limiter, les données géophysiques, la géologie des réservoirs, la pétrophysique, la géologie structurale, la géomécanique, l'analyse et la prévision des fractures, la modélisation statique en 3D.
5. Évaluation des risques liés aux hydrocarbures
6. Identification et classement des incertitudes et des risques et analyse des risques de jeu pour la définition des perspectives et l'identification et la sélection des cibles de puits.
7. Analyse VOI et évaluations technico-économiques

L'équipe technique :

██████████ : Ph.D. Géologue senior et conseiller technique senior avec une solide expérience de 28 ans en géologie de réservoir, appliquée à l'évaluation des prospects et au développement de champs pétroliers. Compétences avancées en interprétation sismique et caractérisation des réservoirs acquises lors de ses 11 années de carrière chez Shell, travaillant sur des projets de production et d'exploration. ██████████ est actuellement associé fondateur de la société Geneva Earth Resources SA et directeur de GER Africa, fournissant des services de conseil en sous-sol à l'industrie de l'énergie, y compris les hydrocarbures et la géothermie. Il est également professeur ordinaire de géo-énergie / géologie de réservoir et d'analyse de bassin à l'Université de Genève en Suisse. Il jouera un rôle de conseiller principal au sein du comité consultatif et soutiendra Gaïa Energy dans les décisions stratégiques et techniques, en particulier en ce qui concerne la phase d'exploration par l'identification, la sélection et le classement, la définition et l'évaluation des cibles d'exploration. Il participera également à l'évaluation quantitative technico-économique de l'actif.

██████████ : 15 ans d'expérience en géologie de réservoir, spécialisé dans la caractérisation des carbonates. Il agira en tant qu'expert technique (réservoir, pétrophysique, évaluation technico-économique), et chef de projet pour ce projet en s'assurant de la livraison et de l'affectation des ressources en temps voulu pour atteindre les objectifs et les étapes du projet.

██████████ : 25 ans d'expérience internationale dans la structure de la géologie, la caractérisation des fractures et des zones karstifiées, elle sera responsable de l'extraction de toutes les informations à partir des données sismiques et des données de puits.

██████████ : 36 ans d'expérience internationale dans l'industrie, il sera responsable de l'interprétation géophysique et sismique et fournira la cartographie géologique du sous-sol à l'appui de la modélisation 3D visant à l'évaluation des réserves et au calcul volumétrique ainsi qu'à l'évaluation économique décennale.

██████████ : 15 ans d'expérience internationale, est un spécialiste de la géologie des réservoirs et de la pétrophysique. Il sera chargé de construire un modèle géologique statique en 3D qui sera utilisé par les ingénieurs des réservoirs pour quantifier les paramètres technico-économiques du réservoir géothermique. ██████████ sera également responsable de la mise en place d'une base de données et de l'établissement de critères pour la collecte, la conservation, la classification et le stockage des données.

██████████ : 15 ans d'expérience dans la modélisation des bassins, sera chargée d'aider à évaluer et à quantifier le risque d'hydrocarbures et gaz et d'éventuelles couches sous pression avant le forage.

██████████ : 10 ans d'expérience dans la caractérisation des réservoirs d'un point de vue géomécanique et sismologique. Il sera principalement responsable de l'évaluation des risques sismiques et de l'activation éventuelle de failles à proximité de la région.

██████████ : Géologue junior 5 ans d'expérience dans la géologie des réservoirs serait principalement soutenir l'équipe d'exploration dans le travail technique de pétrophysique et modélisation statique 3D.

- GEOFLUID/GPC IP

Société basée en France (Paris), a déjà été mandatée par Gaïa dans le passé pour des services et possède une très grande expérience dans la planification, l'exécution et l'achèvement d'opérations de forage géothermique, suivies de la gestion et de la surveillance de champs géothermiques afin de maximiser et d'optimiser la production.

Dans cette phase, les rôles de Géofluid dans ce consortium seront principalement les suivants :

1. Ingénierie des réservoirs et optimisation de la durée de vie
2. Conception de puits, architecture de puits, optimisation de la complétion de puits
3. Soutien technique pour l'élaboration des documents d'autorisation
4. Préparation de la partie technique des documents d'appel d'offres/de passation de marchés
5. Assistance à la négociation et à la passation de contrats

Equipe technique de Geofluid/GPC IP :

██████████ : 32 ans d'expérience dans l'industrie géothermique, Directeur Exécutif de GPC IP et GEOFLUID. Diplôme d'ingénieur de l'Institut National du Pétrole de Ploïesti (Roumanie). Actuellement Président de l'EGEC (European Geothermal Council). Il agira en tant que conseiller principal au soutien de Gaïa Energy Systems et de l'équipe ingénierie réservoir/forage en particulier en ce qui concerne les définitions des cibles géothermiques, la phase de forage et la phase d'évaluation du réservoir pré et post forage. Il participera également à l'évaluation quantitative technico-économique de l'actif.

██████████ : 12 ans d'expérience dans l'ingénierie de forage pétrolière et géothermie. Chef du Service forage/production chez GEOFLUID. Ingénieur diplômé de l'Ecole Centrale de Lyon. Il assurera le rôle de chef de projet sur la partie

Forage/Réservoir/Monitoring et assistance technique sur la partie forage.

██████████ : 12 ans d'expérience en forages/workover pétroliers et géothermiques en France. Diplômé ENS, spécialisé en géosciences pétrolières à l'IFP-school. Il assurera l'implémentation et la coordination des opérations de forage de façon optimale et sûre.

██████████ : 12 ans d'expérience en géologie et ingénierie de réservoir. Maîtrise de Géosciences (géologie sédimentaire Jussieu Paris VI). Diplôme d'Ingénieure géologue IFPEN. Responsable des dossiers de demande de permis Exploration, Exploitation. Membre du bureau des deux principales associations professionnelles de Géothermie (AFPG, Geodeep). Elle sera principalement responsable des modélisations réservoir et des interprétations des essais.

██████████ : 3 ans d'expérience en géomodélisation des systèmes hydrothermaux aux plans tectoniques (orogénèses alpine et andine) et volcaniques. Ingénieure d'Etudes et de Recherche Docteur d'Etat (PHD) en Géosciences (option technique) (ETH Zürich, CH). Assure chez GEOFLUID le suivi scientifique et méthodologique des projets de R&D ainsi que l'encadrement des doctorants et stagiaires de recherche.

██████████ : 60 ans d'expérience dans les métiers du sous-sol. Gérant de GPC IP et GEOFLUID. Maîtrise de Physique et Maths appliquées (Paris Saclay, Strasbourg). Diplôme d'ingénieur géophysicien (IPG/EOST Strasbourg). Ingénierie/Pétrophysique/Simulation de réservoirs, Architectures puits, Corrosion/Scaling, Injection d'eau, Derisking. Il a dirigé pendant 5 ans (1978-1983) le programme de R&D en énergie géothermique de la Commission Européenne. Fondateur de GPC en 1989. Il a exercé 2 mandats au Bureau du Directoire (BOD) de l'IGA. Assure actuellement la conception de projets de développement en France et à l'étranger, le management Scientifique (R,O & D) de l'entreprise et l'encadrement technique des ingénieurs de projet (suivi de projets, editing de rapports). Il apportera son expertise de l'industrie géothermale et particulièrement son expertise en réservoir géothermiques.

- GER et GEOFLUID/GPC IP

Ces deux groupes se partageront les rôles suivants dirigés par Gaïa Energy Systems :

Définition du programme de travail global

Participation au Comité de pilotage

- Réunion Techniques hebdomadaire ou journalières (en fonction du moment du projet)
- Accompagnement dans la préparation de dossiers pour obtenir des bourse et financement Européens, private equity, etc)
- Communication

Plus précisément, un certain nombre de professionnels seniors et juniors ont été désignés pour accompagner Gaïa Energy Systems dans l'effort d'exploration.

Advisory board / comité de pilotage du consortium :

Il sera composé d'un conseiller senior de GER et d'un conseiller senior de Géofluid qui soutiendront le directeur technique de Gaïa Energy Systems/ GEOOTHERMAR dans la gestion du projet et mettront en place les décisions à prendre à partir d'études statistiques pour garantir les résultats positifs du projet.

Un logigramme résumant cette collaboration est illustré Figure 8.

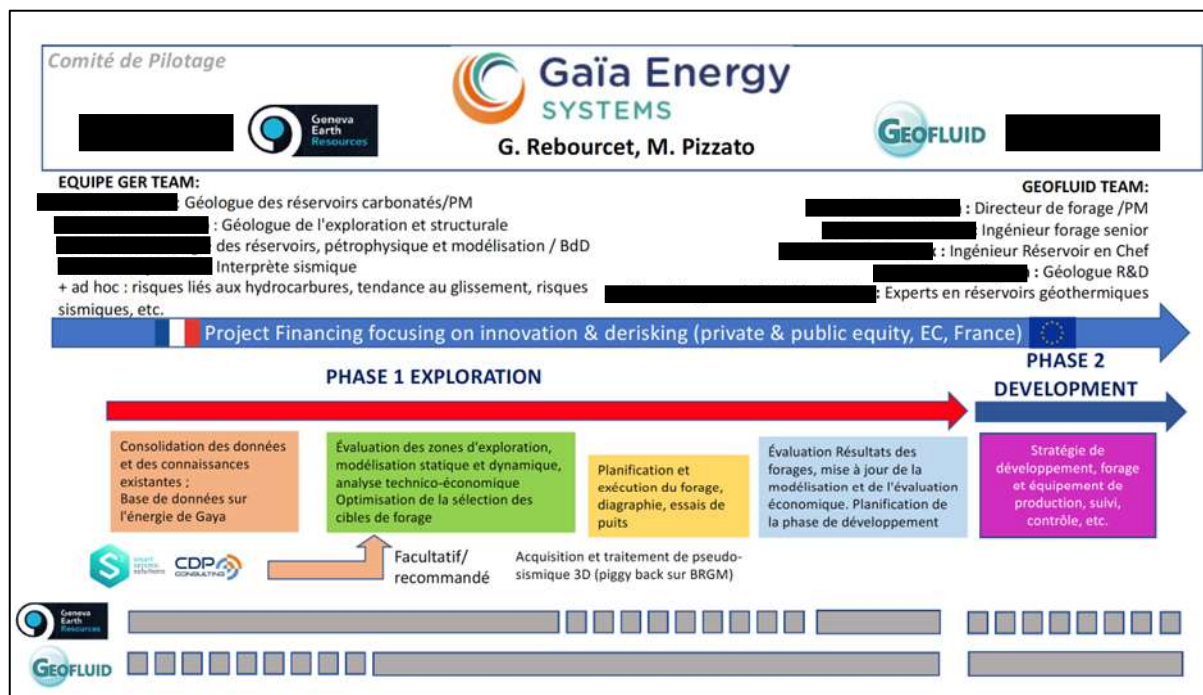


Figure 8 : Logigramme consortium GER et Geofluid

- REALTIME SEISMIC

Realtime Seismic est une entreprise spécialisée en géophysique, avec une expertise avancée dans le traitement sismique. Leur domaine d'expertise couvre plusieurs aspects, tels que la reprise de données sismiques anciennes, l'atténuation du bruit terrestre, la modélisation de la subsurface, l'imagerie sismique et la construction de modèles.

Ils sont également spécialisés dans la conception, le déploiement et la gestion de réseaux de surveillance sismique, ainsi que dans l'évaluation des risques sismiques liés aux projets géothermiques. Realtime Seismic utilise des outils de simulation géomécanique avancés, avec des modèles constitutifs sophistiqués, pour prédire les phénomènes d'instabilité et les affaissements.

Dans le cadre du projet, GEOOTHERMAR a établi des accords préalables avec Realtime Seismic afin de faire progresser le projet de géothermie. Ces accords prévoient la réinterprétation des anciennes données sismiques ainsi que la planification, le pilotage et le traitement des futures acquisitions sismiques en 3D. L'objectif est de bénéficier de l'expertise de Realtime Seismic dans le domaine de la sismique appliquée à la géothermie.

L'équipe principale de Realtime Seismic est composée d'experts hautement qualifiés et expérimentés dans le domaine de la géophysique et de la sismique, qui

travaillent en étroite collaboration avec l'équipe de GAÏA/GEOTHERMAR pour atteindre les objectifs du projet.

Equipe de Realtime Seismic :

██████████ (PhD en géophysique et sismologie) : Un géoscientifique axé sur les solutions qui explore différents domaines et applications, avec une préférence pour la sismologie terrestre et les données d'exploration complexes. ██████████ est un expert en traitement et imagerie sismique, ses compétences en matière de proche surface et son expérience inégalée en matière de correction statique et d'atténuation du bruit sont utilisées sur tous les projets.

██████████ (Directeur de Realtime Seismic) : La carrière de Denis s'étend sur plus de 40 ans en Australie et à l'étranger et couvre tous les aspects de l'acquisition de données sismiques. ██████████ a occupé des postes de direction dans l'ensemble du spectre des opérations, du développement commercial, des ventes et de la formation technique. ██████████ apporte une compréhension unique et globale des défis auxquels est confrontée l'acquisition sismique et peut présenter des solutions pratiques à nos clients.

██████████ (géophysicienne) : Titulaire d'un certificat en géophysique d'exploration, ██████████ possède une expérience dans l'interprétation des données sismiques de surface pour l'exploitation minière du charbon et l'acquisition sismique de surface. ██████████ occupe actuellement le poste de géophysicienne senior chez Realtime Seismic Australia.

- HYDRO-GEO

Hydro-Géo Environnement est une entreprise résultant de la fusion entre HydroGéo Conseils, fondé en 1998, et Hydro-Geol, fondé en 2008. Forte de plus de 20 ans d'expérience en Suisse Romande et en France, elle s'est spécialisée dans les projets de géothermie profonde depuis 2015, notamment dans le Bassin Rhénan et en Haute-Savoie.

La particularité de Hydro-Géo Environnement réside dans son équipe pluridisciplinaire dédiée à l'exploration du sous-sol profond. Cette équipe est composée d'experts qualifiés dans différents domaines, permettant une approche complète des projets géothermiques.

GEOTHERMAR a déjà entamé des discussions avec Hydro-Géo en vue d'évaluer leur possible participation au projet de géothermie.

- Consultants indépendants

D'autres consultants indépendants ont été contactés et collaborent déjà avec GAÏA dans le projet GEOTHERMAR.

██████████ : Géologue expert en forage avec plus de 40 ans d'expérience, Jean collabore depuis longtemps avec GAÏA/GEOTHERMAR en fournissant ses conseils et son assistance technique dans les domaines administratifs, techniques et scientifiques. Il apporte son expertise dans le projet GEOTHERMAR.

██████████ : Géologue pluridisciplinaire confirmé, avec plus de 35 ans d'expérience internationale dans l'exploration et la production pétrolière, il

collabore avec GAÏA/GEOTHERMAR à partir de 2020. Il a apporté son expertise dans l'exploration géothermique dans le Sud de la France, en réalisant notamment le retraitement de anciennes données sismiques et en préparant le programme sismique SVP pour le premier puits d'exploration de GAÏA/GEOTHERMAR.

██████████ : Doctorat de Sciences, géologue et hydrogéologue avec une grande expérience dans la géothermie, depuis plusieurs années collabore dans le projet GEOTHERMAR avec une étude géologique et hydrogéologique du synclinal de l'Arc. Géologue et hydrogéologue titulaire d'un doctorat en Sciences, il possède une vaste expérience dans le domaine de la géothermie Son expertise a été sollicitée pour mener une étude approfondie de la géologie et de l'hydrogéologie du synclinal de l'Arc. Sa contribution dans cette analyse est importante pour évaluer le potentiel géothermique de la région.

██████████ : Ingénieur conseil spécialisé en géologie, ancien Directeur Technique des Mines de Gardanne, il possède une expérience d'environ 40 ans dans le domaine. Depuis plusieurs années, il collabore avec GAÏA dans le cadre du projet GEOTHERMAR. Il apporte des conseils stratégiques et techniques, ainsi qu'une analyse précise des données géologiques pour soutenir les différentes étapes du projet.

1.4.2.2.4 Les partenaires pour la phase forage et test

En poursuivant le partenariat pour la phase de recherche et d'exploration, GAÏA/GEOTHERMAR a contacté plusieurs bureaux d'études et entreprises pour la gestion de la phase de forage et des tests. Des accords de partenariat seront signés dans les mois à venir.

Voici les bureaux d'études et entreprises chargés de suivre cette partie du projet :

- GEOFLUID/GPC IP

En continuant l'accord de consortium avec GER, Geofluid/GPC IP prendra également en charge certaines parties du projet sur le terrain.

Voici ci-dessous la liste des responsabilités :

1. Supervision du site du puits
2. Planification, supervision et interprétation des essais de puits
3. Conception de têtes de puits géothermiques
4. Conception et fourniture de l'infrastructure de production (boucle géothermique)
5. Fourniture de lignes auxiliaires d'injection de produits chimiques en fond de puits
6. Entretien et surveillance des puits géothermiques
7. Supervision du géologue du site du puits (well site geologist)
8. Suivi de des résultats de forage stratigraphie réel par rapport au plan
9. Suivi des opérations d'acquisition de diagraphie et interprétation en direct si nécessaire
10. Contrôle de l'intégrité des puits
11. Contrôle de la qualité

- **ARVERNE**

Déjà en partenariat avec GEOTHERMAR pour le projet géothermie du 2020/21, ARVERNE reste un interlocuteur privilégié pour ce qui concerne le forage et les tests.

Arverne Drilling Services, filiale du groupe Arverne depuis février 2020, est une entreprise française spécialisée dans le forage et le work-over. Avec plus de 60 ans d'expérience et plus de 1000 puits réalisés à travers le monde, elle s'est récemment concentrée sur la géothermie profonde. Son expertise s'est notamment illustrée par la réalisation de près de 50 puits géothermiques en Europe et dans les Caraïbes, atteignant des profondeurs de 1000 à 3600 mètres, avec des températures de fond allant de 70°C à 280°C.

L'entreprise dispose de plusieurs rigs de forage capables d'atteindre de telles profondeurs.

C'est dans cette perspective que les deux entreprises évaluent aujourd'hui l'opportunité de tisser un partenariat à de multiples niveaux. Cette collaboration permettrait notamment d'allier les compétences et les ressources de GAÏA/GEOTHERMAR à l'expertise et à l'expérience d'Arverne Drilling Services, dans le but de développer des solutions géothermiques innovantes et durables.

- **SMP ENERGIES**

SMP Energies est une entreprise française spécialisée dans le forage et l'entretien de puits pétroliers, gaziers et géothermiques. Fondée en 1998, la Société de Maintenance Pétrolière est un acteur majeur sur les marchés où elle opère. En France, elle emploie plus de 220 personnes.

SMP Energies propose une large gamme de services de forage et de reconditionnement de puits, en utilisant une flotte d'appareils modernes et flexibles, exploités par du personnel qualifié et expérimenté. L'entreprise s'engage à travailler dans des environnements difficiles tout en respectant les normes les plus strictes en matière de santé, de sécurité, d'environnement et de qualité.

Les appareils de SMP Energies, conçus en France et fabriqués aux États-Unis, sont adaptés pour répondre aux exigences des clients les plus exigeants. Ils ont une capacité qui varie de 80 à 100 tonnes pour les forages et les services de reconditionnement peu profonds, et de 120 à 350 tonnes pour les forages et les services de reconditionnement plus profonds.

La flotte d'appareils de SMP Energies se compose de la dernière génération d'équipements, qui se caractérisent par leur respect de l'environnement, leur compacité, leur capacité à se déplacer rapidement sur une plateforme multi-puits, et leur efficacité grâce à des temps de démontage-transport-montage réduits.

GEOTHERMAR et SMP ont engagé des discussions pour établir une collaboration dans le suivi des forages et des tests du projet GEOTHERMAR. Plusieurs rencontres ont déjà eu lieu entre les deux entreprises afin de conclure un accord de collaboration mutuellement bénéfique. L'objectif est de permettre à SMP de fournir ses services d'expertise en forage à GAÏA/GEOTHERMAR pour garantir la réussite de la phase de forage et des tests du projet.

- CFG

CFG est une société d'ingénierie et de services spécialisée dans la géothermie industrielle, offrant son expertise dans la production de chaleur et d'électricité à partir de sources géothermiques. Avec une expérience réussie dans de nombreux projets géothermiques à travers plus de 40 pays, CFG propose des solutions adaptées aux besoins spécifiques de ses clients.

Dans le cadre du projet géothermie, GAÏA/GEOOTHERMAR a entamé des discussions avec CFG pour bénéficier de leurs services. Le partenariat envisagé vise à tirer partie de l'expertise de CFG pour assurer un suivi efficace des activités de forage et de test.

- Consultants indépendants

██████████ : Géologue expérimenté avec plus de quarante ans d'expérience, ████████ sera le responsable géologique tout au long des phases de forage et de tests.

██████████ : Géologue hydrogéologue expert, il assurera l'assistance à la maîtrise d'œuvre pendant les opérations de forage.

1.4.2.2.5 Les partenaires pour la phase d'évaluation des résultats du forage et planification successive

À la suite des résultats du premier puits comme pour le deuxième, la phase d'évaluation des données et de validation du modèle de réservoir prédit sera réalisée pour évaluer et maximiser le succès des démarches successives du projet.

Dans ce contexte le consortium GER - GEOFLUID/GPC IP sera responsable des tâches suivantes :

1. Évaluation des résultats lithologiques et stratigraphique
2. Évaluation des diagraphies de puits et validation de la situation réelle par rapport au plan
3. Interprétation des tests de puits
4. Intégration des données de forage et mise à jour du modèle géologique statique et dynamique
5. En cas de succès du/des puits d'exploration, évaluation technico-économique des résultats visés à la quantification et valorisation des ressources géothermiques.

1.4.3 Capacités financières

1.4.3.1 Moyens financiers du groupe

Les capacités financières de GEOOTHERMAR sont celles des deux coactionnaires Gaïa Energy Systems et NGE.

1.4.3.1.1 Gaïa Energy Systems

La société Gaïa Energy Systems est une SAS au capital de 1 000 000 €.

Gaïa Energy Systems développe des actifs de production sur quatre énergies et dans plusieurs régions françaises.

Cette diversification technique et géographique réduit le risque d'aléas financier lié

à l'intermittence des énergies renouvelables et permet d'assurer un chiffre d'affaires stable dans la durée.

Gaïa Energy Systems ambitionne de réaliser 50M€ de chiffre d'affaires annuel d'ici 2030 dont environ 7 M€ pour la géothermie.

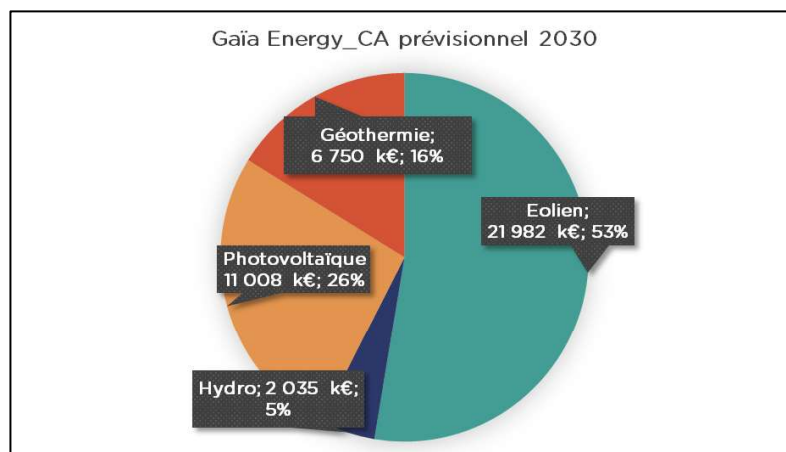


Figure 9 : CA prévisionnel 2030 de Gaïa Energy Systems

La réalisation des projets de Gaïa Energy Systems est financée majoritairement par de la dette bancaire. Ces financements de projets, de type sans recours, couvrent plus de 80% du montant des investissements.

Le reste des investissements est apporté par les actionnaires des sociétés de projets.

Les 6 actionnaires de Gaïa Energy Systems sont des sociétés familiales privées, déjà actives depuis 2005 dans le domaine des énergies renouvelables.

- Le Groupe PROMETHEE est présent dans un certain nombre de secteurs d'activités (cosmétique, carrières, hôtels, immobilier, bâtiment et travaux publics), avec des investissements en cours supérieurs à 330 Millions d'euros : il est l'actionnaire de contrôle du **Groupe NGE**, premier groupe de travaux publics privé de France, qui intervient en France et à l'étranger (Grand Paris Express, autoroutes, voie ferrée en Uruguay, Barrage au Cameroun, réseaux ferroviaires au Mexique, Panama et Égypte ...), et qui à ce jour réalise plus de **3 milliards d'euros de chiffre d'affaires**, avec 16 000 collaborateurs
- Les Sociétés SYGIL, 3L, LFR Finances & 9 CAPITAL MANAGEMENT sont également actionnaires directement ou indirectement du groupe NGE
- Arthis Energie est présent dans le domaine de l'éolien, de l'hydroélectricité et de la géothermie profonde depuis 2006

Gaïa Energy Systems dispose des ressources financières de ses actionnaires afin de financer ses études, ses projets en développement.

Sa solidité financière comme sa réputation auprès des banques de premier rang lui donnent l'accès indispensable aux financements bancaires les plus importants, pour amplifier la taille et la puissance de ses investissements dans le secteur des énergies renouvelables.

1.4.3.1.2 NGE

Compte de résultat de NGE :

Le chiffre d'affaires de NGE a progressé de 11% pour s'élever à 3.1 milliards d'euros en 2022.

Le résultat opérationnel sur activité dépasse 93,8 M€ pour la première fois et la rentabilité franchit la barre symbolique des 3 %.

Sur 2022, l'EBITDA s'élève à un niveau record de 214,5 millions d'euros.

Tableau 5: Comptes de résultat (Source : Comptes consolidés NGE 2022)

En milliers d'euros	Note	31/12/2022	31/12/2021
Produits des Activités Opérationnelles	8.18	3 085 379	2 776 027
Autres produits de l'activité	8.19	54 810	45 243
Achats consommés		(592 343)	(613 009)
Charges de personnel	8.29	(769 757)	(702 401)
Charges externes	8.20	(1 542 433)	(1 295 605)
Impôts et taxes		(26 997)	(24 325)
Dotations aux amortissements		(115 452)	(115 325)
Dotations nettes aux provisions		(721)	518
Variation des stocks de produits en cours et de produits finis		1 322	1 127
Autres produits et charges d'exploitation		(56)	(1 428)
RÉSULTAT OPÉRATIONNEL SUR ACTIVITÉ		93 752	70 822
Rentabilité Opérationnelle sur Activité		3,0%	2,6%
Autres produits et charges opérationnels	8.21	11 984	27 020
RÉSULTAT OPÉRATIONNEL		105 736	97 842
Produits de trésorerie et d'équivalents de trésorerie		453	55
Coût de l'endettement financier brut		(16 066)	(11 567)
Coût de l'endettement financier net	8.22	(15 613)	(11 512)
Autres produits et charges financiers	8.23	3 169	(5 825)
Quote-part de résultat des entreprises associées	8.4	(1 447)	372
Charge d'impôt	8.7	(18 582)	(17 565)
RÉSULTAT NET		73 263	63 312
- Part du Groupe		56 944	58 258
- Participations ne donnant pas le contrôle		16 320	5 054
RÉSULTAT REVENANT AUX ACTIONNAIRES DE LA SOCIÉTÉ, PAR ACTION			
Résultat net de base par action (part du Groupe)	8.25	12,19	9,96
Résultat net dilué par action (part du Groupe)	8.25	11,44	9,93

Partenaires bancaires :

Les principaux partenaires financiers sont des partenaires bancaires de premier rang : CIC, BPCE.

Pour mémoire, le groupe NGE, par ses activités en travaux mais surtout dans le domaine des concessions de grande importance, dispose d'excellentes relations avec le monde bancaire. NGE apportera ainsi ses facilités relationnelles au projet dans l'optique de ses financements.

Evolution actuelle des fonds propres :

Tableau 6 : Evolution actuelle des fonds propres (Source : Comptes consolidés NGE 2022)

En milliers d'euros	ATTRIBUABLES AUX PROPRIÉTAIRES DE NGE						PARTICIPATIONS NE DONNANT PAS LE CONTRÔLE					Total des Intérêts minoritaires	Total Capitaux Propres
	Nombre d'actions	Capital	Primes	Réserves	Réserves de conversion	Résultat	Total Part du Groupe	Réserves	Réserves de conversion	Résultat			
SITUATION AU 1^{er} JANVIER 2021	5 970 171	47 761	-	218 149	(700)	19 760	284 970	5 172	(392)	2 926	7 707	292 677	
Affectation du résultat de l'exercice 2020				19 760		(19 760)			2 926	(2 926)			
Résultat net de la période						58 258	58 258			5 054	5 054	63 312	
Autres éléments du résultat global				(406)			(406)					(406)	
Opération sur le capital		(10 381)		(170 933)			(181 312)					(181 312)	
Opération sur titres auto-détenus				1 829			1 829					1 829	
Dividendes				(29 547)			(29 547)	(2 367)			(2 367)	(31 914)	
Instruments financiers				44 115			44 115					44 115	
Autres gains et pertes en capitaux propres				(15 733)			(15 733)					(15 733)	
Ecart de conversion				(130)	443		313	(129)	91		(38)	275	
Variations de périmètre				(411)			(411)	(560)			(560)	(971)	
SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 2021	4 672 470	37 380	-	66 695	(257)	58 258	162 076	5 042	(301)	5 054	9 796	171 872	
Affectation du résultat de l'exercice 2021				58 258		(58 258)			5 054	(5 054)			
Résultat net de la période						56 944	56 944			16 320	16 320	73 264	
Autres éléments du résultat global				3 140			3 140					3 140	
Opération sur le capital													
Opération sur titres auto-détenus				(224)			(224)					(224)	
Dividendes				(15 279)			(15 279)	(6 364)			(6 364)	(21 643)	
Instruments financiers				9 169			9 169					9 169	
Ecart de conversion				230	568		798	148	(486)		(338)	460	
Variations de périmètre				(155)			(155)	202			202	47	
SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 2022	4 672 470	37 380	-	121 834	311	56 944	216 469	4 093	(787)	16 320	19 616	236 085	

1.4.3.2 Engagement financier pour le projet de géothermie**1.4.3.2.1 Budget du programme d'exploration**

- **Budget pour le programme de recherche**
 - Campagne terrain : 120 k€
 - Traitement des données acquises par le BRGM : 120 k€
 - Eventuel campagne sismique 3D : 2 M€
 - Modélisation géologique et réservoir : 300 K€
- **Budget pour la phase des travaux exploratoires**
 - Travaux de forages : 14 M€

1.4.3.2.2 Budget d'investissement forage et de la centrale géothermique

L'objectif de GEOTHERMAR est de développer, construire et exploiter un projet de géothermie profonde dans le cadre de la présente demande.

Les données ci-dessous ont trait au premier projet de Vitrolles/Airbus/AMP. Les projets suivants constituant des répliques du premier.

Le budget global des investissements liés au projet de géothermie profonde est estimé à 26 millions d'euros incluant le coût des études du programme de recherche et phase de travaux exploratoires.

Le détail de l'investissement est présenté dans le Tableau 7 :

Tableau 7 : Investissements détaillés du projet

Investissements €HT	
CONFIDENTIEL	
TOTAL - Investissements	26 114 168 €

1.4.3.2.3 Business plan du premier projet

Tableau 8 : Le business plan annuel en k€ du premier projet de Marseille-Berre

CONFIDENTIEL

1.4.3.2.4 Capacités de financement du projet

Le présent projet de géothermie profonde est éligible au fonds chaleur 2020 de l'ADEME.

L'ADEME a en effet mis en place un dispositif de subventions avec le Fonds chaleur, dont le montant est fonction de l'économie du projet. Ce dispositif est couplé avec les outils d'appui aux projets innovants gérés par les exécutifs locaux.

Les modalités des subventions prévoient le versement d'une aide de [REDACTED] € (Source Fonds chaleur 2020 - réseaux de chaleur Fiche descriptive des conditions d'éligibilité et de financement ADEME).

Le reste de l'investissement sera couvert par les financements suivants :

- Dette bancaire sur la société de projet à hauteur de [REDACTED] € ;
- Apport en fonds propres des actionnaires à hauteur de [REDACTED] €.

Tableau 9 : Les besoins et les ressources du projet

Ressources		Besoins	
Subventions ADEME	[REDACTED] €	Investissements	26 114 168 €
Dette bancaire	[REDACTED] €		
Apport des actionnaires	[REDACTED] €		
Total Ressources	26 114 168 €	Total Besoins	26 114 168 €

1.4.3.2.5 Assurances groupe

Garanties géologiques du projet : LA SAF

Comme toute ressource du sous-sol, la géothermie est soumise aux aléas géologiques. Lors d'un forage de géothermie, il existe donc un risque de ne pas retrouver les propriétés de la ressource telles qu'elles avaient été modélisées (fonds court terme). La même incertitude pèse sur sa longévité (fonds long terme). Il s'agit de risques spécifiques à la filière qui ne pouvaient être correctement couverts par les compagnies d'assurances classiques. Lors du développement des activités de géothermie en Ile de France, dans les années 80, des fonds de garantie ont été créés par les Pouvoirs Publics, spécialement à l'attention des maîtres d'œuvre d'exploitations géothermiques.

GEOTHERMAR demandera une couverture du risque associé au projet dans le cadre des Fonds de garantie court et long terme mis en place par SAF environnement :

- Fonds de garantie court terme

Il devrait prendre la forme d'une avance remboursable qui se transforme en subvention si les résultats du forage ne sont pas à la hauteur. Elle est indispensable à l'attribution de subventions à l'ADEME. Les grandes lignes seraient les suivantes :

- Garanties : échec du premier forage (les débits ou températures escomptés ne sont pas vérifiés) ;
 - Cotisation : 3,5 % à 5 % du montant du forage selon le risque géologique apprécié par le comité technique ;
 - Un abondement de la Région sera demandé pour obtenir une couverture complète du risque géologique.
- Fonds de garantie long terme

Les garanties du fonds long terme couvrent :

- Pérennité de La Ressource (en termes de débit et de température) ;
- Dommages aux puits d'origine géologique ou géothermique (dépôts, corrosion, colmatage, vieillissement du réservoir, ...).

Assurance Réalisation & Exploitation :

GEOOTHERMAR assurera l'ensemble du projet auprès de compagnies d'assurances pour les risques complémentaires, notamment :

- Assurance Tous Risques Chantiers lors des travaux de forage

Objectifs : Assurer les dommages matériel des biens machine et matériel nécessaire au forage à l'exception de la machine de forage.

Chaque chantier nécessite un dossier et une couverture spécifique. La police d'assurance sera négociée au moins six mois avant le démarrage des travaux de plateforme.

- Assurance "Lost in Hole" (LIH)

L'assurance "Lost in Hole" (LIH) est une forme d'assurance spécifiquement conçue pour couvrir les pertes d'outils ou d'équipements qui pourraient se produire pendant des opérations de forage.

Cette assurance fait référence aux cas où des équipements, des outils ou des composants peuvent être perdus ou laissés à l'intérieur du puits de forage, ce qui peut être un problème majeur en termes de coûts et de temps. Les conditions de forage, les accidents ou d'autres facteurs peuvent entraîner ces pertes. L'assurance LIH est conçue pour couvrir les dépenses associées à ces pertes. Cela peut inclure les coûts de remplacement des équipements perdus, les opérations de récupération spéciales pour tenter de récupérer les objets perdus, ainsi que les coûts liés à toute interruption des opérations de forage.

- Assurance Dommages lors de l'exploitation du réseau

Objectifs : Assurer les installations et équipements dans la limite d'une profondeur de 10 mètres et listés dans les biens garantis.

Il s'agit d'un contrat d'assurance qui permet la couverture des machines et autres équipements de production industriels et techniques pendant leur exploitation.