



arverne  
GROUP

Membre d'Arverne Group  
entreprise à mission

2gré



*Demande de deuxième prolongation du Permis Exclusif de  
Recherche de Géothermie de Val de Drôme de 2gré  
(Anciennement Georhin)*  
**Version allégée**

4.

## Mémoire technique

### Rédaction du document

Référence interne	Date	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
4_PER de Val de Drôme	06/11/2023	Romain DUHAMEL	Damien BEVILLON	Pierre BROSSOLLET

### Diffusion du document

Date	Destinataire	Organisme	Version numérique	Version papier
08/11/2023		DGEC / BRESS	1	0
08/11/2023		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](http://www.2gre.fr)

## Table des matières

1	Préambule .....	5
1.1.	Remise en contexte et synthèse de la première période du PER de « Val de Drôme » .....	5
1.2.	Carte officielle originelle du PER dit de « Val de Drôme » .....	9
1.3.	Carte officielle du PER dit de « Val de Drôme » sur la première période de prolongation.....	10
1.4.	Carte proposée pour la 2 <sup>o</sup> prolongation du PER dit de Val de Drôme .....	11
2	PER dit de « Val de Drôme ».....	12
3	Etat des lieux des travaux réalisés sur la période initiale du PER dit de « Val de Drôme ».....	14
3.1.1	Etudes géologiques et géophysiques : base de données sur le PER.....	14
3.1.2	Acquisitions géophysiques sismique 2D réalisées .....	16
3.1.3	Levés gravimétriques .....	18
3.1.4	Levés aéromagnétiques .....	19
3.1.5	Surveillance microsismique.....	20
3.1.6	Réseau de surveillance de la qualité de la nappe.....	22
4	Etat des lieux des travaux réalisés sur la période de première prolongation du PER dit de « Val de Drôme »	22
4.1	Evaluation de nouvelles cibles géothermiques potentielles sur le PER dit de « Val de Drôme » .....	23
4.2	Etude de projet chaleur avec l'agglomération de Valence .....	24
4.3	Intégration du REX de Vendenheim.....	27
4.3.1	Renforcement des études exploratoires .....	27
4.3.2	Limite des outils scientifiques prévisionnels sur la gestion du risque sismique durant la conduite des tests	28
5	Récapitulatif des engagements financiers réalisés au cours de la première période de prolongation du PER dit de « Val de Drôme ».....	28
6	Justification du territoire sollicité dans le cadre de la demande de deuxième prolongation du PER dit de « Val de Drôme ». .....	31
	ANNEXES.....	33

## Table des figures

Figure 1: Synthèse des démarches administratives et des engagements effectués sur le PER par 2gré. ....	7
Figure 2: Carte originelle du PER dit de « Val de Drôme » obtenu en 2014. ....	9
Figure 3: Carte du PER dit de "Val de Drôme" proposé dans le cadre de la demande de deuxième prolongation. ....	10
Figure 4: Carte du PER dit de Val de Drôme proposé dans le cadre de la 2° prolongation. ....	11
Figure 5: Géologie de la Vallée du Rhône (IFP, 1999) ....	12
Figure 6: Tracés sismiques existants sur le PER de Val de Drôme initial ....	15
Figure 7: Localisation des lignes d'acquisition sismique sur le PER de Val-de-Drôme ....	16
Figure 8: Dispositif d'acquisition sismique ....	17
Figure 9: Exemple de Vibrateur Type IVI MARK 4 Y2400, insonorisé ....	17
Figure 10: Géophones et méthode de déploiement sans câble ....	18
Figure 11: Périmètre d'acquisition aéromagnétique sur la zone de Valence ....	19
Figure 12: Synoptique de la chaîne d'acquisition et de traitement sismique ....	20
Figure 13: Protocole de surveillance microsismique ....	21
Figure 14: Exemple d'une station de surveillance sismique ....	21
Figure 15 : Carte des réseaux chaleurs urbains prévisionnelles et des besoins industriels. ....	25
Figure 16: Réseau de chaleur existant sur la ville de Valence. ....	26
Figure 17: Evolution du modèle de Vendenheim. A gauche avant forage, à droite après forage et analyses des données. ....	27
Figure 18: Carte du PER dit de "Val de Drôme" proposé dans le cadre de la demande de deuxième prolongation. ....	32

## Table des tableaux

Tableau 1: Récapitulatif des dépenses engagées au cours de la première durée du Permis Exclusif de Val de Drôme ....	28
Tableau 2: Répartition du budget exploratoire prévisionnel première période du PER. ....	29
Tableau 3: Répartition du budget exploratoire prévisionnel période de première prolongation du PER. ....	29
Tableau 4: Synthèse des écarts entre le budget prévisionnel et réalisé au cours de la période initiale du PER ....	30
Tableau 5: Synthèse des écarts entre le budget prévisionnel et réalisé au cours de la période de première prolongation du PER ....	30

# 1 Préambule

## 1.1. Remise en contexte et synthèse de la première période du PER de « Val de Drôme »

**La société 2gré (dont le nom précédant était Georhin et précédemment Fonroche Géothermie) a déposé, le 18 mars 2014, une demande de permis minier d'autorisation de recherche au titre de la géothermie haute température sur le secteur de Valence, pour une durée de 5 ans renouvelable, conformément au code minier titre I, article L122-3. Le permis a été octroyé par Arrêté Ministériel du 18 mars 2014. (DEVR 1321601A)**

**Une première prolongation a été déposée le 14 Septembre 2018. La première prolongation a été octroyée par Arrêté ministériel du 10 Juin 2020 (NOR : TRER2010872A), avec une durée de validité jusqu'au 27 Mars 2024.**

**Le présent document porte sur la demande de deuxième prolongation du PER de Val de Drôme.**

Le PER dit de « Val de Drôme » est situé à cheval sur deux départements, la Drôme et l'Ardèche.

**Dans le cadre de la demande de première prolongation du PER, une erreur de coordonnées du point C indiqué sur la carte au 1/100.000 a entraîné une diminution du territoire demandé par Géorhin.**

**La surface demandée était initialement de 487 km<sup>2</sup> dans le courrier envoyé au ministre alors que l'emprise réelle enregistrée au journal officiel est de 434 km<sup>2</sup>.**

**La superficie totale du permis couvre donc 434 km<sup>2</sup> lors de la 1<sup>o</sup> prolongation et couvrait 1241 km<sup>2</sup> lors de l'octroi initial.**

Au total, 42 communes sont concernées, partiellement ou en totalité par le PER.

La superficie du territoire proposé dans le cadre de cette demande de deuxième prolongation est identique au territoire actuel avec 434 km<sup>2</sup>. En effet, la réduction initiale était très importante (65%) avec un centrage sur les zones d'intérêt révélées par la première période du PER. Une réduction supplémentaire réduirait la surface d'exploration en dessous de la surface nécessaire pour mener à bien les études complémentaires nécessaires pour la bonne compréhension des cibles géothermales.

La première période du PER a été consacrée à :

- Sur le secteur de Valence :
  - A la synthèse bibliographique des bases de données géologiques et de forages qui ont permis d'identifier la parcelle qui accueillera le doublet géothermique ;
  - A l'acquisition de données géophysiques et leur interprétation venant compléter les bases de données existantes ;
  - A l'identification de plusieurs cibles géothermales
  - A la sécurisation du foncier
  - A l'obtention du Permis de Construire
  - Au dépôt de la Déclaration ICPE
  - A la mise en place d'un réseau de surveillance microsismique ;
  - A la mise en place d'un réseau de surveillance de la nappe alluviale ;
  - A la recherche de consommateur de chaleur
  - A la détermination de la trajectoire du doublet géothermique ;
  - Aux travaux de génie civil destinés à recevoir le RIG de forage

La deuxième période du PER a été consacrée :

- Valorisation des données géologiques, géophysiques et de puits.
- Analyses géologiques complémentaires
- Identification de nouvelles cibles géothermiques
- Valorisation du REX de Vendenheim

Georhin a investie 3 308 542 € sur les deux premières périodes du PER dit de « Val de Drôme ».

**La période de la 1<sup>o</sup> prolongation du PER de Val de Drome prévoyait un investissement de 16,9 M€. Le programme du renouvellement du PER de Val de Drome sur 5 ans comporte un engagement financier plus fort porté à 18,05 M€. La demande s'inscrit donc parfaitement dans l'esprit de l'article 142-1 du Code Minier lequel rappelle la nécessité d'un engagement financier au moins égal à la période précédente pour pouvoir prétendre au renouvellement d'un permis de recherche existant. Cette demande intègre l'exploration géophysique complémentaire pour plusieurs sites de centrale géothermale, et la recherche du foncier associé.**

**Afin de prendre en compte le retard sur le programme d'investissement de la première période, Georhin avait d'ores et déjà proposé une réduction notable du périmètre du PER en le concentrant sur la zone de Valence et en abandonnant la zone de Montélimar, plus exploratoire. La demande de 2<sup>o</sup> prolongation porte sur cette même surface très réduite et adapté au programme exploratoire.**

**La demande s'inscrit donc parfaitement dans l'esprit de l'article 142-1 du Code Minier lequel rappelle la nécessité d'un engagement financier au moins égal à la période précédente pour pouvoir prétendre au renouvellement de droit d'un permis de recherche existant.**

Le programme des travaux envisagés concerne la période de deuxième prolongation du PER dit de « Val de Drôme » (2023-2028), sur 5 ans, est présenté dans la pièce #5\_Programme de travaux.

Une synthèse des démarches administratives et des engagements effectués par 2gré à ce jour est illustrée par la Figure 1

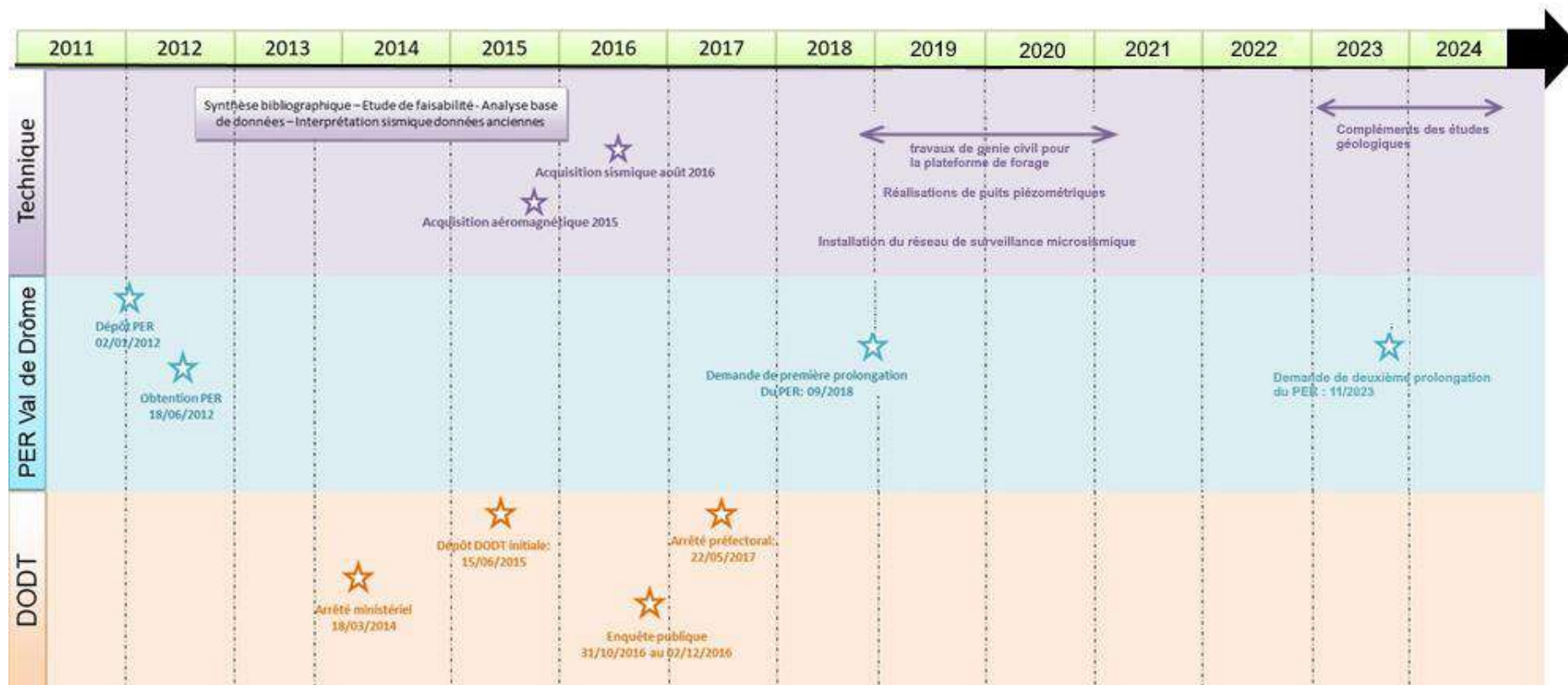


Figure 1: Synthèse des démarches administratives et des engagements effectués sur le PER par 2gré.

## 1.2. Carte officielle originelle du PER dit de « Val de Drôme »

Le PER dit de « Val de Drôme » actuel est situé en Région Rhône-Alpes Auvergne dans les départements de la Drôme et de l'Ardèche. La superficie totale du permis initial couvrait 1241 km<sup>2</sup>. Au total, 98 communes étaient concernées, partiellement ou en totalité par le PER.

La carte de ce PER initial est visible sur la Figure 2.

Carte du Permis Exclusif de Recherche de Géothermie Haute Température, valant Basse Température, dit de "Val de Drôme" au 1/ 100 000

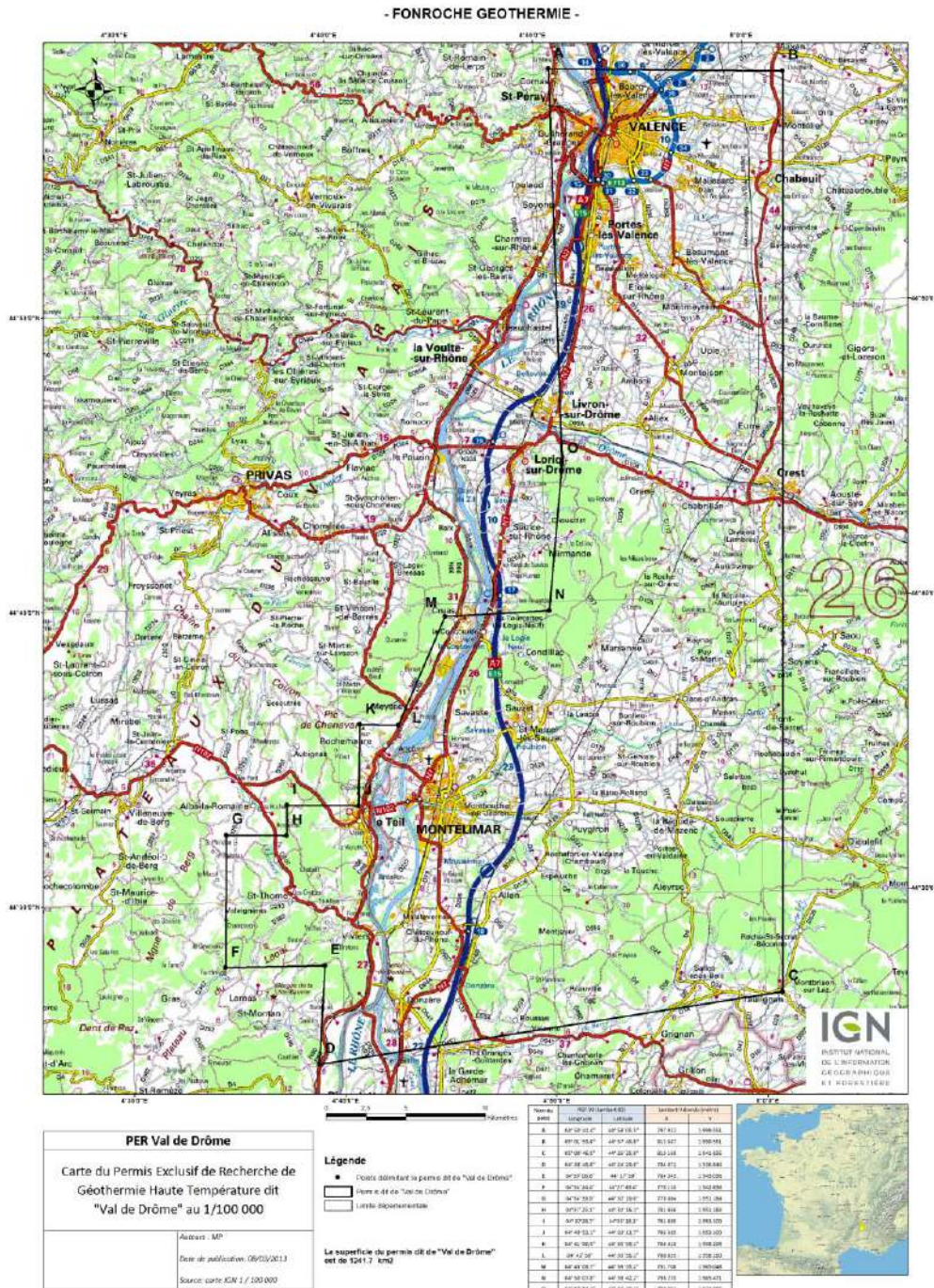


Figure 2: Carte originelle du PER dit de « Val de Drôme » obtenu en 2014.

### 1.3. Carte officielle du PER dit de « Val de Drôme » sur la première période de prolongation

Dans le cadre de la première prolongation, le tracé du PER dit de « Val de Drôme » couvrait une superficie de 434 km<sup>2</sup>. Au total, 42 communes sont concernées partiellement ou en totalité. Georhin, après évaluation de l'ensemble du territoire couvert par le tracé du PER dit de « Val de Drôme », avait réduit de 807 km<sup>2</sup> la superficie de son permis initial de Val de Drôme.

La carte du PER dit de « Val de Drôme » actuelle est visible sur la figure suivante.

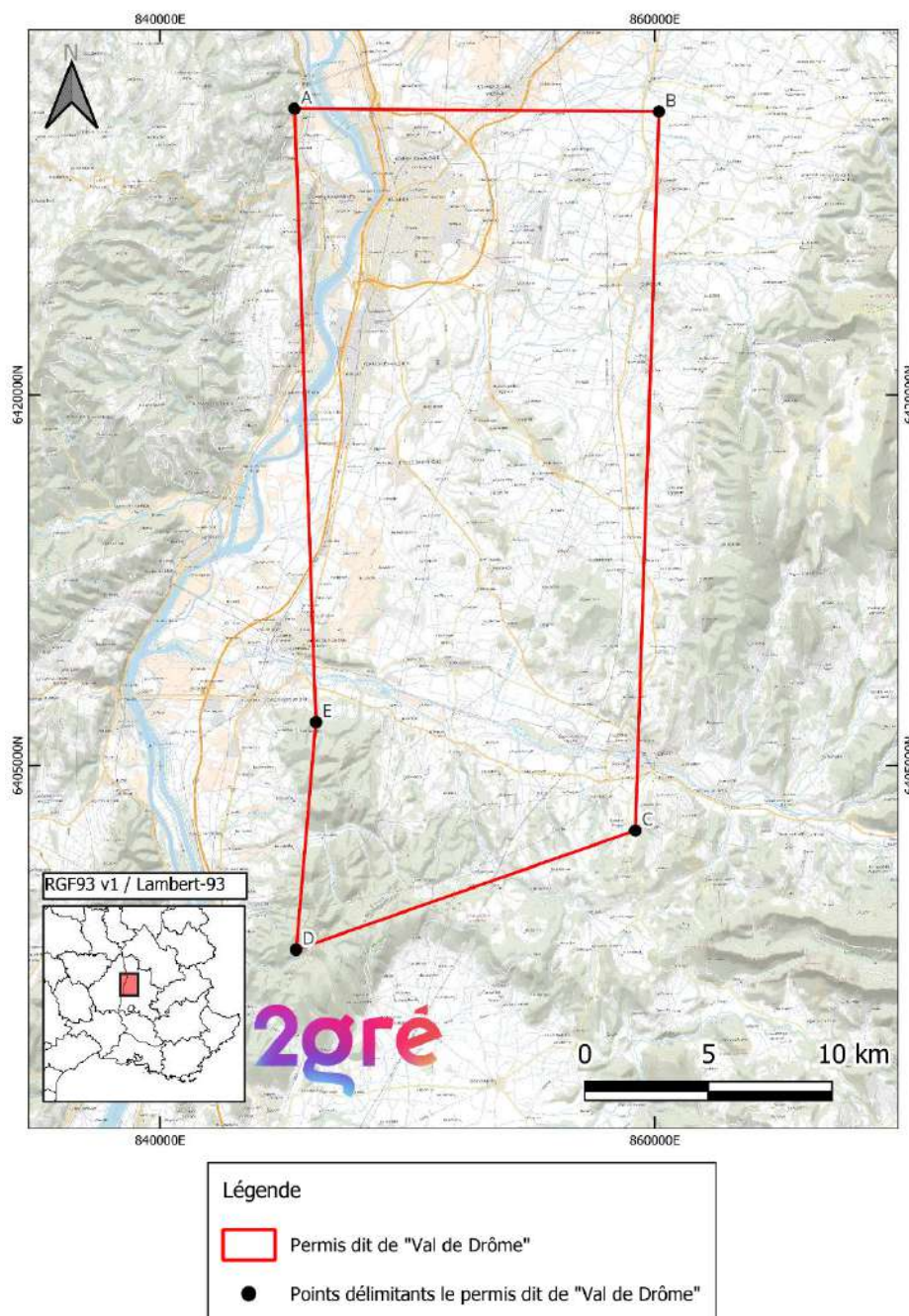


Figure 3: Carte du PER dit de "Val de Drôme" proposé dans le cadre de la demande de deuxième prolongation.

## 1.4. Carte proposée pour la 2<sup>o</sup> prolongation du PER dit de Val de Drôme

Le tracé proposé pour le permis de Val de Drôme est présenté Figure 4. Il conserve l'intégralité du PER actuel. Le nouveau permis fait donc 434 km<sup>2</sup>.

Les travaux entrepris pendant la première période d'exploration et les études complémentaires réalisées au cours de la première prolongation du permis ont en effet permis de confirmer les différentes cibles sur le permis et de faire ressortir une nécessité d'études complémentaires.

La carte officielle est présentée en annexe.

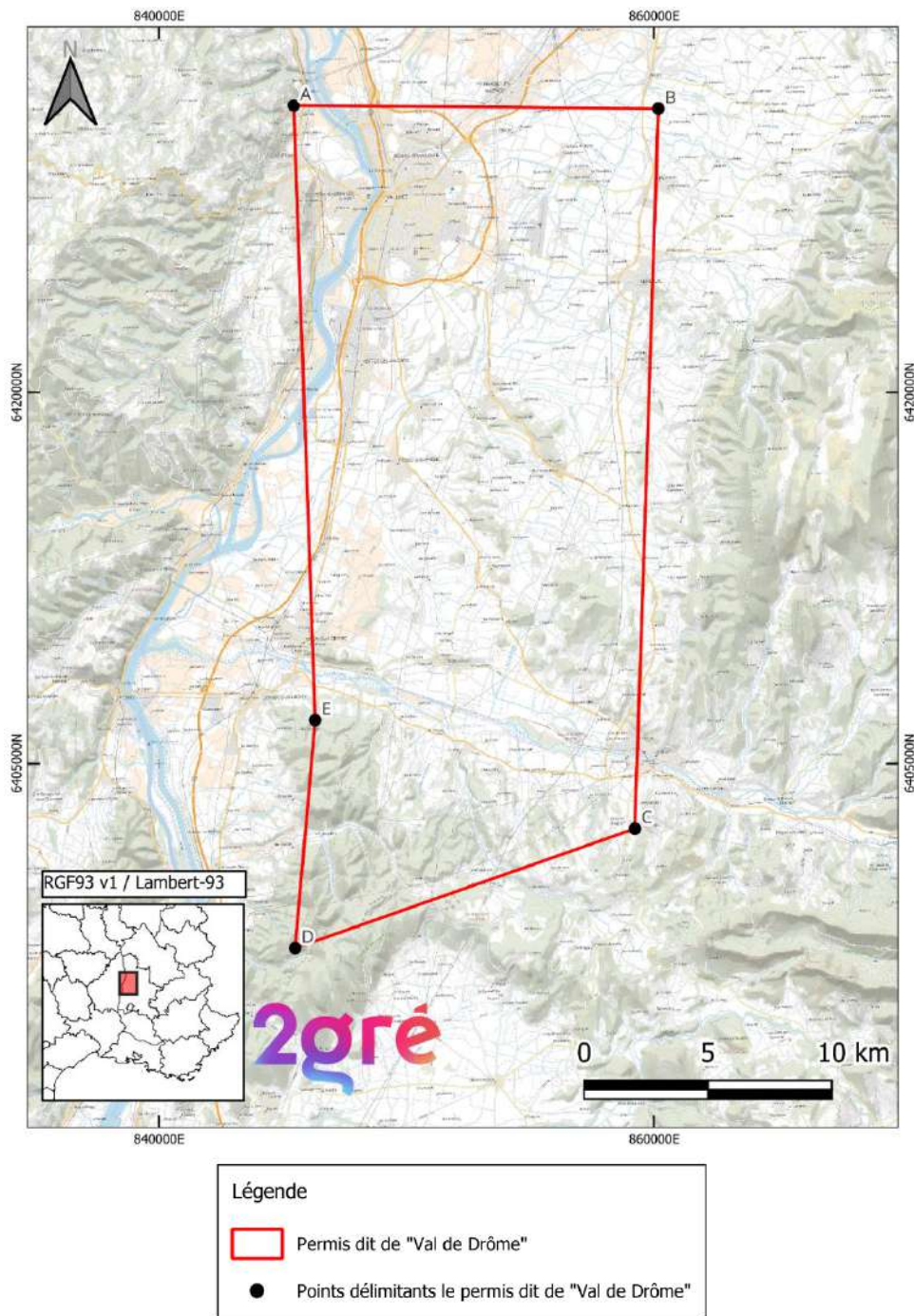


Figure 4: Carte du PER dit de Val de Drôme proposé dans le cadre de la 2<sup>o</sup> prolongation.

## 2 PER dit de « Val de Drôme »

Le secteur identifié comme ayant un intérêt géothermique pour le permis de Val de Drôme est caractérisé par la présence d'un graben avec une direction NNE-SSW suivant la vallée du Rhône.

La figure suivante présente la géologie sur l'ensemble du permis initial de Val de Drôme.

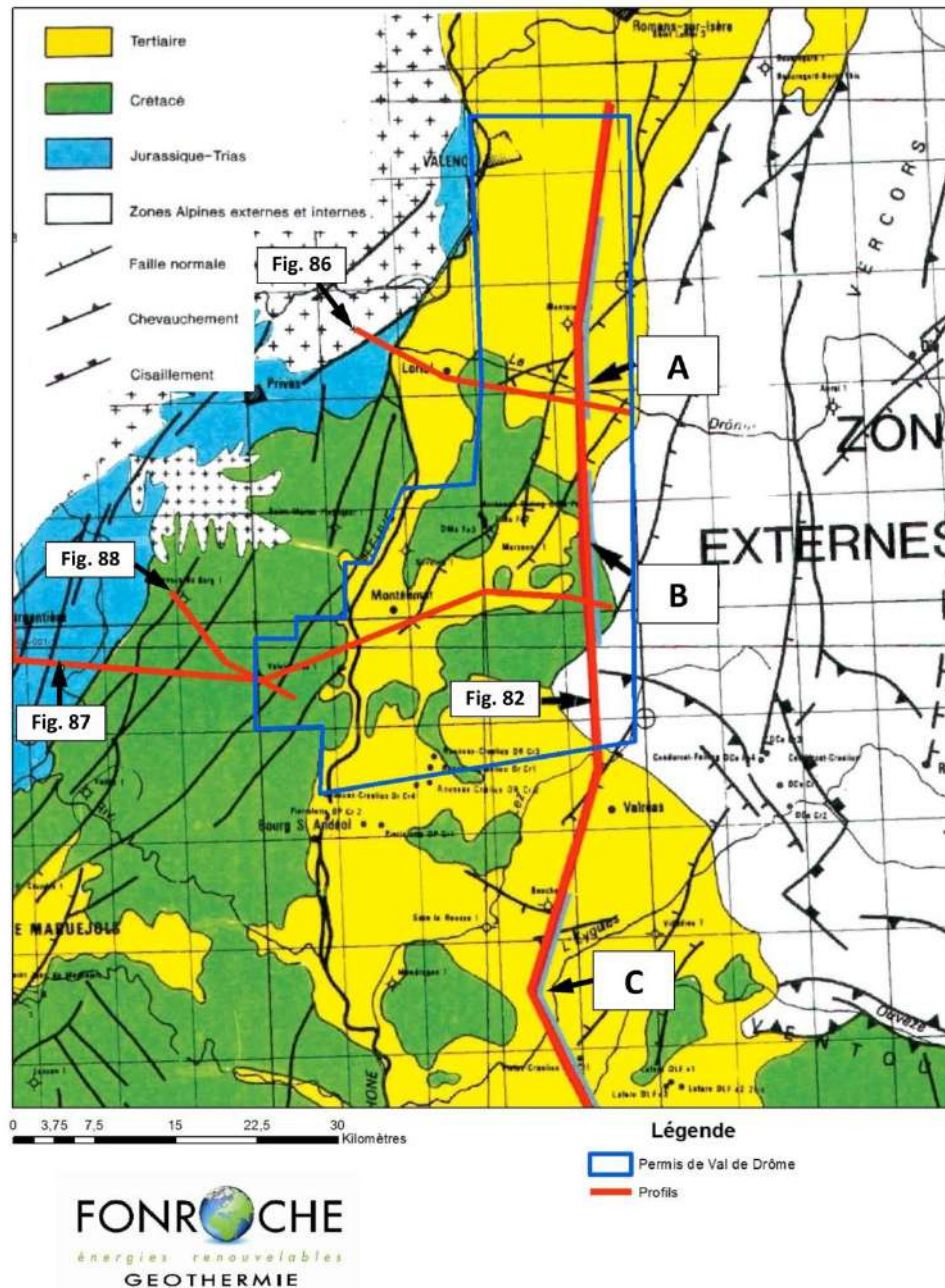


Figure 5: Géologie de la Vallée du Rhône (IFP, 1999)

Le 18 Mars 2014, le Permis Exclusif de Recherche Géothermie Haute Température dit de « Val de Drôme » a été accordé par arrêté ministériel à Georhin pour une durée de 5 ans.

Après le dépôt du PER, le travail de prospection s'est affiné grâce aux études et a permis de mieux comprendre le potentiel géothermique sur le PER dit de « Val de Drôme ».

**Un premier travail** de définition d'une zone au 100 000<sup>e</sup>, dite « gîte régional », a ainsi été réalisé à l'échelle du Bassin du Sud-est à partir :

- des données de la synthèse hydrocarbure IFP / BRGM de 1999
- des données forages et diagraphies de 15 puits pétroliers et de 2 puits géothermiques, obtenues auprès du BEPH / BRGM et de la mairie de Valence.
- des données géologiques et hydrogéologiques (essentiellement issues du BRGM) permettant de connaître l'état de karstification et de fracturation des formations carbonatées du Bassin du Sud-est
- de la thèse de Cynthia Garibaldi sur la «*Détermination des températures profondes du bassin du sud-est de la France et relations entre anomalies thermiques, géologie et circulations hydrothermales par modélisation 3D*».
- 

Ce premier travail a permis :

- D'identifier les roches réservoirs cibles profondes d'origine Jurassique et Triasique.
- de délimiter un zonage cible au toit des réservoirs susceptibles de délivrer une température minimale de 130°C.

La première conclusion de cette phase de pré-étude a été de se focaliser sur des zones avec :

- une forte épaisseur de formation carbonatée,
- une fine épaisseur de formations gréseuses (20-40 m) très profondes permettant de températures très élevées (supérieures à 170° C)
- des failles et des fractures permettant la circulation très profonde de fluide,
- des formations supérieures imperméables permettant la conservation des températures dans le réservoir (ex : anhydrite).

**Un second travail** a été de pré-analyser le potentiel géothermique par puits (en simulation de fonctionnement en doublet EGS) et de cibler les zones de surface offrant un bon potentiel d'utilisateur thermie.

Ces différents travaux ont permis de définir des secteurs plus précis qui ont été choisis en raison :

- des températures importantes pouvant aller jusqu'à 195°C à une profondeur de -5000 mètres (toit du socle)
- de la présence de failles régionales proches
- de réseaux de chaleur à proximité
- d'un nombre important de consommateurs chaleur potentiels.

**Les conclusions apportées par ces différents travaux ont orienté Georhin à viser les gites géothermiques situés autour de l'agglomération de Valence.**

L'objectif de Georhin sur ce secteur était de réaliser des clusters de 2 doublets géothermiques. Chacun des doublets géothermiques a pour objectif de produire 350 m<sup>3</sup>/h à une température en tête de puits entre 130 et 180°C.

Ces doublets géothermiques seront composés de deux drains suffisamment longs dans les zones réservoirs pour générer la perméabilité cumulée nécessaire à l'obtention du débit en surface. Ainsi, le puits producteur puisera le fluide chaud dans une faille principale et le puits injecteur réinjectera dans une autre, ou dans la même faille, mais en conservant une distance de sécurité pour éviter un court-circuit thermique.

### 3 Etat des lieux des travaux réalisés sur la période initiale du PER dit de « Val de Drôme »

Toutes les données disponibles ont été utilisées et analysées dans la 1<sup>ère</sup> et 2<sup>e</sup> période d'octroi du PER, et enrichies par des acquisitions géophysiques dédiées.

Ce paragraphe synthétise les études réalisées pendant cette période.

Le programme d'exploration mis en place sur le PER dit de « Val de Drôme » a été mis en place de la manière suivante :

- Analyse des données sismique 2D accessibles, avec pour objectif d'affiner la connaissance de la géométrie des objets géologiques cibles, contenant les indices de température pré-décelés et de compléter la connaissance du réseau de faille
- Analyse des informations en 3D éventuellement accessibles sur les zones d'intérêt
- Dans les sous zones d'intérêts, recherche des données de sismiques 2D anciennes qui pourraient être réinterprétées
- Acquisition de nouvelles lignes sismiques sur les sous zones d'intérêts et selon la concentration de données récupérables
- Acquisition de données gravimétriques et aéromagnétiques sur la zone d'intérêt affinée.
- Etablissement d'une cartographie des gites géothermiques retenus au 25 000°, en 3D avec délimitation des objets géologiques cibles et simulation de fonctionnement de doublets type EGS
- Détermination d'un site de forage de reconnaissance

L'ensemble des publications, rapports, études réalisées sur la plaine de Valence et Montélimar dans sa globalité a été analysé et synthétisé pour caractériser le réservoir, à l'échelle régionale et locale.

#### 3.1.1 Etudes géologiques et géophysiques : base de données sur le PER

Plusieurs campagnes sismiques ont été effectuées pour la recherche d'hydrocarbures et d'eau chaude dans les formations sédimentaires du PER de Val de Drôme.

- SNPA : Avant 1960, entre 1960 et 1970
- SNPA – SPV : entre 1960 et 1970
- BRGM : entre 1970 et 1980
- IFP : entre 1980 et 1990

La zone Sud (autour de Montélimar) et la zone centrale (autour de Vauvaney-la-Rochette) ont été relativement bien prospectées (couverture sismique 2D convenable) tandis que les environs de Valence, qui intéressaient spécialement Georhin, restent peu connus.

La carte suivante présente la position des lignes sismiques existantes sur le périmètre du PER de Val de Drôme.

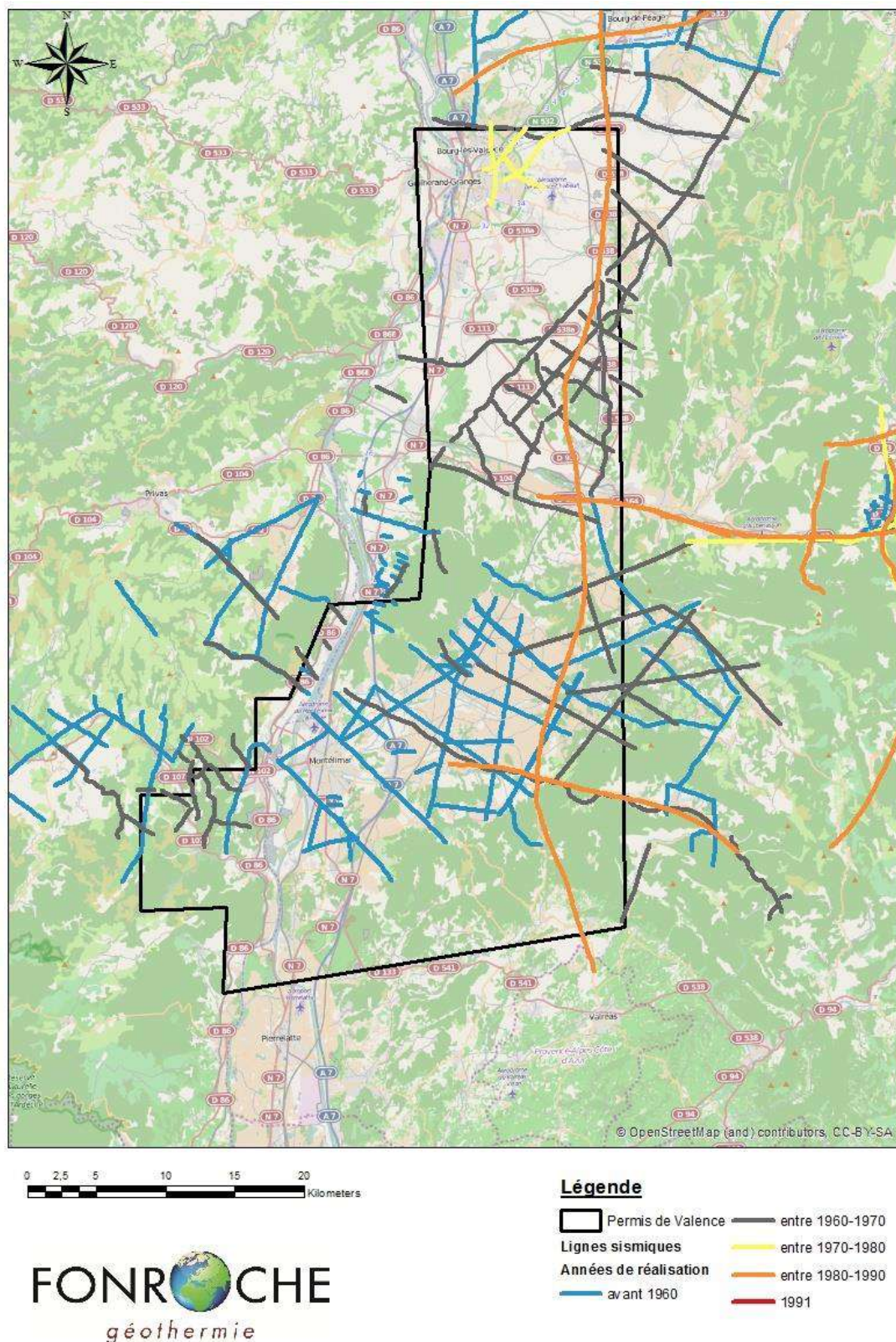


Figure 6: Tracés sismiques existants sur le PER de Val de Drôme initial

Les formations observées sur les lignes sismiques anciennes mettent en évidence le Tertiaire jusqu'à la Discordance créacé/tertiaire ainsi que les formations mésozoïques à partir du pointé du toit du socle. Pour autant, peu de lignes existent autour de Valence, l'imagerie des structures profondes dans le secteur est peu concluante.

A cela s'ajoute également que la qualité des données sismiques de l'époque (et spécialement avant 1980) est nettement moins bonne que ce qui peut être fait aujourd'hui, les avancées technologiques dans ce domaine étant considérables ces vingt dernières années.

Pour ces raisons, la détermination de la profondeur et de la géométrie de cibles géothermales à partir des données existantes est un travail très délicat et peu précis qui demande inévitablement à être conforté par de nouvelles données.

### 3.1.2 Acquisitions géophysiques sismique 2D réalisées

Sur la base des paramètres d'acquisition définis pour les campagnes d'acquisition antérieure, une acquisition sismique a été réalisée en août 2016 : elle se compose de 9 lignes sismiques sur une longueur totale de 92 km, comme illustré sur la carte suivante.

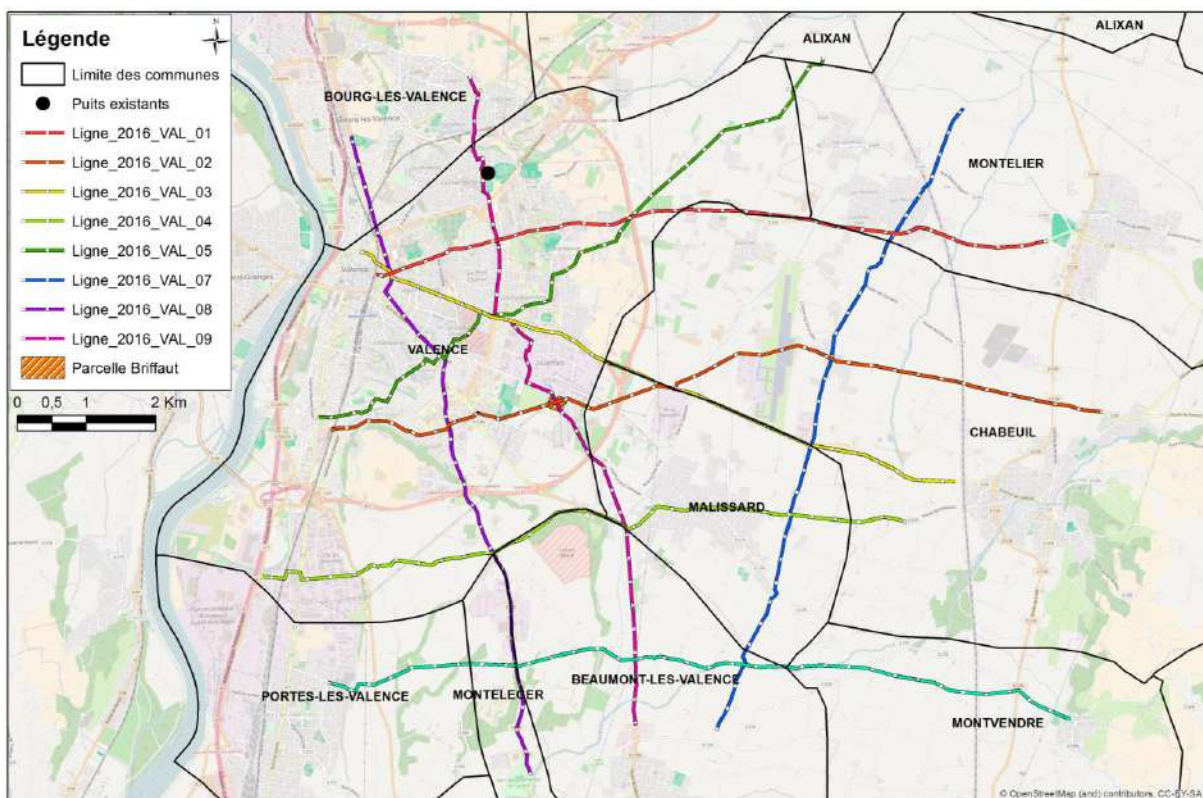


Figure 7: Localisation des lignes d'acquisition sismique sur le PER de Val-de-Drôme

#### • Dispositif d'acquisition des données

Le dispositif d'acquisition sur le terrain est composé :

- d'une source : convoi de 4 camions vibrateurs
- de récepteurs : géophones plantés dans le sol
- un camion laboratoire, fixe et hors du chantier, où les données sont réceptionnées et analysées.

La Figure 8 présente un schéma du dispositif.

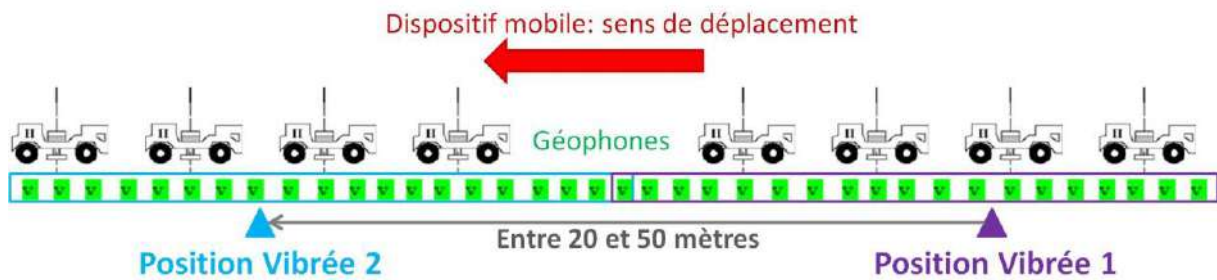


Figure 8: Dispositif d'acquisition sismique

- **La source : les vibrations**

Les vibrations sont effectuées par des camions vibrateurs. Ces derniers sont munis de plaques hydrauliques vibratoires carrées d'environ 1 m de côté, qui vont vibrer simultanément dans une certaine gamme de fréquence et pendant un temps défini (quelques secondes maximum), afin de propager des ondes acoustiques dans le sous-sol.

3 à 4 camions sont regroupés en convoi, espacés de quelques mètres. Ils suivent le tracé des lignes prédéfinies et s'arrêtent à chaque point d'émission des vibrations, soit tous les 30 mètres.

Une autorisation en amont des levés est obtenue pour le passage des camions sur toutes les routes et chemins concernés par le tracé, lesquels sont modifiés si besoin.

Un exemple de vibreur est présenté Figure 9. Les camions vibrateurs sont insonorisés et possèdent une force approximative de 42 000 livres.



Figure 9: Exemple de Vibreur Type IVI MARK 4 Y2400, insonorisé

En ville, pour adapter la force à la proximité des constructions, mais également pour limiter les perturbations sur le trafic routier, le convoi de 4 camions peut être limité à 3, 2 voire 1 seul camion.

Rappelons que l'utilisation de ces vibrations de faible amplitude est sans risque pour l'homme et l'environnement. Cette technique a déjà été utilisée dans les rues de grandes villes telles que Paris, Genève,

Strasbourg ou encore dans des parcs naturels sensibles et protégés. 2<sup>gré</sup> s'assurera que le programme d'acquisition sismique respecte toutes les spécifications techniques et minimise l'impact sur l'environnement.

Toutes les constructions, le trafic routier des routes principales et secondaires, les voies ferrées, les lignes d'eau et de gaz seront rigoureusement étudiés et les travaux seront adaptés en conséquence. Ce travail sera réalisé pendant toute la phase de permittage.

- **Récepteurs : les géophones**

Les ondes acoustiques réfléchies sur les différentes couches du sous-sol sont enregistrées à l'aide de petits capteurs plantés dans le sol à 10 cm, appelés géophones (figure suivante). Ces derniers fonctionnent sans câble et transmettent l'information en temps réel par ondes radio au moyen d'un boîtier et d'une antenne.



Figure 10: Géophones et méthode de déploiement sans câble

Les géophones sont disposés de manière à suivre la courbe la plus rectiligne possible, au plus proche du tracé des camions vibreurs, à une distance maximale de 200m. Ils peuvent donc être disposés hors des routes ou des chemins existants (jardins, champs, massifs forestiers...).

La pose des géophones se fait à pied et ne présente ainsi aucune nuisance ou risque de dégradation pour l'environnement.

L'interprétation des données issues de la campagne d'acquisition sismique menée par Georhin a permis de mettre en évidence la cible visée sur le projet de Valence. Dans la figure suivante est présenté le résultat interprétatif sur la ligne VAL02. Sur cette ligne sismique, les différents tops des formations, du socle ainsi que la trajectoire prévue pour le premier puits sont mis en évidence.

### 3.1.3 Levés gravimétriques

En février 2016, une campagne d'acquisition gravimétrique a été effectuée par Georhin. Cette étude visait à compléter les données déjà disponibles dans la zone. Au total, 330 points de mesures ont été effectués.

### 3.1.4 Levés aéromagnétiques

Georhin a effectué en automne 2015 une campagne d'acquisition de données aéromagnétiques sur une zone couvrant partiellement le PER dit de « Val de Drôme ». L'objectif de cette acquisition aéromagnétique était double :

- Appréhender l'acquisition sismique 2D afin de définir la géométrie d'acquisition au vu de la géologie et de la structurale identifiée ;
- Caractériser la nature du socle qui peut atteindre une profondeur de 5 000 mètres.

La figure suivante présente le périmètre d'acquisition aéromagnétique mise en œuvre sur le PER dit de « Val de Drôme ». Cette couverture représente correspond au vol d'un hélicoptère sur 5000 km linéaire.

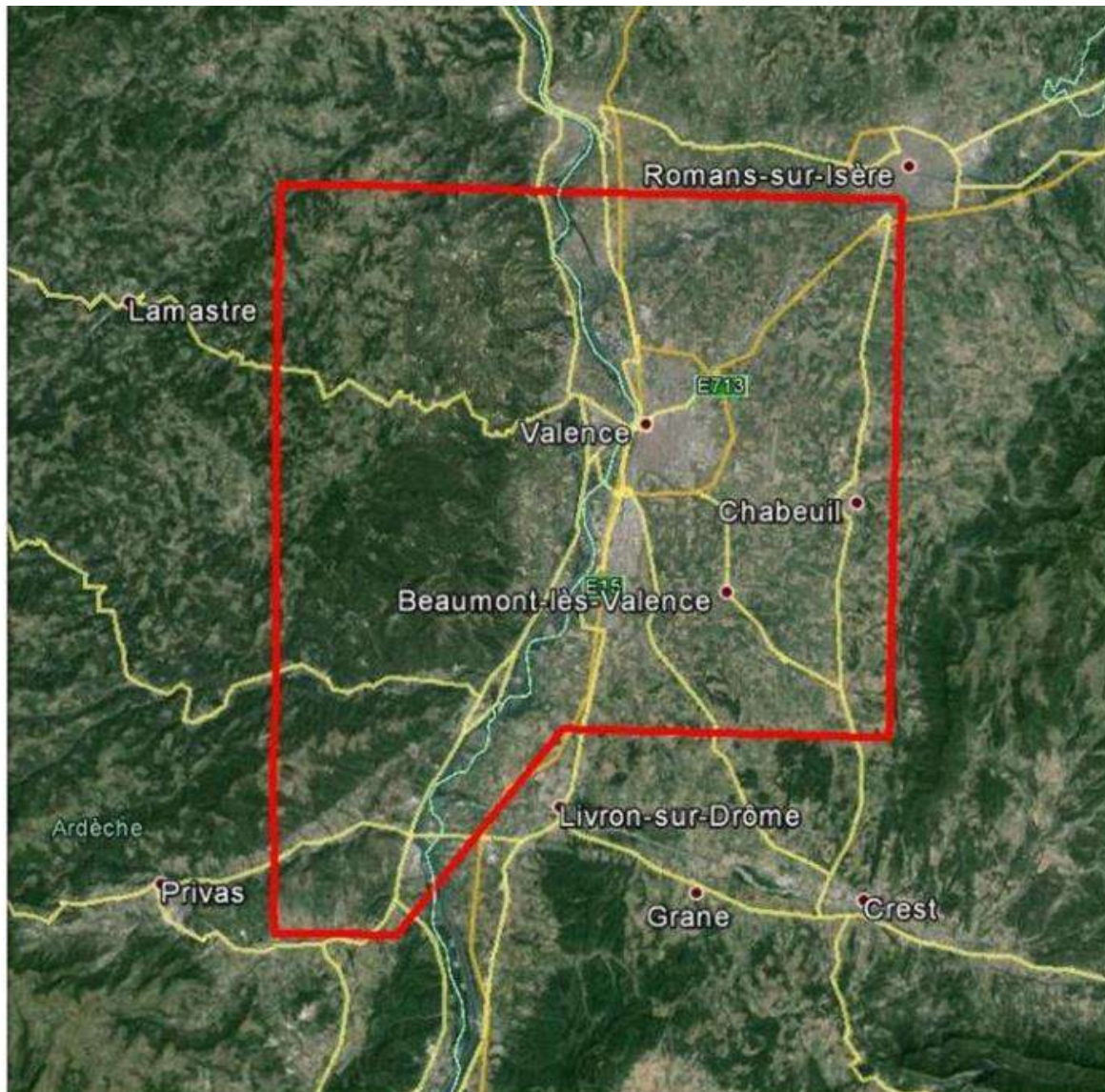


Figure 11: Périmètre d'acquisition aéromagnétique sur la zone de Valence

Par analogie avec les susceptibilités magnétiques mesurées sur les affleurements, l'objectif est de préciser la nature et la profondeur du socle. Le lien qui est réalisé par le biais des analogues sur la nature du socle permet de préciser les propriétés réservoir, qui sont intégrées itérativement dans les différentes modélisations.

### 3.1.5 Surveillance microsismique

La mise en production des réservoirs géothermiques peut générer une microsismicité. Cependant, celle-ci est directement contrôlée par les opérations en surface, contrairement à la sismicité naturelle. Un réseau de capteurs de suivi de la microsismicité induite, associé à des seuils d'alerte, a été mis en place pour enregistrer tout évènement.

Ce dernier, toujours en place depuis Novembre 2017, est composé de :

- 4 stations d'écoute sismique (géophones, accéléromètre, sismomètre large bande), contrôlant l'apparition éventuelle d'une sismicité induite ;
- 1 dispositif de nivellement (GNSS, coin réflecteur), mesurant les éventuels mouvements de terrain en surface.

#### Description du protocole microsismique

Les données des différentes stations sismiques sont envoyées en continu et temps réel, avec un pas d'échantillonnage de 200 Hz, sur un serveur d'acquisition, dans les bureaux de Georhin. Elles sont analysées et traitées en (quasi-) temps réel, à l'aide de logiciels conçus et développés par ESG Solutions.

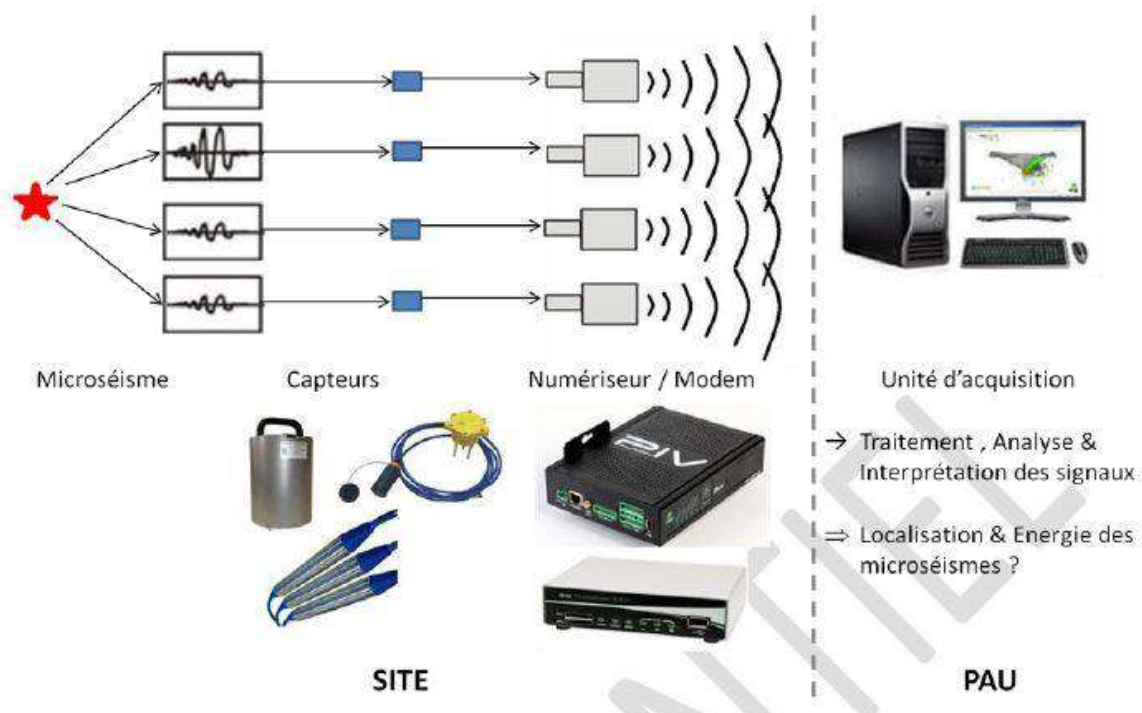


Figure 12: Synoptique de la chaîne d'acquisition et de traitement sismique

Dans le cas où un évènement est déclenché à l'intérieur de la zone d'écoute, plusieurs seuils d'alerte ont été définis selon le protocole présenté dans la figure suivante. Le seuil d'alerte maximal, l'occurrence d'un évènement de magnitude 2 sur l'échelle de Richter, se traduira par la suspension des opérations.

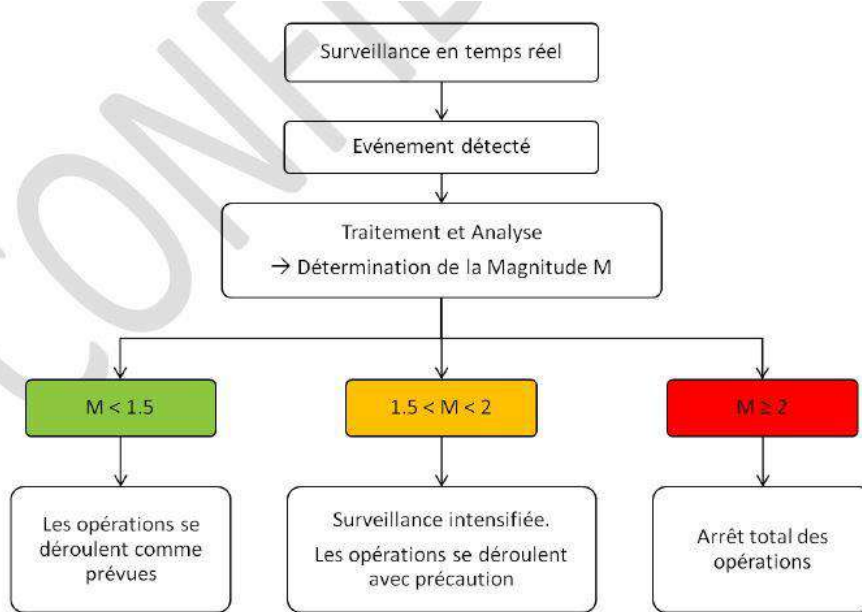


Figure 13: Protocole de surveillance microsismique



Figure 14: Exemple d'une station de surveillance sismique

### 3.1.6 Réseau de surveillance de la qualité de la nappe

En accord avec l'Article 16.7 de l'arrêté du 22 Mai 2017, Georhin a mis en place un plan de suivi de la nappe alluviale à travers l'utilisation de puits/piézomètres pour pallier aux éventuelles pollutions de la nappe.

## 4 Etat des lieux des travaux réalisés sur la période de première prolongation du PER dit de « Val de Drôme »

Ce paragraphe synthétise les études réalisées pendant cette période.

Objectifs demande 1° prolongation (issu de la demande de 1° prolongation)	Réalisation 1° prolongation	Évaluation de l'atteinte des objectifs
<p>Les objectifs visés par la première demande de prolongation du PER « Val de Drome » étaient les suivants :</p> <p>1/ La réalisation du doublet géothermique sur Valence (BRF-GT1 et BRF-GT2) et les tests longue durée associés ;</p> <p>2/ La construction de la centrale géothermique</p> <p>3/ Le développement de la valorisation thermique très basse température</p>	<p>Sur le secteur de Valence :</p> <p>1/ Concernant le doublet géothermique ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtention de l'AP Forage sur le terrain de Briffault (2017)</li> <li>• mise en place d'un comité de suivi de site sous l'égide de Ville de Valence ;</li> <li>• Réalisation des installations de suivi sismique (géophones, GPS, corner cube) et hydrogéologiques (piézomètres)</li> <li>• Réalisation des travaux de terrassement préalable à la mise en place d'une plateforme de forage</li> <li>• Forage des deux tubes guides à # 38 m de profondeur</li> </ul> <p>2/ Concernant la centrale de cogénération :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instruction de la demande d'enregistrement ICPE pour la centrale</li> <li>• Recherche de solution pour le refroidissement à l'eau de la centrale ORC avec l'agglomération de Valence</li> <li>• Projet de R&amp;D Temperer et Reflet</li> <li>• Études sur le REX de Vendenheim et son application sur le contexte socio géologique du PER de Val de Drome</li> </ul>	<p>Le réseau de géophones et de piézomètre a été mise en œuvre et les données récoltées, sur 2019/2020 puis mis à l'arrêt suite aux problématiques sur le site de Vendenheim, PER de Strasbourg.</p> <p>Les travaux préparatoires sur la plateforme de forage ont été suspendue fin 2019 et les tubes guides sécurisés. Les difficultés rencontrées sur la zone du PER de Strasbourg ont amené Georhin à suspendre tous ces développements pour recalibrer chaque projet et intégrer le REX.</p> <p>L'instruction de la demande d'enregistrement ICPE a été suspendue suite au non aboutissement des discussions sur une solution d'alimentation en eau par l'agglomération de Valence.</p> <p>Les échanges avec Ville de Valence ont repris en 2023 pour recalibrer le besoin en chaleur du réseau existant et des futures extensions.</p> <p>Plusieurs solutions sont envisagées, selon les secteurs et le prévisionnel de développements de la demande, associant des solutions haute température et basse température, avec ou sans PAC.</p>

	<p>3/ Concernant la valorisation de la chaleur basse température :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Études de solution de valorisation de la chaleur de refroidissement de l'ORC sur PAC</li> <li>• Approches locales de solutions de culture sous serre (chambre agriculture)</li> <li>• Recherche foncière.</li> </ul> <p>4/ Préparation acquisition de données géophysiques complémentaires :</p> <p>Mise en œuvre du REX de Vendenheim et dimensionnement d'une acquisition géophysiques 3D sur le territoire élargie de l'agglomération de Valence.</p> <p>Préparation d'une communication territoriale, échange avec Ville de Valence.</p>	<p>Le REX géoscience de Vendenheim a été appliqué à l'ensemble des projets, en particulier la nécessité de généraliser les levés géophysique pseudo 3D, afin d'affiner la connaissance structurale et les études géomécaniques. Le levé géophysiques en cours de préparation intègre les derniers développements technologiques en termes de précision et qualité du signal.</p> <p>Les projets de recherche menés sur le PER de Val de Drome se sont clôturés en fin 2020. Ils permettent d'affiner la connaissance des cibles géothermales et des méthodologies pour renforcer les probabilités de succès exploratoires.</p>
	<p>Sur le secteur sud du PER :</p> <p>Validation bibliographique du potentiel existant sur en proximité de la faille bordière</p>	<p>Le REX géoscience de Vendenheim a été appliqué à l'ensemble des projets, en particulier la nécessité de généraliser les levés géophysique pseudo 3D, afin d'affiner la connaissance structurale et les études géomécaniques.</p> <p>Cette méthode est en cours de précision pour application sur les zones de la faille bordière</p>

#### 4.1 Evaluation de nouvelles cibles géothermiques potentielles sur le PER dit de « Val de Drôme »

La stratégie de 2gré est d'étendre les cibles potentielles sur le PER dit de Val de Drôme et sur l'ensemble de ces PER de manière générale.

Avec des objectifs de valorisation de chaleur géothermique moins restrictif que la cogénération, 2gré effectue un travail complémentaire de définition de potentielles futures cibles.

Dans sa demande initiale d'ouverture de travaux de forage, Georhin avait ciblé un doublet géothermique au droit de la parcelle Briffault.

Le travail effectué par 2gré a visé à renforcer les études sur ce secteur tout en identifiant de nouvelles cibles potentielles. La figure suivante présente une idée des cibles préliminaires nécessitant de nouvelles acquisitions de données géophysiques afin de mettre à jour le modèle structural déjà établi par Georhin.

C'est dans ce cadre qu'un projet de levé de sismique réflexion 3D est envisagé sur le PER de Valence. L'emprise temporaire est présentée dans la pièce 5\_Programme de travaux.

## 4.2 Etude de projet chaleur avec l'agglomération de Valence

Le territoire de Valence représente une formidable adéquation entre un potentiel géothermique favorable, et un bassin riche de consommateurs d'énergie thermique. En particulier, l'agglomération présente, en plus, de nombreux consommateurs de chauffage, des besoins thermiques industriels ou collectifs.

Une partie du réseau de chaleur est actuellement alimenté par la biomasse avec plus de 55% d'énergies renouvelables. L'arrêt de la cogénération gaz programmée en 2025 laisse la porte ouverte aux énergies renouvelables, la géothermie a donc son rôle à jouer sur le territoire.

Ce projet permettrait d'alimenter en chaleur les futures extensions du réseau de chauffage de Valence. Les études de valorisation énergétique montrent que le système de chaleur géothermique permettrait d'alimenter le réseau actuel de chauffage de Valence à plus de 80% en énergie renouvelable. Ce réseau consomme actuellement plus de 67 000 MWh, et certaines évolutions de ce réseau sont envisagées par l'Agglomération qui pourraient faire évoluer la consommation du réseau jusqu'à un maximum de 90 000 MWh.

Les activités maraîchères et horticoles sont souvent non rentables en France à cause de la part trop importante de l'énergie dans leurs charges d'une exploitation (environ 30%). Cette activité, très consommatrice en énergie basse température (inférieure à 50°C), est donc fortement dépendante des coûts des énergies fossiles. La valorisation sous forme de serres maraîchères et horticoles a fait l'objet de discussions avec la Chambre d'Agriculture de la Drôme et l'Agglomération Valence Romans Sud RHÔNE ALPES.

Des projets d'agriculture sous serre sont aussi à l'étude dans cette région agricole de grande culture, cherchant à se diversifier en agriculture à plus haute valeur ajoutée.

En effet, l'exploitation géothermale permet l'opportunité d'utiliser la chaleur à une température adaptée et dans certain cas en retour d'une utilisation de chauffage urbain. Cette énergie à très bas coût est un atout pour la compétitivité de l'agriculture et une chance pour le consommateur.

La Figure 36 présente le réseau existant et les réseaux en projet.

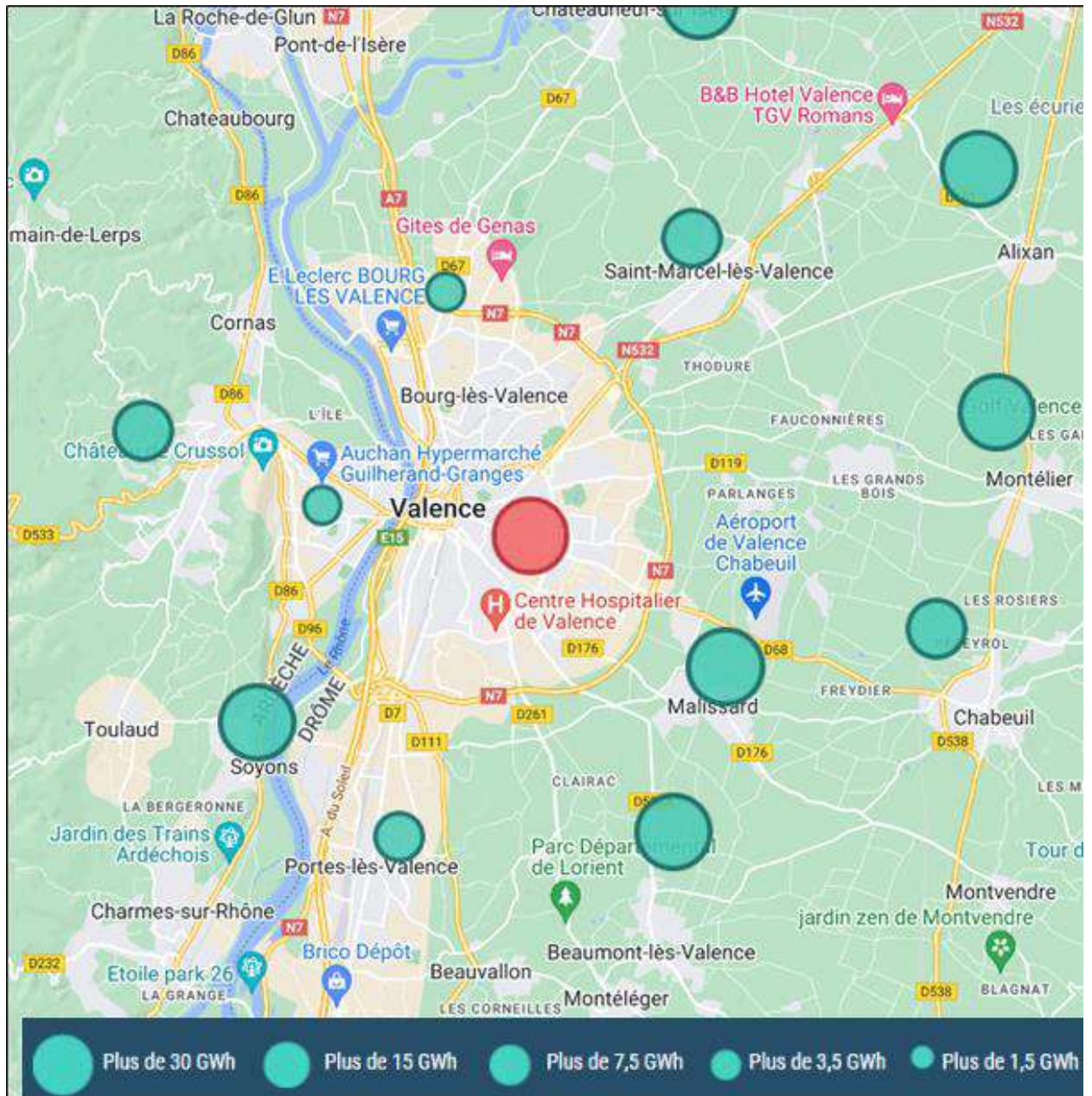


Figure 15 : Carte des réseaux chaleurs urbains prévisionnelles et des besoins industriels.

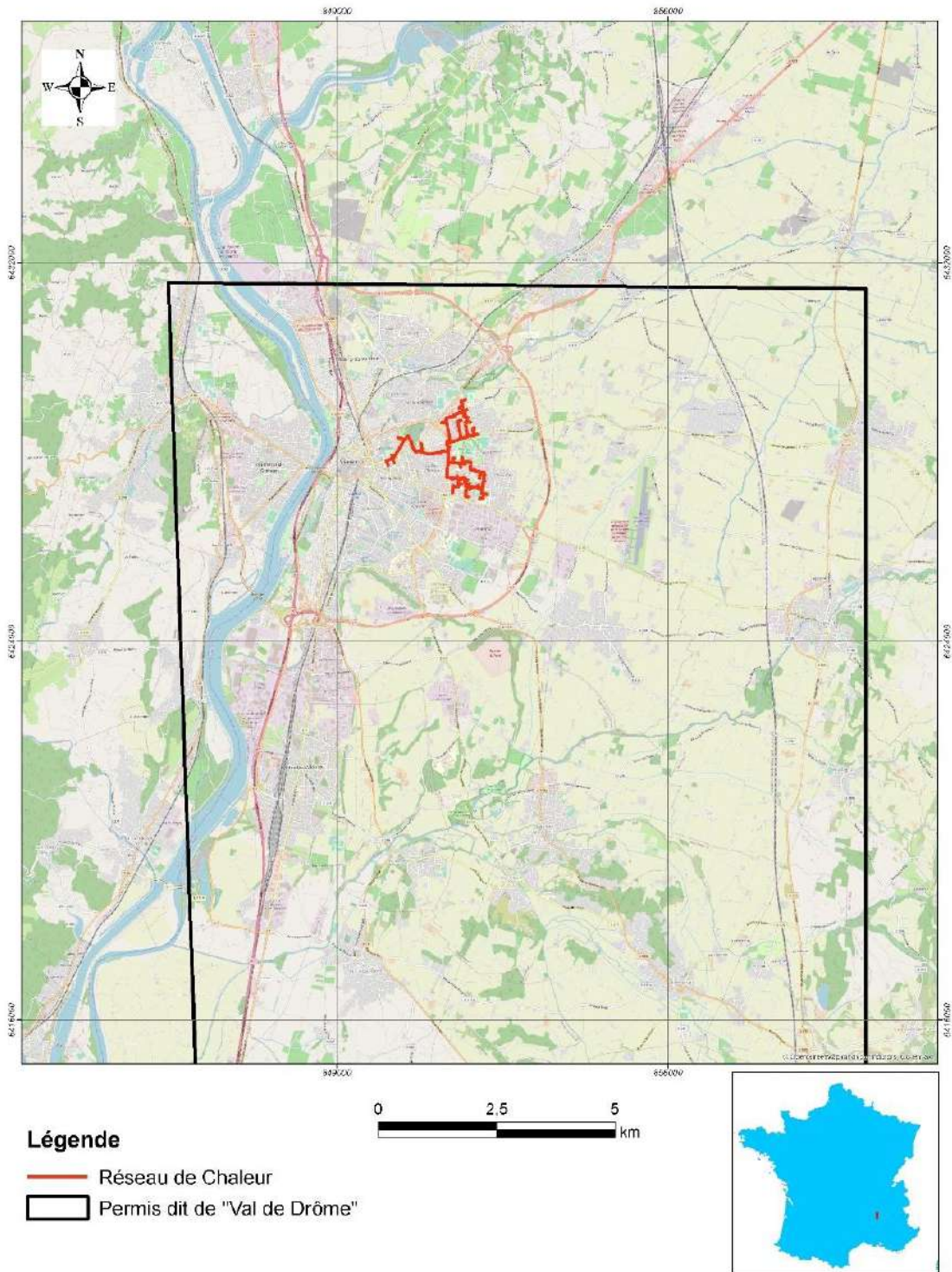


Figure 16: Réseau de chaleur existant sur la ville de Valence.

## 4.3 Intégration du REX de Vendenheim

### 4.3.1 Renforcement des études exploratoires

Les études exploratoires doivent être renforcées avec des technologies nouvelles de géophysique ou de mesures dans les zones d'intérêt à l'intérieur des puits. En effet, les éléments survenus sur le site de Vendenheim ont mis en évidence les limites de connaissances associées aux outils d'exploration traditionnels et des mesures de puits dans le cadre de projets de géothermie profonde de haute température (>180 °C).

Il est nécessaire d'entreprendre une cartographie la plus fine et précise possible du réseau de failles au droit de l'implantation du doublet géothermique afin de limiter au maximum l'aléa sismique. La Figure 17 présente l'évolution du modèle local de Vendenheim entre avant forage et après forage grâce à l'analyse de l'ensemble des données.

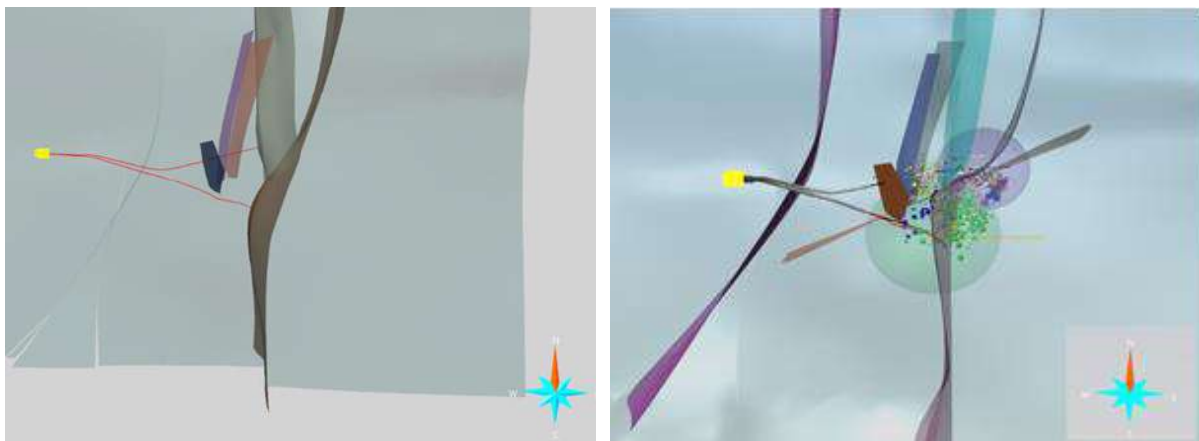


Figure 17: Evolution du modèle de Vendenheim. A gauche avant forage, à droite après forage et analyses des données.

La sismique réflexion 2D à elle seule n'a pas permis d'identifier la complexité de la zone de faille au droit du projet. Pour se faire, il est nécessaire de densifier le maillage de profils sismiques dans le but de réduire les incertitudes et d'éviter les zones potentielles de déconnexion entre les deux puits.

Une des techniques largement utilisées, notamment dans le milieu pétrolier, est la sismique réflexion 3D. Les résultats permettent d'obtenir un cube 3D précis du sous-sol. Cette technique n'était pas applicable en 2016 vu le caractère urbanisé des secteurs visés mais les derniers développements technologiques en acquisition géophysique et notamment en acquisition et traitement du signal ouvre actuellement de nouvelles possibilités.

Ce retour d'expérience sur l'intérêt d'un levé de mesures géophysiques 3D se traduit par un dépôt de déclaration de levé suite aux présentes études complémentaires. Il permettra d'approfondir l'état des connaissances du réservoir et de l'aléa sismique. Sa mise en œuvre relève d'une méthode novatrice de sismique réflexion dite « pseudo 3D », développée depuis 2020 par les entreprises en charge du levé. La méthode est envisagée dans le cadre de la deuxième période de prolongation du PER et présentée dans la pièce 5\_Programme de travaux.

Une autre limite a été identifiée dans le cadre du projet de Vendenheim, celles des mesures de puits. Des diagraphies ont été entreprises sur le forage VDH-GT1 jusque dans le Permien afin de caractériser au mieux les propriétés pétrographiques et la fracturation. Les températures mesurées au droit du réservoir, à plus de 200°C, se sont révélées au-dessus des limites de températures des outils de logging disponibles (autour de 170/180 °C) et ce même en utilisant des phases de circulation de boue visant à refroidir les sondes.

Ces limites technologiques ont entraîné une collecte de données insuffisante dans le socle et le réservoir. Depuis, de nouvelles technologies ayant été éprouvées par exemple sur le projet Britannique en Cornouaille,

appelées en « pipe conveyed » permettent la descente de nouveaux outils adaptés aux hautes températures dans des conditions de découvert difficiles.

Il semble donc nécessaire d'intégrer ces technologies dans les programmes d'acquisitions de données de puits pour les projets visant des températures supérieures à 180°C.

#### 4.3.2 Limite des outils scientifiques prévisionnels sur la gestion du risque sismique durant la conduite des tests

Les outils scientifiques prévisionnels comme par exemple la loi de McGarr ou le TLS (Traffic Light System) doivent être améliorés pour mieux appréhender le risque sismique pendant la conduite des tests.

## 5 Récapitulatif des engagements financiers réalisés au cours de la première période de prolongation du PER dit de « Val de Drôme ».

Ce chapitre détaille les engagements réalisés sur la 1<sup>o</sup> période du PER

Tableau 1: Récapitulatif des dépenses engagées au cours de la première durée du Permis Exclusif de Val de Drôme

	Etudes G&G (€)	Travaux géophysiques (€)	Autres (€) *	Total (€)
2014	138 344	-	-	<b>138 344</b>
2015	198 818	-	-	<b>198 818</b>
2016		940 302		<b>940 302</b>
2017	-	-	908 000	<b>908 000</b>
2018	-	400 000	213 342	<b>613 342</b>
2019		58 000	60 700	<b>118 700</b>
2020	20 000	245 000	5 000	<b>270 000</b>
2021			10 000	<b>10 000</b>
2022			11 000	<b>11 000</b>
Prévisionnel 2023				<b>100 000</b>
			<b>Total</b>	<b>3 308 542 (€)</b>

#### Détail des travaux :

Les études G&G correspondent aux études géoscience dont travaux bibliographies, travaux de terrain sur recherche d'analogues, études géochimiques des résurgences régionales, modélisation préliminaire de la structurale et simulation d'implantation du doublet de Briffault sur plusieurs cibles avec étude réservoir et percée thermique.

Les travaux géophysiques réalisés sont : le levé aéromagnétique, le levé gravimétrique, la campagne de vibro-sismique 2D de 2016.

Le poste « Autre » concerne les travaux d'installation des géophones, des piézomètres, les tubes guides et les travaux préliminaires de la plateforme de forage de Briffault ainsi que le cout du suivi du site.

La période 2021 – 2022 a vu une mise en sommeil des investissements suite aux problèmes sur le site de Vendenheim et à la mise sous protection d'un plan de sauvegarde de Georhin.

Suite au rachat par Arverne Group, Georhin, devenu 2gré, redéploie un programme de géophysique 3D et une recherche multi site pour un programme de développement sur le territoire plus ambitieux de géothermie à vocation d'alimentation de réseau chaleur essentiellement.

Les tableaux suivants présentent la comparaison des budgets prévisionnels entre la période initiale et la période de première prolongation du PER dit de Val de Drôme.

Tableau 2: Répartition du budget exploratoire prévisionnel première période du PER.

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	TOTAL/programme
Acquisition de données géologiques initiales et pré analyses	250 000 €					250 000 €
Retraitement données sismiques brutes sur 500 km	150 000 €					150 000 €
Acquisition éventuelle de lignes nouvelles de sismique (20km)		200 000 €				200 000 €
Génie civil / Plateforme			400 000 €			400 000 €
<b>Forage à 4000 / 5500 m</b>			4 000 000 €	4 950 000 €	350 000 € (Abandon ou équipement production puits)	9 300 000 €
Test dont logging				500 000 €		500 000 €
<b>TOTAL/année</b>	<b>400 000 €</b>	<b>200 000 €</b>	<b>4 400 000 €</b>	<b>5 450 000 €</b>	<b>350 000 €</b>	<b>10 800 000 €</b>

Tableau 3: Répartition du budget exploratoire prévisionnel période de première prolongation du PER

	Année 6	Année 7	Année 8	Année 9	Année 10	TOTAL/programme
Acquisition de données géologiques initiales et pré analyses	250 000 €	150 000			150 000	550 000 €
Acquisition éventuelle de lignes nouvelles de sismique (20km)		400 000 €				400 000 €
Génie civil / Plate forme			400 000 €			400 000 €
<b>Forage à 4000 / 5500 m</b>			13 250 000 €		350 000 € (abandon ou équipement production puits)	13 600 000 €
Test dont logging				950 000 €		950 000 €
Nouvelle demande de forage et sécurisation foncière					1 000 000 €	1 000 000 €
<b>TOTAL/année</b>	<b>250 000 €</b>	<b>550 000 €</b>	<b>13 650 000 €</b>	<b>950 000 €</b>	<b>1 500 000 €</b>	<b>16 900 000 €</b>

Synthèse des écarts (avant actualisation) entre les budgets prévisionnels et réalisés :

Avec un +, engagement supplémentaire par rapport au budget,

Avec un -, engagement non réalisé sur la période du PER

Tableau 4: Synthèse des écarts entre le budget prévisionnel et réalisé au cours de la période initiale du PER

€	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	TOTAL/programme 1° periode
Acquisition de données géologiques initiales et pré analyses	-111 656				100 000	-11 656
Retraitement données sismiques brutes	-150 000		100 000		300 000	+ 250 000
Acquisition éventuelle de lignes nouvelles de sismique		-1 182	840 302			839 120
Génie civil / Plate forme			-400 000	908 000	213 342	721 342
Forage à 4000 / 5500 m			- 4 000 000	- 4 950 000	- 350 000 (abandon ou équipement production puits)	- 9 300 000
Test dont logging				-500 000		- 500 000
<b>TOTAL/année</b>	<b>-261656</b>	<b>-1 182</b>	<b>-3 459 698</b>	<b>-4 542 000</b>	<b>+ 263 342</b>	<b>-8 001 194</b>

Tableau 5: Synthèse des écarts entre le budget prévisionnel et réalisé au cours de la période de première prolongation du PER

€	Année 6	Année 7	Année 8	Année 9	Année 10	TOTAL/programme 2° periode
Acquisition de données géologiques initiales et pré analyses	-250 000	-130 000			-60 000	+187162
Retraitement données sismiques brutes	58 000	-155 000				+ 150 000 €
Acquisition éventuelle de lignes nouvelles de sismique						+ 590000
Génie civil / Plate forme	60 700	5 000	-390 000	11 000	10 000	+ 658338
Forage à 4000 / 5500 m			-13 250 000		- 350 000 (Abandon ou équipement production puits)	- 9 300 000 €
Test dont logging				-950 000		- 500 000 €
Nouvelle demande de forage et sécurisation foncière					-1 000 000	1 000 000 €
<b>TOTAL/année</b>	<b>-131 300</b>	<b>-280 000</b>	<b>-13 640 000</b>	<b>-939 000</b>	<b>- 1 400 000</b>	<b>-16 390 300 €</b>

Nota : La comparaison des investissements réalisés vs prévisionnel est faite par période séparée et non en cumulé car la 1° période de prolongation a déjà considérée un report de certains investissements de la période d'octroi initiale.

## 6 Justification du territoire sollicité dans le cadre de la demande de deuxième prolongation du PER dit de « Val de Drôme ».

La période de première prolongation du PER a été consacrée :

- Sur le secteur de Valence :
  - Valorisation des données géologiques, géophysiques et de puits.
  - Analyses géologiques complémentaires
  - Identification de nouvelles cibles géothermiques
  - Valorisation du REX de Vendenheim

Les études et travaux menés depuis l'obtention du PER dit de « Val de Drôme » ont permis d'affiner les zones potentiellement viables pour la réalisation de projets de géothermie HT.

La partie Nord du PER correspondant au secteur de Valence a fait l'objet d'une étude détaillée mettant en évidence un potentiel géothermique HT important. Appuyé par une acquisition sismique de plus de 90 km, d'une acquisition gravimétrique et aéromagnétique, Georhin a mis en évidence plusieurs cibles géothermiques répondant aux critères de production mis en avant par 2<sup>gré</sup>.

Une première cible géothermique a été identifiée et a fait l'objet d'un projet de forage au droit de la parcelle Briffault.

Au regard des autres cibles identifiées sur le PER dit de « Val de Drôme » actuel, 2<sup>gré</sup> fait le choix de concentrer la conservation de son PER actuel sur la partie Nord correspondant au secteur de Valence.

En particulier, un deuxième projet a été identifié en bordure du Rhône, visant la faille bordière dite « Cévénole ». Les approches foncières sont en cours. Cette cible devra être confirmée par l'acquisition de géophysique complémentaire (sismique 3D) prévu dans le cadre de l'octroi de la présente prolongation. D'autres prospectes sont envisagés sur la plaine au sud de Valence, en particulier sur la bordure sud-est du périmètre ci-dessous, au pied des failles bordières du Vercors, vers Crest.

La carte suivante présente la proposition de renouvellement pour le PER dit de « Val de Drôme ».

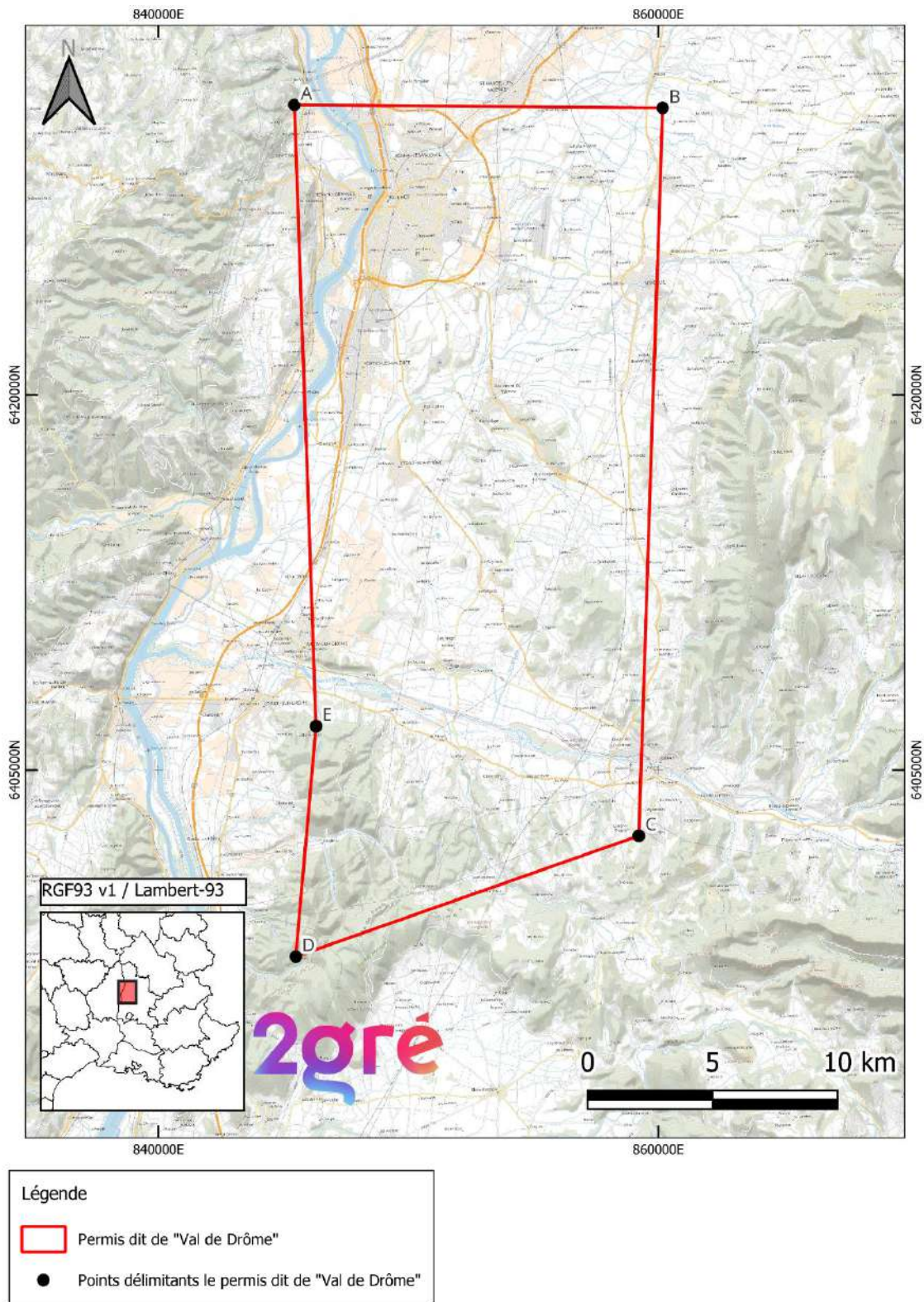
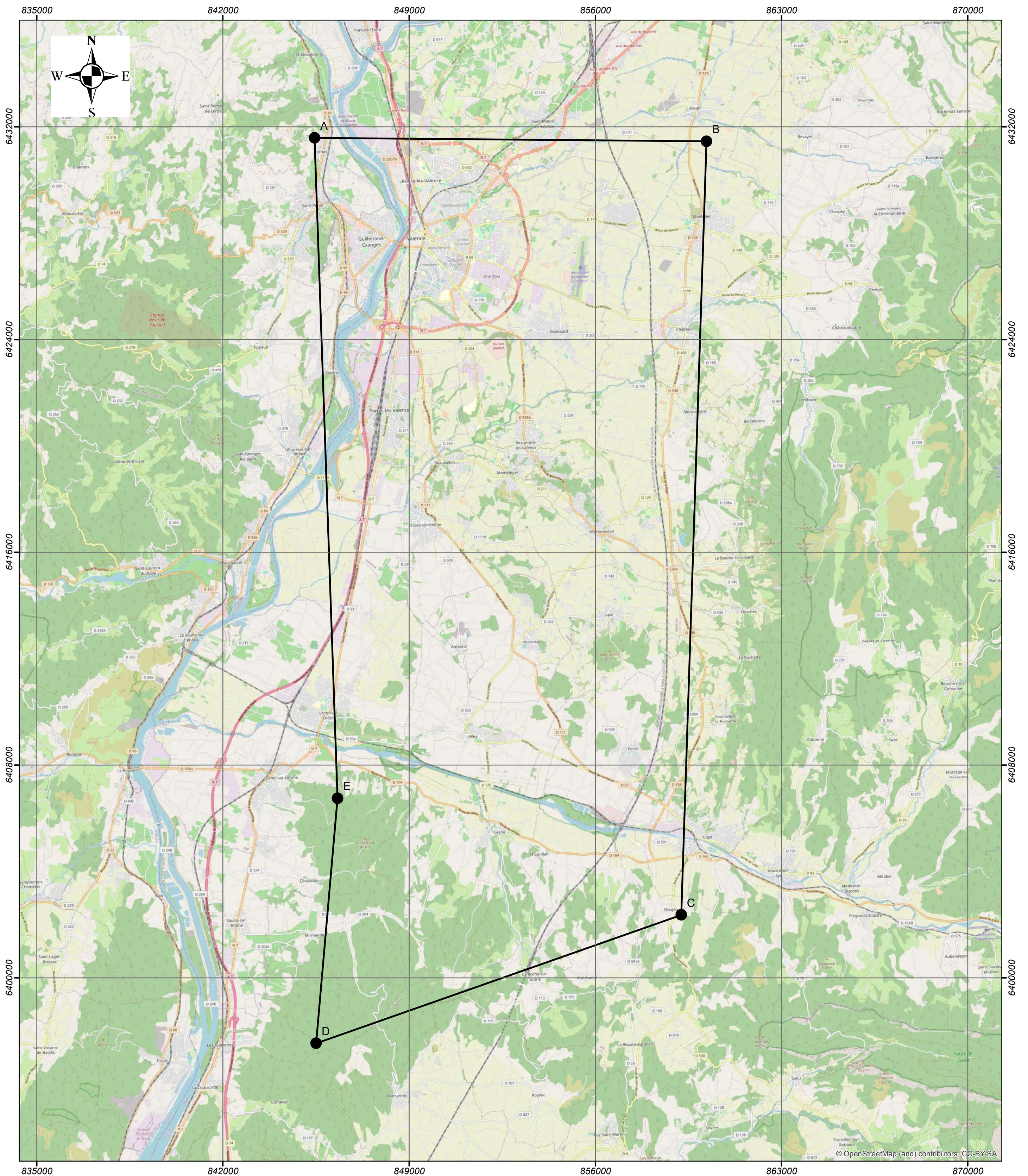


Figure 18: Carte du PER dit de "Val de Drôme" proposé dans le cadre de la demande de deuxième prolongation.

# ANNEXES

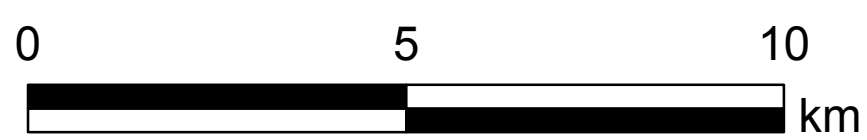
- Carte officielle du PER dit de « Val de Drôme » au 1/100.000°

# Carte du Permis Exclusif de Recherche de Géothermie Haute Température dit de Val de Drôme au 1/100 000



**PER Val de Drôme**

Carte du Permis Exclusif de Recherche de  
Géothermie Haute Température dit  
"Val de Drôme" au 1/100 000

La surface du PER dit de "Val de Drôme" est de 434 km<sup>2</sup>.

Sommets	Coordonnées (Lambert 93)	
	X	Y
A	845441	6431586
B	860175	6431463
C	859223	6402365
D	845497	6397537
E	846307	6406750

## Légende

- Points délimitant le PER dit de "Val de Drôme"
- PER dit de Val de Drôme