

Note de clarification du périmètre demandé : Permis Exclusif de Recherche sur l'île de la Réunion, dit Permis de « Cafres-Palmistes »

1. Evolution du périmètre du PER demandé

Le périmètre du permis « Cafres-Palmistes » est actuellement divisée en 2 zones distinctes, identifiées sur la carte en annexe I – Demande de PER de gîtes géothermiques à la Réunion :

- En orange une zone de recherches scientifiques et d'implantation pour d'éventuels futurs forages,
- En noir hachuré, une zone réservée aux recherches et mesures uniquement.

A ce stade de la demande donc, **il n'est pas prévu de procéder à des forages d'exploration sur la portion du permis recouvrant la Plaine des Palmistes et la crête du Cœur de Parc (zone hachurée en noire** sur la figure suivante). Cette hypothèse de départ devra être confortée par les résultats des études de surface lors de l'étude de faisabilité.

Cependant, il est important de noter que les études permettant de dérisquer le projet seront réalisées sur l'intégralité du périmètre du PER demandé. Le programme Etude Sous-Sol intégrant ces études est présenté au Chapitre 5 du Mémoire Technique du PER transmis.

Le périmètre initialement demandé recoupe une zone de dépôt de munition et inclut un champs de tir appartenant à l'armée. Suite aux récents échanges avec la DGEC et la DEAL La Réunion après émission de l'avis du FAZOI et du préfet, le site du dépôt de munitions a été exclu du périmètre du PER demandé en respectant le périmètre d'isolement associé.

Également, la délimitation de la zone dédiée aux recherches hors forage a été modifiée pour que le champs de tir en soit complètement inclus.

Les figures suivantes illustrent la modification des limites des périmètres et des zones définies ci-dessus :

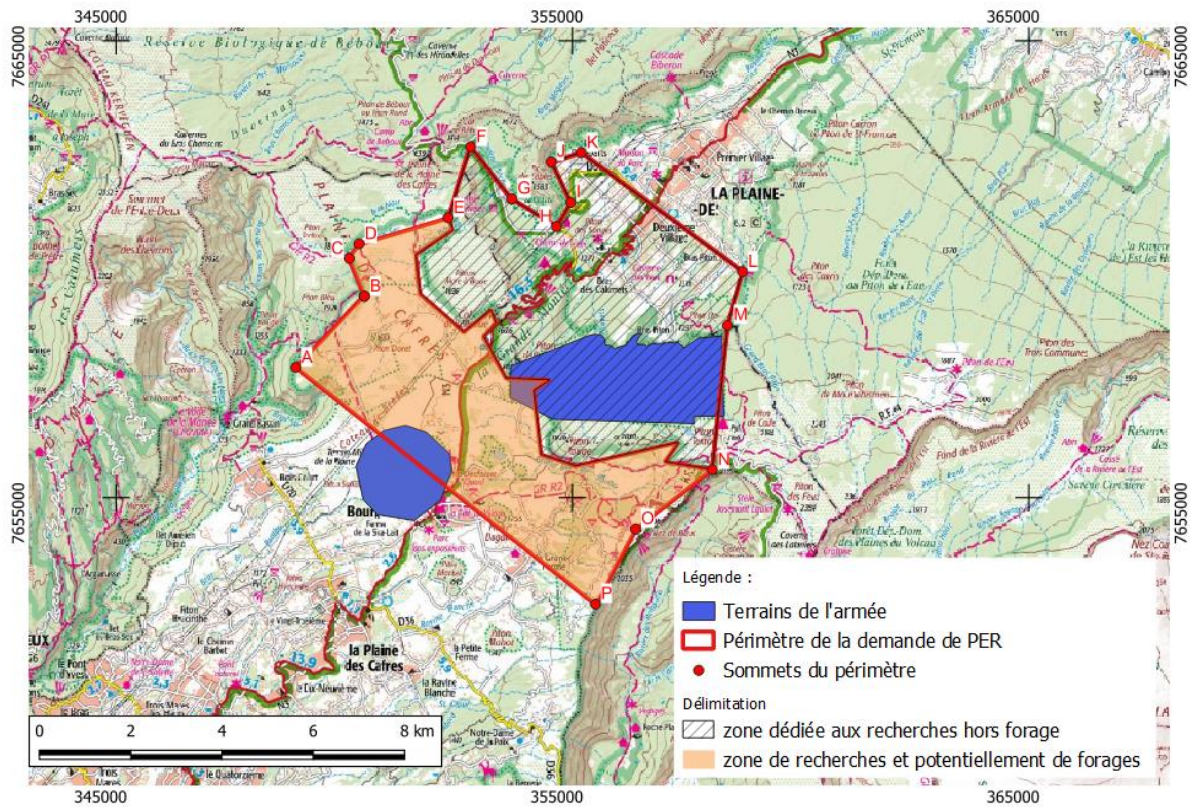


Figure 1 : Périmètre initialement demandé

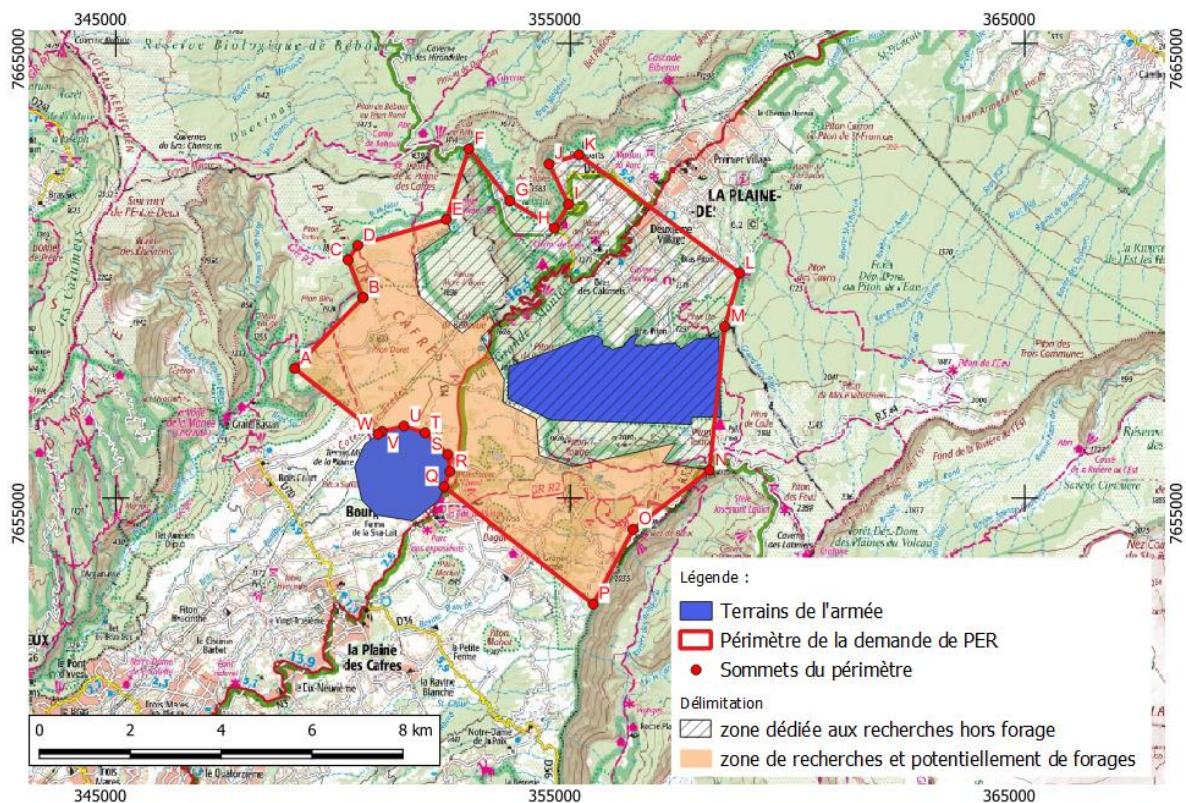


Figure 2 : Périmètre demandé après modification

Les conséquences principales de cette modification est la diminution de la surface demandé et l'ajout de points pour la limite.

Les coordonnées des sommets du polygone correspondant au Permis « Cafres-Palmistes » modifié sont données dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Coordonnées des sommets du polygone correspondant au Permis « Cafres-Palmistes »

Périmètre du PER				
	Coordonnées géographiques (Deg Min Sec)		Projection UTM Fuseau Sud 40 (mètres)	
Sommet	X	Y	X	Y
A	55°32'41,55"	21°10'27,63"	348 934,81	7 657 864,29
B	55°33'34,13"	21°9'37,35"	350 437,30	7 659 424,26
C	55°33'23,06"	21°9'10,37"	350 110,44	7 660 251,00
D	55°33'30,44"	21°8'60"	350 320,43	7 660 571,82
E	55°34'38,24"	21°8'42,01"	352 271,29	7 661 142,65
F	55°34'55,83"	21°7'51,91"	352 764,89	7 662 696,99
G	55°35'26,77"	21°8'29,01"	353 667,72	7 661 554,88
H	55°36'0,47"	21°8'48,93"	354 645,31	7 660 950,95
I	55°36'11,49"	21°8'31,97"	354 958,62	7 661 475,26
J	55°35'56,87"	21°8'3,00"	354 529,00	7 662 362,37
K	55°36'19,76"	21°7'56,58"	355 187,64	7 662 565,59
L	55°38'21,63"	21°9'22,21"	358 726,12	7 659 963,00
M	55°38'9,76"	21°10'0,36"	358 393,82	7 658 786,97
N	55°37'57,26"	21°11'42,94"	358 060,48	7 655 629,57
O	55°36'58,54"	21°12'24,90"	356 378,41	7 654 324,61
P	55°36'37,60"	21°13'18,10"	355 500,63	7 652 680,89
Q	55°34'34,72"	21°11'52,96"	352 222,57	7 655 269,94
R	55°34'39,17"	21°11'42,26"	352 347,76	7 655 600,11
S	55°34'37,74"	21°11'30,08"	352 303,33	7 655 974,27
T	55°34'20,52"	21°11'14,49"	351 802,26	7 656 449,23
U	55°34'4,45"	21°11'9,55"	351 337,41	7 656 597,11
V	55°33'47,74"	21°11'13,14"	350 856,69	7 656 482,22
W	55°33'44,71"	21°11'15,24"	350 769,90	7 656 416,75

2. Présentation technique de forages

A la fin des études décrites dans le Programme de Recherche sur le territoire situé au droit du secteur, ENGIE Solutions envisage d'identifier, la possibilité de développer un à plusieurs projet(s) géothermique(s) si les résultats se révèlent positifs et suffisamment productifs.

L'octroi potentiel de ce PER ne donne aucun droit à ENGIE Solutions pour réaliser des forages sur le périmètre. La localisation d'un éventuel futur forage fera l'objet d'une étude de surface approfondie, locale et en coordination avec les propriétaires terriens.

A la suite de la demande du périmètre exclusif de recherche, une demande de travaux de forage pourrait être déposée dans l'optique d'exploiter le gîte géothermique. Le mode d'exploitation privilégié est l'utilisation d'un ou plusieurs doublets (un puits de production et un puits de réinjection). L'exploitation en réinjectant le fluide géothermique permet de pérenniser la ressource en maintenant l'état de pression dans l'aquifère. Dans ce cas précis, il est probable que le premier forage sera un ouvrage unique de reconnaissance.

La demande de travaux de forage précise la localisation des forages prévues et l'architecture des puits. L'architecture des puits est basée sur les résultats des études menées dans le cadre du Permis Exclusif de Recherche. Les différentes variantes de trajectoires d'un doublet sont présentées dans la figure suivante.

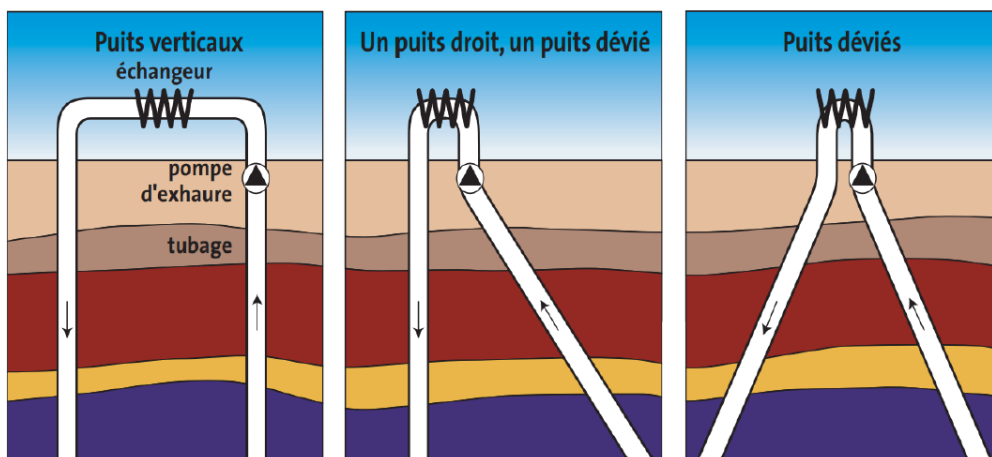


Figure 3 : Différentes variantes de trajectoires du doublet (geothermies.fr)

Lorsque que la zone du réservoir présentant le potentiel géothermique le plus important n'est pas situé au droit du site de forage, cette zone peut être atteinte avec la mise en place d'un ou plusieurs puits déviés. De plus, les géométries de puits déviés permettent d'écarter les puits en profondeur et d'éloigner suffisamment les impacts des forages au niveau du réservoir, tout en limitant l'emprise en surface permettant l'utilisation d'une unique plateforme de forage pour positionner les deux ouvrages.

Cette technologie optimise les chances de succès tout en respectant les contraintes de surface et d'occupation des sols, elle donc souvent choisie par Engie Solutions dans ses projets.

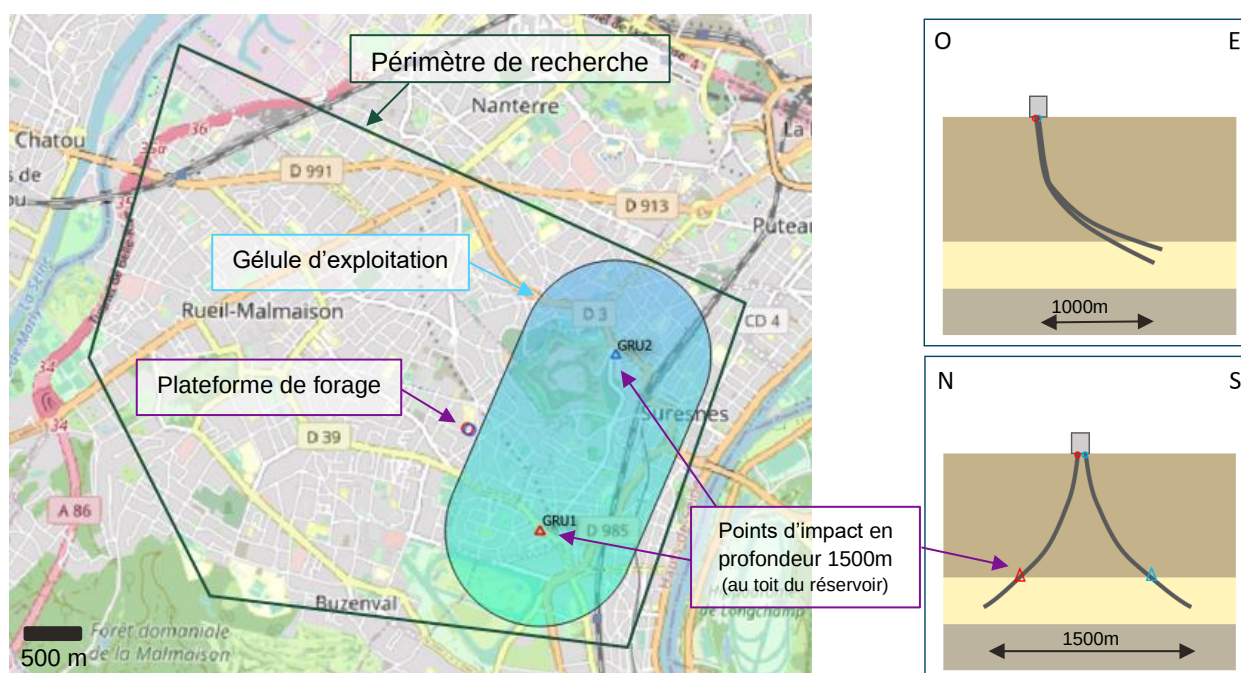


Figure 4 : Exemple du projet GéoRueil et schémas présentant la géométrie des puits déviés

Une fois que la demande de travaux a été instruite, les travaux de forages peuvent débuter. Ces travaux sont organisés selon plusieurs phases précisées ci-dessous. Le cas d'un forage dévié est présenté :

- En réalisant un avant-trou de gros diamètres (36/40") et généralement de 40-50 m de profondeur pour permettre de stabiliser les formations de surface.
- En procédant à une première phase de forage verticale suivi d'une phase durant laquelle l'inclinaison croît progressivement (1°/10 m). La troisième phase est réalisée en inclinaison stabilisée afin d'obtenir l'écartement souhaité en fonds de puits par rapport à la verticale.

Un fluide de forage (boue) est injecté en continu lors du forage. Son rôle est de refroidir et lubrifier l'outil de forage, maintenir les parois du trou et d'assurer la remontée des déblais de forage.

Le puits est foré par phases de diamètres décroissants et concentriques. A la fin de chaque phase, un tubage est mis en place dans le puits puis cimenté à l'extrados jusqu'à la surface. La cimentation permet de maintenir la stabilité de l'édifice et d'isoler les couches géologiques traversées de la surface. En général, deux ou trois phases de forage sont nécessaires pour atteindre l'objectif fixé.

- En adaptant la complétion à la géologie du réservoir, l'exploitation est faite en trou ouvert (open-hole) lorsque la stabilité des formations le permet. Dans le cas d'un aquifère non consolidé, la mise en place de matériaux spécifiques (système de suspension, crépines ...) est nécessaire et impose de prendre en compte les aspects géologiques.

D'éventuels forages pourront prendre place en surface hors des zones hachurées (donc hors du champ de tir) mais la trajectoire des puits pourraient les amener à impacter le réservoir sous la zone d'exclusion hachurée. Voir Exemple en figure 4 : la plateforme de forage en surface est déportée par rapport à la zone de drainage des eaux géothermales (gélule bleue).

3. Sismicité et risques sous-sol

Le **risque sismique** est lié à une vibration du sol provoquée par une fracture brutale des roches en profondeur, créant des failles qui peuvent se prolonger jusqu'en surface. En domaine volcanique, on

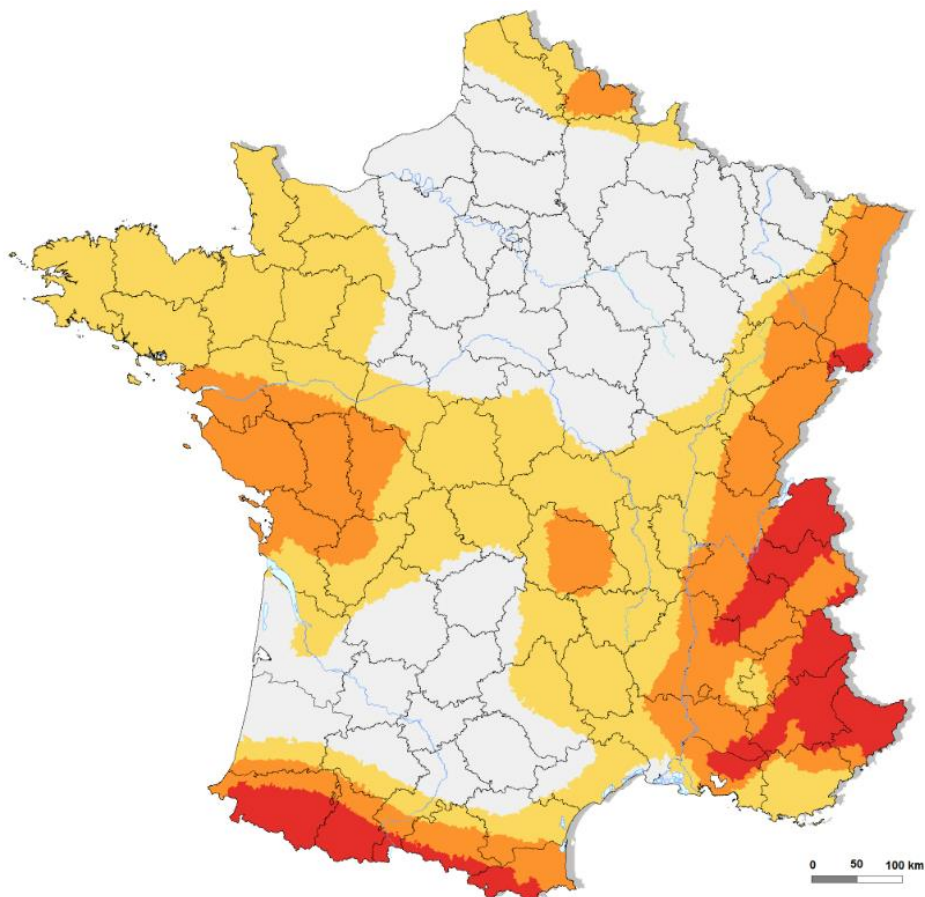
distingue les séismes tectoniques généralement liés à la structure géologique régionale et les séismes volcaniques liés aux mouvements du magma sous le sommet du volcan, parfois jusqu'à grande profondeur.

Seuls 13 séismes d'importance ont pu être certifiés depuis la première occupation de la Réunion en 1650. Cependant, les équipements de surveillance sismique modernes ont montré que le Piton de la Fournaise a une activité sismique quasi-quotidienne, qui s'accroît lors des phases éruptives, mais la grande majorité de ces séismes sont beaucoup trop faibles pour être ressentis par la population (et donc entraîné un quelconque dommage aux structures).

Le nouveau zonage sismique en vigueur depuis le 1^{er} mai 2011 place l'ensemble de l'île de la Réunion en zone de sismicité 2 (faible) selon le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010. Ceci inclut donc la zone du PER Cafres-Palmistes.



Zonage sismique de la France en vigueur depuis le 1^{er} mai 2011 (art. D. 563-8-1 du code de l'environnement)



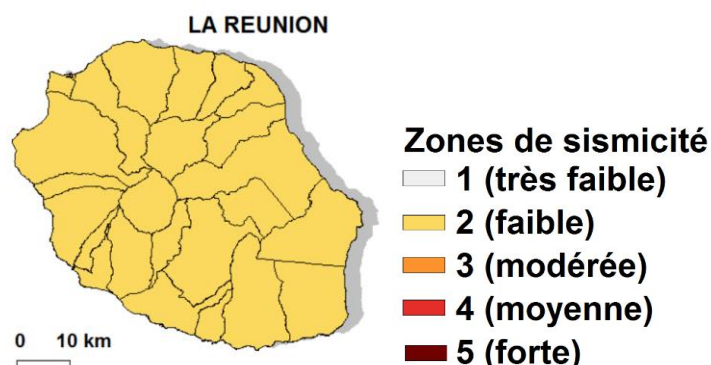


Figure 5 : Zonage sismique de la France (Source : Ministère du Développement Durable)

Lors de la demande de travaux de forage, le dossier déposé doit inclure un mémoire sismique permettant d'évaluer l'aléa de sismicité induite lié aux opérations de géothermie profonde envisagée et présentant les mesures mises en œuvre par l'opérateur afin de réduire le risque associé.

Ce mémoire sismique prend en compte d'une part les recommandations du « Guide de bonnes pratiques pour la maîtrise de la sismicité induite par les opérations de géothermies profondes » rédigé par le BRGM et l'Ineris, et d'autre part le retour d'expériences des projets menés par Engie Solutions. En effet, les projets géothermiques menés par ENGIE Solutions s'appuient sur une expérience éprouvée de plus de 50 ans et n'ont jamais fait apparaître le moindre risque sismique, tant lors de la réalisation que de l'exploitation.

Le caractère volcanique de l'île de la Réunion n'est pas lié à de la sismicité naturelle importante puisque l'intégralité de la zone est en zone de sismicité faible. De plus, il est important de noter que le guide mentionné ci-dessous est applicable au contexte volcanique actif. En effet, les recommandations du guide concernent l'intégralité des contextes ci-dessous :

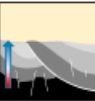
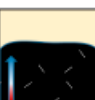
Transfert de chaleur	Contexte géothermal	Illustration
 Convection dominante	Volcanique actif <i>Systèmes se développant dans les zones volcaniques actives</i>	
	Plutonique récent <i>Systèmes se développant autour de plutons magmatiques récemment intrudés et refroidis</i>	
	Domaine en extension <i>Systèmes se développant à la faveur d'une dynamique tectonique extensive, se traduisant par la formation de fossés d'effondrements</i>	
 Conduction dominante	Bassin intracratonique <i>Systèmes associés à des couches sédimentaires aquifères, en zone tectonique non-active</i>	
	Ceinture orogénique <i>Systèmes associés à des couches sédimentaires plus ou moins aquifères et à des failles et fractures issues d'une activité tectonique importante</i>	
	Système pétrothermal de socle <i>Système se développant dans un massif rocheux peu perméable d'un craton*</i>	

Figure 6 : Ensemble des contextes géothermaux pris en compte dans le guide (Source : BRGM et Ineris)

Dans le mémoire, sont aussi recensés l'ensemble des risques potentiels identifiés de manière générique dans les projets de géothermie profonde, par exemple, le risque d'une éruption de fluides ou d'un volume excessif de gaz voire d'un glissement de terrain. L'origine de ces risques ainsi que l'évaluation de l'aléa associée sont précisées dans ce mémoire ou dans l'étude d'impact de la demande d'autorisation de forage.

Annexe I : Carte officielle