

Demandes des riverains / cahier de concertation publique

Introduction

Fort de son expérience dans de multiples projets similaires, ENGIE SOLUTIONS a anticipé les attentes des riverains dans la conception de son projet. En effet les conceptions des travaux de forage ou le design de la centrale de production prévoient des mesures de limitations des nuisances pour les plus proches riverains

Pertinence du projet

« La géothermie n'est pas rentable à l'ouest du territoire francilien »

« La nappe du Dogger serait à une température de 61°C, soit bien inférieure à celle nécessaire à un circuit primaire d'une RCU (+100°C chez CPCU) »

Les premiers doublets géothermiques au Dogger réalisés dans les années 80 en région parisienne ont été confrontés à des phénomènes de dégradation très rapides des tubages en acier des forages, liés à la nature corrosive du fluide géothermal (salinité élevée et présence abondante de sulfures) qui n'avait pas été anticipée. D'un point de vue économique, ces premiers dispositifs ont en outre été confrontés à une dégradation de la compétitivité de la géothermie profonde liée à la baisse du coût des énergies fossiles (contre-choc pétrolier). Une dizaine de doublets géothermiques au Dogger ont ainsi dû être rapidement fermés, moins d'une dizaine d'années après leur mise en service.

La dégradation de la rentabilité économique des opérations a été encore plus sensible pour les exploitations de l'ouest parisien (La Celle-Saint-Cloud, Cergy-Pontoise, Achères notamment) où les caractéristiques de la ressource géothermale sont effectivement moins favorables : la température et la perméabilité du réservoir inférieures génèrent des coûts de fonctionnement plus élevés par rapport aux exploitations au Dogger situées plus à l'est. Dans les départements du Val-de-Marne et de la Seine-et-Marne notamment, la grande majorité des exploitations créées dans les années 80 ont pu être renouvelées dans les années 2010 (Orly, Sucy-en-Brie, Coulommiers, Chevilly-Larue, Meaux, Chelles, Fresnes, Cachan...) ce qui témoigne de l'intérêt économique (mais également écologique) de la géothermie profonde sur le long terme. De nombreuses nouvelles opérations ont pu être créées sur la base du retour d'expériences des exploitations antérieures : 73 nouveaux forages ont été réalisés entre 2007 et 2020.

La maturité de la filière a été acquise à partir des années 90 avec la mise en place de systèmes de traitement des forages par injection de produits inhibiteurs. Les vitesses de corrosion ont ainsi pu être réduites d'un facteur 10. Les dispositifs actuels sont conçus pour une durée de vie de 30 ans, voire 50 ans en intégrant une opération de réhabilitation des puits (rechemisage des tubages). De nouvelles solutions techniques de tubages constitués de matériau composite (fibres de verre) sont également mises en œuvre avec succès depuis quelques années.

La température est certes inférieure dans ce secteur ouest de la région Ile-de-France où le toit du réservoir carbonaté du Dogger est moins profond (de l'ordre de 1500 mètres) et la température est proche de 60°C, alors qu'au centre du Bassin parisien, la zone la plus profonde se trouve dans le secteur de Coulommiers (77) avec une température supérieure à 80 °C. La mise en place de pompes à chaleur (PAC) permet néanmoins aujourd'hui de rehausser la température fournie par la géothermie pour être adaptée aux températures de départ du réseau de chaleur, sans remettre en cause la rentabilité économique de ces projets. Les systèmes d'appoint-secours à la géothermie (chaufferie gaz et/ou biomasse notamment) qui ne peut fonctionner seule (lorsque les températures extérieures sont très basses ou lorsque des opérations de maintenance sont menées sur les puits) concourent également au rehaussement de la température de départ réseau en fonction du besoin.

Enfin, pour palier le niveau inférieur des valeurs de perméabilité du réservoir géothermal (ou transmissivité) dans l'ouest parisien notamment, la filière géothermie profonde développe de nouvelles technologies de forage depuis quelques années, avec la réalisation récente de doublets géothermiques profonds de types « drains sub-horizontaux » (nouveau doublet de Cachan réalisé en 2018) ou « multidrains » (Vélizy-Villacoublay en 2021). Eprouvées dans le milieu de l'industrie pétrolière, ces solutions techniques permettent d'optimiser les chances de succès des opérations dans les secteurs où la ressource est moins bien connue et d'améliorer les performances énergétiques de ces dispositifs par le gain de productivité des ouvrages et la réduction des consommations électriques des pompes.

« Le projet de géothermie ne repose que sur les subventions »

Part des subventions : environ 35% des coûts d'investissement

La subvention est ensuite répercutée dans le tarif, donc in fine redistribuée aux abonnés.

Il y aurait une importante déperdition de chaleur entre la centrale géothermie et la chaufferie de Parly 2.

Le réseau transitant la chaleur entre la géothermie et la chaufferie de Parly-2 sera en acier pré-isolé présentant des niveaux d'isolation performants. Par ailleurs, la température de l'eau véhiculée dans ce réseau est relativement faible notamment sur le tuyau de retour. Les pertes seront donc modestes. Elles seront inférieures à 2% de la production géothermique.

Nuisances

Nuisances sonores en phase de travaux

- **Communication des études acoustiques**
- **Engagements fermes pour la réduction des nuisances et l'émergence sonore (engagement ENGIE) ?**
- **Travaux de forage 24h/24h ? Coupure pendant les week-ends ?**

Mesures d'évitement, réduction et/ou compensation des impacts

Préalablement au démarrage du chantier, il sera fait des mesures de bruits de référence de jour et de nuit.

Un calfeutrement des équipements les plus bruyants sera réalisé, afin de diminuer l'incidence sonore du chantier.

Les dispositions générales suivantes seront prises :

- Limitation des circulations de véhicules et définition des sens de circulation sur le chantier pour limiter l'usage des avertisseurs de recul,
- Éloignement - dans la mesure du possible - des équipements et des activités bruyantes des riverains,
- Placement des pompes, du treuil, des groupes électrogènes au sein d'un capotage à structure rigide, permettant un affaiblissement acoustique, (affaiblissement acoustique minimum (RW+Ctr) : 25 dB ; absorption acoustique : α sabine > 0,6),
- Mise en oeuvre de panneaux avec bâches acoustiques sur la majeure partie de la limite de chantier (hauteur : 3,5 m ; affaiblissement acoustique minimum (RW+Ctr) : 17 dB ; Absorption acoustique : α sabine > 0,6) de manière à limiter l'impact sonore au sol et pour les premiers niveaux des bâtiments alentours,
- Recours privilégié à l'alimentation électrique du réseau local chaque fois que possible, afin de diminuer les temps de fonctionnement des moteurs thermiques des groupes électrogènes,

- La livraison de matériels de nuit sera limitée au strict nécessaire
- L'aménagement des horaires des tâches les plus bruyantes en fonction des riverains pour limiter la gêne,
- Un point de monitoring sera installé sur le chantier durant toute la phase travaux de forage.
- Mise en place de traitement sur les sorties d'air des génératrices ;
- Mise en place d'un mur acoustique de 6m de hauteur en limite d'une partie de la zone chantier.

Pendant les travaux de centrale

Pendant cette période, il faut s'attendre à des bruits liés aux activités des véhicules de transport et au montage des infrastructures avec les engins de construction. La circulation des engins occasionne des émissions de poussière diffuses, notamment par temps sec. Ces nuisances sont limitées dans le temps (heures et jours de travail) et l'espace (projet et abords immédiats).

Pour rappel, les chantiers doivent, conformément au Code de la Santé Publique et au Code de l'Environnement :

- Respecter les conditions d'utilisation ou d'exploitation des matériels, et équipements fixés par les autorités compétentes,
- Prendre les précautions appropriées pour limiter le bruit,
- Ne pas faire preuve d'un comportement anormalement bruyant.
- Les prescriptions relatives aux niveaux sonores admissibles, aux conditions d'utilisation, aux méthodes de mesure du bruit, au marquage des objets sont présentés dans :
- La directive européenne 2000/14/CE ;
- L'arrêté du 18 mars 2002.

Les bruits de voisinage au niveau municipal sont réglementés par l'arrêté préfectoral du 11 décembre 2012 relatif à la lutte contre les nuisances sonores.

Des valeurs d'émissions acoustiques de 70 à 80 dB(A) à 1 m pour les engins mobiles peuvent être prises comme base de calcul pour l'influence sonore. Plus on s'éloigne d'une source sonore, plus son influence diminue. Ce phénomène suit la loi de décroissance en fonction de la distance.

$$L_{Aeq}(T) = L_{Aeq}(T)_{ref} - 23 \cdot \log \frac{d_j}{d_{jref}}$$

Avec :

- LAeq(T) : Niveau de pression acoustique au droit du récepteur (le plus proche voisin)
- LAeq(T) ref : Niveau de pression acoustique mesuré
- dj : Distance de la source au récepteur
- djref : Distance de la source au point de mesure

En appliquant cette loi à une source de 80 dB(A), la contribution des engins de chantier mobiles serait inférieure à 40 dB(A) dès 50 m de distance et 30 dB(A) à plus de 100 m.

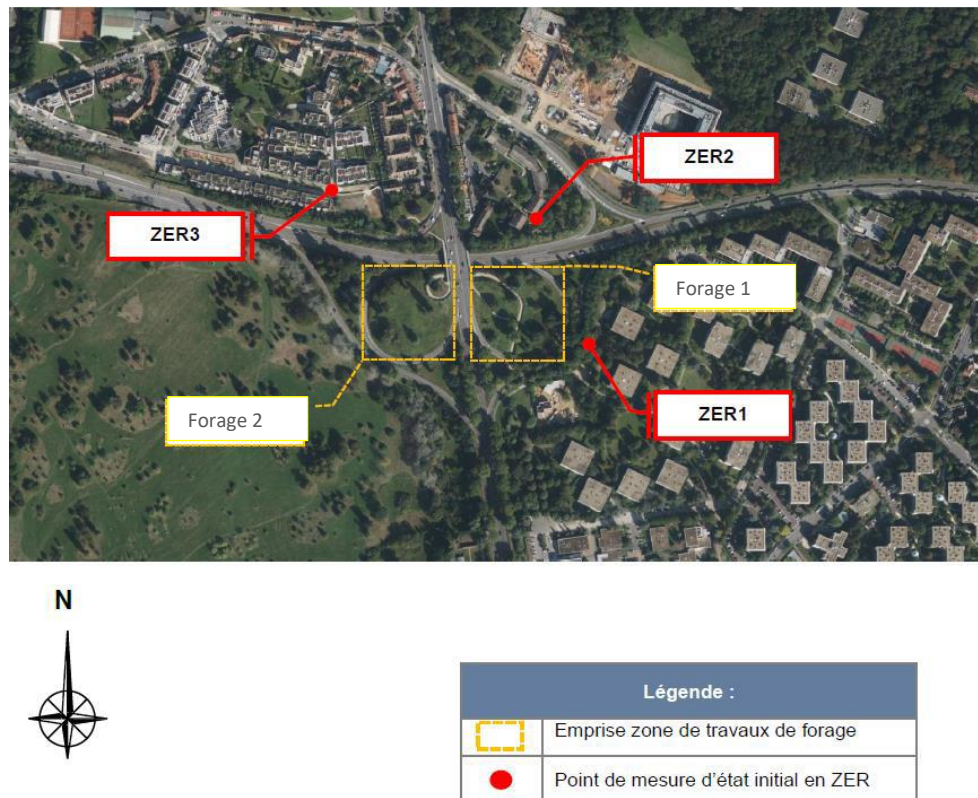
Notons également que les entreprises veilleront à ne pas dépasser les plages horaires de travail définies par arrêté préfectoral

Au regard de ces éléments, nous pouvons supposer que la perception acoustique du chantier des centrales intégrées dans un même bâtiment, des réseaux de chaleur et des sous-stations au niveau des zones à émergence réglementée sera faible (voir chapitre Résultat de L'étude acoustique ci-dessous)

Résultat de L'étude acoustique




(Extrait de l'étude d'impact)

L'état acoustique du site a été appréhendé en réalisant une modélisation de l'état initial. L'objectif est d'adapter les mesures de réduction de bruit en fonction des spécificités de la zone d'implantation. Une campagne de mesures acoustiques a donc été réalisée le mercredi 1er février 2023. La figure ci-après représente la localisation des trois points de mesures qui ont été implantés au niveau des « zones à émergences réglementées », notés ZER.



Le tableau suivant représente la localisation des points de mesures, ainsi que les principales sources de bruit perçues en ces points.

Planche 2 - Descriptif des points de mesures

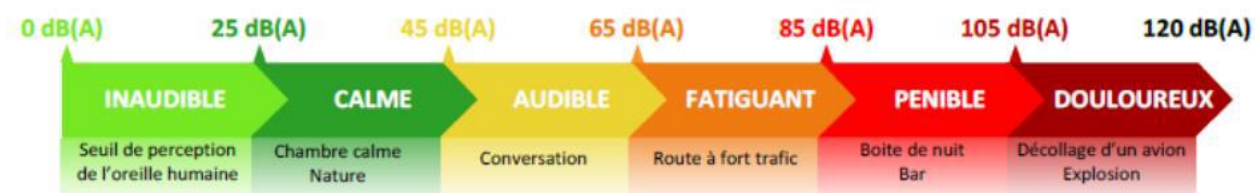
Référence	ZER1	ZER2	ZER3
Localisation	A l'Est du chantier rue des Erables, 78150 Le Chesnay- Rocquencourt à h=1,5m	Au Nord-Est du chantier rue du Chemin Creux, 78150 Le Chesnay- Rocquencourt à h=1,5m	Au Nord-Ouest du chantier Cr Exelmans, 78150 Le Chesnay- Rocquencourt à h=1,5m
Prise de vue			
Degré de perception des sources de bruit (de + à ++)	<ul style="list-style-type: none"> - Trafic routier (++) - Trafic aérien (+) - Vents dans les arbres (+) - Activités humaines (+) 		

Légende : (+) Perceptible, (++) Assez perceptible

Les niveaux sonores résiduels de référence qui peuvent être retenus sont disponibles dans le tableau ci-après :

Référence	Jour (7h-22h)	Nuit (22h-7h)
ZER1	55,5	49,0
ZER2	59,5	54,5
ZER3	56,0	52,0

Les valeurs de niveaux sonores comprises entre 49,0 à 59,5 décibels rendent compte d'un environnement « audible » (cf. figure ci-après).



En période des travaux de forage, les nuisances sonores proviendront :

- De la présence d'engins de chantier motorisés (pelles mécaniques, engins de terrassement...) ;
- D'un trafic de poids lourds qui viendra se cumuler au trafic normal ;
- Des équipements ou techniques utilisés pour certaines opérations de construction ;

Les principales nuisances interviendront pendant la foration. L'atelier (mât de levage et sa plate-forme de travail surélevée) de forage de type pétrolier fonctionnera en continu, 24h/24, et les principales nuisances sonores proviendront :

- Des différents moteurs alimentant les pompes à boue, les groupes électrogènes, etc. Ces bruits seront continus ;
- Des chocs lors de la manipulation de tiges de forage ou tubages. Ces bruits seront discontinus ;
- De la circulation des véhicules servant à l'acheminement et au repli du matériel de forage et des matières premières, aux mouvements des engins liés aux travaux de génie civil préalables et à l'évacuation des déchets générés par l'activité. Ces bruits seront discontinus.

Il est à noter que, pour des raisons de sécurité opérationnelle (tenue des terrains traversés en cours de forage), les travaux de forage ne peuvent être interrompus et nécessitent un fonctionnement 24h/24, 7j/7 pendant toute la durée des travaux.

Afin d'évaluer l'impact acoustique des travaux, une étude a été menée par le bureau d'études SIXENSE.

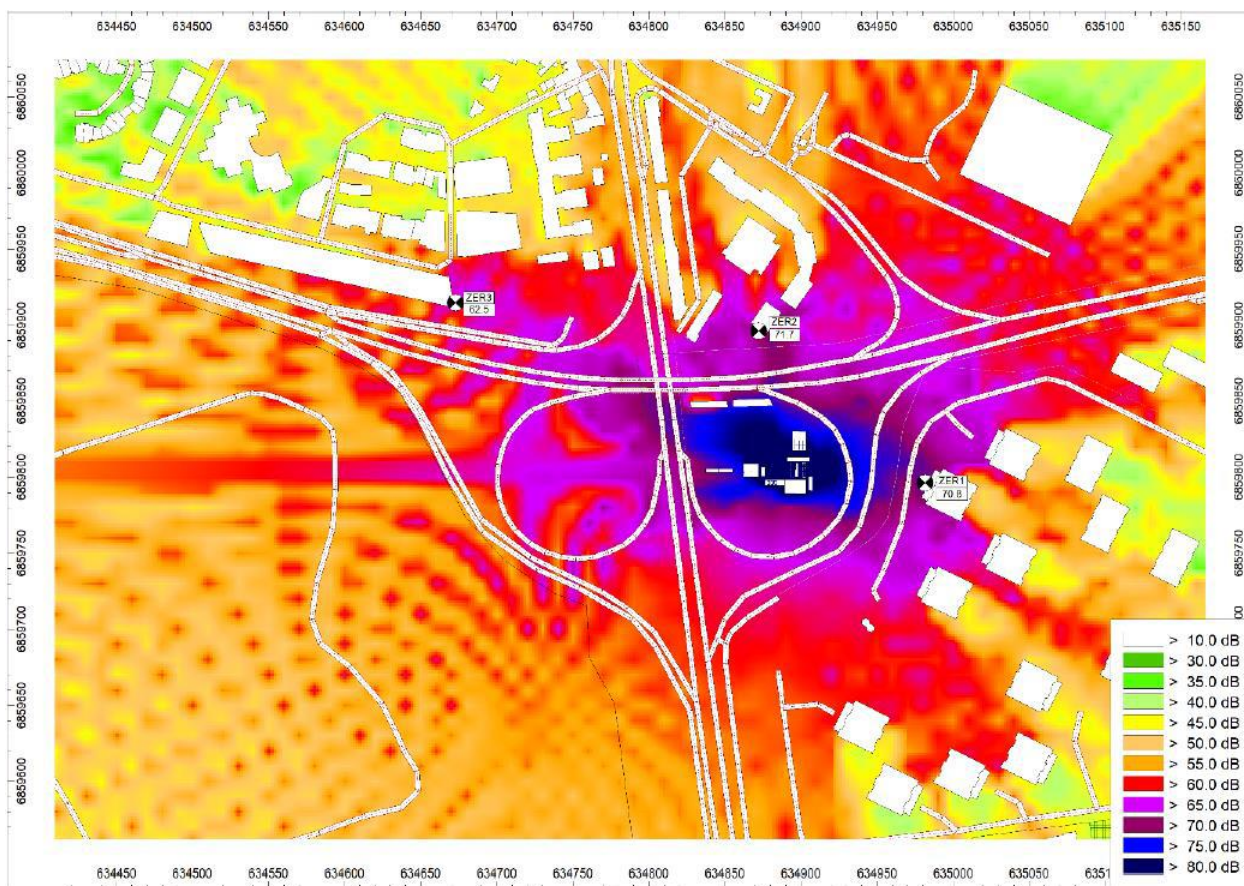
Deux simulations ont été réalisées :

- **Un scénario standard** : la modélisation de cette configuration est basée sur un scénario sans protection acoustique spécifique ;
- **Un scénario avec protections acoustiques** qui intègre les mesures suivantes :
 - Traitement sur les sorties d'air des génératrices ;
 - Capotage du treuil ;
 - Capotage des pompes ;
 - Mur acoustique de 6m de hauteur a été modélisé autour des installations.

NB : La modélisation acoustique a été réalisée avec des groupes électrogènes. Par ailleurs, Engie a fait une demande de raccordement auprès d'Enedis afin que les équipements de forage puissent fonctionner en électrique ce qui pourrait réduire les émergences liées aux groupes électrogènes.

Premier forage

Scénario standard : la figure ci-après illustre l'impact du chantier pour le scénario standard sans optimisation acoustique.

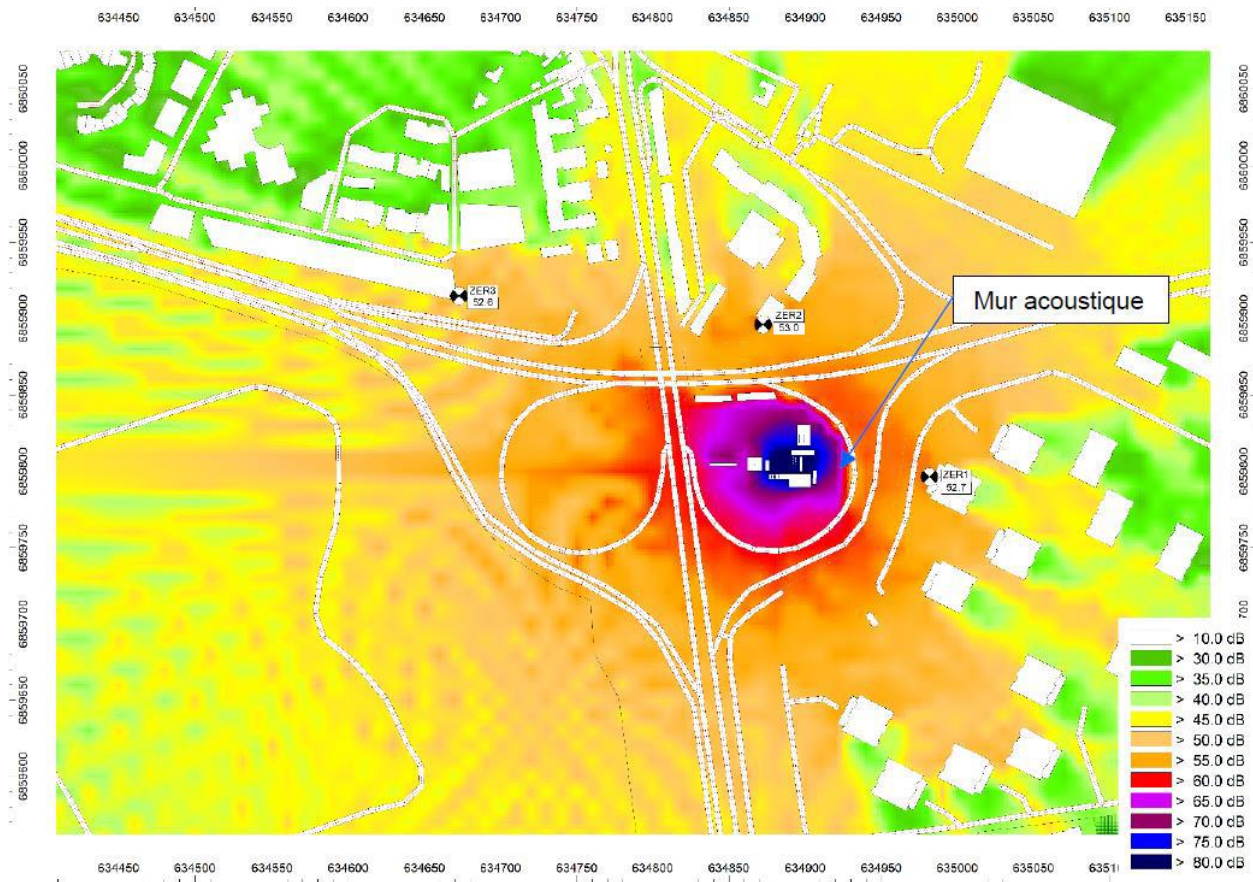


Le tableau ci-après présente les émergences prévisibles aux points ZER (Zone à Emergence Réglementée) les plus proches du site :

Réf.	Niveaux sonores acoustiques - en dB(A) – Scénario standard							
	Jour (7h-22h)				Nuit (22h-7h)			
	Contribution du chantier	Niveau résiduel retenu	Niveau ambiant calculé	Emergence	Contribution du chantier	Niveau résiduel retenu	Niveau ambiant calculé	Emergence
ZER1	71,0	55,5	71,0	15,5	71,0	49,0	71,0	22,0
ZER2	71,5	59,5	72,0	12,5	71,5	54,5	71,5	17,0
ZER3	62,5	56,0	63,5	7,5	62,5	52,0	63,0	11,0

Les valeurs sont arrondies à 0,5 dB(A).

Scénario avec protections acoustiques : la figure ci-après illustre l'impact du chantier pour le scénario avec les optimisations acoustiques.



Le tableau ci-après présente les émergences prévisibles aux points ZER (Zone à Emergence Réglementée) les plus proches du site :

Réf.	Niveaux sonores acoustiques - en dB(A) – Scénario avec optimisations acoustiques							
	Jour (7h-22h)				Nuit (22h-7h)			
	Contribution du chantier	Niveau résiduel retenu	Niveau ambiant calculé	Emergence	Contribution du chantier	Niveau résiduel retenu	Niveau ambiant calculé	Emergence
ZER1	52,5	55,5	57,5	2,0	52,5	49,0	54,0	5,0
ZER2	53,0	59,5	60,5	1,0	53,0	54,5	57,0	2,5
ZER3	52,5	56,0	57,5	1,5	52,5	52,0	55,5	3,5

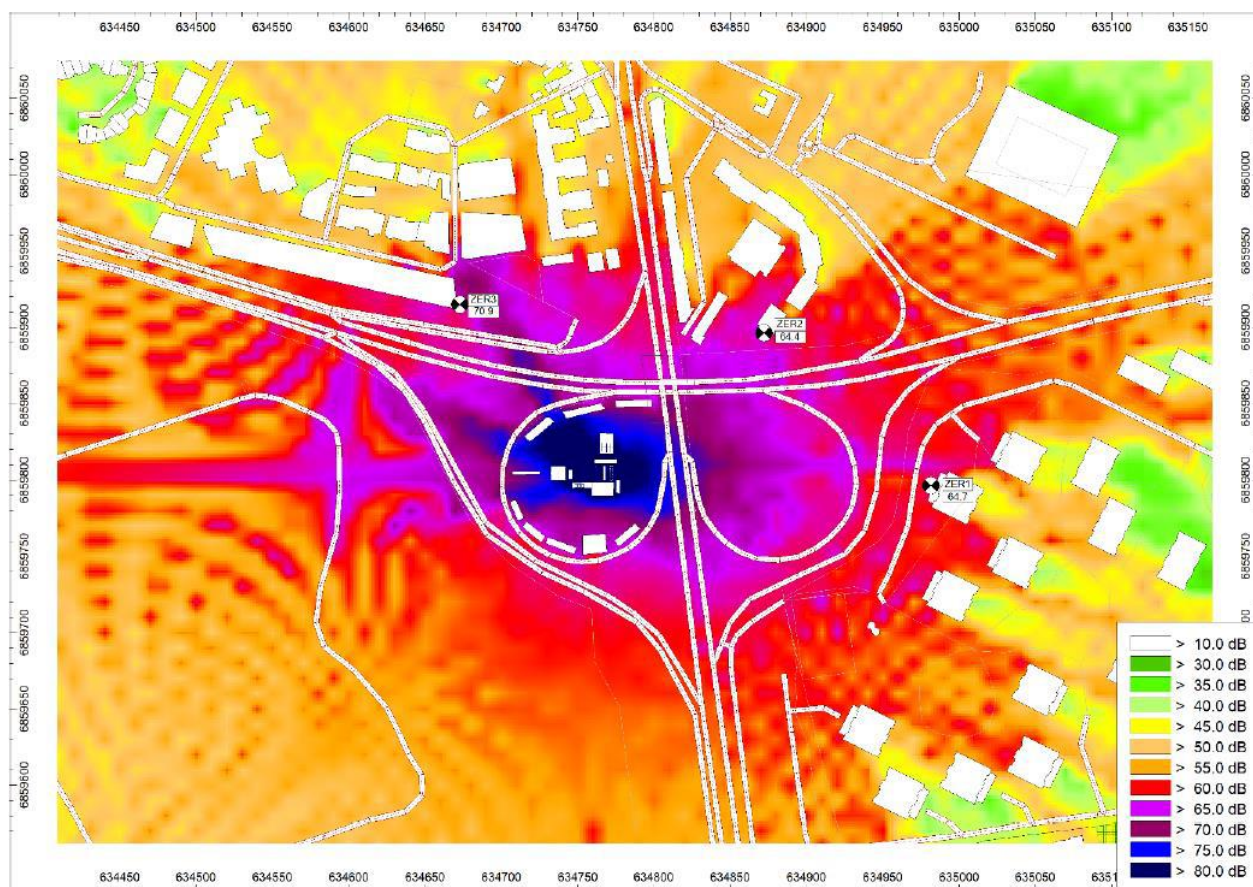
Les valeurs sont arrondies à 0,5 dB(A).

La mise en place des actions proposées permettrait de réduire sensiblement l'impact du chantier en limite de site :

- Au point ZER1, les émergences en jour sont passées de 15,5 dB(A) à 2 dB(A) et de nuit de 22 dB(A) à 5 dB(A) ;
- Au point ZER2, les émergences en jour sont passées de 12,5 dB(A) à 1 dB(A) et de nuit de 17 dB(A) à 2,5 dB(A) ;
- Au point ZER3, les émergences en jour sont passées de 7,5 dB(A) à 1,5 dB(A) et de nuit de 11 dB(A) à 3,5 dB(A).

Deuxième forage

Scénario standard : la figure ci-après illustre l'impact du chantier pour le scénario standard, sans optimisation acoustique.

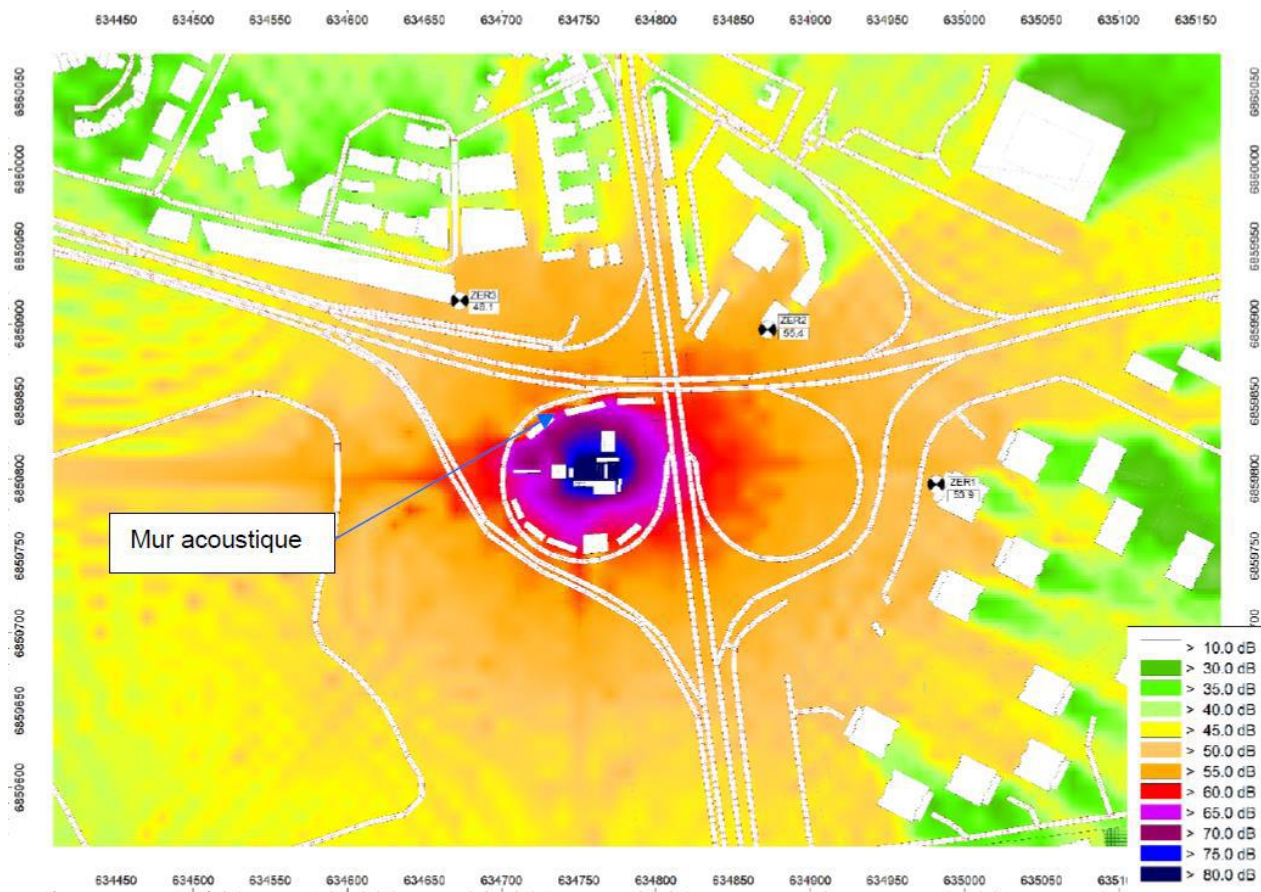


Le tableau ci-après présente les émergences prévisibles aux points ZER (Zone à Emergence Réglementée) les plus proches du site :

Réf.	Niveaux sonores acoustiques - en dB(A) – Scénario standard							
	Jour (7h-22h)				Nuit (22h-7h)			
	Contribution du chantier	Niveau résiduel retenu	Niveau ambiant calculé	Emergence	Contribution du chantier	Niveau résiduel retenu	Niveau ambiant calculé	Emergence
ZER1	64,5	55,5	65,0	9,5	64,5	49,0	64,5	15,5
ZER2	64,5	59,5	65,5	6,0	64,5	54,5	65,0	10,5
ZER3	71,0	56,0	71,0	15,0	71,0	52,0	71,0	19,0

Les valeurs sont arrondies à 0,5 dB(A).

Scénario avec protections acoustiques : la figure ci-après illustre l'impact du chantier pour le scénario avec les optimisations acoustiques.



Le tableau ci-après présente les émergences prévisibles aux points ZER (Zone à Emergence Réglementée) les plus proches du site :

Réf.	Niveaux sonores acoustiques - en dB(A) – Scénario avec optimisations acoustiques							
	Jour (7h-22h)				Nuit (22h-7h)			
	Contribution du chantier	Niveau résiduel retenu	Niveau ambiant calculé	Emergence	Contribution du chantier	Niveau résiduel retenu	Niveau ambiant calculé	Emergence
ZER1	54,0	55,5	58,0	2,5	54,0	49,0	55,0	6,0
ZER2	55,5	59,5	61,0	1,5	55,5	54,5	58,0	3,5
ZER3	48,0	56,0	56,5	0,5	48,0	52,0	53,5	1,5

Les valeurs sont arrondies à 0,5 dB(A).

La mise en place des actions proposées permettrait de réduire sensiblement l'impact du chantier en limite de site :

- Au point ZER1, les émergences en jour sont passées de 9,5 dB(A) à 2,5 dB(A) et de nuit de 15,5 dB(A) à 6 dB(A) ;
- Au point ZER2, les émergences en jour sont passées de 6 dB(A) à 1,5 dB(A) et de nuit de 10,5 dB(A) à 3,5 dB(A) ;
- Au point ZER3, les émergences en jour sont passées de 15 dB(A) à 0,5 dB(A) et de nuit de 19 dB(A) à 1,5 dB(A) ;

les valeurs suivantes donnent une idée concrète de ce que représente les niveaux sonore en dB :

- De 40 à 50 dB : bibliothèque, lave-vaisselle
- De 50 à 60 dB : lave-linge

Forage

Au cours de l'exploitation, au droit des puits, les bruits seront issus de la circulation des fluides dans les canalisations. La position en sous-sol et la fermeture des caves par une dalle conduira à une atténuation de l'émergence de bruits.

Les forages font l'objet d'une opération de workover (remise en état des puits) après 20 ans d'exploitation environ). Les bruits générés par ces travaux de maintenance sur les puits seront ceux des compresseurs, des moteurs thermiques, des camions et les bruits de chocs entre les outils métalliques utilisés par les intervenants. L'ensemble de ces engins sera conforme à la réglementation en vigueur sur les émissions sonores (émergence 5 db(a) de jour et 3 db(a) de nuit), ces travaux étant d'une moindre ampleur que celle des travaux pour le forage initial.

Il est à noter que les horaires d'intervention seront conformes à la réglementation en vigueur.

Au regard de ces éléments, nous pouvons supposer que la perception acoustique des sources fixes au niveau des zones à émergence réglementée sera faible.

Centrale

Durant la phase d'exploitation, les sources sonores présentes sur le site seront de plusieurs types :

- Sources fixes : pompes à chaleur, pompes PAC, pompes de réinjection, pompes réseaux, pompe PT, échangeurs thermiques, ventilations, etc.
- Sources mobiles : véhicules du personnel.

Les réseaux de chaleur et les sous-stations ne seront pas à l'origine d'impact sur le bruit pendant la phase d'exploitation.

Sources fixes

Notons que le projet du bâtiment intégrant les deux centrales géothermiques fera l'objet d'une notice acoustique dont le but est de préciser les objectifs et les exigences acoustiques retenues pour le projet et de présenter également les dispositions constructives du bâtiment à adopter pour satisfaire aux objectifs acoustiques retenus. L'engagement acoustique porte sur les prescriptions en matière d'atténuation et d'isolation des éléments de l'enveloppe du bâtiment.

Les niveaux sonores de ces équipements sont donnés à titre indicatif (retour d'expérience sur d'autres installations similaires) :

- Les pompes de circulation : 80 dB(A),
- Les pompes à chaleur : entre 45 et 65 dB(A),
- Les transformateurs électriques : 70 dB(A).

Il est à noter que l'installation fonctionnant en continu, 24h/24 et 7j/7, ces conditions correspondent au cas le plus contraignant (nuit, week-end et jours fériés).

Tous les équipements seront implantés à l'intérieur du bâtiment, aucune installation technique ne sera située en extérieur. Seuls les puits de géothermie seront situés en extérieur. Cependant, ces derniers ne seront pas générateurs de nuisances sonores.

Sources mobiles

Le trafic généré par les véhicules des personnels d'exploitation sera extrêmement faible en comparaison du trafic sur les voies de circulation présentes dans l'environnement immédiat.

Au cours de l'exploitation, au droit des puits, les bruits seront issus de la circulation des fluides dans les canalisations. Au droit de chaque puits de production, s'ajoutera le bruit provenant de la rotation du groupe de pompage immergé. La position en sous-sol et la fermeture des caves par une dalle conduira à une atténuation de l'émergence de ces bruits.

L'installation géothermique sera située à proximité de la chaufferie d'appoint/secours. Les sources de bruit liées à l'exploitation des puits géothermiques comprendront principalement : les pompes de circulation, les pompes à chaleur et les transformateurs électriques.

Les véhicules de transport, les matériels de manutention et les engins de chantier utilisés à l'intérieur du site seront conformes aux dispositions en vigueur les concernant en matière de limitation de leurs émissions sonores. En particulier, les engins de chantier se conformeront à une nomenclature homologuée.

Au regard de ces éléments, nous pouvons supposer que la perception acoustique des sources fixes et mobiles au niveau des zones à émergence réglementée sera faible, elle sera conforme à la réglementation (au maximum une émergence de 5 dB(A) le jour et 3 dB(A) la nuit lors de l'exploitation).

Mesures d'évitement, réduction et/ou compensation des impacts

Pour limiter l'impact sonore sur le site pendant la phase d'exploitation, les mesures suivantes seront mises en place :

- Installation des équipements à l'intérieur du bâtiment,
- Respect des dispositions constructives en matière d'acoustique.

Afin de rendre compte aux riverains du réel impact sonore d'une centrale géothermique, ENGIE Solutions propose d'organiser une ou plusieurs visites de la centrale de Rueil-Malmaison. Cette centrale est en fonctionnement et se situe à proximité d'habitations (moins de 35 mètres).

Nuisances visuelles en phase travaux

Forage

Pour limiter l'impact visuel sur le site pendant la phase des travaux, des mesures pourront être mises en place pour limiter au maximum la gêne visuelle :

- Les zones de stockage des matériaux, placées à l'intérieur de l'enceinte du site, seront propres et nettoyées de tout emballage. Le stockage des matériaux se fera de façon structurée ;
- Les matériaux et équipements seront stockés correctement, empilés et protégés/ couverts, si nécessaire ;

- L'état de propreté des installations fera l'objet de contrôles réguliers de la part de la maîtrise d'ouvrage ;
- Compte tenu de la technologie requise et des profondeurs à atteindre, la présence d'un mât de forage de grande hauteur est inévitable. La seule mesure applicable est la limitation dans le temps de l'impact visuel, par un travail en continu des équipes de foreurs ;
- L'éclairage de nuit est également indispensable pour le fonctionnement du chantier. Les projecteurs seront dirigés uniquement vers le chantier ;
- La vapeur d'eau ne peut être éliminée simplement. Elle peut former temporairement un brouillard plus ou moins léger autour des installations de forage.

Centrale

Les opérations liées à la phase de travaux de la centrale nécessiteront l'utilisation d'engins de chantier tels que des grues, pelles mécaniques, chargeurs sur roues, tracteurs, camions-bennes, etc. Ces engins seront peu perceptibles. L'éloignement du chantier par rapport à la zone urbanisée fait que ces engins seront peu perceptibles.

Mesures d'évitement, réduction et/ou compensation des impacts

Des mesures pourront être mises en place pour limiter au maximum la gêne visuelle :

- Les zones de stockage des matériaux, placées à l'intérieur de l'enceinte du site, seront propres et nettoyées de tout emballage. Le stockage des matériaux se fera de façon structurée,
- Les matériaux et équipements seront stockés correctement,
- L'état de propreté des installations fera l'objet de contrôles réguliers,
- Une remise en état du site sera réalisée à la fin des travaux.

Nuisance visuelle en phase d'exploitation / est-il possible d'enterrer entièrement les centrales ?

Une intégration paysagère a été réalisée depuis les habitations proches (rue des Erables, 3^{ème} étage) afin d'évaluer l'impact visuel de la centrale pour les riverains les plus impactés. L'insertion paysagère est présentée en annexe du bilan de la concertation

Il est à noter que le projet dans sa version initiale prévoyait l'implantation de deux bâtiments de plain-pied (une centrale par doublet géothermique), comme représenté dans l'image ci-dessous.

Vue aérienne du projet dans sa version initiale



Vue aérienne du projet actuel



Le compactage en un seul et même bâtiment, disposé sur 3 niveau et enterré sur 6,58 mètres de profondeur a permis de réduire considérablement l'impact visuel du projet.

La possibilité d'enterrer entièrement les centrales a été évoquée. Compte tenu de la nature du sol, cet enfouissement aurait un impact conséquent sur les coûts d'investissement (augmentation importante des terres à évacuer et des aménagements de terrain). De plus, enterrer cette centrale serait incompatible avec l'exploitation des machines nécessaire à la Géothermie et en particulier des pompes à chaleur).

Impact sur les sources lumineuses

En particulier en phase forage, le chantier fonctionnant 24h/24h, les activités de chantier nécessiteront l'utilisation de sources lumineuses supplémentaires à celles existantes le long des axes routiers encadrant le site (éclairage des installations et des équipements, phares des engins d'exploitation et des PL, ...).

Les projecteurs utilisés seront orientés de manière à supprimer tout risque d'éblouissement.

Le mât sera équipé d'un balisage diurne et nocturne avec un feu d'obstacle au point le plus haut.

Rappelons que le site se situe dans une zone géographique où la pollution lumineuse est très forte. L'impact lumineux du chantier sera donc négligeable au regard du contexte lumineux environnant.

Nuisances olfactives en phase de travaux

Pour limiter les odeurs (œuf pourri) pendant les essais de production et éventuels risques d'intoxication, une solution d'hypochlorite de sodium (ou autre oxydant) est injectée dans l'eau géothermale à sa sortie du puits. L'effet oxydant et bactéricide de l'eau de Javel (ou d'un autre oxydant) permet d'éliminer la majeure partie de l'H₂S présent (voir paragraphe **Risque lié aux émissions de gaz pendant le forage**)

Risques liés au projet

Vibrations et risque d'effondrement des immeubles (par exemple immeubles de plus de 40 ans) ?

Compte tenu de la distance de plus de 75 mètres entre le point d'implantation de la machine de forage (au droit des futurs forages) et les premières habitations, aucune vibration ne sera ressentie au niveau du sol et le risque d'effondrement d'immeubles est nul.

Le retour d'expérience récent de travaux de forages géothermiques profonds (73 forages réalisés entre 2007 et 2020 en région Ile-de-France) réalisés dans des contextes urbains similaires, voire beaucoup plus

proches de bâtiments existants (exemple du château de Sucy-en-Brie en 2008 à proximité immédiate des travaux du nouveau forage producteur), ne montre aucun problème de ce type. Au besoin, des constats d'huissier peuvent être établis avant, pendant et après la réalisation des travaux de forage.

Risque sismique

(Extrait conclusion annexe 2 « Risques sismiques) de l'étude d'impact

D'après les travaux exhaustifs menés par l'INERIS, et les retours d'expériences des opérations de géothermie profonde similaires dans les Bassins Parisien et aquitain depuis plus de 40 ans n'ayant jamais fait l'objet de sismicité induite :

- Les projets de géothermie profonde dans le Bassin aquitain et dans le Bassin Parisien doivent être clairement distingués des projets de géothermie profonde de type systèmes pétrothermaux tels ceux du fossé rhénan,
- **Les quarante années d'exploitation en Ile de France ou dans le Bassin aquitain apportent une forte garantie concernant les risques de sismicité induite dans ces bassins sédimentaires.**

Par ailleurs, les travaux de forage de géothermie profonde aux alentours du projet du Chesnay-Rocquencourt, notamment les forages de Vélizy-Villacoublay, Bagneux, et Châtenay, déjà réalisés et dont les coupes géologiques sont connues, n'ont jamais engendré ou révélé :

- La présence de problématiques de sismicité induite,
- La présence de problématiques d'hydrocarbures gazeux dans le réservoir ou dans les formations sus-jacentes,
- La présence de formation solubles (évaporites).

De même, la connaissance du réservoir du Dogger dans le Bassin Parisien apporte les mêmes garanties en termes de risques induits par une opération sur ce réservoir.

Il peut être conclu, que les données recensées dans la littérature sur les risques liés aux opérations de géothermie profonde et les retours d'expérience d'exploitation sur le bassin de Paris apportent de fortes garanties sur le fait que **les risques de sismicité liés aux projets soient négligeables**

Risque d'effondrement de terrain lié à la composition des sols (ancien étang sur le domaine de Rocquencourt, sol de nature argileux) : quel serait l'impact du forage ? Quels sont les résultats des sondages géotechniques / Etude de sol ?

Les avant-puits réalisés lors des aménagements de plateforme (avant la réalisation des travaux de forage proprement dits) permettront de traverser les premières dizaines de mètres et de maintenir les parois du puits par un premier tubage en acier cimenté qui permet d'éviter tout risque d'effondrement des couches superficielles les moins consolidées.

(Extrait du « Mémoire précisant les mesures mises en œuvre et celles envisagées pour connaître la géologie du sous-sol impacté par les travaux et comprendre les phénomènes naturels, notamment sismique susceptibles d'être activés par les travaux »)

La nature même des travaux de forage permettra de connaître la géologie **profonde** du sous-sol et d'en comprendre les phénomènes naturels :

- Remontée des cuttings (débris issus de la foration) permettant de dresser une coupe géologique précise du sous-sol,
- Réalisation de diagraphies pour préciser les propriétés du sous-sol (densité, teneur en argiles etc.)
- Réalisation d'essai de puits et de pompage d'essai et d'essai d'injection pour connaître les limites de l'aquifère, les propriétés hydrogéologiques des réservoirs, et l'identification de limites dans le sous-sol (influence des failles etc.).

On notera également que l'aquifère du Dogger a fait l'objet de nombreux travaux et d'exploitation de forages pour les besoins de chauffage sur le territoire parisien. De même, il est rappelé que ce réservoir a fait l'objet de nombreuses recherches et est exploité dans le secteur.

(Extrait de l'étude d'impact)

La mise en communication d'eau géothermale avec une formation géologique de surface de nature argileuse pourrait occasionner un retrait ou gonflement de ces sols même si ce risque n'est pas identifié au droit du projet.

L'ensemble des mesures prises pour éviter tout risque de mise en communication des nappes permettront également d'éviter des phénomènes de retrait-gonflement des argiles (cimentation des tubages).

Risque lié aux émissions de gaz pendant le forage

Pendant la phase des essais de production, lorsque le forage du puits est terminé, l'ouvrage est mis en production. Ces opérations finales peuvent provoquer d'éventuels dégazages de l'eau géothermale.

L'eau géothermale contient des traces de méthane, de CO₂, de l'azote et en moindre proportion des alcanes. Les concentrations en ces gaz toxiques et/ou inflammables sont trop faibles (de l'ordre de 0,2 volume de gaz pour 1 volume d'eau), pour constituer un risque de contamination de l'atmosphère pouvant occasionner une intoxication ou une explosion même à l'exutoire du fluide dans les bacs ou un bournier.

En revanche, l'eau géothermale contient également une faible proportion d'H₂S, dont la toxicité implique que sa présence soit contrôlée. Lors des acidifications, des dégagements d'H₂S peuvent se produire, par réaction de l'acide sur les sulfures présents dans la formation ou sur les dépôts des parois de tubages (cependant, les tubages neufs ne présentent pas de dépôt).

Pour limiter les odeurs (œuf pourri) et éventuels risques d'intoxication, une solution d'hypochlorite de sodium (ou autre oxydant) est injectée dans l'eau géothermale à sa sortie du puits. L'effet oxydant et bactéricide de l'eau de Javel (ou d'un autre oxydant) permet d'éliminer la majeure partie de l'H₂S présent.

L'expérience montre que le traitement mis en œuvre de manière très ponctuelle est efficace. Ce risque est parfaitement maîtrisé par le personnel directement exposé sur site qui est préalablement formé, informé des opérations en cours et équipé des équipements de sécurité adaptés. L'impact est donc faible et temporaire (quelques heures).

Risque de pollution atmosphérique – émission de GES

(Extrait de l'étude d'impact)

- En phase travaux

La principale source d'émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) et d'énergie identifiées lors de la phase de travaux de forage correspond à la consommation journalière de gasoil non routier (GNR) de l'appareil de forage. En première approche, la consommation journalière moyenne pour un appareil de forage est de l'ordre de 3 815L/jour. Selon l'arrêté du 12 avril 2012, les émissions de CO₂ associées au GNR sont de 3,17 kg/L.

Ainsi, pour 220 jours d'opérations, et selon les ratios précédemment cités, la phase forage induit l'émission de 2 660 tCO₂.

Les principales sources d'émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) et d'énergie identifiées lors des phases de travaux de la centrale, des réseaux et des sous-stations sont les suivantes :

- La consommation de carburant par les engins de chantier et le groupe électrogène de secours.
- La consommation de matériaux de chantier.
- Les déplacements liés au déplacement du personnel, aux apports de matériaux, à l'enlèvement de déchets.

À ce stade du projet, il est difficile de chiffrer précisément les GES. Notons cependant que ces émissions seront limitées à la durée des travaux et qu'elles resteront modestes devant les émissions évitées par l'exploitation de la géothermie.

→ Effets directs négatifs faibles

Mesures d'évitement, réduction et/ou compensation des impacts

L'appareil de forage pourra être alimenté électriquement de manière à effacer la consommation de GNR décrite ci-dessus et les émissions associées de CO2.

Des dispositions pourront être prises ou imposées aux entreprises de travaux. Elles comprendront à minima les préconisations suivantes :

- Des affiches pédagogiques seront disposées dans la base vie pour sensibiliser le personnel aux écogestes du quotidien,
- Limitation de la vitesse de circulation sur le chantier,
- Interdiction de brûler des déchets sur le chantier.

- En phase d'exploitation

En phase exploitation, les puits n'engendrent pas d'émission de Gaz à Effet de Serre (GES) excepté au cours des opérations de workover. A ce stade du projet, il est difficile de chiffrer précisément les émissions correspondantes. Elles restent toutefois très faibles devant l'économie induite à ce niveau par la géothermie. Ces opérations sont après 20 ans d'exploitation environ.

Le fonctionnement des installations est lié aux besoins de production de chaleur.

La réalisation du bâtiment intégrant les deux centrales géothermiques, des réseaux de chaleur et des sous-stations correspondantes aura un impact considérablement favorable pour l'environnement

En phase exploitation, les puits n'engendrent pas d'émission de Gaz à Effet de Serre (GES) excepté au cours des opérations de workover (Workover : travaux de réhabilitation (exemple rechemisage d'un puits) qui nécessite un appareil (ou machine) de forage avec des équipements de travaux adaptés pour une opération plus lourde qu'une simple intervention de type "servicing" (exemples : remontées de pompe, diagraphies...

La circulation liée aux véhicules des personnels en charge de l'exploitation et des véhicules de livraison des produits sera négligeable au regard du trafic routier sur les principaux axes de communication recensés à proximité du site.

En cas de fuite au niveau de la pompe à chaleur, le fluide frigorigène est susceptible d'être émis à l'atmosphère. Différents types de fluide sont possibles. Certains ont un potentiel de déplétion ozonique (ODP) nul et un potentiel de réchauffement global (PRG) élevés.

→ Effets directs négatifs faibles

Mesures d'évitement, réduction et/ou compensation des impacts

Les mesures suivantes seront mises en place :

- Contrôle des pompes à chaleur par une personne compétente au moins une fois par an,
- Le recours aux nouveaux fluides frigorigènes de type HFO (hydrofluoroléfine) sera privilégié afin de limiter l'impact au niveau de la couche d'ozone et en matière d'effet de serre.

- La quantité des hydrocarbures halogénés reçus, stockés, consommés, récupérés et recyclés sera tenu à jour.

A titre d'exemple, le bilan carbone d'un projet au Dogger récent a été calculé. Il comprenait les émissions liées à :

- La réalisation d'un doublet au Dogger ;
- La construction d'un réseau de chaleur pendant 2 années ;
- La construction d'une centrale géothermique ;
- Les immobilisations nécessaires à l'exploitation d'un réseau de chaleur.

Ce bilan a été comparé avec un scénario de référence comprenant l'exploitation d'un réseau de chaleur au gaz et au fioul sans nouveaux travaux d'extension de réseaux.

Il est apparu que la rentabilité carbone du projet était obtenue en moins de 3 ans.

Au regard de ces éléments, dans leur ensemble l'impact des phases travaux et d'exploitation sur le climat est jugé comme positif.

→ Effets directs positifs

Autres risques de pollution atmosphérique / Impact sur l'air en phase travaux

(Extrait de l'étude d'impact)

Envol de poussières liées aux travaux de terrassement

Il est difficile aujourd'hui de quantifier les émissions minérales qui seront générées, puisqu'elles dépendront fortement des conditions climatiques (sécheresse des sols, vents, etc.) et des allées et venues des véhicules. Cependant on retiendra que les émissions de poussières seront effectives principalement sur les emprises du chantier (périmètre d'intervention).

- **Impact direct négatif temporaire faible**

Emissions de gaz d'échappement (principalement monoxyde d'azote, oxydes d'azote et particules) issues des engins de chantier et camions

Les véhicules légers, poids lourds et engins seront à l'origine d'émissions de gaz d'échappements.

- **Impact direct négatif temporaire faible**

Eventuels dégazages de l'eau géothermale

L'eau géothermale contient des traces de méthane, de CO₂, de l'azote et en moindre proportion des alcanes en C1, C2 et C3. Les concentrations en ces gaz toxiques et/ou inflammables sont trop faibles (de l'ordre de 0,2 volume de gaz pour 1 volume d'eau), pour constituer un risque de contamination de l'atmosphère pouvant occasionner une intoxication ou une explosion même à l'exutoire du fluide dans les bacs ou un bourbier.

En revanche, l'eau géothermale contient également une faible proportion d'H₂S, dont la toxicité implique que sa présence soit contrôlée.

Lors des acidifications, des dégagements d'H₂S peuvent se produire, par réaction de l'acide sur les sulfures présents dans la formation ou sur les dépôts des parois de tubages (cependant, les tubages neufs ne présentent pas de dépôt).

Pour limiter les odeurs et risques d'intoxication, une solution d'hypochlorite de sodium (ou autre oxydant) est injectée dans l'eau géothermale à sa sortie du puits, par les vannes 2'' situées sous le BOP.

L'effet oxydant et bactéricide de l'eau de Javel (ou d'un autre oxydant) permet d'éliminer la majeure partie de l'H₂S présent.

- **Impact direct négatif temporaire faible**

Mesures d'évitement, réduction et/ou compensation des impacts

Les mesures suivantes seront mises en place :

- Vitesse réduite des véhicules,
- Eventuel arrosage des zones de terrassement,
- Eventuel contrôle de la propreté des roues des véhicules de chantier avant départ du site,
- Respect des normes d'émissions en matière de rejets atmosphériques,
- Engins de chantier employés équipés d'un filtre à particules répondant à la réglementation sur les Engins Mobiles Non Routiers,
- Entretien régulier des engins,
- Mise en place de détecteurs sur toute la zone spécifique de danger, qui sera précisée dans le PPSPS, et notamment dans les endroits sensibles (goulotte, plancher de forage, bac ou unité de réception de l'effluent). Ces détecteurs déclenchent une alarme sonore (sirène) et visuelle (gyrophare) lorsque le seuil de 10 ppm est dépassé,
- Port de détecteurs mobiles (dosimètres réglés à 10 ppm) par le personnel,
- Disponibilité de masques à cartouches régénérables par le personnel,
- Approvisionnement d'équipements de sécurité (bouteille à oxygène) pour les personnels appelés à travailler en atmosphère toxique, si nécessaire,
- Présence d'une manche à air sur le chantier,
- Balisage des sorties d'évacuation d'urgence du chantier,
- Formation et information du personnel avec exercice d'alerte, en association avec le coordinateur sécurité nommé par le Maître d'Ouvrage,
- Lors des tests de production ou lors des acidifications, l'eau géothermale passe dans le BOP, puis traverse un séparateur gaz/eau pressurisé. Le gaz séparé est neutralisé par brûlage ou bain d'eau soudée,
- Information des riverains grâce à l'implantation de panneaux d'affichage et d'une communication via un site internet qui précisera l'avancée en temps réel du chantier.

Risque d'inondation et gestion des eaux pluviales : évaluer le risque d'inondation sur la partie basse de la rue des Erables.
--

(Extrait de l'étude d'impact)

D'après Géorisques, trois évènements historiques d'inondation sont recensés dans le département. La commune n'est pas non plus soumise à un PPRN Inondation. Elle ne fait pas l'objet d'un programme de prévention (PAPI) et n'est pas soumise à un territoire à risque important d'inondation (TRI).

En phase travaux

La zone de travaux ne se situe pas dans un périmètre de risque d'inondation naturel. La topographie du site devrait faciliter l'acheminement des eaux de ruissèlement vers les réseaux d'assainissement. De plus les réseaux de la plateforme de forage seront dimensionnés pour empêcher tout risque d'inondation. La réalisation des tranchées pour le passage des différents réseaux seront réalisées préférentiellement par temps sec.

Le nouveau bâtiment intégrant les deux centrales géothermiques n'est pas concerné par des zones inondables.

Bien que ce risque de crue soit négligeable sur la zone de projet, un suivi quotidien de la situation vis-à-vis du risque sera assuré via le service de prévision des crues. En cas d'alerte inondation, toutes les mesures seront prises afin de préserver l'environnement, les biens et les personnes.

Afin de minimiser la pénétration des eaux pluviales pendant la phase de réalisation des fondations des centrales, il sera demandé à l'entreprise de mettre en œuvre l'ensemble des moyens à sa disposition pour dévier / canaliser les ruissellements (puisards, pompes, drains).

Il sera demandé que le matériel de pompage ait une autonomie minimale de 72 heures et soit équipé d'un dispositif automatique de mise en marche en cas de panne.

- Impact direct négatif temporaire faible

En phase exploitation

L'exploitation des puits géothermiques, des centrales, des réseaux de chaleur et des sous-stations n'engendrent pas d'effet supplémentaire sur les risques naturels.

Conception

Orientation de la voie piétonne/cyclable : on reproche la déviation de la piste cyclable, trop proche de la départementale.

La voie cyclable a été déplacée de façon à accueillir le projet en respectant les contraintes de pentes du terrain et les contraintes de rayons de giration d'une piste cyclable afin que celle-ci soit facilement agréable à pratiquer par les cycliste et les piétons.

Demande de transmission de plans représentant le passage des canalisations pour relier la centrale géo à la chaufferie P2.

Les plans seront réalisés lors de la nomination de la maîtrise d'œuvre qui réalisera les études du réseau d'interconnexion entre la centrale et la chaufferie.

Evaluer la distance réelle entre le forage et les habitations (50m ? 65m ?)

Les distances entre les limites parcellaires des forages et les habitations les plus proches sont :

- P1 = 56,29 m
- P2 = 44,45 m
- P3 = 104,85 m



L'entrée des piétons est au même endroit que l'entrée véhicule

L'accès des piétons se fait depuis la circulation douce.

Il est prévu également un aménagement d'une zone d'accès véhicules/piétons avec entrée/sortie au sud-est de la parcelle.

Détail de la protection de l'aqueduc

(Extrait de l'étude d'impact)

Un certain nombre de mesures seront mises en place pour protéger l'aqueduc présent sur la plateforme. Ces mesures seront discutées et validées avec le Service des Fontaines en charge de la protection de cet aqueduc :

Un périmètre sera conservé autour de l'aqueduc sur lequel les appuis de l'appareil de forage ne pourront pas être mis en place ;

Le niveau de la plateforme sera dimensionné pour conserver une épaisseur de matériaux suffisante pour permettre la répartition des charges temporaires qui s'appliqueront au droit de l'aqueduc ;

Une dalle béton de transfert sera mise en place afin de limiter les charges sur l'aqueduc. La note de calcul réalisée par Sodeba Ginko dimensionnant la dalle est disponible en Annexe. La dalle d'une épaisseur de 50 cm appuiera sur une bande de 1m de part et d'autre de l'aqueduc (cf. Figure 188). L'implantation de la dalle de transfert au-dessus de l'aqueduc existant est présentée ci-dessous

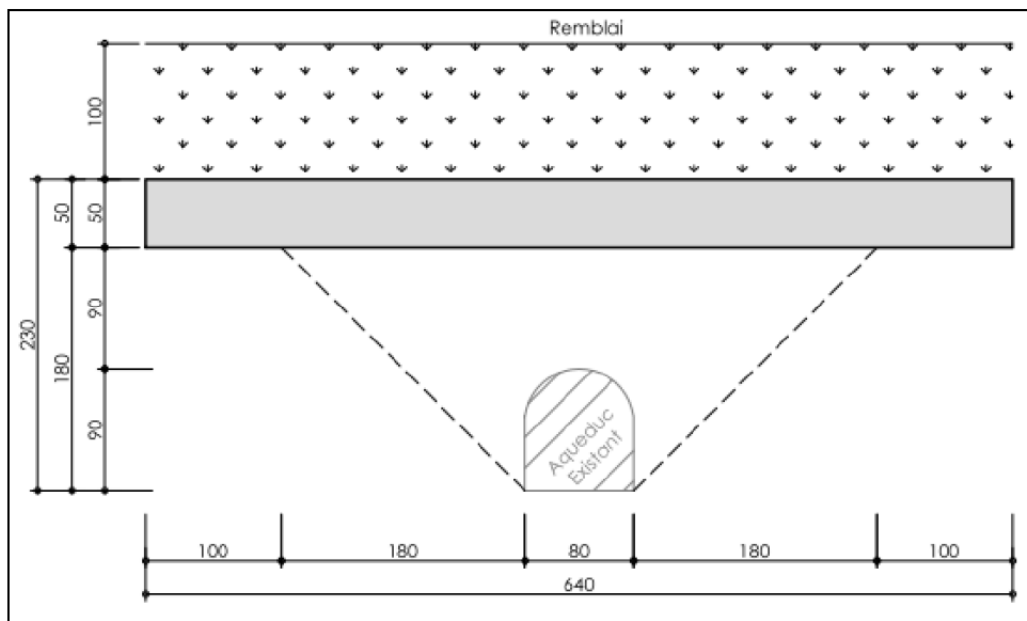


Figure 188 – Schéma de la dalle béton mise en place pour la mise en protection de l'aqueduc (Source : Sodeba Ginko)

Possibilité de mettre les deux forages sur la boucle ouest ?

La possibilité d'implanter les deux forages sur une seule parcelle (à l'ouest) a été étudiée.

Les contraintes générées sont importantes : l'orientation de l'appareil de forage est modifiée, ce qui implique de mener des travaux de terrassement très importants en comparaison avec une disposition pour un seul forage. L'altimétrie de la parcelle ouest étant très contraignante, le coût généré par une telle implantation est conséquent et impacte l'équilibre économique du projet, et plus particulièrement le prix de chaleur vendue par la centrale.

Justification économique

Détail des coûts

L'offre de la SAS a été votée par l'AG de P2 justifiant la pertinence du projet.

Est-ce que le deuxième projet sur le même terrain peut nuire au rendement de la première géothermie ?

Au contraire, le 2ème doublet positionné en quinconce (ou « têtes bèches ») par rapport au 1er doublet améliore les performances énergétiques mutuelles des deux doublets.

Les positions des puits producteurs et injecteurs sont inversées entre les deux doublets pour que l'impact hydraulique des forages les uns par rapport aux autres soit positif : les puits producteurs permettent de réduire la pression d'injection au niveau des puits injecteurs et réciproquement, les puits injecteurs permettent de remonter le niveau d'eau dans les puits de production.

L'effet direct de cet impact hydraulique positif est de réduire les dépenses énergétiques liées aux pompes d'exhaure et de réinjection, ce qui se traduit par une réduction des coûts de fonctionnement des dispositifs sur toute la durée de vie des exploitations.

L'effet indirect est de réduire le gradient hydraulique entre les puits d'injection et de production au sein d'un même doublet, ce qui ralentit l'écoulement du fluide froid réinjecté dans le réservoir entre ces deux puits, et donc retarde la « percée thermique » c'est à dire la baisse de la température du puits de production qui signale à terme le déclin énergétique du dispositif.

Le deuxième projet permet donc d'optimiser la valorisation de la ressource et de pérenniser le fonctionnement de l'ensemble des deux doublets géothermiques.

