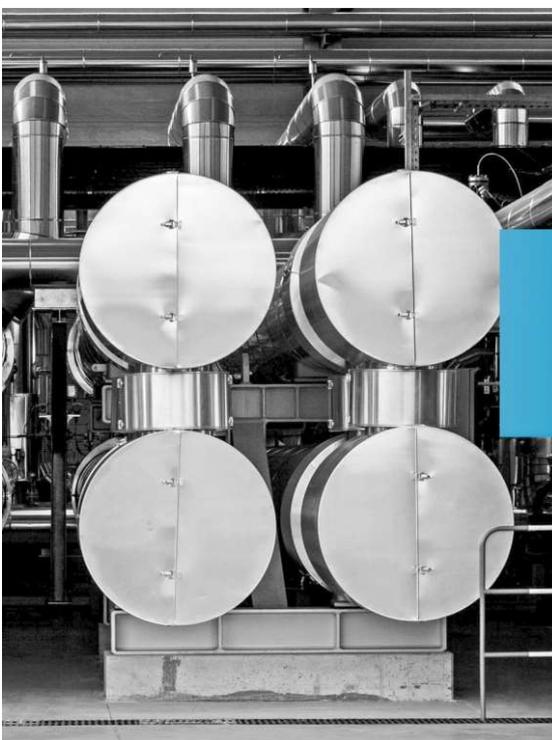




électricité de strasbourg

## Plateforme géothermique de Rittershoffen



### ETUDE D'IMPACT et D'INCIDENCE SUR LA RESSOURCE EN EAU Résumé non technique



**NOVEMBRE 2024**



**OTE INGÉNIERIE**

des compétences au service de vos projets

**Siège social**

1 rue de la Lisière - BP 40110  
67403 ILLKIRCH Cedex - FRANCE  
Tél : 03 88 67 55 55  
[www.ote.fr](http://www.ote.fr)

*Les informations, quelle que soit leur nature et leur forme, contenues dans ce document et ses annexes sont la propriété des sociétés du Groupe ES. Toute reproduction, modification ou utilisation de tout ou partie de son contenu, sans l'autorisation écrite d'Électricité de Strasbourg S.A, est strictement interdite et toute utilisation, au sens le plus large, illicite fera faire l'objet de poursuites judiciaires.*



## Sommaire

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Sommaire</b>  | <b>3</b>  |
| <b>1. Rappel du projet</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2. Résumé non technique de l'étude d'impact et d'incidences sur la ressource en eau</b>   | <b>6</b>  |
| <b>2.1. Etat initial de l'environnement et son évolution</b>   | <b>6</b>  |
| 2.1.1. Scénario de référence : état actuel de l'environnement  | 6         |
| 2.1.2. Evolution probable de l'environnement avec ou sans le projet  | 8         |
| 2.1.3. Facteurs environnementaux susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet   | 9         |
| <b>2.2. Incidence du projet</b>  | <b>10</b> |
| 2.2.1. Raison des choix  | 10        |
| 2.2.2. Justifications environnementales  | 10        |
| 2.2.3. Incidences notables résultant de la construction et de l'existence du projet  | 16        |
| 2.2.4. Incidences notables induites par l'utilisation des ressources naturelles  | 18        |
| 2.2.5. Incidences notables induites par les émissions de polluants, la création de nuisances   | 19        |
| 2.2.6. Incidence sur projet sur la santé publique  | 22        |
| 2.2.7. Incidence résiduelle du projet à l'issue de la mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction des incidences               | 22        |
| 2.2.8. Mesures compensatoires proposées  | 25        |
| 2.2.9. Incidence Natura 2000   | 25        |
| 2.2.10. Compatibilité du projet avec le SDAGE  | 25        |
| 2.2.11. Compatibilité du projet avec le SRADDET (Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable et d'Egalité des Territoires) | 25        |
| 2.2.12. Compatibilité du projet avec le ScoTAN (Schéma de cohérence territorial d'Alsace du Nord)  | 26        |

Suite à l'émission d'un avis de l'Autorité Environnementale sur un autre dossier ES, le présent dossier a été complété avec un addendum en avril 2024. Dans un souci de lisibilité et de complétude du résumé non technique les éléments supplémentaires apportés par la société ÉS dans son addendum ont été reportés dans le présent résumé non technique (en couleur bleu clair). Les éléments du mémoire en réponse à l'avis de l'Autorité Environnementale ont également été reportés dans le document (en couleur vert).

## 1. Rappel du projet

Le site de la centrale géothermique de Rittershoffen est déjà existant. Actuellement le site est en fonctionnement avec 1 doublet qui exploite et achemine la chaleur à un site industriel ayant de forts besoins thermiques pour ces procédés d'amidonnerie. Le site de cette centrale géothermique comporte, deux bassins pour les eaux géothermales, un bâtiment abritant les échangeurs de chaleur, une partie des boucles primaire et secondaire, ainsi que des locaux électriques et tertiaires.

La société ÉS envisage la réalisation d'un nouveau doublet (2 forages) sur le site de la centrale géothermique de Rittershoffen. Ce projet consistera à :

- La réalisation de sondages géotechniques ;
- La mise en place de tubes guides par la technique BENOTO ou par havage pour protéger les eaux souterraines superficielles ;
- La réalisation d'un premier forage d'exploration par la technique de forage rotary ;
- Le test de ce premier forage et éventuellement le développement de celui-ci ;
- Si le premier s'avère prometteur, la réalisation d'un second forage d'exploration par la technique de forage rotary, le test de celui-ci et éventuellement son développement.

Pour ce projet de Rittershoffen, la société ES envisage éventuellement d'utiliser une machine de forage électrique qui sera complétée, au besoin, avec des équipements d'insonorisation spécifiques. Une attention toute particulière sera portée sur le traitement acoustique des groupes diesels.

A terme, l'exploitation géothermique visera à produire de l'électricité, sur la base du process développé et exploité à Soultz-sous-Forêts, et de la chaleur. L'électricité produite sera injectée dans le réseau de distribution électrique et la chaleur alimentera un nouveau réseau de chaleur.

Illustration n° 1 : Localisation du projet



## 2. Résumé non technique de l'étude d'impact et d'incidences sur la ressource en eau

### 2.1. Etat initial de l'environnement et son évolution

#### 2.1.1. Scénario de référence : état actuel de l'environnement

L'état actuel et la qualité de l'environnement sont présentés dans le tableau ci-dessous.

|                                 |  |         |       |                         |
|---------------------------------|--|---------|-------|-------------------------|
| SANS INTERET PARTICULIER NEUTRE |  | DEGRADE | MOYEN | PRESERVE / SATISFAISANT |
|---------------------------------|--|---------|-------|-------------------------|

| THEMES                               | ETAT/ QUALITE  | PROBLEMATIQUES  |
|--------------------------------------|--|---|
| POPULATION ET SANTE HUMAINE          | Population des communes de Rittershoffen et Betschdorf<br>Population sensibles<br>Pas de captage d'eau potable à proximité<br>Niveaux sonores faibles à proximité de la zone de projet                   | Habitations situées à 810 mètres à l'Est à Betschdorf et à 860 mètres à l'ouest à Rittershoffen<br><br>Démographie décroissante dans le département et dans la commune de Betschdorf<br><br>Population sensible à 1,39 km école élémentaire de Rittershoffen<br><br>Captage AEP éloigné |
| MILIEUX NATUREL BIODIVERSITE         | Site proche de zone NATURA 2000, ZNIEFF. Mais éloigné du parc naturel régional et de l'arrêté de protection du biotope<br><br>Site déjà existant donc présentant peu d'attrait pour la faune et la flore | Préserver les zones d'intérêt écologiques proche du site.   |
| GEOLOGIE                             | Zone non polluée   | Préserver l'état du sous-sol  |
| HYDROGEOLOGIE                        | Le site se situe au droit d'une masse d'eau souterraine :<br><br>le Pliocène de Haguenau et nappe d'Alsace (pollution identifiée aux nitrates et aux pesticides)   | Préserver la qualité des eaux souterraines et de la nappe du Pliocène de Haguenau   |
| EAUX SUPERFICIELLES                  | Bassin versant de la SAUER   | Préserver la qualité des eaux superficielles  |
| CLIMAT                               | Vents dominants Sud-Ouest et Ouest Sud-Ouest<br><br>Grande amplitude thermique sur l'année   | Ne pas aggraver le réchauffement climatique   |
| QUALITE DE L'AIR                     | Bonne qualité générale<br><br>Dépassement des seuils de qualité pour le paramètre ozone  | Ne pas dégrader la qualité de l'air par des émissions polluantes  |
| PATRIMOINE CULTUREL ET ARCHEOLOGIQUE | Projet éloigné d'un périmètre de protection des Monuments Historiques  | Ne pas dégrader le milieu visuel du patrimoine  |

|                |   |  |  |
|----------------|---|--|--|
| <b>PAYSAGE</b> | Site inclus en zone rural et agricole   |  | Préserver un aspect visuel rural et non industriel   |
| <b>RISQUES</b> | Risque sismique moyen et aléa moyen retrait et gonflement d'argile<br><br>Site non concerné par un périmètre de dangers connu lié à un établissement industriel |  | Prise en compte des risques naturels dans la conception et l'exploitation de la plateforme |

### 2.1.2. Evolution probable de l'environnement avec ou sans le projet

|                                       |         |       |                            |
|---------------------------------------|---------|-------|----------------------------|
| SANS INTERET<br>PARTICULIER<br>NEUTRE | DEGRADE | MOYEN | PRESERVE /<br>SATISFAISANT |
|---------------------------------------|---------|-------|----------------------------|

| EVOLUTION SUPPOSEE AVEC ou SANS LE PROJET   |                       |   |                                 |   |                        |
|---|-----------------------|---|---------------------------------|---|------------------------|
|  | Amélioration probable |  | Pas de différence significative |  | Détérioration probable |

| THEMES                                     | ETAT/ QUALITE  | Evolution supposée  |   |
|--|--|---|---|
|  |  | Avec le projet  | Sans le projet  |
| POPULATION ET<br>SANTE HUMAINE             | Population des communes de Rittershoffen et Betschdorf<br>Population sensibles<br>Pas de captage d'eau potable à proximité<br>Niveaux sonores faibles à proximité de la zone de projet |    |    |
| MILIEUX NATUREL<br>BIODIVERSITE            | Site proche de zone NATURA 2000, ZNIEFF. Mais<br>éloigné du parc naturel régional et de l'arrêté de<br>protection du biotope   |  |  |
| GEOLOGIE                                   | Zone non polluée   |  |  |
| HYDROGEOLOGIE                              | Le site se situe au droit d'une masse d'eau souterraine :<br>le Pliocène de Haguenau et nappe d'Alsace (pollution<br>identifiée aux nitrates et aux pesticides)                        |  |  |
| EAUX<br>SUPERFICIELLES                     | Bassin versant de la SAUER   |  |  |
| CLIMAT                                     | Vents dominants Sud-Ouest et Ouest Sud-Ouest<br>Grande amplitude thermique sur l'année   |  |  |
| QUALITE DE L'AIR                           | Bonne qualité générale<br>Dépassement des seuils de qualité pour le paramètre<br>ozone   |  |  |
| PATRIMOINE<br>CULTUREL ET<br>ARCHEOLOGIQUE | Projet éloigné d'un périmètre de protection des<br>Monuments Historiques   |  |  |
| PAYSAGE                                    | Site inclus en zone rural et agricole  |  |  |
| RISQUES                                    | Risque sismique moyen et aléa moyen retrait et<br>gonflement d'argile<br>Site non concerné par un périmètre de dangers connu<br>lié à un établissement industriel                      |  |  |

### 2.1.3. Facteurs environnementaux susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet

Une synthèse des enjeux est présentée dans le tableau de synthèse ci-dessous.

| THEMES                               | ENJEUX  |
|--------------------------------------|---|
| POPULATION ET SANTE HUMAINE          | Niveaux sonores faibles à proximité de la zone  |
| MILIEUX NATUREL BIODIVERSITE         | Préserver la zone Natura 2000 ainsi que la ZNIEFF à proximité du site                     |
| GEOLOGIE                             | Préserver les couches géologiques au droit du site<br>Eviter l'apparition de micro séisme |
| HYDROGEOLOGIE                        | Préserver la qualité et l'intégrité des couches hydrogéologiques au droit du site         |
| EAUX SUPERFICIELLES                  | Ne pas dégrader l'état du ruisseau L'Aschbachgraben                                       |
| CLIMAT                               | limiter les émissions en GES  |
| QUALITE DE L'AIR                     | Ne pas dégrader la qualité de l'air   |
| PATRIMOINE CULTUREL ET ARCHEOLOGIQUE | Pas d'enjeu identifié   |
| PAYSAGE                              | limiter l'impact paysager du projet   |
| RISQUES                              | Pas d'enjeu identifié   |

## 2.2. Incidence du projet

---

### 2.2.1. Raison des choix

Par son caractère innovant, ce projet revêt une importance de premier plan pour le développement et la diffusion de cette forme d'énergie renouvelable dans le Nord de l'Alsace.

Pour Électricité de Strasbourg, ce projet s'inscrit dans une stratégie de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et de respect de l'environnement.

Le site de Rittershoffen a été choisi pour sa localisation adéquate en termes de géologie et de géographie. Les contraintes environnementales ont été examinées afin de choisir le site représentant le moins de contraintes pour l'environnement.

### 2.2.2. Justifications environnementales

#### ❖ Scénarios d'études

A ce stade du projet, la répartition entre la production électrique et la production thermique du nouveau doublet n'est pas arrêtée. Elle dépendra d'une part, de la confirmation de la présence de la ressource géothermale, et d'autres part du développement qui pourra être fait avec des collectivités et des industriels une fois que la ressource aura été confirmée. Néanmoins, les justifications environnementales se basent sur trois scénarios considérant des puits d'environ 3500 m de profondeur qui sont les suivants :

- ✓ Scénario 1 : Un doublet produisant uniquement de l'électricité (3,5 MW<sub>e</sub>, 26 GWh<sub>e</sub>/an) ;
- ✓ Scénario 2 : Un doublet produisant de l'électricité (3,5 MW<sub>e</sub>, 26 GWh<sub>e</sub>/an) et de la chaleur moyenne température (10 MW<sub>th</sub>, 40 GWh<sub>th</sub>/an) ;
- ✓ Scénario 3 : Un doublet produisant de la chaleur haute température (26 MW<sub>th</sub>, 220 GWh<sub>th</sub>/an).

Au stade actuel du développement du projet, le scénario 2 semble être le plus probable. En effet, des débouchés chaleur ont été identifiés au niveau du projet de la zone d'activité de Hatten. Les canalisations de transport de la chaleur entre la centrale géothermique de Rittershoffen et l'usine Roquette passant par cette zone, l'alimentation de cette zone en énergie décarbonée en serait facilitée.

#### ❖ Bilan des émissions de gaz à effet de serre du projet

L'estimation des émissions directes et indirectes de gaz à effet de serre des trois scénarios se basent sur les résultats d'une étude LCA publiée en 2018 par ES-Géothermie dans la revue scientifique *Geothermics*<sup>1</sup>. Les estimations de ces

---

<sup>1</sup> A. Pratiwi, G. Ravier, A. Genter, Life-cycle climate-change impact assessment of enhanced geothermal system plants in the Upper Rhine Valley, *Geothermics*, Volume 75, 2018, Pages 26-39, ISSN 0375-6505, <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2018.03.012>

émissions intègrent les différentes phases du cycle de vie d'une centrale géothermique à savoir : la réalisation des forages (dont exploration sismique préalable), la construction de la centrale, son exploitation durant 25 ans et le démantèlement des puits par cimentation. Les Figure 1 et Figure 2 présentent l'estimation des émissions de gaz à effet de serres des trois scénarios en fonction des différentes phases du cycle de vie du projet.

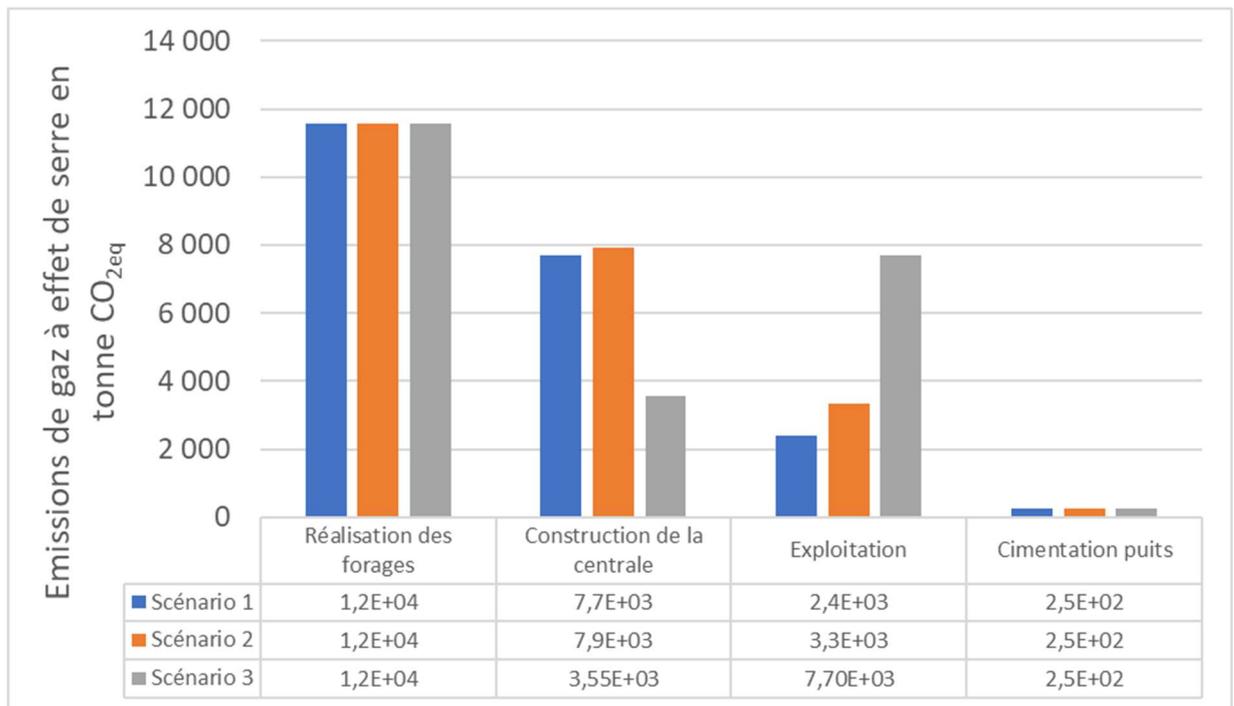


Figure 1 : Estimation des émissions de gaz à effet de serres des trois scénarios en fonction des différentes phases du cycle de vie du projet

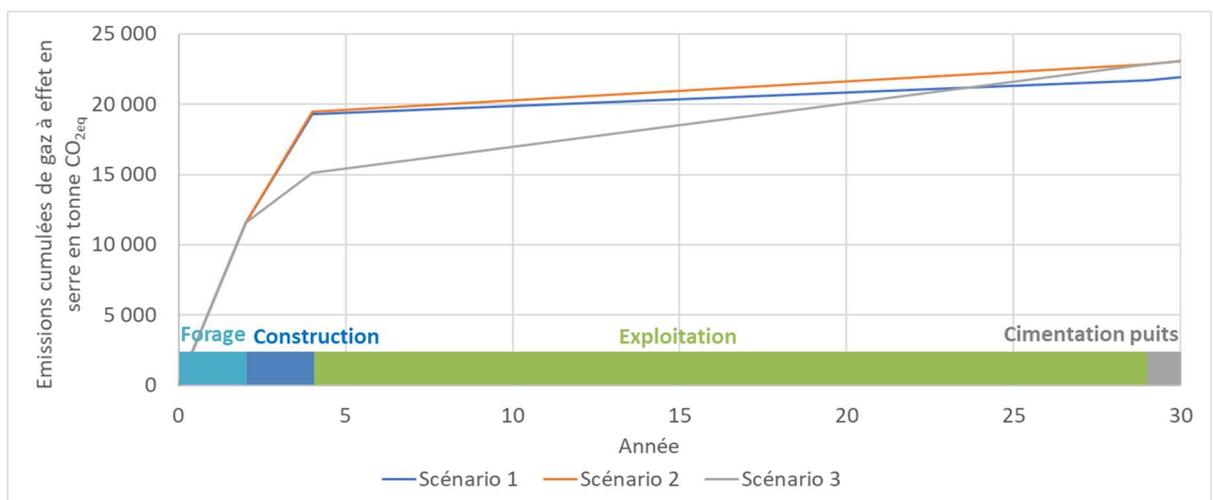


Figure 2 : Estimation cumulée des émissions de gaz à effet de serres des trois scénarios en fonction des différentes phases du cycle de vie du projet

Au total, pour ces trois scénarii, les émissions directes et indirectes de gaz à effet de serres sur toute la durée de vie du projet sont estimées à :

- ✓ Scénario 1 : 21 929 tonnes de CO<sub>2eq</sub>
- ✓ Scénario 2 : 23 074 tonnes de CO<sub>2eq</sub>
- ✓ Scénario 3 : 23 076 tonnes de CO<sub>2eq</sub>

Pour les trois scénarios, les principales sources d'émissions de gaz à effet de serres sont :

- ✓ **La consommation d'acier et de ciment pour la réalisation des forages et de la centrale qui représente environ 50% des émissions. Ce poste sera difficile à réduire sans une décarbonisation de ces secteurs industriels ;**
- ✓ La consommation de fuel pour la réalisation des forages et des travaux d'aménagement, représentant environ 20% des émissions ; Ce poste pourrait être réduit par l'utilisation d'une machine de forage électrique, si une machine le permettant est disponible au moment des travaux et si le raccordement au réseau électrique est possible. Cette option sera privilégiée si les conditions techniques et la disponibilité des équipements le permettent ;
- ✓ Le transport de la machine de forage, des équipements ou des consommables et déchets, représentant environ 15% des émissions ; Ce poste pourrait être réduit par l'enchaînement de plusieurs forages (pas de démobilisation importante de la machine de forage), le recourt à de fournisseurs plus locaux (complexe pour certains équipements très spécifiques) et bien entendu la décarbonisation du secteur du transport.
- ✓ La consommation électrique de la pompe de production de chaleur dans le cas du scénario 3 peut également atteindre jusqu'à 20% des émissions ; Ce poste peut être réduit uniquement par la décarbonisation du secteur de l'énergie, notamment par la production d'électricité d'origine géothermale.

Ces estimations d'émissions de gaz à effet de serres permettent ensuite de calculer l'empreinte carbone en gCO<sub>2eq</sub> du kWh électrique ou de chaleur produit par le projet en utilisant la méthode d'allocation entre la chaleur et l'électricité définie dans l'étude publiée en 2018. Les résultats sont présentés dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Empreinte carbone du projet en gCO<sub>2eq</sub> du kWh électrique ou de chaleur

| Scénario                                  | 1                            | 2                            | 3                           |
|---|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| <b>Empreinte carbone de la chaleur</b>    | -                            | 3,0 gCO <sub>2eq</sub> /kWh  | 4,2 gCO <sub>2eq</sub> /kWh |
| <b>Empreinte carbone de l'électricité</b> | 33,7 gCO <sub>2eq</sub> /kWh | 30,9 gCO <sub>2eq</sub> /kWh |                             |

### ❖ Comparaisons avec d'autres productions de chaleur ou d'électricité

L'empreinte carbone des émissions de CO<sub>2</sub> du projet sont comparées par la suite avec le biométhane et la biomasse pour la chaleur, et le photovoltaïque et l'éolien pour l'électricité. Les chiffres utilisés pour les comparaisons sont extraits de de la Base Empreinte® de l'ADEME<sup>2</sup>, à savoir :

- ✓ Biométhane/Injecté dans les réseaux/Mix moyen : 39,5 gCO<sub>2eq</sub>/kWhPCS ;
- ✓ Gaz naturel - 2015/mix moyen/consommation : 205 gCO<sub>2eq</sub>/kWhPCS ;
- ✓ Plaquettes forestières/Humides (45% humidité) : 12,3 gCO<sub>2eq</sub>/kWhPCI (11,1 gCO<sub>2eq</sub>/kWhPCS) correspondant au scénario 2 (Production de chaleur à partir de plaquettes forestières humides dans une chaufferie de moyenne puissance (0,5– 5 MW) en vue d'alimenter un réseau de chaleur) de l'Analyses du cycle de vie du bois énergie collectif et industriel publié par l'ADEME<sup>3</sup> ;
- ✓ Électricité/éolien terrestre/production : 14,1 gCO<sub>2eq</sub>/kWh ;
- ✓ Électricité/Photovoltaïque/Production Chine : 43,9 gCO<sub>2eq</sub>/kWh ;
- ✓ Électricité/2020 - usage : Industrie base/consommation : 58,3 gCO<sub>2eq</sub>/kWh (Mix FR)<sup>4</sup>
- ✓ Électricité en Europe/mix moyen 420,0 : gCO<sub>2eq</sub>/kWh (Mix EU).

La Figure 3 présente l'empreinte carbone en gCO<sub>2eq</sub>/kWh de la chaleur issue du biométhane, de la biomasse (plaquettes forestières), du projet et du gaz naturel. Pour les énergies primaires nécessitant une combustion, la Figure 3 considère un rendement de chaudière de 95% ou le gaz et 85% pour le bois. Figure 4 présente l'empreinte carbone en gCO<sub>2eq</sub>/kWh de l'électricité issue du photovoltaïque, de l'éolien terrestre, du projet, du mix électrique français et du mix électrique européen.

<sup>2</sup> <https://base-empreinte.ademe.fr/>

<sup>3</sup> ADEME, X. Logel, J. Lhotellier, B. De Caemel, C. Alexandre, S. Cousin, E. Vial, AL. Dubilly, M. Buitrago, M. Durand, E. Machefaux, J. Mousset. Janvier 2022. Analyse du Cycle de Vie du bois énergie collectif et industriel – Synthèse. 48 pages

<sup>4</sup> Nota : D'après les bilans électriques 2022 et 2023 publiés par le RTE, les émissions de gaz à effet de serre liées à la production d'électricité en France étaient respectivement de 56 gCO<sub>2eq</sub>/kWh et 32 gCO<sub>2eq</sub>/kWh. Toutefois, ces émissions de gaz à effet de serre correspondent uniquement aux émissions directes liées à la part des énergies fossiles utilisées dans le mix français et ne prennent pas en compte l'ensemble du cycle de vie. Afin de comparer des données semblables, ÉS prend comme comparaison la Base Empreinte® de l'ADEME.

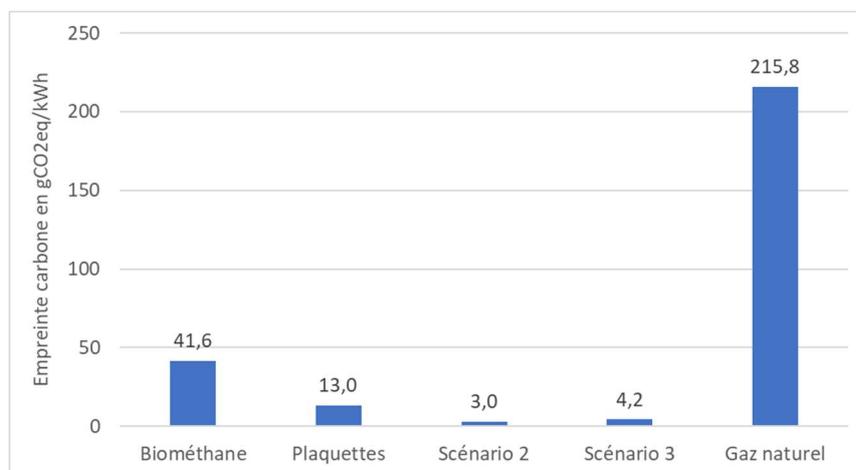


Figure 3 : Empreinte carbone en gCO2eq/kWh de la chaleur issue du biométhane, de la biomasse (plaquettes forestières), du projet et du gaz naturel

En ce qui concerne la production de chaleur, l'empreinte carbone du projet est plus de 50 fois inférieure au gaz naturel, et inférieure aux énergies renouvelables, à savoir le biométhane et la biomasse (plaquettes forestières). A titre de comparaison avec ces deux sources d'énergie renouvelables :

- ✓ Un méthaniseur sur la commune de Rittershoffen (SAS Metha2SBiometha<sup>5</sup>) est en exploitation depuis 2023 et projette de produire environ 22,8 GWh/an à partir de 34 450 tonnes de matières organiques par an ;
- ✓ La production de 40 GWh/an de chaleur à partir de plaquettes de bois requiert environ 18 000 tonnes<sup>6</sup> de combustibles biomasse par an, soit environ ce qui correspond à la production annuelle de près de 3600 ha de forêt dans la région Grand Est<sup>7</sup>.

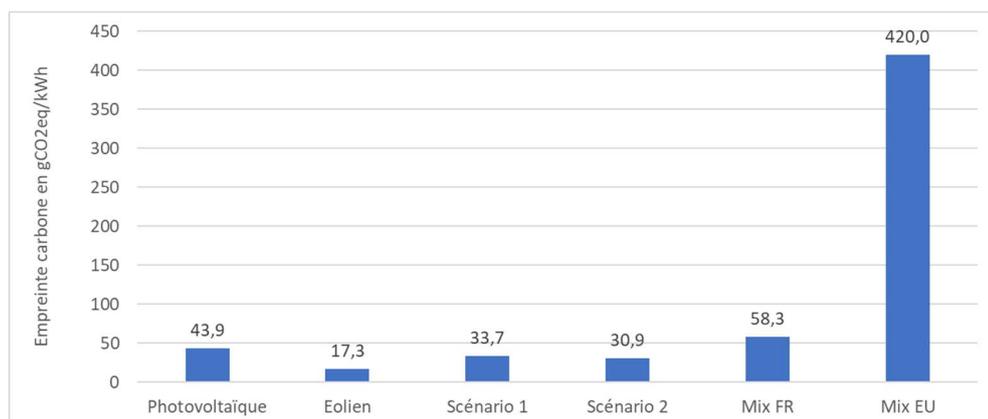


Figure 4 : Empreinte carbone en gCO2eq/kWh de l'électricité issue du photovoltaïque, de l'éolien terrestre, du projet et du mix électrique français

<sup>5</sup> Voir <https://metha2s.alsace/demarche/>

<sup>6</sup> Calcul sur la base des données de la chaufferie de la ville de Haguenau, <https://www.bioenergie-promotion.fr/wp-content/uploads/2022/01/fr-fiche-2004-2-5-mw-weiss-haguenau-67.pdf>

<sup>7</sup> Estimation faite sur la base d'une densité de bois de 0,7 et d'une productivité forestière 7 m<sup>3</sup>/ha/an, extraite du rapport Les chiffres clés de la forêt privée française, édition 2021, publié par le Centre national de la propriété forestière et Fransylva

L'empreinte carbone de la production électrique du projet sera inférieure à celle du photovoltaïque fabriqué en Chine, mais supérieure à celle de l'éolien terrestre. Elle reste néanmoins inférieure à l'empreinte du mix français et très inférieure à celle du mix européen. A noter, au-delà de l'intermittence des énergies du vent et du soleil :

- ✓ Pour produire la même énergie électrique annuelle, un projet photovoltaïque au sol requiert près de 12,5 hectares<sup>8</sup> contre environ 1,5 hectares pour le projet ;
- ✓ Un projet d'un parc éolien avait été proposé dans les environs de Wissembourg, mais faute d'acceptabilité, le projet a été définitivement abandonné par la communauté de commune en 2012<sup>9</sup>.

❖ **Estimation des émissions de gaz à effet de serre évitées**

Le Tableau 2 présente l'estimation des émissions de gaz à effet de serre évitées durant toute la durée de vie du projet. Pour cette estimation, les hypothèses suivantes ont été considérées :

- ✓ La chaleur produite par le projet est comparée au gaz naturel ;
- ✓ L'électricité produite par le projet est comparée au mix électrique français et au mix européen du fait de la proximité du projet avec la centrale électrique thermique au charbon de Saint Avold et des interconnexions de l'Alsace avec le mix allemand, qui dispose d'une centrale à charbon à Karlsruhe, très proche du projet.

Tableau 2 : Estimation des émissions de gaz à effet de serre évitées durant la durée de vie du projet

| Scénario   | 1                        | 2                        | 3                          |
|--|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| <b>Emissions de carbone évitées par la chaleur</b>                   | -                        | 236 kt/CO <sub>2eq</sub> | 1 164 kt/CO <sub>2eq</sub> |
| <b>Emissions de carbone évitées par l'électricité (mix FR)</b>       | 16 kt/CO <sub>2eq</sub>  | 18 kt/CO <sub>2eq</sub>  | -                          |
| <b>Totale des émissions de carbone évitée par le projet (mix FR)</b> | 16 kt/CO <sub>2eq</sub>  | 254 kt/CO <sub>2eq</sub> | 1 164 kt/CO <sub>2eq</sub> |
| <b>Totale des émissions de carbone évitée par le projet (mix EU)</b> | 251 kt/CO <sub>2eq</sub> | 489 kt/CO <sub>2eq</sub> | 1 164 kt/CO <sub>2eq</sub> |

<sup>8</sup> En considérant une puissance de 210 W/m<sup>2</sup>, une production de 1100 kWh/kWc et un coefficient de performance de l'installation de 90%

<sup>9</sup> Voir DNA du 1<sup>er</sup> Novembre 2012 : <https://www.dna.fr/edition-de-wissembourg/2012/11/01/le-projet-eolien-entree>

Le Tableau 2 montre que le projet aura un impact d'autant plus important s'il permet de substituer la consommation de gaz naturel. Ceci est particulièrement notable sur la Figure 5 qui compare les émissions cumulées du scénario 3 et la fourniture de chaleur par le gaz naturel. Le projet visera bien entendu cet objectif en développant des collaborations avec les collectivités et des industriels une fois que la ressource géothermale aura été confirmée par la réalisation des forages.

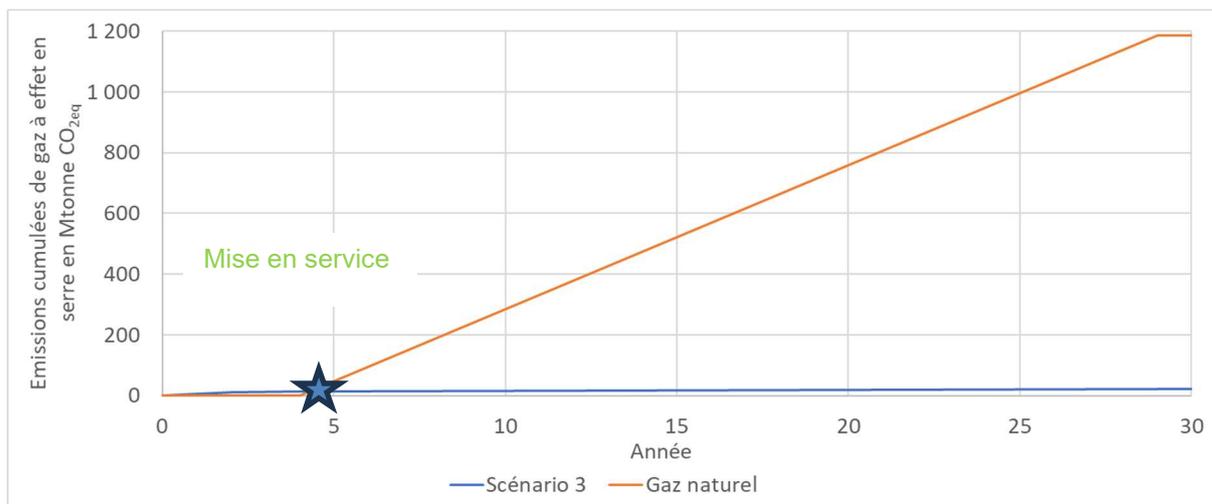


Figure 5 : Comparaison des émissions cumulées de gaz à effets de serre entre le scénario 3 et la fourniture de chaleur par le gaz naturel

Concernant la réduction des émissions de gaz à effet de serre du secteur électrique, celui-ci étant déjà particulièrement bas en France du fait de la forte part du nucléaire dans le mix français, le projet permet néanmoins de participer à la trajectoire de réduction de ce secteur. Toutefois, au regard du mix électrique européen, du fait de la présence centrales à charbon à proximité du projet (<100 km) la réduction est significative.

Les résultats publiés en 2018 dans la revue scientifique Geothermics concernant la première centrale géothermique de Rittershoffen ont été complétés dans le cadre du projet de recherche européen H2020 GEOENVI<sup>10</sup>. Grâce à l'inventaire du cycle de vie de la centrale géothermique de Rittershoffen, ce projet a notamment permis de préciser l'empreinte carbone, ainsi que d'autres indicateurs environnementaux. Les résultats des compléments apportés par le projet GEOENVI ont été publiés dans la revue scientifique Energies en 2021<sup>11</sup>.

### 2.2.3. Incidences notables résultant de la construction et de l'existence du projet

Les éléments présents durant la phase chantier seront provisoires. Durant la phase d'exploration, les éléments seront de faibles hauteurs.

<sup>10</sup> <https://www.geoenvi.eu/>

<sup>11</sup> Douziech, M.; Tosti, L.; Ferrara, N.; Parisi, M.L.; Pérez-López, P.; Ravier, G. Applying Harmonised Geothermal Life Cycle Assessment Guidelines to the Rittershoffen Geothermal Heat Plant. *Energies* 2021, 14, 3820. <https://doi.org/10.3390/en14133820>

Aucun site archéologique ni monument historique n'a été identifié à proximité direct du site de Rittershoffen.

Bien que l'étude d'impact ne concerne pas la phase d'exploitation des puits, ci-dessous est présenté un aperçu des installations qui seront nécessaires à l'exploitation.

Les installations additionnelles de la centrale géothermique de Rittershoffen comporteront un bâtiment d'exploitation et des aérocondenseurs, d'une hauteur de 10 à 12 m de haut. L'emprise de ces installations s'inscrit dans une altitude topographique similaire à celle du bâtiment actuel. Les installations seraient visibles au loin à la sortie de Betschdorf, mais pas depuis le village de Rittershoffen.

Des mesures d'insertion paysagères seront proposées afin de faciliter l'intégration visuelle du bâtiment d'exploitation et des aérocondenseurs. Des réflexions relatives à l'installation de brises-vue sont en cours, ceux-ci pouvant être soit végétalisés (association de plusieurs strates arbustives), soit en bardage bois, voire une combinaison des deux.

La figure ci-dessous présente un exemple de l'intégration paysagère qui peut être réalisée dans le cadre des projets menés par la société ÉS.



Exemple de vue projet d'une plateforme d'exploitation d'ÉS

Dans le cas où le choix d'aménagement végétalisés, l'intégration paysagère du projet sera amenée à varier au cours du temps, avec d'une part une évolution au cours des années, au fur et à mesure de la croissance des végétaux, et au cours des saisons, en fonction de la feuillaison des plantations. Les incidences paysagères en phase d'exploitation sont jugées faibles.

L'exploitant mettra en œuvre toutes les mesures nécessaires pour favoriser l'implantation du projet dans son environnement que ce soit en phase chantier ou en phase d'exploration.

#### 2.2.4. Incidences notables induites par l'utilisation des ressources naturelles

Le projet s'intègre sur une plateforme déjà existante n'induit aucune consommation d'espace forestier ou agricole.

Le volume d'eaux souterraines prélevé sera réinjecté. Les prélèvements d'eaux souterraines peuvent être considérés comme nuls puisque le débit réinjecté sera égal au débit pompé. Aucun prélèvement des eaux superficielles n'est envisagé dans le cadre du projet.

Concernant les espaces naturels, le niveau d'incidence sera limité car le site est déjà existant.

La consommation en eau prévisionnelle pour la réalisation des forages projetée est de l'ordre de 1 500 m<sup>3</sup> par forage, soit 3 000m<sup>3</sup> pour 2 forages. Le besoin instantané est de l'ordre de 25 à 30 m<sup>3</sup>/h (hors poteau incendie). ÉS s'assurera en amont du démarrage des travaux auprès du gestionnaire du réseau de la robustesse du réseau à fournir ces besoins sans affecter la continuité de service public pour les abonnés. En cas de nécessité, l'eau douce nécessaire aux opérations pourra être stockée dans un bassin pour limiter le débit de puisage sur le réseau.

En phase d'exploitation géothermique, aucun prélèvement d'eau géothermale n'est prévu du dispositif géothermique, maintenant ainsi le réservoir géothermal à l'équilibre. La totalité du volume d'eau géothermale prélevé du milieu est réinjectée dans le réservoir. Par ailleurs, l'eau douce n'est pas consommée dans le processus lui-même. Le seul besoin en eau douce est ponctuel et lié au nettoyage des installations lors des phases de maintenance. Sur la base de la consommation annuelle de la centrale géothermique de Rittershoffen actuelle, les besoins seront de l'ordre de 500 m<sup>3</sup>/an supplémentaire en exploitation.

### 2.2.5. Incidences notables induites par les émissions de polluants, la création de nuisances

Les risques de pollution accidentelle seront inhérents à l'utilisation et le stockage de substances dangereuses liquides et à la remontée et au stockage des boues de forage usagée chaudes. L'ensemble des produits liquides sera stocké sur rétention. Des moyens d'absorption seront disponibles sur le site afin de prévenir le risque d'écoulement accidentel et de réagir rapidement en cas d'incident.

Les incidences sur les eaux souterraines concerneront :

- les pertes de boues de forage et d'eau dans des fractures,
- la communication accidentelle de nappes superposées,
- l'injection d'acides pour le développement des puits,
- une pollution accidentelle en cas d'écoulement accidentel de produits liquides.

Les produits utilisés seront de l'eau thermale produite par le puits, l'eau fournie par le réseau d'eau potable et des produits biodégradables.

La technique employée permettra de n'avoir aucun impact en termes chimiques sur les eaux souterraines et aucune mise en contact d'aquifère de nature différente. Le ciment et les matériaux utilisés pour l'équipement des puits sont conçus pour résister aux conditions agressives des eaux hydrothermales et assurer ainsi la pérennité des cuvelages.

Les incidences sur l'écoulement des eaux souterraines seront limitées par la réinjection dans la zone d'influence en limite du cône de rabattement de façon à garder le réservoir sous pression sans refroidir la zone exploitée. Le pompage sera réalisé dans un milieu faillé profond. Ainsi, aucun impact sur l'écoulement ou le niveau des eaux souterraines et superficielles, exploitées localement pour l'alimentation en eau potable ou industrielle, n'est à prévoir.

Les incidences sur les eaux superficielles concerneront :

- les rejets d'eaux pluviales de voiries issus du ruissellement sur la plateforme,
- la fabrication et du transfert des boues de forage,
- la mise en circulation en surface de fluides géothermaux lors des essais,
- le risque d'écoulements accidentels sur les circuits.

Les eaux pluviales de voiries seront collectées puis stockées dans une réserve. Avant de rejeter ces eaux, la conductivité de l'eau pluviale sera analysée. Selon les résultats, elle sera soit dirigée vers le déshuileur-débourbeur puis évacuée dans le fossé situé en bordure Est du site, soit envoyées dans un bassin de stockage pour être réutilisées. Le réseau est équipé d'un dispositif d'obturation et de confinement des eaux en cas de pollution accidentelle sur le site.

Des analyses seront effectuées à partir de l'eau géothermale issue de tests de production réalisés après les phases de forage et de développement des puits. Si ces dernières montrent des contaminations par les boues de forage ou par des substances utilisées lors des opérations de développement des puits, l'eau

géothermale sera pompée, stockée provisoirement en surface avant d'être décontaminée par une méthode adaptée puis réinjectée dans le réservoir. L'eau géothermale sera par conséquent réinjectée dans le même réservoir, à travers la section ouverte du puits, et ne viendra donc pas se mélanger avec d'autres masses d'eau moins profondes.

Les incidences sur la qualité de l'air portent sur les rejets de gaz d'échappements des moteurs thermiques et des groupes diesel de secours, des gaz présents dans les fluides thermaux, les poussières.

Les émissions de poussières seront limitées et possibles uniquement par temps très sec et venteux. Les rejets de gaz de combustion concernent un nombre limité de véhicules sur le site (deux véhicules par jour lors des travaux de forage, de développement et de tests). Enfin, les dégazages attendus sont ceux des boues de forages à leur mise en contact avec l'atmosphère et ceux qui pourraient intervenir lors des tests de production à l'air libre, de très courte durée. L'impact temporaire du chantier de forage et de la phase d'essai sur la qualité de l'air est donc négligeable.

Les incidences sur les niveaux sonores seront inhérentes à l'utilisation de puissants moteurs, générateurs électriques, compresseurs, fonctionnant 24 heures sur 24, ainsi qu'à la circulation de véhicules lourds et des engins de levage.

Pour ce projet de Rittershoffen, la société ES étudie la possibilité de raccorder la machine de forage au réseau électrique de distribution et de n'utiliser les groupes diesel qu'en cas de secours. Dans tous les cas, les équipements utilisés seront insonorisés si nécessaire, notamment les groupes électrogènes et les pompes électriques centrifuges.

En termes de vibrations, les travaux de foration sont de très faible énergie et ne sont pas susceptibles d'être perceptibles hors de la plate-forme et encore moins d'induire des gênes et nuisances aux bâtiments et habitants les plus proches.

Par l'injection d'eau sous pression dans les terrains, des micro-ajustements par mouvements des plans de fracturation se produisent et induisent une micro-sismicité. Les projets récents portés par ES à Rittershoffen et Illkirch à des profondeurs semblables montrent que la micro-sismicité induite lors des opérations de forage est inexistante.

L'injection d'eau sous pression sera réalisée avec diminution progressive du débit d'injection en fin d'essai. Cela diminuera le risque d'occurrence de microséismes post-stimulation. Les opérations de forage seront réalisées par étape en vérifiant qu'il n'y ait pas d'accroissement sensible du risque micro-sismique en cours d'opération.

Avant toute opération de développement, une information préalable sera diffusée par voie de presse et par communiqué auprès des mairies autour du site en projet.

Un réseau de surveillance permettra d'assurer une surveillance permanente de la sismicité naturelle ou induite par les opérations de géothermie. Cette surveillance sera assurée par des sismologues expérimentés, et les procédures de prévention du risque sismique appliquées lors d'opérations similaires sur le premier doublet de Rittershoffen ou encore sur le puits d'Illkirch seront mises en œuvre sur ce projet.

Les incidences liées aux émissions lumineuses seront inhérentes à l'utilisation d'éclairage la nuit en période de travaux. Un spot directionnel permettra de limiter la pollution lumineuse.

En phase d'exploitation, le site sera partiellement éclairé la nuit avec la mise en place de zone d'éclairage pilotée en fonction de l'heure.

Les incidences sur le trafic seront limitées et concerneront la mise en place puis le repli du chantier sur une période de trois mois, puis une circulation de un ou deux véhicules par jour lors des travaux de forage.

Les incidences liées à la gestion des déchets concerneront la production de déchets de chantier, métalliques et ferrailles, DIB et déchets dangereux liés à l'entretien du site (boues des séparateurs d'hydrocarbures) et à la maintenance des équipements (déchets d'huile,...).

La société Electricité de Strasbourg mettra en œuvre un tri à la source des déchets produits par la plateforme de forage. Les sociétés de collecte et de transport des déchets, ainsi que les filières de valorisation et de traitement devront justifier de leur agrément ou autorisation pour la prise en charge des déchets concernés.

### 2.2.6. Incidence sur projet sur la santé publique

L'incidence du projet sur la santé publique est essentiellement liée :

- aux rejets atmosphériques des moteurs thermiques ;
- aux rejets d'eaux usées et d'eaux pluviales ;
- à la nature et au mode de gestion des déchets sur le site ;
- au risque lié aux produits stockés sur site ;
- aux émissions de radon ou à l'accumulation de radioéléments dans les équipements de surfaces utilisés pour les essais

Les rejets d'eaux sont uniquement issus des eaux usées domestiques qui seront collectées dans des fosses septiques et des eaux pluviales de voiries collectées puis rejetées après le passage dans un déshuileur-débourbeur selon la conductivité.

Les déchets dangereux liés à l'entretien du site et à la maintenance des équipements seront stockés sur le site puis évacués par une entreprise spécialisée et traités dans une filière spécialisée. Au vu de la gestion des déchets, un risque de contamination est très peu probable.

Un plan de surveillance relative aux rayons ionisants au niveau des eaux souterraines, des rejets aqueux, des niveaux atmosphériques sera déployé.

L'incidence du projet sur la santé publique peut donc être considéré comme faible.

### 2.2.7. Incidence résiduelle du projet à l'issue de la mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction des incidences

|   |             |   |              |   |               |   |            |
|---|-------------|---|--------------|---|---------------|---|------------|
|  | <i>Fort</i> |  | <i>Moyen</i> |  | <i>Faible</i> |  | <i>Nul</i> |
|---|-------------|---|--------------|---|---------------|---|------------|

| Facteur environnementale      | Enjeux  | Niveau d'enjeux | Incidence potentielle du projet     |        | Mesures   | Incidences résiduelles | Nécessité de mesures compensatoires |
|-------------------------------|---|-----------------|-------------------------------------|--------|---|------------------------|-------------------------------------|
| Population et santé humaine   | Niveaux sonores faibles à proximité de la zone  | Moyen           | Négative<br>Temporaire<br>Directe   | Moyen  | Utilisation de matériels respectant les normes en vigueur<br>Insonorisation des pompes électriques et de forage<br>Étude de la possibilité de raccorder la machine de forage au réseau de distribution électrique                     | Faible                 | NON                                 |
| Milieu naturel du site        | Pas d'enjeux  | Nul             | -                                   | Nul    | -   | Faible                 | NON                                 |
| Milieux naturels remarquables | Pas d'enjeux  | Nul             | -                                   | Nul    | -   | Nul                    | NON                                 |
| Continuités écologiques       | Pas d'enjeux  | Nul             | -                                   | Nul    | -   | Nul                    | NON                                 |
| Géologie                      | Eviter l'apparition de micro séismes  | Fort            | Négative<br>Permanente<br>Directe   | Moyen  | Techniques utilisées (diminution progressive de la pression d'injection)<br>Vérification du niveau de risque de micro séisme après chaque étape de développement de l'opération   | Faible                 | NON                                 |
| Hydrogéologie                 | Préservation de la qualité la nappe étant utilisée pour l'alimentation en eau potable<br>Préserver l'intégrité des couches hydrogéologiques | Fort            | Négative<br>Permanente<br>Directe   | Moyen  | Techniques de forage<br>Utilisation de produits non toxiques et biodégradables  | Faible                 | NON                                 |
| Eaux superficielles           | Préserver la qualité des eaux superficielles  | Moyen           | Négative<br>Permanente<br>Indirecte | Faible | Gestion quantitative des eaux pluviales (rejet à débit limité et stockage sans débordement pour une pluie de fréquence décennale)<br>Contrôle de la conductivité avant rejet<br>Traitement par séparateur d'hydrocarbures avant rejet | Faible                 | NON                                 |
| Climat                        | Limitier les émissions en GES   | Moyen           | Négative<br>Permanente              | Faible | Optimisation des déplacements<br>Limitation des véhicules sur le site   | Faible                 | NON                                 |

| Facteur environnementale             | Enjeux                                 | Niveau d'enjeux | Incidence potentielle du projet   |        | Mesures   | Incidences résiduelles | Nécessité de mesures compensatoires |
|--------------------------------------|--|-----------------|-----------------------------------|--------|---|------------------------|-------------------------------------|
|                                      |  |                 | Direct                            |        |   |                        |                                     |
| Qualité de l'air                     | Ne pas dégrader la qualité de l'air    | Faible          | Négative<br>Permanente<br>Direct  | Faible | Optimisation des déplacements<br>Limitation des véhicules sur le site | Faible                 | NON                                 |
| Patrimoine culturel et archéologique | Pas d'enjeu identifié                  | Nul             | -                                 | Nul    | -   | Nul                    | NON                                 |
| Paysage                              | Réduire la visibilité de la plateforme | Moyen           | Négative<br>Permanente<br>Directe | Moyen  | Mise en place d'éléments de faibles hauteurs<br>et d'un talus végétal | Faible                 | NON                                 |
| Risques                              | Pas d'enjeux                           | Nul             | -                                 |        | -   |                        | -                                   |

### 2.2.8. Mesures compensatoires proposées

Aucune mesure compensatoire n'est requise dans le cadre du projet.

### 2.2.9. Incidence Natura 2000

La société Electricité de Strasbourg souhaite effectuer un nouveau doublet (2 forages) sur sa plateforme géothermique sur le ban communal de Rittershoffen. Cette activité n'est pas susceptible d'avoir une incidence significative sur les habitats naturels et les espèces d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation des sites Natura 2000 ZSC-FR4201798 « Massif forestier de Haguenau » et ZPS- FR4211790 « Forêt de Haguenau », ni sur leur intégrité globale ou leur fonctionnement.

Il n'est pas nécessaire de prévoir de mesures d'évitement ou de réduction des incidences spécifiques aux sites Natura 2000.

### 2.2.10. Compatibilité du projet avec le SDAGE

Le projet de Rittershoffen est en adéquation avec les orientations du SDAGE suivantes :

- l'orientation T2-O1.1 de limiter les dégradations des masses d'eau par les pollutions intermittentes et accidentelles,
- l'orientation T5C-O1. d'ouvrir à l'urbanisation d'un nouveau secteur ne peut pas être envisagée si la collecte et le traitement des eaux usées qui en seraient issues ne peuvent pas être effectués dans des conditions conformes à la réglementation en vigueur et si l'urbanisation n'est pas accompagnée par la programmation des travaux et actions nécessaires à la réalisation ou à la mise en conformité des équipements de collecte et de traitement,
- l'orientation T5C-O2. d'ouvrir à l'urbanisation d'un nouveau secteur ne peut pas être envisagée si l'alimentation en eau potable de ce secteur ne peut pas être effectuée dans des conditions conformes à la réglementation en vigueur et si l'urbanisation n'est pas accompagnée par la programmation des travaux et actions nécessaires à la réalisation ou à la mise en conformité des équipements de distribution et de traitement,
- l'orientation T6-O1. d'anticiper en mettant en place une gestion des eaux gouvernée par une vision à long terme, accordant une importance égale aux différents piliers du développement durable, à savoir les aspects économiques, environnementaux et socio-culturels.

### 2.2.11. Compatibilité du projet avec le SRADDET (Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable et d'Égalité des Territoires)

Le projet permet le développement d'une source d'énergie propre et durable, indépendante des conditions climatiques et peu dépendante du contexte économique.

La géothermie profonde est par ailleurs mentionnée spécifiquement par l'axe 1 / objectif 4 du SRADDET, ainsi que par la règle n°5 du chapitre I.

Le projet s'inscrit pleinement dans l'objectif 4 de l'axe 1 du SRADDET.

### 2.2.12. Compatibilité du projet avec le ScoTAN (Schéma de cohérence territorial d'Alsace du Nord)

Il s'agit d'un document de planification fixant les grandes orientations des territoires membres, le SCoTAN compte 6 intercommunalités, dont la Communauté de Communes d'Outre-Forêt.

Le document s'articule autour des thématiques globales de développement durable et d'aménagement pour une durée de 20 ans, ayant en filigrane, l'objectif d'une harmonisation des politiques dans différentes sous-thématiques : habitat, déplacements, équipements, développement économique et commercial, agriculture et environnement.

En cours de finalisation d'une révision opérée depuis septembre 2018, le SCoTAN intègre dans sa version 2015 ainsi que dans sa version de travail 2019, des éléments de contextes et directives en lien avec la géothermie comme :

- La longue histoire de la géothermie sur le territoire de l'Alsace du Nord
- La géothermie profonde : gisement d'énergies renouvelables le plus prometteur sur le territoire

Les projets de géothermie profonde s'inscrivent dans les objectifs suivants du ScoTAN :

- Développer l'attractivité économique de l'Alsace du Nord
- Diversifier l'économie et les nouvelles filières
- Concilier développement et préservation de la qualité des ressources / Améliorer globalement la qualité de l'air et lutter contre les nuisances sonores
- Lutter contre le changement climatique / Préparer la transition énergétique et réduire la vulnérabilité du territoire aux aléas climatiques

La géothermie correspond de fait à un objectif de développement et de valorisation majeur, que ce soit à l'échelle locale (commune/intercommunalité), mais aussi et surtout à l'échelle territoriale (territoire de l'Alsace du Nord).