



Mission régionale d'autorité environnementale

Grand Est

**Avis délibéré sur le projet d'exploitation
d'une installation géothermique
à Plobsheim (67)
porté par le Golf de Kempferhof**

N° réception portail : 001179/A P
n°MRAe 2025APGE29

Nom du pétitionnaire	Golf de Kempferhof
Commune	Plobsheim
Département	Bas-Rhin
Objet de la demande	Demande de permis d'exploitation d'un gîte géothermique et d'autorisation d'ouverture de travaux miniers pour la réalisation de forages géothermiques
Date de saisine de l'Autorité environnementale	12/02/2025

Préambule relatif à l'élaboration de l'avis

En application de la directive européenne sur l'évaluation environnementale des projets, tous les projets soumis à évaluation environnementale, comprenant notamment la production d'une étude d'impact, en application de l'article R.122-2 du code de l'environnement, font l'objet d'un avis d'une « autorité environnementale » désignée par la réglementation. Cet avis est mis à disposition du maître d'ouvrage, de l'autorité décisionnaire et du public.

En application du décret n°2020-844 du 3 juillet 2020 relatif à l'autorité environnementale et à l'autorité en charge de l'examen au cas par cas modifiant l'article R.122-6 du code de l'environnement, l'autorité environnementale est, pour le projet d'exploitation d'une installation géothermique porté par le Golf de Kempferhof, la Mission Régionale d'Autorité environnementale¹ (MRAe) Grand Est, de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD). Elle a été saisie pour avis par le Préfet du Bas-Rhin le 12 février 2025 pour un dossier reçu par ses services le 28 juin 2023 et complété les 30 janvier et 24 avril 2024.

Conformément aux dispositions de l'article R.122-7 du code de l'environnement, l'Agence Régionale de Santé (ARS) et le Préfet du Bas-Rhin (DDT 67) ont été consultés.

Après en avoir délibéré lors de sa séance plénière du 1^{er} avril 2025, en présence d'André Van Compernolle, Julie Gobert et Patrick Weingertner, membres associés, de Jean-Philippe Moretau, membre de l'IGEDD et président de la MRAe, de Jérôme Giurici, Catherine Lhote, Christine Mesurolle et Yann Thiébaut, membres de l'IGEDD, la MRAe rend l'avis qui suit, dans lequel les recommandations sont portées en italique gras pour en faciliter la lecture.

Il est rappelé ici que cet avis ne porte pas sur l'opportunité du projet mais sur la qualité de l'évaluation environnementale présentée par le maître d'ouvrage et sur la prise en compte de l'environnement par le projet. Il vise à permettre d'améliorer sa conception et la participation du public à l'élaboration des décisions qui portent sur ce projet.

La décision de l'autorité compétente qui autorise le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage à réaliser le projet prend en considération cet avis (cf. article L.122-1-1 du code de l'environnement).

L'avis de l'autorité environnementale fait l'objet d'une réponse écrite de la part du pétitionnaire (cf. article L.122-1 du code de l'environnement).

Note : les illustrations du présent document, sauf indication contraire, sont extraites du dossier d'enquête publique.

¹ Désignée ci-après par l'Autorité environnementale (Ae).

A – SYNTHÈSE DE L'AVIS

Le Golf de Kempferhof projette l'installation d'un doublet géothermique (puits de captage et de rejet) en nappe d'Alsace pour répondre aux besoins énergétiques locaux par la production de chaleur (chauffage des locaux du golf, de la piscine et production d'eau chaude sanitaire) et de froid (climatisation des locaux). Cette opération de géothermie s'inscrit dans un projet plus global de requalification du site combinant un réaménagement de l'existant et la construction d'extensions. Le site du Golf comportera ainsi à terme une académie de golf (construction de 1 000 m²), une salle événementielle (2 000 m²), un parking semi-enterré d'une capacité de 180 places de voitures et un bâtiment principal (sur une emprise foncière de l'ordre de 7 000 m²) qui regroupe les fonctions de l'hôtellerie, un spa de 1 200 m² et un restaurant.

En premier lieu, l'Autorité environnementale (Ae) s'est interrogée sur le périmètre du projet, car elle constate que le dossier ne prend pas en compte l'ensemble des opérations qui sont prévues au droit du site du Golf de Kempferhof, le dossier n'intégrant pas le projet de création d'un parcours supplémentaire de 9 trous sur 18,6 ha au nord du terrain de golf existant pour lequel l'Ae a émis un avis le 21 novembre 2024². Dans cet avis, l'Ae avait déjà recommandé au pétitionnaire d'intégrer dans l'étude d'impact toutes les composantes du projet global de modernisation et d'extension du Golf au titre de l'article L.122-1 III du code de l'environnement³.

L'Ae recommande à nouveau au pétitionnaire de présenter une étude d'impact unique en y intégrant, de façon proportionnée aux enjeux, l'ensemble des opérations qui concourent à la modernisation du Golf et donc d'y inclure les opérations de construction et d'extension des bâtiments du terrain de Golf du Kempferhof ainsi que l'extension du parcours de golf.

Cette intégration peut être réalisée au fur et à mesure de l'avancement des opérations constituant le projet global de modernisation du golf par actualisations successives de l'étude d'impact initiale pour garder une cohérence globale de l'état initial et des mesures environnementales à prendre en compte, en application de l'article L.122-1-1 III du code de l'environnement⁴.

L'Ae a principalement identifié les enjeux relatifs au changement climatique et le recours à une énergie décarbonée, aux eaux souterraines et superficielles et aux zones humides. Elle rend un avis ciblé sur ces enjeux principaux du projet. D'une manière globale, ces enjeux sont appréhendés par le pétitionnaire, mais sans approfondissement suffisant des impacts et certains points nécessitent des précisions voire des investigations complémentaires.

L'Ae recommande principalement au pétitionnaire de :

- apporter des précisions sur le dispositif de doublet géothermique actuellement utilisé pour le chauffage partiel du bâtiment BSS000VEUJ/BSS000VEUK (date de création, puissance de l'installation, débit...) et compléter l'étude d'impact par un bilan environnemental de cette installation (suivi de la qualité des eaux, des niveaux piézométriques notamment) ;**

² <https://www.mrae.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2024apge143.pdf>

³ **Extrait de l'article L.122-1 III du code de l'environnement :** « Lorsqu'un projet est constitué de plusieurs travaux, installations, ouvrages ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage, il doit être appréhendé dans son ensemble, y compris en cas de fractionnement dans le temps et dans l'espace et en cas de multiplicité de maîtres d'ouvrage, afin que ses incidences sur l'environnement soient évaluées dans leur globalité ».

⁴ **Extrait de l'article L. 122-1-1-III. du code de l'environnement :**

« Les incidences sur l'environnement d'un projet dont la réalisation est subordonnée à la délivrance de plusieurs autorisations sont appréciées lors de la délivrance de la première autorisation.

Lorsque les incidences du projet sur l'environnement n'ont pu être complètement identifiées ni appréciées avant l'octroi de cette autorisation, le maître d'ouvrage actualise l'étude d'impact en procédant à une évaluation de ces incidences, dans le périmètre de l'opération pour laquelle l'autorisation a été sollicitée et en appréciant leurs conséquences à l'échelle globale du projet. En cas de doute quant à l'appréciation du caractère notable de celles-ci et à la nécessité d'actualiser l'étude d'impact, il peut consulter pour avis l'autorité environnementale. Sans préjudice des autres procédures applicables, les autorités mentionnées au V de l'article L. 122-1 donnent un nouvel avis sur l'étude d'impact ainsi actualisée, dans le cadre de l'autorisation sollicitée. »

- compléter l'étude d'impact par un bilan des émissions de gaz à effet de serre qui s'appuie sur une analyse du cycle de vie des composantes du projet ; les calculs devront prendre en compte les émissions en amont et en aval de l'exploitation de l'installation géothermique intégrant sa construction et son fonctionnement et l'utilisation de fluides frigorigènes ;
- intégrer au bilan des émissions de gaz à effet de serre toutes les composantes du projet global de modernisation du golf dont l'installation de géothermie, la construction et l'extension des bâtiments, les travaux d'extension du terrain de golf incluant la création de plans d'eau, de zones humides et la plantation d'arbres afin de s'assurer que le projet dans sa globalité atteint a minima la neutralité carbone et le cas échéant, de mettre en œuvre des mesures de compensation locale ;
- compléter son dossier avec une partie spécifique dédiée à l'adaptation de son projet au changement climatique en prenant en compte les risques liés notamment à l'augmentation importante des températures ;
- prendre en compte les paramètres liés à la présence de 2 sites BASIAS⁵ à proximité du projet, notamment hydrocarbures et métaux lourds, dans les analyses des eaux souterraines captées, afin d'éviter tout transfert d'une éventuelle pollution des eaux souterraines vers les eaux superficielles lors des essais de pompage ;
- intégrer dans les données des modélisations pour déterminer l'impact du doublet géothermique, les modalités de l'utilisation du forage pour l'arrosage des terrains de golf en situation future, soit avec l'extension de 18,6 ha ;
- clarifier le type de traitement mis en place avant rejet des eaux extraites des forages dans le ruisseau Illwasser afin de démontrer la prise en compte de la protection de ce cours d'eau, et de procéder à une analyse de ces eaux avant leur rejet au milieu naturel ;
- vérifier la présence de zones humides au droit de son projet global et étudier les incidences de l'ensemble des aménagements et constructions sur ces milieux humides (en phase chantier et phase d'exploitation) et proposer, le cas échéant, des mesures d'évitement et, si et seulement si, l'évitement n'est pas possible, des mesures de réduction. Enfin, en dernier lieu, pour les impacts résiduels qui ne pourront être ni supprimés, ni réduits, des mesures compensatoires devront être proposées. Celles-ci devront respecter les principes fixés par le SDAGE Rhin-Meuse à savoir le principe d'équivalence en termes de fonctionnalités écosystémiques globales ;
- évaluer les incidences du rabattement de nappe sur les milieux humides qui auront été identifiés.

Les autres recommandations figurent dans l'avis détaillé ci-après.

⁵ BASIAS : Base de données des anciens sites industriels et activités de services.

B – AVIS DÉTAILLÉ

1. Présentation générale du projet

Le projet de géothermie porté par la société Golf du Kempferhof s'inscrit dans un projet plus global de requalification du site combinant un réaménagement de l'existant et la construction d'extensions. Ces opérations de réaménagement et de construction ont été autorisées par les arrêtés municipaux portant permis de construire et permis de démolir du 10 octobre 2022. Le site du Golf comportera ainsi à terme les constructions suivantes, réparties sur la zone constructible : une académie de golf (construction de 1 000m²), une salle événementielle (2 000 m²), un parking semi-enterré d'une capacité de 180 places de voitures et un bâtiment principal (sur une emprise de l'ordre de 7 000 m²) qui regroupe les fonctions de l'hôtellerie, un spa de 1 200 m² et un restaurant. Le projet se situe rue du Moulin, au droit de la parcelle 11 de la section 36 sur le territoire de la commune de Plobsheim, à une dizaine de km au sud de Strasbourg.



Figure 1: Localisation du site du projet

L'exploitation de ce doublet de forages géothermiques (captage et rejet) en nappe alluviale a pour objectif de répondre aux besoins énergétiques locaux par la production de chaleur (chauffage des locaux du golf, de la piscine et production d'eau chaude sanitaire) et de froid (climatisation des locaux). Seuls les bâtiments propres au golf (restaurant, hôtel et spa) sont concernés par le dispositif géothermique, l'académie, la salle événementielle et le parking étant trop éloignés.

L'Ae recommande au pétitionnaire de préciser quel système de climatisation est prévu pour l'académie, la salle événementielle, voire le parking semi-enterré.

Principales caractéristiques de l'installation de géothermie

Un local technique envisagé pour les installations de production de chaud et de froid sera localisé dans le bâtiment principal.

L'eau sera pompée dans la nappe d'Alsace (alluvions quaternaires) par un puits de captage de 40 m de profondeur, équipé de 3 pompes immergées permettant d'atteindre un débit maximal de 124 m³/h, pour ensuite être acheminée par des conduites souterraines vers le local technique contenant 4 pompes à chaleur (PAC) à condensation à eau qui alimenteront 2 ballons tampon

installés dans le local technique. L'eau sera ensuite réinjectée dans le même aquifère par un puits de rejet de 20 m de profondeur. La totalité du volume d'eau prélevé sera ainsi restituée dans le même aquifère, tenant compte qu'il n'existerait pas de couche intercalaire au droit du golf de Kempferhof (cf. point 3.1.2. A - Les eaux souterraines).

Le volume annuel prélevé sera de 359 242 m³. La température initiale de l'eau prélevée dans la nappe a été mesurée à 12,6 °C. La différence de température sur la nappe de l'eau rejetée est estimé à – 5 °C en mode de chauffage et + 2,2 °C en mode de refroidissement.

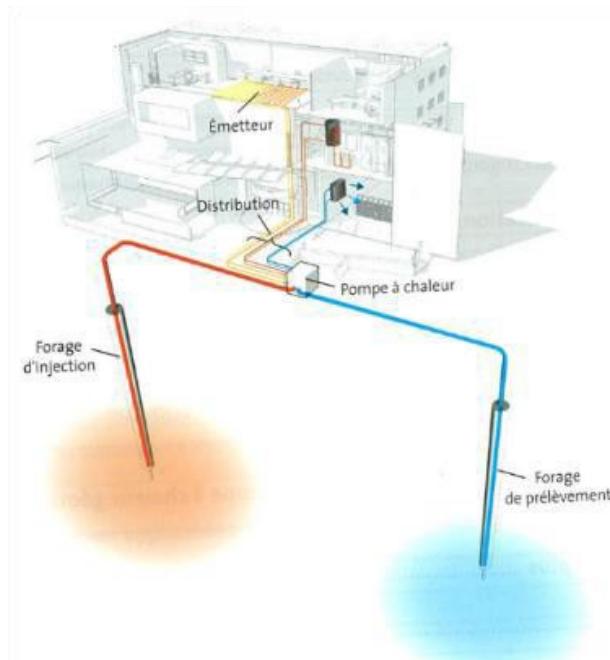


Figure 2: Schéma de principe de la géothermie sur aquifère (source BRGM 2012)

Il est prévu la mise en œuvre de 2 pompes à chaleur (PAC) réversibles eau/eau ayant une puissance unitaire chaude de 400 kW et une puissance unitaire froide de 400 kW, soit un total de 800 kW en chaud et de 800 kW en froid. En complément, 2 PAC « Haute température » sont nécessaires pour chauffer l'eau des bassins de la piscine, pour l'eau chaude sanitaire (ECS) et le circuit des radiateurs du château-hôtel existant. Chacune de ces PAC présente une puissance unitaire de 250 kW. Les besoins du projet sont estimés à 1 110 kW en mode chaud et à 599 kW en mode froid. Ainsi, la puissance générée par les 4 PAC (1 300 kW en mode chaud et 800 kW en mode froid) est suffisante pour les besoins des bâtiments auxquels elles seront reliées.

Il est indiqué que les fluides frigorigènes R513a (pour les 2 PAC « Haute température ») et R1234ze (pour les 2 PAC réversibles) ont été retenus pour cette installation géothermique. Conformément aux textes réglementaires et normes en vigueur, le local de production sera équipé d'une détection de fluide frigorigène. La détection du fluide sera assurée par un système de détecteur de gaz réfrigérant. Les caractéristiques de ces fluides frigorigènes sont présentées dans le dossier. Les 2 fluides frigorigènes ne présentent pas d'impact sur la couche d'ozone (ODP⁶=0).

⁶ ODP = Ozone Depletion Potential (Potentiel appauvrissement de la couche d'ozone)

Le fluide R1234ze présente un potentiel de réchauffement global (GWP⁷) de 7 alors que le fluide R513a présente un GWP de 631.

L'Ae s'interroge sur l'utilisation du fluide frigorigène R513a présentant un pouvoir de réchauffement global important alors qu'il existe des fluides frigorigènes nettement plus performants en matière de potentiel de réchauffement global GWP et que, de plus, il devra être remplacé à court terme (les fluides de GWP supérieurs ou égaux à 150 seront interdits à partir de 2030).

L'Ae recommande au pétitionnaire d'utiliser des fluides frigorigènes avec un pouvoir de réchauffement global inférieur à 150 pour les PAC « Haute température », qui seront les seuls autorisés à compter de 2030.

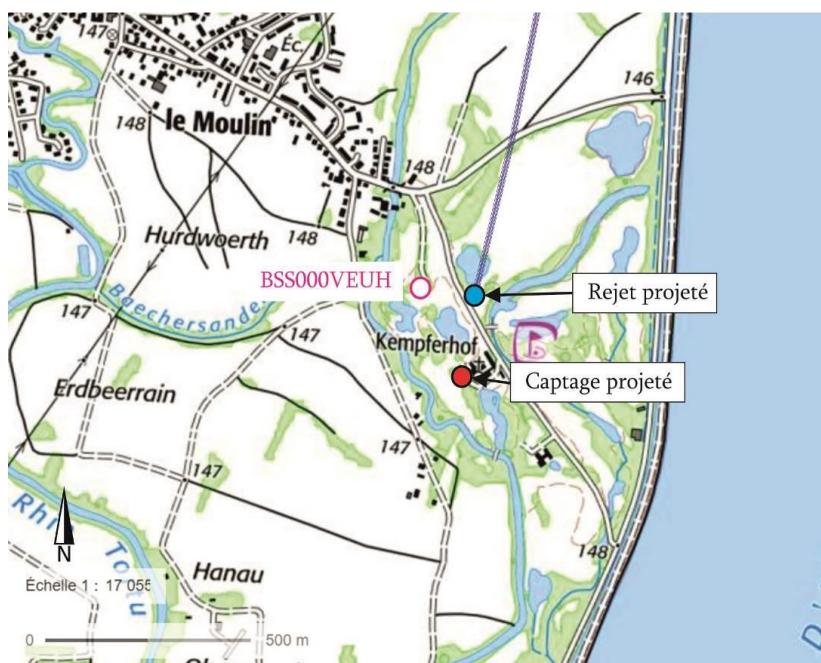


Figure 3: Localisation du doublet géothermique

L'ouvrage le plus proche du doublet envisagé, hors piézomètres de surveillance, est le puits BSS000VEUH localisé sur la figure 2 (à 255 m du futur puits de captage et à 130 m du futur puits de rejet). Il s'agit d'un puits géothermique de 10 m de profondeur pour les besoins en chauffage d'une maison individuelle. Il n'y a pas de second puits recensé pour ce dispositif. Étant donné la date de réalisation du puits (2011), le dossier indique qu'il est probable que le rejet ait été autorisé dans les eaux superficielles.

L'Ae recommande au pétitionnaire de s'assurer auprès du propriétaire du puits géothermique BSS000VEUH que son rejet est réalisé dans les eaux superficielles et ne perturbera pas le fonctionnement des installations voisines.

Un doublet géothermique est également déclaré dans la banque du sous-sol (BSS) au droit du site de projet qui permet actuellement le chauffage partiel du bâtiment (ouvrages identifiés BSS000VEUJ/BSS000VEUK d'une profondeur respectivement de 15 et 10 m). Le dossier indique qu'au regard des extensions prévues, ce doublet ne sera plus suffisant. Le pétitionnaire prévoit l'abandon et le rebouchage de ces puits. En application des articles L.163-1 et suivants du code minier, il est précisé que la fermeture des puits existants fera l'objet d'une procédure dédiée,

⁷ GWP = Global Warning Potential (Potentiel de réchauffement global) plus l'indice est bas, moins l'effet sur le réchauffement climatique est important. Les fluides de GWP supérieurs ou égaux à 150 seront interdits à partir de 2030 en application du règlement européen F-Gas (Règlement n°517/2014 du 16 avril 2014 relatif aux gaz à effet de serre fluorés).

indépendante des présentes demandes. L'Ae regrette l'absence d'un bilan environnemental de fonctionnement du système géothermique actuel, et idéalement depuis sa mise en service..

L'Ae recommande au pétitionnaire d'apporter des précisions sur le dispositif de doublet géothermique actuellement utilisé pour le chauffage partiel du bâtiment BSS000VEUJ/BSS000VEUK (date de création, puissance de l'installation, débit...) et de compléter l'étude d'impact par un bilan environnemental de cette installation (suivi de la qualité des eaux, des niveaux piézométriques notamment).

L'Ae rappelle que la fermeture des puits géothermiques actuellement utilisé fait également partie du projet global de modernisation du Golf.

L'Ae rappelle également au pétitionnaire que la procédure réglementaire à suivre quant à l'arrêt des travaux miniers est fixée notamment aux articles 43 à 51 du chapitre V du décret 2006-649 du 02 juin 2006 relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains, notamment une déclaration d'arrêt des travaux est à adresser six mois au moins avant la fin des travaux d'exploitation et de l'utilisation de cette installation.

Le pétitionnaire évoque la possibilité de maintenir un de ces deux forages et de le convertir pour un usage d'arrosage des espaces verts. Dans ce cas, un dossier loi sur l'eau devra être réalisé. **L'Ae rappelle que si le pétitionnaire prévoit des modifications par rapport au projet présenté, et en cas de doute sur le caractère notable de celles-ci et la nécessité d'actualiser l'étude d'impact, il peut consulter pour avis l'autorité environnementale conformément à l'article L. 122-1-1 III⁸ du code de l'environnement.**

Périmètre du projet

L'Ae constate que le dossier ne prend pas en compte l'ensemble des opérations qui sont prévues au droit du site du Golf de Kempferhof et notamment le dossier n'intègre pas le projet de création d'un parcours supplémentaire de 9 trous au nord du terrain de golf existant, pour lequel l'Ae a émis un avis le 21 novembre 2024⁹. Dans cet avis, l'Ae avait déjà recommandé au pétitionnaire d'intégrer dans l'étude d'impact toutes les composantes du projet global de modernisation et d'extension du Golf au titre de l'article L.122-1 III du code de l'environnement¹⁰. Aussi, l'Ae s'étonne que le dossier relatif au projet d'extension du Golf présenté en 2024 ne fait pas mention de ce doublet géothermique, autre composante du projet global, alors même que le dossier relatif à cette installation géothermique avait déjà été déposé en juin 2023.

L'Ae recommande au pétitionnaire, comme mentionné dans son avis du 21 novembre 2024, de réaliser une étude d'impact unique intégrant, de manière proportionnée aux enjeux, l'ensemble des opérations participant à la modernisation du golf. Cette étude devra ainsi inclure les travaux de construction et d'extension des bâtiments du terrain de golf du Kempferhof, ainsi que l'extension du parcours.

Pour garder une cohérence globale de l'état initial et des mesures environnementales à prendre en compte, cette intégration pourra être effectuée progressivement, au rythme de l'avancement des différentes opérations du projet. Elle pourra prendre la forme

⁸ Extrait de l'article L. 122-1-1-III. du code de l'environnement :

« Les incidences sur l'environnement d'un projet dont la réalisation est subordonnée à la délivrance de plusieurs autorisations sont appréciées lors de la délivrance de la première autorisation.

Lorsque les incidences du projet sur l'environnement n'ont pu être complètement identifiées ni appréciées avant l'octroi de cette autorisation, le maître d'ouvrage actualise l'étude d'impact en procédant à une évaluation de ces incidences, dans le périmètre de l'opération pour laquelle l'autorisation a été sollicitée et en appréciant leurs conséquences à l'échelle globale du projet. En cas de doute quant à l'appréciation du caractère notable de celles-ci et à la nécessité d'actualiser l'étude d'impact, il peut consulter pour avis l'autorité environnementale. Sans préjudice des autres procédures applicables, les autorités mentionnées au V de l'article L. 122-1 donnent un nouvel avis sur l'étude d'impact ainsi actualisée, dans le cadre de l'autorisation sollicitée. »

⁹ <https://www.mrae developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2024apge143.pdf>

¹⁰ Extrait de l'article L.122-1 III du code de l'environnement : « Lorsqu'un projet est constitué de plusieurs travaux, installations, ouvrages ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage, il doit être appréhendé dans son ensemble, y compris en cas de fractionnement dans le temps et dans l'espace et en cas de multiplicité de maîtres d'ouvrage, afin que ses incidences sur l'environnement soient évaluées dans leur globalité ».

d'actualisations successives de l'étude d'impact initiale, conformément aux dispositions de l'article L.122-1-1 III du Code de l'environnement.

Réglementation applicable et procédures

Le projet de construction et d'extension des bâtiments du Golf du Kempferhof a fait l'objet d'une demande d'examen au cas par cas qui a abouti à une décision de non soumission à évaluation environnementale le 14 avril 2022. Cette demande ne faisait pas mention à l'époque de l'ajout d'un nouveau parcours de golf. En revanche, la décision faisait mention d'une installation géothermique, mais le maître d'ouvrage s'engageait à l'époque à mettre en place une installation d'une profondeur inférieure à 50 m, qui respecterait un débit inférieur à 80 m³/h et permettrait de récupérer une puissance inférieure à 500 kW. **L'Ae constate que le projet actuel diffère sensiblement de celui présenté lors de la demande d'examen au cas par cas (débit de 124 m³/h et puissance maximale de 1 300 kWt) et rend de ce fait la décision caduque. En effet, cette évolution substantielle du projet remet en question la validité de la décision initiale et impose une évaluation de l'ensemble du projet avec toutes ses composantes au regard des critères environnementaux et réglementaires.**

De plus, le projet d'extension du terrain de golf (ajout d'un parcours de 9 trous sur 18,6 ha au nord du terrain de golf existant) a fait l'objet d'une demande d'examen au cas par cas qui a abouti à une décision de soumission à évaluation environnementale le 21 juin 2023. Comme indiqué précédemment, l'Ae a émis un avis sur ce projet le 21 novembre 2024 en rappelant la nécessité de réaliser une étude d'impact qui prenne en compte l'ensemble des composantes du projet global de modernisation et d'extension du Golf.

Le Golf sollicite à présent :

- une demande de permis d'exploitation d'un gîte géothermique pour une durée de 30 ans (en application de l'article L.134-1-1 du code minier et de l'article 3 du décret n°78-4981) ;
- une autorisation d'ouverture de travaux miniers afin d'entreprendre la réalisation du doublet géothermique (forage de captage et de rejet) en nappe alluviale (en application des articles L.162-1 et suivants du code minier et du 3^e de l'article 3 du décret n°2006-6491).

Ces 2 demandes sont présentées simultanément et un dossier unique est constitué conformément à l'article 10-2 du décret n°78-4983 du 28 mars 1978¹¹ relatif aux titres de recherches et d'exploitation de géothermie.

Le projet est également concerné par d'autres rubriques de la nomenclature présentée à l'article R.214-1 du code de l'environnement (loi sur l'eau) :

Rubrique	Intitulé	Classement
1.1.1.0	Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau	Déclaration
1.1.2.0	Prélèvements permanents ou temporaires issus d'un forage, puits ou ouvrage souterrain dans un système aquifère, à l'exclusion de nappes d'accompagnement de cours d'eau, par pompage, drainage, dérivation ou tout autre procédé, le volume total prélevé étant supérieur ou égal à 200 000 m ³ /an	Autorisation

¹¹ Extrait de l'article 10-2 du décret n°78-4983 du 28 mars 1978 : « La demande de permis d'exploitation et la demande d'autorisation d'ouverture des travaux miniers mentionnée au 3^e de l'article 3 du décret n° 2006-649 relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains peuvent être présentées simultanément. Dans ce cas, un dossier unique est constitué qui comprend les renseignements et documents mentionnés à l'article 10 du présent décret et par les dispositions mentionnées à l'article R. 181-15 du code de l'environnement. »

2.2.1.0	Rejet dans les eaux douces superficielles susceptible de modifier le régime des eaux, à l'exclusion des rejets mentionnés à la rubrique 2.1.5.0 ainsi que des rejets des ouvrages mentionnés à la rubrique 2.1.1.0, la capacité totale de rejet de l'ouvrage étant supérieure à 2 000 m ³ /j ou à 5 % du débit moyen interannuel du cours d'eau (D)	Déclaration
5.1.1.0	Réinjection dans une même nappe des eaux prélevées pour la géothermie, l'exhaure des mines et carrières ou lors des travaux de génie civil, la capacité totale de réinjection étant supérieure ou égale à 80 m ³ /h	Autorisation
5.1.2.0	Travaux de recherche et d'exploitation de gîtes géothermiques	Autorisation

Conformément à l'article L.162-11 du code minier en vigueur au moment du dépôt de la demande, l'autorisation d'ouverture de travaux miniers vaut autorisation au titre de la loi sur l'eau (article L.214-3 du code de l'environnement).

Le projet de géothermie relève également *a minima* des rubriques 27 et 28 (respectivement relatives à l'ouverture de travaux de forage pour l'exploration ou l'exploitation de gîtes géothermiques et à l'ouverture de travaux de recherche et d'exploitation des gîtes géothermiques dont la puissance thermique récupérée dans l'ensemble de l'installation est supérieure ou égale à 500 kW) du tableau annexé à l'article R.122-2 du code de l'environnement, soumettant ledit projet à évaluation environnementale systématique.

2. Articulation avec les documents de planification, présentation des solutions alternatives au projet et justification du projet

2.1. Articulation avec les documents de planification

Le dossier analyse et conclut à la conformité et/ou à la compatibilité du projet avec les documents de planification suivants :

- le Schéma Directeur d'Aménagement et de gestion des Eaux (SDAGE) Rhin-Meuse 2022-2027, version approuvée du 18 mars 2022 ;
- le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) III-Nappe-Rhin, approuvé le 1er juin 2015 ;
- le Plan de Prévention des Risques d'inondation (PPRi) de l'Eurométropole de Strasbourg (EMS) approuvé le 20 avril 2018 ;
- le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) Grand Est, ainsi que le Schéma régional de cohérence écologique qui lui est annexé ;
- le Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi) de l'Eurométropole de Strasbourg (EMS).

Cette analyse appelle de la part de l'Ae les remarques suivantes :

- le pétitionnaire n'analyse pas l'articulation du projet avec le Schéma de Cohérence Territoriale de la Région de Strasbourg (SCoTeRS) et avec le Plan Climat Air Énergie Territorial (PCAET) de l'Eurométropole de Strasbourg (EMS), bien que le projet s'inscrive dans les engagements de ce PCAET qui a fixé un objectif de 100 % d'énergie renouvelable à l'horizon 2050 incluant la géothermie ;
- une vérification de la compatibilité du projet avec le PLUi de l'EMS a été réalisée mais sans préciser la version de ce dernier. L'emplacement du puits de captage est inscrit en zone UE2. Le règlement du PLU précise que la zone UE accueille principalement les

équipements publics ou d'intérêt collectif aux vocations diverses (par exemple, sportives et de loisirs). La sous-zone UE2 a pour vocation à contribuer à la continuité de la trame verte et bleue de l'agglomération. L'emprise au sol des constructions est donc limitée et le verdissement encouragé. Le puits de rejet sera situé en zone N4 correspondant à des zones à protéger en tant qu'espaces naturels. Dans ce secteur, les aménagements et installations de plein air liées ou nécessaires à une activité de sport ou de loisirs sont autorisés. Le dossier indique qu'au regard de leur faible emprise au sol et de l'absence de sites et sols pollués au droit du golf, les puits projetés ne sont pas interdits d'après le PLUi. Le pétitionnaire conclut à la compatibilité de son projet avec le PLUi de l'EMS.

L'Ae recommande au pétitionnaire de vérifier la compatibilité de son projet avec le SCOTeRS et le PCAET ainsi qu'avec la révision du PLUi de l'EMS approuvé le 16 décembre 2016 et modifié le 25 juin 2021 afin de justifier la compatibilité de son projet avec ces documents de planification.

En cas de nécessité de modifier le PLUi de l'EMS, l'Ae recommande la mise en œuvre de la procédure commune inscrite aux articles L.122-13 ou L.122-14, selon le cas, du code de l'environnement.

L'Ae recommande également au pétitionnaire de préciser de quelle manière le projet dans sa globalité (modernisation, extension et géothermie) s'inscrit dans les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre de l'Eurométropole de Strasbourg (EMS) qui s'est fixé un objectif de 100 % d'énergie renouvelable à l'horizon 2050 incluant la géothermie ;

- le territoire de la commune de Plobsheim est un territoire à risque important d'inondation (TRI), selon l'axe « Rhin ». D'après le PPRI, le site du Golf n'est pas concerné par un risque de débordement de cours d'eau. Les puits du doublet sont en revanche partiellement implantés en zone de remontée de nappe non débordante. Au regard des débits pompés, le pétitionnaire indique que leur fonctionnement ne générera pas de remontée de nappe débordante. Des précautions seront prises pour protéger les ouvrages et la ressource en eau souterraine de toute infiltration d'eau superficielle et de polluants (point traité au paragraphe 3.1.2 ci-après).

Le projet étant situé dans un environnement urbain, la distance minimale de 35 m, fixée à l'article 4 de l'arrêté ministériel du 11 septembre 2003¹², entre le forage et le réseau d'assainissement collectif présent sur les voiries et au droit des bâtiments avoisinants ne pourra pas être respectée. Des mesures compensatoires pour assurer la préservation de la qualité des eaux souterraines au droit du site en raison de la proximité du réseau d'assainissement, sont prévues. En particulier, le pétitionnaire prévoit :

- l'aménagement de têtes de protection étanches des ouvrages ;
- les cimentations annulaires des ouvrages entre l'équipement et les terrains sera effectuée sur une hauteur de 20 m pour le puits de captage et de 4 m pour le puits de rejets permettant d'isoler la nappe des alluvions rhénanes des terrains sus-jacents. De plus, une déconnexion des circuits primaires et secondaires sera mise en place au sein du local technique empêchant tout échange direct entre l'eau de nappe et le circuit primaire.

2.2. Solutions alternatives et justification du projet

L'étude d'approvisionnement énergétique réalisée en juin 2023 par le bureau d'étude OTE INGENIERIE présente les différentes hypothèses des opportunités énergétiques pour le projet en prenant en compte ces besoins de la production et faisant apparaître les contraintes locales, les

¹² Arrêté ministériel du 11 septembre 2003 portant application du décret n° 96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux sondage, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du Code de l'Environnement et relevant de la rubrique 1.1.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié

avantages ainsi que l'orientation pour l'utilisation de la ressource. Ainsi les 3 possibilités suivantes ont fait l'objet d'une présentation avec un récapitulatif des avantages et inconvénients :

- le gaz naturel – chaufferie gaz ;
- la production par PAC réversible air/eau ;
- la production par PAC réversible eau/eau.

L'étude précise que la parcelle du Golf n'étant pas alimentée en gaz naturel cette solution a été rapidement écartée en raison des besoins importants du bâtiment.

Pour la production par PAC réversible air-eau, les conclusions de l'étude mentionnent que cette solution n'est pas adaptée au vu des besoins conséquents de production d'eau chaude « haute température » et de froid permanent (hiver et été). La taille conséquente de l'installation à l'extérieur du bâtiment ou en toiture est également un inconvénient pour l'architecture du projet. Il en ressort que la géothermie offre la possibilité de produire simultanément de la chaleur et du froid, avec de meilleurs rendements, tout en offrant une implantation des équipements par des locaux techniques, sans impact sur l'image du bâtiment. La faible profondeur de la nappe phréatique rend accessible la réalisation des forages. L'inconvénient mis en évidence dans le dossier par l'étude serait l'investissement élevé lié au coût des forages.

L'Ae n'a pas de remarque particulière sur ce point.

3. Analyse de la qualité de l'étude d'impact et de la prise en compte de l'environnement par le projet

Le dossier présenté par le pétitionnaire est complet au regard des dispositions prévues par les paragraphes I, II-1° et II-6° de l'article 6 du décret n°2006-649 susmentionné.

Les principaux enjeux environnementaux identifiés par l'Ae pour ce dossier sont :

- le changement climatique et le recours à une énergie décarbonée ;
- la préservation des eaux souterraines et superficielles (aspects hydrauliques et thermiques ainsi que la qualité de la ressource) ;
- les zones humides.

D'autres enjeux ont été analysés par le pétitionnaire (topographie, géologie, zonages réglementaires et patrimoniaux, faune, flore et habitats naturels, démographie, paysage, trafic, réseaux, sites et sols pollués, ambiance sonore et vibrations, qualité de l'air) pour les phases chantier et/ou exploitation), l'Ae n'a pas de remarque particulière quant à leur analyse.

L'Ae souligne que le dossier comporte des redondances et des répétitions qui en affectent la clarté.

3.1. Analyse par thématiques environnementales (état initial, effets potentiels du projet, mesures de prévention des impacts prévus)

3.1.1. Le changement climatique et le recours à une énergie décarbonée

Le dossier mentionne que l'utilisation de la géothermie fait appel à une énergie renouvelable locale et peu énergivore à produire. L'exploitation raisonnée de la ressource permettra de limiter l'émission de gaz à effets de serre (GES).

Le dossier indique que le projet de géothermie permettra de diminuer les émissions de gaz à effet de serre, avec les émissions de CO₂ et de NOx qui seront bien plus faibles que pour une solution énergétique traditionnelle. Ce mode d'exploitation a pour avantage de ne produire que peu d'émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) compte tenu du fait que les seules consommations d'électricité sont liées au fonctionnement des pompes à chaleur qui possèdent des coefficients de

performances de 5 à 6¹³. La géothermie a pour autre avantage d'être une énergie locale puisque consommée à l'endroit où elle est produite, évitant ainsi la pollution ou la perte d'énergie liée au transport. Le dossier indique que la consommation d'énergie liée au fonctionnement des pompes sera adaptée en fonction du besoin grâce à un fonctionnement à débit variable réduisant ainsi l'impact sur le milieu aquatique.

L'Ae regrette que le dossier ne présente pas un bilan des émissions de gaz à effet de serre de son projet global, notamment dues à l'ensemble des travaux effectués sur le golf et intégrant le projet de construction et d'extension des bâtiments du terrain de Golf du Kempferhof, le projet d'extension du parcours et le projet d'installation géothermique, ainsi que l'abandon du doublet géothermique existant.

L'Ae recommande au pétitionnaire de :

- *compléter l'étude d'impact par un bilan des émissions de gaz à effet de serre qui s'appuie sur une analyse du cycle de vie des composantes du projet ; les calculs devront prendre en compte les émissions en amont et en aval de l'exploitation de l'installation géothermique intégrant sa construction et son fonctionnement et l'utilisation de fluides frigorigènes ;*
- *intégrer au bilan des émissions de gaz à effet de serre toutes les composantes du projet global de modernisation du golf dont l'installation de géothermie, la construction et l'extension des bâtiments, les travaux d'extension du terrain de golf incluant la création de plans d'eau, de zones humides et la plantation d'arbres afin de s'assurer que le projet dans sa globalité atteint a minima la neutralité carbone et, le cas échéant, de mettre en œuvre des mesures de compensation locale.*

L'Ae signale à cet effet qu'elle a publié dans son recueil « Les points de vue de la MRAE grand Est », pour les porteurs de projets et pour la bonne information du public, ses attentes relatives à la présentation du bilan des émissions de gaz à effet de serre¹⁴.

Elle signale également la publication d'un guide ministériel sur la prise en compte des émissions de gaz à effet de serre dans les études d'impact¹⁵.

Adaptation au changement climatique

Le dossier ne comporte pas de volet sur l'adaptation du projet au changement climatique. Le réchauffement climatique au droit de Plobsheim¹⁶ pourrait influencer les scénarios et les modélisations réalisées dans le cadre du projet.

L'Ae recommande au pétitionnaire de compléter son dossier avec une partie spécifique dédiée à l'adaptation de son projet au changement climatique en prenant en compte les risques liés notamment à l'augmentation importante des températures.

3.1.2. Les eaux souterraines et les eaux superficielles

A - Les eaux souterraines

La masse d'eau souterraine sollicitée est la nappe d'Alsace qui se compose d'alluvions quaternaires. La profondeur du niveau piézométrique au droit du projet sera comprise entre 2,72 m (hautes eaux) et 3,84 m (basses eaux).

Le site de projet n'est pas inscrit dans l'emprise d'un périmètre de protection de captage d'eau destinée à l'alimentation en eau potable.

Dans le Bas-Rhin, les alluvions quaternaires sont découpées en 3 niveaux : les alluvions supérieures, les alluvions médianes et les alluvions inférieures. Ces 3 niveaux sont séparés par

¹³ Ce qui signifie qu'1 kWh électrique permet d'obtenir 5 à 6 kWh thermique.

¹⁴ <https://www.mrae.developpement-durable.gouv.fr/les-points-de-vue-de-la-mrae-grand-est-a595.html>

¹⁵ <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Prise%20en%20compte%20des%20C3%A9missions%20de%20gaz%20%C3%A0%20effet%20de%20serre%20dans%20les%C3%A9tudes%20d%E2%80%99impact.pdf>

¹⁶ <https://www.drias-climat.fr/>

des intercalaires peu perméables. Celui séparant les alluvions supérieures des alluvions médianes est caractérisé par des limons argileux (ou loess remaniés), de tourbe, de conglomérats ou de galets hydrolysés insérés dans une matrice argileuse compacte. L'épaisseur est très variable de 1 à 6 m. Il n'est pas continu sur l'ensemble de plaine. Le dossier indique que d'après les coupes géologiques des ouvrages recensés à proximité du projet (BSS000VDSF à 1,5 km au sud-sud-ouest, BSS000VELV à 1 km au nord du golf), cet intercalaire limono-argileux ne semble pas présent au droit du golf du Kempferhof.

Pour garantir une eau dont la température fluctue peu en fonction des saisons, le puits de captage pompera les eaux dans la partie médiane de l'aquifère (alluvions médianes). Les calculs de dimensionnement conduisent à un diamètre intérieur minimal de 500 mm pour une hauteur crépinée (percée de trous) de 15 m afin de satisfaire l'objectif de débit maximal de 124 m³/h. Le puits de captage doit être suffisamment large pour installer les 3 pompes nécessaires sans créer des turbulences qui affecteraient la qualité de l'eau ou entraîneraient des problèmes tels que le colmatage ou la corrosion. En conséquence, la profondeur du puits de captage sera de 40 mètres.

Le puits de rejet sollicitera la partie supérieure de l'aquifère (alluvions supérieures). Les calculs de dimensionnement prennent en compte le rabattement de la nappe. Ainsi une hauteur crépinée minimale de 13 m est retenue pour ce forage pour une profondeur de 20 m.

Les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe (perméabilité, transmissivité) sont déterminées d'après les données APRONA¹⁷. Compte tenu de ces données et du dimensionnement prévu pour les équipements, le pétitionnaire confirme que le débit maximal de pompage souhaité de 124 m³/h pourra être fourni par l'aquifère des alluvions quaternaires.

Incidence quantitative

Il est précisé que le volume d'eau prélevé sera intégralement rejeté dans le même aquifère. L'eau prélevée sera réinjectée après son passage dans l'échangeur sans être en contact direct avec le fluide frigorigène.

Incidence qualitative

La méthode de forage sélectionnée sera la foration par havage¹⁸, qui n'utilise ni boue ni fluide de forage, et respectera la norme NF X-10-999¹⁹ préconisant des prescriptions pour permettre de réduire au maximum l'ensemble des risques liés à l'utilisation et au stockage de produits polluants (chantier clôturé, mise en place de dispositifs de stockages étanches...). Aucun fluide de forage n'est nécessaire, cette méthode limite ainsi les impacts sur l'eau souterraine.

Les forages seront effectués selon les règles de l'art et par une entreprise qualifiée, la cimentation annulaire des ouvrages assurera l'isolation des terrains traversés et évitera toute contamination par les eaux superficielles. Pour le puits de captage, cette cimentation est faite sur une hauteur de 20 m, et pour le puits de rejet sur une hauteur de 4 m. La cimentation reposera sur un bouchon d'argile d'une épaisseur de 1 m qui renforcera et garantira l'étanchéité de l'ouvrage par rapport à la surface et participera à la protection du puits afin d'empêcher toute infiltration d'eau provenant de la surface dans le forage.

Les têtes de forages seront conçues de façon à éviter l'infiltration des eaux de surface dans les ouvrages. Les forages seront équipés de têtes étanches localisées dans des avant-puits étanches de dimensions adaptées pour permettre toutes interventions nécessaires à l'entretien des forages.

2 sites BASIAS²⁰ sont recensés dans un rayon de 1 km autour du site du projet :

- Société MATHIEU MARCEL (ALS6700673) : activité de garage (activité terminée) ;

¹⁷ Observatoire de la nappe d'Alsace.

¹⁸ Les tubages sont mis en place sous leur propre poids ou par action mécanique (vérins). Cette technique est particulièrement adaptée aux terrains « meubles » comme les terrains alluvionnaires.

¹⁹ Norme AFNOR NF X 10-999 d'août 2014 : Forage d'eau et de géothermie - Réalisation, suivi et abandon d'ouvrage de captage ou de surveillance des eaux souterraines réalisés par forages.

²⁰ BASIAS : Base de données des anciens sites industriels et activités de services.

- Foyer de l'Électricité de France (ALS6700675) : stockage de propane (activité terminée).

Le site BASOL²¹ le plus proche est une station-service située à 2,6 km au nord/nord-ouest du site de projet, en aval latéral hydraulique. Aucun site BASOL n'est implanté en amont hydraulique du projet à moins de 7 km de ce dernier.

Une analyse détaillée de la qualité de l'eau prélevée sera faite lors des essais de pompage. L'Ae regrette qu'aucune analyse ne soit présentée dans le dossier sur la qualité des eaux souterraines au droit du site alors que plusieurs puits sont exploités. Un programme de surveillance de l'installation est prévu et comprend un suivi en continu des paramètres tels que la température de l'eau pompée et injectée, les débits de pompage et d'injection ou encore le rabattement et la dénivellation induits par les exploitations. Des sondes de pression sont prévues dans chaque puits afin de mesurer le niveau d'eau de ceux-ci. Les métaux (fer, manganèse) et d'autres paramètres chimiques seront également analysés. Des inspections vidéo des forages sont également planifiées notamment pendant les phases de maintenance afin de vérifier l'état des forages.

Cependant la fréquence de ces inspections n'est pas précisée par le pétitionnaire, elle dépend de l'état de l'installation et de l'historique des interventions.

Compte tenu de la présence des 2 sites BASIAS, l'Ae recommande au pétitionnaire de prendre en compte les paramètres liés à ces anciennes activités, notamment hydrocarbures et métaux lourds, dans les analyses des eaux souterraines captées, afin d'éviter tout transfert d'une éventuelle pollution des eaux souterraines vers les eaux superficielles lors des essais de pompage.

L'Ae recommande au pétitionnaire de préciser les mesures mises en œuvre en cas de détection par les sondes de pression d'un niveau d'eau anormal (alarme, coupure de l'installation...).

Incidences hydraulique et thermique

Dans le but de définir l'état initial et, par la suite les incidences liées au projet de géothermie ainsi que les effets cumulés, une modélisation thermique et hydrodynamique des eaux souterraines de la nappe a été réalisée par l'intermédiaire du logiciel de modélisation FEFLOW²².

L'écoulement souterrain est calculé par le modèle en régime permanent sur la base des cotes piézométriques mesurées dans le secteur d'étude d'après les données APRONA et intègre les puits proches ou en aval hydraulique du projet déclarés à savoir :

N° SGN	Usage / profondeur / débit / ΔT pour PAC	Remarques
BSS000VEUH	PAC (CPT ?) / 10 m / 6 m ³ /h *	Absence de puits de rejet déclaré, hypothèse d'un rejet dans les eaux de surface
BSS000VEMD	Arrosage du golf / 18 m / 180 m ³ /h *	Utilisation estivale uniquement
BSS000VEUP	PAC RJT / 17 m / ? / ?	
BSS000VEPK	PAC CPT / 15 m / ? / ?	Ouvrages situés en aval hydraulique par rapport au projet et distants du projet d'au moins 1,2 km
BSS000VEPL	PAC RJT / 15 m / ? / ?	
BSS000VELV	Eau collective base nautique / 30 m / ?	
BSS000VEUN	PAC CPT / 17 m / ? / ?	

* Données issues de la société OTEC chargée de l'entretien et du suivi d'exploitation des puits

Figure 4: Puits voisins déclarés et intégrés au modèle

Le doublet géothermique BSS000VEUK/BSS000VEUJ déclaré dans la BSS²³ au droit du site de projet n'a pas été pris en compte dans la modélisation. En effet, ce doublet sera abandonné dans

²¹ BASOL : Base de données constituée par le Ministère de l'Énergie, recensant les sites et sols pollués (potentiellement) nécessitant une intervention des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif.

²² (Finite Eléments subsurface FLOW system).

²³ Banque de données du Sous-Sol.

le cadre du projet de réhabilitation et d'extension du golf et les puits seront rebouchés dans les règles de l'art lorsque que le nouveau doublet projeté sera en fonction.

L'Ae recommande au pétitionnaire d'intégrer dans les modélisations présentées sur l'impact du doublet géothermique, la possibilité du maintien d'un des forages du doublet existant pour l'arrosage des espaces verts.

Le dossier indique qu'en l'absence d'informations précises sur le fonctionnement des puits pour lesquels un débit d'exploitation est connu, il est supposé dans une approche sécuritaire une durée de fonctionnement de 12 heures/jour de mai à octobre pour le puits BSS000VEMD destiné à l'arrosage des espaces verts du golf et une durée de fonctionnement de 24 heures/jour pour le puits BSS000VEUH.

L'Ae signale qu'en référence à son avis du 21 novembre 2024 précité et d'après les données de l'étude d'impact relative à l'extension du parcours de golf, le forage utilisé pour l'arrosage des terrains de golf aura un débit en situation future de 251 m³/h mais devrait fonctionner au maximum 8 heures/jour entre les mois d'avril et septembre.

L'Ae réitere sa recommandation d'actualiser son étude d'impact en application de l'article L.122-1-1 III du code de l'environnement en y intégrant l'ensemble des opérations qui concourent à la modernisation du golf et d'intégrer dans les données des modélisations pour déterminer l'impact du doublet géothermique, les modalités de l'utilisation du forage pour l'arrosage des terrains de golf en situation future, soit avec l'extension de 18,6 ha.

Pour les autres ouvrages présentés en figure 4, le dossier indique qu'en l'absence de données de débits et d'écart de température entre eau pompée et eau réinjectée pour les doublets géothermiques, et compte tenu de leur éloignement au projet, il a été décidé de ne pas intégrer leur fonctionnement au modèle mais simplement de faire apparaître ces ouvrages comme des points d'observation.

Le sens d'écoulement est orienté globalement vers le nord/nord-est. Le puits de captage sera positionné en amont hydraulique par rapport au puits de rejet afin d'obtenir le débit maximal de 124 m³/h sans interférence des puits l'un sur l'autre.

Il ressort de cette modélisation que l'impact du projet sur les forages voisins, notamment sur le puits BSS000VEUH le plus proche (situé à 255 m au nord-ouest du captage et 130 m à l'ouest du rejet projeté), est faible avec une remontée piézométrique de 0,03 m.

La température initiale de la nappe supérieure et médiane a été prise égale à 12,6 °C, correspondant à la température moyenne mesurée dans l'aquifère des alluvions supérieures au droit de l'ouvrage de surveillance le plus proche du site (BSS000VDFH). Il a été supposé une température identique des alluvions médianes notamment en l'absence d'intercalaire argileux entre les alluvions médianes et supérieures cet intercalaire limono-argileux ne semble pas présent au droit du golf du Kempferhof.

Le fonctionnement de l'installation entraîne une variation de température entre l'eau pompée et celle rejetée. Ainsi en mode chauffage, l'eau pompée sera refroidie d'environ 5 °C et, en mode refroidissement, elle sera réchauffée d'environ 2,18 °C. Ainsi, la température moyenne du rejet est considérée comme une moyenne pondérée entre les températures en chauffage et en refroidissement, en tenant compte des débits de chacune des utilisations, ceci amène à une température moyenne de rejet de 10,19 °C, soit une baisse de 2,41 °C par rapport à la température initiale de la nappe (12,6 °C). Cette variation de température se fait de manière modérée et graduellement, ne dépassant pas 1,67 °C à 200 m et 1,07 °C à 400 m en aval des forages après 30 ans. Le panache s'étend sur plusieurs kilomètres en aval du puits de rejet mais l'amplitude thermique reste faible. Aucun recyclage thermique²⁴ n'est constaté sur le forage de pompage du projet, la température reste stable autour de 12,6 °C. Le pétitionnaire conclut que l'impact thermique sur la nappe est sans impact notable à distance ou sur les forages voisins.

²⁴ Dans le cas des pompes à chaleur (PAC) sur eau de nappe, un phénomène de recyclage thermique peut se produire entre le puits de pompage et d'injection menaçant ainsi la performance du dispositif.

La simulation hydrothermique montre un impact thermique faible. Les puits des doublets voisins situés en aval hydraulique du puits de rejet ne sont que très peu influencés sur le plan thermique par le projet. Après 30 ans de fonctionnement du doublet envisagé, seule une baisse de 0,27°C dans les doublets situés à au moins à 1,2 km en aval est observée, ce qui n'a pas de conséquence significative sur leur fonctionnement.

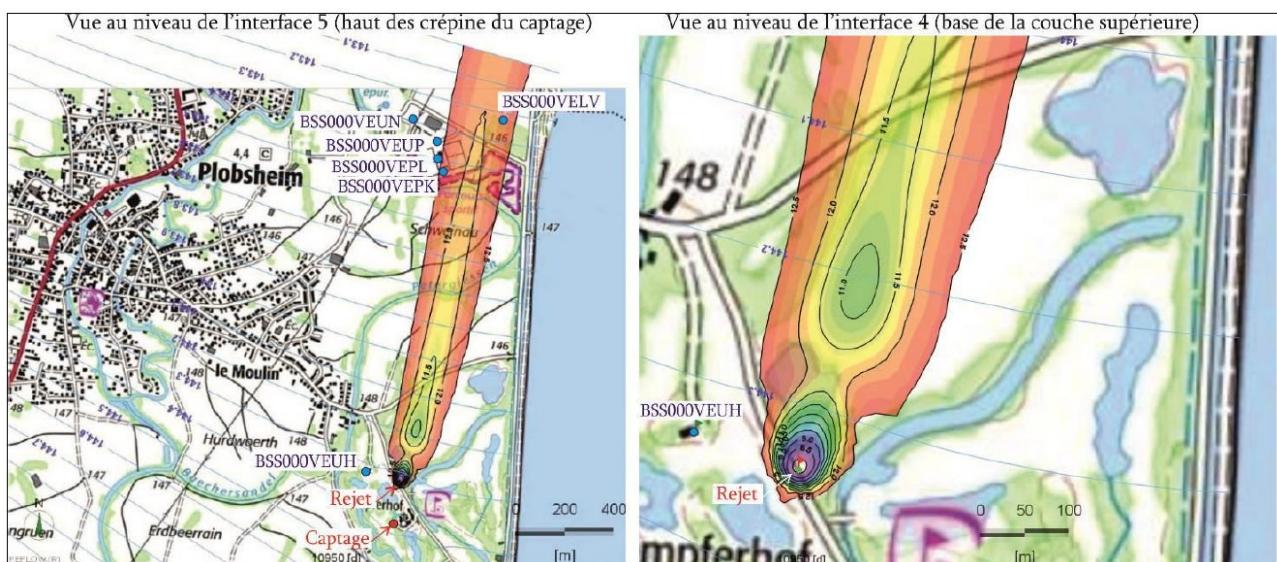


Figure 5: Évolution spatiale des températures de la nappe au bout de 30 ans

En phase d'exploitation, l'impact sur les ouvrages situés à proximité a été étudié à partir des données disponibles, du contexte géologique et hydrogéologique ainsi qu'au travers des modèles réalisés au cours de l'étude de faisabilité du projet. L'impact hydraulique est jugé par le pétitionnaire comme étant très localisé et n'affecte pas des zones étendues. Le pompage de l'eau souterraine entraînera un rabattement localisé de la nappe. En phase d'essai de pompage, les rabattements de la nappe induits par les pompages seront au maximum de 0,50 m au droit du puits de captage (pour le débit du plus grand palier de 200 m³/h) et ce rabattement durera moins d'une journée. En fonctionnement maximal du doublet, qui ne représente pas la majorité du fonctionnement de l'exploitation, ce rabattement maximum observé au droit du puits de captage sera de 0,31 m, ce qui est similaire d'après le dossier aux variations naturelles de la nappe (amplitude saisonnière de 0,56 m par rapport à une position moyenne de la nappe). Le pétitionnaire indique que ces valeurs sont théoriques puisqu'elles ne tiennent pas compte des pertes de charges liées à l'équipement mis en place. Le rabattement réel dans le puits sera alors supérieur. Le puits le plus proche du doublet est le BSS000VEUH à 255 m du captage et 130 m du rejet projeté. En fonctionnement maximal du doublet, l'incidence hydraulique sur BSS000VEUH sera faible avec une remontée piézométrique de 0,03 m.

Le pétitionnaire conclut à un impact négligeable des ouvrages géothermiques sur les instabilités et tassements liées à la désaturation des sols.

L'Ae signale toutefois l'avis de la Commission locale de l'eau (CLE) en date du 24 mars 2025 qui recommande que soit vérifiée l'absence d'aggravation du risque inondations par remontée de nappe pour les bâtiments situés en aval du point de rejet, et de transmettre les données de surveillance de la qualité de la nappe aux services de l'État et aux observatoires existants (Observatoire de la Nappe d'Alsace de l'APRONA).

L'Ae recommande au pétitionnaire de répondre aux recommandations et préconisations de la CLE.

	Transmissivité	Distance au puits	5 m	10 m	20 m	50 m
$Q = 124 \text{ m}^3/\text{h}$	$0,135 \text{ m}^2/\text{s}$	Captage seul	0,19 m	0,16 m	0,13 m	0,09 m

Figure 6: Valeurs prévisionnelles du rabattement de la nappe en fonction de la distance au puits

Le pétitionnaire conclut que l'impact du projet sur les eaux souterraines reste limité dans l'espace, avec un impact de 0,04 m de rabattement ou d'élévation de la nappe des alluvions rhénanes, et $\pm 1,67^\circ\text{C}$ par rapport l'état initial au bout de 30 ans à 200 m en aval des forages (nappe supérieure).

Volume d'exploitation

Le volume d'exploitation retenu sera celui délimité par la surface du périmètre d'exploitation du doublet. Il est défini par une distance d de 185 m et une surface du périmètre de 61 092 m².

Le volume d'exploitation est défini :

- à partir de la moitié sud (découpée selon l'axe de symétrie ouest-est) de ce périmètre et de l'épaisseur des alluvions captées par les crépines du puits de captage, soit 15 m ;
- à partir de la moitié nord de ce périmètre et de l'épaisseur des alluvions captées par les crépines du puits de rejet, soit 13 m. Ainsi, le volume d'exploitation de l'installation sera de 855 260 m³.

L'Ae n'a pas de remarque sur ce point.

Incidences bactériennes

Le pétitionnaire indique que la modification de la température induite par la géothermie peut avoir une influence sur le développement des populations bactériennes. Cependant, hormis le développement de biofilms bactériens pouvant avoir un impact sur la productivité des ouvrages d'injection, il n'a jamais été observé d'entrave au bon fonctionnement des écosystèmes dû à la géothermie.

Il mentionne également que le développement de micro-organismes reste localisé pour des organismes spécifiques (bactéries du fer et/ou du manganèse) à l'intérieur de l'ouvrage. En aval, il convient de rappeler que l'eau souterraine est pauvre en nutriment et par conséquent les bactéries spécifiques évoquées auparavant ne peuvent y survivre.

L'Ae recommande au pétitionnaire de préciser les mesures envisagées pour éviter le développement de bactéries et l'impact d'un éventuel traitement.

B - Les eaux superficielles

Le réseau hydrographique le plus proche du site est le ruisseau Illwasser à 60 m à l'est, le ruisseau du Muehlgiessen à 130 m à l'ouest, le canal de décharge de l'Ill (correspondant au plan d'eau de Plobsheim au niveau du ban communal) et le contre canal de drainage à 460 m à l'est et enfin, le Rhin à 1,5 km à l'est.

Le pétitionnaire indique que le projet de géothermie envisagé n'aura pas d'impact sur les eaux superficielles en phase d'exploitation puisque le prélèvement et le rejet sont réalisés dans la nappe des alluvions du Quaternaire.

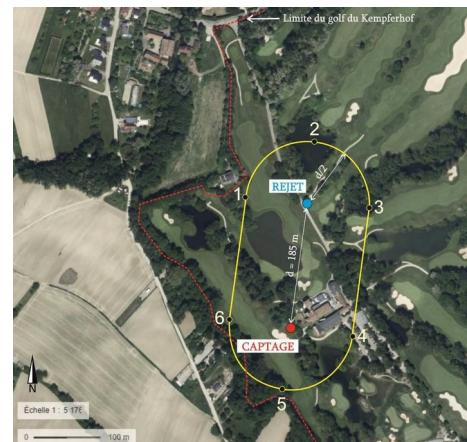


Figure 7: Périmètre d'exploitation envisagé

L'Ae recommande au pétitionnaire d'apporter des précisions sur le lien hydraulique entre les cours d'eau les plus proches et notamment le ruisseau Illwasser et la nappe et de confirmer que le rabattement modélisé n'affecte pas les cours d'eau.

Durant la phase de travaux et d'essais, aucun fluide de forage n'est utilisé, éliminant ainsi tout risque de ruissellement ou de contamination des eaux superficielles. Cependant l'ensemble des eaux extraites des forages lors des phases d'essais de pompage et de développement seront décantées dans un bac ou filtrées avant d'être rejetées dans le ruisseau Illwasser. Le débit maximal de rejet durant les essais de pompage atteindra 225 m³/h sur une durée d'environ une semaine cumulée, le volume total lié à ces essais est d'environ 25 000 m³. Le pétitionnaire indique que la qualité des eaux souterraines pompées est bonne de type « eau potable » et n'aura donc pas d'incidence sur la qualité des eaux superficielles du cours d'eau. L'Ae ne partage pas la conclusion sur l'absence d'incidence ; le pH, la température, la minéralisation seront différents et peuvent donc avoir des impacts en fonction de l'importance des différences constatées.

L'Ae recommande de clarifier le type de traitement mis en place avant rejet des eaux extraites des forages dans le ruisseau Illwasser afin de démontrer la prise en compte de la protection de ce cours d'eau, et de procéder à une analyse de ces eaux avant leur rejet au milieu naturel.

3.1.3 Les zones humides

Le dossier indique que les puits projetés ne sont pas implantés dans une zone humide ou à dominante humide (données GéoGrandEst et Géoportail, Eurométropole de Strasbourg). Cependant, l'Ae constate que la parcelle concernée par ce projet est située en zone potentiellement humide avec une probabilité allant de 50 à 100 % selon la cartographie de pré-localisation des zones humides qui constitue le premier volet du projet de cartographie nationale des milieux humides, conduit en partenariat entre PatriNat (OFB-MNHN-CNRS-IRD), l'Université de Rennes 2, l'Institut Agro Rennes Angers, l'INRAE et la Tour du Valat²⁵.

De fait, il y a lieu de considérer que la présence d'une zone humide est probable. L'Ae souligne l'importance des zones humides à la fois pour la biodiversité et pour le climat. En effet, elles peuvent être le lieu d'habitats privilégiés de nombreuses espèces animales et végétales ; elles contribuent à la lutte contre le changement climatique par leur capacité de stockage du carbone ; elles participent aussi à l'adaptation du territoire au changement climatique, car elles constituent des réserves d'eau en période de sécheresse et peuvent atténuer ou ralentir les ruissellements en cas de fortes pluies (lutte contre les inondations), elles sont des filtres naturels en retenant de nombreux polluants et régulent le climat local en apportant de la fraîcheur en période chaude.

L'Ae recommande au pétitionnaire de vérifier la présence de zones humides au droit de son projet global et d'étudier les incidences de l'ensemble des aménagements et constructions sur ces milieux humides (en phase chantier et phase d'exploitation) et de proposer, le cas échéant, des mesures d'évitement et, si et seulement si, l'évitement n'est pas possible, des mesures de réduction. Enfin, en dernier lieu, pour les impacts résiduels qui ne pourront être ni supprimés, ni réduits, des mesures compensatoires devront être proposées. Celles-ci devront respecter les principes fixés par le SDAGE Rhin-Meuse à savoir le principe d'équivalence en termes de fonctionnalité globale.

Le dossier indique des rabattements de nappe sur le puits de captage. Aussi, **L'Ae recommande au pétitionnaire d'évaluer les incidences du rabattement de nappe sur les milieux humides qui auront été identifiés.**

3.2. Analyse des effets cumulés avec d'autres projets connus

L'Ae note à nouveau, à l'instar des avis précédents, la multiplication de projets géothermiques dans le secteur de l'Eurométropole de Strasbourg et s'interroge sur les effets cumulés à plus ou

²⁵ <https://bassinversant.org/cartographie-nationale-des-milieux-humides-carte-de-probabilite-de-presentation-des-milieux-humides/>

moins long terme sur l'écoulement de la nappe, la qualité de l'eau, la migration de pollutions existantes, la création d'îlots de chaleur souterrains pouvant entraîner des modifications des caractéristiques physico-chimiques, et de l'activité microbienne de l'eau.

L'Ae recommande aux services de l'État en charge des questions d'aménagement du territoire, des eaux souterraines, de l'énergie et du climat, de mener, en lien avec l'Eurométropole de Strasbourg et les exploitants et professionnels de la Géothermie concernés, une étude spécifique de l'incidence de la multiplication des projets géothermiques dans le secteur de Strasbourg et plus largement de l'EMS sur les eaux souterraines.

3.3. Résumé non technique

Conformément aux dispositions de l'article R. 122-5 du code de l'environnement, le dossier comprend un résumé non technique présentant le projet géothermique, les différents enjeux environnementaux et les conclusions de l'étude.

L'Ae recommande au pétitionnaire d'actualiser le résumé non technique de l'étude d'impact du projet en tenant compte des recommandations du présent avis.

METZ, le 1^{er} avril 2025

Pour la Mission Régionale
d'Autorité environnementale,
le président,

Jean-Philippe MORETAU