



Mission régionale d'autorité environnementale  
**Grand Est**

**Avis délibéré sur le projet d'exploitation  
d'un dispositif d'aquathermie pour le chauffage/refroidissement  
du groupe scolaire At Home à BISCHHEIM (67)**

**porté par la ville de BISCHHEIM**

n°MRAe 2023APGE24

Nom du pétitionnaire	Ville de BISCHHEIM
Commune	BISCHHEIM
Département	Bas-Rhin (67)
Objet de la demande	Permis d'exploitation d'une installation de géothermie sur nappe & Autorisation d'ouverture de travaux miniers (forage d'un puits) dans le cadre de la réhabilitation et de l'agrandissement du groupe scolaire At Home à Bischheim
Date de saisine de l'Autorité environnementale	30/01/23

## **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 de géothermie sur nappe & Autorisation d'ouverture de travaux miniers (forage d'un puits) dans le cadre de la réhabilitation et de l'agrandissement du groupe scolaire At Home à Bischheim, la Mission régionale d'autorité environnementale<sup>1</sup> (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 30 janvier 2023.

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 28 mars 2023, en présence de Julie Gobert, et Patrick Weingertner, membres associés, de Jean-Philippe Moretau, membre permanent et président de la MRAe, de Christine Mesurolle et Catherine Lhote, membres permanentes, et de Yann Thiébaud, chargé de mission et membre de la MRAe, 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.

---

<sup>1</sup> Désignée ci-après par l'Autorité environnementale (Ae).

## A – SYNTHÈSE DE L'AVIS

La Ville de Bischheim (67) sollicite l'autorisation d'exploiter, sur son territoire, une installation géothermique visant à assurer le chauffage et le rafraîchissement du groupe scolaire At Home, dans le cadre de la réhabilitation et de l'agrandissement de celui-ci, et de réaliser les travaux miniers correspondants.

L'installation géothermique envisagée fonctionnera à partir d'un ouvrage de captage des eaux souterraines de la nappe alluviale du Rhin (nappe d'Alsace) profond de 45 m et d'un ouvrage de rejet dans la même nappe, profond de 18 m. Les deux ouvrages seront situés dans le même avant-puits<sup>2</sup>, localisé à l'ouest du site du groupe scolaire, et constitueront un doublet géothermique (l'un ne fonctionnant pas sans l'autre).

Le chauffage des locaux sera assuré par un plancher chauffant raccordé à une pompe à chaleur (PAC), située dans un local technique dédié. Un échangeur à plaques permettra l'échange thermique entre le fluide frigorigène de la PAC et les eaux de la nappe. Le rafraîchissement sera assuré via le même plancher, à partir d'un échange direct avec les eaux de la nappe (PAC by-passée). Les eaux prélevées dans la nappe sont à 13°C, celles rejetées seront au plus à 17°C l'été et au moins à 10°C l'hiver. Le volume prélevé et intégralement réinjecté dans la nappe sera au plus de l'ordre de 70 000 m<sup>3</sup>/an.

L'existence d'un panache historique de pollution (solvants chlorés) à proximité du site a imposé au pétitionnaire, dans la conception du projet, de tenir compte de cette contrainte et des enjeux sur les milieux aquatiques pour choisir la nature, l'emplacement et les modalités de forage et de rejet.

La demande d'exploitation de la nappe phréatique relève du code minier et le titre minier (permis d'exploitation) est sollicité pour une durée de 30 ans. **Ce régime d'autorisation est uniquement lié à l'emplacement du projet en « zone rouge » (c'est à dire « où les activités géothermiques présentent des dangers ou inconvénients graves, définies à l'article 22-6 du décret n°2006-649<sup>3</sup> ») du zonage réglementaire de la géothermie de minime importance (GMI), sans quoi le projet, au regard de ses petites caractéristiques, relèverait du régime de la GMI avec simple télédéclaration, sans qu'il n'eût été nécessaire de réaliser une étude d'impact.**

Les principaux enjeux environnementaux identifiés sont :

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

Par rapport aux enjeux identifiés, le dossier présente une analyse proportionnée de l'état initial et des impacts du projet de géothermie sur les différentes composantes environnementales. Les principaux impacts et les risques sont identifiés et traités.

Les mesures prévues pour éviter et réduire les incidences du projet sont proportionnées aux enjeux et impacts potentiels, à condition de s'assurer de leur bonne mise en œuvre et de leur suivi dans le temps. Cependant, l'Ae a relevé quelques incohérences et erreurs dans le dossier et considère qu'il pourrait être amélioré en ce qui concerne :

- le périmètre du projet global au sens de l'article L.122-1 III du code de l'environnement<sup>4</sup> ; le projet global aurait dû en effet comprendre, en plus de l'opération de géothermie, le programme de réhabilitation et d'agrandissement du groupe scolaire ; ceci aurait permis d'avoir une approche complètement intégrée entre la conception bioclimatique des bâtiments et leur système de chauffage et de refroidissement ;

2 Les 2 puits de pompage et de rejet vont être protégés par un avant-puits qui sera constitué d'éléments en béton préfabriqués de 1 500 mm de diamètre et qui les contiendra.

3 Décret n°2006-649 du 2 juin 2006 modifié relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains.

4 **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 ».

- la description des installations projetées et la correction des erreurs relevées par l'Ae<sup>5</sup>.

**L'Ae recommande principalement au pétitionnaire de :**

- **préciser le périmètre et le contenu de son projet en y intégrant tous les travaux, installations ou ouvrages qui sont prévus, en application de l'article L.122-1 III du code de l'environnement, et compléter son dossier en conséquence ;**
- **compléter le dossier en associant des schémas de principe / illustrations à ces explications, des plans avec représentation des différents circuits et des principales installations de géothermie et de production de chaud/froid, etc. ;**
- **lever les incohérences concernant les profondeurs et les diamètres des ouvrages, et transmettre une coupe technique prévisionnelle faisant apparaître l'ensemble de ces informations ;**
- **substituer le fluide frigorigène par un produit ayant moins d'impacts sur le réchauffement climatique ;**
- **mettre en place une maintenance régulière et rigoureuse des installations qui permet de surveiller en permanence les éventuelles fuites du fluide frigorigène ;**
- **préciser les dispositions prises en matière de contrôle et de surveillance de l'installation géothermique.**

**Les autres recommandations figurent dans l'avis détaillé.**

Par ailleurs, l'Ae note la multiplication de projets géothermiques dans le secteur de l'Eurométropole de Strasbourg et s'interroge sur les effets cumulés à plus ou moins long terme sur l'écoulement de la nappe, la qualité de l'eau, la température 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, 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'Eurométropole de Strasbourg sur les eaux souterraines.**

---

<sup>5</sup> Les pages comprenant des erreurs ont été relevées par l'Ae dans l'avis détaillé.

## B – AVIS DÉTAILLÉ

### 1. Présentation générale du projet

#### 1.1. Contexte et contenu du projet

La Ville de Bischheim a prévu de réhabiliter et d'agrandir le groupe scolaire At Home, situé rue Guirbaden (nouvellement renommée rue du Parc sur le tronçon concerné) à Bischheim (67).

Les travaux de réhabilitation des bâtiments ont débuté à l'été 2021 et sont prévus sur 4 ans. La particularité de ce projet est que les travaux vont se dérouler en même temps que sera assurée la continuité du fonctionnement normal des écoles. Cette opération de déconstruction/construction va se réaliser en « tiroirs », de telle sorte qu'il n'y aura jamais de chantier dans une partie occupée par des élèves.

Le projet comprend notamment :

- la destruction de l'école maternelle et son remplacement par un nouveau bâtiment ;
- l'agrandissement de l'école primaire actuelle et la création d'un pôle commun entre les deux écoles ;
- la création d'un pôle restauration ainsi que d'une salle polyvalente dotée d'une entrée autonome pour rendre également possible un usage tout public.

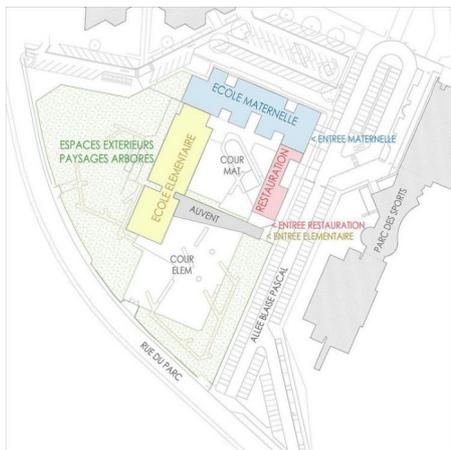


Figure 2: plan du site après travaux



Figure 1: localisation générale du projet - situation du groupe scolaire

Pendant les travaux, le chauffage sera assuré par une chaudière traditionnelle (gaz ou électricité).

La réhabilitation du groupe scolaire At HOME intègre les multiples usages des bâtiments et ses différents publics (scolaire, périscolaire et accueils de loisirs) et est basée sur une ouverture vers l'éducation à l'environnement et au développement durable. Dans ce cadre, la ville de Bischheim a porté une attention particulière à la préservation des espaces verts existants avec la zone nature (comprenant notamment une mare et des jardins pédagogiques et son apiscopes<sup>6</sup>). C'est également dans cette optique de développement durable que la commune de Bischheim a fait le choix d'installer un doublet géothermique permettant le chauffage et le rafraîchissement des bâtiments via une énergie renouvelable : la géothermie sur nappe.

La pompe à chaleur de l'installation de géothermie sera installée dans un local technique implanté au rez-de-chaussée du bâtiment 0.

L'Ae regrette que le périmètre de l'étude d'impact se limite à l'installation géothermique alors même que la réhabilitation et l'agrandissement du groupe scolaire font partie d'un projet global au

<sup>6</sup> L'apiscopes est une ruche pédagogique à demeure dans la classe pour l'observation de la vie des abeilles au fil des saisons.

sens de l'article L.122-1 III du code de l'environnement<sup>7</sup>, ceci aurait permis d'avoir une approche complètement intégrée entre la conception bioclimatique des bâtiments et leur système de chauffage et de refroidissement. Ce point sera abordé au paragraphe 1.3. ci-après.

## **1.2. Principales caractéristiques de l'installation de géothermie**

Après une étude de faisabilité d'usage des énergies renouvelables, l'équipe de maîtrise d'œuvre a choisi de retenir une solution de chauffage/refroidissement par géothermie sur nappe :

- le chauffage des locaux sera assuré par un plancher chauffant (à l'aide de conduites installées sous le plancher et dans lesquelles circule le fluide frigorigène) raccordé à une pompe à chaleur (PAC) fonctionnant sur la nappe phréatique sous-jacente. La PAC sera équipée de deux compresseurs avec échangeurs de chaleur à plaques et sera à condensation à eau ;
- le rafraîchissement sera assuré par géocooling (échange thermique direct avec l'eau de la nappe: arrêt et by-pass de la pompe à chaleur), le plancher chauffant précédent devenant alors rafraîchissant.

***L'Ae recommande au pétitionnaire de clarifier certaines affirmations du dossier qui semblent erronées, comme la mention, page 54, du fonctionnement de la PAC en géocooling l'hiver, ou encore le refroidissement du circuit primaire par échange direct avec l'eau de la nappe en page 55, alors que le circuit primaire est celui dans lequel circule l'eau de la nappe.***

***L'Ae recommande au pétitionnaire de compléter le dossier en associant des schémas de principe / illustrations à ses explications, des plans avec représentation des différents circuits et des principales installations de géothermie et de production de chaud/froid, etc.***

Il est indiqué que le fluide frigorigène utilisé sera de type R410a, sans impact sur la couche d'ozone (potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone nul).

L'Ae souligne toutefois que le R410a fait partie des HFC (Hydro Fluoro Carbures) et a un potentiel de réchauffement global (GWP) élevé de 2 088, qui dépasse le seuil fixé par l'Union européenne compris entre 400 et 2 030 (règlement européen F-Gaz).

***L'Ae s'interroge très fortement sur le choix de ce fluide frigorigène amené à disparaître et recommande au pétitionnaire de le substituer par un fluide frigorigène ayant moins d'impacts sur le réchauffement climatique.***

***Elle recommande également de mettre en place une maintenance régulière et rigoureuse des installations qui permet de surveiller en permanence les éventuelles fuites du fluide frigorigène.***

Les besoins énergétiques, débits mensuels moyens et maximums d'exploitations et volumes d'eau prélevés mensuellement et annuellement ont été déterminés par le bureau d'étude fluides Solares Bauen désigné par le maître d'ouvrage.

Les puissances maximales soutirées à la nappe ont ainsi été évaluées à 74 kW en mode chaud et à 50 kW en mode froid (pour lequel, pour mémoire, la PAC, elle-même consommatrice de puissance, est by-passée). En considérant un écart de température de l'eau rejetée par rapport à l'eau pompée (initialement à 13°C), de -3°C en mode chaud (de septembre à avril inclus) et de +4°C en mode froid (de mai à août inclus), le débit maximum de fonctionnement prévisionnel est ainsi de 23 m<sup>3</sup>/h (et 20 m<sup>3</sup>/h en mode froid).

***L'Ae relève des valeurs différentes dans l'annexe 11 du dossier, avec une puissance***

<sup>7</sup> 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 ».

**absorbée au sous-sol de 73 kW, une énergie primaire de 116 kW, et un débit de pointe du forage de 25 m<sup>3</sup>/h pour une puissance de 90 kW et recommande au pétitionnaire de clarifier ces éléments. De manière générale, il convient de préciser comment ces éléments ont été définis.**

Le volume annuel prélevé et réinjecté dans la nappe est évalué à 70 000 m<sup>3</sup>, sur la base d'un fonctionnement de 12 heures par jour et ceci toute l'année. Il est toutefois précisé que le fonctionnement d'une PAC n'est jamais continu mais est caractérisé par des cycles de pompage, dont la durée est proportionnelle aux besoins.

Le dossier indique qu'un système de régulation embarqué permettra le réglage de la température de sortie d'eau, la gestion du démarrage et de l'arrêt du groupe et des étages de puissance en fonction de la demande, la gestion des pompes de charge et des vannes 2 voies associées.

En page 57 du dossier, il est indiqué qu'un mode nuit permet aux utilisateurs de configurer l'unité pour qu'elle fonctionne avec des paramètres spécifiques dans une période de temps particulière, identique tous les jours de la semaine. À cela s'ajoute une possibilité de gestion par l'utilisateur de périodes occupées / inoccupées.

**L'Ae s'interroge sur la gestion des périodes occupées / inoccupées, dans la mesure où le descriptif est le même pour ces deux périodes « point de consigne froid/chaud est actif » et recommande au pétitionnaire d'apporter des précisions sur ce fonctionnement.**

L'école At HOME est située à 100 m au nord de l'ancien site de négoce de produits chimiques SEBIJASO (ex-METAUSEL) qui a cessé son activité en 2010. Ce site est à l'origine d'un impact en solvants chlorés (composés organiques halogénés volatils – COHV) sur la nappe.

Dans le cadre de la cessation d'activités du site, plusieurs investigations ont été menées sur les sols et eaux souterraines pour caractériser cette pollution, puis plusieurs opérations de dépollution. La dernière campagne de surveillance du programme de l'Observatoire de la Nappe alluviale (ONAP) mettait toujours en évidence un panache de pollution, d'où la vigilance particulière sur cet aspect dans la conception du projet de géothermie.

Une nouvelle campagne de prélèvements a d'ailleurs été menée en juin 2021 par Archimed Environnement, pour connaître la qualité actuelle de la nappe, après arrêt du dispositif de dépollution du site METAUSEL. D'après ce qui est indiqué dans le dossier (page 136), le site était en cours d'aménagement au moment de la rédaction de celui-ci.

Considérant l'emplacement du projet dans une zone où la nappe présente des impacts en solvants chlorés (COHV), le choix et le mode de pompage et rejet des eaux a été étudié par le bureau d'études hydrogéologique Archimed Environnement.

Concernant le captage, celui-ci a été placé à l'angle ouest du site, dans une zone avec des concentrations en COHV inférieures à 10 µg/Litre, ce qui représente la meilleure des localisations.

Considérant le panache de pollution historique en COHV et la proximité du projet avec ce panache, 3 solutions de rejet ont été étudiées pour déterminer la plus avantageuse en termes de protection de l'environnement (en évitant notamment de déplacer le panache de pollution lors du fonctionnement) et de coûts associés à la réalisation, l'usage et l'entretien de la boucle géothermale :

- scénario 1 : rejet en nappe (concentration en COHV comprise en 10 et 40 µg/Litre et avant-puits commun captage/rejet à l'angle ouest du site) ;
- scénario 2 : rejet en nappe (concentration en COHV > 50 µg/Litre, puits de rejet à l'angle est du site) ;
- scénario 3 : rejet dans le canal de la Marne au Rhin.



**Figure 3: emplacement retenu pour le doublet**



**Figure 4: localisation des différents scénarios étudiés pour le rejet**

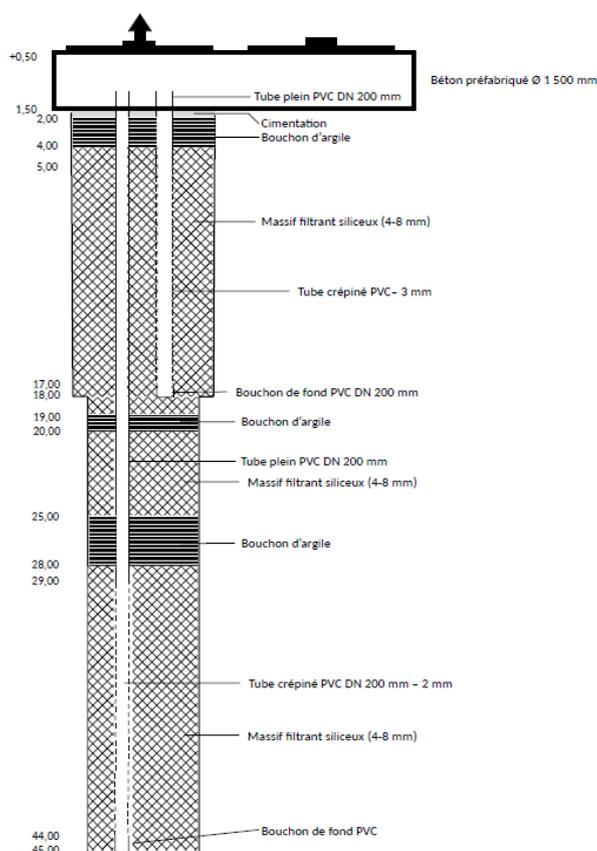
Sur la base des recommandations d'Archimed Environnement, le scénario 1 a été retenu par le pétitionnaire car :

- il permet de contenir les coûts avec moins d'hydraulique à poser (tuyau, brides étanches...) et seulement un avant-puits ;
- il est situé en dehors du panache de pollution donc les eaux captées ne seront pas impactées par des solvants et l'impact du rejet sur ce panache devrait être limité ;
- il permet de s'affranchir d'une redevance annuelle à VNF.

**L'Ae relève toutefois qu'en page 42, un rejet au canal (scénario 3) est encore mentionné, manifestement par erreur.**

Les travaux miniers envisagés dans le cadre de ce projet consistent donc en la création d'un puits contigu comprenant :

- l'ouvrage de captage, de 45 m de profondeur ;
- l'ouvrage de rejet, de 18 m de profondeur.



**Figure 5: coupe technique prévisionnelle du puits**

L'ouvrage sera majoritairement comblé avec du massif filtrant qui assurera sa stabilité (celui-ci reconstituant l'aquifère), trois bouchons d'argile seront mis en place afin d'éviter le recyclage thermique et hydraulique au droit des ouvrages.

Les deux ouvrages seront chacun équipés en PVC, avec un diamètre 225/250 mm selon les pages 39 et 59, mais de 200/225 mm selon les pages 109 et 895.

De même, il est indiqué pages 39, 59, 109 et 895 que le forage sera réalisé selon la technique du BENOTO (havage) en diamètre 1 500 mm du TN<sup>8</sup> à - 2 m, puis en diamètre 800 mm jusqu'à - 45 m alors que, selon la coupe technique prévisionnelle, l'avant-puits sera foré jusqu'à - 1,50 m

8 TN : terrain naturel

du terrain naturel et dépassera de + 0,50 m. La coupe technique prévisionnelle montre également un changement de diamètre à la profondeur de 18 m, qui n'est pas mentionné dans le texte.

***L'Ae recommande au pétitionnaire de lever ces incohérences concernant les profondeurs et les diamètres des ouvrages, et de transmettre une coupe technique prévisionnelle faisant apparaître l'ensemble de ces informations.***

En page 56, il est fait mention d'une « pompe en place dans le forage de prélèvement », asservie au fonctionnement de la pompe à chaleur. Il est également question du « fonctionnement à débit variable des pompes d'exhaure et de réinjection en fonction de la charge thermique à évacuer ou à puiser » et de la « permutation automatique des pompes d'exhaure et de réinjection (mise en service de la pompe de secours) et permutation cyclique suivant temps de fonctionnement ».

L'Ae comprend que la réinjection ne se fera pas par gravité mais à l'aide d'une pompe de réinjection.

***L'Ae recommande au pétitionnaire de préciser le nombre de pompes (fonctionnement normal + secours), leurs caractéristiques (capacités unitaires) et leurs emplacements.***

Le dossier mis en consultation va s'adresser à un public non forcément spécialiste en installation thermique ni en géothermie. Le dossier doit donc comprendre une partie technique mais également indiquer de manière plus vulgarisée l'objectif de chacune des composantes de l'installation. De plus, des schémas seraient réellement utiles pour comprendre le fonctionnement de l'installation projetée.

***L'Ae recommande au pétitionnaire de compléter le dossier en précisant de manière simple le fonctionnement des installations afin de le mettre à portée du grand public, et en associant des schémas/illustrations à ses explications. Les parties vulgarisées pourront utilement être intégrées dans un résumé non technique du projet à destination du grand public.***

### 1.3. Réglementation applicable - Procédures

Au regard des caractéristiques techniques du projet, les conditions décrites au 2° du II de l'article 3 du décret n°78-498<sup>9</sup> sont respectées et les activités pourraient relever du régime dit « de minime importance » mentionné à l'article L.112-2 du code minier. Cependant, le projet se situant en « zone rouge » (« où les activités géothermiques présentent des dangers ou inconvénients graves, définies à l'article 22-6 du décret n°2006-649<sup>10</sup> »), il ne peut relever de ce régime particulier, conformément au dernier alinéa du II de l'article 3 susmentionné. Il est donc soumis au régime légal général applicable aux gîtes géothermiques.

Ainsi, le dossier soumis à l'Ae concerne :

- la demande de permis d'exploitation (en application de l'article L.134-1-1 du code minier et de l'article 3 du décret n°78-498 précité). Le titre est sollicité pour une durée de 30 ans ;
- la demande d'autorisation d'ouverture de travaux (en application des articles L.162-1 et suivants du code minier et du 3° de l'article 3 du décret n°2006-649 précité).

L'article 10-2 du décret n°78-498 permet de présenter simultanément ces deux demandes : dans ce cas, le dossier unique déposé doit comprendre l'ensemble des éléments mentionnés à l'article 10 dudit décret et au I de l'article 6 du décret n°2006-649 susmentionné.

De par les caractéristiques du projet présentées dans le dossier (forages, essais, piézomètre, réinjection dans la nappe, travaux de recherche et d'exploitation de gîtes géothermiques...), l'Ae considère que le projet est également concerné par certaines rubriques de la nomenclature « loi sur l'eau » présentée à l'article R.214-1 du code de l'environnement.

**L'Ae précise que le dossier n'en fait pas état et le regrette.**

<sup>9</sup> Décret n°78-498 du 28 mars 1978 modifié relatif aux titres de recherches et d'exploitation de géothermie

<sup>10</sup> Décret n°2006-649 du 2 juin 2006 modifié relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains.

L'Ae rappelle que, conformément à l'article L.162-11 du code minier, l'autorisation d'ouverture de travaux miniers vaudra autorisation/déclaration le cas échéant au titre de l'article L.214-3 du code de l'environnement, mais il est nécessaire que les rubriques concernées soient précisées.

L'Ae précise que le projet relève également *a minima* de la rubrique 27<sup>11</sup> du tableau annexé à l'article R.122-2 du code de l'environnement, soumettant ledit projet à évaluation environnementale systématique.

**L'Ae regrette que cette rubrique ne figure pas non plus dans le dossier, ainsi que les autres rubriques dont relève, le cas échéant, le projet dans sa globalité (bâtiments).**

En effet, le dossier ne mentionne pas si le projet de réhabilitation et d'agrandissement du groupe scolaire At Home, dans sa globalité relève ou non d'autres procédures réglementaires (ex : permis de construire) et d'autres rubriques visées à l'annexe de l'article R.122-2 du code de l'environnement.

À ce titre, l'Ae rappelle la définition d'un projet au regard du code de l'environnement (article L.122-1 III) : « *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* ».

**L'Ae recommande au pétitionnaire de préciser le périmètre et le contenu de son projet en y intégrant tous les travaux, installations ou ouvrages qui sont prévus et de compléter son dossier en conséquence.**

## **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/ou conclut à la conformité et/ou à la compatibilité du projet avec les documents de planification suivants :

- le Schéma de Cohérence Territoriale de la région de Strasbourg (SCoTERS), approuvé le 1<sup>er</sup> juin 2006 et ayant déjà fait l'objet de 4 modifications, la dernière datant de 2016. Une première révision a été engagée et est encore en cours ;
- le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Rhin-Meuse 2022-2027, approuvé le 18 mars 2022 ;
- le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) III-Nappe-Rhin, version approuvée le 1<sup>er</sup> juin 2015 ;
- le Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi) de l'Eurométropole de Strasbourg (EMS), dont le règlement a été approuvé le 27 septembre 2019. Il est également indiqué que « le projet est en phase avec le futur PLUi » (nouvelle version V3). **L'Ae précise que la modification n°3 du PLUi a été approuvée le 25 juin 2021 et recommande au pétitionnaire de confirmer la compatibilité du projet avec la nouvelle version en vigueur ;**
- le Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI) de l'EMS, version approuvée par le Préfet le 20 avril 2018 ;
- le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) de l'EMS, approuvé le 4 juin 2014 et mis à jour dans la dernière modification du PLUi de l'Eurométropole de Strasbourg (septembre 2021, cf supra) ;
- le Plan de Prévention du Bruit dans l'environnement (PPBE) de l'EMS, approuvé en 2014. **L'Ae précise que le second PPBE a été approuvé le 4 février 2022 et recommande au pétitionnaire de confirmer la compatibilité du projet avec la nouvelle version en vigueur ;**

11 Rubrique 27 : ouverture de travaux de forage pour l'exploration ou l'exploitation de gîtes géothermiques.

- le Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) Grand Est Territoire, approuvé le 24 janvier 2020 ;
- le Plan Climat Air Énergie Territorial (PCAET) – PLAN CLIMAT 2030 de l'EMS approuvé en décembre 2019.

Selon le dossier :

- le projet est situé en zone urbaine (zones UD<sup>12</sup> et UE<sup>13</sup> du PLU), en bordure de voie routière. Aucune restriction d'usage particulière n'est associée à ces zones ;
- les captages d'alimentation en eau potable (AEP) les plus proches se situent à environ 3 km en aval hydraulique. L'Agence Régionale de Santé (ARS) a précisé dans son avis du 8 novembre 2022 que le projet ne se situe pas en périmètre de protection de captage public d'AEP ;
- d'après le PPRI, le site n'est pas situé en zone inondable par submersion mais en zone de remontée de nappe non débordante. La nappe se situerait à -1,46 m/NGF de la côte sol en moyennes eaux et le rejet pourrait atteindre la nappe à un niveau affleurant en période de Cote des Plus Hautes Eaux (CPHE). Par mesure de sécurité, une bougie d'arrêt sera installée à -0,3 m/TN afin de couper l'installation géothermique si le niveau d'eau venait à dépasser ce seuil. La production sera alors assurée par la chaudière de secours ;
- le projet ne se situe dans aucun périmètre couvert par une Zone d'Intérêt écologique, Floristique et Faunistique (ZNIEFF<sup>14</sup>) et aucune zone Natura 2000<sup>15</sup> n'est concernée par le projet (les plus proches sont situées à 3 km à l'ouest du site) ;
- le projet est compatible avec les dispositions spécifiques associées aux orientations fondamentales du SDAGE et du SAGE. Archimed Environnement a produit une justification dans l'étude d'impact de l'adéquation du projet avec les enjeux et orientations de ces documents ;
- le projet a été conçu de façon à éviter tout impact qualitatif et quantitatif sur les ressources en eaux (superficielles et souterraines) ;
- le projet favorise les énergies renouvelables pour le chauffage/refroidissement du bâti en lieu et place des énergies fossiles, et l'énergie retenue (géothermie) permet d'éviter l'émission des particules fines et gaz en lien avec les modes de chauffages conventionnels, contribuant ainsi à une meilleure qualité de l'air ;
- le projet s'inscrit bien dans l'évolution souhaitée du PLUi avec l'installation d'une énergie renouvelable qu'est la géothermie. Il s'inscrit également pleinement dans les engagements du nouveau PCAET de l'EMS.

## 2.2. Solutions alternatives et justification du projet

Il est indiqué dans le dossier que la solution de chauffage/refroidissement par géothermie sur nappe a été retenue après une étude de faisabilité d'usage des énergies renouvelables.

- 12 La zone UE du PLU de l'EMS est dédiée aux équipements publics ou d'intérêt collectifs, aux vocations très diverses. Les autres fonctions (habitat, activités économiques) n'y sont pas autorisées. Les règles d'urbanisme de la zone UE sont relativement ouvertes, permettant une certaine liberté architecturale et urbaine en cohérence avec la vocation de ces secteurs.
- 13 La zone UD du PLU de l'EMS correspond à des secteurs urbains dont l'objectif est de permettre la rénovation, le renouvellement et le développement de projets urbains. Les règles d'urbanisme de la zone UD sont relativement souples, que ce soit pour l'implantation du bâti ou l'emprise au sol, permettant plus qu'ailleurs l'innovation urbaine.
- 14 Une ZNIEFF est un espace naturel inventorié en raison de son caractère remarquable : les ZNIEFF de type I, de superficie réduite, sont des espaces homogènes d'un point de vue écologique et qui abritent au moins une espèce ou un habitat rares ou menacés, d'intérêt aussi bien local que régional, naturel ou communautaire ; ou ce sont des espaces d'un grand intérêt fonctionnel pour le fonctionnement écologique local ; les ZNIEFF de type II, sont de grands ensembles naturels riches ou peu modifiés, qui offrent des potentialités biologiques importantes. Elles peuvent inclure des zones de type I et possèdent un rôle fonctionnel ainsi qu'une cohérence écologique et paysagères.
- 15 Les sites Natura 2000 constituent un réseau européen en application de la directive 79/409/CEE « Oiseaux » (codifiée en 2009) et de la directive 92/43/CEE « Habitats faune flore », garantissant l'état de conservation favorable des habitats et espèces d'intérêt européen. Les sites inventoriés au titre de la directive « habitats » sont des sites d'intérêt communautaire (SIC) ou des zones spéciales de conservation (ZSC), ceux qui le sont au titre de la directive « oiseaux » sont des zones de protection spéciale (ZPS). Ils ont une grande valeur patrimoniale, par la faune et la flore exceptionnelles qu'ils contiennent. La constitution du réseau Natura 2000 a pour objectif de maintenir la diversité biologique des milieux, tout en tenant compte des exigences économiques, sociales, culturelles et régionales dans une logique de développement durable.

L'étude réalisée par SOLARES BAUEN figure en annexe 8 du dossier. Elle avait pour objectif la comparaison de plusieurs systèmes de production de chaleur et de froid afin d'évaluer leurs performances énergétiques et d'estimer leur viabilité économique, conformément à l'article 2 de l'arrêté ministériel du 18 décembre 2007 modifié.

Les caractéristiques du projet ont conduit à éliminer plusieurs systèmes et à ne retenir que les 3 variantes suivantes (chaque variante intégrant sa possibilité de rafraîchissement en vue de maintenir le confort en période estivale) :

- V0 : chaudière gaz à condensation avec émission par radiateurs et régulation terminale thermostatique pour le chauffage, et ventilation double-flux avec rafraîchissement par PAC intégrée en CTA<sup>16</sup> ;
- V1 : PAC géothermique (COP<sup>17</sup> de l'ordre de 4) sur nappe phréatique avec émission majoritaire par plancher chauffant/rafraîchissant (excepté pour l'existant rénové où les radiateurs en place sont conservés) et appoint par chaudière électrique pour le chauffage, et ventilation double-flux avec rafraîchissement via batteries de CTA (sans surcoût car ces batteries sont déjà en place pour le prétraitement de l'air en hiver) : il s'agit simplement de géocooling en faisant circuler l'eau rafraîchie dans l'installation l'été, en by-passant la PAC ;
- V2 : réseau de chaleur du Ried (essentiellement réalisé via une production fossile au gaz avec cogénération) avec émission par radiateurs et régulation terminale thermostatique pour le chauffage et ventilation double-flux avec rafraîchissement par PAC intégrée en CTA.

***L'Ae regrette que le dossier ne donne pas d'information dans le dossier sur la chaudière mentionnée comme appoint pour le chauffage dans l'étude figurant en annexe 8, ni sur la réutilisation des radiateurs existants, ni sur la production d'eau chaude sanitaire (ECS) qui apparaît dans le tableau page 5 de l'étude Solares Bauen.***

Des comparatifs ont été dressés, sur les aspects environnementaux d'une part et financiers d'autre part.

En termes d'impact environnemental, il ressort que la V1 (solution retenue) est la plus intéressante, bien que sur le plan financier cette solution représente l'investissement le plus important.

Les coûts d'exploitation sont en revanche les plus intéressants (les coûts d'entretien sont plus élevés mais cela est compensé par des plus faibles coûts énergétiques et d'abonnement puisque cette variante ne nécessite qu'un abonnement électrique).

En outre, l'un des grands avantages de la nappe est que ce système n'est pas soumis à une saisonnalité puisque la température de la nappe est constante annuellement. En conclusion, le bureau d'études Solares Bauen conseille la solution V1 qui permet une autonomie par rapport aux énergies fossiles et à leurs variations futures, une rentabilité relativement rapide (entre 8 et 23 ans selon les différents scénarios d'augmentation du prix de l'énergie étudiés) et un impact environnemental vertueux.

L'Ae regrette que le pétitionnaire ne mette pas en avant le caractère local de la ressource choisie (géothermie sur nappe).

---

<sup>16</sup> CTA : centrale de traitement de l'air.

<sup>17</sup> COP : Coefficient de performance. Cet indice indique l'efficacité de la PAC selon un rapport entre l'énergie produite et injectée dans le logement et l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement de la PAC.

Le tableau ci-dessous récapitule les avantages et inconvénients des différentes solutions étudiées, pour une approche plus qualitative :

	Avantages	Inconvénients
V0 – Chauffage gaz condensation + rafraîchissement par PAC intégrée en CTA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simplicité / robustesse du système chauffage gaz</li> <li>- Investissement plus faible</li> <li>- Bons rendements de production</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impact environnemental relativement élevé, dépendance aux énergies fossiles</li> <li>- Abonnement gaz nécessaire, dépendance au fournisseur</li> <li>- Multiplication des systèmes =&gt; augmentation du risque de pannes ou dysfonctionnements</li> <li>- Nécessité d'un conduit de fumées</li> </ul>
V1 – PAC sur nappe + rafraîchissement geocooling	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Très bons rendements de production, et très constants sur l'année (eau de nappe)</li> <li>- Très faibles émissions de GES</li> <li>- Energie renouvelable et gratuite</li> <li>- 1 seul équipement pour le chauffage et le rafraîchissement</li> <li>- Autonomie de production</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Etude de sol nécessaire pour affiner la faisabilité et le coût</li> <li>- Ballon tampon plus important</li> </ul>
V2 – Raccordement réseau de chaleur + rafraîchissement par PAC intégrée en CTA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simplicité de la sous-station</li> <li>- Bons rendements de production</li> <li>- Coût de l'énergie stable dans le temps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suivant RC impact énergétique important, le RC du Ried est principalement au gaz avec cogénération non optimal</li> <li>- Abonnement réseau de chaleur, dépendance au fournisseur</li> <li>- Investissement élevé du fait de l'éloignement du réseau</li> </ul>

**Figure 6: tableau comparatif dressé par Solares Bauen, approche qualitative**

Concernant le caractère écologique, l'Ae estime utile de préciser le rendement de l'installation : quelle énergie électrique utilisée pour l'ensemble du chauffage/rafraîchissement (intégrant la chaudière d'appoint) pour quelle énergie thermique produite ?

**L'Ae recommande au pétitionnaire de recourir aux matériels ayant les meilleures performances en termes de rendement, notamment au niveau des pompes à chaleur.**

### 3. Analyse de la qualité de l'étude d'impact

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 relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains.

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 qualité de la ressource).

D'autres enjeux ont été analysés par le pétitionnaire (topographie, géologie, zonages réglementaires et patrimoniaux, faune, flore et habitats, 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 sur cette analyse.

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

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

Le dossier mentionne que le projet aura un effet positif sur le climat et la qualité de l'air en favorisant l'utilisation d'une énergie renouvelable en lieu et place d'une énergie fossile conventionnelle pour assurer le chauffage et le rafraîchissement.

Le tableau récapitulatif environnemental présenté dans l'étude de Solares Bauen en annexe 8 du dossier présente, pour chacun des 3 variantes étudiées, la consommation énergétique, les émissions de gaz à effet de serre, la classe énergétique et la classe climat.

Scénarios		V0	V1	V2
		Chaudière Gaz Condensation + Plus valeur rafraîchissement sur CTA	PAC sur nappes + Chaudière électrique	Réseau de chaleur + Plus valeur rafraîchissement sur CTA
Consommation énergétique	en MWhep/an	267,4	180,3	256,2
		différence / système présentiel	-87,1	-11,2
	en kWhep/m <sup>2</sup> SHON/an	76,3	51,4	73,1
		différence / système présentiel	-24,9	-3,2
Emission GES	en tonne CO <sub>2</sub> /an	34,9	10,3	21,4
	en kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> SHON/an	9,9	2,9	6,1
Classe énergétique	en kWhep/m <sup>2</sup> SHAB/an	C	B	B
Classe climat	en kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> SHAB/an	B	A	A

Figure 7: tableau comparatif dressé par Solares Bauen, approche qualitative

Il en ressort que la solution V1 retenue est la plus intéressante du point de vue environnemental.

**L'Ae recommande cependant au pétitionnaire de :**

- **établir un bilan des émissions de GES qui s'appuie sur une analyse du cycle de vie de ses composants ; les calculs devront prendre le 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 fluide frigorigène ;**
- **présenter l'estimation du temps de retour de l'installation au regard de l'émission des gaz à effet de serre.**

L'Ae signale à cet effet la publication récente d'un guide ministériel sur la prise en compte des émissions de gaz à effet de serre dans les études d'impact<sup>18</sup> et qu'elle a elle-même publié, dans le document « Les points de vue de la MRAe<sup>19</sup> » et pour la bonne information du public, ses attentes relatives à une meilleure présentation des impacts positifs des projets d'énergies renouvelables (EnR) et des émissions de gaz à effet de serre (GES).

**Comme indiqué au 1.2 du présent avis, l'Ae s'interroge très fortement sur le choix du fluide frigorigène retenu amené à disparaître et réitère sa recommandation au pétitionnaire de le substituer par un fluide frigorigène ayant moins d'impacts sur le réchauffement climatique.**

18 <https://uriz.fr/jPpv>

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

### 3.1.2 Les eaux souterraines et superficielles

#### A - Les eaux souterraines

La cible du forage de captage est la nappe alluviale du Rhin connue sous le nom de nappe d'Alsace (masse d'eau notée FRCG001 du Pliocène de Haguenau et nappe d'Alsace).

Au niveau du site (entre 135,8 et 136,6 m NGF), la nappe, présente à partir d'une profondeur comprise entre 1,8 et 3,6 m, s'écoule vers le nord-est, avec un gradient moyen de 0,08 %, indiquant une pente de nappe très faible.

Les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe ont été déterminées à partir d'un essai de pompage effectué sur le site voisin anciennement occupé par l'entreprise METAUSEL (rapport BURGEAP de 2013) et des données de la Banque Régionale de l'Aquifère Rhénan (BRAR).

En ce qui concerne la qualité de la nappe, une campagne de prélèvements a été réalisée par Archimed Environnement en juin 2021 sur les ouvrages existants sur l'ancien site METAUSEL et les ouvrages utilisés dans le cadre du programme ONAP<sup>20</sup>. Ainsi une analyse portant sur 19 COHV<sup>21</sup> a été réalisée dans 6 ouvrages. De plus, dans le cadre de la réflexion sur le dimensionnement du doublet et de l'incertitude sur les paramètres fer/manganèse et bactéries ferrugineuses, Archimed Environnement a procédé à des analyses selon le « pack géothermie » défini par l'arrêté du 25 Juin 2015<sup>22</sup>. En lien avec le contexte géologique et la présence potentielle de 2 horizons perméables séparés par une couche argileuse, et afin d'avoir un aperçu de la qualité de l'aquifère selon un axe vertical, Archimed Environnement a retenu deux ouvrages, l'un captant l'aquifère en profondeur (40 m), l'autre en surface (10 m). Les résultats des analyses mettent en évidence :

- au regard de la pollution aux COHV : une réduction de l'emprise du panache. Une partie de l'emprise foncière du groupe scolaire reste concernée, mais l'emplacement retenu pour le forage, à l'angle ouest du site, est dans une zone où la concentration en COHV est inférieure à 10 µg/Litre. De plus, la pollution ne concerne que la partie supérieure de l'aquifère, les concentrations mesurées dans la partie inférieure étant équivalentes à la limite de qualité de l'eau potable. Il est toutefois souligné une augmentation des concentrations dans deux piézomètres (partie supérieure de l'aquifère), pouvant traduire, selon Archimed Environnement, un relargage résiduel de pollution ; un suivi devra donc être réalisé ;
- au regard du risque de colmatage des ouvrages de géothermie : la détection de bactéries ferrugineuses dans les ouvrages voisins conduit à retenir un faible risque de colmatage. Le risque est toutefois jugé acceptable, dans la mesure où des précautions pourront être prises pour le maîtriser (instrumentation, choix des crépines de sorte à réduire la vitesse d'entrée...) et où le doublet géothermique voisin également concerné est fonctionnel depuis 2009.

Une analyse de la qualité des eaux pompées sera réalisée à l'issue de la réalisation du forage.

Le projet est situé en dehors de tout périmètre de protection de captage d'alimentation en eau Potable (AEP). Néanmoins, la contamination des eaux souterraines est un des enjeux du projet, lors des opérations de forage ou en exploitation, d'autant plus dans le cas présent, avec l'existence d'un panache de pollution connu à proximité immédiate du site.

Comme indiqué précédemment, la conception du projet a tenu compte de cette contrainte pour choisir la nature, l'emplacement, ainsi que les modalités de forage et de rejet, de sorte à ne pas avoir d'impacts négatifs sur la qualité des eaux souterraines. Un risque faible de déplacement du panache lié au rejet n'est toutefois pas complètement exclu. Il serait cependant associé à une dilution, l'eau rejetée étant de bonne qualité.

L'Ae note toutefois qu'il est prévu de désinfecter l'ouvrage après les pompages de développement

20 Observatoire de la Nappe alluviale.

21 Composés Organo-Halogénés Volatils : cette dénomination regroupe les hydrocarbures chlorés, bromés ou fluorés de faible masse moléculaire.

22 Prescriptions applicables aux activités de géothermie de minime importance, dont ne relève pas le projet malgré ses caractéristiques correspondantes, à cause notamment de la présence du panache de pollution rendant la procédure d'autorisation requise.

et d'essais, à l'aide d'un produit dénommé « PANOX » dont la fiche de données de sécurité figure en annexe 9 du dossier. Il y apparaît que le mélange est un produit à usage biocide, classé notamment comme présentant une toxicité chronique pour le milieu aquatique et dont tout écoulement dans les égouts ou cours d'eau doit être évité.

***L'Ae recommande au pétitionnaire d'apporter des précisions sur l'utilisation de ce produit (quantités utilisées, précautions prises pour éviter tout impact environnemental...) et de justifier le cas échéant pourquoi il ne peut pas être remplacé par un produit moins impactant vis-à-vis du milieu naturel.***

La technique de forage retenue *a priori* est la méthode BENOTO (havage et louvoisement). Employée pour la plupart des forages en gros diamètre dans la plaine d'Alsace, cette méthode permet une exécution rapide (jusqu'à une profondeur de 100 m), sans aménagement spécifique ni fluide de forage. Une autre méthode de foration n'est pas exclue mais l'entreprise devra alors prouver qu'elle implique des effets équivalents ou moindres sur l'environnement que la méthode BENOTO. Les travaux de forage se conformeront aux prescriptions des textes ministériels applicables (notamment « textes forage de 2016<sup>23</sup> » et arrêté ministériel du 11 septembre 2003<sup>24</sup> modifié) ainsi qu'à celles de la norme NF-X-10-999<sup>25</sup> seront respectées.

Il n'est pas précisé dans le dossier si la distance minimale de 35 m, fixée à l'article 4 de l'arrêté du 11 septembre 2003 précité, entre le forage et les réseaux d'assainissement pourra être respectée ou si des mesures compensatoires seront mises en place pour assurer au droit du site un niveau de protection des eaux souterraines au moins équivalent. Il est néanmoins précisé que le projet se situe en dehors de tout zonage à enjeux vis-à-vis des réseaux et n'interagira pas avec les réseaux et qu'Archimed Environnement engagera les démarches DT/DICT<sup>26</sup> pour identifier les éventuels réseaux concernés préalablement à la réalisation du forage.

Parmi les mesures prévues pour éviter tout impact sur les eaux souterraines, le dossier met notamment en exergue les mesure ERC<sup>27</sup> suivantes :

- pendant le chantier : zone de travail clôturée, maintenance du matériel proscrite sur le chantier, stationnement et plein des véhicules à distance sécurisée du lieu de forage, kits de dépollution à disposition, stockages des éventuels produits chimiques sur rétention, mesures organisationnelles pour éviter tout déversement accidentel, suivi des travaux par Archimed Environnement ;
- protection des ouvrages par un avant-puits constitué d'éléments en béton préfabriqué (radier en béton avec point bas pour mise en place d'une pompe vide-cave, anneaux en béton solidaires du radier et assemblés avec des joints étanches, dalle haute en béton équipée d'un trou d'homme centré sur les forages et recouvert d'un capot étanche), dépassant de +0,5 m du terrain naturel, pour éviter toute infiltration d'eau dans les ouvrages ;
- étanchéité de l'ouvrage réalisée au droit de la chambre de captage en béton ;
- positionnement des sommets des tubes de forage au-dessus de la cote 136 m NGF (au-dessus de la cote des plus hautes eaux centennales) ;
- comblement de l'espace annulaire en tête de puits par une cimentation sur une hauteur de

23 Arrêté ministériel du 14 octobre 2016 modifié relatif aux travaux de recherches par forage et d'exploitation par puits de substances minières modifié et Décret n° 2016-1303 du 4 octobre 2016 modifié relatif aux travaux de recherches par forage et d'exploitation par puits de substances minières, et abrogeant l'annexe intitulée « Titre Recherche par forage, exploitation de fluides par puits et traitement de ces fluides » du décret n° 80-331 du 7 mai 1980 portant règlement général des industries extractives.

24 Arrêté 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.

25 norme NF-X10-999 - Forage d'eau et de géothermie - Réalisation, suivi et abandon d'ouvrages de captage ou de surveillance des eaux souterraines réalisés par forages.

26 DT : déclaration de travaux / DICT : déclaration d'intention de commencement de travaux.

27 La séquence « éviter, réduire, compenser » (ERC) a pour objectif d'éviter les atteintes à l'environnement, de réduire celles qui n'ont pu être suffisamment évitées et, si possible, de compenser les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits.

50 cm (afin d'isoler l'aquifère capté des infiltrations de surface) reposant sur un bouchon d'argile d'une épaisseur de 2 mètres (afin d'éviter la fuite du ciment vers les crépines). La cimentation sera contrôlée par un essai de mise en pression une fois celle-ci réalisée ainsi qu'une diagraphie CBL ;

- réalisation d'un piézomètre préalablement aux travaux de forage à l'emplacement du doublet pour confirmer en premier l'absence de pollution en COHV au droit du projet et la géologie en place. Ce piézomètre sera conservé afin de surveiller le niveau de nappe ; des sondes de niveau d'eau et de température seront placés dans cet ouvrage ;
- absence de communication entre les circuits, réseau spécifique pour le fluide frigorigène (avec vérification hebdomadaire de la pression pour détecter une fuite).

Des contrôles réguliers des ouvrages par caméra ainsi que du niveau de fines dans le filtre à particules avant la PAC sont prévus pour éviter toute perforation d'ouvrage.

**L'Ae recommande au pétitionnaire de :**

- **fournir une coupe précise de l'avant-puits, en précisant les épaisseurs minimales de béton pour les différents composants ;**
- **préciser si le radier en béton sera ancré dans la cimentation de l'ouvrage et apporter des éléments de justification dans le cas contraire ;**
- **préciser si les têtes de protection seront étanches et verrouillables et apporter des éléments de justification dans le cas contraire ;**
- **localiser la chambre de captage mentionnée ci-dessus sur la coupe technique prévisionnelle de l'ouvrage ;**
- **expliquer en quoi consiste une diagraphie CBL (cf. demande de mettre le dossier à la portée d'un public non averti) et préciser l'essai de mise en pression envisagé ;**
- **justifier le caractère adapté de la méthode de vérification de la qualité de la cimentation, au regard notamment du diamètre et du matériau (PVC) des tubages. Le cas échéant des méthodes alternatives devront être proposées ;**
- **apporter des précisions sur le piézomètre prévu avant la réalisation du forage de géothermie (localisation, profondeur, technique de forage...).**

Bien que l'arrêté GMI du 25 juin 2015 ne soit pas applicable, il est proposé dans le dossier de s'appuyer sur ses prescriptions en matière de contrôle et de surveillance de l'installation géothermique. Ainsi, l'exploitant de l'installation vérifiera annuellement notamment le bon fonctionnement du puits de réinjection, s'assurera de l'étanchéité de la boucle géothermale et de l'équilibre des volumes des eaux prélevées et réinjectées. Les contrôles et mesures périodiques prévus par la norme NF-X-10-999 seront également réalisés.

En complément, Archimed Environnement recommande de consigner les niveaux piézométriques et les débits correspondants tous les ans et de procéder à un contrôle de la qualité des eaux souterraines sera effectué sur les paramètres correspondant aux 19 COHV (en lien avec la pollution historique de l'ancien site METAUSEL).

**L'Ae recommande au pétitionnaire de :**

- **se positionner vis-à-vis de la recommandation du bureau d'études et préciser ses engagements ;**
- **préciser quels seront les autres paramètres analysés, en-dehors des 19 COHV ;**
- **préciser quelle sera l'instrumentation du doublet et du circuit de la boucle géothermale ;**
- **préciser à quelle fréquence est prévue le suivi du niveau et de la température de la nappe par le piézomètre réalisé à côté du doublet.**

À cela s'ajoute une surveillance décennale réalisée par une entreprise de forage ou bureau d'étude qualifié et comportant une inspection par vidéo ou toute autre méthode équivalente pour apprécier l'état des ouvrages.

### Incidence quantitative

Le volume d'eau prélevé sera intégralement rejeté ; aucun impact quantitatif sur les eaux souterraines n'est donc attendu.

### Incidences hydraulique et thermique

Le modèle hydraulique a été construit par Archimed Environnement sous FEFLOW, logiciel permettant la schématisation 3D de l'écoulement d'une nappe en tenant compte notamment des échanges entre aquifères superposés et de l'exploitation de la nappe par pompage ou réinjection.

Les données d'entrées correspondent aux données transmises par Solares Bauen pour le doublet du groupe scolaire At Home, et Archimed Environnement a extrapolé le fonctionnement du doublet de la résidence Phario proche à partir des données transmises par le gestionnaire et de son expérience. Les profondeurs et hauteurs des crépines pour le doublet Phario sont issues des données des fiches Infoterre.

Dans le cadre d'une approche sécuritaire, les débits maximums ont été considérés (et non pas les débits moyens mensuels), ainsi qu'une durée de fonctionnement de 24h/24.

La construction du modèle est décrite dans le dossier, avec une description plus détaillée de la méthode de calcul des zones d'emprunt en annexe 11 du dossier.

Il est précisé qu'au vu du doute sur la présence de la couche argileuse, il a été convenu de ne pas la modéliser pour s'assurer que son absence ne serait pas pénalisante pour le doublet.

Les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe ont été déterminées à partir d'un essai de pompage effectué sur le site Metausel et de la bibliographie. L'Ae relève que les valeurs retenues le sont pour l'ensemble de la nappe (données relatives à la partie supérieure également considérées pour la partie inférieure).

Le panache en COHV lié au site Metausel a été considéré.

***L'Ae recommande au pétitionnaire de terminer sa phrase relative à la prise en compte de ce panache : « Il convient de noter également que la représentation du panache en 2021... » (page 82 du dossier).***

L'emprise spatiale du modèle a été déterminée de sorte qu'elle soit supérieure à la zone d'emprunt des ouvrages, qu'elle comprenne le panache de COHV, et que l'emprise aval soit suffisamment éloignée pour mesurer la distance à partir de laquelle le doublet n'influence plus la température de la nappe.

Les zones d'emprunt<sup>28</sup> ont ainsi préalablement été évaluées (pour un débit de 25 m<sup>3</sup>/h et donc supérieur au débit maximal sollicité de 23 m<sup>3</sup>/h). Selon la transmissivité considérée, les dimensions de la zone d'emprunt sont comprises, par approximations et en première approche : entre 127 et 212 m pour x0, entre 799 m et 1331 m pour L, et entre 399 m et 666 m pour l. Il est précisé que la zone d'emprunt calculée par le modèle sera plus petite.

***L'Ae regrette que les dimensions des zones d'emprunt issues des modélisations ne soient pas précisées.***

---

28 zone de forme parabolique, centrée sur le forage, ouverte vers l'amont pour le captage et vers l'aval pour le rejet, caractérisée par les dimensions x0 = distance entre le puits et le sommet parabolique de la ligne de partage des eaux, l = largeur au droit du puits, L = Largeur maximale.



**Figure 8: emprise du modèle** - L'Ae souligne une erreur dans la légende : la limite de la zone d'emprunt du captage est représentée en vert dans le schéma et en noir dans la légende (ce point est à corriger).

Les modélisations ont été réalisées sur 30 ans, durée du titre sollicité.

- **Incidence piézométrique**

Selon les différentes hypothèses relatives au caractéristique de l'aquifère, le rayon d'influence<sup>29</sup> théorique du doublet At Home serait compris entre 34 et 80 m, ce qui est considéré comme négligeable.

Les résultats de la modélisation mettent en évidence, pour le doublet At Home, sur la base d'un débit de 23 m<sup>3</sup>/h :

- un rabattement de 40 cm au droit du captage et une remontée de nappe de 60 cm au droit du rejet ;
- à 5 m des ouvrages : un rabattement de 13 cm et une remontée qui de 18 cm ;
- à partir de 40 m des ouvrages: des effets inférieurs à 5 cm.

Il est précisé que, les bâtiments les plus proches étant à 35 m du doublet, le fonctionnement de celui-ci n'entraînera aucun impact sur les fondations des bâtis environnants. Il en ressort également que le doublet Phario ne sera pas impacté.

Archimed Environnement explique par ailleurs que l'impact du captage est plus faible que celui du rejet dû à la plus grande surface crépinée.

**L'Ae recommande au pétitionnaire d'expliquer comment les effets antagonistes de rabattement et de remontée de nappe s'apprécient au droit et dans les environs du puits contigu prévu pour le doublet At Home.**

Par ailleurs, afin de quantifier les impacts éloignés sur la nappe, Archimed Environnement a implémenté dans le modèle des points d'observations enregistrant les variations piézométriques. La fluctuation piézométrique des points d'observation reste minimale dans l'ensemble, et dans tous les cas inférieure au battement journalier de la nappe.

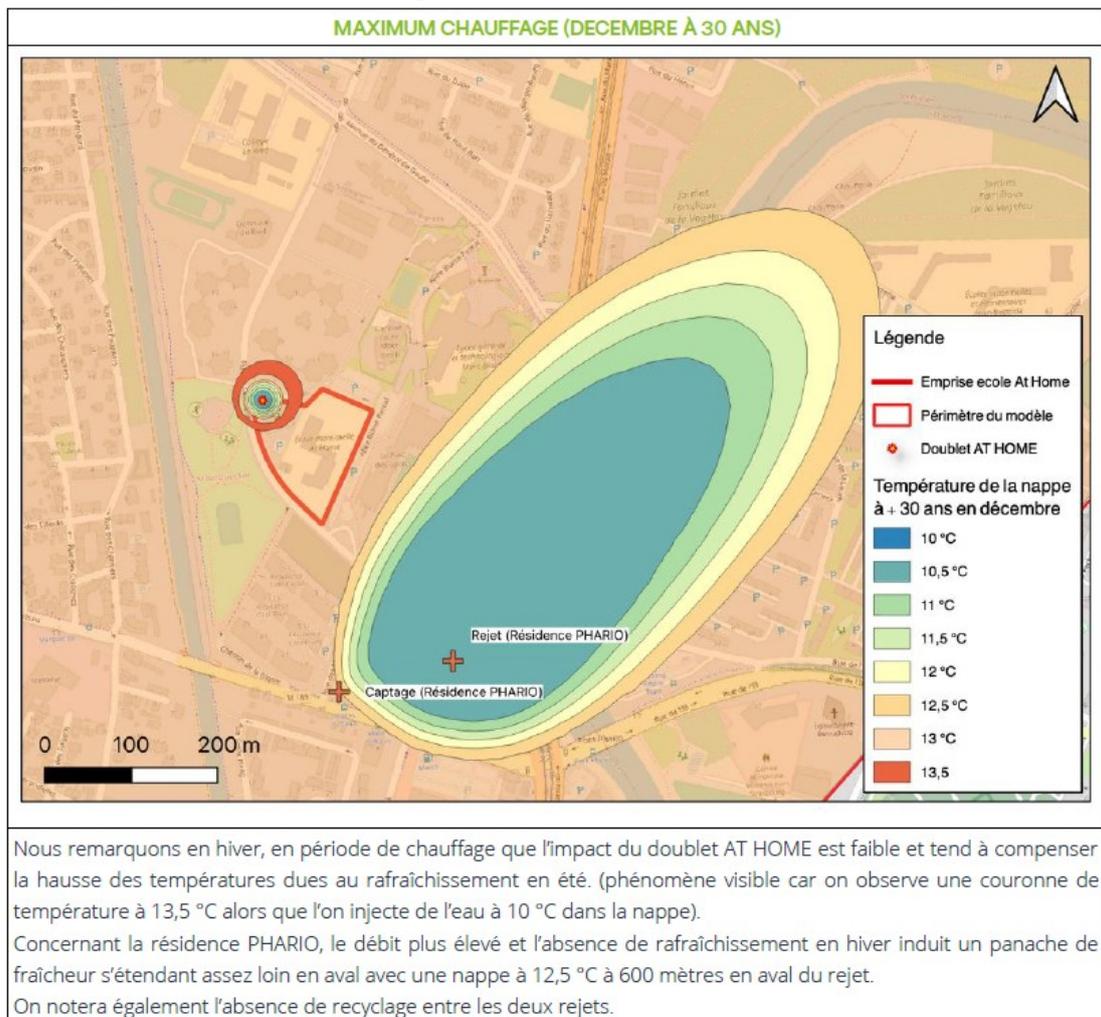
<sup>29</sup> Un pompage dans la nappe se traduit par une dépression de la surface piézométrique (cône) qui est plus ou moins étendue latéralement selon les caractéristiques de l'aquifère. A l'inverse et par effet miroir, le rejet se traduit par un dôme piézométrique. Le rayon d'influence correspond à la distance radiale depuis l'axe d'un puits à la limite de son aire d'influence.

Archimed Environnement a également comparé la courbe piézométrique avec la cote du terrain naturel. L'analyse menée montre que le rejet n'est jamais débordant mais qu'il pourrait amener la nappe à un niveau affleurant en période de cote des plus hautes eaux (CPHE). Par mesure de sécurité, le pétitionnaire s'est engagé à installer une bougie d'arrêt à une profondeur de 30 cm par rapport au terrain naturel, afin de couper l'installation géothermique si le niveau d'eau venait à dépasser ce seuil. Il est précisé que la production serait alors assurée par la chaudière de secours (au sujet de laquelle des éléments ont été demandés supra).

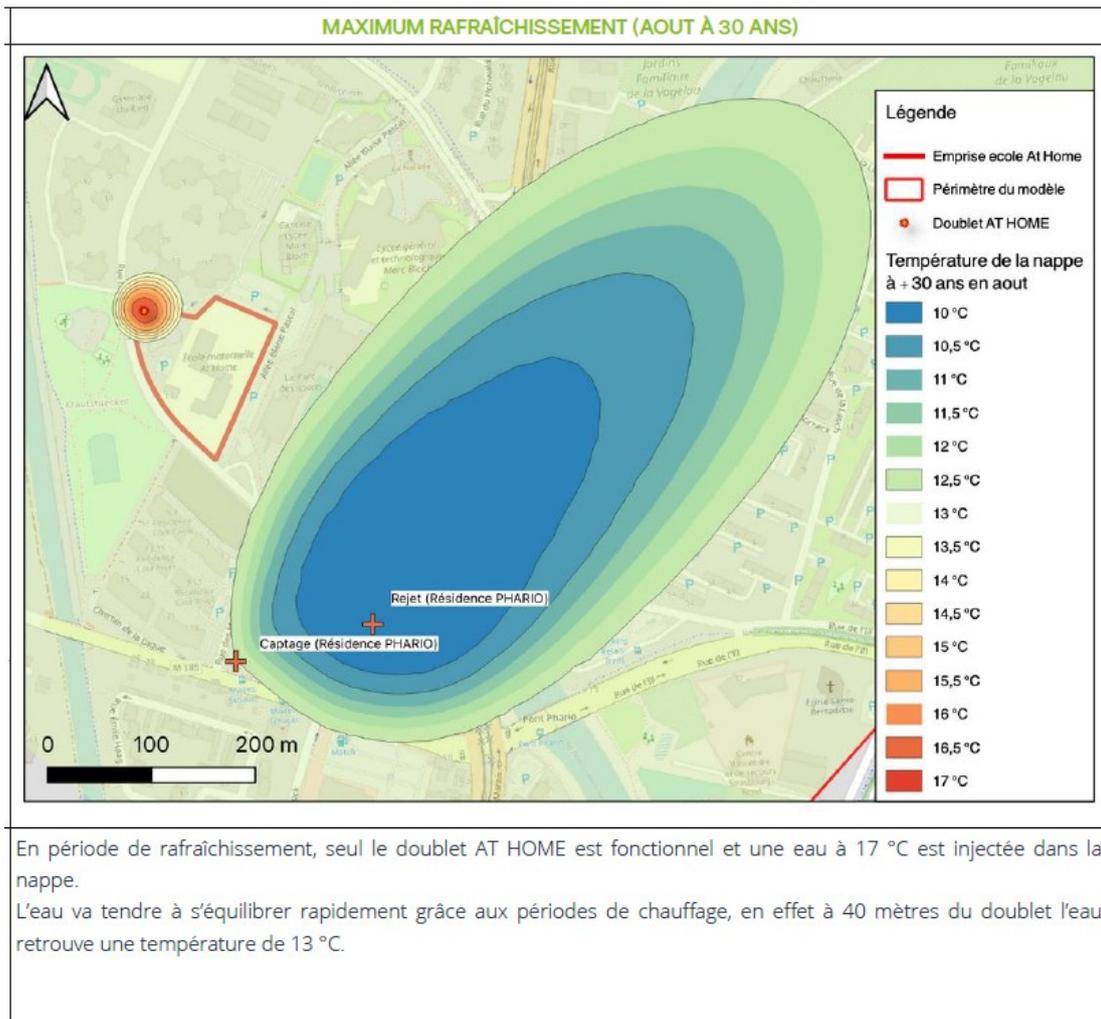
- **Incidence thermique**

Les impacts thermiques ont été appréciés au droit des crépines du rejet pour vérifier l'impact du fonctionnement du doublet sur la nappe. Il est rappelé que la modélisation est sécuritaire avec un fonctionnement 24h/24. Les résultats des modélisations sont représentés ci-après. Ils mettent en évidence l'impact thermique limité du doublet At Home et l'absence d'interaction avec les effets du doublet Phario.

L'Ae note que le fait d'utiliser le doublet At Home à la fois en mode chaud et en mode froid permet de réduire considérablement les impacts thermiques sur la nappe à long terme. De même, cela rend le léger recyclage thermique identifié entre le captage et le rejet At Home maîtrisé et acceptable (d'après l'étude, il resterait inférieur à  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  et serait donc sans incidence sur le fonctionnement de la PAC). **Le doublet At-Home correspond dans les schémas suivants au petit cercle à gauche à l'ouest du captage de la résidence Phario.**



**Figure 9: zones de refroidissement de la nappe en période de chauffage maximum des bâtiments (le projet est repéré par le « petit cercle » à gauche)**



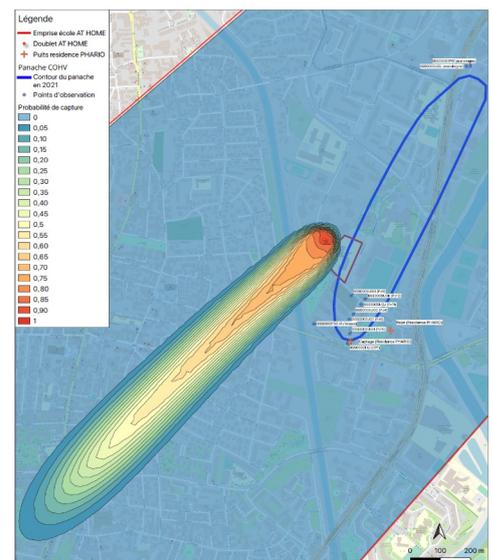
**Figure 10: zones de réchauffement de la nappe en période de rafraîchissement maximum des bâtiments (le projet est repéré par le « petit cercle » à gauche)**

### Zone de capture

Le logiciel FEFLOW a également permis de définir la zone de capture<sup>30</sup> du doublet At Home : celle-ci s'étendrait jusqu'à 1 400 mètres en amont du captage avec une probabilité de capture de 5 % à cette distance.

### Panache COHV

La représentation ci-contre montre que l'emprise du panache est en-dehors de la zone de capture du doublet. Il est par ailleurs rappelé l'engagement du pétitionnaire à réaliser préalablement aux travaux un piézomètre pour confirmer l'absence de pollution au droit du doublet puis pour assurer un suivi de la nappe (niveau et température).



**Figure 11: Zone de capture**

<sup>30</sup> La zone de capture peut se traduire comme étant la zone d'appel du forage, soit une surface dans laquelle une goutte d'eau étant dans cette zone va forcément se diriger vers le forage.

Concernant le rejet, les lignes de courant représentées ci-dessous montrent l'absence d'influence sur le panache de pollution, aucun déplacement ou extension n'est attendu en lien avec le fonctionnement du doublet.

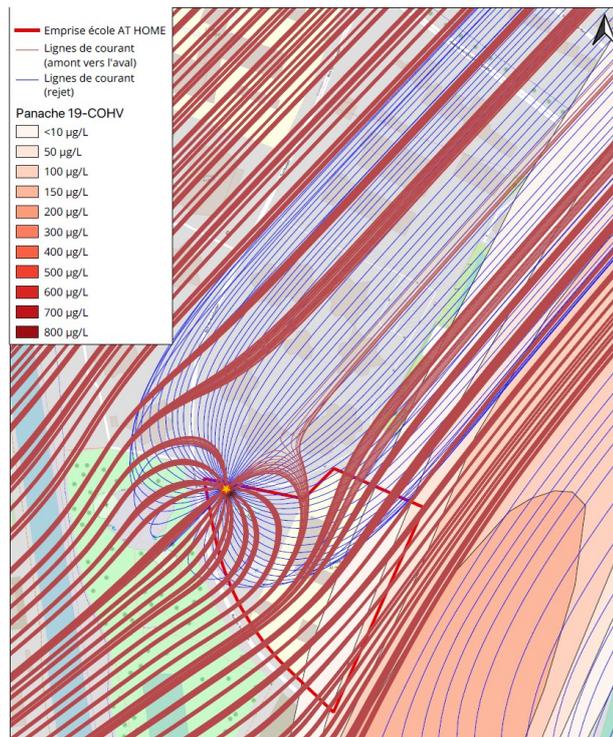


Figure 12: lignes de courant de rejet du projet

### Recyclage hydraulique

Pour déterminer la probabilité que l'eau sortant de la crépine de rejet soit capturée par le captage, deux points d'observation ont été placés, l'un sur le début et l'autre sur la fin de la crépine du rejet du doublet At Home. Les résultats des calculs montrent l'absence de recyclage entre le début des crépines et le captage, mais un léger recyclage (10 %) entre la fin des crépines et le captage. Archimed Environnement considère ce taux de recyclage acceptable.

Ceci explique toutefois le léger recyclage thermique observé au niveau du captage d'At Home ( $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , cf supra).

### Volume d'exploitation (périmètre réservé)

Archimed Environnement indique s'être basé sur la modélisation hydrogéologique réalisée sous FEFLOW pour définir le volume d'exploitation. Les limites de la projection en surface du volume proposé correspondent au quadrilatère à l'intérieur duquel se situe le doublet et contenant :

- en aval du doublet : la distance correspondant au point d'inflexion de la ligne d'emprunt et donc aux lignes de courant qui pourraient être récupérées par le captage, soit 120 m, majoration de sécurité comprise ;
- en latéral du doublet : une distance de 300 m, correspondant à la distance à respecter pour que le doublet At Home ne soit pas impacté par l'implantation d'un doublet de la même configuration que celui de la résidence Phario, situé lui-même à 300 m du doublet At Home ;
- en amont du doublet : la distance correspondant à une probabilité de capture de 5 % du captage soit 1400 m.

L'épaisseur proposée comprend l'ensemble des alluvions du Rhin, soit environ 72 m, entre 134 m NGF et 62 m NGF.

L'Ae relève que la figure 13 indique un périmètre de protection alors qu'il ne lui apparaît pas nécessaire dans le cas présent. L'Ae s'interroge en effet sur la pertinence de fixer des limites pour la protection de l'exploitation proposée.

**L'Ae rappelle que telles limites confèreraient une exclusivité de la ressource au titulaire du permis d'exploitation. De plus, toute installation de géothermie de minime importance y serait également interdite.**

Dans un contexte de développement des énergies renouvelables dont la géothermie, il n'apparaît pas raisonnable de geler la géothermie dans tout cet espace, uniquement pour le fonctionnement du doublet At Home, qui de plus, sans la pollution aux COHV à proximité, aurait fait l'objet d'une simple télédéclaration et ne disposerait même pas de périmètre réservé.

**Ce sujet confirme la nécessité, selon l'Ae, de mener une étude spécifique de l'incidence de la multiplication des projets géothermiques dans le secteur de Strasbourg avec l'ensemble des acteurs concernés (Cf paragraphe 3.1.3 ci-après).**

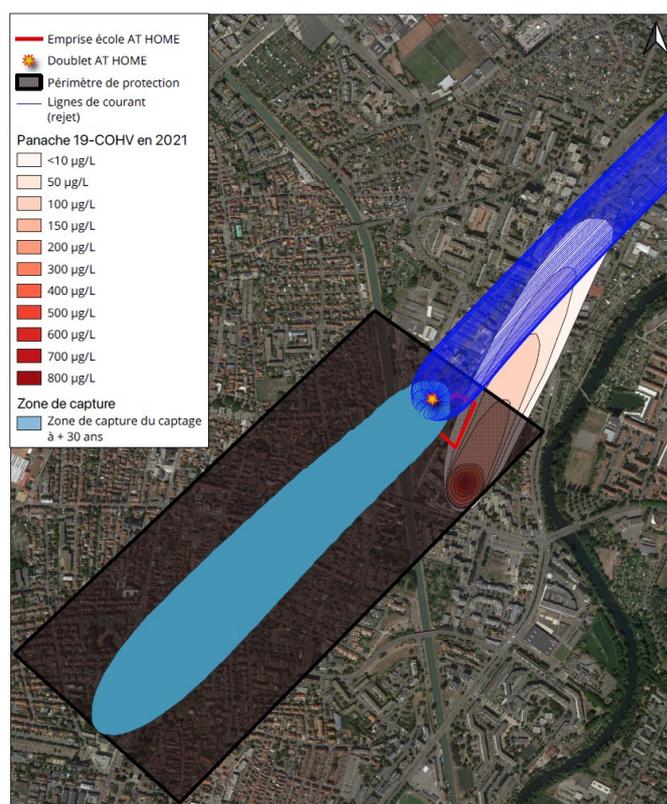


Figure 13: cartographie de synthèse du projet

### Incidence bactérienne

La modification de la température induite par la géothermie peut avoir une influence sur le développement des populations bactériennes. En effet, ce type d'installation peut entraîner une modification des conditions anaérobies, en particulier au point de réinjection (corrosion bactérienne favorisée, modification de la flore bactérienne en favorisant des bactéries méso ou thermophiles<sup>31</sup> au détriment d'un faciès bactériologique plutôt psychrophile ou psychrotrophe<sup>32</sup> au point de réinjection).

Les analyses réalisées dans les ouvrages voisins ont mis en évidence la présence de fer et de manganèse (pouvant entraîner un colmatage bactérien) ainsi que de bactéries ferrugineuses. Cependant, les concentrations mesurées en fer sont inférieures aux valeurs de référence de l'étude du BRGM « Problème du Fer et du Manganèse dans les eaux souterraines en Alsace – 31 Décembre 1982 » et les conditions d'oxydoréduction ne sont pas propices à un développement bactérien. En outre l'ouvrage géothermique voisin est fonctionnel depuis 2009. Archimed Environnement précise que des précautions devront être prises (instrumentation du doublet), mais que le risque apparaît faible.

**L'Ae recommande au pétitionnaire de préciser la nature de l'instrumentation du doublet envisagée comme mesure de précaution vis-à-vis du risque de développement bactérien.**

## **B - Les eaux superficielles**

L'environnement hydrologique du site est caractérisé par la présence des cours d'eau suivants aux alentours :

- le canal de la Marne au Rhin à environ 100 m à l'ouest du site ;
- l'Ill à 250 m à l'Est du site.

Il est indiqué dans le dossier que le site étudié n'est pas en interaction avec le milieu des eaux

31 Bactéries qui vivent dans des milieux à température médiane et chaude.

32 Micro-organisme adapté et capable de survivre à des basses températures, jusqu'à -5 °C.

superficielles et que le projet n'aura aucun impact néfaste sur celles-ci.

L'Ae relève dans le dossier que les eaux issues des pompages nécessaires pour le développement des ouvrages seront rejetées au réseau d'eaux pluviales le plus proche.

***L'Ae recommande au pétitionnaire de préciser le volume concerné.***

Il est précisé qu'un bac décanteur sera mis en place pour éviter la présence de fines dans le réseau et que des analyses seront effectuées sur les eaux en sortie, notamment sur les COHV. La Ville de Bischheim a déjà pris contact avec l'EMS sur ce sujet et a joint les échanges de courriels en annexe 2 du dossier. L'EMS a transmis un formulaire de demande de rejet temporaire à lui retourner 60 jours avant le début du rejet ; les conditions d'acceptation sont consultables dans le règlement d'assainissement collectif.

***L'Ae recommande au pétitionnaire de préciser les systèmes de décantation et de vérification de la qualité de l'eau qui seront mis en place pour les eaux pompées dans la nappe dans le cadre des essais, ainsi que le devenir des eaux météoriques arrivant sur le site.***

***Par ailleurs, l'Ae recommande au pétitionnaire de préciser les solutions envisagées en cas de refus de l'EMS d'accepter les eaux issues des essais dans le réseau d'eaux pluviales.***

### 3.1.3. Effets cumulés

L'inventaire des usages de la nappe à proximité du projet met en évidence essentiellement la présence d'ouvrages de surveillance de l'ancien site Metausel. Seuls deux doublets géothermiques ont été recensés : le doublet de la résidence Phario (captage 45 m / rejet 18 m – 75 m<sup>3</sup>/h – utilisé uniquement pour du chauffage), situé à 300 m au sud-est du projet At Home, ainsi qu'un doublet à 350 m en aval hydraulique du site (captage 11,7 m / rejet 8,7 m).

D'après le dossier, ce dernier n'interagit toutefois pas avec le doublet projeté pour le projet At Home. Quant aux effets hydrauliques et thermiques du doublet Phario sur celui d'At Home et réciproquement, ainsi qu'aux impacts cumulés, ils ont été étudiés dans l'étude d'impact. Archimed Environnement indique que d'après les calculs réalisés, les interactions et effets cumulés sont nuls. Il est précisé que les ouvrages seront équipés de sondes de températures et de niveau d'eau afin de s'assurer de l'absence d'impact sur les milieux et de confirmer les hypothèses prises en compte dans l'étude d'impacts.

***L'Ae recommande au pétitionnaire de préciser les ouvrages qu'il compte équiper de sondes, le suivi qui sera mis en place et les seuils d'alerte.***

L'Ae note la multiplication de projets géothermiques dans le secteur de l'Eurométropole de Strasbourg et s'interroge sur les effets cumulés à plus ou moins long terme sur l'écoulement de la nappe, la qualité de l'eau, la température 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'Eurométropole de Strasbourg sur les eaux souterraines.***

### 3.2. Remise en état et garanties financières

Les conditions de l'arrêt définitif des travaux sont décrites dans le dossier.

Le dossier indique que les travaux de fermeture sont encadrés par les dispositions de l'arrêté du

14 octobre 2016<sup>33</sup>, mais qu'une partie de ces prescriptions n'est pas applicable au projet considéré (géothermie sur nappe à faible profondeur, débit modéré et faible puissance).

Archimed Environnement a ainsi également tenu compte des recommandations de l'arrêté du 11 septembre 2003<sup>34</sup>, qui couvre en général ce type d'ouvrage, ainsi que de celles de la norme NF-X-10-999 précitée. Le forage sera comblé sur toute la hauteur de l'aquifère. Une diaggraphie CBL sera réalisée avant le comblement pour contrôler l'état de la cimentation, pour évaluer la nécessité de combler l'espace annulaire ou non.

L'Ae remarque que les aspects techniques de comblement présentés dans le dossier sont des généralités, qui ne sont pas déclinés pour ce forage. Or cela apparaît d'autant plus important que l'on a affaire à un cas particulier avec ce puits contigu et ses trois bouchons d'argile.

***L'Ae recommande au pétitionnaire de préciser les travaux de remise en état qu'il envisage de faire pour ce forage précisément, avec schéma et/ou coupe à l'appui, en apportant les éléments justifiant qu'ils répondent aux exigences réglementaires qui lui sont applicables et permettront de garantir l'isolation des aquifères dans le temps.***

La question de l'évacuation du fluide frigorigène, des déchets et des produits dangereux n'est pas abordée. ***L'Ae recommande au pétitionnaire de préciser ce qu'il a prévu sur ce sujet.***

L'exploitation des sites géothermiques n'impose pas pour l'instant à l'exploitant la constitution de garanties financières (disposition applicable à partir de 2024). La réglementation impose cependant de prouver sa capacité financière y compris concernant la remise en état du site.

Le dossier précise que les coûts d'abandon et de comblement du forage représentent un montant d'environ 22 000 euros HT, pris en compte dans l'estimation financière du projet (cf tableau 14 du dossier), et donc compatibles avec les capacités financières du Maître d'Ouvrage.

### 3.3. Résumé non technique

Conformément aux dispositions de l'article R.122-5 du code de l'environnement, le dossier comprend un résumé de l'étude d'impact présentant le projet (contexte, localisation, caractéristiques, programmation, avantage de la géothermie comme énergie renouvelable non émettrice de gaz à effet de serre, justification de la solution retenue pour l'ouvrage de rejet), sa compatibilité avec la réglementation, un état initial succinct du site et de son environnement, les effets du projet ainsi que, le cas échéant, les mesures envisagées pour y remédier. Les effets cumulés avec d'autres projets connus sont également abordés.

***L'Ae recommande de compléter le résumé non technique par des schémas permettant à tout public, y compris non averti, de comprendre le projet et de manière générale le principe de la géothermie sur nappe.***

## 4. Analyse de la qualité de l'étude de dangers

Les travaux liés aux forages géothermiques ne sont pas assujettis à étude de dangers.

METZ, le 28 mars 2023

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

Jean-Philippe MORETAU

33 Arrêté ministériel du 14 octobre 2016 relatif aux travaux de recherches par forage et d'exploitation par puits de substances minières.

34 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.