

Concept énergétique « Strassen 2030 »
Forages géothermiques en profondeur
À Strassen

DOSSIER DE PRÉSENTATION POUR ANALYSE DU
BESOIN ÉVENTUEL D'UNE ÉVALUATION DES INCIDENCES
SUR L'ENVIRONNEMENT

Mars 2025

Réf. : 35 013 -3



TABLE DES MATIÈRES

PRÉAMBULE	4
I. CARACTÉRISTIQUES DU PROJET	6
1. Informations générales sur le projet.....	6
1.1. Identification de l'établissement.....	6
1.2. Personnes de contact	6
1.3. Nature de l'exploitation.....	7
1.4. Emplacement de l'établissement.....	7
2. Dimension du projet.....	9
2.1. Implantation générale.....	9
2.2. Description générale et caractéristiques physiques de l'exploitation	10
2.3. Description générale du concept énergétique.....	11
2.4. Chantier.....	14
3. Cumul avec d'autres projets.....	16
4. Utilisation des ressources naturelles.....	17
5. Production des déchets.....	18
6. Pollution et nuisances potentielles	19
6.1. Émissions atmosphériques et odeurs	19
6.2. Rejets dans l'eau et risques de pollution de l'eau.....	19
6.3. Rejets dans le sol et risques de pollution du sol et du sous-sol.....	20
6.4. Émissions acoustiques et vibrations.....	20
6.5. Rayonnement non ionisant	20
7. Risques d'accidents, notamment par les substances et technologies mises en œuvre.....	21
7.1. Risques relatifs à la sécurité.....	21
7.2. Risques environnementaux	21
II. SENSIBILITÉ ENVIRONNEMENTALE DU PROJET	22
1. Occupation des sols existants	22
2. Richesse relative, qualité et capacité de régénération des ressources naturelles de la zone.....	23
3. Capacité de charge de l'environnement naturel de la zone.....	25
III. CARACTÉRISTIQUES DE L'IMPACT POTENTIEL	28
1. Étendue de l'impact.....	28
1.1. Description des alentours	28
1.2. Impact engendré par les rejets dans l'air	29
1.3. Impact sur l'eau	30
1.4. Impact sur le sol et le sous-sol	30
1.5. Impact engendré par les émissions de bruit et de vibrations	31
1.6. Impact relatif au rayonnement non ionisant	31



1.7. Impact relatif au rayonnement lumineux	31
1.8. Impact en matière de déchets	31
1.9. Impact sur la flore et la faune	32
1.10. Impact sur les infrastructures de transport.....	32
1.11. Impact sur le paysage.....	32
1.12. Impact sur le bien matériel.....	33
1.13. Impact sur le patrimoine culturel et architectural.....	33
2. Nature transfrontalière de l'impact.....	34
3. Ampleur, complexité et probabilité de l'impact.....	34
4. Durée, fréquence et réversibilité de l'impact.....	35
IV. RÉCAPITULATIF	37
V. ANNEXES.....	38



PRÉAMBULE

Dans le cadre des mesures de transformations urbanistiques prévues en relation avec le projet « Strassen 2030 », il est prévu d'une part, de réaménager le centre de la localité de façon à renforcer son rôle de centre urbain et d'autre part, de libérer des zones de développement pour créer de nouvelles infrastructures scolaires et parascolaires. En plus des adaptations prévues pour certaines infrastructures existantes, plusieurs nouvelles constructions sont envisagées afin de répondre aux besoins futurs des services communaux.

À l'heure actuelle, l'ensemble des bâtiments existants sont encore alimentés par un réseau de chauffage urbain approvisionné par deux chaudières à gaz installées au niveau de la centrale énergétique existante, dans l'ancien hall sportif. Conscients des enjeux cruciaux de la transition énergétique, les responsables communaux ont décidé de réorienter l'approvisionnement actuel vers une solution plus durable avec une empreinte carbone nettement réduite. Le concept visé se distingue sur une diminution des émissions de gaz à effet de serre en remplaçant les énergies fossiles par des sources majoritairement renouvelables.

Ainsi, le concept d'approvisionnement thermique sera basé sur le maintien du réseau de chaleur existant, mais alimenté à partir de deux nouvelles installations de production centralisées (a priori localisées au sein de la centrale énergétique actuelle afin de profiter, le cas échéant, des installations existantes en vue d'une optimisation des coûts et d'assurer la possibilité d'une éventuelle redondance / complémentarité).

Cette nouvelle centrale énergétique prévoit d'exploiter au maximum l'énergie géothermique en provenance de deux champs de sondes géothermiques. En plus du réseau de chaleur existant, qui sera alimenté par la nouvelle centrale, il est prévu d'installer une boucle d'anergie sur laquelle vont se raccorder les unités de production thermique et qui permettra également le rafraîchissement estival direct des infrastructures raccordées ou une récupération de l'énergie fatale issue d'une production active de froid.

Sur base du concept de planification actuel, il est prévu de réaliser environ 410 forages géothermiques et de les répartir sur 2 champs distincts. Il ne s'agit pour l'instant que d'une estimation, le nombre de forages pouvant encore varier en fonction des résultats obtenus lors des tests des forages de reconnaissance. Au total, la puissance d'absorption thermique des sondes s'élève à environ 1,3 MW.

La réalisation des forages est planifiée pour être effectuée en 2 phases : la phase 1, où les sondes seront principalement installées sous le bâtiment de la nouvelle école « Am Kaer » (début 2026), et la phase 2, qui sera réalisée au moment de la réfection du terrain de sport synthétique, et où les sondes seront placées en dessous du terrain de sport (période 2029-2030).

Une demande pour la réalisation de 2 forages préliminaires a été introduite auprès de l'Administration de la gestion de l'eau pour faire deux « Geothermal Response Test » sur deux autres parcelles de l'infrastructure communale, et serviront de base afin de déterminer les paramètres requis pour finaliser la conception de l'installation. La demande est enregistrée auprès de l'AGE sous la référence EAU-AUT-24-1175.



La profondeur des forages a été fixée à 70 m suivant le premier avis de concertation avec l'AGE. Dans le cadre de la demande d'autorisation relative aux forages de reconnaissance, la société en charge de la réalisation de ces forages a pu échanger avec l'AGE, qui s'est déclarée prête à réaliser ces forages test jusqu'au niveau du Grès du Luxembourg, et le cas échéant, de fixer des profondeurs finales alternatives des sondes en fonction des résultats et reconnaissances géologiques locales obtenus. La surveillance des travaux liés aux forages de reconnaissance sera assurée par un expert géologue et le cas échéant de l'AGE.

Les forages géothermiques en profondeur d'une puissance d'absorption thermique totale des sondes supérieures à 30 kW sont concernés par la rubrique 78 de l'*Annexe IV : Liste des projets soumis au cas par cas à une évaluation des incidences du règlement grand-ducal modifié du 15 mai 2018 établissant les listes de projets soumis à une évaluation des incidences sur l'environnement*.

Dès lors le projet tombe sous les dispositions de l'Article 4 de la *loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement* dans le cadre duquel une vérification préliminaire est à effectuer par l'autorité compétente (membre du Gouvernement ayant l'Environnement dans ses attributions) pour décider si un rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE) avec enquête publique est requis.

Le présent 'dossier Screening' présente ainsi le projet selon les exigences de l'Article 4 et les critères de l'*Annexe II : Informations à fournir dans le cadre de la vérification préliminaire* de la loi modifiée du 15 mai 2018, afin de permettre à l'autorité compétente, de statuer si le projet est susceptible d'avoir des incidences notables sur l'environnement et de requérir, le cas échéant, la réalisation d'une EIE, ou si ceci n'est pas le cas de statuer qu'une EIE n'est pas requise (décision de détermination de l'autorité compétente). Le 'dossier Screening' tient également compte du contenu de l'*Annexe I : Critères de sélection visés à l'Article 3* de la loi modifiée du 15 mai 2018.

Il est à noter que le présent 'dossier Screening' se rapporte exclusivement aux forages géothermiques en profondeur prévus pour l'alimentation en énergie thermique du réseau de chauffage de l'infrastructure communale de Strassen.



I. CARACTÉRISTIQUES DU PROJET

1. Informations générales sur le projet

1.1. Identification de l'établissement

Nom : Concept énergétique « Strassen 2030 »
Forages géothermiques en profondeur

Localité / Commune : Strassen

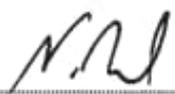
1.2. Personnes de contact

Maître de l'Ouvrage : ADMINISTRATION COMMUNALE DE STRASSEN
1, Place Grande Duchesse Charlotte
L - 8041 STRASSEN
Tél. : 31 02 62 1
Courriel : reception@strassen.lu

Demandeur : ENERGIE ET ENVIRONNEMENT S.A.
(et correspondance) 15, rue d'Epéray
L - 1490 LUXEMBOURG
Tél. : 22 46 23
Courriel : info@enerenvi.lu

Accord du Maître de l'Ouvrage sur le contenu du présent dossier de présentation :

(lieu et date)



(signature)



1.3. Nature de l'exploitation

Le présent dossier se rapporte à la mise en œuvre de forages géothermiques en profondeur dont la puissance d'absorption thermique totale des sondes est supérieure à 30 kW, dans le cadre du concept d'approvisionnement énergétique du réseau de chauffage de l'infrastructure communale de Strassen.

De plus amples informations sont fournies en partie I) *Caractéristiques du projet*, § 2. *Dimension du projet*.

1.4. Emplacement de l'établissement

Les forages géothermiques en profondeur, objets de ce dossier, seront réalisés sur la parcelle située :

Lieu-dit : Place Grande Duchesse Charlotte
L – 8041 STRASSEN

Le terrain de l'infrastructure communale, avec les 2 sites prévus d'accueillir les forages géothermiques, est enregistré à l'Administration du Cadastre et de la Topographie sous les numéros suivants :

Commune	Section	N° parcelle	Contenance
STRASSEN	A de STRASSEN	299/3627	01a 61ca
		302/2889	02a 23ca
		302/2891	25ca
		302/3885	13ca
		302/3886	01a 76ca
		302/3887	01a 89ca
		302/3888	96ca
		441/3058	48ca
		441/3059	01a 06ca
		447/3825	7ha 58a 26ca
		452	22a 90ca
		454/3057	24ca
		454/3677	03a 85ca
		454/3678	14ca
		455/3054	03a 03ca
		455/3679	02a 17ca
		455/3680	14ca

Les forages en profondeur des phases 1 et 2 sont prévus d'être réalisés en totalité sur la parcelle n° 447/3825.

Les coordonnées LUREF des deux sites, où se situeront les forages, sont reprises dans le tableau ci-dessous :

Phase	LUREF Est	LUREF Nord	LUREF H
Phase 1	73028 E	75924 N	301,38 m
Phase 2	72990 E	75811 N	299,01 m

Aucune autre commune ne se situe à une distance minimale à vol d'oiseau inférieure à 200 m du site du projet.

La distance par rapport à la frontière la plus proche (Belgique) est d'environ 12 kilomètres à l'ouest.

Le site du projet n'est ni concerné par une zone protégée d'intérêt communautaire du réseau Natura 2000 (zones spéciales de conservation ('Habitats Natura 2000')) ni par une zone de protection spéciale ('Zones de protection des oiseaux Natura 2000').

Le site du projet ne se situe pas dans une zone de protection d'eau potable.

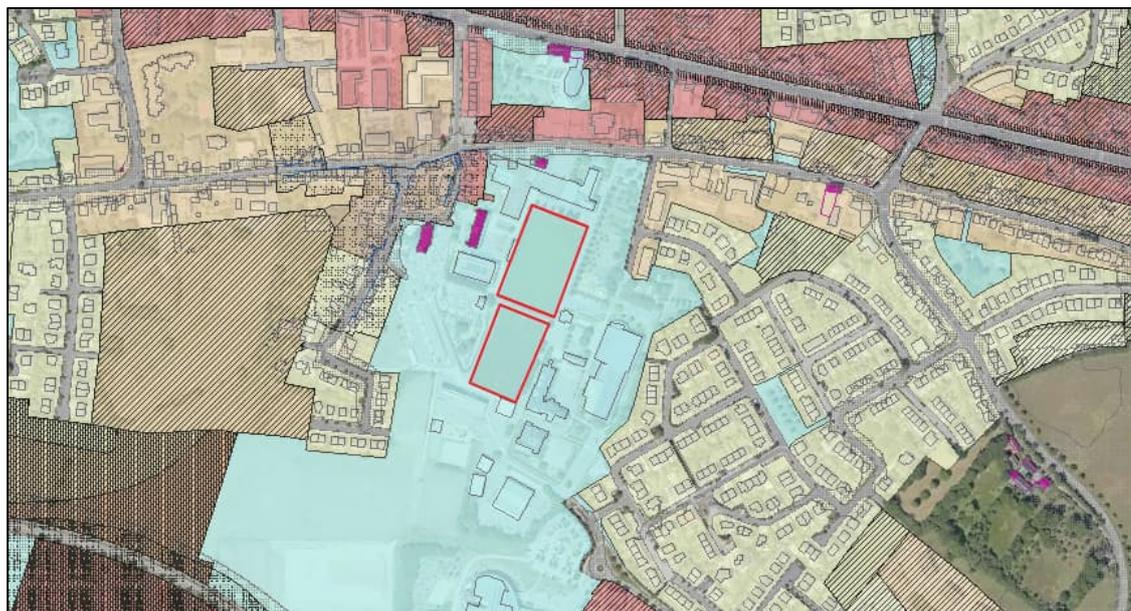


Fig. 1: Extrait du PAG de la commune de Strassen en vigueur de la zone

D'après le plan d'aménagement Général (PAG) de la commune de Strassen, le terrain prévu pour accueillir les forages géothermiques est situé en « zone de bâtiments et d'équipements publics [BEP] ».

Le site jouxte une zone d'habitation (type 1 et type 2) à l'est et à l'ouest, une zone mixte urbaine au nord ainsi qu'une autre zone de bâtiments et d'équipements publics au sud.

2. Dimension du projet

2.1. Implantation générale

L'implantation générale des forages géothermiques projetés est également reprise sur les plans joints en annexe.

Les forages géothermiques en profondeur sont prévus dans le cadre du réaménagement de l'approvisionnement énergétique du réseau de chauffage de l'infrastructure communale de Strassen, et plus particulièrement dans le cadre de l'alimentation en chauffage et eau chaude sanitaire des divers bâtiments (écoles, hall sportif, divers autres bâtiments communaux).

Ils seront réalisés sur deux terrains distincts, actuellement occupés tous les deux par un terrain de sport.

La situation topographique de l'établissement est reprise ci-dessous. Un extrait détaillé de la carte topographique (à l'échelle 1/10.000^e) est également joint en annexe.

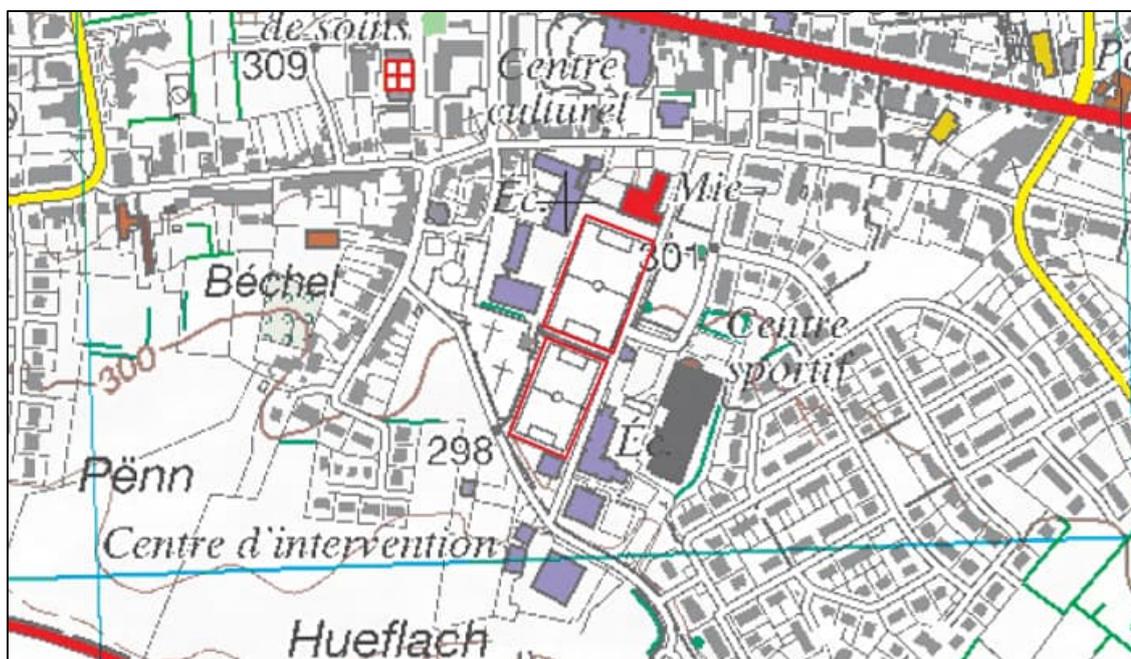


Fig. 2 : Situation topographique de la zone

L'implantation générale de l'infrastructure communale projetée est reprise sur le plan d'urbanisation joint en annexe.



2.2. Description générale et caractéristiques physiques de l'exploitation

Dans le cadre des mesures de transformations urbanistiques prévues en relation avec le projet « Strassen 2030 », le concept d'approvisionnement thermique de l'infrastructure communale de Strassen sera basé sur le maintien du réseau de chaleur existant, mais alimenté par une nouvelle centrale énergétique, prévoyant d'utiliser au maximum l'énergie géothermique. La production de chaleur de cette centrale sera assurée par deux pompes à chaleur géothermiques eau/sol, dont la puissance d'absorption thermique maximale des sondes sera d'environ 1,3 MW.

En ce qui concerne les fonctionnalités techniques, il s'agira notamment de forages géothermiques comprenant des tubes échangeurs de chaleur (sondes) couplés à deux pompes à chaleur eau/sol installées à proximité de la centrale énergétique existante.

Au stade de planification actuel, il est prévu de réaliser les forages en 2 phases distinctes, chaque phase ayant son propre champ de sondes. Des études sont encore en cours visant une réduction éventuelle du nombre de sondes (optimisation en fonction du résultat des forages tests de reconnaissance). Le plan d'implantation reprenant le positionnement projeté des sondes est repris en annexe.

Phase 1 : Champ de sondes situées en dessous de l'école « Am Kaer »

Les sondes de la phase 1 seront principalement installées sous le bâtiment projeté de la nouvelle école « Am Kaer ». Afin de pouvoir utiliser un nombre maximal de sondes sur ce site, la cour de récréation a également été prise en compte pour une éventuelle implantation de sondes. Environ 200 forages sont prévus d'être réalisés lors de cette phase.

Les travaux de forages pour cette phase sont planifiés pour début 2026.

Phase 2 : Champ de sondes situées en dessous du terrain de sport

Le 2^e champ de sondes sera réalisé au moment de la réfection du terrain de sport synthétique. Dans cette optique, les sondes seront ainsi placées en dessous du terrain de sport qui sera maintenu sous sa forme actuelle. Environ 210 forages sont prévus d'être réalisés lors de cette phase.

La réalisation des forages pour cette phase est planifiée dans la période 2029-2030.

Forages de reconnaissance :

Par ailleurs, une demande pour la réalisation de 2 forages préliminaires a été introduite auprès de l'Administration de la gestion de l'eau (AGE) pour faire deux « Geothermal Response Tests » sur deux autres parcelles du site, qui serviront de base afin de déterminer les paramètres requis pour finaliser la conception de l'installation. La demande est enregistrée au sein de l'AGE sous la référence EAU-AUT-24-1175.

Ces forages de reconnaissance seront prévus près de l'aire de jeux existante à l'est du terrain de football de la phase 1, et en limite de l'autre terrain de football de la phase 2 à l'ouest. Le plan 2900-FAI-GRO-RDC-003 du bureau *Beissel & Ruppert Engineering and Consulting s.à r.l.* reprend les localisations précises de ces forages.



Le « Geothermal Response Test » sert à déterminer in situ et de manière très précise les propriétés du sol (conductivité, résistance thermique du forage) moyennant la mise en œuvre d'une sonde géothermique, d'une pompe de circulation, d'un élément chauffant ainsi que de sondes enregistrant les températures aller et retour. Il permet ainsi d'optimiser le dimensionnement de l'installation de géothermie (nombre, profondeur des sondes géothermiques).

La profondeur des forages a été fixée à 70 m suivant le premier avis de concertation avec l'AGE. Dans le cadre de la demande d'autorisation relative aux forages de reconnaissance, la société en charge de la réalisation de ces forages a pu échanger avec l'AGE, qui s'est déclarée prête à réaliser ces forages test jusqu'au niveau du Grès du Luxembourg, et de fixer des profondeurs finales alternatives des sondes en fonction des résultats et reconnaissances géologiques locales obtenus. Cette surveillance sera assurée par un géologue de la société de forage et le cas échéant, de l'AGE.

L'entreprise Ehlen a été désignée par le Maître de l'Ouvrage pour la réalisation des forages de reconnaissance.

2.3. Description générale du concept énergétique

La présente description du concept énergétique est basée sur l'étude 'Energiekonzept Stroosen 2030 – Abschlussbericht' élaborée par les bureaux d'études *Beissel & Ruppert Engineering and Consulting* et *Amstein + Walthert*.

Le concept pour l'alimentation en énergie de l'infrastructure communale de Strassen repose sur une utilisation maximale des solutions de pompe à chaleur. Plusieurs variantes, autres que le recours à la géothermie, ont été analysées :

- Installation d'une pompe à chaleur air/eau pour chaque bâtiment ;
- Installation d'une pompe à chaleur air/eau décentralisée avec production d'eau glacée pour les nouveaux bâtiments ;
- Pompe à chaleur centralisée avec sondes géothermiques ;
- Pompe à chaleur centralisée avec sondes géothermiques et utilisation de l'air extérieur ;
- Chaudière centralisée à granules de bois ('Holzpellet').

Les besoins en puissance thermique dans le périmètre de l'étude sont estimés à 1,5 MW à la fin de son développement. En tenant compte d'un facteur de simultanéité de 0,85, car tous les bâtiments n'auront pas un besoin d'une puissance en même temps, les pompes à chaleur doivent alors fournir au maximum 1,3 MW.

Pour pouvoir exploiter les sondes avec un groupe de deux pompes à chaleur installées dans une centrale, il faudra relier les deux champs de sondes avec la centrale via un réseau d'anergie. Il devient ainsi plus avantageux de se limiter à deux grands champs au centre du périmètre et de renoncer à une installation répartie sur plusieurs petites surfaces. En prenant en compte également en considération les surfaces des cours de récréation de la garderie, les deux champs de sondes seront suffisants pour couvrir les besoins du périmètre.

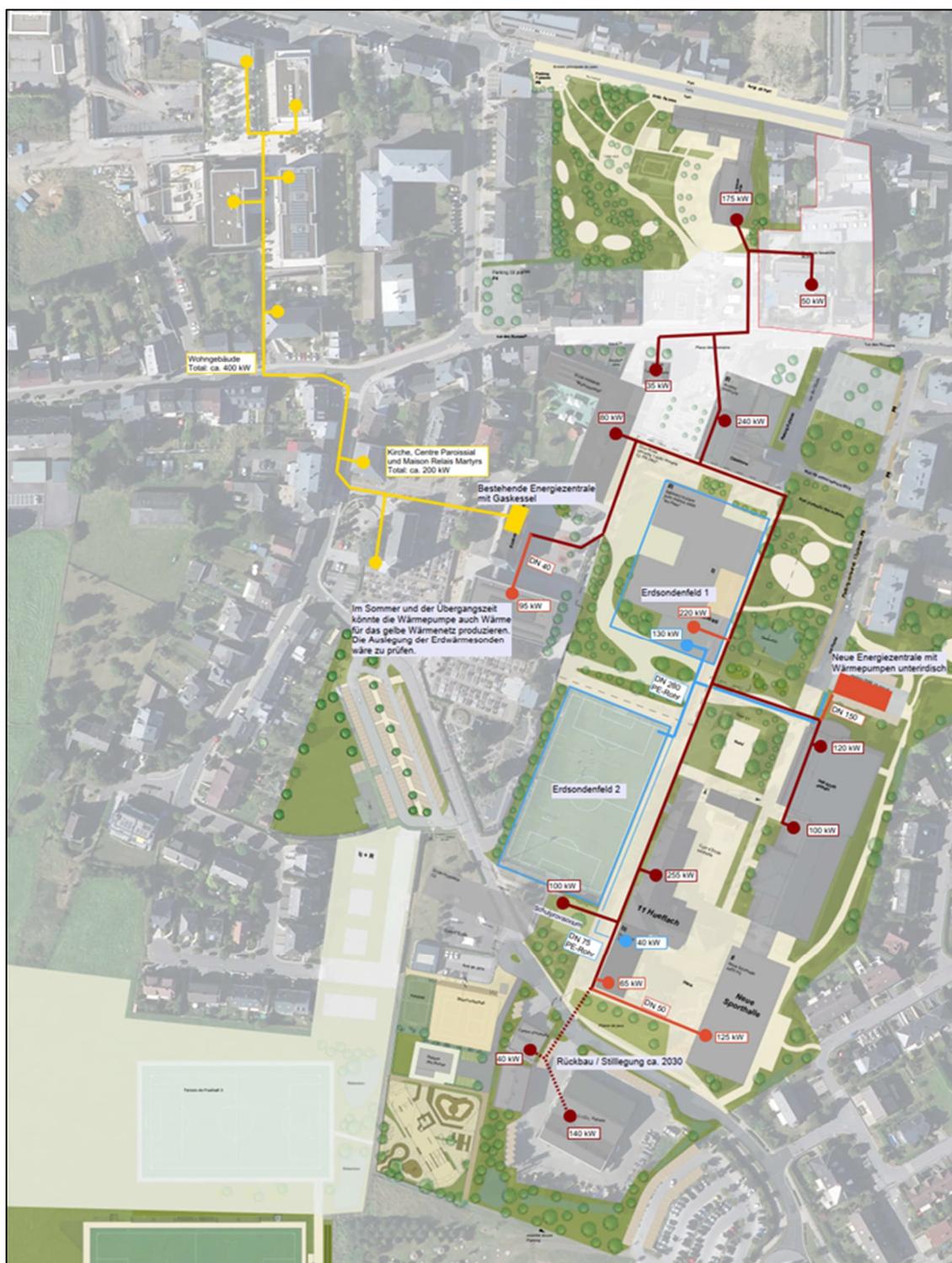


Fig. 3 : Réseau énergétique projeté pour les infrastructures communales de Strassen

La centrale énergétique existante fonctionnant au gaz, alimentant actuellement une partie des habitations, la maison relais des Martyrs, l'église et le centre paroissial, restera en place telle quelle.



La nouvelle centrale énergétique avec les pompes à chaleur eau/sol sera située à proximité du hall sportif existant, à l'est du site. De nouvelles conduites seront créées à partir de cette centrale pour d'une part, être raccordées aux conduites du réseau de chaleur urbain existant, et d'autre part, former le circuit relatif aux sondes.

Les réseaux de chaleur alimenteront les bâtiments suivants avec les besoins de puissance thermique estimés comme suit :

Réseau de chaleur	Bâtiment alimenté	Besoins maximaux en chaleur estimés
Existant (gaz)	Habitations	400 kW
	Église	200 kW
	École existante des Martyrs	
	Centre Paroissial	
Nouveau (géothermie)	Hall sportif existant	220 kW
	Nouveau hall sportif	125 kW
	C.I.G.L. Kopstal	140 kW
	Centre d'Incendie	40 kW
	École C4	65 kW
	École existante	255 kW
	Nouveau bâtiment scolaire « Am Kaer »	220 kW
	École existante Ben Heyart	95 kW
	École existante Blumenwiss	80 kW
	Café	35 kW
	Commune	240 kW
	BCEE (à l'étude)	50 kW
Nouveau bâtiment	175 kW	
Total		2.340 kW

Le nombre de sondes géothermiques de 410 forages au total (200 en phase 1, 210 en phase 2) ne représente pas le nombre définitif de sondes à installer. Il s'agit plutôt d'une approche capacitaire permettant d'évaluer et visualiser le nombre de sondes pouvant être mises en œuvre sous les ouvrages.

La profondeur des forages a été fixée à 70 m suivant le premier avis de concertation avec l'AGE. Dans le cadre de la demande d'autorisation relative aux forages de reconnaissance, la société en charge de la réalisation de ces forages a pu échanger avec l'AGE, qui s'est déclarée prête à réaliser ces forages de test jusqu'au niveau du Grès du Luxembourg, et de fixer des profondeurs finales alternatives des sondes en fonction des résultats et reconnaissances géologiques locales obtenus. Cette surveillance sera assurée par les experts de la société de forage et de l'AGE.

Afin d'assurer la pérennité du réseau de chaleur qui s'appuie sur la géothermie (assurer à long terme une efficacité stable de la puissance d'absorption thermique des sondes géothermiques), une régénération saisonnière est nécessaire et sera prévue, soit par utilisation du geocooling au niveau des nouveaux bâtiments, soit par une régénération active par un échangeur air/eau.



Les paragraphes 4.2.1 et 4.2.2 de l'étude de faisabilité du bureau *Beissel & Ruppert Engineering and Consulting s.à r.l.* reprennent des informations plus détaillées sur la régénération.

2.4. Chantier

Dans le cas présent, il est important de préciser que la réalisation des forages géothermiques s'intègre dans le planning de développement et de réalisation générale des travaux d'infrastructure pour la construction des nouveaux bâtiments du site communal, qui sont prévus en plusieurs phases.

Les forages géothermiques en profondeur seront réalisés de manière décentralisée en deux grandes phases de chantier. Il n'est pas prévu de réaliser l'ensemble des forages géothermiques en une seule phase de travail. Le chantier pour la réalisation des forages géothermiques en profondeur décrits dans ce dossier s'apparente donc plutôt à deux chantiers de forages géothermiques en profondeur successifs et étalés sur une période allongée d'environ 4-5 ans (de 2026 à 2030), qui sont fonction du développement des travaux d'infrastructure pour la construction de la nouvelle école « Am Kaer » et de la réfection du terrain de sport.

Le phasage de développement et de réalisation des travaux de réalisation des forages géothermiques en profondeur se présente, au stade actuel de planification, comme suit :

- Phase 1 – à partir de début 2026 :
Réalisation des travaux de mise en place du nouveau réseau de chaleur et raccordement aux conduites du réseau de chaleur existant
Aménagement de la centrale énergétique
Réalisation des travaux de terrassement en vue de la construction de la nouvelle école « Am Kaer », ainsi que des forages géothermiques en profondeur au niveau de ces lots (ordre de grandeur du nombre de forages : 200)
- Phase 2 – années 2029 – 2030 :
Réfection du terrain de sport synthétique
Réalisation des forages géothermiques en profondeur en dessous du terrain (ordre de grandeur du nombre de forages : 210)

Les durées respectives des travaux des deux phases pour la réalisation des forages géothermiques en profondeur ne sont pas encore connues, mais ces travaux s'intégreront dans le phasage de développement général du projet « Strassen 2030 ».

Le nombre de foreuses prévues d'être présentes sur le site n'est pas connu au moment de l'élaboration du présent dossier. Les travaux pour la mise en œuvre des forages géothermiques ainsi que la mise en place des installations de distribution (réseau d'anergie) seront à coordonner en fonction de la réalisation des excavations et de la réalisation des structures des fondations des bâtiments. Le nombre exact d'engins de forage ne pourra donc être déterminé qu'ultérieurement.



La méthodologie qui sera d'application est décrite comme suit :

« Spülbohrverfahren:

Im Spülbohrverfahren wird durch den Einsatz einer Hochdruckpumpe ein Spülstrom aus Trinkwasser in der Bohrung aufgebaut. Dieser dient dazu, das durch den Bohrmeißel gelöste Bohrgut zu Tage zu fördern. Evtl. anfallendes Grundwasser vermischt sich mit dem Spülstrom und wird ebenfalls zu Tage gefördert. Lockerschichten werden durch den Spülstrom oder vorübergehende Hilfsverrohrung gesichert.

Ringraumverfüllung:

Die Ringraumverfüllung erfolgt nach VDI 4640, sofern im Erlaubnisbescheid nicht anders gefordert mit Füllbinder L-Hs. Im Falle von Klüftigkeiten oder sulfathaltigen Gesteinen wird die Suspension durch schnell quellende Tone oder Quarzsand angereichert.

Bohrgutentsorgung:

Grundsätzlich wird versucht, das Bohrgut in einem eigens dafür angelegten Schlammloch auf dem Grundstück versickern zu lassen. Ist dies aufgrund der baulichen Situation nicht möglich, wird alternativ der Abtransport des Bohrgutes mittels Absetzcontainern angestrebt. Das überschüssige Bohrwasser wird ebenfalls versucht auf dem Grundstück zu versickern. Ist dies nicht möglich oder ausreichend, muss seitens der Bauherrschaft eine Einleitgenehmigung bei dem zuständigen Abwasserwerk erwirkt werden. »



3. Cumul avec d'autres projets

Les projets ayant un effet cumulatif potentiel avec les forages géothermiques durant la phase de chantier correspondent en principe au chantier de construction du nouveau bâtiment de la maison relais « Am Kaer » en lui-même.

Des installations de géothermie en exploitation d'autres projets de forages géothermiques en profondeur situées à proximité immédiate du projet, et qui pourraient avoir des effets cumulatifs ne sont pas connues.



4. Utilisation des ressources naturelles

Les ressources naturelles utilisées ou concernées par le projet de géothermie sont essentiellement le sous-sol et les eaux souterraines de façon indirecte, au travers de leur capacité de stockage et d'extraction thermique.

Dans le cadre de la phase 1, les forages seront réalisés sur un terrain actuellement occupé par un terrain de sport qui sera urbanisé dans le cadre de la construction de la nouvelle maison relais. Comme les sondes seront mises en œuvre en majeure partie en dessous du futur bâtiment projeté, l'utilisation supplémentaire de terres est quasiment nulle.

De même, dans le cadre de la phase 2, les forages seront réalisés sur un terrain également occupé par un terrain de sport. Le champ de sondes sera mis en place au moment de la réfection de ce terrain. Les sondes seront placées en totalité sous le terrain, qui sera maintenu sous sa forme actuelle, l'utilisation supplémentaire de terres est alors quasiment nulle.

La localisation de la centrale énergétique n'est pas encore entièrement définie (soit en souterrain, soit en aérien). Le choix final sera majoritairement conditionné par le type de fluide frigorigène retenu et des conditions réglementaires qui s'imposeront en fonction de celui-ci.

La réalisation des forages géothermiques en soi ne provoque pas la destruction de biotopes et d'habitats protégés. De plus amples informations relatives à cet aspect sont données sous *II.2 Biotopes et habitats*.

L'implantation de l'infrastructure communale de Strassen est concernée par la sous-zone de la Zone d'Observation Archéologique (ZOA) telle que définie par le règlement grand-ducal du 26 juillet 2023 portant délimitation de la ZOA.

Dans le cadre de la construction de la nouvelle école « Am Kaer », le projet a également fait l'objet d'une levée de contrainte archéologique. L'avis émis du Ministère de la Culture n° 0309-C/24.5707 est repris en annexe du présent dossier.

Le projet de réalisation des forages géothermiques en profondeur n'a pas recours à une utilisation d'autres ressources naturelles comme des eaux de rivière ou de lac, des eaux souterraines ou des zones classées (zones naturelles, zones habitat, zone de protection des oiseaux ...).



5. Production des déchets

La mise en place des sondes verticales génère essentiellement des déchets inertes. L'exploitation des sondes géothermiques ne générera pas de déchets.

Le volume de terre à éliminer pour la réalisation d'un forage géothermique d'une profondeur de 70 m est estimé à environ 1,5 m³. Le volume de déblais pour la réalisation des 410 forages géothermiques en profondeur s'élève au total donc à environ 615 m³. Une élimination adéquate sera assurée par l'entreprise de forage mandatée.

Comme repris sous le paragraphe § 2.4 *Chantier*, les forages géothermiques en profondeur seront réalisés en deux grandes phases de chantier. Dès lors, ce volume de terres ne sera pas généré en une seule fois.

D'autre part, ce volume de déblais pour les forages géothermiques en profondeur est à mettre en relation avec les volumes de terrassement générés dans le cadre de la construction du nouveau bâtiment communal.

Les deux terrains prévus d'accueillir les deux champs de sondes géothermiques ne sont pas inventoriés au cadastre des sites potentiellement pollués. L'extrait du cadastre des sites potentiellement pollués est joint en annexe au dossier.



6. Pollution et nuisances potentielles

Le projet de mise en place et d'exploitation de sondes géothermiques peut présenter des risques de pollution et de nuisance suivants sur les facteurs environnementaux :

- Émissions atmosphériques et odeurs (rejets dans l'air), notamment par les gaz d'échappement des engins de chantier lors des forages et par rejets indirects liés à la consommation électrique ;
- Rejets dans l'eau et risques de pollution de l'eau ;
- Rejets dans le sol et risques de pollution du sol et du sous-sol par un déversement/écoulement de fluide caloporteur circulant dans les sondes ;
- Émissions acoustiques et vibratoires ;
- Rayonnement non ionisant.

Les différents facteurs sont analysés ci-après.

6.1. Émissions atmosphériques et odeurs

Les principales émissions dans l'air en phase chantier se limiteront aux gaz d'échappement des engins de chantier lors de la réalisation des forages verticaux.

En phase d'exploitation, les principales émissions dans l'air seront liées de manière indirecte à la consommation électrique des pompes à chaleur auxquelles les sondes géothermiques seront couplées.

Des émissions atmosphériques significatives en relation avec le projet ne sont pas susceptibles de se produire. Au contraire, l'utilisation de la géothermie réduit le recours à l'utilisation d'énergies fossiles.

6.2. Rejets dans l'eau et risques de pollution de l'eau

Les risques de pollution de l'eau en phase chantier seront essentiellement liés à d'éventuelles déperditions d'huiles et d'hydrocarbures des engins et des équipements de chantier intervenant sur le site.

Si un stockage d'hydrocarbures s'avérait nécessaire lors des travaux (pour les engins et équipements de chantier), il serait effectué sur une aire comportant un sol étanche et muni d'une rétention suffisante pour contenir tout déversement accidentel. En outre, afin de minimiser ces risques, il sera demandé aux entreprises exécutantes de prendre toutes leurs dispositions pour éviter des déperditions d'huiles, d'essences et autres hydrocarbures provenant directement de leurs engins/équipements.



En phase exploitation, une détérioration éventuelle au niveau des sondes pourrait provoquer une pollution des eaux souterraines. Les têtes des sondes seront protégées mécaniquement pour minimiser ce risque.

6.3. Rejets dans le sol et risques de pollution du sol et du sous-sol

Les risques de pollution du sol et du sous-sol en phase chantier seront essentiellement liés à d'éventuelles déperditions d'huiles et d'hydrocarbures des engins et des équipements de chantier intervenant sur le site.

Si un stockage d'hydrocarbures s'avérait nécessaire lors des travaux (pour les engins et équipements de chantier), il serait effectué sur une aire comportant un sol étanche et muni d'une rétention suffisante pour contenir tout déversement accidentel. En outre, il sera demandé aux entreprises exécutantes de prendre toutes leurs dispositions (e.a. bâches de protection) pour éviter des déperditions d'huiles, d'essences et autres hydrocarbures provenant directement de leurs engins/équipements.

En phase exploitation, une détérioration éventuelle au niveau des sondes pourrait provoquer une pollution des eaux souterraines. Les têtes des sondes seront protégées mécaniquement pour minimiser ce risque.

6.4. Émissions acoustiques et vibrations

Les sources de bruit et de vibrations en phase chantier seront liées aux engins et équipements de chantier intervenant lors des forages.

Les forages se feront sans percussion. Au vu de la proximité du projet avec les bâtiments voisins, des nuisances acoustiques seront inévitables, même si elles n'auront pas d'impact significatif. Des mesures seront prises par l'entreprise de forage pour limiter au maximum le bruit sur l'environnement proche. Des incidences significatives au niveau des constructions existantes dans le voisinage, dues à des vibrations, ne sont pas à craindre.

L'exploitation des sondes géothermiques en elles-mêmes ne générera ni source de bruit ni source de vibration. Un impact acoustique et/ou vibratoire en phase exploitation n'est pas à craindre.

6.5. Rayonnement non ionisant

En phase chantier, aucune source à l'origine d'un rayonnement non ionisant significatif ne sera utilisée durant les travaux des deux phases.

En phase exploitation, les sondes géothermiques ne généreront pas de rayonnement.



7. Risques d'accidents, notamment par les substances et technologies mises en œuvre

7.1. Risques relatifs à la sécurité

En comparaison avec un chantier classique, aucun risque spécifique supplémentaire n'est à envisager de manière significative dans le cadre des chantiers d'aménagement des forages géothermiques en profondeur.

L'exploitation des sondes géothermiques en soi est une activité qui ne génère pas ou peu de risques en matière de sécurité.

Les locaux techniques de la nouvelle centrale énergétique avec pompes à chaleur seront compartimentés coupe-feu en fonction du risque d'incendie, et seront aménagées conformément aux prescriptions de prévention incendie de l'Inspection du Travail et des Mines et du Corps Grand-Ducal d'Incendie et de Secours applicables en la matière.

Dans la mesure où des pompes à chaleur fonctionnant au NH₃ sont mises en œuvre, des mesures de protection spécifiques seront prévues en référence à la prescription ITM-SST 1829.1 (cabine étanche, sas d'accès, détection NH₃, etc.).

7.2. Risques environnementaux

De manière générale, le risque environnemental principal est lié au liquide caloporteur utilisé dans les sondes géothermiques en profondeur. Ce liquide caloporteur comporte usuellement un certain pourcentage de glycol (antigel). Dès lors, ces liquides caloporteurs présentent, en principe, un certain niveau d'écotoxicité WGK ('Wassergefährdungsklassen'), et ils présentent en cas de dégagement ou de fuite accidentelle un risque de pollution pour les eaux souterraines et le sous-sol. Afin de limiter ce risque, une détection de fuites est prévue au niveau du circuit du fluide caloporteur, pour réduire l'envergure et la durée d'un dégagement de fluide caloporteur lors d'un incident éventuel.

Les forages sont situés dans une zone où ils sont soumis à autorisation, et où le choix du fluide caloporteur est à clarifier avec l'Administration de la gestion de l'eau. Dans le cas présent, l'AGE ne s'est pas positionnée sur le type de fluide à mettre en œuvre. Au stade actuel de planification, le type exact du liquide caloporteur qui sera utilisé dans les circuits des sondes n'est pas encore déterminé. Il est pour l'instant possible d'affirmer qu'il est prévu de mettre en œuvre un liquide qui aura le niveau d'écotoxicité le plus faible possible, dans le but d'éviter des pollutions persistantes au niveau du sol et du sous-sol.

En cas de présence de couches d'anhydrites, ces dernières s'étendent en cas de contact avec les eaux souterraines, ce qui peut, au pire des cas, provoquer des élévations potentielles des terrains.



II. SENSIBILITÉ ENVIRONNEMENTALE DU PROJET

Le présent chapitre situe la sensibilité environnementale des zones géographiques et ressources naturelles susceptibles d'être affectées par les forages géothermiques en profondeur.

Le site du projet n'est ni concerné par une zone protégée d'intérêt communautaire du réseau Natura 2000 (zones spéciales de conservation ('Habitats Natura 2000')) ni par une zone de protection spéciale ('Zones de protection des oiseaux Natura 2000') ou par une zone de protection d'intérêt national (ZPIN), et ni par une zone de protection d'eau potable.

Les terrains prévus pour accueillir les champs de sondes géothermiques ne sont pas directement bordés par un cours d'eau. Au vu de cette localisation, le site n'est pas concerné par une zone inondable HQ100.

La description des éléments de l'environnement susceptibles d'être affectés de manière notable et les mesures y relatives se limiteront aux aspects retenus sous la partie I, §§3 à 7.

1. Occupation des sols existants

L'implantation générale du site communal, ainsi que des forages géothermiques projetés et du réseau de chaleur projeté sont repris sur les différents plans (schéma d'urbanisation de l'infrastructure communale, plan du réseau énergétique, et localisation des forages géothermiques) joints en annexe du présent dossier.

Les 2 champs de sondes seront prévus sur des terrains déjà urbanisés en l'état actuel et occupés par des terrains de sport (football). L'occupation des sols existants est reprise sur le plan orthophoto joint en annexe (cf. plan A).

Les deux terrains prévus d'accueillir les deux champs de sondes géothermiques ne sont pas inventoriés au cadastre des sites potentiellement pollués. L'extrait du cadastre des sites potentiellement contaminés est également joint en annexe. Aucune activité antérieure ayant pu engendrer une quelconque contamination du site n'est donc connue.



2. Richesse relative, qualité et capacité de régénération des ressources naturelles de la zone

D'après le P.A.G. de la commune de Strassen actuellement en vigueur, les terrains sur lesquels seront prévus les projets de forages géothermiques sont entièrement situés à l'intérieur du périmètre d'agglomération en « zone de bâtiments et d'équipements publics [BEP] ».

La nouvelle centrale énergétique, comprenant les pompes à chaleur, sera localisée au niveau de la façade nord du hall sportif existant, également en « zone de bâtiments et d'équipements publics [BEP] ».

Comme décrit en détail sous II) *Localisation du projet, § 1. Occupation des sols existants*, les forages géothermiques du projet seront implantés d'une part, sur un terrain où il est prévu de construire la nouvelle école « Am Kaer », lors de la phase 1 du projet, ainsi que d'autre part sur un terrain de football, dont la forme actuelle sera maintenue, lors de la phase 2 du projet.

Le site du projet n'est ni concerné par une zone protégée d'intérêt communautaire du réseau Natura 2000 (zones spéciales de conservation ('Habitats Natura 2000')) ni par une zone de protection spéciale ('Zones de protection des oiseaux Natura 2000') ou par une zone de protection d'intérêt national (ZPIN), et ni par une zone de protection d'eau potable.

La zone Natura 2000 la plus proche est la zone LU0001018 *Vallée de la Mamer et de l'Eisch*, qui se situe à une distance d'environ 1,2 km au nord. La zone de protection oiseaux du réseau Natura 2000 la plus proche est la zone LU0002017 *Région du Lias moyen*, qui se situe à une distance d'environ 1,2 km au sud.



Fig. 4 : Implantation du projet vis-à-vis des zones 'Habitats Natura 2000'



Fig. 5 : Implantation du projet vis-à-vis des zones de protection spéciale 'Habitats Natura 2000'

En ce qui concerne les zones protégées d'intérêt national, la zone RFI 29 *Ēnneschte Bësch* est située à une distance à vol d'oiseau d'environ 1,8 km au sud du terrain concerné.

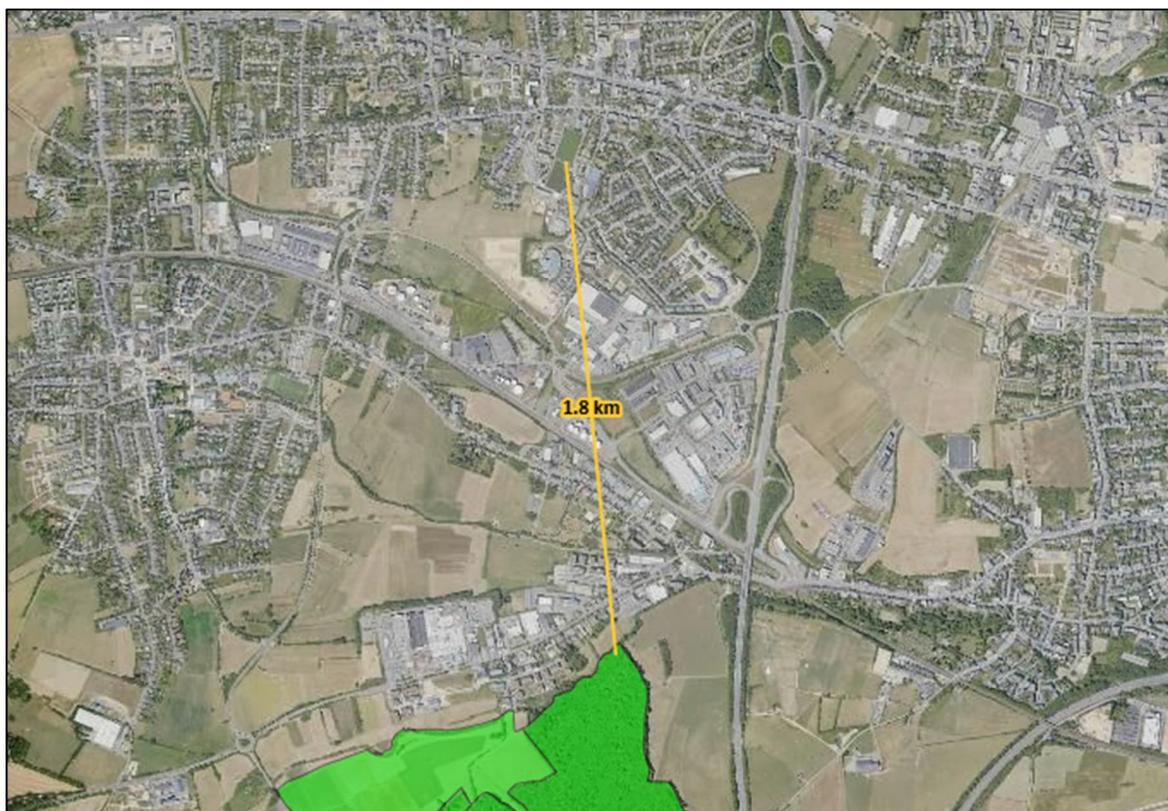


Fig. 6 : Implantation du projet vis-à-vis des zones protégées d'intérêt national (ZPIN)

Le projet des forages géothermiques en profondeur n'occasionnera pas de destruction de biotopes protégés supplémentaires ou de pertes d'habitats supplémentaires utilisés par les espèces d'intérêt communautaire ou les espèces protégées.

Par ailleurs, afin de garantir la pérennité des champs de sondes, il est prévu de réaliser une régénération saisonnière, soit par une utilisation du geocooling au niveau des nouveaux bâtiments, soit par une régénération active par un échangeur air/eau. Ce processus de régénération permettra ainsi d'optimiser la durée de vie des forages et de maintenir une production énergétique efficace.

3. Capacité de charge de l'environnement naturel de la zone

Les terrains prévus d'accueillir les forages géothermiques ne peuvent être considérés comme sites appartenant à une zone humide, une zone côtière, une zone de montagnes, une réserve ou un parc naturel.



Comme déjà précisé ci-dessus, les terrains destinés à accueillir les forages géothermiques en profondeur ne sont concernés ni par une zone spéciale de conservation ('Habitats') et ni par une zone protégée d'intérêt national (ZPIN). Selon les informations disponibles sur le site geoportail.lu, le site d'implantation des sondes géothermiques du projet n'est pas non plus situé dans une zone protégée d'intérêt communautaire du réseau Natura 2000 (zones spéciales de conservation 'Habitats'/zones de protection spéciale 'zones de protection des oiseaux').

Les extraits des cartes précisant la position du projet de géothermie objet de ce dossier par rapport aux biotopes et habitats susmentionnés sont également joints en annexe.

Le projet se situe dans une zone pour laquelle des restrictions pour des pompes à chaleur géothermiques existent. Il est concerné par une zone dénommée 'Forages géothermiques soumis à autorisation : la profondeur et le choix du fluide caloporteur sont à clarifier avec l'Administration de la gestion de l'eau' (voir plan joint en annexe).

La carte issue du site Internet geoportail.lu de l'Administration du Cadastre et de la Topographie (cf. plan C joint en annexe) montre e.a. que le site du projet se situe au niveau d'un aquifère du Grès du Luxembourg. Dans ce contexte, et en concertation avec la division des eaux souterraines et des eaux potables (ESEP) de l'Administration de la gestion de l'eau, la profondeur maximale des forages ne devra pas dépasser 70 m, afin de ne pas risquer de percer la base de la formation aquifère li2.

Dans le cadre de la demande d'autorisation pour la réalisation du forage de reconnaissance, la société en charge de la réalisation de ces forages a eu un échange préliminaire avec l'AGE. A cette occasion, l'AGE s'est déclarée être prête à réaliser ces forages de test jusqu'au niveau du Grès du Luxembourg, et de fixer des profondeurs finales alternatives des sondes des futurs champs de sondes géothermiques en fonction des reconnaissances géologiques locales obtenues. Cette surveillance sera assurée par les experts de la société de forage et de l'AGE. La profondeur de forage n'est donc pas encore définitivement fixée.

Le site du projet n'est également pas situé à l'intérieur de l'emprise d'une zone à risques d'inondation HQ100 répertoriée (cf. plan I joint en annexe).

En matière de géologie et d'après l'extrait de carte géologique (nouvelle édition) (cf. plan B joint en annexe), le site, dans son ensemble, est concerné par la zone li3 – Marnes et Calcaires de Strassen : *Marnes gris-bleu et bancs de calcaires fossilifères ; localement faciès de transition sableux à la base.*

Sur base des coupes de forage virtuel réalisées à partir du site geoportail.lu (une pour chaque champ de sondes), il est constaté que les couches atteintes dans le cadre des forages en profondeur sont les suivantes :

- li3 : Marnes et Calcaires de Strassen (sur une profondeur comprise entre 0 et 10 m) ;
- li2 : Grès de Luxembourg (sur une profondeur comprise entre 10 et 110 m).

Les coupes des forages virtuels sont reprises en annexe du dossier.



Deux forages géothermiques de reconnaissance avec Thermal Response Test (TRT) ont fait l'objet d'une demande d'autorisation distincte. Elle est, au moment de la rédaction du présent dossier, encore en cours de traitement au sein de l'AGE sous la référence EAU-AUT-24-1175. Les informations relatives aux couches de sol atteintes par les forages ne seront disponibles qu'une fois que les forages tests seront réalisés, et ils serviront également pour finaliser le dimensionnement de l'installation de géothermie.

Le Thermal Response Test (TRT) permet de déterminer in situ moyennant la mise en œuvre d'une sonde géothermique, d'une pompe de circulation, d'un élément chauffant ainsi que de sondes enregistrant les températures aller et retour de manière très précise les propriétés du sol (conductivité, résistance thermique du forage). Ces informations permettent ainsi d'optimiser le dimensionnement de l'installation de géothermie (nombre, profondeur des sondes géothermiques).



III. CARACTÉRISTIQUES DE L'IMPACT POTENTIEL

Le présent chapitre considère les incidences notables que le projet pourrait avoir, notamment par rapport aux aspects suivants :

- ⇒ l'étendue de l'impact (zone géographique et importance de la population affectée),
- ⇒ la nature transfrontalière de l'impact,
- ⇒ l'ampleur et la complexité de l'impact,
- ⇒ la probabilité de l'impact,
- ⇒ la durée, la fréquence et la réversibilité de l'impact.

1. Étendue de l'impact

Le projet se rapporte à la mise en œuvre et l'exploitation des forages géothermiques en profondeur pour l'alimentation en énergie thermique des infrastructures (existantes et nouvelles) de l'Administration communale de Strassen.

Les forages géothermiques en profondeur seront répartis sur deux champs de sondes distincts, et par conséquent réalisés en deux phases : une première phase, où les forages sont prévus en majeure partie sous le bâtiment de la nouvelle école « Am Kaer » dont les travaux de réalisation des forages sont planifiés pour début 2026 ; et une seconde phase, où les forages seront prévus en totalité sous le terrain de football actuel (dont l'aspect sera maintenu), et dont les travaux de mise en œuvre des forages sont planifiés sur la période 2029-2030.

La centrale énergétique n'est pas destinée à accueillir des forages géothermiques en profondeur.

À l'exception des nuisances sonores durant les phases de chantier et la propagation de fluide caloporteur en cas de fuite, la zone potentiellement affectée (notamment le sol et le sous-sol et l'eau du sol) est limitée aux alentours proches des sondes.

1.1. Description des alentours

Aux alentours directs se situent principalement des bâtiments résidentiels et scolaires.

Le site d'implantation comporte dans son état d'actuel des chemins asphaltés ainsi que des bâtiments communaux existants. Près de la partie ouest du site se situent des écoles existantes (Ben Heyart / École des Martyrs) avec quelques arbres, ainsi que le cimetière de la commune de la localité. À l'est du site sont localisés une aire de jeu, des espaces verts ainsi qu'une école existante. Au nord, on retrouve le bâtiment communal, et au sud, diverses écoles.

L'orthophoto ci-dessous indique la disposition exacte des alentours immédiats du projet suivant les dispositions actuelles :



Fig. 7 : Orthophoto reprenant la zone d'implantation actuelle du projet

1.2. Impact engendré par les rejets dans l'air

Les émissions atmosphériques engendrées par le projet ont été décrites sous *l) Caractéristiques du projet, § 6.1. Émissions atmosphériques et odeurs.*

Un impact significatif dû aux émissions atmosphériques liées au chantier des forages géothermiques en profondeur n'est pas à craindre. L'impact est similaire à tout autre chantier de cette envergure.

Les forages géothermiques en profondeur seront réalisés en deux grandes phases de chantier (phases 1 et 2). Il n'est pas prévu de réaliser l'ensemble des forages géothermiques prévu au niveau du quartier en une seule phase de travail.

Le chantier pour la réalisation des forages géothermiques en profondeur décrits dans ce dossier s'apparente donc plutôt à deux chantiers de forages géothermiques en profondeur successifs et étalés sur une période allongée (phase 1 : début 2026 – phase 2 : période 2029-2030). Les durées respectives de chacune des phases ne sont pas encore connues au moment de la rédaction du dossier.

En phase d'exploitation, les principales émissions dans l'air seront liées de manière indirecte à la consommation électrique des pompes à chaleur auxquelles les sondes géothermiques seront couplées. Des émissions atmosphériques significatives en relation avec le projet ne sont pas susceptibles de se produire. Au contraire, l'utilisation de la géothermie réduit le recours à l'utilisation d'énergies fossiles.



Aucun impact négatif en matière de rejets dans l'air n'est à envisager de manière significative en phase chantier et en phase exploitation.

1.3. Impact sur l'eau

Les considérations en matière d'utilisation d'eau potable et relatives aux eaux de ruissellement du projet sont reprises sous *I) Caractéristiques du projet, § 4. Utilisation des ressources naturelles*, celles en matière d'hydrogéologie et hydrologie sous *II) Localisation du projet, § 3. Capacité de charge de l'environnement naturel de la zone*.

Les rejets dans l'eau et les risques de pollution de l'eau du projet ont été décrits sous *I) Caractéristiques du projet, § 6.2. Rejets dans l'eau et risques de pollution de l'eau*.

Les résultats obtenus dans le cadre de la réalisation des deux « Thermal Response Test » permettront d'affiner le dimensionnement de l'installation. A priori, au vu des mesures de prévention prévues, notamment en relation avec la restriction de profondeur des forages prévus de 70 m, les forages ne seront pas à l'origine d'un risque d'une éventuelle connexion hydraulique de deux aquifères distincts circulant dans deux couches géologiques différentes. L'impact sur l'eau restera limité, aussi bien en phase chantier qu'en phase exploitation.

1.4. Impact sur le sol et le sous-sol

Les considérations en matière d'utilisation de surfaces au sol sont reprises sous *I) Caractéristiques du projet, § 4. Utilisation des ressources naturelles*, celles en matière de géologie sous *II) Localisation du projet, § 3. Capacité de charge de l'environnement naturel de la zone*.

Les rejets dans le sol et les risques de pollution du sol et du sous-sol du projet ont été décrits sous *I) Caractéristiques du projet, § 6.3. Rejets dans le sol et risques de pollution du sol et du sous-sol*.

Les résultats obtenus dans le cadre de la réalisation des forages de reconnaissance permettront d'affiner la caractérisation géologique et hydrogéologique du site. A priori, et pour donner suite aux concertations avec l'Administration de la gestion de l'eau, les travaux de mise en œuvre des forages ne seront pas à l'origine d'un risque d'un éventuel traversement d'aquifère.

A priori, au vu des mesures de prévention prévues, l'impact négatif sur le sol et le sous-sol restera limité, aussi bien en phase chantier qu'en phase exploitation.



1.5. Impact engendré par les émissions de bruit et de vibrations

Les considérations en matière d'émissions acoustiques et de vibrations ont été décrites sous *1) Caractéristiques du projet, § 6.4. Émissions acoustiques et vibrations.*

En phase chantier, les sources de bruit et de vibrations seront liées aux engins et équipements de chantier intervenant lors des forages. Les forages géothermiques en profondeur seront réalisés en plusieurs phases de chantier.

L'exploitation des sondes géothermiques en elles-mêmes ne générera ni source de bruit ni source de vibration. Un impact acoustique et/ou vibratoire en phase exploitation n'est pas à craindre.

1.6. Impact relatif au rayonnement non ionisant

Les sources susceptibles d'être à l'origine d'un rayonnement non ionisant ont été décrites sous *1) Caractéristiques du projet, § 6.5. Rayonnement non ionisant.*

Aucun impact négatif en matière de rayonnement non ionisant n'est à envisager de manière significative en phase chantier et en phase exploitation.

1.7. Impact relatif au rayonnement lumineux

L'exploitation des sondes géothermiques en profondeur ne comporte pas de sources à l'origine d'un rayonnement lumineux.

Aucun impact négatif n'est à prévoir.

1.8. Impact en matière de déchets

Les considérations en matière de production de déchets sont reprises sous *1) Caractéristiques du projet, § 5. Production des déchets.*

Plus globalement, les volumes de déchets générés pour les deux chantiers sont à la taille du projet. Les forages géothermiques en profondeur seront réalisés en deux grandes phases de chantier. Dès lors, ce volume de terres ne sera pas généré en une seule fois.

L'exploitation des sondes géothermiques ne générera pas de déchets.



1.9. Impact sur la flore et la faune

Les forages géothermiques seront implantés d'une part sur un terrain prévu pour accueillir une nouvelle école (« Am Kaer »), et d'autre part sur un terrain utilisé à des fins sportives (descriptif de l'occupation des sols existants : cf. II) *Localisation du projet, § 1. Occupation des sols existants*).

Les terrains de l'Administration communale destinés à accueillir les forages géothermiques en profondeur ne sont concernés ni par une zone spéciale de conservation ('Habitats') et ni par une zone protégée d'intérêt national (ZPIN).

L'ensemble des forages géothermiques en profondeur sont prévus d'être mis en œuvre en dessous du bâtiment de la nouvelle école et en dessous du terrain de football.

Dès lors, le projet des forages géothermiques en profondeur n'occasionnera pas de destruction de biotopes protégés supplémentaires ou de pertes d'habitats supplémentaires utilisés par les espèces d'intérêt communautaire ou par les espèces protégées.

1.10. Impact sur les infrastructures de transport

En phase chantier, les routes et rues en bordure du site pourraient potentiellement être affectées par les véhicules et engins du chantier (engins de forages, camions du chantier, transports de matériel et d'installations techniques ...). Il s'agira néanmoins d'un impact non permanent et limité dans le temps.

L'exploitation des sondes géothermiques n'aura pas d'impact sur les infrastructures de transport existantes, car l'ensemble des forages géothermiques en profondeur sont prévus d'être mis en œuvre en dessous des infrastructures (nouvelle école – terrain de football).

Ainsi, aucune incidence significative négative sur les infrastructures de transport n'est à craindre.

1.11. Impact sur le paysage

Les forages géothermiques en soi n'ont aucun impact visuel, vu qu'ils se situent sous terre.

La centrale énergétique souterraine avec les locaux techniques comportant les pompes à chaleur sol/eau sera mise en œuvre au nord du hall sportif existant.

La réalisation du projet des forages en profondeur n'est pas concernée par (cf. plan K) :

- Une zone de préservation des grands ensembles paysagers (GEP) ;
- Une zone verte interurbaine (ZVI) ;
- Des coupures vertes (CV) ;

telles que définies dans le projet de plan directeur sectoriel « Paysages » au stade actuel.

A priori, aucun impact négatif significatif sur le paysage n'est à envisager.



1.12. Impact sur le bien matériel

Le descriptif détaillé des infrastructures existantes présentes sur le site est repris sous *II) Localisation du projet, § 1. Occupation des sols existants.*

Les infrastructures existantes nécessiteront d'être démantelées préalablement à la réalisation des forages géothermiques en profondeur (notamment le terrain de football, qui laissera place à la nouvelle école « Am Kaer »). Elles ne sont pas référencées en tant que secteur protégé de type « environnement construit » ou « construction à conserver » ou encore « petit patrimoine à conserver » selon la partie graphique du P.A.G.

A priori, aucun impact négatif significatif sur le bien matériel n'est à envisager.

1.13. Impact sur le patrimoine culturel et architectural

La zone d'implantation des forages géothermiques en profondeur se situe en dehors d'une zone 'Limite du Bien du Patrimoine Mondial de l'Unesco' et en dehors d'une zone 'Tampon' telle qu'elle est définie pour le patrimoine mondial de l'Unesco.

Le site d'implantation comporte dans son état actuel des chemins asphaltés ainsi que des bâtiments communaux existants. Près de la partie ouest du site se situent des écoles existantes (Ben Heyart / École des Martyrs) avec quelques arbres, ainsi que le cimetière de la commune de la localité. À l'est du site sont localisés une aire de jeu, des espaces verts ainsi qu'une école existante. Au nord, on retrouve le bâtiment communal, et au sud, diverses écoles.

Suivant les indications de la carte de la zone d'observation archéologique (ZOA) de l'Institut National de Recherches Archéologiques, les terrains de l'Administration communale sont situés dans la sous-zone de la ZOA.

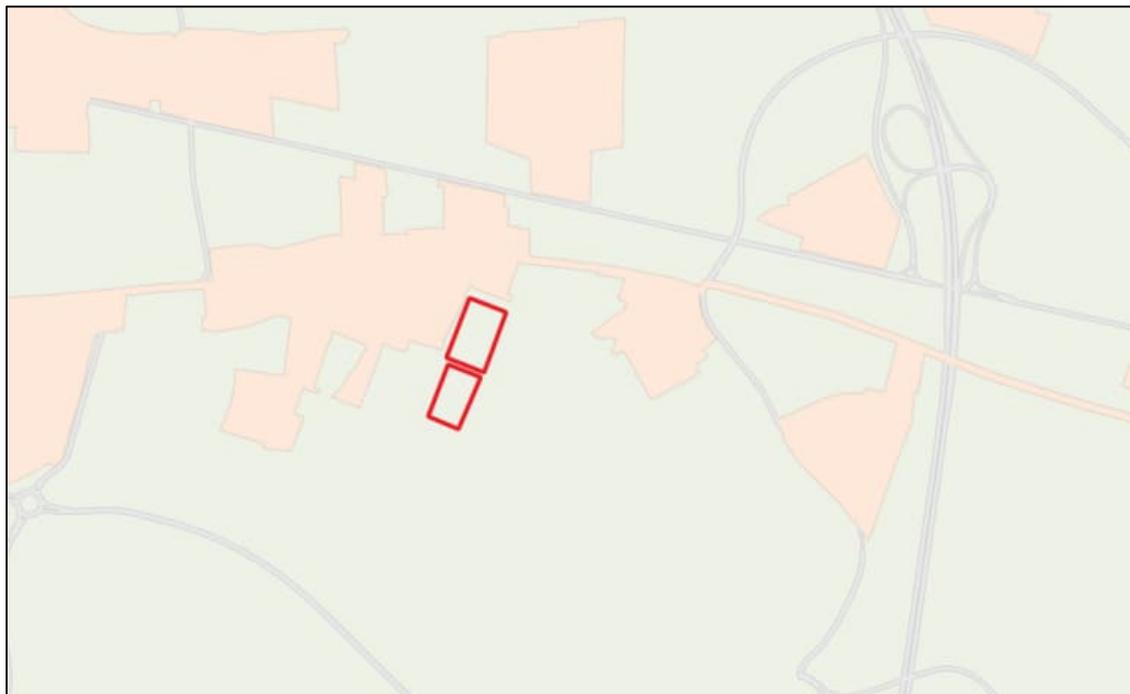


Fig. 8 : Extrait de la carte de la Zone d'observation archéologique (ZOA)

Il n'y a pas de connaissance de biens présents sur le site relevant du patrimoine culturel et architectural.

Dans le cadre de la construction de la nouvelle école « Am Kaer », le projet a également fait l'objet d'une levée de contrainte archéologique. L'avis émis du Ministère de la Culture n° 0309-C/24.5707 est repris en annexe du présent dossier.

2. Nature transfrontalière de l'impact

Néant.

3. Ampleur, complexité et probabilité de l'impact

Comme écrit précédemment, il est prévu de réaliser la mise en œuvre des deux champs de sondes géothermiques en 2 phases distinctes, et par conséquent, en 2 chantiers séparés : la phase 1, planifiée pour début 2026, et la phase 2, planifiée sur la période 2029-2030.

Les chantiers en soi pour la réalisation des forages géothermiques en profondeur ne sont pas complexes. Le nombre de foreuses présentes sur le site n'est pas connu à ce stade. Des nuisances sonores temporaires liées au chantier seront inévitables.



Suivant le concept énergétique des bureaux *Beissel & Rupert Engineering and Consulting* et *Amstein + Walther*, le nombre total maximal de sondes géothermiques pouvant être mises en œuvre sous les infrastructures communales approche environ 410 sondes.

Une fuite éventuelle du fluide caloporteur représentera un fonctionnement anormal (incident) et, par conséquent, représentera un événement improbable, si la mise en place, l'exploitation et la maintenance sont faites suivant les règles de l'art.

Dans ce contexte, il est prévu de mettre en œuvre un liquide caloporteur dans les circuits des sondes qui aura un taux de glycol relativement faible. Le type exact du liquide caloporteur qui sera utilisé dans les circuits des sondes n'est pas encore déterminé à ce stade.

Dès lors, le niveau d'écotoxicité du liquide caloporteur devrait se trouver réduit de manière significative, et le risque de pollution pour les eaux souterraines et le sous-sol en cas de dégagement ou de fuite accidentelle se trouverait limité à un minimum.

Deux forages géothermiques de reconnaissance seront prévus pour affiner le dimensionnement de l'installation de géothermie. Dans le cadre de ces forages, les informations complémentaires sur les couches géologiques atteintes seront recueillies par la suite.

L'ampleur de l'impact du projet sur les différents volets environnementaux est détaillée sous *III) Caractéristiques de l'impact potentiel, § 1. Étendue de l'impact.*

4. Durée, fréquence et réversibilité de l'impact

L'impact en provenance du fonctionnement normal du projet en phase chantier aura une durée déterminée.

Les forages géothermiques en profondeur seront réalisés en deux phases de chantier en fonction de l'avancement et du développement des travaux du projet « Strassen 2030 ». Il n'est pas prévu de réaliser l'ensemble des forages géothermiques en une seule phase de travail.

Le chantier pour la réalisation des forages géothermiques en profondeur décrits dans ce dossier s'apparente donc plutôt à deux chantiers de forages géothermiques en profondeur successifs et étalés sur une période allongée qui est fonction du développement et de l'avancement des travaux du projet « Strassen 2030 ».

De plus amples détails relatifs au phasage de réalisation des forages géothermiques et au phasage de développement et de réalisation du projet d'urbanisation « Strassen 2030 » en général sont repris sous *I) Caractéristiques du projet, § 2.4 Chantier.*

Si l'on considère l'impact sur l'environnement en provenance d'un fonctionnement normal du projet en phase exploitation, sa durée est par essence indéterminée et sa fréquence est permanente. Toute réversibilité ne peut s'envisager que lors d'une cessation des activités du projet.



Un impact sur l'environnement en provenance d'un fonctionnement anormal (dégagement accidentel de fluide caloporteur) aura une durée et une fréquence indéterminées. Le type de fluide caloporteur qui sera mis en œuvre sera choisi de façon qu'en cas de dégagement accidentel, les dommages écologiques soient aussi limités que possible. Afin de limiter ce risque, une détection de fuites est prévue au niveau du circuit du fluide caloporteur, pour réduire l'envergure et la durée d'un dégagement de fluide caloporteur lors d'un incident éventuel. Les mesures qui seront prises ont donc pour but de réduire au minimum ce facteur.

La réversibilité de l'impact dépendra de la nature de l'incident, mais elle sera a priori possible au vu de l'envergure des risques environnementaux en présence et au vu des mesures de prévention qui seront prises.



IV. RÉCAPITULATIF

Dans l'ensemble, le projet de géothermie dans le cadre du projet d'urbanisation « Strassen 2030 » n'est pas susceptible d'avoir des incidences notables sur l'environnement pour les raisons suivantes :

- Les travaux de chantier seront répartis en deux phases, chacune étant limitée dans le temps (phase 1 : début 2026 – phase 2 : période 2029-2030) ;
- L'emprise des sols est quasi nulle. Les terrains concernés par l'implantation des sondes géothermiques seront aménagés dans tous les cas dans le cadre du projet d'urbanisation, et plus spécifiquement du projet de construction de la nouvelle école « Am Kaer » ;
- La sensibilité hydrogéologique du site (zone hachurée verte / orange et dénommée 'Forages géothermiques soumis à autorisation : la profondeur et le choix du fluide caloporteur sont à clarifier avec l'Administration de la gestion de l'eau') a été concertée au préalable avec la Division des eaux souterraines et des eaux potables (ESEP) de l'Administration de la gestion de l'eau.

Suivant le premier avis de l'AGE, la profondeur maximale a été fixée à 70 m afin d'éviter avec certitude de percer la base de la formation aquifère li2. Dans le cadre de la demande d'autorisation pour la réalisation du forage de reconnaissance, la société en charge du forage a eu un échange préliminaire. À cette occasion, l'AGE s'est déclarée être prête à réaliser les forages de reconnaissance jusqu'au niveau du Grès du Luxembourg. Cette surveillance sera assurée par un expert géologue et l'AGE.

- Deux forages de reconnaissance seront réalisés au préalable ;
- Les travaux de forage seront effectués par une entreprise spécialisée et expérimentée en la matière.

Au contraire, l'utilisation de la géothermie pour la production de chaleur en tant qu'énergie renouvelable réduit nettement les émissions locales par rapport aux systèmes de chauffage fonctionnant avec des énergies fossiles (p. ex. chaudières à gaz, mazout, etc.).



V. ANNEXES

- 1) Extrait de la carte topographique avec indication de l'emplacement du projet (éch. 1 : 10.000)
- 2) Extraits du plan cadastral (éch. 1 : 2.500)
- 3) Extraits du Plan d'Aménagement Général (P.A.G.) de la commune de Strassen : partie graphique, légende et partie écrite correspondante
- 4) Extrait de cadastre de sites potentiellement contaminés et des sites contaminés ou assainis (CASIPO) (Administration de l'environnement, 12.02.2025)

- 5) Schéma d'urbanisation (Luxplan S.A. ingénieurs-conseils) :

N° / Indice	Dénomination	Date (indice)	Échelle
20181843-LP-APS002 / E	Masterplan Plan d'ensemble	21.12.2022	1:1.000

- 6) Plans du réseau énergétique du site communal et de localisation des forages géothermiques (Beissel & Ruppert Engineering and Consulting et Amstein + Walthert) :

N° / Indice	Dénomination	Date (indice)	Échelle
2902-CH-FAI-GRO-GEO-001 / 0	Plan d'implantation général du projet Sondes Géothermie	06.02.2025	1:1.000
2900-FAI-GRO-RDC-002 / 0	Plan d'implantation Plan d'ensemble des sondes géothermiques Phase 1	06.02.2025	1:250
2900-FAI-GRO-RDC-003 / 0	Plan d'implantation Plan d'ensemble des sondes géothermiques Phases 1 & 2	06.02.2025	1:500



7) Plans, cartes et schémas (géoportail) :

N°	Dénomination	Date	Échelle
A	Orthophoto	Février 2025	1:5.000
B	Extrait de la carte géologique	Février 2025	1:10.000
C	Implantation du projet par rapport aux aquifères (avec légende)	Février 2025	1:15.000
D	Implantation du projet par rapport aux zones de protection eaux potables (avec légende)	Février 2025	1:15.000
E	Implantation du projet par rapport aux restrictions des pompes à chaleur	Février 2025	1:50.000
F	Implantation du projet par rapport aux zones protégées d'intérêt national	Février 2025	1:25.000
G	Implantation du projet par rapport aux zones spéciales de conservation du réseau Natura 2000 (Habitats)	Février 2025	1:50.000
H	Implantation du projet quartier par rapport aux zones de protection des oiseaux du réseau Natura 2000	Février 2025	1:25.000
I	Implantation du projet par rapport aux cours d'eau et par rapport aux zones inondables HQ100	Février 2025	1:25.000
J	Implantation du projet par rapport à la Zone d'Observation Archéologique (ZOA)	Février 2025	1:10.000
K	Plan directeur sectoriel « Paysages »	Février 2025	1:10.000

- 8) Energiekonzept Stroossen 2030 – Abschlussbericht
(Beissel & Ruppert Engineering and Consulting et Amstein + Walthert, Version 0, 15.08.2024)
- 9) Courriel de concertation entre l'Administration de la gestion de l'eau et le bureau Beissel & Ruppert Engineering and Consulting
(Ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement durable, 03.05.2023)
- 10) Avis INRA pour la construction de la nouvelle école « Am Kaer »
(Ministère de la Culture, réf. : 0309-C/24.5707, 23.09.2024)
- 11) Coupes lithologiques établies pour donner suite à une demande de forage virtuel
(www.geoportail.lu, 26.02.2025)