

## HOUBESCH Sàrl

### Géothermie pour un immeuble de bureaux – Rue de l'Innovation

#### à Kockelscheuer (L-1896)

**Demande suivant la loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement**

#### EIE Screening – Vérification préliminaire

N° de référence	20222519-GC-HYDROGEOL-400	
Suivi	Nom	Date
Rédigé par	Marie BARROIS	13.01.2023
Vérifié par	Grégoire FISCHER	06.02.2023
	Laurence PLÈNECASSAGNE	08.02.2023
Modifications		
Indice	Description	Date



## TABLE DES MATIERES

<b>1. Présentation générale .....</b>	<b>4</b>
1.1 Présentation du projet et coordonnées de contact .....	4
1.2 Contexte du projet .....	5
<b>2. Localisation et description du site .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Éléments biologiques et écologiques.....</b>	<b>7</b>
3.1 Biotopes et Habitats d'Espèces Protégées (Article 17 de la loi du 18 juillet 2018).....	7
3.2 Espèces animales faisant l'objet d'une protection spéciale (Article 21 de la loi du 18 juillet 2018).....	9
3.3 Zone Natura 2000 (Article 32 de la loi du 18 juillet 2018) .....	9
<b>4. Occupation du sol et couverture du sol .....</b>	<b>9</b>
<b>5. Eaux de surface et risque d'inondation .....</b>	<b>11</b>
<b>6. Contexte géologique, hydrogéologique et thermique .....</b>	<b>12</b>
6.1 Géologie générale .....	12
6.2 Succession lithologique au droit du projet.....	13
6.3 Contexte hydrogéologique.....	14
6.4 Aquifère des grès de Luxembourg .....	14
6.5 Choix de la géothermie sur sonde vis-à-vis de la géothermie sur nappe .....	15
<b>7. Géothermie sur sondes.....</b>	<b>16</b>
7.1 Principe de fonctionnement .....	16
7.2 Cadre normatif.....	18
7.3 Proposition d'implantation .....	18
7.4 Éléments techniques .....	19
7.5 Géologue conseils.....	20
7.6 Entreprise exécutant les travaux de géothermie.....	20
7.7 Durée du chantier .....	20
7.8 Utilisation de l'eau .....	20
7.9 Mode de prélèvement .....	20
7.10 Traitement de l'eau .....	20
7.11 Plans.....	20
<b>8. Moyens de protection et surveillance .....</b>	<b>21</b>
<b>9. Evaluation des incidences sur l'environnement .....</b>	<b>22</b>
<b>10. Conclusion .....</b>	<b>25</b>
<b>11. Références .....</b>	<b>26</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure 1. Extrait du cadastre des biotopes forestiers (source : géoportail.lu). ....	8
Figure 2. Occupation Biophysique du Sol en droit du projet et alentours (source : géoportail.lu). ....	10
Figure 3. Localisation du site et des cours d'eau présents dans le secteur sur fond d'orthophotographies. ....	11
Figure 4. Extrait de la carte géologique harmonisée du Luxembourg (SGL, version du 03/09/2018). ....	12
Figure 5. Principaux éléments du système géothermique sur champ de sondes (BRGM). ....	17
Figure 6. Implantation prévisionnelle des sondes géothermiques. ....	19

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Couverture et utilisation du sol (2018) du secteur en projet. ....	10
Tableau 2. Succession lithologique prévisionnelle attendue au droit du site. ....	13

## 1. Présentation générale

### 1.1 Présentation du projet et coordonnées de contact

Demandeur, propriétaire et exploitant :	<b>HOUBESCH Sàrl</b> <b>luc.theisen@losch.lu</b>  5, rue des joncs L-1818 Howald Tel. : +352 40 33 33 56 56
Objet principal de la demande :	<b>Création d'un champs de sondes géothermiques sur pompe à chaleur</b> pour couvrir les besoins énergétiques d'un nouvel immeuble de bureaux situé rue de l'Innovation à Kockelscheuer.
Emplacements des travaux projetés :	Commune de Roeser  Parcelle 940/2300  Section B de Berchem
Législation concernée :	Loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement (point b) du paragraphe 3 de l'article 2).
Auteur de la demande :	<b>Géoconseils S.A.</b> 4, rue Albert Simon L-5315 Contern B.P. 102 L-5302 Sandweiler Tél. : +352 30 57 99 - 1 Fax : +352 30 57 99 - 500
Vue d'ensemble de l'établissement et activités projetées sur le site :	Création d'un champs de sondes géothermiques comprenant 31 sondes de 120 m de profondeur.

## 1.2 Contexte du projet

Dans le cadre de la construction d'un immeuble de bureaux rue de l'Innovation à Kockelscheuer - commune de Roeser, la société Houbesch souhaite se tourner vers la géothermie pour couvrir les besoins énergétiques des futurs bureaux.

En effet, les résultats d'une étude de faisabilité ont montré la pertinence d'une solution de chauffage/climatisation par sonde géothermique verticale (SGV) couplée à une pompe à chaleur.

**Un pré-accord de l'AGE a été obtenu pour réaliser les sondes jusqu'à 120 m de profondeur et en utilisant un fluide caloporteur circulant dans les sondes de type eau-glycolée (monoéthylène glycol dosé à 25 %).**

Le projet implique la réalisation de 31 sondes de 120 m de profondeur sur la parcelle du projet d'immeuble de bureaux. Les sondes seront disposées autour du bâtiment. **Le chantier sera suivi par les géologues et ingénieurs de notre bureau de façon à assurer la conformité des opérations vis-à-vis de l'état de l'Art (norme française NF X10-970 - allemande VDI 4640 - suisse SIA 384/6) et dans le respect des préconisations de l'AGE.**

Le projet est soumis au cas par cas à une évaluation des incidences selon l'Annexe IV du Règlement grand-ducal du 15 mai 2018 portant les listes de projets soumis à une évaluation des incidences sur l'environnement :

N° courant	Catégorie de projet
78	Forages géothermiques en profondeur : un ou plusieurs forages géothermiques en profondeur, sur un site, d'une puissance d'absorption thermique totale des sondes supérieure à 30 kW.

Une demande d'autorisation suivant la loi du 23 décembre 2022 modifiant la loi du 19 décembre 2008 relative à l'eau sera également introduite auprès de l'Administration de la Gestion d'Eau.

Une demande d'autorisation suivant la loi modifiée du 18 juillet 2018 relative à la protection de la nature et des ressources naturelles sera également introduite auprès du Ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement durable

## 2. Localisation et description du site

Le projet d'immeuble de bureaux conduit par la société Houbesch est situé rue de l'Innovation à Kockelscheuer. Le projet occupe la parcelle cadastrale 940/2300, section B de Berchem, commune de Roeser, au sud de la Ville de Luxembourg. La parcelle cadastrale occupe une surface de 4 556 m<sup>2</sup>.

Un extrait de la carte topographique à l'échelle 1 : 15 000 permettant la localisation du site est disponible en annexe 20222519-GC-HYDROGEOL-400-001-1. À noter que la carte topographique n'est pas à jour et présente des routes et bâtiments qui n'existent plus. Le site de Parc Luxite a été fortement modifié ces dernières années avec la création de plusieurs bâtiments similaires à celui devant être construit dans le cadre de ce projet.

Un extrait de la carte orthophotographique de 2022 à l'échelle 1 : 5 000 ainsi qu'un zoom à l'échelle 1 : 1 250 sont disponibles en annexe 20222519-GC-HYDROGEOL-400-001-2. Ces cartes permettent de visualiser l'emplacement des futures sondes géothermiques. Un tableau des coordonnées prévisionnelles des sondes géothermiques est aussi présenté dans cette annexe.

La zone concernée par le projet est située à proximité du site de l'ancienne poudrerie de Luxembourg aujourd'hui réaménagé en Parc Luxite. Le terrain naturel se situe vers +302 m NN et présente une légère pente vers le sud-est. La parcelle est majoritairement en friche à ce jour, seule une petite fraction de celle-ci est arborée (abords d'un massif forestier situé à l'est).

Aux alentours immédiats, un massif forestier subsiste (côté est et nord-est) et un bâtiment est en cours de construction (côté ouest).

Aucune source et aucun forage hydrogéologique ne sont présents dans le secteur. Le réservoir Kockelscheuer (REC-307-04) se situe à environ 900 m au nord-ouest. Le point de prélèvement d'eau potable le plus proche se trouve à plus de 2,5 km au nord-est (forage SEBES CBR1 – FCS-1-64).

Un extrait du plan cadastral et un relevé parcellaire sont joints en annexe 20222519-GC-HYDROGEOL-400-002.

Suivant le PAG de la commune de Roeser, localité de Kockelscheuer, la zone concernée par le projet de géothermie se situe en « zone urbanisée ou destinée à être urbanisée », plus particulièrement en « zone d'activités économiques communale type 1 (ECO-c1) ». Aux alentours immédiats du site en projet, des zones vertes s'y trouvent et sont définies comme « zone agricole » ainsi que « zone forestière ».

Les extraits des parties graphique et écrite du PAG de la commune de Roeser, localité Kockelscheuer, sont disponibles en annexe 20222519-GC-HYDROGEOL-400-003.

### 3. Éléments biologiques et écologiques

La zone concernée par le projet de géothermie est située **hors zone Natura 2000**.

Les zones Natura 2000 les plus proches sont » situées à plus de 700 m du projet :

- la zone habitats LU0001077 « Bois de Bettembourg » ;
- la zone de protection oiseaux LU0002017 « Région du Lias moyen ».

En phase chantier, ces zones ne seront pas impactées par le projet de géothermie du fait de l'éloignement de ces zones par rapport au projet et de par le caractère temporaire des travaux. Par ailleurs, la zone projetée pour le futur bâtiment fait déjà l'objet d'aménagements anthropiques avec plusieurs chantiers de construction en cours.

En phase d'exploitation, ces zones ne seront pas impactées par le projet de géothermie du fait de l'éloignement de ces zones par rapport au projet et de par le très faible risque de pollution amené par la géothermie sur sondes. En effet, cette technologie est mature avec plusieurs dizaines d'années de développement et des milliers de mètres linéaires réalisés dans la Grande Région. Par ailleurs, tous les travaux seront suivis par les géologues et ingénieurs de notre bureau de façon à assurer la conformité des opérations vis-à-vis de l'état de l'art (norme française NF X10-970 - allemande VDI 4640 - suisse SIA 384/6) et dans le respect des préconisations de l'AGE.

**L'élaboration d'un Screening-FFH n'est pas requise pour ce projet dans la mesure où ces zones Natura 2000 sont situées à une distance suffisamment importante du projet. Ainsi, il n'est attendu aucune incidence sur ces zones protégées.**

#### 3.1 Biotopes et Habitats d'Espèces Protégées (Article 17 de la loi du 18 juillet 2018)

Selon l'Article 17 de la loi du 18 juillet 2018, sont définis comme « biotopes » ceux ayant une forte valeur écologique du fait notamment de leur forme, apparence et origine naturelles. Sont par exemple inclus dans cette catégorie les lisières de forêts, les haies vives ainsi que les vergers et les prairies.

Au sens de l'Article 17, selon le cadastre des biotopes de milieux ouverts, **aucun biotope ne se trouve dans ou à proximité de la zone en projet.**

Selon le cadastre des biotopes forestiers, **deux types de massif forestier sont inclus partiellement dans la zone du projet :**

- « Futaies feuillues contenant plus de 50 % d'essences feuillues » (code unique : BK\_582022084) ;
- « Hêtraies du Asperulo-Fagetum » (code unique : BK\_582022072).



Hors de la parcelle du projet, on retrouve à une dizaine de mètre au nord, une parcelle forestière de type « Futaies feuillues contenant plus de 50 % d'essences feuillues » (code unique : BK\_582022080). À une cinquantaine de mètres vers le sud, de l'autre côté de la rue de l'Innovation et en bordure d'un immeuble de bureaux, une dernière zone forestière est présente. Celle-ci est de type « Futaies mélangées de chêne » (BK\_582022058).

**Les arbres de ces deux massifs forestiers présents sur la parcelle devront être abattus de manière à permettre l'installation de sondes géothermiques incompatibles avec leur présence.** Ainsi, deux dossiers sont en cours de préparation pour permettre l'abattage de ces arbres :

- Dossier de demande d'autorisation dans le cadre de la protection de nature selon les articles 14, 17 et 21 de la *loi modifiée du 18 juillet 2018 relative à la protection de la nature et des ressources naturelles* ;
- Elaboration d'un éco-bilan selon la *loi modifiée du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles* y compris rapport justificatif et annexe ;

La localisation du projet par rapport à ces zones forestière est présentée en Figure 1.

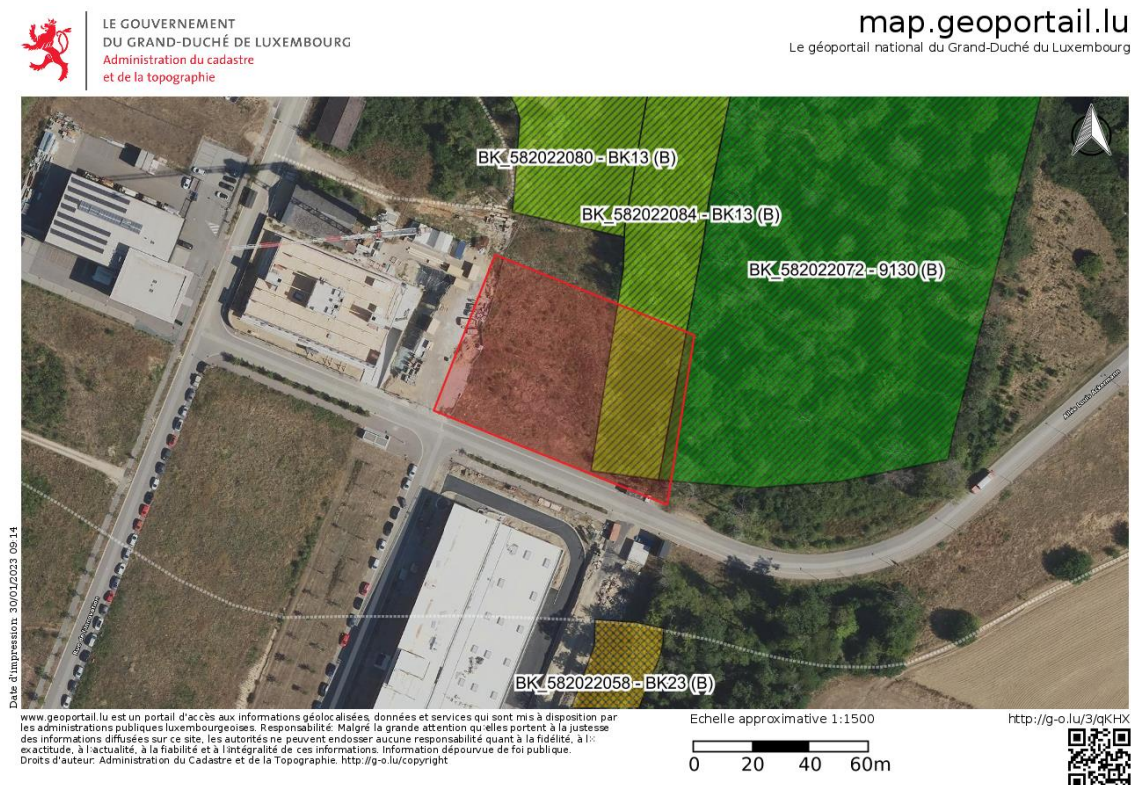


Figure 1. Extrait du cadastre des biotopes forestiers (source : géoportail.lu).



### 3.2 Espèces animales faisant l'objet d'une protection spéciale (Article 21 de la loi du 18 juillet 2018)

En adéquation avec les Directives Européennes et leur application au niveau national, les espèces animales faisant l'objet d'une protection spéciale sont également à prendre en compte.

Ainsi, selon l'Article 21 de la Loi du 18 juillet 2018, il est nécessaire de déterminer si les travaux envisagés présentent un impact potentiel au regard des espèces d'Intérêt Communautaire. Ces espèces sont définies dans les Annexes 4 et 5 de la Loi relative à la Protection de la Nature et des Ressources Naturelles de 2018. Les espèces d'oiseaux concernées par cet aspect sont définies dans l'Article 1 de la Directive Oiseaux (2009/147/CE).

Dans le cadre de la protection des espèces, il est nécessaire de prendre des mesures afin d'éviter des dégradations de ces espèces. La nature de ces mesures et les critères qu'elles doivent respecter sont à définir dans chaque cas.

Concernant le projet de champ de sondes géothermique, **aucun impact négatif durable n'est attendu sur les espèces définies dans les Annexes 4 et 5 ni dans celles définies dans l'Article 1 de la Directive Oiseaux**. En effet, le site d'intervention est déjà l'objet d'aménagements anthropiques et se situe hors zone Natura 2000.

### 3.3 Zone Natura 2000 (Article 32 de la loi du 18 juillet 2018)

**Le site à l'étude est situé hors-zone Natura 2000.**

## 4. Occupation du sol et couverture du sol

La Figure 2 présente l'Occupation Biophysique du Sol de 2007 (OBS 2007) au droit du projet (cadre rouge sur la figure) et alentours.

Selon la carte de couverture du sol de 2018, la parcelle cadastrale comprenant le projet est essentiellement occupée par une « végétation herbacée permanente » ainsi qu'une fraction par des arbres et buissons. Aux alentours, des zones sont définies en tant que « autres surfaces construites » et « bâtiment ». L'ensemble des surfaces forestières présentes dans le secteur environnant sont couverts, par conséquent, d'arbres et buissons.

Selon la carte d'utilisation du sol de 2018, la zone principale du projet est définie en tant que « surface urbanisée - zone urbaine inutilisée et friche industrielle ». À proximité, les surfaces sont utilisées soit en tant que « forêt - bloc forestier - forêt feuillue » (à l'est), soit « forêt - coupe rase » (au nord) ou soit « agriculture – prairie » (au sud). Les accès au secteur sont définis comme « transport - route - principale » et « transport - stationnement ». Les bâtiments présents sur le site sont catégorisés en tant que « surface urbanisée - industrie et commerce ».



Figure 2. Occupation Biophysique du Sol en droit du projet et alentours (source : géoportail.lu).

Selon le Géoportail (consultation le 23/01/2023), le secteur du projet est défini en plusieurs zones. Le tableau ci-après reprend la dénomination de ces zones d'après la carte de couverture et d'utilisation du sol en droit du projet et alentours.

Tableau 1. Couverture et utilisation du sol (2018) du secteur en projet.

Zones	Dénomination des zones selon la carte de couverture du sol de 2018	Dénomination des zones selon la carte d'utilisation du sol de 2018
Parcelle du projet (n° 940/2300)	<u>Principalement</u> : végétation herbacée permanente <u>Partiellement</u> : arbres et buissons	<u>Principalement</u> : surface urbanisée - zone urbaine inutilisée et friche industrielle <u>Partiellement</u> : forêt - bloc forestier - forêt feuillue
Alentours	autres surfaces construites bâtiment	surface urbanisée - industrie et commerce
L'ensemble des surfaces forestières présentes dans le secteur	arbres et buissons	forêt - bloc forestier - forêt feuillue (à l'est) forêt - coupe rase (au nord) agriculture – prairie (au sud)
Accès	autres surfaces construites	transport - route - principale transport - stationnement

## 5. Eaux de surface et risque d'inondation

Aux alentours du site, des cours d'eau intermittents, en pointillés sur l'extrait de la carte topographique visible sur le Géoportail, s'écoulent entre 120 et 300 m du présent projet. Au sud, à approximativement 700 m, la rivière Bibeschbaach s'écoule également (cf. Figure 3).

D'après le Géoportail rubrique « Directive Inondation », il n'y a pas de zones inondables ni de risque d'inondation dans le secteur en projet (consultation du Géoportail le 23/01/2023). Sous la même rubrique sur le Géoportail, la carte de danger lors de fortes pluies montre un danger modéré en termes de vitesse d'écoulement et profondeur des eaux.

Au vu du projet de géothermie, il n'y aura pas d'impact du projet sur les cours d'eau et inversement du fait de l'éloignement et de l'absence de risque d'inondation.

Aucune eau ne sera prélevée lors des travaux de foration et de mise en place des sondes géothermiques.

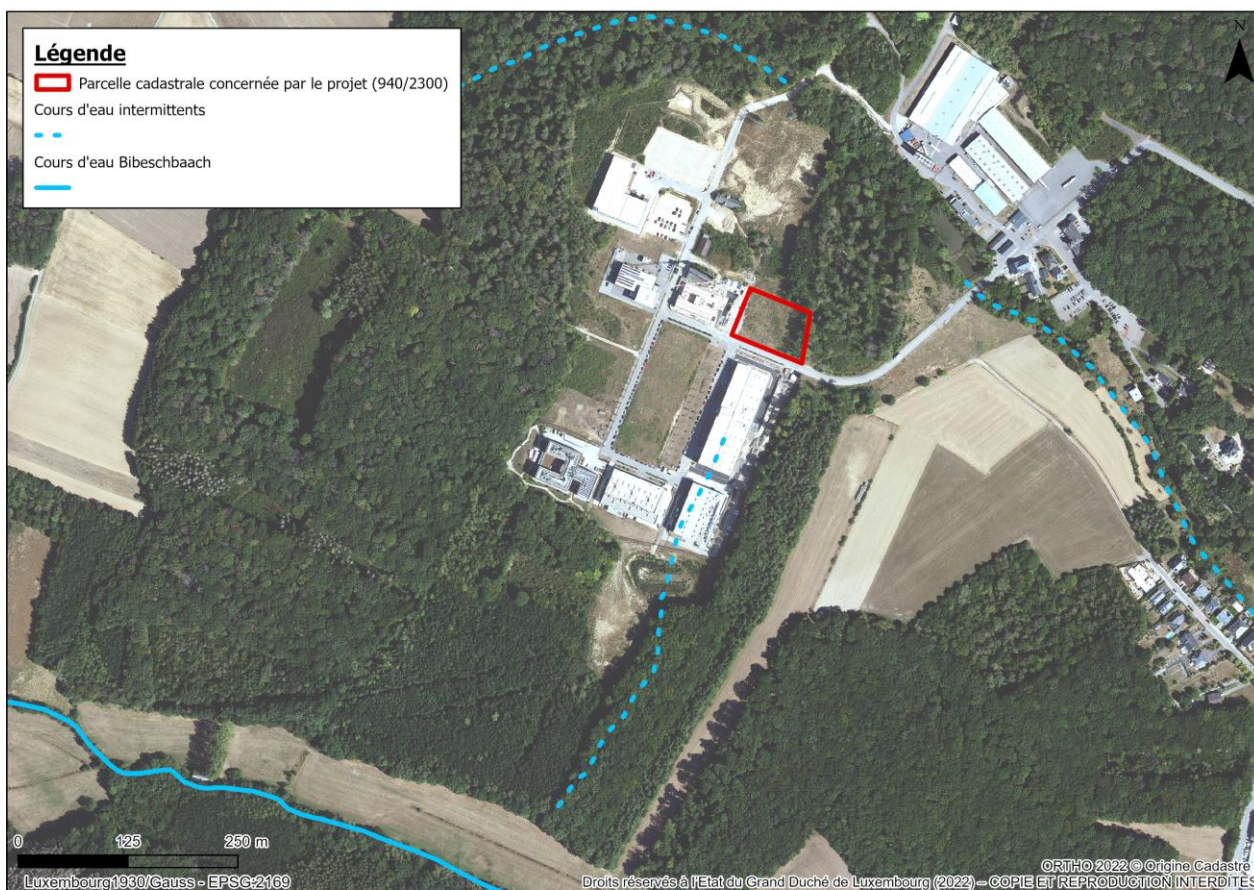


Figure 3. Localisation du site et des cours d'eau présents dans le secteur sur fond d'orthophotographies.



## 6. Contexte géologique, hydrogéologique et thermique

### 6.1 Géologie générale

La zone d'étude appartient à la région naturelle du Gutland dont la géologie est caractérisée par une succession de dépôts sédimentaires mésozoïques reposant en discordance sur le socle schisteux dévonien (1). Dans le sud du Gutland où se situe le projet, les formations géologiques sont essentiellement marneuses.

Ces couches sédimentaires ont été déposées en périphérie du Bassin parisien et présentent un pendage régional vers le sud-ouest (2). Dans cette région, l'alternance de couches sédimentaires résistantes (grès et calcaires) et de couches tendres (argiles et marnes) ainsi que le léger pendage régional ont mené à la formation d'un paysage de cuestas caractérisé par des côtes à pentes raides vers le nord et des versants à pente douce vers le sud.

La Figure 4 présente un extrait de la carte géologique harmonisée du Luxembourg et replace le projet dans son contexte géologique.

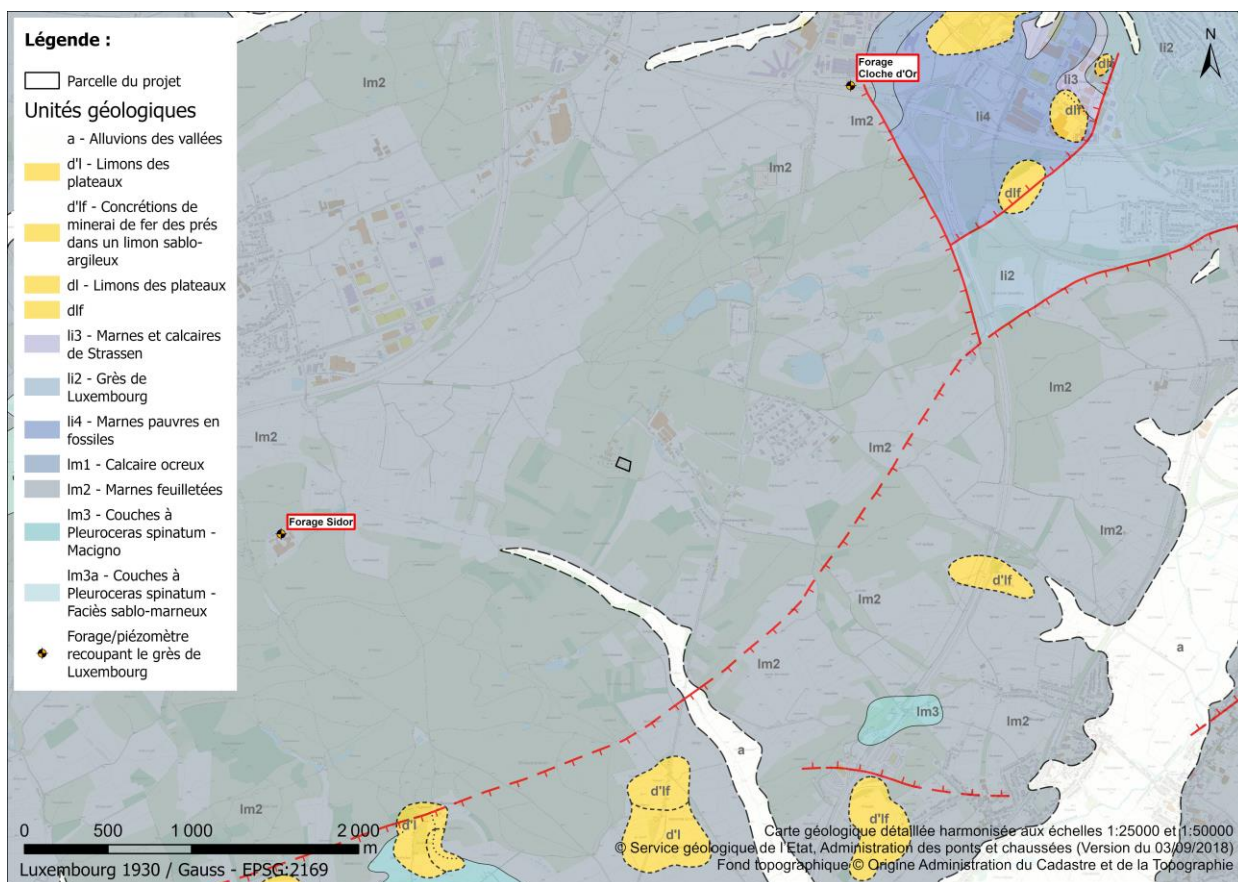


Figure 4. Extrait de la carte géologique harmonisée du Luxembourg (SGL, version du 03/09/2018).

## 6.2 Succession lithologique au droit du projet

Plusieurs forages de reconnaissance déjà présents dans le secteur de Kockelscheuer et visibles sur la Figure 4 renseignent quant à la succession lithologique présente au droit du projet.

**Ainsi, deux forages atteignent la base du li<sub>2</sub> dans le secteur de l'étude :**

- **Le forage-piézométrique Cloche d'Or (FRE-1-16) situé à 2,6 km au nord du projet ;**
- **Le forage-captage privé de l'usine du SIDOR (FCP-307-01) situé à 2 km à l'ouest du projet.**

Les données relatives à ces deux ouvrages ont été récupérées auprès du Service Géologique Luxembourgeois (SGL).

À l'aide des informations apportées par ces deux ouvrages et des données bibliographiques disponibles dans le secteur d'étude (1), il est possible de définir une coupe géologique prévisionnelle, présentée dans le tableau suivant :

**Tableau 2. Succession lithologique prévisionnelle attendue au droit du site**

Période	Formation	Lithologie	Cote du toit (m NN)	Profondeur du toit (m)	Épaisseur (m)
Jurassique	Marnes feuilletées (lm <sub>2</sub> )	Marnes argileuses, feuilletées, grises	TN / +302	0	97
	Calcaire ocreux (lm <sub>1</sub> )	Calcaire vert-gris et rouge-brun	+205	97	10
	Marnes pauvres en fossiles (li <sub>4</sub> )	Marnes argileuses, silteuses, grises	+195	107	30
	Marnes et Calcaires de Strassen (li <sub>3</sub> )	Marnes gris-bleu et bancs de calcaires fossilifères	+165	137	15
	<b>Grès de Luxembourg (li<sub>2</sub>)</b>	<b>Alternance de grès jaunâtre et de grès calcaireux blanchâtre</b>	<b>+150</b>	<b>152</b>	<b>80</b>
	Marnes d'Elvange (li <sub>1</sub> )	Alternance de marnes gris foncé et de bancs calcaires	+70	235	25

Ainsi, l'essentiel des couches superficielles du secteur de l'étude sont marneuses (roche à proportions à peu près équivalentes d'argile et de calcaire) à l'exception du calcaire ocreux (lm<sub>1</sub>) et du grès de Luxembourg (li<sub>2</sub>).

### 6.3 Contexte hydrogéologique

Les différentes formations géologiques décrites précédemment et présentes en profondeur au droit du projet n'abritent pas de nappe significative pouvant être exploitée à l'exception des **grès de Luxembourg** (li<sub>2</sub>). Plus en profondeur, certains niveaux de Keuper, du Muschelkalk et du Buntsandstein sont également aquifères mais n'impactent pas le projet du fait de la grande épaisseur de roches qui les séparent de la surface.

Les niveaux supérieurs tel que la formation des Marnes feuilletées (lm<sub>2</sub>) peuvent être le siège de nappes locales présentant une épaisseur et une productivité limitée mais devant néanmoins être considérées lors des travaux de terrassement et d'imperméabilisation du bâtiment.

### 6.4 Aquifère des grès de Luxembourg

La formation du grès de Luxembourg (li<sub>2</sub>) forme un horizon aquifère dans lequel se développe la nappe du même nom. Dans le secteur de l'étude, la nappe est captive avec pour toit imperméable la formation faiblement perméable des Marnes et Calcaires de Strassen (li<sub>3</sub>) et pour mur les niveaux marneux imperméables des marnes d'Elvange (li<sub>1</sub>).

**D'après les données de la carte géologique et des deux forages profonds du Sidor et de Cloche d'Or précédemment cités, le toit de la formation des grès de Luxembourg est présente à partir de +150 m NN au droit du projet, soit 152 m de profondeur.**

**Ainsi, comme présenté dans la suite de cette étude, la réalisation de sondes géothermiques de 120 m de profondeur, tel qu'autorisé par la carte « Admissibilité pour forages géothermiques de faible profondeur » disponible sur le Géoportail, laisserait une distance de sécurité de plus de 30 m entre le toit de l'aquifère et la base des sondes géothermiques.**

La piézométrie de la nappe dans le secteur est estimée à partir des résultats de la modélisation « *Grundwassermanagementplan Luxemburger Sandstein* » réalisée pour l'Administration de la Gestion de l'Eau et les fournisseurs d'eau (1). Cette étude publiée en septembre 2010 visait à créer un modèle numérique permettant de comprendre le fonctionnement hydrogéologique de l'aquifère du grès de Luxembourg dans une large zone au sud-ouest du Luxembourg.

D'après les résultats de cette modélisation, la nappe s'écoule globalement depuis le nord-ouest vers le sud-est en suivant le pendage local. Au droit du projet, le niveau piézométrique de la nappe captive se situe vers **+267 m NN** d'après les résultats de cette modélisation.

**À noter qu'un niveau piézométrique vers +267 m NN ne signifie pas que le niveau de l'eau de la nappe se situe à cette profondeur dans le sous-sol mais que la pression dans le réservoir est telle que si l'on perçait le toit de l'aquifère au moyen d'un forage, le niveau dans ce forage se stabiliserait vers +267 m NN.**

La réalimentation de la nappe est assurée par les précipitations dans les zones où l'aquifère affleure, soit à plusieurs kilomètres au nord et à l'est de la zone d'étude.

#### **6.5 Choix de la géothermie sur sonde vis-à-vis de la géothermie sur nappe**

La nappe des grès de Luxembourg constitue une ressource stratégique pour le Luxembourg et est de ce fait protégée. À ce jour, son usage est exclusivement réservé à l'alimentation en eau potable et à quelques rares usages industriels.

Aussi, dans la mesure où les autres formations du Jurassique du secteur ne présentent que de faibles ressources en eau ne pouvant pas fournir les débits nécessaires pour alimenter en chaud et en froid le projet, **la géothermie sur nappe n'apparaît pas comme étant techniquement envisageable**. En effet, les débits nécessaires à une alimentation en chaud et en froid du projet sont bien supérieurs à ce que peuvent fournir les différentes formations géologiques présentes au droit du projet.

Ainsi, dans la mesure où le maître d'ouvrage souhaite faire de son projet un bâtiment exemplaire d'un point de vue environnemental, le choix de l'installation de chauffage/climatisation s'est portée sur la géothermie sur sondes. En effet, ce type d'installation est nettement moins énergivore qu'une installation classique de chauffage/climatisation sur pompe à chaleur aérothermique dans la mesure où le coefficient de performance (COP) d'une installation géothermique est près du double de celui d'une installation aérothermique.



## **7. Géothermie sur sondes**

### **7.1 Principe de fonctionnement**

Une installation géothermique sur sondes géothermiques verticales (SGV) vise à capter (en mode chauffage) et à dissiper (en mode climatisation) des calories dans les formations géologiques du sous-sol au moyen d'un échangeur thermique appelé « sonde géothermique verticale ». En effet, après quelques dizaines de mètres de profondeur, le sous-sol présente une température stable tout au long de l'année ce qui permet au système géothermique de bénéficier d'un rendement énergétique (COP) important et stable.

À l'inverse, une installation classique de chauffage-climatisation par aérothermie sur pompe à chaleur (PAC) air-air est fortement dépendante de la température de l'air extérieur ce qui limite le rendement énergétique. En effet, lorsque l'on cherche en hiver à capter des calories dans l'air extérieur, celui-ci est déjà particulièrement froid tandis qu'en été lorsqu'on cherche à dissiper des calories dans l'air extérieur, celui-ci est particulièrement chaud.

Une sonde géothermique est constituée de tubes en PEHD installés à la verticale dans un forage profond et liés au sous-sol par un ciment thermique. Un fluide caloporteur circule en circuit fermé dans la sonde et échange des calories par conduction avec le sous-sol. Les sondes sont ensuite reliées par un réseau de canalisations jusqu'à une pompe à chaleur qui alimente en chaud et en froid le bâtiment.

La profondeur des sondes varie selon les besoins énergétiques du projet et les contraintes de dimensionnement mais est généralement de l'ordre de 50 à 200 m.

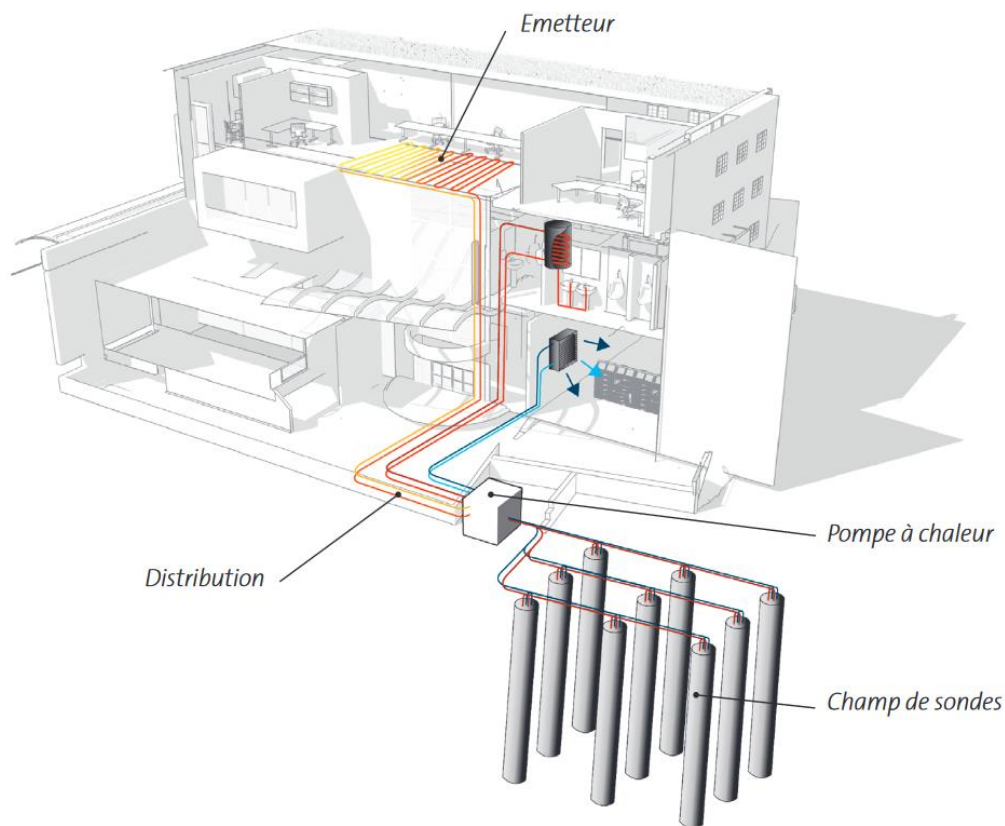


Figure 5. Principaux éléments du système géothermique sur champ de sondes (BRGM).

Les champs de sondes peuvent être exploités selon deux modes de fonctionnement :

- 🌍 **En mode chauffage à l'aide d'une pompe à chaleur qui prélève les calories du fluide caloporteur circulant dans les sondes et les transfère dans le bâtiment ;**
- 🌍 **En mode refroidissement, à l'aide d'une pompe à chaleur qui injecte les calories du bâtiments dans le fluide caloporteur des sondes qui les transfère ensuite dans le sous-sol.**

Il est également possible de s'affranchir de l'utilisation de la PAC en mode climatisation, on parle alors de « rafraîchissement passif ». Le fluide caloporteur présent dans les sondes circule alors directement dans les installations de bâtiment au moyen d'un système de contournement de la PAC. L'intérêt est de réduire la consommation énergétique du système et ainsi d'augmenter le rendement énergétique.






**L'utilisation alternée des modes de chauffage et de climatisation permettent également de recharger le sous-sol en calories et ainsi d'augmenter l'efficacité du système.** Ainsi, les calories puisées dans le sous-sol en hiver pour le chauffage sont réinjectées en été lors de la climatisation ce qui limite l'appauvrissement thermique du sous-sol. Dans le cas où une partie de l'eau chaude est générée par des capteurs solaires, il est également possible d'utiliser l'éventuel excès de chaleur en été pour recharger le sous-sol en calories.

**Remarque :**

À l'inverse de la géothermie sur aquifère où de l'eau est pompée dans le sous-sol, la productivité des champs de sondes ne dépend pas des ressources en eau souterraine. Cette solution est donc adaptée à une plus large gamme de configurations géologiques et réglementaires.

## **7.2 Cadre normatif**

La réalisation de sondes géothermiques verticales est encadrée par plusieurs normes et notamment les normes françaises et européennes :

-  **NF X10-970, VDI 4640 et SIA 384/6 pour les étapes de réalisation de la sonde géothermique ;**
-  **NF X 10-999 pour la réalisation des forages ;**
-  **XP X10-950 pour le choix du coulis de ciment assurant le contact de la boucle en PEHD avec le sous-sol ;**
-  **NF X 10-960 pour le choix de la boucle de sonde dans laquelle circule le fluide caloporteur ;**
-  **NF EN ISO 17628 pour la réalisation des essais fonctionnels (test de mise en pression, essai de circulation et test de réponse thermique).**

De manière à assurer la protection de l'environnement, en particulier la préservation du sous-sol et la qualité des eaux souterraines, ainsi qu'à disposer d'une installation pérenne et efficace, il est recommandé de faire réaliser et contrôler les sondes géothermiques en suivant les préconisations de ces normes.

## **7.3 Proposition d'implantation**

Sur la base du prédimensionnement réalisé lors de l'étude de faisabilité et des plans transmis par le Maître d'Ouvrage, il a été décidé d'implanter 31 sondes géothermiques au droit du projet, comme présenté en figure suivante, avec un écartement de 10 m entre chaque sonde.

Ces implantations sont proposées à titre indicatif et dépendront notamment des plans définitifs du projet et des réseaux ainsi que de la position du local thermique.

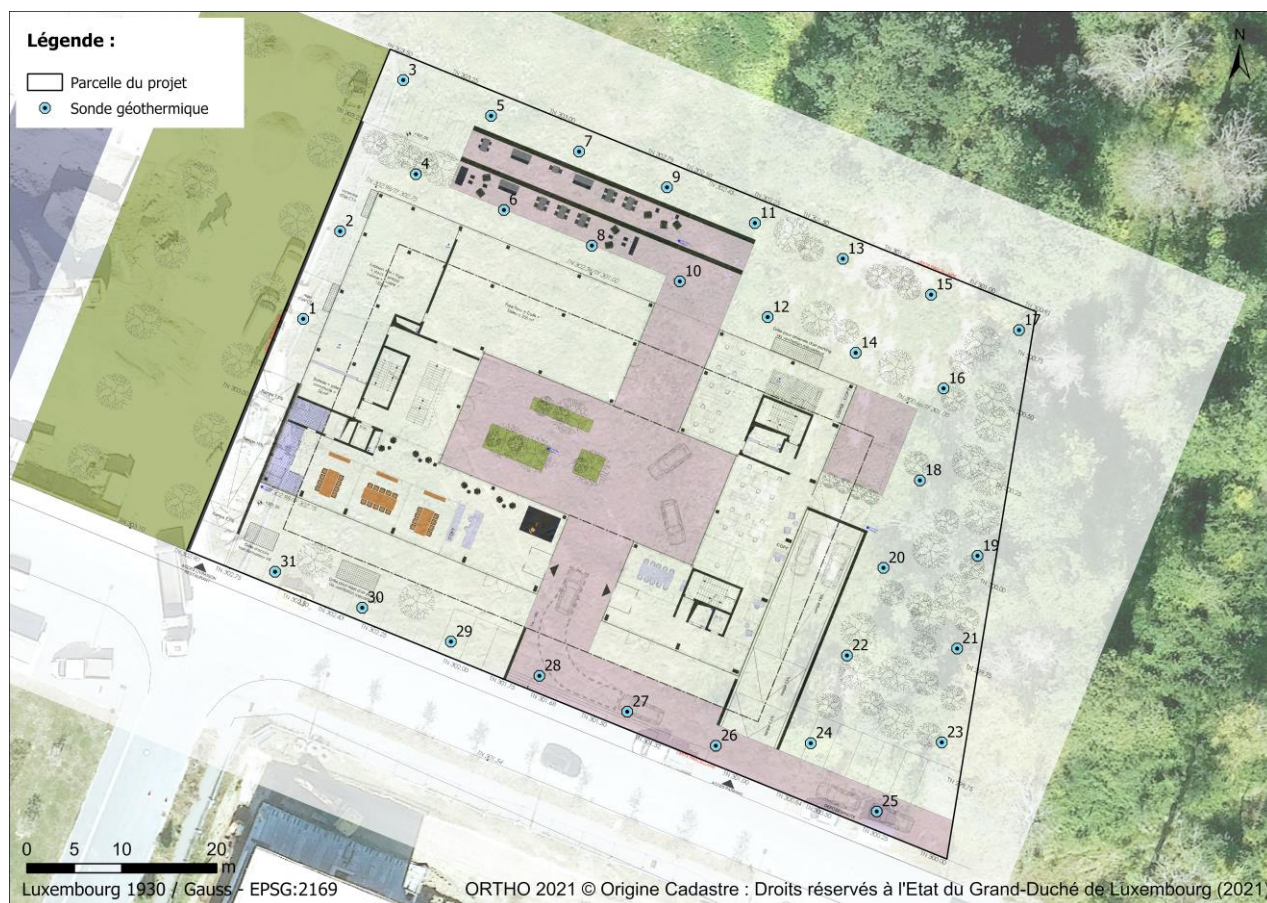


Figure 6. Implantation prévisionnelle des sondes géothermiques.

#### 7.4 Éléments techniques

Le fluide caloporteur utilisé dans le circuit des sondes sera un mélange d'eau et de monoéthylène glycol dosé à 25 % pour permettre son fonctionnement avec un régime de température de 0/-3°C. **L'accord de principe donné par l'AGE autorise l'utilisation de ce fluide caloporteur.**

En considérant l'installation de 31 sondes de 120 m de profondeur traversant des formations géologiques essentiellement marneuses, la puissance totale d'absorption thermique des sondes sera de l'ordre de **186 kW**.

Les sondes utilisées seront de type double U DN 32 x 2,9 mm en PE 100 RC avec un volume total de fluide caloporteur de l'ordre de 2,5 m<sup>3</sup> (sondes + raccords au local PAC).

Il est prévu d'installer une pompe à chaleur développant une puissance calorifique à 0/35 °C de **260 kW**.

## 7.5 Géologue conseils

Ces forages seront réalisés sous la direction d'un géologue conseils du bureau d'études :

### **Géoconseils S.A.**

4, rue Albert Simon  
L-5315 Contern  
B.P. 102  
L-5302 Sandweiler  
Tél. : 30 57 99 - 1  
Fax : 30 57 99 - 500

## 7.6 Entreprise exécutant les travaux de géothermie

L'entreprise mandatée pour le test de réponse thermique (TRT) et l'installation des sondes géothermiques est à définir par un appel d'offre. Néanmoins, **la société de forage choisie devra posséder la certification DVGW 120-2 ou équivalent et travailler selon les règles de l'Art.**

## 7.7 Durée du chantier

La durée des travaux est estimée à 85 jours ouvrables.

## 7.8 Utilisation de l'eau

L'eau souterraine ne sera pas prélevée dans le cadre de ce projet.

L'eau souterraine ne sera également pas utilisée en phase d'exploitation du bâtiment.

## 7.9 Mode de prélèvement

Aucun prélèvement d'eau n'est prévu.

## 7.10 Traitement de l'eau

Aucun traitement d'eau n'est prévu.

## 7.11 Plans

Le plan d'implantation des sondes géothermiques est joint en annexe 20222519-GC-HYDROGEOL-400-001-2.

Un plan provisoire de l'architecte, présentant l'aménagement de la parcelle du projet, est disponible en annexe 20222519-GC-HYDROGEOL-400-004.

## 8. Moyens de protection et surveillance

En phase travaux, les moyens de protection et de surveillance suivants seront mis en œuvre :

**Production d'énergie** : Pendant les travaux, les compresseurs et les groupes électrogènes disposeront de bacs de rétention étanche permettant de récupérer les éventuelles fuites et d'empêcher un écoulement de ces polluants vers la nappe. Par ailleurs, les réservoirs d'huile et de carburant seront stockés à l'écart de la zone de fouille sur des bacs de rétention étanches.

**Stockage** : Dans les zones de stockage, les matériaux seront couverts.

**Attention particulière** : D'après l'étude de faisabilité, les niveaux supérieurs (exemple : la formation des Marnes feuilletées), pouvant renfermer des niveaux de nappe, sont à prendre en compte lors des travaux de terrassements et d'imperméabilisation du bâtiment.

**Réseaux** : Les réseaux (électricité, gaz, etc.) seront repérés soigneusement avant les travaux, par l'intermédiaire des plans fournis par les concessionnaires des réseaux et d'éventuelles investigations complémentaires.

**Kit anti-pollution** : Pour remédier aux pollutions accidentelles en phase chantier, un kit anti-pollution sera disponible.

**Gestion des déchets** : Les déchets banals liés au chantier seront éliminés conformément à la réglementation en vigueur.

En phase d'exploitation de l'immeuble de bureaux, il n'est attendu aucune interaction du bâtiment avec les eaux souterraines du fait de l'absence de prélèvement, et de l'absence de rejet du bâtiment vers le milieu naturel. Par ailleurs, en l'état actuel des connaissances, la présence d'une nappe d'eau souterraine n'est pas attestée au droit du projet.



## 9. Evaluation des incidences sur l'environnement

Les effets notables directs ou indirects sur l'environnement sont identifiés et décrits dans la mesure des informations actuellement disponibles. La liste de ces facteurs est reprise ci-dessous :

Facteurs	Incidences notables directes ou indirectes
Population et santé humaine	<p>Le projet est réalisé selon les dernières technologies et en termes de durabilité. Les directives générales en relation avec la sécurité et la santé sur chantier seront respectées. Il n'y aura pas d'émissions ni de dépôts de matériaux contaminés sur le site.</p> <p>L'installation d'une géothermie sur sonde permettra de répondre aux besoins énergétiques (chauffage et climatisation) d'un nouveau bâtiment de façon durable. Ces travaux de géothermie présentent une amélioration énergétique lors de la conception d'un nouveau bâtiment.</p> <p>Des incidences notables directes ou indirectes ne sont pas prévues.</p>
Flore, Faune et Biodiversité	<p>La zone du projet de géothermie est comprise dans le projet de construction de l'immeuble de bureaux. <b>L'installation des sondes géothermiques nécessite l'abattage de plusieurs arbres présents sur la parcelle. Cette abattage sera réalisé après l'obtention des autorisations nécessaires.</b></p> <p>Ainsi, deux dossiers sont en cours de préparation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dossier de demande d'autorisation dans le cadre de la protection de nature selon les articles 14, 17 et 21 de la <i>loi modifiée du 18 juillet 2018 relative à la protection de la nature et des ressources naturelles</i> ;</li> <li>▪ Elaboration d'un éco-bilan selon la <i>loi modifiée du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles</i> ;</li> </ul> <p>Le site à l'étude ne faisant partie d'aucune zone Natura 2000 habitats ou oiseaux, aucune espèce n'est recensée et cartographiée dans le secteur selon un plan de gestion Natura 2000. La zone Natura 2000 la plus proche est à plus de 700 m au sud.</p> <p>Lors de la construction du bâtiment, une attention particulière sera tout de même apportée afin de vérifier qu'aucun habitat ne soit détruit. Néanmoins, il existe un potentiel suffisant de surfaces forestières alentours et ainsi d'habitats alternatifs. Le secteur fait déjà l'objet d'une importante emprise d'aménagements anthropiques.</p> <p>Un impact négatif sur la zone NATURA 2000 n'est pas attendu. Un Screening-FFH n'est pas requis pour ce projet puisque le projet ne se trouve dans aucune zone Natura 2000.</p> <p>Les travaux entraîneront temporairement une augmentation des nuisances sonores. Le site d'intervention est déjà l'objet d'aménagements anthropiques. Au niveau du couvert forestier alentour, le périmètre concerné par les travaux est relativement faible. Seule une fraction de la parcelle du projet est composée de surface forestière, la majorité de la surface est en milieu ouvert accessible.</p> <p>Des incidences notables directes ou indirectes et permanentes ne sont pas attendues par le projet de géothermie.</p>



Terres et sol	<p>Un terrassement sommaire est prévu pour le raccordement des sondes géothermique au local PAC. Néanmoins, le volume de terre déblayé sera réutilisé en totalité pour le remblayage du réseau de raccordement.</p> <p>Le terrassement pour la construction du bâtiment fait l'objet d'un autre dossier pour la construction du nouvel immeuble.</p> <p>Les sondes géothermiques seront placées autour du nouveau bâtiment. Leur emplacement ne sera dans aucune zone forestière après les travaux de construction. L'ensemble de la parcelle encadrant la zone du projet sera modifié dans sa globalité. La perte permanente de sol par le futur bâti fait l'objet d'un autre dossier.</p> <p>L'ensemble du projet ne se situe dans aucune zone Natura 2000. Il n'y aura donc pas d'impact sur cette zone spécifique.</p> <p>La surface concernée par le projet fait déjà l'objet d'aménagement anthropique aux alentours. L'emprise au sol sera faible.</p> <p>La mise en place de sondes géothermiques induit un impact minimal, car les horizons d'origine du sol seront perturbés à ce stade par la construction du nouveau bâti. Toutefois, de par la profondeur des sondes, il n'y aura aucun impact négatif sur l'utilisation des terres et du sol.</p> <p>Il n'y aura donc pas d'incidences notables pour les facteurs terres et sol.</p>
Eau	<p>Des cours d'eau intermittents sont présents aux abords du site (entre 120 et 300 m). la rivière Bibeschbaach s'écoule en aval du projet à environ 700 m au sud. Ces cours d'eau ne représentent pas un danger pour le projet par leur éloignement et l'absence de risque d'inondation. À l'inverse, le projet ne les impactera.</p> <p>Un rabattement des eaux souterraines par pompage n'est pas possible, car il n'y aura pas de prélèvement de la nappe.</p> <p>Les travaux prévus ne porteront pas atteinte à aucune zone d'importance écologique, puisqu'aucune eau ne sera prélevée ni rejetée.</p> <p>L'introduction de polluants pendant les travaux doit être évitée et n'est pas attendue. Une entreprise spécialisée travaillant dans les règles de l'Art sera mandatée.</p> <p>Une autorisation sera demandée à l'Administration de la Gestion de l'Eau.</p> <p>Des incidences notables directes ou indirectes ne sont pas attendues.</p>
Air et climat	<p>En phase chantier, les machines de forage émettront des gaz à effet de serre et conduiront à une nuisance sonore. <b>Néanmoins, ces effets délétères seront largement compensés par les réductions de gaz à effet de serre permises par l'utilisation d'un champ de sondes géothermiques par rapport à une autre solution de chauffage/climatisation.</b></p> <p>En phase d'exploitation, l'installation n'émettra aucune nuisance sonore. Le risque de fuite du fluide caloporteur de la PAC et du champs de sonde est réduit du fait d'un contrôle annuel tel qu'exigé par la législation.</p>

Paysage	<p>Le secteur sera modifié par la construction d'un nouvel immeuble de bureaux. L'impact de cette construction fait l'objet d'un autre dossier.</p> <p>Les sondes géothermiques seront situées dans un milieu anthropisé avec un paysage déjà modifié à ce stade. L'impact sur le paysage peut être considéré comme nul/négligeable pour l'installation d'un système de géothermie sur sonde dans la mesure où la totalité de l'installation est souterraine.</p> <p>Aucune dégradation supplémentaire sur le paysage n'est attendue par le projet de géothermie.</p>
Patrimoine culturel	Pas d'incidences

## 10. Conclusion

Dans le cadre de la construction d'un immeuble de bureau à Kockelscheuer, commune de Roeser, la société Houbesch souhaite recourir à une solution de géothermie pour satisfaire les besoins de chauffage et de climatisation.

Ainsi, 31 sondes géothermiques de 120 m de profondeur seront implantées sur la parcelle du projet. L'emprise au sol sera faible.

Les travaux en question seront effectués en veillant à ne mettre en danger ni la ressource souterraine ni les zones de surface (faune, flore et zones habitats associées).

D'après la vérification préliminaire, et compte tenu de l'envergure des travaux envisagées, des incidences notables directes ou indirectes sur les facteurs environnementaux mentionnés ci-dessus peuvent être exclues.

**Une Evaluation des Incidences sur l'Environnement (EIE) n'est donc pas nécessaire.**

Contern, le 13/02/2023

## 11. Références

1. **Björnsen, Beratende Ingenieure GmbH.** *Grundwassermanagementplan Luxemburger Sandstein.* 2010.
2. **Ministère d'Etat, Service central de législation.** *Règlement grand-ducal du 15 mai 2018 établissant les listes de projets soumis à une évaluation des incidences sur l'environnement.* Luxembourg : Journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg, 2018. Mémorial A N° 399 du 23 mai 2018.
3. —. *Règlement grand-ducal du 1er août 2018 établissant les biotopes protégés, les habitats d'intérêt communautaire et les habitats des espèces d'intérêt communautaire pour lesquelles l'état de conservation a été évalué non favorable, et précisant les mesures.* Luxembourg : Journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg, 2018. Mémorial A N° 774 du 5 septembre 2018.
4. —. *Loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement.* Luxembourg : Journal Officiel du Grand-Duché de Luxembourg, 2018. Mémorial A N° 398 du 23 mai 2018.
5. —. *Loi du 19 décembre 2008 relative à l'eau. Protection et gestion des eaux.* Luxembourg : Journal Officiel du Grand-Duché de Luxembourg, 2008. Mémorial A n°217.
6. —. *Loi du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles.* Luxembourg : Journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg, 2018. Mémorial A N° 771 du 5 septembre 2018.
7. **Service géologique de l'Etat, Administration des Ponts et Chaussées.** *Carte géologique détaillée harmonisée aux échelles 1:25 000 et 1:50 000.* Luxembourg : Service géologique du Luxembourg, 3 septembre 2018.
8. **Ministère d'Etat, Service central de législation.** *Loi du 3 mars 2022 portant modification de la loi du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles.* Luxembourg : Journal officiel du Grand-duché de Luxembourg, 2022. Mémorial A N°110 du 14 mars 2022.
9. —. *loi du 23 décembre 2022 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine et modifiant la loi modifiée du 19 décembre 2008 relative à l'eau.* Luxembourg : Journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg, 2022. Mémorial A N°704 du 28 décembre 2022.

## LISTE DES ANNEXES

**Rapport 20222519-GC-HYDROGEOL-400**

**Géothermie pour un immeuble de bureaux**

**Rue de l'Innovation à Kockelscheuer**

Demande d'autorisation suivant la loi du 15 mai 2018  
relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement

N° du plan ou du document		Intitulé	Échelle
N° projet	N° annexe		
20222519-GC-HYDROGEOL-400-	001	1. Localisation du site en projet sur fond topographique (2013)	1 : 15 000 1 : 1 000 000
		2. Vue générale du site sur fond d'orthophotographies et positionnement prévisionnel des sondes géothermiques Coordonnées prévisionnelles en X et Y des sondes géothermiques (sous forme de tableau)	1 : 5 000 1 : 1 250 1 : 1 000 000 /
20222519-GC-HYDROGEOL-400-	002	Extrait du plan cadastral et relevé parcellaire	1 : 2 500
20222519-GC-HYDROGEOL-400-	003	Extraits des parties écrite et graphique du PAG de la commune de Roeser, localité de Kockelscheuer	1 : 2 500
20222519-GC-HYDROGEOL-400-	004	Plan d'architecte de l'aménagement de la parcelle du projet	1 : 250