

## Rollrasen VAN DE SLUIS



### Bassin réserve d'irrigation

### Limpach

### Étude hydrogéologique

N° de référence	20191425-GC-GEO	
Suivi	Nom	Date
Rédigé par	Laëtitia SEHAD	19.11.2019
Vérifié par	Joop VERHAREN	19.11.2019
Modifications		
Indice	Description	Date

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Contexte et objectif des investigations .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Documents de référence .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Géologie .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Sondages .....</b>	<b>4</b>
<b>4.1</b>	<b>Travaux de reconnaissance antérieurs .....</b>	<b>4</b>
<b>4.2</b>	<b>Forages carottés.....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Observations relatives aux eaux souterraines .....</b>	<b>5</b>
<b>5.1</b>	<b>Observations relatives à l'étude antérieure.....</b>	<b>5</b>
<b>5.2</b>	<b>Observations relatives à la présente étude.....</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Essais de pompage .....</b>	<b>6</b>
<b>6.1</b>	<b>Pompage au point FC1 .....</b>	<b>6</b>
<b>6.2</b>	<b>Pompage au point FC2 .....</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>Interprétation des résultats d'investigation .....</b>	<b>9</b>
<b>8</b>	<b>Recommandations .....</b>	<b>10</b>
<b>9</b>	<b>Remarques finales.....</b>	<b>11</b>

## Table des illustrations

<b>Figure 1.</b>	<b>Parcelle cadastrale concernée par l'étude sur fond d'orthophotos. ....</b>	<b>3</b>
<b>Figure 2.</b>	<b>Courbe de restitution du niveau d'eau au point FC1 lors du pompage en ce point. ....</b>	<b>7</b>
<b>Figure 3.</b>	<b>Courbe de restitution du niveau d'eau au point FC2 lors du pompage en ce point. ....</b>	<b>8</b>
<b>Figure 4.</b>	<b>Schéma de la solution recommandée (sans échelle). ....</b>	<b>10</b>

## 1 Contexte et objectif des investigations

Dans le cadre de la demande d'autorisation relative à la construction d'un bassin de réserve d'eau d'irrigation, le bureau GEOCONSEILS S.A. a été chargé par la société « Rollrasen van de Sluis » de l'établissement d'une étude hydrogéologique au droit du projet.

Le site étudié se situe route de Soleuvre, am Brill à Limpach (parcelle cadastrale n°3009/5014) au nord-est des bâtiments de la société « Rollrasen van de Sluis ». La Figure 1 présente l'emprise de la parcelle concernée sur fond d'orthophotos.



Figure 1. Parcelle cadastrale concernée par l'étude sur fond d'orthophotos.

## 2 Documents de référence

Pour l'établissement de ce rapport d'étude, les documents suivants ont été utilisés :

- Doc 1 :** Carte géologique du Luxembourg, feuille n° 12 « Esch-sur-Alzette » ; 1 : 25 000 ; Ministère des travaux publics et Service Géologique de Luxembourg, 1988
- Doc 2 :** Lucius M., 1948 Erläuterungen zur geologischen Karte Luxemburgs – Das Gutland. Publications du Service Géologique de Luxembourg, tome V.
- Doc 3 :** Bassin réserve d'irrigation – Limpach – Étude Géologique et Géotechnique, n°20181548-GC-GEO, Géoconseils S.A., 20/11/2019.
- Doc 4 :** Plan : Bassin réserve irrigation Rollrasen à Limpach, situation existante, 1 : 500, n°20181548-LP-T001, Luxplan S.A., 14/11/2018
- Doc 5 :** Plan : Bassin réserve irrigation Rollrasen à Limpach, Vue en plan, Concept assainissement, n°20181548-LP-HA001, Luxplan S.A., 23/11/2018.

## 3 Géologie

Selon la carte géologique du Luxembourg (cf. Doc 1, Chapitre 2), l'ensemble de la parcelle étudiée se situe sur la couche géologique datant du Lias supérieur lo<sub>1</sub> communément appelée « Couches à Harpoceras falciferum ». Il s'agit d'argilites marneuses finement feuilletées grises appelées également « Schistes bitumineux ». Ces derniers sont riches en matière organique (kérogène) et à la base, il est possible de retrouver des bancs de calcaire fossilifères.

*Remarque : Cette couche faisant partie du groupe des « Schistes bitumineux », elle présente un risque important de gonflement. En effet, ces couches contiennent de la pyrite disséminée entre les feuillets qui, en cas de contact avec l'oxygène (air, eau de pluie ou de surface chargée en oxygène), et/ou variation de niveau de la nappe (p.ex. rabattement), va s'oxyder et réagir avec les minéraux carbonatés des argilites marneuses. Cette réaction exothermique permet la formation du gypse qui s'accompagne d'une augmentation de volume et donc d'un gonflement.*

## 4 Sondages

Cette section présente l'ensemble des sondages effectués sur le site à l'étude.

### 4.1 Travaux de reconnaissance antérieurs

Dans le cadre de l'étude Géoconseils S.A : 20181548-GC-GEO (cf. Doc 3 du chapitre 2), 11 fouilles à la pelle mécanique ont été réalisées sur une profondeur variant de 1,4 m (Fouille 1) à 2,6 m (Fouille 5).

La position de ces points de sondage est donnée sur le plan en annexe 20191425-GC-GEO-002.

Ces investigations ont mis en avant les couches suivantes :

- Terre végétale : épaisseur variant entre 0,3 m (Fouille 7) et 0,6 m (Fouille 5) ;
- Limons d'altération : épaisseur variant entre 0,5 m (Fouilles 1, 6, 7 et 9) et 1,4 m (Fouille 4) ;
- Roche altérée - Argilites marneuses altérées : rencontrée entre 0,8 m (Fouille 7) et 1,5 m (Fouille 11) de profondeur.

## **4.2 Forages carottés**

Dans le cadre de la présente étude hydrogéologique, 2 forages carottés de 8 m de profondeur ont été réalisés et équipés en piézomètre 2 pouces. La réalisation de ces forages a eu lieu entre le 14/10/2019 et le 18/10/2019. La position des points de sondage est donnée sur le plan en annexe 20191425-GC-GEO-001, de même que la description des carottes de forages et des équipements piézométriques. Les photographies des carottes sont fournies en annexe 20191425-GC-GEO-003.

Ces forages ont mis en avant les mêmes horizons que ceux décrits dans l'étude 20181548-GC-GEO à l'exception près que la roche saine a été atteinte.

Dans le chapitre suivant, seule une description succincte sera faite relativement aux faciès rencontrés sur le site à l'étude, ainsi, pour plus de détails se reporter aux annexes correspondantes et à l'étude antérieure.

## **5 Observations relatives aux eaux souterraines**

### **5.1 Observations relatives à l'étude antérieure**

Lors de l'étude précédente, les niveaux d'eau observés dans les fouilles ont été objets d'hypothèses nécessitant une étude permettant de confirmer ou infirmer leur origine.

En effet, malgré l'absence d'eau dans les fouilles au moment du terrassement, les fouilles 4, 7 et 9 présentaient un niveau d'eau clairement plus haut que les autres fouilles, à savoir jusqu'à 60 cm d'eau étaient présents dans ces fouilles ce qui semble prouver la présence d'arrivées d'eau souterraines. De plus, des traces d'oxydation de couleur rouille montrant la présence d'un passage d'eau actuel ou antérieur étaient clairement visibles dans la fouille 7.

Ainsi, la présente étude avait pour objectif principal de déterminer la présence d'arrivées d'eau souterraines au niveau des fractures affectant les argilites marneuses altérées et/ou saines.

### **5.2 Observations relatives à la présente étude**

Lors de la réalisation des forages carottés, une attention particulière a été portée sur la potentielle présence d'eaux souterraines. Ainsi, les carottages ont été effectués en limitant au maximum l'apport d'eau pour être en mesure de définir l'appartenance des eaux.

La présence d'eau a été observée sur chacun des deux forages, afin de caractériser au mieux les niveaux d'eau réels, les trous de forages ont été vidés d'eau et la surface a été étanchéifiée le temps d'une nuit pour empêcher les infiltrations d'eaux météoriques. Au matin, les niveaux d'eau étaient remontés entraînant la nécessité d'équiper ces points en piézomètres. Par souci de représentativité le piézomètre FC1 a été équipé dans les horizons limoneux et le FC2 dans les horizons d'argilites altérées et fracturées.

*Remarque : Il est à noter que les conditions météorologiques se sont avérées défavorables durant la période de réalisation des forages. En effet, l'apport d'eaux météoriques stagnant à l'interface entre les premiers niveaux de sol plus perméables et les niveaux plus limoneux a fort probablement influencé les interprétations. Il est probable que lors de périodes estivales, durant lesquelles l'apport pluviométrique est plus faible et le phénomène d'évapotranspiration est favorisé, la quantité d'eau présente dans les premiers mètres de sols est beaucoup plus faible que durant la période d'observation.*

Afin de quantifier l'eau présente dans les différents horizons, les forages équipés en piézomètres deux pouces ont fait l'objets de pompage le 11/11/2019.

## **6 Essais de pompage**

Les courbes de restitution des essais de pompage sont disponibles en version commentées en annexe 004a (FC1) et 004b (FC2). Le pompage au point FC1 n'ayant pas influencé le niveau d'eau au point FC2 (et réciproquement), seule la courbe correspondant au point de pompage est représentée sur chacune des annexes et figures par souci de lisibilité.

### **6.1 Pompage au point FC1**

La courbe de restitution du niveau d'eau (en mètres NN) au niveau du piézomètre FC1 est visible en Figure 2. Les décrochements observables en partie basse sont liés au dénoyage et à l'arrêt de la pompe et ceux en partie haute sont liés à la reprise du pompage.



**Figure 2. Courbe de restitution du niveau d'eau au point FC1 lors du pompage en ce point.**

Il s'est avéré difficile de pomper dans ce piézomètre et d'obtenir un niveau d'eau stabilisé, il a donc été décidé d'interrompre le pompage après 1 heure. Ces variations de niveau d'eau impliquent que les arrivées d'eau dans le point de pompage ne sont pas suffisantes pour compenser un débit extrait d'à peine 40 l/h. Après l'arrêt définitif de la pompe, le niveau d'eau a retrouvé son niveau initial après environ 2 heures et 50 minutes.

Le niveau d'eau au point FC1 a continué à remonter légèrement jusqu'à arriver 6 cm plus haut que le niveau initialement mesuré le 11/11/2019. Il est probable que cela s'explique par les infiltrations directes des eaux de surface (eaux météoriques et eaux de ruissellement) dans les horizons limoneux.

## 6.2 Pompage au point FC2

La courbe de restitution du niveau d'eau (en mètres NN) au niveau du piézomètre FC2 est visible en Figure 3. L'allure de la courbe montre qu'un pompage à un débit relativement constant de 152 l/h (0,15 m<sup>3</sup>/h) pendant presque 4 heures n'est pas suffisant pour atteindre un niveau d'eau stabilisé.



**Figure 3. Courbe de restitution du niveau d'eau au point FC2 lors du pompage en ce point.**

Après l'arrêt définitif de la pompe, le niveau d'eau a retrouvé son niveau initial après environ 24 heures. La réaction de l'eau souterraine en ce point est donc plus lente qu'au niveau du point FC1 témoignant d'une perméabilité moindre dans les argilites altérées et fracturées que dans les limons sus-jacents.

Le niveau d'eau au point FC2 a continué à remonter légèrement jusqu'à arriver 6 cm plus haut que le niveau initialement mesuré le 11/11/2019. Il est probable que cela s'explique par les infiltrations directes des eaux de surface (eaux météoriques et eaux de ruissellement) dans les premiers mètres des argilites altérées et fracturées. Vue la nature du sous-sol et les courbes de restitution du niveau d'eau au cours de l'essai de pompage, les deux niveaux monitorés ne semblent pas issus d'une nappe souterraine à proprement parler. Il s'agirait plutôt des eaux du surface qui s'infiltrent rapidement dans les premiers mètres de sol pour ensuite pénétrer ponctuellement dans les premiers horizons d'argilites lorsqu'elles sont affectées de fractures.



## **7 Interprétation des résultats d'investigation**

Dans les deux cas, les niveaux d'eaux enregistrés sont présents à des cotes maximales comprises entre 306,8 mNN (FC1) et 305,56 mNN (FC2). Ainsi, la surface piézométrique est située au-dessus de la cote projetée du bassin réserve d'irrigation (304,00 mNN).

Les résultats des essais tendent cependant à montrer que ces eaux n'appartiennent pas à une nappe à proprement parler mais qu'elles sont plutôt le résultat d'infiltrations d'eaux de surface dans les premiers mètres de sols et parfois dans les argilites lorsque celles-ci sont affectées de fractures. Dans les horizons plus profonds, les argilites saines constituent une couche imperméable.

D'autre part, l'analyse de la courbe du rabattement au point FC2 (cf. annexe 004b) en échelle semi-logarithmique montre distinctement une rupture de pente autour de 46 minutes de pompage (2 760 s). Cela renforce l'hypothèse d'un niveau d'eau d'extension spatiale limitée (non continue) et de perméabilité hétérogène.

## 8 Recommandations

Les recommandations générales communiquées dans le cadre de l'étude géotechnique n°20181548-GC-GEO restent valables mais de nouvelles préconisations s'avèrent nécessaires au vu des résultats de l'étude hydrogéologique.

Le problème majeur soulevé ici est la présence d'eau dans les limons en cas de précipitations liées à des conditions météorologiques défavorables. Ces infiltrations pouvant engendrer l'altération et le gonflement des argilites sous-jacentes, elles sont susceptibles de nuire à la stabilité du futur talus (digue).

Ainsi, dans le cadre du bassin envisagé, il serait nécessaire de localement mettre en place une protection de fond pour éviter de nouvelles infiltrations d'eau dans les horizons fracturés au risque d'engendrer le gonflement des couches sous-jacentes – en cas de battement (succession de phases d'assèchement et de remplissage) des niveaux d'eau – et des infiltrations plus rapides vers des horizons plus profonds (cf. schéma de la solution recommandée en Figure 4). D'autre part, la mise en place de drains aux pourtours du bassin permettrait de rediriger les eaux d'infiltration dans le bassin sans risque de déstabiliser le nouvel ouvrage et la digue associée.

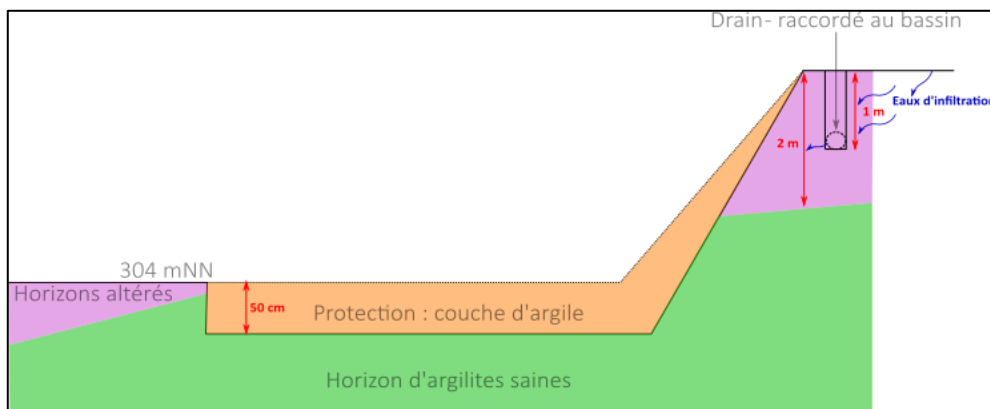


Figure 4. Schéma de la solution recommandée (sans échelle).

Afin de limiter les apports d'eau lors de la réalisation du projet, il est vivement recommandé de réaliser les travaux en période sèche présentant une faible pluviométrie durant au moins 3 semaines préalablement aux terrassements.

## 9 Remarques finales

Ce rapport d'étude de sol est valable exclusivement dans les limites d'espace et de contenu définies par la zone d'étude représentée sur les plans joints. Toutes les recommandations et exigences doivent être appliquées au projet actuel. Des changements du projet ou écarts par rapport au projet peuvent mener à d'autres conclusions techniques. D'éventuelles modifications du projet devront être discutées en concertation avec notre bureau. Cette restriction doit être respectée pour l'application de cette étude.

Selon les investigations réalisées, il peut être considéré qu'aucune nappe d'eau souterraine n'est présente sur site et que les niveaux d'eau monitorés sont issus d'eau de surface s'infiltrant en faveur d'horizons limoneux plus sableux et ponctuellement jusqu'aux argilites (horizons altérés) au travers de fractures. Ainsi, le projet tel qu'il est défini et l'application des recommandations de protection et de drainage aux pourtours du bassin (en plus des recommandations fournies dans le rapport d'étude 20181548-GC-GEO) ne présentent aucun risque pour les eaux souterraines potentiellement présentes plus en profondeur.

L'étude hydrogéologique a été interpolée à partir d'une description de terrain en des points isolés. Dans le cas où, durant l'avancement des travaux de chantier, une divergence par rapport à la situation décrite serait constatée, il est indispensable de fixer avec notre bureau un rendez-vous sur place dans les plus brefs délais, afin de décider des mesures nécessaires à appliquer aux travaux. Les fonds de fouilles doivent être réceptionnés par notre bureau. Durant la réalisation des travaux et la construction de l'ouvrage, l'entrepreneur est censé travailler selon les règles de l'art et respecter rigoureusement les normes et recommandations en vigueur.

Capellen, le 19.11.2019



Joop VERHAREN  
Administrateur délégué



Laëtitia SEHAD  
Hydrogéologue / Géologue diplômée

## **LISTE DES ANNEXES**

**Rapport 20191425-GC-GEO**

**Bassin réserve d'irrigation, Limpach**

**Étude hydrogéologique**

<b>N° du plan ou du document</b>		<b>Intitulé</b>	<b>Echelle</b>
<b>N° projet</b>	<b>N° annexe</b>		
20191425-GC-GEO-	001	Plan de situation, profils des forages et piézomètres, géologie	1 :100 ; 1 :1 000 1 :25 000
20191425-GC-GEO-	002	Plan n°20181548-GC-GEO-001 Implantation, profils des fouilles de reconnaissance et géologie	1 :100 ; 1 :1 000 1 :25 000
20191425-GC-GEO-	003	Photo des sondages	-
20191425-GC-GEO	004a	Suivi du niveau d'eau en fonction du temps au cours de l'essai de pompage au piézomètre FC1	-
20191425-GC-GEO	004b	Suivi du niveau d'eau en fonction du temps au cours de l'essai de pompage au piézomètre FC2	-