



Essais de sol et analyses
géotechniques

PROCES VERBAL D'ESSAI RAPPORT ES26823/23

DEMANDE PAR :

CHU Liège
Rue des Pontons, 25
4032 Chênée

POUR LE COMPTE DE :

CHU Liège
Rue des Pontons, 25
4032 Chênée

LIEU DES ESSAIS :

Rue de Gaillarmont, 600
4032 Chênée

DATE DU RAPPORT : 06/09/2023

BE Siège principal
LU Siège d'exploitation

Lenclos, 72C
Rue Charles Kieffer, 11

B-6740 Etalle
L-8389 Grass

T. +32 63 42 22 94
T. +352 20 60 08 67

Table des matières

1.	Présentation de la campagne.....	1
1.1.	Contexte hydrogéologique	1
1.1.1.	Cartes thématiques de la DGARNE sur WalOnMap : Aléas	1
1.1.2.	Cartes thématiques de la DGARNE sur WalOnMap : PASH.....	4
1.2.	Implantation et nivellement	6
2.	Essais d'infiltration de l'eau.....	7
2.1.	Méthodologie de l'essai de perméabilité	7
2.2.	Vitesses d'infiltration.....	8

1. Présentation de la campagne

La campagne d'essais de sol que nous avons menée comprend :

- En partie 2 : des tests de percolation afin de mesurer la conductivité hydraulique à saturation du sol afin de concevoir un bassin d'orage.

1.1. Contexte hydrogéologique











1.1.1. Cartes thématiques de la DGARNE sur WalOnMap : Aléas








a) Aléa d'inondation

<input type="checkbox"/>		A priori nul
<input type="checkbox"/>	■	Aléa faible
<input type="checkbox"/>	■	Aléa moyen
<input type="checkbox"/>	■	Aléa élevé

b) Atlas du Karst wallon

<input type="checkbox"/>		Sans objet
<input type="checkbox"/>		Abri sous-roche
<input type="checkbox"/>		Cavité
<input type="checkbox"/>		Doline-Dépression
<input type="checkbox"/>		Dépression paléokarstique
<input type="checkbox"/>		Perte-Chantoir
<input type="checkbox"/>		Pseudo-Doline
<input type="checkbox"/>		Puits houiller
<input type="checkbox"/>		Puits naturel
<input type="checkbox"/>		Résurgence-Exurgence
<input type="checkbox"/>		Divers
<input type="checkbox"/>		Substratum :

c) Zones de consultation de la DRIGM

<input type="checkbox"/>		Sans objet
<input type="checkbox"/>		Présence de carrières souterraines
<input type="checkbox"/>		Présence de puits de mines
<input checked="" type="checkbox"/>		Présence potentielle d'anciens puits de mines
<input type="checkbox"/>		Présence de minières de fer
<input type="checkbox"/>		Présence de karst

d) Concessions minières – nature des gisements

<input type="checkbox"/>		Sans objet
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Concession de mines de houille
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Concession des mines métalliques
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Concession de mines de fer
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Concession de mines d'or
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Concession de mines de schistes alunifères
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Concession de mines de graphite
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Concession de mines de lignite
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Réservoir souterrain de stockage de gaz naturel

Dans les zones définies, la consultation de la Direction des Risques industriels, géologiques et miniers (DRIGM - geologie@spw.wallonie.be) est recommandée, sinon nécessaire, préalablement à tout projet.

e) Carte numérique des sols de Wallonie – Définition du type de sol

<input type="checkbox"/>	Sans objet
<input type="checkbox"/>	Carte non éditée
<input checked="" type="checkbox"/>	Description :Sols limono-caillouteux à charge schisteuse et à drainage naturel

Remarque(s) : /

1.1.2. Cartes thématiques de la DGARNE sur WalOnMap : PASH





a) Régime d'assainissement

<input type="checkbox"/>		Sans objet
<input checked="" type="checkbox"/>		Collectif
<input type="checkbox"/>		Collectif hors zone urbanisable
<input type="checkbox"/>		Autonome
<input type="checkbox"/>		Transitoire






b) Eléments linéaires du réseau d'assainissement - Egouts

<input type="checkbox"/>		Sans objet
<input type="checkbox"/>	 	Egout gravitaire
<input type="checkbox"/>	 	Egout sous pression

c) Éléments linéaires du réseau d'assainissement – collecteurs

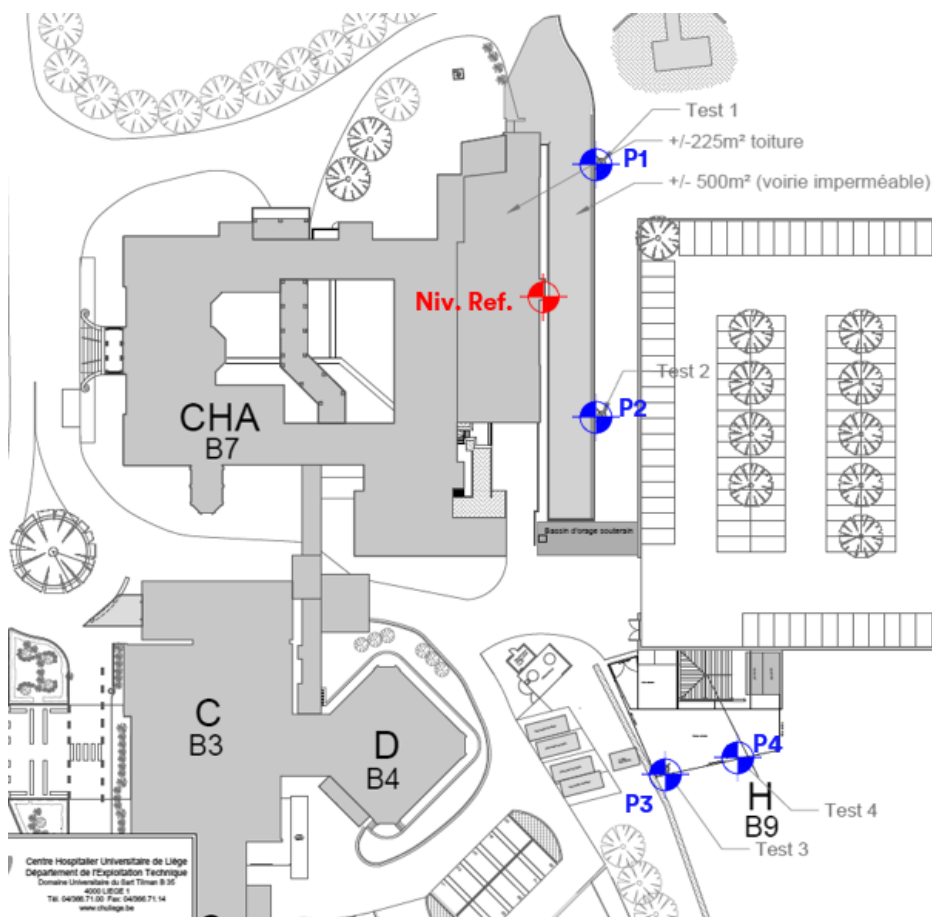
<input type="checkbox"/>		Sans objet
<input type="checkbox"/>		Collecteur gravitaire
<input type="checkbox"/>		Collecteur sous-pression

d) Zones de protection des captages d'eau

<input type="checkbox"/>		Sans objet
<input type="checkbox"/>		Zone de surveillance
<input type="checkbox"/>		Zone arrêtée
<input type="checkbox"/>		Enquête en cours ou terminée
<input type="checkbox"/>		Dossier à l'instruction
<input type="checkbox"/>		Zone de prévention forfaitaire

1.2. Implantation et nivellement

Dans le cadre de la mission qui nous a été confiée nous avons réalisé 4 tests de percolation en surface de type « Porchet » (P) qui sont repérés sur le plan d'implantation ci-dessous.



Les cotes de niveau du terrain naturel au droit des essais ont été relevées par rapport au niveau repère 0,00m pris sur le seuil de la porte d'entrée du bâtiment existant (voir photo ci-dessous).

Essai	Cote en m
P1	-0,01
P2	-0,11
P3	-2,58
P4	-2,84



Photo 1 : Niveau de Référence

2. Essais d'infiltration de l'eau

2.1. Méthodologie de l'essai de perméabilité

La méthode utilisée afin de mesurer la vitesse d'infiltration in situ est la méthode décrite dans le guide pratique du SAIWE¹. Cette méthode est reconnue comme étant la plus appropriée car elle fournit des valeurs de vitesse d'infiltration proches des conditions réelles de fonctionnement.

La méthode comprend les étapes suivantes :

Un trou de 80 cm de profondeur pour les points 1-2, un trou de 45 cm pour le point 3 et un trou de 40 cm pour le point 4, avec un fond horizontal de 30 cm de diamètre sont creusés ;

Le fond du trou est scarifié sur 1 cm d'épaisseur ;

Un tube de PVC (Ø200mm) est déposé sur le fond et au centre de la cavité ;

L'espace annulaire autour du tube est remblayé sur 20cm de hauteur en tassant la terre par petites fractions ;

Une couche de 5 cm de sable du Rhin sont déposés au fond du tube ;

Un niveau de 20 cm d'eau est maintenu dans le tube pendant plusieurs heures afin de saturer le sol. Ensuite, le niveau est ajusté une dernière fois à 15 cm au-dessus de la couche de sable du Rhin. La baisse de niveau est ensuite observée toutes les 30 minutes

¹ Système d'Assistance et d'Information Wallon pour l'Épuration autonome

Si la vitesse de percolation est importante (tube se vidant dans l'intervalle des 30 minutes), le relevé des niveaux d'eau est pris toutes les 10 minutes en réalimentant le tube en eau

Les dernières valeurs obtenues de chaque point sont divisées par 30 minutes, temps durant lequel les niveaux ont été relevés (on divise par 10 minutes, si les baisses ont été constatées dans ce délai). Cette valeur donne l'indication de la vitesse de percolation exprimée en cm/minute.

Une moyenne est ensuite établie en additionnant les résultats obtenus et en les divisant par le nombre de points.

Le nouveau résultat permet de dimensionner l'épandage souterrain.

2.2. Vitesses d'infiltration

Les résultats des essais de perméabilité se retrouvent dans le tableau ci-dessous.

Points	Vitesse de percolation (cm/min)	Vitesse de percolation (m/s)
1	3,00 E-03	5,00 E-07
2	0,02	3,33 E-06
3	0,047	7,83 E-06
4	0,023	3,83 E-06
MOYENNE	0,023	3,88 E-06

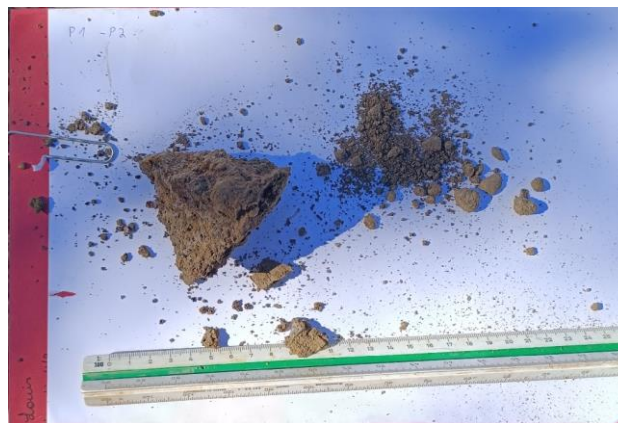


Photo 2 : Sol de nature limoneuse (points P1 et P2)



Photo 3 : Sol remblayé de nature limoneuse (points P3 et P4 – présence de briques, ...)

Les essais présentent des résultats hétérogènes, qui correspondent à un sol très faiblement perméable au point P1 et à un sol perméable aux points P2, P3 et P4. Il y a lieu de privilégier l'infiltration sous le remblais, c'est-à-dire dans le sol naturel.

Stratégies d'infiltration, de rétention et d'évacuation des eaux pluviales en fonction de la conductivité hydraulique :

Conductivité hydraulique du sol	Infiltration	Infiltration avec rétention et évacuation par trop-plein	Infiltration partielle avec rétention et évacuation à débit régulé	Imperméabilisation avec rétention et évacuation à débit régulé
$5 \cdot 10^{-6} - 5 \cdot 10^{-3}$ m/s Sable fin ou grossier (1)	✓✓✓	✓	✓	✗
$2,8 \cdot 10^{-6} - 5,6 \cdot 10^{-6}$ m/s Sable limoneux (2)	✓	✓✓✓	✓	✗
$2,8 \cdot 10^{-7} - 2,8 \cdot 10^{-6}$ m/s Sols argileux légers (3)	✗	✓	✓✓✓	✗
$< 2,8 \cdot 10^{-7}$ m/s Sols argileux lourds (3)	✗	✗	✓	✓✓✓

Tableau 1 : Stratégie d'infiltration ou de rétention en fonction de la conductivité hydraulique.

✓✓✓ Pertinent

✓ Moyennement
pertinent

✗ Non pertinent

(1) Un sol de type sable fin à une perméabilité de $5,6 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$. Un sable grossier aura une conductivité hydraulique de $1,4 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$. Migration rapide de la pollution à partir de $1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$.

(2) $2,8 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ correspond à un sable limoneux

(3) Un sol argileux aura une conductivité hydraulique de $1,4 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ à $5,6 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$.

La valeur moyenne ramenée en m/s nous donne la conductivité hydraulique K.

La stratégie recommandée dans le cas présent en fonction de la conductivité hydraulique du sol est :

Infiltration avec rétention et évacuation par trop-plein

En fonction des contraintes de la parcelle, les stratégies de gestion des eaux pluviales et de leur évacuation sont, par ordre prioritaire :

- Maximiser l'infiltration « in-situ »
- Combiner l'infiltration et la rétention en permettant de stocker provisoirement un certain volume d'eau pour les sols moyennement perméables (entre 10 et 20mm/h). Le déversement de l'excédent s'effectuera par trop-plein (au-dessus du niveau de stockage). Le débit d'évacuation pourra être régulé après temporisation ;
- Lorsque le terrain est peu infiltrant (entre 1 et 10mm/h), la rétention joue un rôle primordial. L'infiltration permet la gestion des pluies courantes sur l'année. L'évacuation se fera à débit régulé en fond de dispositif évitant ainsi la stagnation de l'eau dans le dispositif. Un dispositif d'évacuation par trop plein garantit le bon fonctionnement du dispositif ;
- Lorsque le terrain est pratiquement imperméable ($< 1 \text{ mm/h}$), le volume de rétention doit être dimensionné pour reprendre l'ensemble des eaux pluviales collectées sur le site. L'évacuation se fera à débit régulé en fond de dispositif. Un dispositif d'évacuation par trop-plein est indispensable.

Concernant l'infiltration, il est nécessaire de vérifier certains paramètres pour la conception :

- La présence d'une zone inondable ;
- La présence d'une nappe phréatique (il est recommandé de réaliser un essai piézométrique pour vérifier la profondeur d'une éventuelle nappe par rapport au dispositif d'infiltration). Si la nappe phréatique se révèle trop haute, le dispositif d'infiltration pourrait se révéler inefficace ;
- La distance par rapport à une zone de captage d'eau ;
- La distance par rapport à une zone protégée (de type Natura 2000) ;
- La topographie du site ;
- Distance de sécurité par rapport à la construction d'ouvrages enterrés ;
- Vérifier la présence de sol pollués ;
- être attentif à la présence d'arbres existants ou futurs (vérifier que le système racinaire n'endommage pas le système d'infiltration) ;

- vérifier la protection des constructions contre l'humidité: pour ne pas abîmer les constructions par l'infiltration d'eau à proximité des fondations ou pour ne pas infiltrer de l'eau à proximité d'un drain se déversant dans un égout ;
- vérifier si un dispositif de sécurité (trop-plein, by-pass) au dispositif d'infiltration débouchant sur un exutoire naturel (fossé, cours d'eau,...) voire un égouttage public peut ou doit être mis en place ;
- connaître la géomorphologie du sous-sol : l'écoulement vertical d'eau dans le sol peut être dévié et les eaux redirigées vers le bâtiment (cas d'une lentille d'argile imperméable par exemple).

Source : <https://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/>



Ing. Nadin Franck



Ir. Wissam Anass