

2024

Gosselies, 17-04-24



## PROCES VERBAL D'ESSAI DE SOL

ETUDE DE PERMEABILITE - GESTION DES EAUX USEES EPUREES ET PLUVIALES

Rapport n° G24-0615

Réalisé par :

**De<sup>2</sup> Geotechnics SRL**

Rue d'Aiseau, 51

B-6250 PONT-DE-LOUP

TVA BE0785.255.778

[info@de2-group.be](mailto:info@de2-group.be)

[www.de2-group.be](http://www.de2-group.be)

## 1. INDEX

1. - INDEX	1
2. - INFORMATIONS	2
3. - INTRODUCTION	3
4. - INFORMATIONS SUR LE PROJET	3
4.1. - DOCUMENTATIONS	3
4.4. - REGIME D'ASSAINISSEMENT	4
4.2. - SITUATION	5
4.3. - SITUATION CADASTRALE	5
4.5. - CONTEXTE GEOLOGIQUE	6
4.6. - CARTOGRAPHIE DES ALEAS	6
4.6.1. - ALEA D'INONDATION	7
4.6.2. - ZONE DE CONSULTATION DE LA DRIGM	7
4.6.3. - ATLAS DU KARST WALLON	7
4.6.4. - CONCESSIONS MINIERES	8
4.6.5. - ZONES DE PROTECTION DES CAPTAGES D'EAU	8
4.7. - CONTRAITES LIEES A L'ENVIRONNEMENT	9
4.9. - CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE	10
5. - ESSAIS DE PERMEABILITE	11
5.1. - METHODOLOGIE DE L'ESSAI	11
5.2. - RESULTATS DES ESSAIS	12
5.3. - ANALYSE	13
6. - CONCLUSION	14
7. - GESTION DES EAUX USEES	15
7.1. - TRANCHEES INFILTRANTES	15
7.2. - TERTRE D'INFILTRATION	15
7.3. - FILTRE A SABLE	15
8. - GESTION DES EAUX PLUVIALES	16
8.1 - MASSIFS	16
8.1.1 - TRANCHEES INFILTRANTES	16
8.1.2 - MASSIF INFILTRANT	19
7.1.3 - REMARQUES	20
8.2 - BASSIN EN EAU	21
8.2.1 - BASSIN EN EAU INFILTRANT	21
8.2.2 - REMARQUES	22
8.3 - NOUE	23
8.3.1 - NOUE INFILTRANTE	23
8.3.2 - REMARQUES	24
9. - ANNEXES	25
9.1 - ANNEXE 1 - DIMENSIONNEMENT DES MASSIFS	25
9.2 - ANNEXE 2 - DIMENSIONNEMENT D'UN(E) BASSIN EN EAU/NOUE	27
10. - PLAN D'IMPLANTATION	28



## 2. INFORMATIONS

Référence du rapport	G24-0615
Rapport rédigé par	Jérémie REMY
Pour le compte de	
A la demande de	VDARCHITECTURE SPRL Rue des vaucelles 143 6200 Bouffioux
Lieu des essais	Rue Tienne Wérichet 5600 Philippeville Namur N° Capakey parcelle : 93043A0326/00L002
Essais réalisés par l'opérateur	Flavio SCIARRETTA
Date des essais	10 avril 2024
Rapport rédigé le	Indice A, le 17 avril 2024 - Situation initiale

### 3. INTRODUCTION

A la demande de , il nous a été confié une mission de sondages géotechniques, dans le but de déterminer l'aptitude du sol à infiltrer les eaux usées épurées et pluviales.

Cette étude s'accompagne d'un pré-dimensionnement permettant d'estimer le dispositif de gestion des eaux usées épurées et pluviales à mettre en œuvre.

Les essais ont été réalisés avec succès, le 10 avril 2024, sur le site sis Rue Tienne Wérichet à B-5600 Philippeville.

Cette étude a consisté en la réalisation de 3 forages à la tarière, poursuivis jusqu'aux profondeurs suivantes :

- 3 forages en surface, jusqu'à une profondeur de 0,8 m dans le but d'effectuer des essais de perméabilité en surface.

Pour mémoire, cette étude ne comprend pas :

- la recherche de pollution ;
- la recherche de cavité ;
- de prélèvement d'échantillon ;
- l'installation de tube piézométrique ;
- d'essai à la plaque ;
- autres essais géotechniques.

#### *Législation - Code de l'eau*

Deux réseaux sont définis :  
- Eaux usées pluviales ; eaux provenant des surfaces imperméabilisées (toitures, routes, etc.)  
- Eaux usées épurées ; eaux provenant de l'habitation (WC, douche, etc.)

Toute nouvelle habitation doit être équipée d'un système séparant l'ensemble des eaux pluviales des eaux usées. (Art.R.277 §5 Code de l'Eau)  
L'objectif de cette disposition est de permettre un raccordement séparé des eaux pluviales en cas de pose éventuelle d'un égouttage séparatif en voirie. Cette disposition permet également un meilleur prétraitement des eaux grises et noires par le système de prétraitement (fosse septique).

Concernant les eaux usées : l'évacuation dépendra du régime d'assainissement en place.

Les eaux pluviales sont évacuées :

- 1° prioritairement dans le sol par infiltration ;
- 2° en cas d'impossibilité technique ou de disponibilité insuffisante du terrain, dans une voie artificielle d'écoulement ou dans une eau de surface ordinaire ;
- 3° en cas d'impossibilité d'évacuation selon les points 1° ou 2°, en égout (Art. R.277 §4). Dès lors, un dispositif de rétention de ces eaux sur site devra être prévu pour respecter le débit de fuite imposé (par la province, la commune ou l'intercommunale).

Un rejet, selon 2° ou 3° ,doit néanmoins se faire après demandes et sous respect des conditions du gestionnaire du cours d'eau ou de l'intercommunale.

Dans tous les cas, les eaux pluviales ne peuvent pas être évacuées par un égout séparatif. (Art. R.277 §3 Code de l'Eau)

Alors, il est nécessaire de prioriser l'infiltration des eaux dans le sol. Cependant certaines conditions sont à vérifier, à savoir :

- Capacité du sol à infiltrer les eaux ;
- Nappe souterraine à plus d'un mètre de profondeur sous le dispositif d'infiltration ;
- Surface suffisante pour le réseau de drains dispersants ;
- Zone de sous-sol pollués ;
- Espaces Wateringues ;
- Présence éventuelle d'une zone de prévention des captages ;
- Pente du terrain > 10% - Risque de ruissellement.

## 4. INFORMATIONS SUR LE PROJET

### 4.1. DOCUMENTATIONS

Les documents suivants nous ont été communiqués en vue de réaliser l'étude :

#### **DOCUMENTS**

	<b>Reçu</b>
Plan de situation	OUI
Plan cadastral	OUI
Plan topographique	NON
Plan de masse du projet	OUI
Plans des niveaux des projets	OUI
Plans des façades	OUI
Plans de coupe	OUI
Profil(s) du terrain	NON
Plan d'implantation des essais	NON

---

#### **DONNEES DU PROJET**

---

#### **Surfaces imperméables**

<i>Désignation</i>	<i>Surface</i>	<i>Coefficient de ruissellement</i>
<b>HABITATION PROJETEE</b>		
Surfaces imperméables - Toiture =	51,00 m <sup>2</sup>	1,00
Autres surfaces imperméables =	0,00 m <sup>2</sup>	0,00
<b>Surface équivalente HABITATION PROJETEE =</b>	<b>51,00 m<sup>2</sup></b>	

## 4.2. SITUATION

Un plan de situation géographique, figure 1, représentant le lieu des essais.

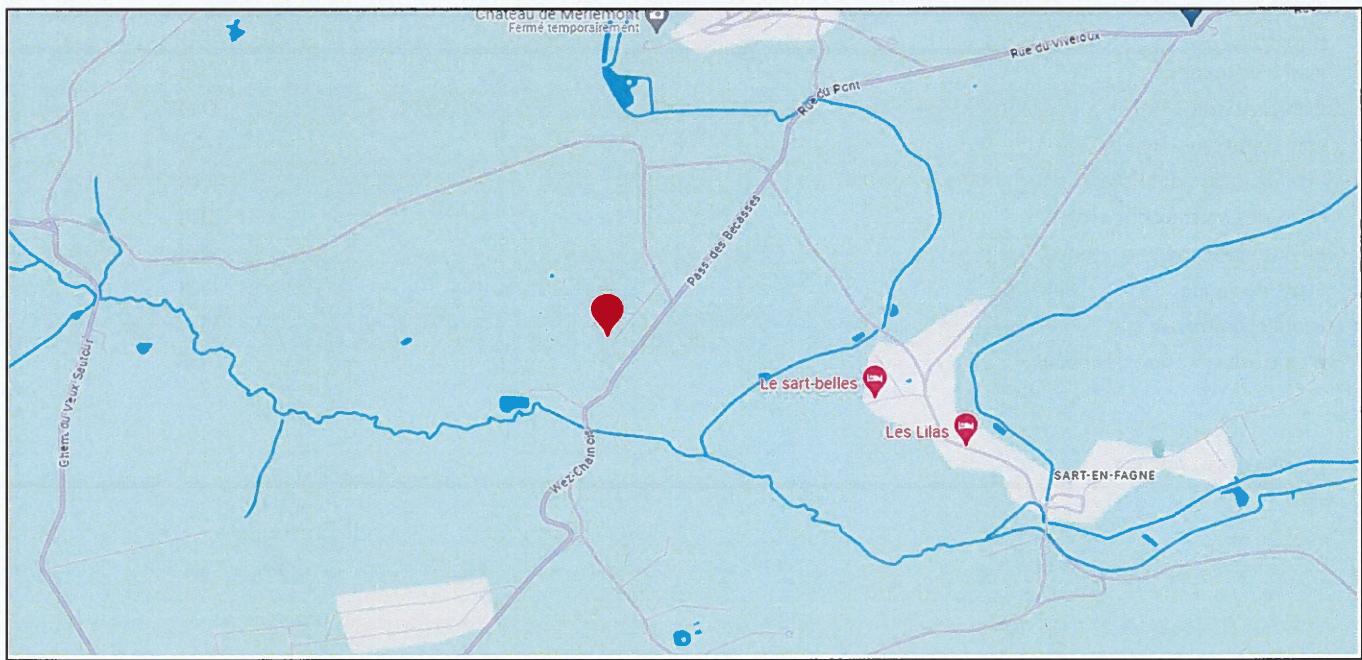


Figure 1 - extrait de la carte de Google Map (Source : [www.google.be/maps](http://www.google.be/maps)).

- Type de zone = Zone rurale

## 4.3. SITUATION CADASTRALE

La figure 2 représente la situation au plan cadastral.

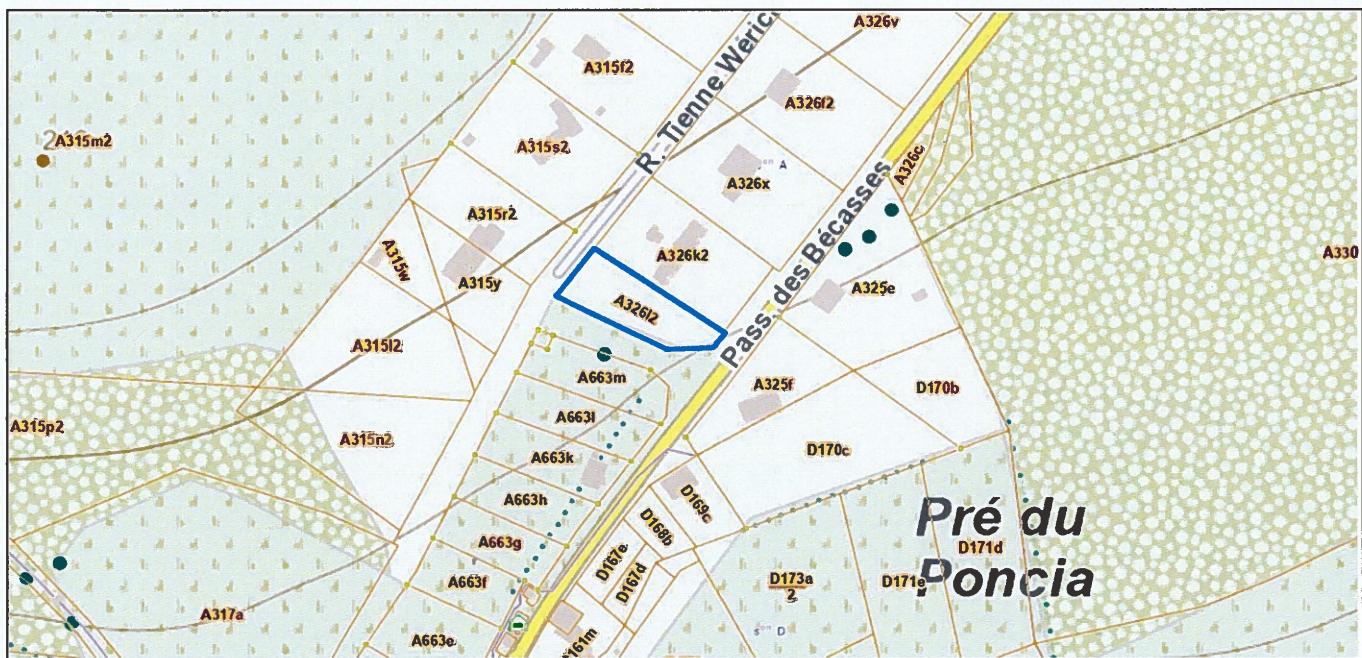
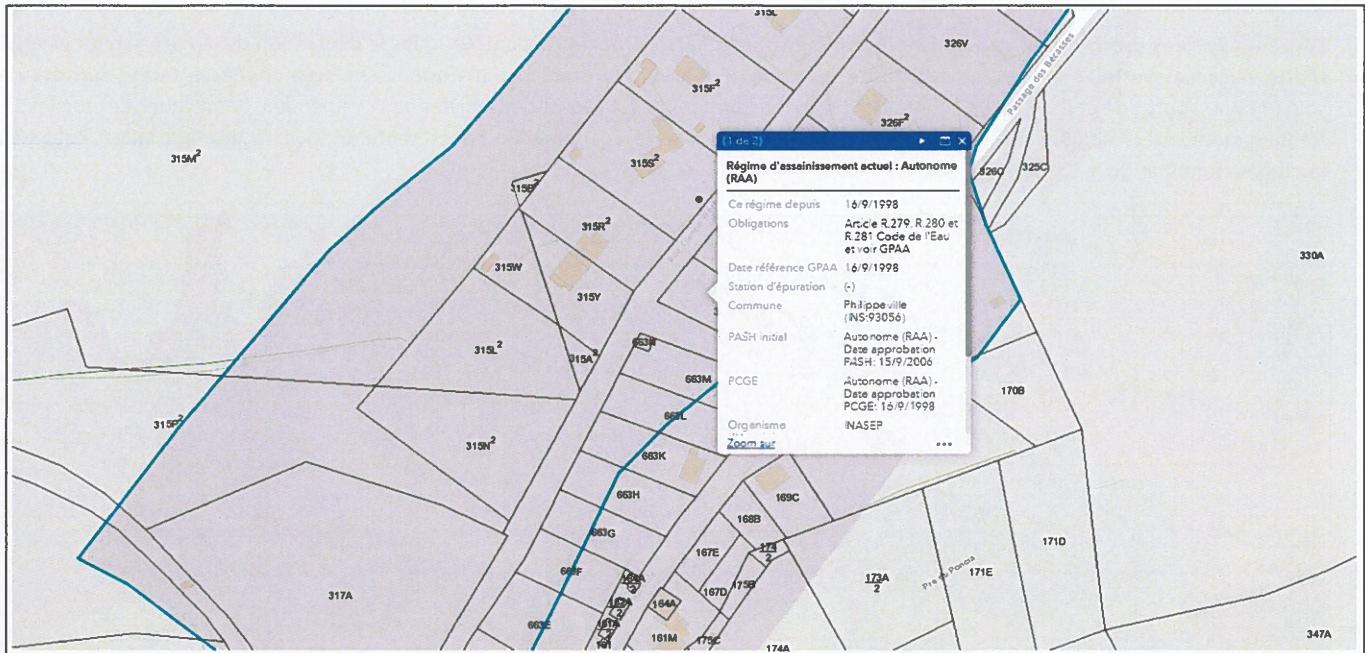


Figure 2 - extrait de la carte plan parcellaire cadastrale (Source : [eservices.minfin.fgov.be/ecad-web](http://eservices.minfin.fgov.be/ecad-web)).

#### 4.4. REGIME D'ASSAINISSEMENT

Les informations concernant le régime d'assainissement existant sont obtenues sur le site du SPGE, voir figure 3.



Le régime d'assainissement est :

**Autonome**

Toute habitation ou groupe d'habitations érigé(e) après la date d'approbation ou de modification du plan communal général d'égouttage ou du PASH qui l'a, pour la première fois, classée dans une zone d'assainissement autonome est équipé(e) d'un système d'épuration individuelle agréé (Art. R.279 §1er Code de l'Eau). Seules les eaux usées domestiques à l'exception des eaux pluviales et des eaux claires parasites transitent et sont traitées par le système d'épuration individuelle. Les eaux épurées provenant du système d'épuration individuelle sont évacuées : prioritairement dans le sol par infiltration, en cas d'impossibilité technique ou de disponibilité insuffisante du terrain, dans une voie artificielle d'écoulement ou dans une eau de surface ordinaire ou en dernier recours par un puits perdant pour les unités d'épuration.

#### 4.5. CONTEXTE GEOLOGIQUE

D'après la carte géologique, voir figure 4, le proche sous sol se trouve sur la Formation de la Famenne (FAM).

Souvent appelées «schistes» en raison de leur débitage particulier, les roches rencontrées dans la dépression de la Fagne sont des argilo-siltites micacées vertes à brunes. La schistosité (de type plan-axial) n'y étant pas uniformément développée, le terme «schiste» est souvent peu approprié et il serait judicieux à ce moment de parler «des shales et des schistes de la Famenne». Par ailleurs, ces roches sont fréquemment interstratifiées de grès fins micacés gris-vert, voire de quartzites en bancs centimétriques à décimétriques. Epaisseur : quelques centaines de mètres.

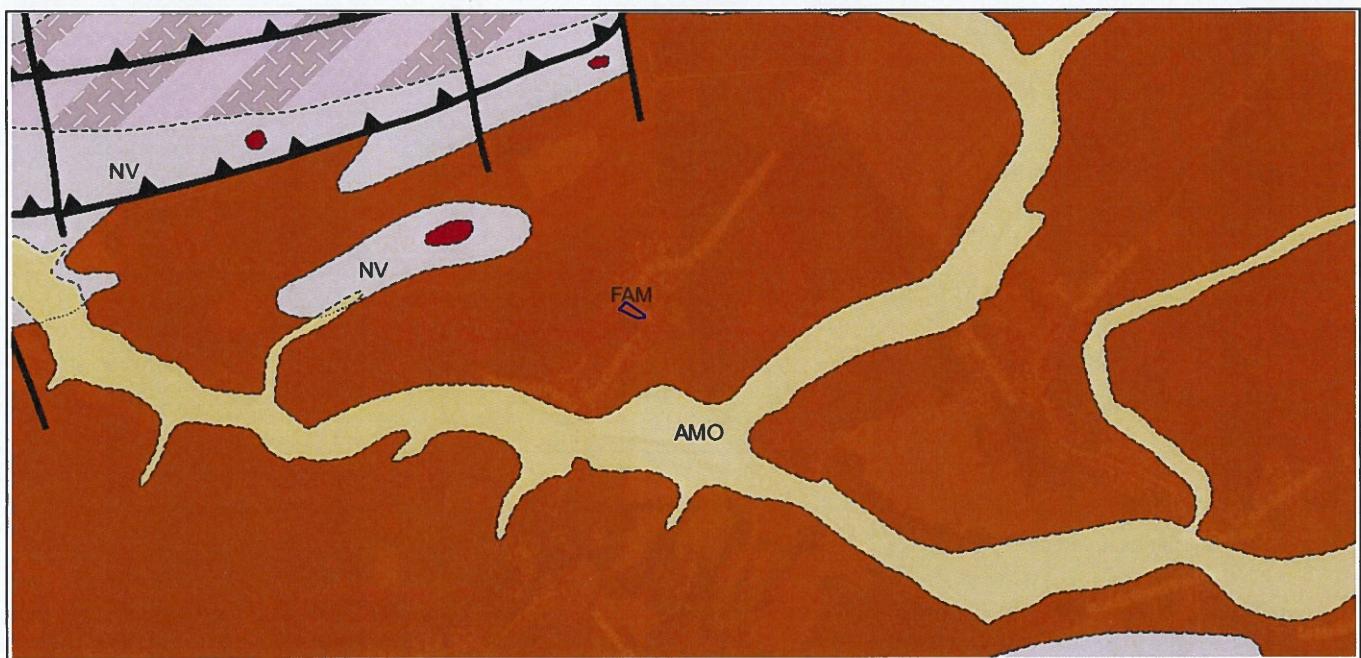


Figure 4 - extrait de la carte Géologique de la Wallonie (Source : [geoportal.wallonie.be/walonmap](http://geoportal.wallonie.be/walonmap)).

#### 4.6. CARTOGRAPHIE DES ALEAS

La carte ci-dessous, figure 5, apporte une synthèse visuelle des aléas analysés. Les aléas identifiés sont à observer dans l'enquête documentaire ci-dessous (pages 8 et 9).

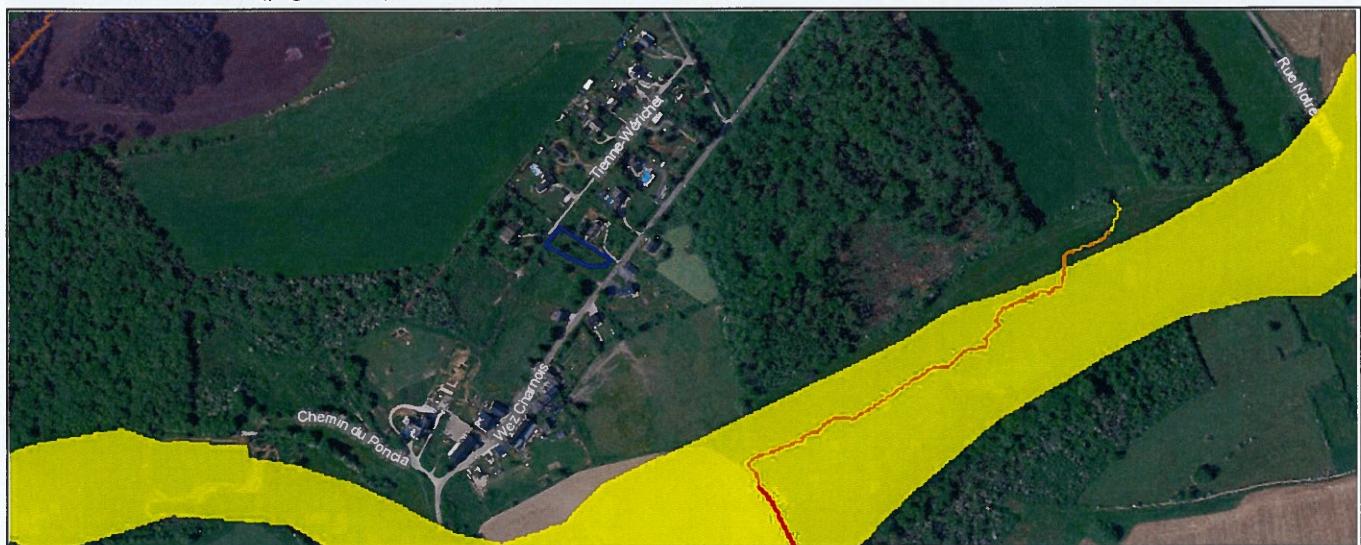


Figure 5 - extrait de la carte du géoportal de la Wallonie, représentant une synthèse des aléas (Source : [geoportal.wallonie.be/walonmap](http://geoportal.wallonie.be/walonmap)).

#### 4.6.1. ALEA D'INONDATION

D'après les cartes approuvées par le gouvernement Wallon, l'aléa d'inondation pour le site étudié, par débordement de cours d'eau, et par ruissellement est :

X	A priori nul
	Aléa faible
	Aléa moyen
	Aléa élevé

#### 4.6.2. ZONE DE CONSULTATION DE LA DRIGM

D'après la DRIGM (Direction des Risques Industriels Géologiques et Miniers), le site étudié est concerné par les risques industriels, géologiques et miniers suivants :

X	Aucune ou non référencée
	Présence de carrières souterraines
	Présence de puits de mines
	Présence potentielle d'anciens puits de mines
	Présence de minières de fer
	Présence de Karst

Remarque : de manière générale, en zone de contraintes karstiques, l'infiltration peut être autorisée pour autant que les essais géotechniques le permettent, qu'elle soit effectuée de façon diffuse, qu'elle soit réalisée à 10 m de toute construction ou voirie et dont les équipements de gestion de l'eau (tuyaux, ouvrages, ...) soient parfaitement étanches.

#### 4.6.3. ATLAS DU KARST WALLON

L'atlas du karst wallon constitue un inventaire cartographique et descriptif des sites karstiques et des rivières souterraines en Wallonie. Le site étudié est concerné par la présence des sites karstiques répertoriés par l'atlas du karst wallon suivants :

X	Aucun
	Abri sous-roche
	Cavités
▼	Doline-Dépression
■	Dépression paléokarstique
●	Perte-Chantoir
○	Puits houiller
●	Puits naturel
●	Résurgence-Exsurgence
■	Divers
	Formations carbonatées :

#### 4.6.4. CONCESSIONS MINIERES

Le site étudié est concerné par la présence des concessions minières suivantes :

X	Aucune
	Existante
	Existante (retrait en préparation ou en cours)
	Renoncée
	Déchues
	Type :

#### 4.6.5. ZONES DE PROTECTION DES CAPTAGES D'EAU

Les zones de protection sont définies par arrêté ministériel. Il en existe trois types : la zone de prise d'eau (10 m minimum autour des installations), la zone de prévention (entre 35 et 1035 m autour de la prise d'eau) et la zone de surveillance (qui couvre l'ensemble du bassin d'alimentation). Le site étudié est concerné par les zones de protection et les captages suivants :

X		Aucun
<input checked="" type="checkbox"/>	Zone de Surveillance	
<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Zone Arrêtée	
<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Enquête en cours ou terminée	
<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Dossier à l'instruction	
<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Zone de prévention forfaitaire	
▲	Captage d'eau souterraine (pour lesquels il existe une zone de prévention arrêtée)	
▲	Captage d'eau souterraine (pour lesquels il existe une zone de prévention forfaitaire)	
▲	Captage d'eau souterraine (pour lesquels il n'existe pas de zone de prévention)	
★	Captage de surface	

*Remarque : en zone de prévention de captage éloignée et rapprochée, les puits perdants, en ce compris ceux évacuant exclusivement des eaux pluviales, sont interdits. De plus, en zone de prévention rapprochée, il est interdit d'évacuer ses eaux épurées autrement que par des égouts, des conduites d'évacuation ou des caniveaux étanches. L'épandage souterrain d'effluents domestiques même après épuration est interdit.*

#### 4.7. CONTRAITES LIEES A L'ENVIRONNEMENT



Figure 6 - extrait de la carte du géoportal de la Wallonie, représentant les zones Wateringues, BDES et Natura 2000  
(Source : [geoportal.wallonie.be/walonmap](http://geoportal.wallonie.be/walonmap)).

- La présence de Wateringues permet d'entretenir et de participer à l'identité des paysages. Par la Wateringue, des travaux d'exécution et d'entretien sont réalisés sur les multiples cours d'eau. Ces zones sont importantes et jouent un rôle essentiel, à savoir : conservation de la nature, biodiversité, protection des terres contre les inondations, etc.

Nous pouvons remarquer que la parcelle ne se trouve pas dans une zone Wateringues.

- La Banque de Données de l'Etat des Sols recense, pour chaque parcelle cadastrale, les données disponibles liées à un état de pollution éventuel du sol, passé ou présent, ainsi que les parcelles où s'exerce une activité posant un risque pour le sol.

Nous pouvons remarquer que la parcelle ne se trouve pas dans une zone polluée.

- Les sites Natura 2000 forment le réseau Natura 2000 qui concrétise la mise en oeuvre des Directives européennes " Oiseaux " (79/409/CEE) et " Habitats " (92/43/CEE ).

Nous pouvons remarquer que la parcelle ne se trouve pas dans une zone Natura 2000.

#### 4.9. CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE

Le contexte topographique permet d'apprécier l'éventuel planéité du terrain. En effet, dans des zones en pente, par exemple, des dégâts pourraient advenir suite au ruissellement des eaux pluviales. Par sécurité, la pente du terrain naturel ne doit pas excéder 10%, afin d'éviter un axe de ruissellement. Pour des pentes supérieure à 10%, la mise en oeuvre d'un dispositif d'infiltration est donc déconseillée.

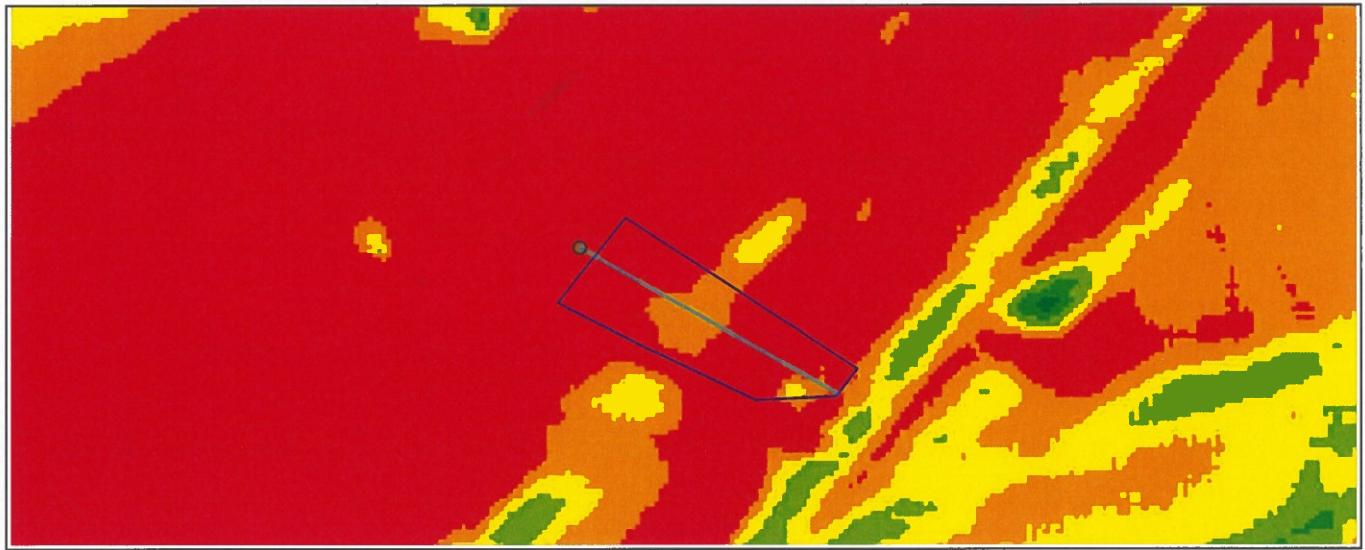


Figure 8 - extrait de la carte du géoportail de la Wallonie (Source : [geoportail.wallonie.be/walonmap](http://geoportail.wallonie.be/walonmap)) .

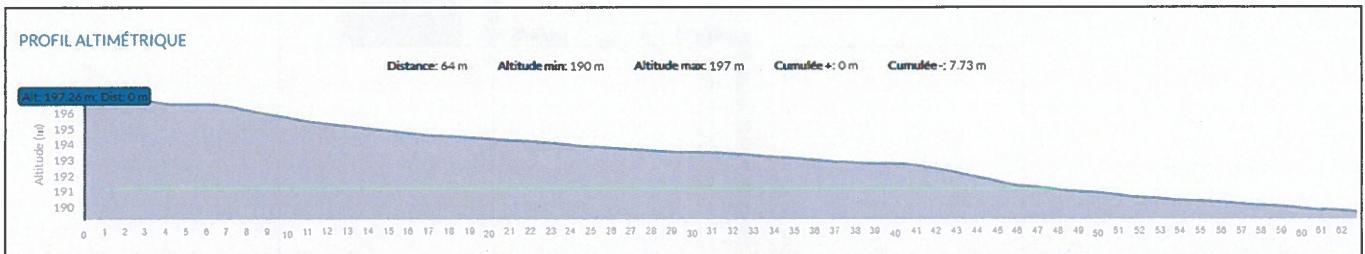


Figure 9 - extrait d'une mesure du géoportail de la Wallonie, profil altimétrique (Source : [geoportail.wallonie.be/walonmap](http://geoportail.wallonie.be/walonmap)) .

## 5. ESSAIS DE PERMEABILITE

### 5.1. METHODOLOGIE DE L'ESSAI

L'essai de perméabilité permet de mesurer la vitesse d'infiltration dans le sol. Cette notion caractérise la vitesse à laquelle l'eau circule dans le sol, quelque soit le sens d'écoulement, et dépend des conditions auxquelles le sol est soumis. Afin de réaliser cette étude, l'essai de perméabilité Porchet, également appelée méthode à niveau constant, a été réalisé. Cette méthode est décrite dans l'annexe 3 de la circulaire n°97-49 du 22 mai 1997, relative à l'assainissement non-collectif. Les tests sont réalisés sur place dans un sol non saturé ou dans la zone non-saturée du sol.

*La procédure d'essais respecte les normes : NBN EN 752:2017 & NBN EN ISO 22282-2.*

Procédures :

- 1) Réalisation d'un trou, d'un diamètre fixé à 100 mm, à l'aide d'une tarière. Dans le but d'infiltrer en surface, la profondeur d'investigation se situe entre 60 et 120 cm environ ;
- 2) Scarifier les parois pour éviter les effets du lissage par la tarière ;
- 3) Le sol est pré-saturé avant le début de l'essai ;
- 4) Insertion de la crête d'infiltration dans le trou (appareillage : Sig Permea 3) ;
- 5) Mesure en temps réel de la vitesse d'infiltration du sol. L'essai est terminé lorsque la phase permanente est atteinte.

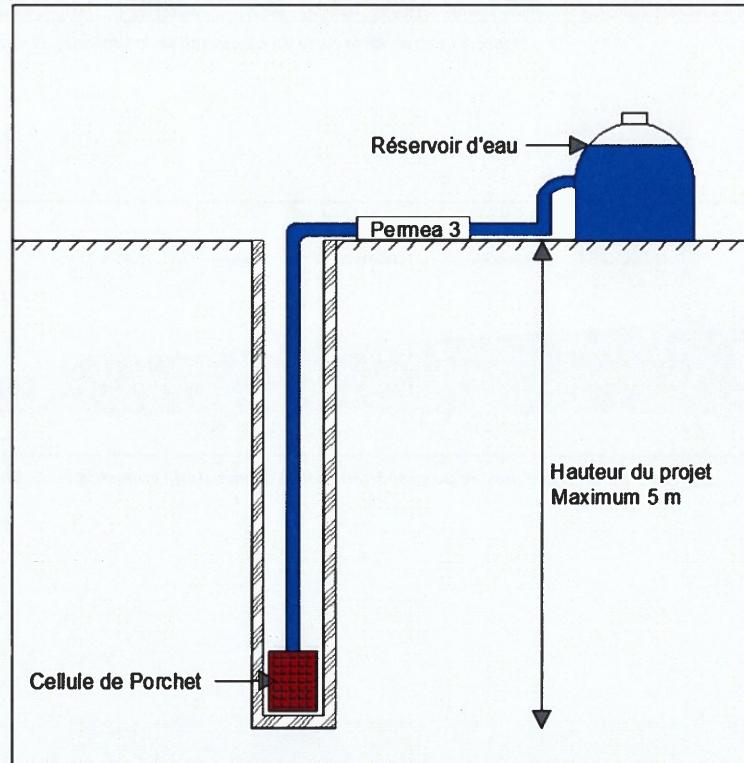


Figure 10 - schéma de principe d'un essai d'infiltration.

## 5.2. RESULTATS DES ESSAIS

Valeur retenue :

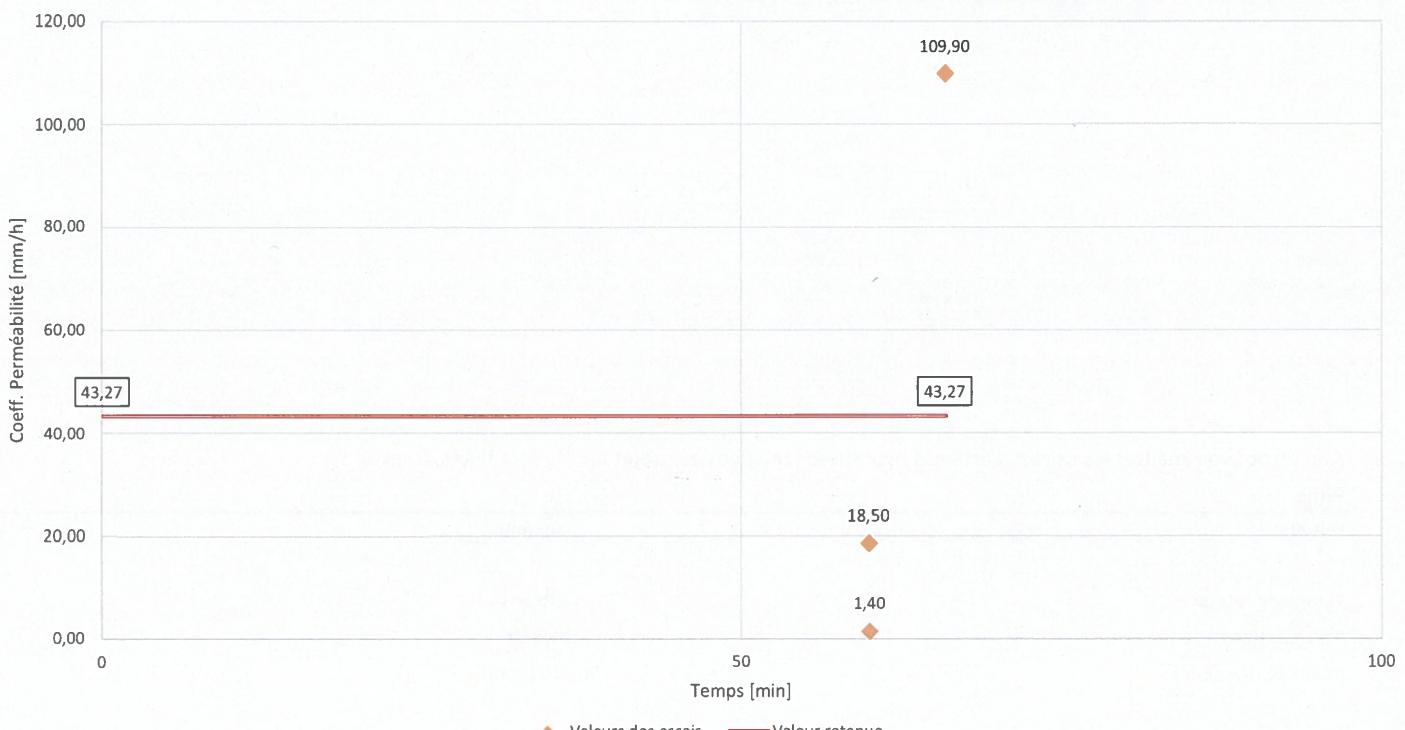
**43,27 mm/h = 1,202E-05 m/s**

Valeur représentant une moyenne des résultats d'essais.

**Tableau 1 - récapitulatif résultats des essais**

N°	Temps (min)	Ksat (mm/h)	Type de sol	Perméabilité	Profondeur
Ps1	60,00	1,40	Sol de type Argileux	Imperméable	0,80 m
Ps2	66,00	109,90	Sol sableux	Perméable	0,50 m
Ps3	60,00	18,50	Sol limoneux	Peu perméable	0,50 m

**Graphique 1 - Valeurs déterminées lors des essais en fonction du temps**



### 5.3. ANALYSE

**En surface, les essais réalisés démontrent que le sol est considéré comme perméable.**

Systèmes Possibles :

<b>1 TRANCHEES</b>	Infiltrantes	OK	
<b>2 MASSIF</b>	Infiltrant	OK	
<b>3 BASSIN EN EAU</b>	Infiltrant	OK	
<b>4 NOUE</b>	Infiltrante	OK	
<b>5 PUITS</b>	Pas d'essais		

Ces différents dispositifs, permettant la gestion des eaux pluviales, sont explicités et dimensionnés aux pages suivantes. Voir 8. GESTION DES EAUX PLUVIALES.

**Remarques : infiltrant = dispositif permettant d'infiltrer les eaux | drainant/de rétention : dispositif permettant de retenir un épisode pluviale.**

Afin de pouvoir réaliser les calculs, certaines hypothèses relatives au projet ont du être faites, à savoir :

#### Pluie

Durée =	60 min
---------	--------

Temps de retour =	30 ans
-------------------	--------

Précipitations =	36,5 l/m <sup>2</sup>
------------------	-----------------------

Intensité des pluies =	0,0101 mm/s
------------------------	-------------

## 6. CONCLUSION

Ces données ne sont fournies dans le rapport qu'à titre indicatif. Il est important de tenir en compte la surface limitée d'un sondage, ce qui n'est qu'une fraction du terrain étudié. Les résultats donnés dans ce rapport ne sont valables qu'aux endroits des essais réalisés. Ils se peuvent qu'elles évoluent au cours du temps. L'Eurocode 7 exige donc toujours une inspection visuelle lors des travaux de terrassement pour déterminer si les résultats sont représentatifs de tout le terrain et qu'aucune anomalie ou hétérogénéité locale ne se produit. Si la présence de remblais est constatée, il y a lieu d'en avertir le bureau d'études en charge du dossier afin de déterminer les mesures adéquates.

Les résultats d'essais démontrent que le sol est reconnu apte à l'infiltration. Les eaux pluviales et usées épurées peuvent être infiltrées au sein de la parcelle du projet. Cependant, il est important de prendre en considération que le terrain présente une forte pente, avec des inclinaisons maximales allant de 10 à 15%. Dans ce contexte, nous recommandons l'utilisation de tranchées d'infiltration pour gérer les eaux pluviales et les eaux usées épurées, voir pages 15 à 18. Ces tranchées seront aménagées sous la rampe d'accès plane, ce qui permettra de les disposer horizontalement. Elles seront positionnées perpendiculairement à la pente du terrain existant et espacées de 3,00m d'axe en axe pour assurer une répartition efficace de l'eau infiltrée. Il est crucial de noter qu'il est fortement déconseillé d'infiltrer les eaux usées épurées dans le même système que celui utilisé pour les eaux pluviales. En revanche, l'infiltration des eaux pluviales dans le système d'infiltration des eaux usées épurées est envisageable et peut être réalisée de manière appropriée. Il est à noter que ce type de dispositif d'infiltration doit respecter des distances minimales entre le dispositif d'infiltration et l'habitation (5,00 m) et par rapport aux limites de propriété (3,00 m).

**Gestion des eaux pluviales :** Afin d'infiltrer les eaux pluviales il est nécessaire de mettre en oeuvre des tranchées d'infiltration ayant une longueur d'infiltration de 14,00m. Ce dispositif d'infiltration permet d'infiltrer les eaux issues des surfaces de toitures (surface de toiture). La rampe d'accès sera réalisée à l'aide de matériaux perméables. Les calculs ont été réalisés pour une pluie ayant un temps de retour de 30 ans.

**Gestion des eaux usées :** Le lieu fait partie d'un régime d'assainissement Autonome. Toute habitation classée dans une zone d'assainissement autonome est équipée d'un système d'épuration individuelle agréé (Art. R.279 §1er Code de l'Eau). Les eaux épurées provenant du système d'épuration individuelle sont évacuées par infiltration. Afin d'infiltrer les eaux usées épurées pour un nombre de 5 EH, il est nécessaire de mettre en oeuvre des tranchées d'infiltration ayant une longueur d'infiltration de 42,00m.

L'objectif de ce rapport est de donner les valeurs de perméabilité du sol. Cette notion permet de fournir des ordres de grandeur de différents ouvrages de rétention et d'infiltration. Ces systèmes sont pré-dimensionnés sur base des eaux provenant des surfaces imperméabilisées communiquées. Les valeurs obtenues ne tiennent pas compte des bassins versants, des eaux de ruissellement, des configurations des parcelles voisines pouvant concentrer le ruissellement et d'autres paramètres pouvant modifier le système. Il est à noter que les études réalisées ne représentent qu'un pré-dimensionnement. Effectivement, les études des dispositifs présentés nécessitent un dimensionnement plus approfondi.

Via ce présent rapport, notre bureau de sondages de sol, De<sup>2</sup> Geotechnics, ne s'engage en aucun cas en une mission d'auteur de projets avec un suivi de chantier.

Fait à Gosselies, le mercredi 17 avril 2024.

Fin du procès verbal.

Pour De<sup>2</sup> Geotechnics SRL

Ing. Fabien DE LILLE | Administrateur

Ingénieur Expert | Membre ABEX



Ing. Jérémie REMY

Ingénieur géotechnique



Pour De<sup>2</sup> Geotechnics SRL

Ing. Nicolas DECERF | Administrateur

Ingénieur Expert | Membre ABEX



## 7. GESTION DES EAUX USEES

Calculs réalisés suivant l'AGW du 1 décembre 2016, Arrêté du Gouvernement wallon fixant les conditions intégrales et sectorielles relatives aux systèmes d'épuration individuelle.

(Source : [environnement.wallonie.be](http://environnement.wallonie.be))

### 7.1. TRANCHEES INFILTRANTES

Voir définition des tranchées d'infiltration au point 8.1.1.1

$$\begin{aligned} \text{Hauteur de la nappe d'eau} &= &> 1,00 \text{ m} \\ \text{Section considérée (minimale)} &= 0,60 \times 0,60 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Equivalent Habitant (EH)} &= 5 \text{ EH} \\ \text{Longueur total (minimale) des drains} &= 42,00 \text{ m} \\ \text{Soit une surface d'infiltration de} &= 25,20 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### 7.2. TERTRE D'INFILTRATION

Le tertre d'infiltration peut se trouver en partie ou complètement hors sol. Souvent situé au fond du terrain, il va prendre la forme d'un massif sableux surélevé par rapport au reste du jardin. Ce système est recommandé lorsque le sol ne peut pas recevoir un épandage classique. Les eaux usées stockées dans la fosse toutes eaux seront ensuite acheminées vers le tertre d'infiltration à l'aide d'un poste de relevage. Grâce à cette pompe de relevage, les eaux usées pourront "monter" en haut du tertre.



Figure 11 - principe d'un tertre d'infiltration (Source : [Innoclair.fr](http://innoclair.fr))

Les eaux usées à traiter seront ensuite réparties dans le tertre à l'aide de tuyaux d'épandage. Elles seront ensuite traitées en passant de couches en couches, de la couche de gravier la plus grosse à la couche de sable la plus fine. Ces couches sont réparties de haut en bas. Au fond du tertre, les eaux usées traitées sont rejetées dans le milieu naturel.

A noter : l'installation d'un poste de relevage n'est pas indispensable si la pente entre la fosse toutes eaux et le tertre est suffisante.

$$\begin{aligned} \text{Hauteur minimale} &= 0,70 \text{ m} \\ \text{Equivalent habitant (EH)} &= 5 \text{ EH} \\ \text{Soit une surface d'infiltration} &= 55,00 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### 7.3. FILTRE A SABLE

$$\begin{aligned} \text{Epaisseur minimale} &= 0,75 \text{ m} \\ \text{Equivalent habitant (EH)} &= 5 \text{ EH} \\ \text{Soit une surface d'infiltration de} &= 40,00 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

## 8. GESTION DES EAUX PLUVIALES

### 8.1 MASSIFS

Par définition, un massif représente une cavité dans le sol remplie d'une structure granulaire à forte porosité : graviers, galets et roches concassées (sans sable), matériaux alvéolaires, etc. Celui-ci peut être recouvert d'un revêtement ou non, selon son usage superficiel. Dans le cas où il ne serait pas recouvert, la structure granulaire se trouverait à ciel ouvert. Il existe une multitude de possibilité pour intégrer ces ouvrages aux patrimoines ou à l'esthétique d'une habitation.

Principes hydrauliques :

- Les eaux sont récoltées sur les surfaces imperméables adjacentes. Elles sont ensuite injectées dans la structure granulaire par des drains de dispersion situés en partie supérieure ;
- Les massifs permettent de stocker les eaux dans leur structure granulaire ;
- Au niveau de l'évacuation, nous retrouvons plusieurs possibilités en fonction des caractéristiques d'infiltration du sol. Les eaux peuvent être évacuées, à débit régulé, vers un exutoire ou par infiltration dans le sol.

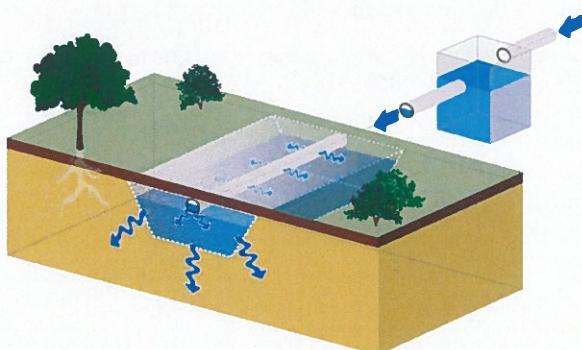
Dans cette étude, nous différencions les tranchées des massifs de grande surface. Selon les caractéristiques du sol étudié, ces ouvrages peuvent réaliser un rôle d'infiltration ou de rétention.

#### 8.1.1 TRANCHEES INFILTRANTES

##### 8.1.1.1 DEFINITION

Une tranchée est un ouvrage de type massif linéaire peu profond. Ce dispositif est assimilable à un fossé rempli d'une structure granulaire.

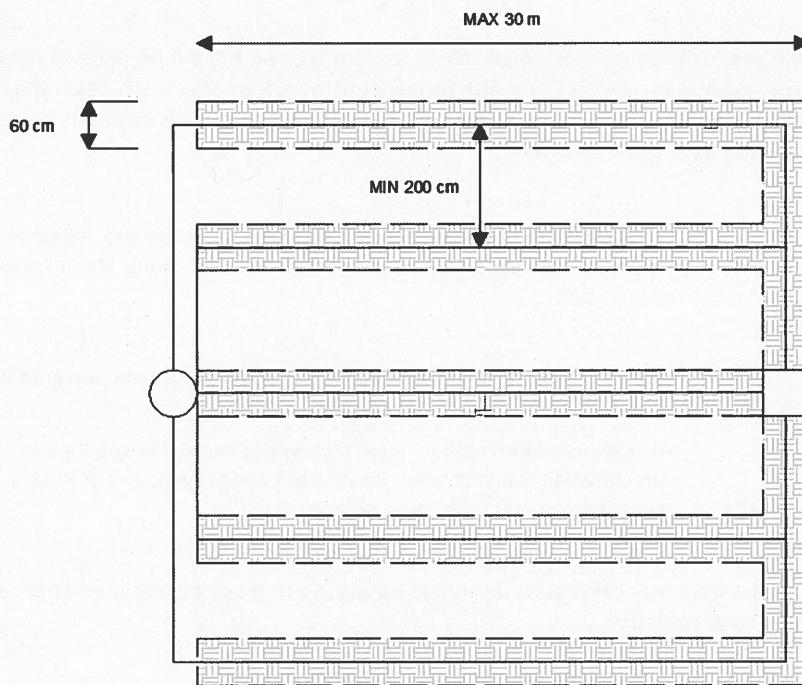
Lorsque le sol est considéré comme infiltrable, des tranchées infiltrantes sont conseillées. Elles peuvent être "camouflées" dans le jardin. Celles-ci possèdent un drain de dispersion en partie supérieure afin d'injecter les eaux dans le massif. Les eaux, se trouvant dans ce dernier, sont alors infiltrées dans le sol. De plus, les matériaux granulaires se trouvant dans ce type de tranchées sont protégés des terres à l'aide d'un géotextile sur toute sa surface de contact. Voir figure ci-dessous.



**Figure 12 - Tranchée infiltrante**

(Source : Architecture & Climat).

*Vue en plan des tranchées, voir figure 13 :*



*Figure 13 - Vue en plan - Disposition des tranchées*

De plus, il est recommandé de respecter des distances minimum entre les drains de dispersion et d'autres ouvrages ou éléments naturels existants, à savoir :

- Puits ou source (privée) servant d'alimentation en eau: 35,00 m
- Lac ou cours d'eau, marais ou étang : 15,00 m
- Bâtiment : 5,00 m
- Drain : 5,00 m
- Conduite d'eau de consommation : 3,00 m
- Limite de propriété : 3,00 m
- Crête de talus : 3,00 m
- Arbre : 2,00 m

### 8.1.1.2 DIMENSIONNEMENT

La méthode de calcul est reprise et explicitée dans les Annexes. Voir Annexe 1, page25. De plus, les hypothèses de calculs présentées au point 5.3. sont reprises.

Section considérée (minimale) =	0,60 x 0,60 m
Hauteur =	0,60 m
Indice des vides =	30%
Capacité d'infiltration =	43,27 mm/h
Surface minimale pour l'infiltration =	<b>8,34 m<sup>2</sup></b>
Débit sortant, Q <sub>out</sub> =	0,10 l/s
Volume de stockage d'eau minimal nécessaire =	1,50 m <sup>3</sup>
Soit un volume de tranchée =	5,00 m <sup>3</sup>
Temps de vidange =	5 h
Longueur =	<b>14 m</b>

Coupe d'une tranchée infiltrante :

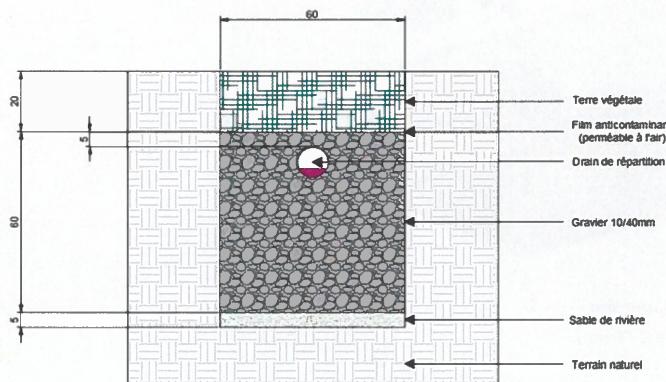


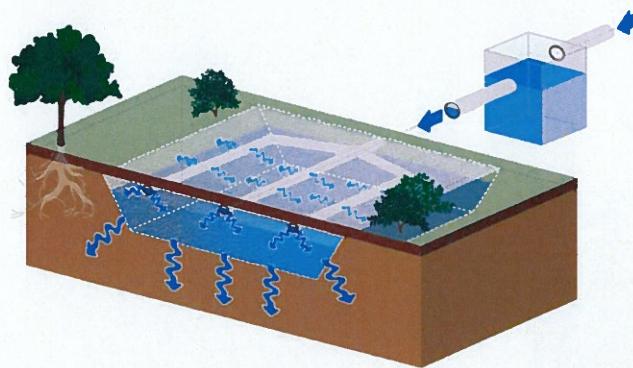
Figure 14 - Coupe tranchée infiltrante

## 8.1.2 MASSIF INFILTRANT

### 8.1.2.1 DEFINITION

Le rôle principale du massif est de retenir l'eau dans les vides du matériau. Ces eaux pourront ensuite être évacuées. Ce type de dispositif peut faire partie intégrante du jardin et n'engendre pas de conséquence sur l'esthétique.

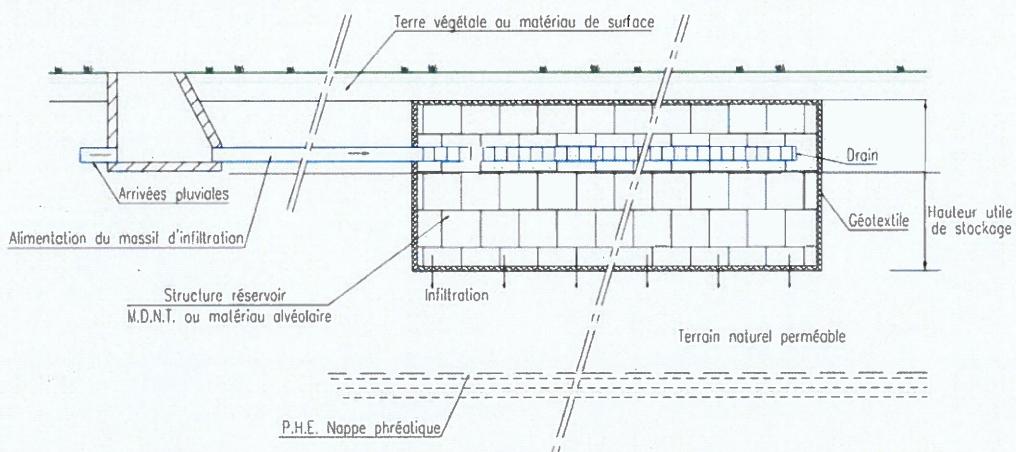
Le massif infiltrant possède un drain de dispersion en partie supérieure afin d'injecter les eaux dans le massif. Les eaux, stockées, sont infiltrées dans le sol. Les matériaux granulaires se trouvant dans ce type de massif sont protégés des terres à l'aide d'un géotextile sur toute sa surface de contact. Voir figure ci-dessous.



**Figure 15 - Massif infiltrant**  
(Source : Architecture & Climat).

Coupe type d'un massif :

(cette coupe, figure 16, représente un massif infiltrant, il est nécessaire de l'ajuster pour les autres dispositifs tel que les massifs drainant, même principe que la coupe de la tranchée. Voir point 8.1.1.2 )



**Figure 16 - Coupe d'un massif**  
(Source : Architecture & Climat).

### 8.1.2.2 DIMENSIONNEMENT

La méthode de calcul est reprise et explicitée dans les Annexes. Voir Annexe 1, page 25. De plus, les hypothèses de calculs présentées au point 5.3. sont reprises.

Hauteur =	0,50 m
Indice des vides =	30%
Capacité d'infiltration =	43,27 mm/h
Surface minimale pour l'infiltration =	<b>9,63 m<sup>2</sup></b>
Débit sortant, Q <sub>out</sub> =	0,12 l/s
Volume de stockage d'eau minimal nécessaire =	1,44 m <sup>3</sup>
Soit un volume de tranchée =	4,82 m <sup>3</sup>
Temps de vidange =	<b>4 h</b>

### 7.1.3 REMARQUES

- La pente des surfaces de récolte doit être correctement dirigée vers le massif ;
- Dans le cas d'un système drainant, concevoir et réaliser le fond du massif drainant avec une pente suffisante. Le but est d'assurer sa vidange totale et que le drain inférieur soit correctement installé au fond ;
- Pour les tranchées en pente de grande capacité, prévoir des séparations étanches qui divisent la longueur du massif afin de garantir un volume stocké dans chaque tronçon ;
- Maintenir une profondeur de plus d'un mètre entre le bas du massif d'infiltration et le toit de la nappe ;
- Conserver une distance de 6 mètres par rapport aux caves sans étanchéité ;
- Ne pas construire de bâtiments au dessus des massifs et tranchées ;
- Choisir des plantations adéquates selon le dispositif mis en place ;
- Les eaux de ruissellement ne seront pas trop chargées en matière en suspension afin de réduire le risque de colmatage ;
- Le massif est rempli d'un empierrement (graviers, galets,etc.), d'un matériau alvéolaire ou d'une structure préfabriquée. La porosité doit être supérieur ou égale à 30% ;
- Prévoir des drains en PVC ayant un diamètre de 200 mm pour le secteur privé et un diamètre de 300 mm pour le secteur public.

## 8.2 BASSIN EN EAU

Le bassin en eau représente une bonne solution pour la gestion des eaux pluviales. Il peut s'agir de la simple mare dans un jardin ou d'un lac, par exemple. Le but du bassin en eau est de conserver une lame d'eau en permanence. Par période de pluie, les eaux pluviales et les eaux de ruissellement y sont déversées. Ce type de bassin possède un niveau d'eau variable, variabilité propice à la biodiversité. Cependant, un bassin en eau abrite toujours un écosystème aquatique, dès lors, son équilibre sera très sensible à la qualité des eaux apportées.

### Principes hydrauliques :

- Les eaux sont collectées sur les surfaces imperméables adjacentes, telles que les toitures. Elles sont ensuite introduites dans le bassin ;
- Le bassin en eau stocke l'eau à l'air libre dans la limite de son marnage (différence entre le niveau le plus haut et le niveau le plus bas des eaux) ;
- Au niveau de l'évacuation, nous retrouvons plusieurs possibilités en fonction des caractéristiques d'infiltration du sol. Les eaux peuvent être évacuées, à débit régulé, vers un exutoire ou par infiltration latérale dans le sol de ses berges.

Selon les caractéristiques du sol étudié, ces ouvrages peuvent réaliser un rôle d'infiltration ou de rétention.

### 8.2.1 BASSIN EN EAU INFILTRANT

#### 8.2.1.1 DEFINITION

Un bassin en eau infiltrant est réalisable lorsque ses berges possèdent une perméabilité suffisante et que l'infiltration ne soit pas proscrite par la réglementation. Ce bassin sert uniquement à infiltrer les eaux pluviales dans le sol. Une amenée d'eau inonde le bassin par temps d'orage, cette eau sera infiltrée dans les berges selon un temps de vidange déterminé.

L'imperméabilité du fond de l'ouvrage peut-être naturelle si le sol est naturellement imperméable (cas d'un sol non infiltrable). Ou le bassin en eau est rendu imperméable par la pose d'un film imperméable, type géo-membrane.

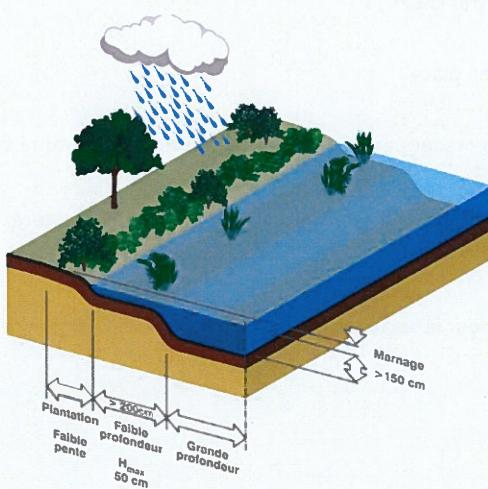


Figure 17 - Bassin en eau infiltrant

(Source : Architecture & Climat).

### 8.2.1.2 DIMENSIONNEMENT

La méthode de calcul est reprise et explicitée dans les Annexes. Voir Annexe 2, page 27. De plus, les hypothèses de calculs présentées au point 5.3. sont reprises.

Capacité d'infiltration =	43,27 mm/h
Coefficient de sécurité =	1
Volume de stockage d'eau minimal (marnage) =	1,50 m <sup>3</sup>
Débit sortant, Q <sub>out</sub> =	0,10 l/s
Surface minimale pour l'infiltration =	<b>8,68 m<sup>2</sup></b>
Temps de vidange =	<b>4 h</b>

### 8.2.2. REMARQUES

- Prévoir minimum 30cm entre le bord le plus bas et le niveau maximum d'eau. La pente des berges sera "douce" ;
- Concevoir le bassin afin de garder une lame d'eau  $\geq 1,50$  m. Cette caractéristique permet d'éviter le développement et la prolifération des plantes aquatiques ;
- Permettre de faire le tour du bassin pour son entretien ;
- Selon l'origine des effluents stockés et les objectifs de qualité de l'eau, il y a lieu d'examiner la nécessité d'un dispositif de traitement ;
- Etudier la possibilité d'implanter des arbres et de la végétation. En effet, ce type de plantation autour du bassin permet un ombrage du bassin. Cet ombrage est bénéfique car il diminue la propagation des plantes aquatiques mais augmente la charge d'entretien ;
- Etudier la compatibilité des plantes avec la résistance aux racines de la géomembrane ;
- Pour assurer la filtration des bassin en eau infiltrant ou mixte, un géotextile est mis en place .

## 8.3 NOUE

μ

La noue représente un dispositif de gestion des eaux pluviales peu profond. C'est une dépression du sol servant au recueil, à la rétention, à l'écoulement, à l'évacuation et/ou à l'infiltration des eaux. Le plus souvent, la noue est aménagée en espace vert. Elle possède une forme allongée, à rives parallèles ou non, sa forme peut suivre les courbes de niveau et se rétrécir à certains endroits. Un réseau de noues à ciel ouvert peut remplacer un réseau d'eau pluviales enterré avec l'avantage d'une conception simple à coût peu élevé.

### Principes hydrauliques :

- Les eaux sont collectées sur les surfaces imperméables adjacentes, telle que les toitures, à l'aide de canalisations ou rigoles. Et elles sont ensuite introduites dans la noue ;
- La noue stocke l'eau à l'air libre ;
- Au niveau de l'évacuation, nous retrouvons plusieurs possibilités en fonction des caractéristiques d'infiltration du sol. Les eaux peuvent être évacuées, à débit régulé, vers un exutoire ou par infiltration au sein de la noue

Selon les caractéristiques du sol étudié, ces ouvrages peuvent réaliser un rôle d'infiltration ou de rétention.

### 8.3.1 NOUE INFILTRANTE

#### 8.3.1.1 DEFINITION

Une noue infiltrante est réalisable lorsque le sol possède une perméabilité suffisante et que l'infiltration ne soit pas proscrite par la réglementation. Ce type de noue sert essentiellement à stocker un épisode de pluie et de pouvoir l'infiltrer dans un temps imparti. Afin d'éviter que le fond de la noue ne soit humide trop souvent, celui-ci peut accueillir une rigole en matériau solide ou imperméable qui recueille les premières ou dernières eaux d'une pluie (dans le cas où les flaques se trouveraient incompatibles avec l'usage des lieux).



**Figure 18 - Noue infiltrante**  
*(Source : Architecture & Climat).*

### 8.3.1.2 DIMENSIONNEMENT

La méthode de calcul est reprise et explicitée dans les Annexes. Voir Annexe 2, page 27. De plus, les hypothèses de calculs présentées au point 5.3. sont reprises.

Capacité d'infiltration =	43,27 mm/h
Coefficient de sécurité =	1,2
Volume de stockage d'eau minimal (marnage) =	1,87 m <sup>3</sup>
Débit sortant, Q <sub>out</sub> =	0,10 l/s
Surface minimale pour l'infiltration =	<b>8,66 m<sup>2</sup></b>
Temps de vidange =	<b>5 h</b>

### 8.3.2 REMARQUES

- Prévoir en engazonnement suffisant. A réaliser avant la mise en service et avec une bonne épaisseur de sol de bonne qualité, de 20cm ;
- Prévoir un renforcement de la pelouse si la noue est una aire de jeux (ou tondeuse de poids important) ;
- Concevoir la noue afin de n'avoir aucune eau stagnante : pente suffisante, renforcement du fond, etc. ;
- Prévoir des barrages en béton qui divisent la longueur de la noue pour les noues en pente de grande capacité (reprenant les eaux d'un groupe d'habitations). Dans le but de garantir un certain volume de stockage dans chaque tronçons ;
- La noue ne peut recevoir aucun stationnement de véhicules ;
- Les plantations permettront une meilleure infiltration de l'eau grâces à leurs racines qui aèrent la terre et se nourrissent de l'eau.

## 9. ANNEXES

### 9.1 ANNEXE 1 - DIMENSIONNEMENT DES MASSIFS

Le volume de ce dispositif de gestion intégré est déterminé par la formule :

$$V = (Q_{in} - Q_{out}) \times \frac{Durée}{IV} [m^3]$$

- avec : -  $Q_{in}$  = débit entrant [ $m^3/s$ ] ;  
 -  $Q_{out}$  = débit sortant [ $m^3/s$ ] ;  
 - IV = indice des vides du massif (dépend du matériau) ;  
 - Durée = durée de la pluie considérée [s].

Le débit entrant est déterminé en fonction de l'intensité de la pluie considérée et des coefficients de ruissellement et de leur surface :

$$Q_{in} = \frac{I}{1000} \sum (c_i \times S_i) [m^3/s]$$

- avec : - I = intensité de la pluie,  $I = \frac{\text{Précip.}}{\text{Durée}} \times 10000$  ;

avec : - Précip. = valeur extrême pluvieuse, disponible sur le site de l'IRM : <https://www.meteo.be/fr/climat/climat-de-la-belgique/climat-dans-votre-commune> ;  
 - Durée = durée de la pluie correspondante.

- $C_i$  = coefficient de ruissellement de la zone considérée,  $C = 1$  pour une toiture ;  
 -  $S$  = surface de la zone considérée [ha] ;  
 - Durée = durée de la pluie considérée [s].

Le débit sortant dépend des possibilités d'évacuation de l'ouvrage, par infiltration et/ou débit de fuite vers un cours d'eau ou un exutoire :

$$Q_{out} [m^3/s] = \begin{cases} \text{Infiltration : } Q_{infiltration} = (K_{sat} \times S_{infiltration}) \\ \text{Rétention évacuée : } Q_{max} \\ \text{Infiltration + rétention : } Q_{infiltration} + Q_{max} \end{cases}$$

- avec : -  $K_{sat}$  = vitesse d'infiltration [m/s] ;  
 -  $Q_{infiltration}$  = débit d'infiltration [ $m^3/s$ ] ;  
 -  $S_{infiltration}$  = surface d'infiltration [ $m^2$ ] ;  
 -  $Q_{max}$  = débit de fuite sortant pouvant être envoyé au réseau d'égouttage ou vers eau de surface [ $m^3/s$ ], basé sur un débit de fuite maximum de 5 l/(s.ha).

Si l'infiltration (ou infiltration + rétention) est réalisable :

$$V = S_{infiltration} \times \text{hauteur} [m^3]$$

avec : - hauteur = hauteur de l'ouvrage [m] ;  
 -  $S_{infiltration}$  = surface d'infiltration [ $m^2$ ] ;

En combinant les équations, la surface d'infiltration est donnée par :

$$S_{infiltration} = \frac{Q_{in} \times \text{Durée}}{IV \times (h + v_{infiltration} \times \frac{\text{Durée}}{IV})} [m^2]$$

Dès lors, le temps de vidange de l'ouvrage peut être obtenu et est déterminé par :

$$T_{vidange} = \frac{\text{Volume stockage eau}}{Q_{out}} [m^2]$$

## 9.2 ANNEXE 2 - DIMENSIONNEMENT D'UN(E) BASSIN EN EAU/NOUE

Le volume de la capacité de rétention de ce dispositif de gestion intégré est déterminé par la formule :

$$V = \text{coeff.}_\text{sécurité} \times \text{Précip.} \sum (c_i \times S_i) [m^3]$$

- avec : - Coeff.<sub>sécurité</sub> = coefficient de sécurité = 1 ;  
 - Précip. = valeur extrême pluvieuse, disponible sur le site de l'IRM : <https://www.meteo.be/fr/climat/climat-de-la-belgique/climat-dans-votre-commune> ;  
 - C<sub>i</sub> = coefficient de ruissellement de la zone considérée, C = 1 pour une toiture ;  
 - S = surface de la zone considérée [ha] ;

En posant un temps de vidange désiré < 24 heures, le débit sortant peut être déterminé :

$$Q_{out} = \frac{\text{Volume stockage eau}}{T_{vidange}} [m^3/s]$$

Le débit sortant dépend des possibilités d'évacuation de l'ouvrage, par infiltration et/ou débit de fuite vers un cours d'eau ou un exutoire :

$$Q_{out} [m^3/s] = \begin{cases} \text{Infiltration : } Q_{infiltration} = (K_{sat} \times S_{infiltration}) \\ \text{Rétention évacuée : } Q_{max} \\ \text{Infiltration + rétention : } Q_{infiltration} + Q_{max} \end{cases}$$

- avec : - K<sub>sat</sub> = vitesse d'infiltration [m/s] ;  
 - Q<sub>infiltration</sub> = débit d'infiltration [m<sup>3</sup>/s] ;  
 - S<sub>infiltration</sub> = surface d'infiltration [m<sup>2</sup>] ;  
 - Q<sub>max</sub> = débit de fuite sortant pouvant être envoyé au réseau d'égouttage ou vers eau de surface [m<sup>3</sup>/s], basé sur un débit de fuite maximum de 5 l/(s.ha).

Si l'infiltration (*ou infiltration + rétention*) est réalisable :

$$S_{infiltration} = \frac{Q_{infiltration}}{v_{infiltration}} [m^2]$$

## 10. PLAN D'IMPLANTATION

