



Essais de sol et analyses
géotechniques

PROCES VERBAL D'ESSAI RAPPORT ES26716/23

CONSTRUCTION DE DEUX HABITATIONS

DEMANDE PAR :

POUR LE COMPTE DE :

LIEU DES ESSAIS :

DATE DU RAPPORT : 16/08/2023

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

1. Description des machines et des essais dynamiques

Caractéristiques géométriques de la pointe de sondage :

- Angle au sommet : 90[°]
- Section à la base du cône pour les essais de Pénétration Dynamiques Moyens ou Lourds (DPM/DPH) : 15 [cm²]
- Section à la base du cône pour les essais de Pénétration Dynamiques Légers (DPL) : 10 [cm²]

Diamètre extérieur des tiges de battage pour les essais DPM et DPH : 32 [mm]

Diamètre extérieur des tiges de battage pour les essais DPL : 22 [mm]

Masse du mouton :

- Pour les essais DPL : 10 [kg]
- Pour les essais DPM : 30 [kg]
- Pour les essais DPH : 50 [kg]

Hauteur de chute du mouton : 50[cm]

Vitesse d'enfoncement : entre 15 et 30 [coups/minute]

L'essai dynamique consiste à enfoncer dans le sol un train de tiges muni en tête d'une pointe conique, et ce par l'intermédiaire de coups donnés par un mouton de masse déterminée tombant d'une hauteur déterminée. Au cours de l'essai, à chaque palier de 10 cm, le nombre de coup N nécessaires pour enfoncer le train de tiges sur la longueur du palier est enregistré. En tenant compte du poids des différents éléments du train de tiges, on obtient alors la résistance de pointe dynamique R_d [kg/cm²].

2. Interprétation des résultats des essais dynamiques

La mesure du nombre de coups (N) nécessaires pour enfoncer de 10 cm le train de tiges permet de déterminer la résistance de pointe dynamique R_d définie comme suit :

$$R_d = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot e \cdot (M + P)} \quad [\text{kg/cm}^2]$$

Avec :

- M, la masse du mouton de battage [kg]
- H, la hauteur de chute du mouton = 50 [cm]
- A, la section de la pointe = 15 [cm²]
- e, l'enfoncement par coup = 10/N [cm]
- P, la masse totale du train de tiges et de l'enclume [kg]

La contrainte admissible q_{adm} est directement proportionnel à R_d .

3. 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 :

Deux trous de 60 cm de profondeur pour les points 1-2 avec un fond horizontal de 30 cm sont creusés ainsi que quatre trous de 70 cm pour les points 3-4-5-6, toujours avec un fond horizontal de 30 cm.

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

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.

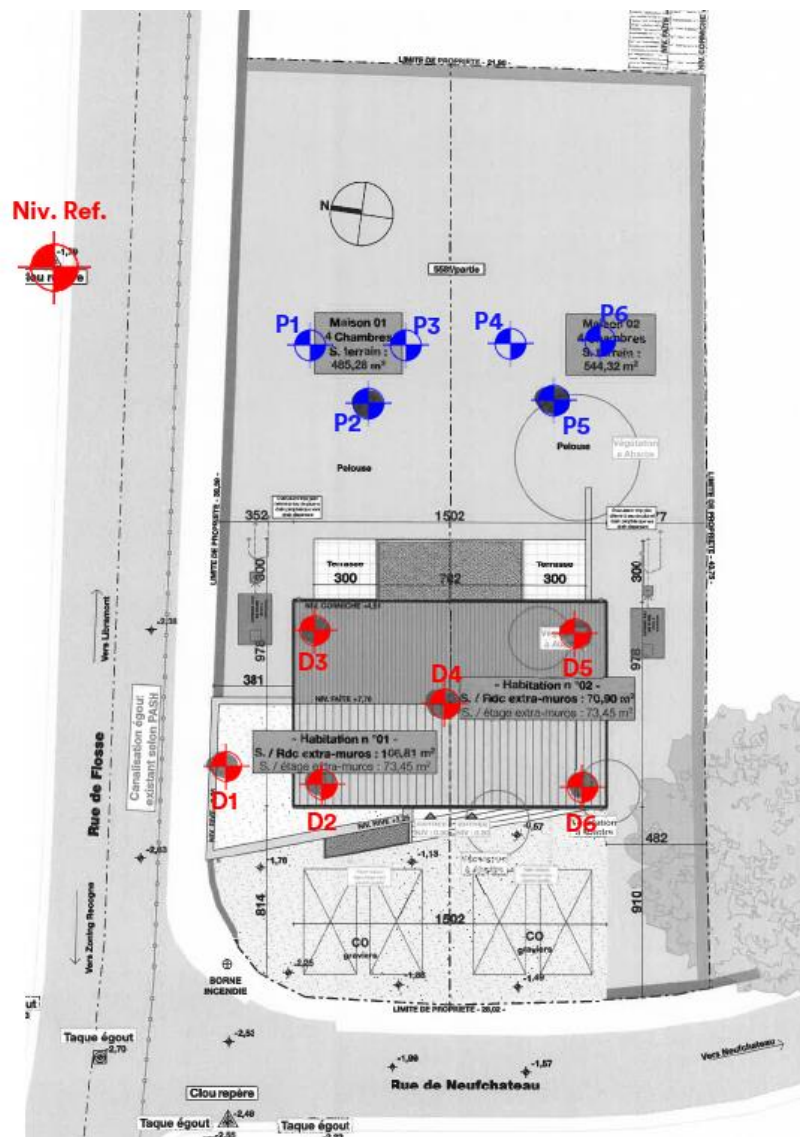
¹ Système d'Assistance et d'Information Wallon pour l'Épuration autonome

4. Implantation et nivellement

Les 6 essais au pénétromètre dynamique léger (D) et les 6 tests de percolation en surface (P) 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 clou jaune situé sur le trottoir en face du terrain (rue de Flosse).

Essai	Cote en m	Essai	Cote en m
D1	+0,44	P1	+2,27
D2	+1,13	P2	+2,42
D3	+1,51	P3	+2,57
D4	+2,12	P4 </td <td>+2,82</td>	+2,82
D5	+2,85	P5	+2,85
D6	+2,29	P6	+2,91



5. Niveau d'eau

Essai	Profondeur du niveau d'eau [m] (*)	Profondeur d'éboulement [m] (*)
D1	/	1,56
D2	/	1,82
D3	/	1,69
D4	/	0,85
D5	/	2,18
D6	/	1,65

(*) par rapport au terrain naturel en place lors des essais de sol.

La « profondeur d'éboulement » indique la profondeur à laquelle le trou de sondage s'est éboulé. Cette information indique qu'aucune présence d'eau n'a été relevée jusqu'à cette profondeur d'éboulement.

La valeur indiquée pour « la profondeur du niveau d'eau » se rapporte au niveau de la nappe d'eau souterraine mesuré dans le trou de sondage, immédiatement après avoir enlevé les tubes de sondage. Ces valeurs sont donc données à titre indicatif. Une bonne définition de la nappe d'eau souterraine n'est possible que lorsqu'on installe un piézomètre.

Rappelons également que le niveau de la nappe d'eau souterraine fluctue en fonction des conditions climatiques (saisons, pluviosité). En général, le niveau le plus élevé est atteint vers le 15 avril et le plus bas vers le 15 octobre (ce niveau peut varier de un à deux mètres en général).

6. Dimensionnement du système d'infiltration

Les résultats des essais de perméabilité pour l'habitation n°1 réalisés figurent dans le tableau ci-dessous.

<i>Points</i>	<i>Vitesse de percolation (cm/min)</i>	<i>Vitesse de percolation (m/s)</i>
1	0,14	2,33 E-05
2	0,42	7,00 E-05
3	0,12	2,00 E-05
MOYENNE	0,227	3,78 E-05

Les résultats des essais de perméabilité pour l'habitation n°2 réalisés figurent dans le tableau ci-dessous.

<i>Points</i>	<i>Vitesse de percolation (cm/min)</i>	<i>Vitesse de percolation (m/s)</i>
4	0,27	4,50 E-05
5	0,15	2,50 E-05
6	0,26	4,33 E-05
MOYENNE	0,227	3,78 E-05

Les essais présentent des résultats qui correspondent à un sol *perméable*.



Photo : Sol composé de limon et de schistes.

Eaux usées

Suivant les cartes du PASH, le terrain est situé en zone d'assainissement collectif, il n'y a donc pas lieu d'envisager l'infiltration des eaux usées provenant d'une micro-station d'épuration.

Eaux pluviales

Concernant l'épandage des eaux pluviales, il existe plusieurs moyens de le réaliser, nous proposons les 2 solutions alternatives ci-après dont les schémas de principe sont repris en annexe.

Pour dimensionner de manière appropriée l'ouvrage de compensation de l'imperméabilisation, la surface active du site doit être calculée. La surface active est la surface équivalente pour laquelle l'eau tombée ruisselle à 100% ; elle est calculée par le produit de la surface drainante (S en m^2) et le coefficient de ruissellement (C_r) qui lui est associé.

Les coefficients de ruissellement sont repris du tableau ci-après, utilisé par les Services Techniques Provinciaux.

Nature de la surface	Valeur du coefficient de ruissellement
Forêts, bois	0,05
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0,15
Champs cultivés, landes, broussailles, toitures vertes >10cm, cimetières, dalles empierrement	0,25
Dalles gazon	0,4
Terres battues, chemins de terre	0,5
Pavés à joints écartés, pavés drainants	0,7
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés	0,9
Toitures, routes, plans d'eau	1

Tableau 1 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la nature de la surface considérée

HABITATION DE GAUCHE

Ce dimensionnement est basé sur une surface active, calculée suivant plans fournis, de **106,81 m²**.

Solution 1 : Système de tranchées d'infiltration avec volume tampon

Nous préconisons la mise en place d'un volume de rétention minimum de **4,2 m³**. Celui-ci s'évacuera dans le dispositif de drainage constitué d'une longueur totale minimum de drains (largeur de tranchée filtrante supposée de 0,60m) de **17 m** (correspondant à une surface d'infiltration de **10 m²**).

La durée de vidange du système sera de **3,1 h**. Cette valeur est inférieure à la valeur de 24h prescrite pour un dispositif efficace.

Solution 2 : Système de massif drainant

Nous préconisons la mise en place d'un dispositif d'une superficie de **13 m²** ; ce qui correspond à un volume de massif filtrant de **6,5 m³**.

La durée de vidange de ce système sera de **3,68 h**.

HABITATION DE DROITE

Ce dimensionnement est basé sur une surface active, calculée suivant plans fournis, de **70,90 m²**.

Solution 1 : Système de tranchées d'infiltration avec volume tampon

Nous préconisons la mise en place d'un volume de rétention minimum de **2,8 m³**. Celui-ci s'évacuera dans le dispositif de drainage constitué d'une longueur totale minimum de drains (largeur de tranchée filtrante supposée de 0,60m) de **17 m** (correspondant à une surface d'infiltration de **10 m²**).

La durée de vidange du système sera de 2 h.

Solution 2 : Système de massif drainant

Nous préconisons la mise en place d'un dispositif d'une superficie de **10 m²** ; ce qui correspond à un volume de massif filtrant de **5 m³**.

La durée de vidange de ce système sera de **3,68 h**.

Le présent rapport a pour objectif de donner les valeurs de perméabilité du sol et de donner des ordres de grandeur de différents ouvrages de rétention et d'infiltration (prédimensionnement). Les valeurs données ne sont valables qu'aux endroits réalisés, au moment des essais. Il se peut qu'elles évoluent au cours du temps. La mission de notre bureau de sondages de sol n'est pas une mission d'auteur de projets avec un suivi d'exécution. En conséquence, il est nécessaire de mener de manière plus approfondie l'étude du dispositif retenu (en fonction des autres terrassements du projet, des autres techniques enterrées, des contraintes topographiques et du ruissellement lié à celles-ci, des limites de propriété et d'utilisation du terrain, ...).

Le système d'infiltration/tampon est dimensionné sur base des eaux provenant des surfaces de toitures communiquées. En fonction des bassins versants, des eaux de ruissellement, des configurations des parcelles voisines pouvant concentrer les ruissellements, et d'autres paramètres externes pouvant influencer le système de drainage, nous préconisons dans tous les cas de réaliser un système de trop-plein au système de dispersion. Ce trop-plein sera raccordé au système d'égouttage si ce dernier existe, moyennant l'accord du gestionnaire, ou à défaut sur un fossé ou autre exutoire situé à proximité.

Voir annexe I concernant la situation du terrain par rapport aux zones d'aléas d'inondation et la description du type de sol.

7. Caractéristiques mécaniques du sol

Sous la couche superficielle et sous une profondeur de 0,60m, aux 6 essais, le sol présente directement de bonnes caractéristiques mécaniques avec des valeurs de capacité portante de l'ordre de 0,10 MPa à 1,00 MPa. On peut cependant remarquer une couche avec des caractéristiques mécaniques moyennes à médiocres (valeurs de capacité portante variant entre 0,06 MPa et 0,09 MPa), à l'essai 1, à une profondeur de 0,80m sur une épaisseur de 0,70m.

Le refus prématuré de la machine à une profondeur variant de 1,00m à 2,30m sous le terrain naturel laisse supposer la présence de débris rocheux voire de roche.

Voir annexe I concernant la situation du terrain par rapport aux zones d'aléas d'inondation, les zones de contraintes karstiques, les risques miniers répertoriés et la description du type de sol.

8. Conclusions

Ne possédant pas toutes les données définitives de la construction (Niveau d'assise des fondations, portée des hourdis et de la toiture, matériaux utilisés,...) les conclusions ci-dessous sont conservatives et établies de manière générale. Le système de fondation ainsi que la descente des charges sont propres à chaque construction. Il est par conséquent nécessaire de réaliser une étude complète de stabilité afin de dimensionner les éléments porteurs ainsi que les fondations de la construction.

Pour des données plus précises, nous restons à votre entière disposition.

Compte tenu de ce qui précède et si les caractéristiques mécaniques du sol sont de bonne qualité sous les niveaux où les essais ont été arrêtés (point à vérifier lors du terrassement), une habitation de gabarit classique (2 niveaux de hourdis) pourrait être fondée avec une assise sous la couche végétale, hors-gel, sous remblais éventuels et sous une profondeur minimum de 0,60m par rapport au terrain en place lors de la réalisation des sondages de sol sur semelles filantes en béton armé ; le taux de travail admissible est limité à 0,12 MPa.

Les zones de mauvais sol telles que rencontrées à l'essai 1 à une profondeur de 0,80m, sur une épaisseur de 0,70m, seront substituées par de l'empierrement ou du sable stabilisé pour autant que la zone de mauvais sol ne soit que très locale. En cas d'hétérogénéités constatées lors des terrassements, il y a lieu de prévenir le bureau d'Etudes en charge de dossier.

On veillera à asseoir les fondations sur les couches de même compacité pour éviter les risques de désordre dus à des tassements différentiels.

Les résultats donnés dans ce rapport ne sont valables qu'aux endroits des tests réalisés. En conformité avec l'Eurocode 7 (ENV 1997), un contrôle visuel de la nature des couches sous-jacentes aux fondations doit être effectué lors des travaux de terrassements afin de déceler des éventuelles hétérogénéités locales. Si la présence de remblais ou de matière organique est constatée, il y a lieu d'en avertir le bureau d'études en charge du dossier afin de déterminer la suite des travaux. Nous recommandons toujours la réalisation de forages mécaniques afin de vérifier la nature du sol et l'absence de matières organiques sous les fondations qui pourraient créer des tassements.



Ing. Nadin Franck



Ir. Gillet Grégory

ANNEXE I. Cartes thématiques de la DGARNE sur WalonMap



Cartographie de l'aléa d'inondation (en vigueur) – Série

Aléa d'inondation par débordement de cours d'eau et par ruissellement

Aléa d'inondation par débordement et ruissellement, échelles comprises entre le 1:25.000 et le 1:5000


- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> 110 : Aléa faible par débordement | <input type="checkbox"/> 230 : Aléa élevé par ruissellement |
| <input type="checkbox"/> 120 : Aléa moyen par débordement | <input type="checkbox"/> 310 : Aléa faible par débordement & ruissellement |
| <input type="checkbox"/> 130 : Aléa élevé par débordement | <input type="checkbox"/> 320 : Aléa moyen par débordement & ruissellement |
| <input type="checkbox"/> 210 : Aléa faible par ruissellement | <input type="checkbox"/> 330 : Aléa élevé par débordement & ruissellement |
| <input type="checkbox"/> 220 : Aléa moyen par ruissellement | |

Atlas du karst wallon - Série



Sites karstiques

-  Abri-sous-roche
-  Cavité
-  Doline-Dépression
-  Dépression paléokarstique
-  Perte-Chantoir
-  Pseudo-doline
-  Puits houiller
-  Divers


Sites karstiques > 30m en surface

-  Sites karstiques > 30m en surface

Écoulements souterrains

-  Circulation d'eau souterraine hypothétique (pas de traçage)
-  Circulation d'eau souterraine vérifiée par traçage










Failles

-  Faille

Galeries

-  Galeries

Formations carbonatées

-  Craie du Crétacé
-  Calcaire du Bajocien
-  Calcaire du Sinémurien
-  Calcaire du Dévonien
-  Calcaire du Dévonien sous couverture
-  Schiste et calcaire argileux SVP du Famennien
-  Calcaire du Carbonifère
-  Calcaire du Carbonifère sous couverture
-  Poudingue du Permien

Zones de consultation de la DRIGM - Série

Présence de carrières souterraines

Présence de puits de mines

Présence potentielle d'anciens puits de mines

Présence de minières de fer

Présence de karst

Concessions minières - Série

Nature des gisements concédés (Substances)

-  Concession de mines de houille
-  Concession de mines métalliques
-  Concession de mines de fer
-  Concession de mines d'or
-  Concession de mines de schistes alunifères
-  Concession de mines de graphite
-  Concession de mines de lignite
-  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.

Carte Numérique des Sols de Wallonie - Série

- Sans sujet
- Carte non éditée
- Description :

Remarque(s) : /

ANNEXE II. PASH






Plans d'Assainissement par Sous-bassin Hydrographique (PASH) - Série grand public




Stations d'épuration publiques

-  Existant
-  En construction
-  A l'étude
-  A déclasser
-  Hors Wallonie

Stations de pompage

-  Existant
-  En construction
-  A l'étude

Régime d'assainissement

-  Collectif
-  Collectif hors zone urbanisable
-  Autonome
-  Transitoire

Eléments linéaires du réseau d'assainissement

Egouts

- Egout gravitaire - Existant (localisation vérifiée)
- - Egout gravitaire - Existant (schématique, localisation à vérifier)
- Egout gravitaire - En construction
- Egout gravitaire - A l'étude
- Egout gravitaire - Existence à vérifier auprès de la commune
- ➡➡ Egout sous pression - Existant (localisation vérifiée)
- ➡➡ Egout sous pression - Existant (schématique, localisation à vérifier)
- ➡➡ Egout sous pression - En construction
- ➡➡ Egout sous pression - A l'étude
- ➡➡ Egout sous pression - Existence à vérifier auprès de la commune

Collecteurs

- Collecteur gravitaire - Existant (localisation vérifiée)
- - Collecteur gravitaire - Existant (schématique, localisation à vérifier)
- Collecteur gravitaire - En construction
- Collecteur gravitaire - A l'étude
- ➡➡ Collecteur sous-pression - Existant (localisation vérifiée)
- ➡➡ Collecteur sous-pression - Existant (schématique, localisation à vérifier)
- ➡➡ Collecteur sous-pression - En construction
- ➡➡ Collecteur sous-pression - A l'étude

Protection des captages - Série

Zones de surveillance arrêtées

- Zone de surveillance

Zones de prévention arrêtées (II)

Zone de prévention rapprochée IIa

- Zone arrêtée
- Enquête en cours ou terminée
- Dossier à l'instruction

Zones de prévention éloignée IIb (II)

- Zone arrêtée
- Enquête en cours ou terminée
- Dossier à l'instruction

Zones de prévention forfaitaires (II)

- Zone de prévention forfaitaire rapprochée (IIa)
- Zone de prévention forfaitaire éloignée (IIb)

ANNEXE III.

Solution 1 : Système de tranchées d'infiltration avec volume tampon : Dimensionnement et caractéristique

A. Calcul de la capacité de rétention d'eau

Le calcul de la capacité de rétention est donné par la formule suivante :

$$V = 1,3 \cdot S_r \cdot C_r \cdot Q$$

Avec

S_r , la surface réceptrice d'alimentation en projection horizontale [m^2] ;

C_r , le coefficient de ruissellement dont les valeurs sont données dans le tableau 3 [-] ;

Q , la quantité de pluie incidente [m^3/s] ;

Un coefficient de sécurité valant 1,3.

B. Calcul de la quantité de pluie incidente

En hydrologie, chaque évènement pluviométrique peut être caractérisé par sa durée, son intensité moyenne et sa période de retour, c'est-à-dire l'intervalle de temps statistique moyen séparant deux évènements pluviométriques d'intensité et de durées égales. Ces trois paramètres sont liés entre eux et peuvent être représentés par des courbes dites d'« Intensité - Durée - Fréquence » (courbes IDF). La présentation des informations comprises dans les courbes IDF sous forme chiffrée, se fait au travers des tableaux Quantité – Durée – Fréquence (QDF).

Suivant les recommandations du Groupe Transversal Inondations et des recommandations des communes (notamment Namur), il est conseillé de prendre une pluie de 30 l/m² (pluie avec un temps de retour de 30 ans pour 30 minutes).

Le volume de rétention sera donc égal à **4165,59 mm/m²** ou **4,2 m³** pour l'habitation de gauche (Hab. 1).

Le volume de rétention sera donc égal à **2765,1 mm/m²** ou **2,8 m³** pour l'habitation de droite (Hab. 2).

C. Calcul du débit d'infiltration

Le calcul du débit d'infiltration est donné par la formule :

$$D = K \cdot S_i$$

Avec :

K, le degré d'infiltration de **0,227 cm/min** ou **136,2 mm/h** (Hab. 1) et de **0,227 cm/min** ou **136,2 mm/h** (Hab. 2) ;

S_i, la surface d'infiltration de **10 m²** (Hab. 1 et 2).

La formule devient :

$$D = 10 * 136,2 = 1362 \text{ mm/h (Hab. 1)}$$

$$D = 10 * 136,2 = 1362 \text{ mm/h (Hab. 2)}$$

D. Contrôle de la durée de vidange

Le calcul du contrôle du temps de vidange est donné par la formule :

$$T = \frac{V}{D}$$

La formule devient donc :

$$T = 4165,59 / 1362 = 3,1 \text{ h (Hab. 1)}$$

$$T = 2765,1 / 1362 = 2 \text{ h (Hab. 2)}$$

Une citerne de récupération d'eau de pluie n'est pas un ouvrage tampon (voir https://www.idelux-aive.be/servlet/Repository/Eaux_dePluie_A5?ID=59070). En effet si cette dernière est remplie, elle ne peut pas faire office de tampon.

Il est préconisé de séparer les E.U. (eaux usées) des E.P. (eaux pluviales)

La longueur des tranchées sera de 30m maximum. La distance minimum entre deux tranchées d'infiltration sera de 1,00m. La profondeur de tranchée sera d'environ 0,80m pour une largeur de 0,60m. Le fond de la tranchée doit cependant toujours se situer à une distance d'au moins 100 cm par rapport au niveau du sol moins perméable (roche mère), du sol imperméable ou du niveau de la nappe après remontée.

Nous préconisons la réalisation d'essais piézométriques afin de s'assurer que le niveau de l'éventuelle nappe d'eau souterraine ne se révèle pas trop haut. En effet, si le niveau d'eau se révèle trop haut, le sol étant saturé en eau, le système d'infiltration pourrait s'avérer inefficace et il faudrait alors s'orienter vers un système d'évacuation conforme (rejet vers un fossé, égouttage public, ...)

En l'absence d'eau à faible profondeur, le réseau de drain sera établi sur un plan horizontal. Le fond de la tranchée est rempli de matériaux filtrants tels que graviers, concassés ou pierrailles (calibre 20/32). Les drains de dispersion rigides (Ø≥110mm) sont posés sur ce lit de gravier avec une pente de 0,5 à 1%. Les orifices des drains sont soit des trous de 8mm de diamètre soit des fentes de 5mm de

large, sur 1/3 de la circonférence. Dans le cas où le terrain comporte une pente supérieure à 5cm/m, les drains de dispersion seront placés en lignes perpendiculaires au sens de la pente (parallèles aux courbes de niveaux). Pour les E.P., le massif peut être entouré d'un géotextile mais jamais pour les E.U. (risque de colmatage par des matières en suspensions).

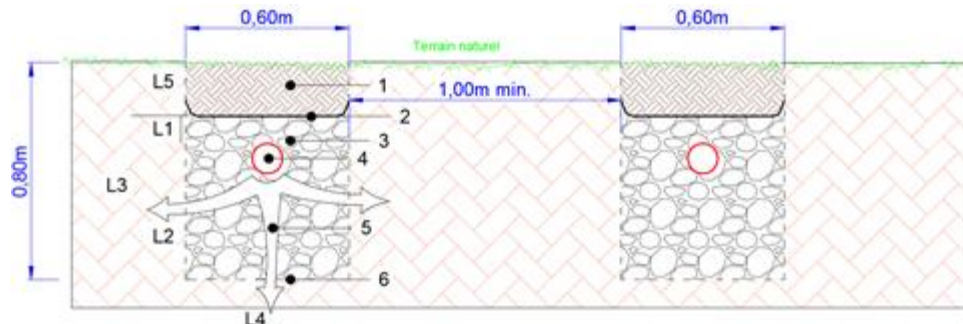


Figure 1: Coupe type d'une tranchée d'infiltration E.U.

1	Sol de remblais	L1	10 cm min.
2	Géotextile	L2	50 cm (30 cm min.)
3	Matériau dispersant	L3	60 cm (40 cm min.)
4	Drain dispersant	L4	60 cm
5	Répartition de l'eau à filtrer	L5	20 cm
6	Interface matériau dispersant/sol naturel		

Solution 2 : Système de massif drainant : Dimensionnement et caractéristiques

Le volume de l'ouvrage de gestion intégrée en m³ est déterminé par la formule suivante :

$$V = (Q_{in} - Q_{out}) \cdot \frac{D}{IV}$$

Avec :

D, la durée de la pluie [s]. Dans notre cas, on prendra une pluie de 2 heures conformément aux recommandations de l'A.I.D.E ;

Q_{in}, le débit entrant [m³/s] ;

Q_{out}, le débit sortant en [m³/s] ;

IV, l'indice de vide du massif drainant valant 30% pour empierrement et 95% pour S.A.U.L. [%].

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

$$Q_{in} = \frac{I}{1000} \cdot \sum_i C_{ri} \cdot A_i$$

Avec :

C_i, le coefficient de ruissellement de la zone i [-] ;

A_i, la surface de la zone i [Ha] ;

I, l'intensité de la pluie [l/(s.Ha)] (<https://www.meteo.be/fr/climat/atlas-climatique/climat-dans-votre-commune>).

L'intensité de la pluie est déterminée par la formule suivante :

$$I = \frac{V_{ep}}{D \cdot 10000}$$

Avec :

V_{ep} , la valeur extrême pluvieuse [l/m^2] ;

D, la durée de la pluie correspondante [s].

Le débit sortant correspond au débit d'infiltration de l'ouvrage de gestion intégrée. Le débit d'infiltration est donné par la formule suivante :

$$Q_{out} = Q_{infiltration} = S_{infiltration} \cdot V_{infiltration}$$

Le massif drainant a normalement une hauteur de 0,50 m. La profondeur du lit d'infiltration est donc de 0,80 m en considérant 0,20 m de remblais de terre et 0,10m de graviers placés au-dessus du massif.

Le volume du massif drainant est donné par la formule suivante :

$$V = S_{infiltration} \cdot H = S_{infiltration} \cdot 0,5$$

En combinant les équations, on trouve donc la surface d'infiltration du massif drainant :

$$S_{infiltration} = \frac{(Q_{in} \cdot D)}{\left(IV \cdot \left(h + V_{infiltration} \cdot \frac{D}{IV} \right) \right)}$$

Pour le cas présent, les valeurs suivantes ont été prises en compte pour le dimensionnement :

HABITATION 1

Vitesse d'infiltration : **3,78 E-05** m/s

IV : **30** %

Hauteur du massif : **0,5** m

Q_{in} : **7,05 E-04** m³/s

Q_{out} : **4,91 E-04** m³/s

Intensité de la pluie : **65,97** l/(s.Ha)

HABITATION 2

Vitesse d'infiltration : **3,78 E-05** m/s

IV : **30** %

Hauteur du massif : **0,5** m



$Q_{in} : 4,68 E-04 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_{out} : 3,02 E-04 \text{ m}^3/\text{s}$

Intensité de la pluie : **65,97 l/(s.Ha)**

La fonction essentielle d'un massif est de stocker un épisode de pluie. Le stockage de l'eau se fait dans la structure granulaire. L'eau est évacuée vers un exutoire (réseau, puits ou bassin de rétention) ou par infiltration dans le sol et, dans une moindre mesure, par évapotranspiration. Ces différents modes d'évacuation se combinent selon leur propre capacité. En général, lorsque l'infiltration est très limitée, le rejet à l'exutoire est nécessaire, de préférence à débit régulé avec un système de trop-plein en cas de pluie exceptionnelle.

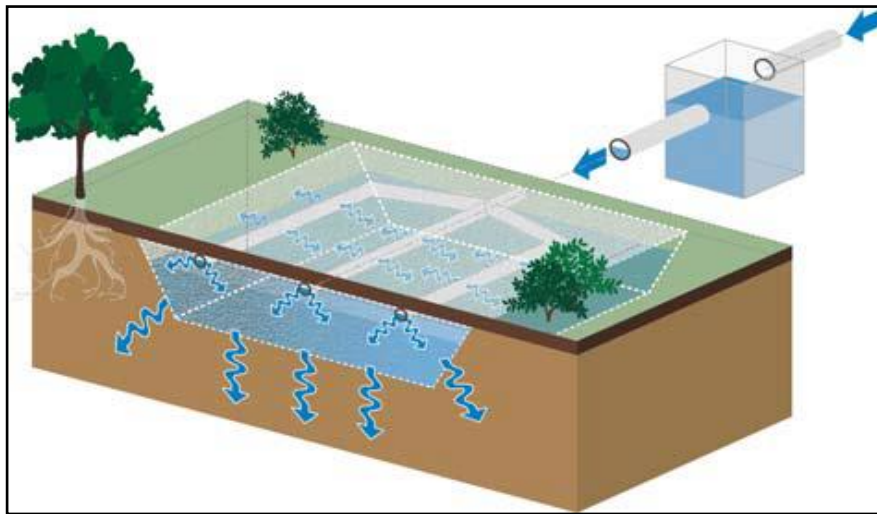


Figure 2 : Massif infiltrant recouvert de terres arables, invisible. L'eau est injectée à l'aide d'un réseau de drains de dispersion supérieure provenant d'une chambre de visite de décantation. Le massif de gravier est protégé des terres par un géotextile sur toute sa surface de contact

- Veiller à ce que la pente des surfaces de récolte des eaux de ruissellement soit correctement dirigée vers le massif.
- Veiller à la bonne réalisation de l'enveloppement du géotextile et de sa continuité autour de la structure granulaire (recouvrement min. 30cm).
- De manière générale, toute plantation dans ou à proximité d'un ouvrage doit être étudiée en fonction de l'importance de son système racinaire potentiel et de la place disponible dans l'éventuel volume imperméabilisé ou à l'extérieur de celui-ci. Les bambous sont prohibés dans le cas d'une imperméabilisation par géo-membrane.
- Ne pas planter le massif s'il est rendu imperméable par une géo-membrane qui risque de se détériorer à proximité des racines. Choisir ses plantations en fonction de l'importance racinaire de la variété afin que celle-ci ne colmate pas la structure granulaire.
- Une distance minimale par rapport aux arbres doit être observée, équivalente au rayon de la couronne de l'arbre à taille adulte.
- Des bâtiments ne peuvent pas être construits au-dessus des massifs et tranchées.
- Il est préférable que les eaux de ruissellement ne soient pas trop chargées en matière en suspension afin de réduire le risque de colmatage de la structure granulaire. On préfère une technique alternative en cas de charge trop importante. Dans tous les cas, il est utile de prévoir un système de filtration et de décantation qui protège la structure granulaire d'un colmatage trop rapide, par exemple :

- pré-filtre entre les descentes d'eau et le massif, éventuellement un dégrillage,
 - géotextile à 20 cm sous la surface de la structure granulaire,
 - couche de terre engazonnée avec géotextile sous celle-ci,
- Il est recommandé d'utiliser une grave drainante 20/60 avec un indice de vide de 30%. On peut également utiliser d'autres matériaux non gélifs possédant un indice de vide supérieur. Il faut toutefois garder en mémoire que l'indice de vide du matériau utilisé permet de réduire le volume et la hauteur de l'ouvrage, mais non sa surface, laquelle détermine directement son temps de vidange ...

Il existe de nombreux systèmes d'infiltration et nous reprenons dans ce rapport les plus utilisées. Pour plus de renseignements: <https://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/vue-d-ensemble-des-dispositifs.html?IDC=5352>