



P21084-1

Etude de gestion des eaux pluviales
à Bressoux

Lieu de l'étude : Rue Trou Louette – 4020 Bressoux

Parcelle cadastrale : LIEGE 21 DIV B 59N

Date : 15/04/2021
Version : V2
Client : Le Logis Social de Liège
Auteur : Benjamin GERARD – RAISô



RAISô srl
Rue de la Faille, 1
4000 Liège
Belgique

+32 (0)470 65 43 72
contact@raiso.be | raiso.be

TVA - BE 0755 733 235
RPM Liège
IBAN - BE57 7320 5614 2035
BIC CREGBEBB

Table des matières

1.	Introduction.....	1
2.	Travaux réalisés.....	1
3.	Contexte environnemental	1
3.1.	Pente	2
3.2.	Nature des terrains.....	2
3.3.	Hydrologie et aléa d'inondation.....	4
3.4.	Nappe d'eau souterraine.....	4
3.5.	Prise d'eau et zone de prévention.....	5
3.6.	Réseau karstique.....	5
3.7.	Zone de consultation de la DRIGM	5
3.8.	Autres contraintes.....	6
4.	Tests de perméabilité	7
4.1.	Méthodologie.....	7
4.2.	Résultats.....	7
5.	Gestion des eaux pluviales.....	7
5.1.	Type d'ouvrage d'infiltration.....	7
5.2.	Quantité d'eau pluviale	8
5.3.	Dimensionnement des ouvrages d'infiltration.....	8
5.4.	Pluies exceptionnelles	10
5.5.	Qualité des eaux d'infiltration	10
5.6.	Détails de mise en œuvre	11
6.	Conclusion	14

1. INTRODUCTION

Le Logis Social de Liège, représentée par M. Pallen, a confié à RAISÔ la réalisation d'une étude de gestion des eaux pluviales à Bressoux, rue Trou Louette. Cette mission s'inscrit dans le cadre de la création de 24 logements dans les bâtiments existants du site Trou Louette.

L'objectif de la mission est de :

- mesurer la perméabilité du sol et étudier la faisabilité d'y infiltrer les eaux pluviales ;
- dimensionner les ouvrages d'infiltration des eaux.

Les eaux usées seront évacuées vers le réseau d'égouttage existant.

Le compte rendu de la mission est présenté ci-après.

2. TRAVAUX RÉALISÉS

Date des investigations : 31 mars 2021

Les tests de perméabilité et piézomètres suivants ont été réalisés à l'aide d'une machine de forage de type Geoprobe :

Nom	Profondeur [m-ns]
E1	1.10
E2	1.20
E3	1.10
E4	1.10
E5	1.00
PZ2	3.60

Ex : test de perméabilité – Px : forage de reconnaissance
m-ns : mètre par rapport au niveau du sol

La position des tests et piézomètre est reprise sur la Figure 1 ci-dessous.

3. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

Toutes les données présentées dans les chapitres suivants sont issues des observations de terrain et du géoportail WalOnMap du SPW¹.

¹ <http://geoportail.wallonie.be/>



Figure 1 : localisation des tests de perméabilité (source : WalOnMap)

3.1. Pente

La zone concernée par l'infiltration présente une pente de l'ordre de 3 % en direction du nord-est. La pente n'est donc pas contraignante pour l'infiltration des eaux pluviales dans le sol.

3.2. Nature des terrains

Les observations de forage sont synthétisées dans le tableau ci-dessous. La carte numérique des sols est présentée à la Figure 2 ci-dessous.

Le terrain étudié est situé à hauteur d'une zone non-cartographiée (NC en blanc sur la Figure 2). On retrouve dans les environs immédiats des sols de sols limoneux et limono-caillouteux (Aba0 et (x)Aba en orange clair), Gbp (en brun/beige) et Gbat4 (en gris).

Les forages réalisés ont principalement mis en évidence la couches de remblais présente sous le revêtement existant.

Forage	Profondeur (cm)	Description
E1	0 – 8	Revêtement en tarmac
	8 – 25	Remblai noir sableux à pierreux
	25 – 110	Remblai limono-argileux brun/gris avec traces de briques et de quelques cailloux divers centimétriques
E2	0 – 7	Revêtement en tarmac
	7 – 30	Remblai noir sableux à pierreux
	30 – 120	Remblai limono-argileux brun/gris avec traces de briques et de quelques cailloux divers centimétriques
E3	0 – 10	Revêtement en tarmac
	10 – 25	Remblai pierreux noir
	25 – 80	Remblai sableux gris
	80 – 110	Remblai limono-argileux brun/gris
E4	0 – 36	Revêtement en tarmac
	36 – 65	Remblai noir sableux à pierreux
	65 – 110	Remblai limono-argileux brun/gris
E5	0 – 26	Revêtement en tarmac
	26 – 100	Remblai noir sableux à pierreux
PZ2	0 – 7	Revêtement en tarmac
	7 – 30	Remblai noir sableux à pierreux
	30 – 190	Remblai limono-argileux brun/gris avec traces de briques et de quelques cailloux divers centimétriques
	190 – 360	Limon argileux noir/gris collant et humide. Saturé dans le fond

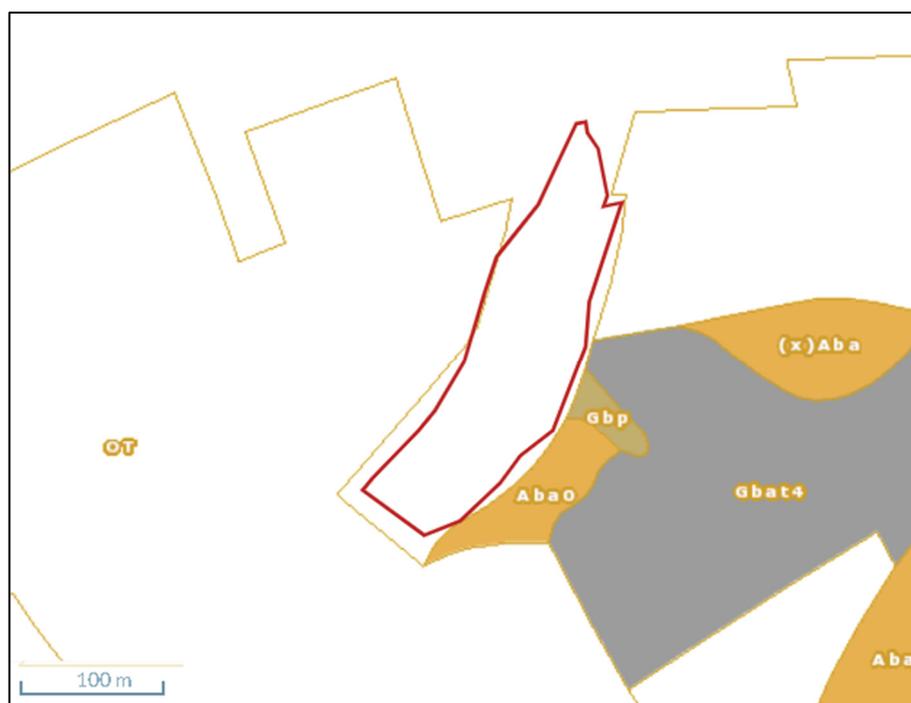


Figure 2 : carte numérique des sols (source : WalOnMap)

3.3. Hydrologie et aléa d'inondation

Aucun cours d'eau ne s'écoule à proximité du terrain étudié. Celui-ci n'est en outre pas soumis au risque d'inondation par débordement de cours d'eau. On retrouve en revanche un axe de ruissellement concentré traversant le centre du terrain étudié, du sud-ouest vers le nord-est (cf. Figure 3).

Cet axe de ruissellement est certainement à mettre en relation avec l'existence d'une (ou plusieurs) source(s) émergeant au sein du terrain étudié et en amont de celui-ci. Une partie de ces sources est actuellement canalisée dans le réseau d'égouttage, une autre ruisselle à la surface du revêtement existant (cf. photo ci-dessous).

Le projet prévoit de canaliser la totalité des sources, et a fortiori l'axe de ruissellement existant. On considère donc que cet axe n'est pas contraignant pour les futurs bâtiments.



Figure 3 : axe de ruissellement concentré (source : WalOnMap)

3.4. Nappe d'eau souterraine

La piézomètre PZ2 a mis en évidence la nappe d'eau souterraine à une profondeur de 1.64 m par rapport au niveau du sol.

La présence d'eau souterraine est contraignante pour l'infiltration des eaux pluviales. En effet, une distance de minimum 0.5 m doit être maintenue entre le toit de la nappe et la base des ouvrages d'infiltration.

On préconise donc de limiter la profondeur des ouvrages d'infiltration à maximum ~1.15 m.



Figure 4 : source émergeant à la surface du revêtement existant

3.5. Prise d'eau et zone de prévention

Trois prises d'eau souterraine connues sont répertoriées à proximité du terrain étudié, à plus de 190 m en direction du nord-ouest (cf. Figure 5 ci-dessous). On considère que la distance séparant ces prises d'eau du terrain étudié est suffisante pour qu'on ne suspecte aucun impact de l'infiltration des eaux du projet sur la qualité des eaux prélevées.

De plus, le bas du terrain étudié est implanté au sein de la zone de prévention éloignées des captages de la brasserie Inbev. L'existence de cette zone de prévention éloignée n'est pas contraignante pour l'infiltration des eaux pluviales. Seul l'usage de puits perdants est interdit.

3.6. Réseau karstique

Sur base de la carte géologique, le terrain étudié est localisé à hauteur des grès et schistes du Houiller (Carbonifère– Primaire). Aucune contrainte karstique n'est donc considérée.

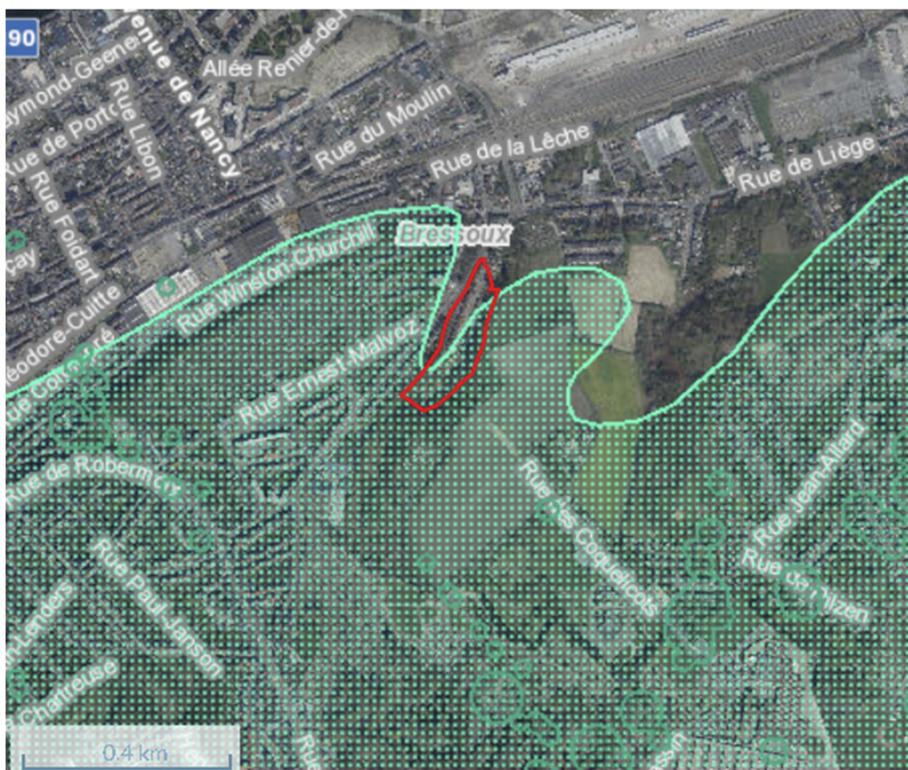
3.7. Zone de consultation de la DRIGM

Le terrain étudié est localisé au sein d'une zone de consultation de la DRIGM (Direction des Risques industriels, géologiques et miniers) liée à la présence potentielle d'anciens puits de mine. Aucun puits de mine connu n'est toutefois localisé à moins de 290 m des limites du terrain étudié.

Par sécurité, on suggère toutefois d'infiltrer les eaux pluviales de manière diffuse, sur la plus grande surface disponible.



Figure 5 : captages et zones de prévention (source : WalOnMap)



3.8. Autres contraintes

Aucune autre contrainte.

4. TESTS DE PERMÉABILITÉ

4.1. Méthodologie

Les tests E1 à E5 ont été réalisés en suivant la méthodologie des essais Nasberg.

4.2. Résultats

Les forages ont été saturés d'eau pendant minimum 4h ou jusqu'à stabilisation des vitesses d'infiltration. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Nom du test	Profondeur du test [m]	Vitesse d'infiltration [m/s]
E1	1.10	2.49E-04
E2	1.20	0.19E-04
E3	1.10	0.20E-04
E4	1.10	Absence d'infiltration
E5	1.00	2.19E-04

Les vitesses d'infiltration mesurées en E1 et E5 sont identiques entre elles, de même qu'en E2 et E3. Toutes ces valeurs sont suffisantes pour permettre l'infiltration des eaux pluviales dans le sol. Aucune infiltration n'a en revanche été mesurée en E4.

On préconise de retenir la **médiane des valeurs mesurées en E1 à E5 ($2.00 \cdot 10^{-5}$ m/s)** comme représentative de la perméabilité du sol au droit du terrain étudié. Cette vitesse d'infiltration peut être qualifiée de moyenne.

Par sécurité, afin de tenir compte d'un éventuel colmatage du système d'infiltration dans le temps, on préconise d'affecter cette vitesse d'infiltration d'un coefficient de sécurité de 1.5 pour la gestion des eaux pluviales. **La valeur retenue dans le cadre du dimensionnement est donc égale à $1.33 \cdot 10^{-5}$ m/s.**

A noter que ce coefficient de sécurité de 1.5 peut être abandonné dans le cas d'un ouvrage d'infiltration aérien.

5. GESTION DES EAUX PLUVIALES

5.1. Type d'ouvrage d'infiltration

Le projet prévoit d'infiltrer les eaux pluviales provenant :

- des toitures des blocs A, B et C à l'aide de noues d'infiltration ;
- des toitures des blocs D et E à l'aide d'un massif drainant implanté sous le parking
- des parkings et allées au-travers du revêtement perméable. On considère que ce type de revêtement fonctionnera par auto-gestion compte tenu de l'absence de concentration des eaux

(1 m² de surface de ruissellement = 1 m² de surface d'infiltration). Aucun dimensionnement n'est donc nécessaire.

La Figure 10 en fin de rapport présente un plan de principe de l'implantation des ouvrages d'infiltration au sein du terrain étudié.

Le dimensionnement des ouvrages d'infiltration sont repris ci-dessous.

5.2. Quantité d'eau pluviale

Les superficies imperméabilisées et les coefficients de ruissellement correspondants sont repris dans le tableau suivant. Les coefficients de ruissellement sont considérés dans le cas d'une pluie d'orage.

Type de surface	Ouvrage d'infiltration	Superficie [m ²]	Coefficient de ruissellement [-]
Toiture bloc A	Noue d'infiltration	511	100 %
Toiture bloc B		511	
Toiture bloc C		209	
Toiture bloc D	Massif d'infiltration	680	
Toiture bloc E		680	

L'AIDE suggère de considérer une **pluie de 25 ans de période de retour** pour la pluie de projet. Les données de l'IRM pour les pluies extrêmes de la commune de Liège ont été considérées pour le dimensionnement.

5.3. Dimensionnement des ouvrages d'infiltration

5.3.1. Noues d'infiltration – Blocs A, B et C

La méthode des pluies est utilisée pour le dimensionnement. Cette méthode consiste à simuler une série de pluies de durées différentes et à vérifier que l'ouvrage d'infiltration ne déborde pas pour la pluie de projet la plus pénalisante. A noter que chaque bloc sera équipé de sa propre noue d'infiltration.

Le calcul du dimensionnement présenté ci-dessous a été effectué pour le bloc A présentant une superficie de toiture de 511 m². Le dimensionnement des ouvrages d'infiltration des autres blocs est effectué au prorata des superficies de toiture, par règle de trois.

Pour une pluie de 25 ans de période de retour, une perméabilité du sol de 2.00 10⁻⁵ m/s (absence de coefficient de sécurité), on vérifie qu'une **noue d'infiltration de 90 m² au sol et de 0.20 m de profondeur permet de stocker temporairement et d'infiltrer la totalité de la pluie.**

Dans ce cas, le volume total stocké dans la noue d'infiltration est de 14.38 m³ pour une pluie de 40 minutes (cf. Figure 6 ci-dessous). La lame d'eau maximum stockée au sein de la noue d'infiltration au cours de la pluie d'orage est de 13 cm et le temps de vidange est de 2.22 h, soit bien inférieur à 24 h (temps de vidange maximum recommandé).

A noter que le dimensionnement tient compte de l'apport d'eau pluvial supplémentaire des 90 m² d'emprise de la noue d'infiltration. Le coefficient d'infiltration considéré est de 100 %. En outre, le dimensionnement ne tient pas compte de l'effet bénéfique d'une éventuelle citerne de récupération, par sécurité.

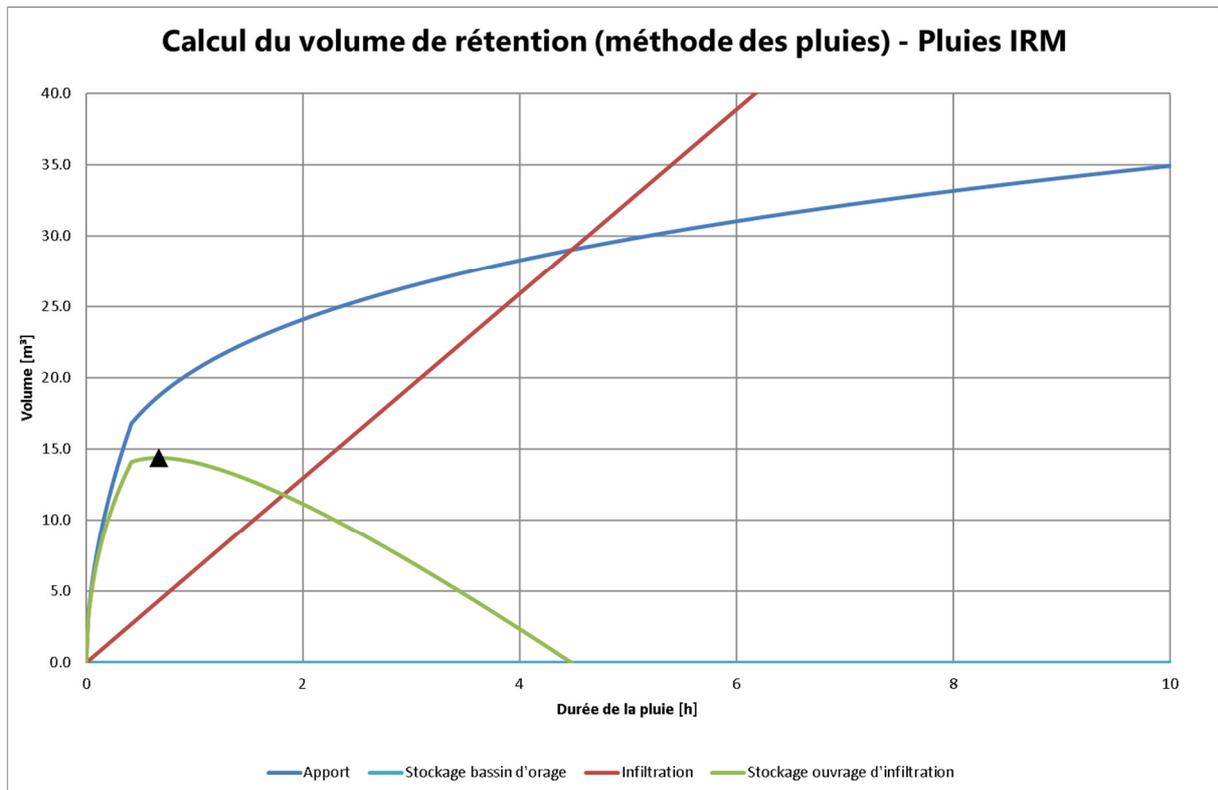


Figure 6 : méthode des pluies – massif d'infiltration (variante #1)

La superficie des ouvrages d'infiltration de chaque bloc est reprise dans le tableau ci-dessous.

Blocs	Superficie de toiture [m ²]	Superficie des noues d'infiltration [m ²]
Bloc A	511	90
Bloc B	511	127
Bloc C	209	

5.3.2. Massif d'infiltration – Blocs D et E

La méthode des pluies est également utilisée pour le dimensionnement. A noter qu'un massif d'infiltration commun est prévu pour l'infiltration des eaux des toitures des blocs D et E.

Pour une pluie de 25 ans de période de retour, une perméabilité du sol de $1.33 \cdot 10^{-5}$ m/s (avec coefficient de sécurité), on vérifie qu'un **massif d'infiltration de 230 m² au sol et de 0.60 m d'épaisseur permet de stocker temporairement et d'infiltrer la totalité de la pluie.**

Dans ce cas, le volume total stocké dans le massif d'infiltration est de 40.18 m³ pour une pluie de 65 minutes (cf. Figure 7 ci-dessous). La lame d'eau maximum stockée au sein du massif d'infiltration au

cours de la pluie d'orage est de 58 cm et le temps de vidange est de 3.64 h, soit bien inférieur à 24 h (temps de vidange maximum recommandé).

A noter que le dimensionnement tient compte de l'apport d'eau pluvial supplémentaire des 230 m² d'emprise du massif d'infiltration. Le coefficient d'infiltration considéré est de 60 %. En outre, le dimensionnement ne tient pas compte de l'effet bénéfique d'une éventuelle citerne de récupération, par sécurité.

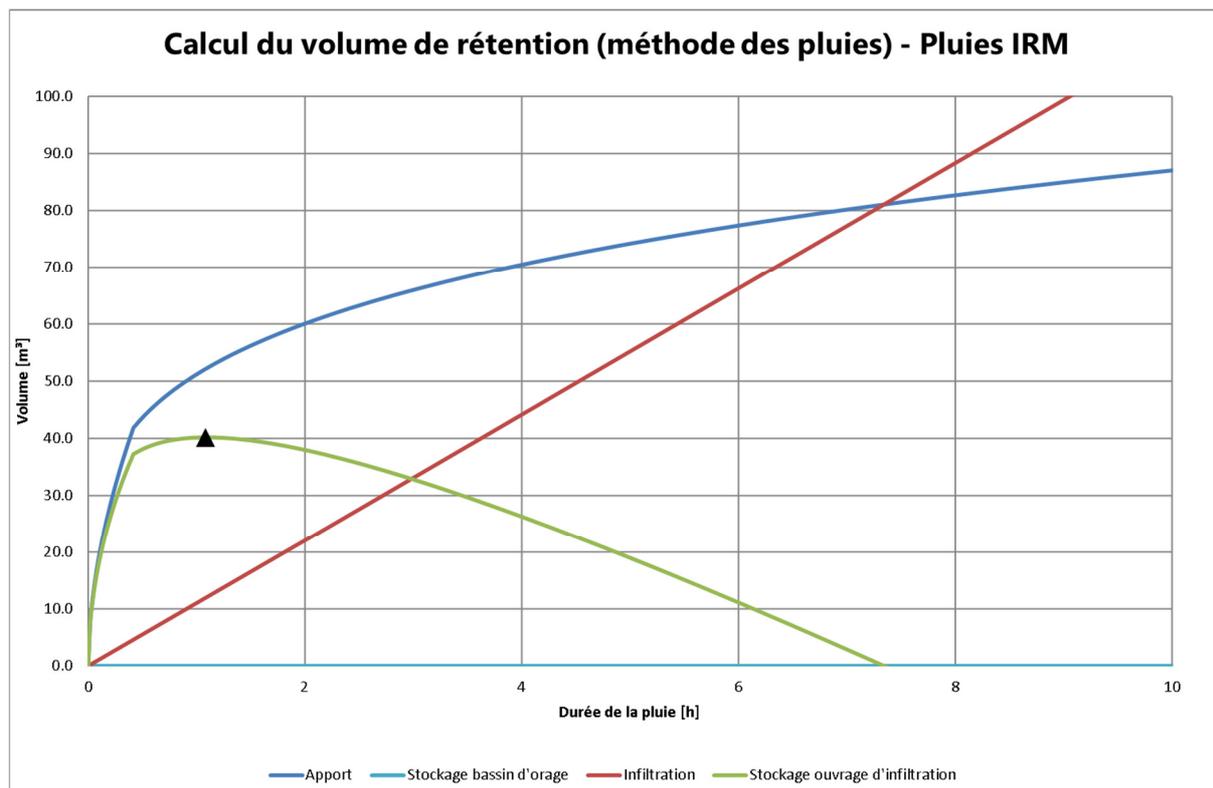


Figure 7 : méthode des pluies – massif d'infiltration

5.4. Pluies exceptionnelles

Les pluies exceptionnelles, d'une période de retour supérieure à 25 ans, pourraient générer un débordement des ouvrages d'infiltration. Dans ce cas, la préoccupation est d'éviter que les eaux de débordement ne causent de dommages aux personnes et aux biens.

Par sécurité, on préconise d'aménager un trop-plein depuis les ouvrages d'infiltration en direction du réseau d'égouttage. A noter que ces débordements ne surviendront qu'une fois tous les 25 ans en moyenne.

5.5. Qualité des eaux d'infiltration

Les eaux de ruissellement des toitures doivent pouvoir décanter avant infiltration dans les ouvrages d'infiltration enterrés (massif). Cette décantation permet de retenir les particules en suspension (feuilles, graviers, poussières) et de prévenir le risque de colmatage des dispositifs d'infiltration. Cette décantation sera assurée grâce à l'usage d'un décanteur associé à un filtre.

Aucune décantation n'est nécessaire dans le cas d'un ouvrage d'infiltration aérien (noue d'infiltration).

En outre, l'usage de revêtements métalliques (cuivre et zinc) pour les toitures est à éviter en raison du lessivage de métaux lourds par les eaux de ruissellement et le risque de contamination associé au sein des ouvrages d'infiltration.

5.6. Détails de mise en œuvre

Les distances suivantes doivent être respectées autant que possible entre les dispositifs d'infiltration et certains éléments structurants :

- Végétation arbustive : min. 3 m (uniquement pour les ouvrages enterrés) ;

La position présumée des ouvrages d'infiltration est présentée sur la Figure 10 en fin de rapport.

5.6.1. Noue d'infiltration

Les détails de mise en œuvre de la noue d'infiltration sont les suivants :

- Superficie au sol du fond de chaque noue d'infiltration :

Blocs	Superficie des noues d'infiltration [m ²]
Bloc A	90
Bloc B	127
Bloc C	

- Plutôt de forme allongée : 45.0 x 2.0 m dans le cas du bloc A par exemple (distance C sur la Figure 8 ci-dessous) en fond de noue d'infiltration ;
- Profondeur : 20 cm (distance B) ;
- Talutage des parois latérales 3:1 (H:V), la dimension en tête de noue d'infiltration est donc de minimum 46.2 x 3.2 m dans le cas du bloc A (distance A) ;
- **Fond horizontal** (ou max. 0.5 % de pente) ;
- Parois latérales et fond engazonnés avec apport de terre végétale et d'amendement organique. Ajout de granulats calcaires, mélangés à la terre végétale, uniquement dans le fond afin d'améliorer le décolmatage naturel.

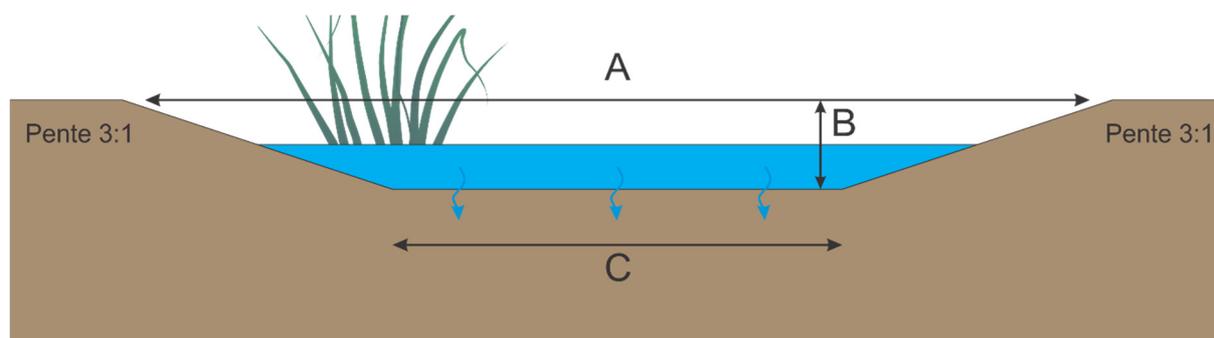


Figure 8 : coupe de principe d'une noue d'infiltration

5.6.2. Massif d'infiltration

Les détails de mise en œuvre du massif d'infiltration sont les suivants :

- Superficie au sol du massif d'infiltration : 230 m²
- Plutôt de forme rectangulaire : 23.0 x 10.0 m (largeur A sur la Figure 9 ci-dessous) ;
- Epaisseur : 0.60 m (épaisseur B) ;
- **Profondeur de la base : max. 1.15 m ;**
- Fond horizontal (ou max. 0.5 % de pente) ;
- Positionné perpendiculairement au sens de la pente, soit parallèle aux courbes de niveau.

Du bas vers le haut, le massif d'infiltration est composé de :

- Épaisseur de 0.60 m de gravier dispersant lavé siliceux (non calcaire) se détaillant comme suit :
 - gravier dispersant sur 0.40 m d'épaisseur ;
 - 5 drains de dispersion de diamètre 100 mm, placés dans le sens de la grande longueur avec une inter-distance de 2 m entre les drains (distance D) ;
 - gravier dispersant sur 0.20 m d'épaisseur ;

Le gravier dispersant doit respecter les caractéristiques suivantes :

- porosité de 30 % ;
 - granulométrie 20/80 mm ;
 - fraction de particules fines (< 63 µm) limitée à 3 % ;
 - fraction 0/2 mm limitée à 25 % ;
 - non-calcaire ;
- Géotextile tout autour du massif d'infiltration ;
 - Complexe de parking sur max. 0.55 m d'épaisseur (épaisseur C).

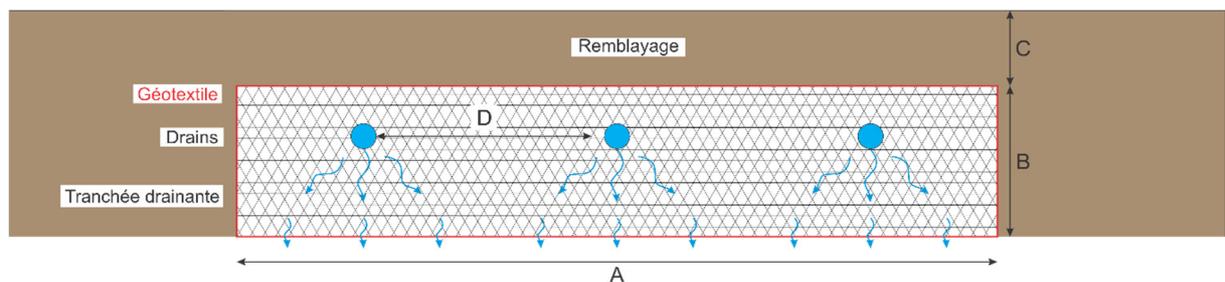


Figure 9 : coupe de principe d'un massif d'infiltration



Figure 10 : implantation de l'ouvrage d'infiltration – plan de principe

6. CONCLUSION

L'étude de perméabilité a montré que le site est apte à l'infiltration des eaux pluviales.

L'infiltration des eaux pluviales peut être assurée à 100 % à l'aide de :

- Noues d'infiltration pour les toitures des blocs A, B et C (1 noue par bloc) ;
- Massif d'infiltration pour les toitures des blocs D et E (1 massif commun pour les 2 blocs) ;
- Revêtement perméable pour les parkings et accès.

La position présumée des ouvrages d'infiltration est reprise à la Figure 10. Les détails du dimensionnement et de la mise en œuvre des ouvrages d'infiltration est repris au § 5.

Liège, le 30/04/2021



Benjamin Gerard
Ir. Hydrogéologue, Gérant

P1



P2



P3



P4



