



Lenclos, 72C
B-6740 Etalle
Tél. : 063/42.22.94
Fax. : 063/42.22.93
TVA : BE0874.970484

PROCES VERBAL D'ESSAI réf. ES19195/20
CSD Ingénieurs – rue de Gaillarmond à Grivegnée

DEMANDE PAR : CSD Ingénieurs Conseils S.A.– Frédéric Bracke
Avenue des Dessus-de-Lives 2
B - 5101 Namur (Loyers)

POUR LE COMPTE DE : CSD Ingénieurs Conseils S.A.
Avenue des Dessus-de-Lives 2
B - 5101 Namur (Loyers)

LIEU DES ESSAIS : Rue de Gaillarmond
4030 Grivegnée

OPERATEUR : VREULS Régis

REFERENCE DE LA DEMANDE : Demande du 15/01/2021

DATE DE REALISATION DES ESSAIS : 15-16-17/02/2021

DATE DU RAPPORT : 26/02/2021

1. Description des essais

1.1 Perméamètre SIG

La méthode de mesure de la vitesse d'infiltration reconnue comme étant la plus appropriée pour le dimensionnement des systèmes d'infiltration est la méthode de mesure in situ, à **charge constante (Porchet)**. En pratique, des trous sont réalisés à la profondeur d'intérêt de l'étude. Dans le cas présent, ils sont réalisés à des profondeurs de 1,00m, 2,00m et 3,00m. Ils sont remplis d'eau claire afin de mesurer la vitesse d'absorption dans le terrain. Il faut mesurer le volume d'eau introduit pendant la durée du test, volume nécessaire pour maintenir le niveau constant dans le trou.

Une phase d'imbibition ou de saturation est toujours nécessaire.

Pendant cette phase de remplissage des vides du sol, l'écoulement d'eau est transitoire. Quand la saturation est atteinte, l'écoulement devient permanent, et la valeur de la perméabilité tend à se stabiliser.

Les mesures sont effectuées à l'aide d'un appareil PERMEA3 qui est un infiltromètre à charge constante, selon la méthode Porchet. Ce perméamètre autonome et automatique permet l'enregistrement de la vitesse d'infiltration sur plusieurs heures. Le coefficient de perméabilité (ou de percolation) est exprimé en mm/h.



1.2 Test type Lefranc

- Un forage jusqu'à une profondeur maximale de 4,00m est réalisé (profondeur exacte définie au point 3).
- Un tube de PVC (Ø32mm) est placé avec une partie filtrante de 1 mètre sur le bas.
- On remblaye autour du tube, sur 50cm de hauteur avec du gravier.
- Le tube est rempli d'eau jusqu'à son bord.

La baisse de niveau est ensuite observée toutes les minutes pendant les 5 premières minutes, puis toutes les cinq minutes pendant 40 minutes et une dernière fois une heure après la première mesure.

Les tests de perméabilité sont réalisés dans un sol situé au-dessus de la nappe. Le test est du type Lefranc - NF P 94-132 - (débit d'eau ajouté nul) effectué dans un piézomètre.

La perméabilité en mètres par seconde sera calculée par la formule :

$$k = \left(\frac{d}{F}\right) \cdot \frac{\ln \frac{h_1}{h_2}}{\Delta t}$$

Où :

k : perméabilité [m/s]

h_1 : hauteur de l'eau dans le tube au temps t_1

d : diamètre du tube [32mm]
F : partie filtrante [1m]

h_2 : hauteur de l'eau dans le tube au temps t_2
 $\Delta t = t_2 - t_1$ [s]

Une interpolation est ensuite établie sur base des dernières mesures (régime d'infiltration établi).

Le débit en mètres cube par seconde du puits d'infiltration sera calculé par la formule :

$$Q = m \cdot k \cdot H \cdot B$$

Où :

Q : débit [m^3/s]

k : perméabilité du sol [m/s]

H : différence entre le niveau de l'eau dans le puits et le niveau statique de la nappe [m]

B : diamètre du puits [m]

$m = \min(m_1; m_2)$: coefficient de forme

$$m_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda}{\ln(\lambda + \sqrt{\lambda^2 + 1})}$$

$$m_2 = \frac{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\lambda^2 - 1}}{\ln(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1})}$$

λ : rapport entre hauteur L et diamètre B de la cavité d'infiltration

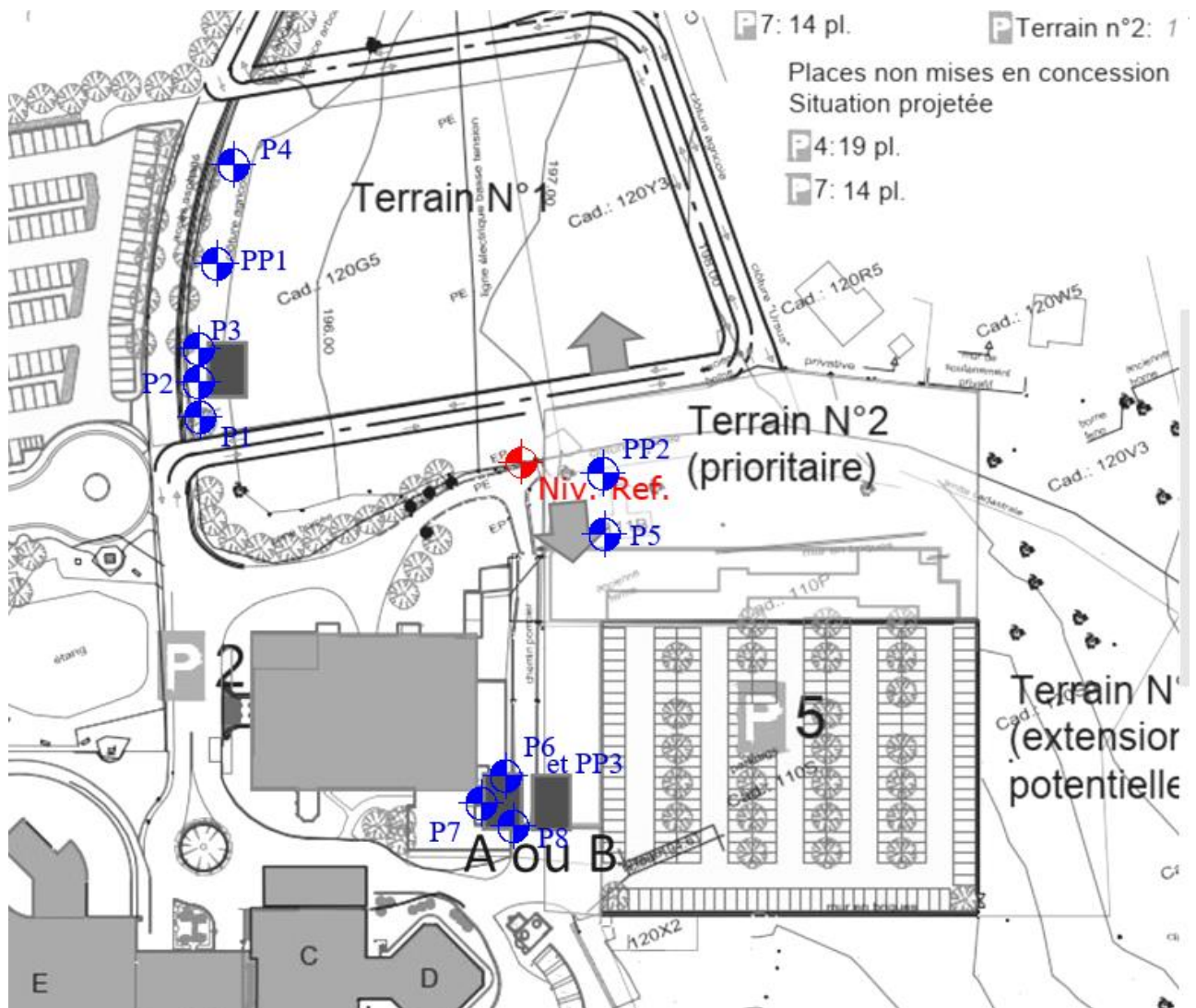
2. Implantation et nivellement

Les 11 tests de perméabilité dont 8 au perméamètre SIG (P) et 3 après forages (PP) sont repérés sur le plan d'implantation ci-dessous.

Les cotes de niveau du terrain naturel aux endroits des essais ont été relevées par rapport au niveau repère 0,00m pris sur le clou orange situé dans le carrefour près des locaux techniques.



Essai	Cote en m	Profondeur [m]
P1	-1,46	1,00
P2	-1,52	2,00
P3	-1,54	2,80
P4	-1,57	1,00
P5	+0,22	1,00
P6	-1,18	1,00
P7	-1,24	2,00
P8	-1,29	2,80
PP1	-1,40	2,00
PP2	+0,23	2,00
PP3	-1,21	2,00



3. Nature du sol

Les forages de reconnaissance ont permis de déterminer la nature du sol suivante :

Points de Forage	Profondeur [m]	Nature du terrain
P1	0,00 – 0,25	Terre arable brun foncé meuble, sec
	0,25 – 0,80	Argile brun foncé meuble, humide
	0,80 – 1,00	Argile brune meuble, sec
P2	0,00 – 0,10	Terre arable brun foncé meuble, sec
	0,10 – 0,80	Argile brun foncé meuble, humide
	0,80 – 2,00	Argile brune meuble, sec
P3	0,00 – 0,35	Terre arable brun foncé meuble, sec
	0,35 – 1,00	Limon sableux brun clair meuble, sec
	1,00 – 1,45	Argile grise à brune meuble, humide
	1,45 – 2,80	Argile brune compacte, sec
P4	0,00 – 0,30	Terre arable brun foncé meuble, sec
	0,30 – 1,00	Limon sableux brun meuble, sec
P5	0,00 – 0,10	Terre arable brune à noire meuble, sec
	0,10 – 0,40	Argile brun foncé meuble, humide
	0,40 – 0,85	Limon sableux brun clair meuble, humide
	0,85 – 1,00	Argile grise à brune meuble, sec
P6	0,00 – 0,30	Remblai noir constitué de gravier moyen
	0,30 – 0,55	Transition remblai et argile brun foncé meuble, humide
	0,55 – 0,80	Argile brune meuble, humide
	0,80 – 1,00	Argile brune meuble, sec
P7	0,00 – 0,35	Remblai brun à rouge constitué de gravier moyen à fin, sec
	0,35 – 0,50	Terre arable noire meuble, sec
	0,50 – 0,80	Argile brun foncé meuble, humide
	0,80 – 1,00	Argile brun clair meuble, humide
	1,00 – 2,00	Argile brun clair meuble, sec
P8	0,00 – 0,15	Remblai noir à rouge constitué de gravier moyen à fin, sec
	0,15 – 0,35	Transition remblai et argile noire à rouge meuble, humide
	0,35 – 0,70	Argile brun foncé meuble, humide
	0,70 – 1,20	Argile brune meuble, humide
	1,20 – 2,00	Argile grise à brune meuble, sec
	2,00 – 2,80	Argile brun clair compacte, sec

Les résultats des forages se trouvent ci-dessous. Les points ainsi que les profondeurs sont repris de part et d'autre de la photo.

P6 (100)
 P3 (100)
 P3 (200)
 P3 (280)
 P1 (100)
 P2 (200)
 P2 (100)
 P4 (100)
 P5 (100)
 P8 (100)
 P8 (200)
 P8 (280)
 P7 (100)
 P7 (200)



P6 (0)
 P3 (0)
 P3 (100)
 P3 (200)
 P1 (0)
 P2 (100)
 P2 (0)
 P4 (0)
 P5 (0)
 P8 (0)
 P8 (100)
 P8 (200)
 P7 (0)
 P7 (100)

Suivant la carte géologique (planchette n°134), le sous-sol est principalement constitué de *H2* : Grès, psammites et schistes, houilles variées – Houiller – Système carbonifère – Groupe primaire.

Nous pouvons également trouver aux alentours, une couverture constituée de limon grisâtre et brunâtre stratifié (*q3m*) – Hesbayen – Quaternaire inférieur – Système quaternaire – Groupe quaternaire. Cette couche en couverture correspond à ce qui a été trouvé sur le terrain.



4. Résultats

Essai P1 - profondeur 1,00m

Perméabilité nulle

Essai P2 – profondeur 2,00m

Perméabilité nulle

Essai P3 – profondeur 2,80m

Perméabilité nulle ; le niveau d'eau est remonté de 90 cm 2h après avoir foré.

Essai P4 – profondeur 1,00m

Perméabilité nulle

Essai P5 – profondeur 1,00m

Perméabilité nulle

Essai P6 – profondeur 1,00m

Perméabilité nulle

Essai P7 – profondeur 2,00m

Perméabilité nulle

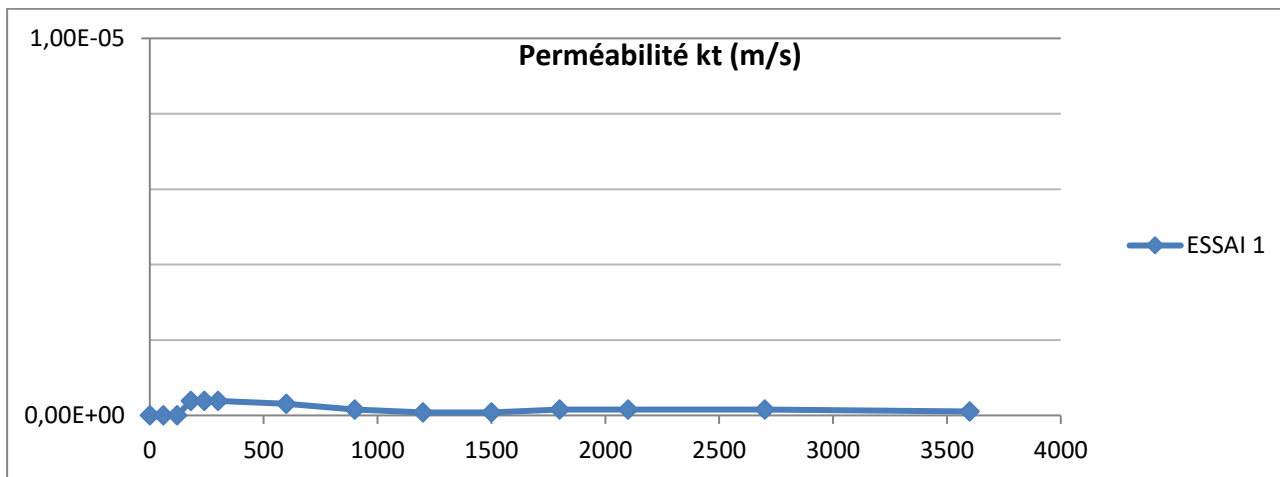
Essai P8 – profondeur 2,80m

Perméabilité nulle

Essai PP1 – profondeur 2,00m

Perméabilité moyenne : 1,14E-07m/s

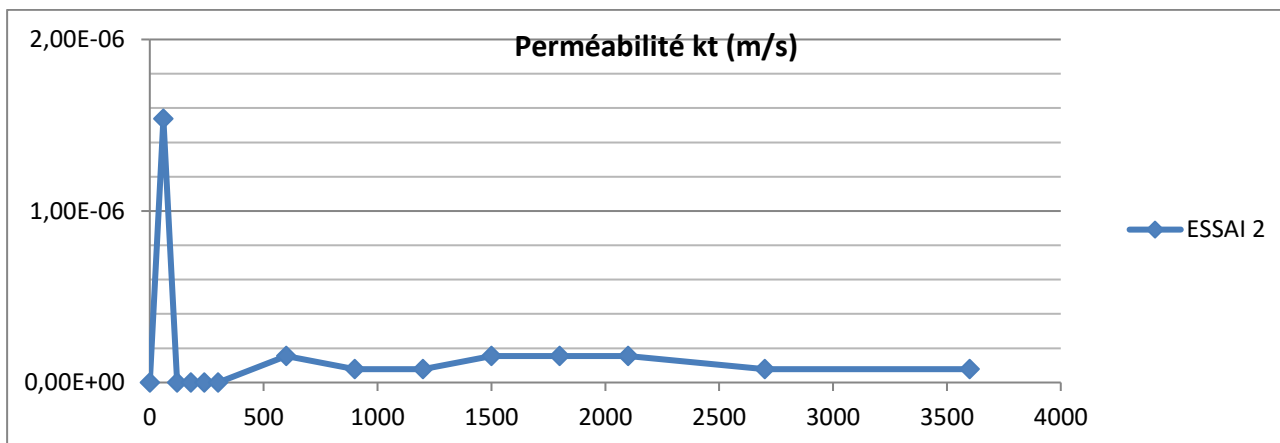
Points de test	Perméabilité [m/s]	Profondeur [m]
PP1	1,14E-07	de 1,00m à 2,00m



Essai PP2 – profondeur 2,00m

Perméabilité moyenne : 1,10E-07m/s

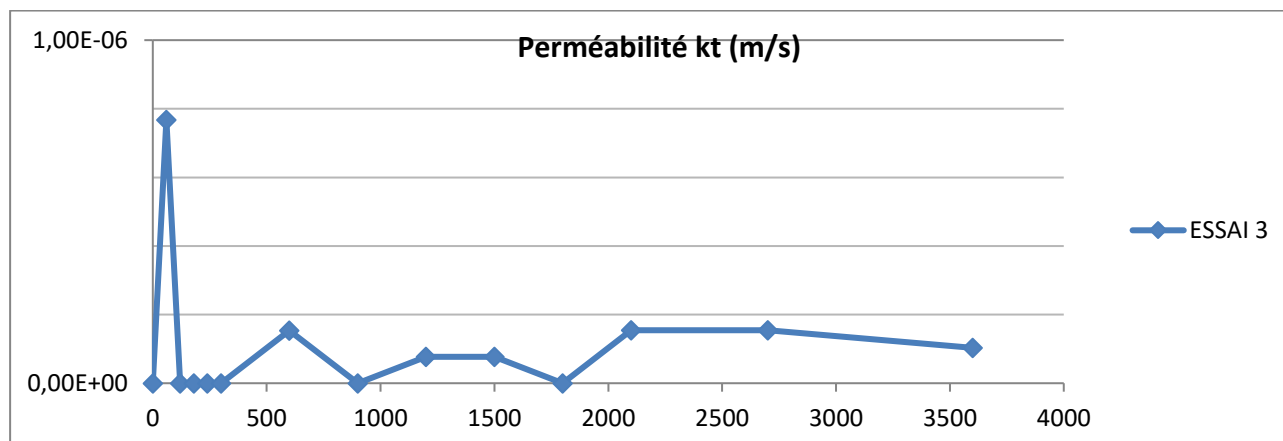
Points de test	Perméabilité [m/s]	Profondeur [m]
PP2	1,10E-07	de 1,00m à 2,00m



Essai PP3 – profondeur 2,00m

Perméabilité moyenne : 8,95E-08m/s

Points de test	Perméabilité [m/s]	Profondeur [m]
PP3	8,95E-08	de 1,00m à 2,00m



Ces valeurs sont corroborées par la nature du sol mise en évidence.

Au vu des surfaces importantes imperméabilisées, nous conseillons de réaliser une étude détaillée, en fonction des pentes du réseau d'égouttage, des superficies d'épandage disponibles, des autres réseaux enterrés existants, ... Notre bureau reste à votre disposition pour ce dimensionnement complémentaire. 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*10 ⁻⁶ – 5*10 ⁻³ m/s Sable fin ou grossier (1)	✓✓✓	✓	✓	✗
2,8*10 ⁻⁶ - 5,6*10 ⁻⁶ m/s Sable limoneux (2)	✓	✓✓✓	✓	✗
2,8*10 ⁻⁷ - 2,8*10 ⁻⁶ m/s Sols argileux légers (3)	✗	✓	✓✓✓	✗
<2,8*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 a une perméabilité de 5,6.10⁻⁶m/s. Un sable grossier aura une conductivité hydraulique de 1,4.10⁻⁴m/s. Migration rapide de la pollution à partir de 1.10⁻⁵ m/s.

(2) 2,8.10⁻⁶ m/s correspond à un sable limoneux

(3) Un sol argileux aura une conductivité hydraulique de 1,4.10⁻⁷ m/s à 5,6.10⁻⁷ m/s.

La valeur moyenne ramenée en m/s nous donne la conductivité hydraulique K. Les essais présentent des résultats qui correspondent à un sol quasiment imperméable voire imperméable. La stratégie recommandée dans le cas présent en fonction de la conductivité hydraulique du sol est **l'imperméabilisation avec rétention et évacuation à débit régulé**.

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 (<1mm/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 (voir annexe 1) ;
- 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 : guide pratique relatif à l'infiltration des eaux usées épurées (Région Wallonne)

Pour plus de renseignements, consulter :

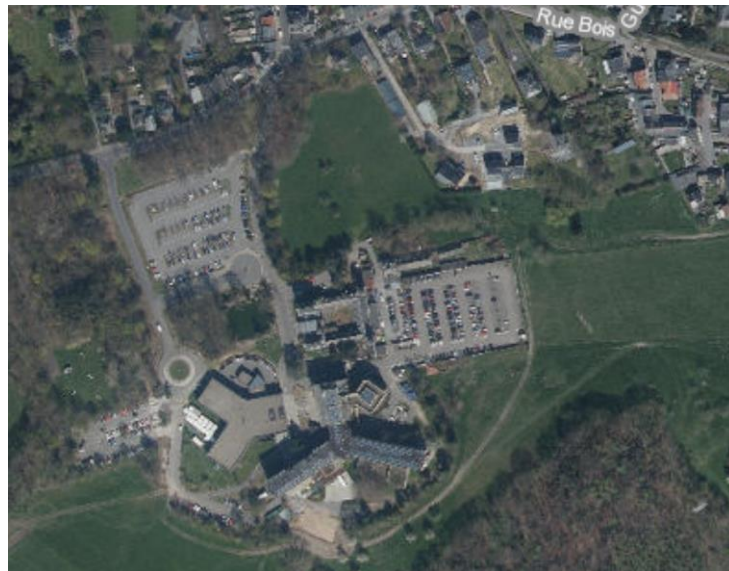
http://environnement.wallonie.be/publi/de/eaux_usees/infiltration.pdf



Ir. Wissam Anass



Ir. Gillet Grégory



Aléa d'inondation (Version 2016) - Série

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

Echelle inférieure ou égale au 1:25.000 et supérieure ou égale au 1:5000

- Aléa faible
- Aléa moyen
- Aléa élevé

Carte Numérique des Sols de Wallonie - Série

- Sans sujet
- Carte non éditée
- Description :

Remarque(s) : /