

UN MONDE DE PERFORMANCES
& D'EXPERTISES



GEOTECHNIQUE SAS
AGENCE DE ROUEN

5 rue Marconi
ZI La Maine
76150 MAROMME

Tel : 02 52 35 05 01

Mail : contact76@geotechnique-sas.com



GÉOtechnique
sciences de la terre sas

ETUDE D'INFILTRATION DES EAUX PLUVIALES PARCELLAIRES ET DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE GESTION

Aménagement d'un lotissement de 10 lots à bâtir

Route de Muids

ANDÉ (27430)

Maitre d'ouvrage :



Maitre d'œuvre :



Géomètre :



ETUDES
RECONNAISSANCES
ANALYSES
AUSCULTATION

Dossier n°2019-04-282					Fichier : 2019-04-282
Indice	Date	Nb de pages (hors annexes)	Rédigé par	Contrôlé par	Modifications / Observations
A	Avril 2019	16	D. DINALLE	A. HALTZ	Première diffusion
B	Déc. 2019	16	D. DINALLE	A. HALTZ	Modification du nombre de lots

SOMMAIRE

1.	DEFINITION DE L'OPERATION	3
2.	DOCUMENTS COMMUNIQUEES	3
3.	DONNEES GENERALES	4
3.1.	Situation du terrain	4
3.2.	Contexte topographie - morphologie	5
3.3.	Contexte géologique	5
3.4.	Contexte hydrogéologique	6
3.5.	Risques inondation	6
4.	ORGANISATION DE LA RECONNAISSANCE	7
4.1.	Programme des investigations	7
4.2.	Reconnaissance géologique	7
4.3.	Essais de percolation à charge constante (type PORCHET)	7
4.3.1.	<i>Méthodologie</i>	7
4.3.2.	<i>Résultats des essais</i>	8
4.3.3.	<i>Interprétation</i>	8
5.	FAISABILITE TECHNIQUE DE L'INFILTRATION DES EAUX PLUVIALES	8
6.	SYSTEME DE GESTION DES EAUX PLUVIALES PRIVATIVES	9
6.1.	Contexte	9
6.2.	Méthodologie	9
6.3.	Hypothèses et paramètres de dimensionnement	10
6.4.	Calculs	10
6.4.1.	<i>Cas n°1 : ouvrage d'infiltration avec matériau de remplissage de porosité de 30 %</i>	10
6.4.1.	<i>Cas n°2 : ouvrage d'infiltration avec matériau de remplissage de porosité de 50 %</i>	13
6.4.2.	<i>Cas n°3 : ouvrage d'infiltration avec matériau de remplissage de porosité de 95 %</i>	13
6.5.	Récapitulatif	14
6.6.	Coupe schématique d'un ouvrage d'infiltration enterré	15
7.	REMARQUES	15
	ANNEXES	16

1. DEFINITION DE L'OPERATION

Devis : AHe2019-04-282 en date du 17/04/2019

Missions : Etude d'infiltration des eaux pluviales parcellaires et dimensionnement de l'ouvrage de gestion

Commande : Le 18/04/2019

Lieu : Route de Muids, ANDÉ (27430)

Désignation : Aménagement d'un lotissement de 10 lots à bâtir

Superficie du terrain : 9 911 m²

Maitre d'ouvrage : LE CHENE JAUNET – 54 rue du Général de Gaulle – 27340 PONT DE L'ARCHE

Maitre d'œuvre : SODEREF – rue Karl Heinz Bringer – 27950 SAINT-MARCEL

Géomètre : AGEOSE - Voie du Futur, BP 322 – 27193 VAL DE REUIL CEDEX

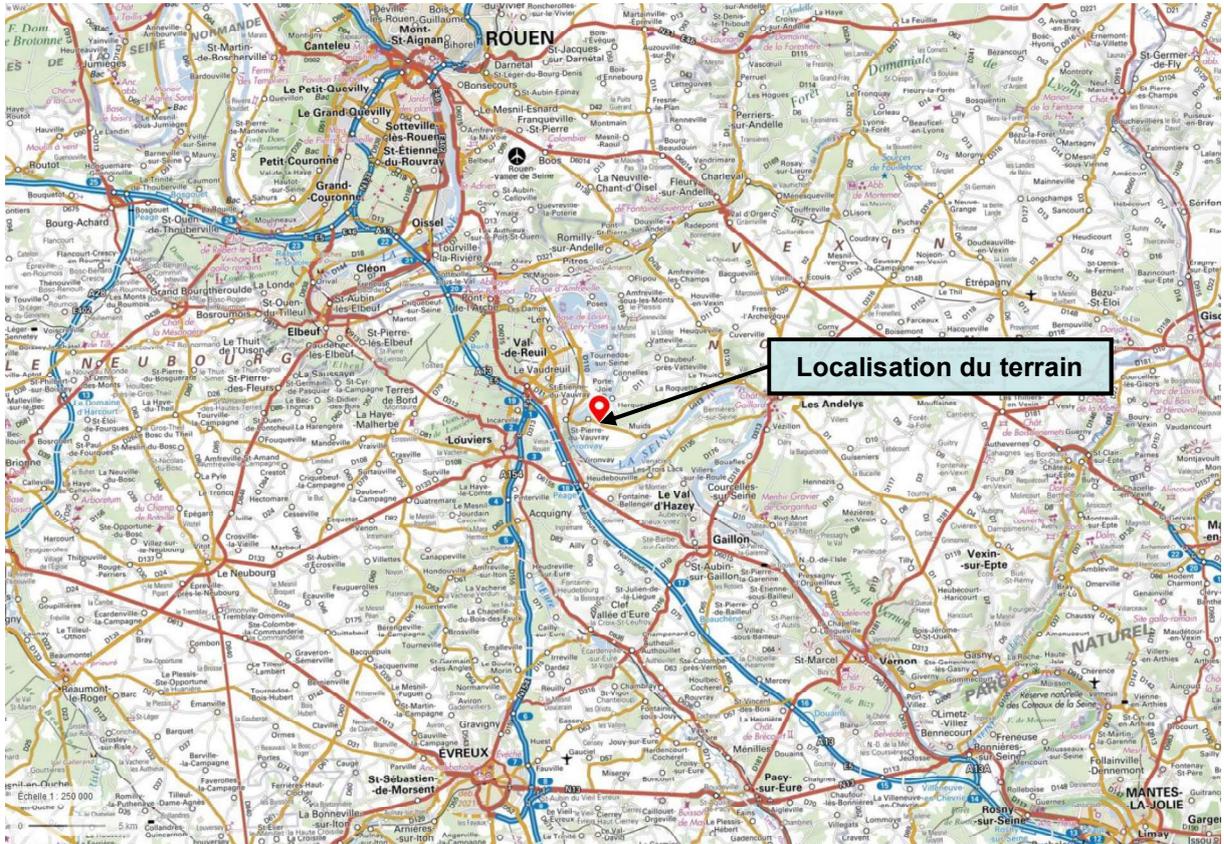
2. DOCUMENTS COMMUNIQUES

Pour réaliser sa mission, GEOTECHNIQUE SAS disposait des documents suivants :

Document	Echelle	Origine	Format	Date
Plan de masse du projet	1/250	Maitre d'œuvre	.pdf + .dwg	25/09/2019

3. DONNEES GENERALES

3.1. Situation du terrain



3.2. Contexte topographie - morphologie

Le terrain étudié est situé dans le département de l'Eure (27) à environ 25,5 km au sud-est de ROUEN.

En avril 2019, lors de notre intervention, le site concerné par les investigations correspondait à une parcelle agricole en friche.

Il présente une déclivité très légère, inférieure à 5 %, lorsque l'on s'oriente vers le sud-ouest.



3.3. Contexte géologique

D'après la carte géologique des **ANDELYS** au 1/50000 (*source : BRGM*), l'horizon que l'on devrait rencontrer en profondeur dans ce secteur, sous la terre végétale et les éventuels remblais, est : **Fyc. Alluvions anciennes de moyenne terrasse (30 à 35 m)**

La craie apparaît bien sous les alluvions anciennes, dans les racines de méandres qui leur servent d'épaulement : racine de ChâteauNeuf — Courcelles-sur-Seine, de Villers-sur-le-Roule — Tosny, de la Roque — Muids (Le Bout de la ville), de Herqueville — Andé.

Dans le méandre de Muids — Andé, on observe, entre Herqueville et Andé, une belle exploitation où l'épaisseur des alluvions atteint environ 5 mètres.

3.4. Contexte hydrogéologique

Le principal aquifère régional est représenté par la **nappe de la craie**. Les circulations s'y opèrent par le biais de fissures, plus au moins élargies par les phénomènes de dissolution, pouvant donner lieu à l'apparition de conduits karstiques au niveau desquels les vitesses de circulation pourront être très élevées.

La nappe de la craie est contenue dans les assises crayeuses d'âge cénomanien, turonien et sénonien.

Compte tenu de la situation topographique du terrain, la présence d'une nappe aquifère est peu probable sur la profondeur intéressée par le projet.

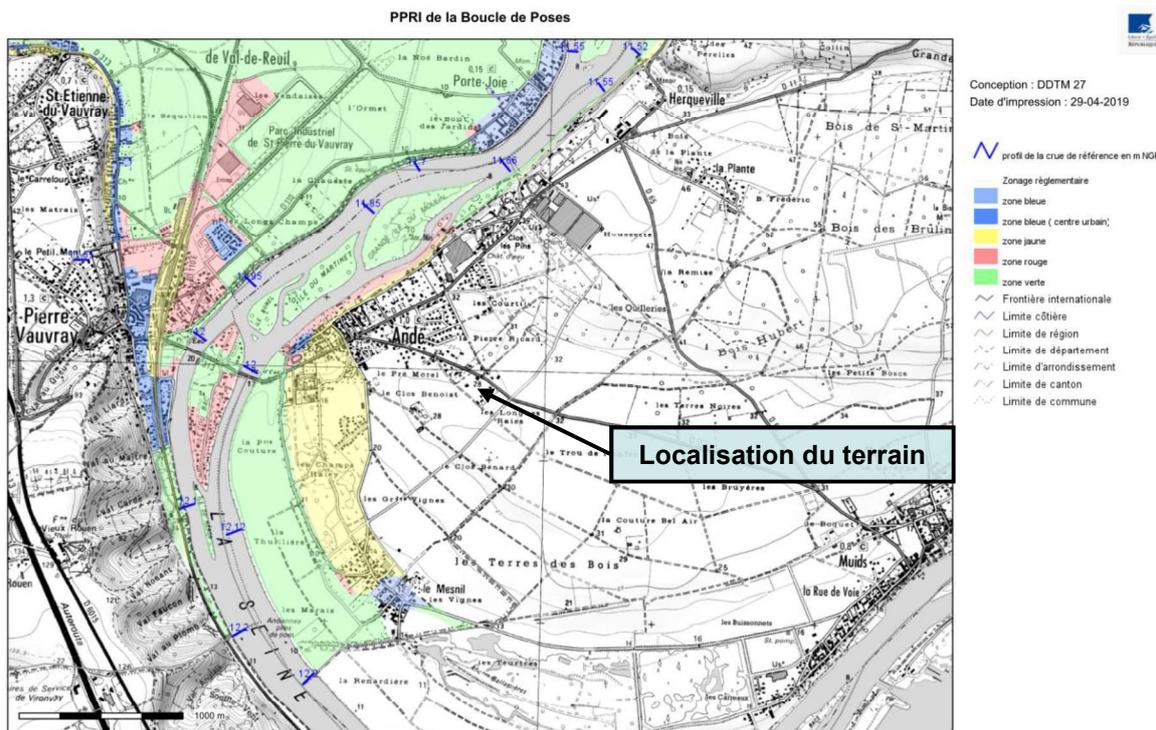
En effet :

- Le niveau piézométrique peut être estimé vers la côte **+4 m NGF** (source : SIGES Seine-Normandie) ;
- D'après la carte IGN 1/25 000, on estime la côte la plus basse du terrain à **+27 m NGF** ;
- La profondeur de la nappe est donc estimée à environ **23 m**.

3.5. Risques inondation

La commune de ANDÉ est concernée par le Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI) de la Boucle de Poses.

Cependant, le terrain n'est pas situé dans les zonages réglementaires.



4. ORGANISATION DE LA RECONNAISSANCE

4.1. Programme des investigations

Au cours de la reconnaissance qui s'est déroulée le 24 avril 2019, il a été effectué :

- 4 sondages à la tarière à main de 63 mm de diamètre à 1,0 m de profondeur ;
- 6 sondages à la tarière à main de 150 mm de diamètre de 0,5 à 0,6 m de profondeur ;
- 6 essais de perméabilité in situ du type PORCHET (essais de percolation à charge constante) dans ces derniers sondages.

Compte tenu des éléments du projet communiqués par le maître d'œuvre, les sondages et essais in situ ont été répartis sur l'ensemble de la parcelle, au droit des futures parcelles à bâtir.

=> Leur implantation figure sur le plan en fin de rapport.

4.2. Reconnaissance géologique

Les sondages référencés TA2 à TA5 et KP3 à KP8 ont permis de mettre en évidence les natures de sol. Elles précisent au droit de chaque sondage les profondeurs, en mètres, des interfaces entre les différentes couches de sol.

Ces profondeurs sont comptées à partir de la surface du terrain à l'époque de notre intervention.

Il n'a pas été rencontré d'eau ni de traces d'hydromorphie dans les sols supérieurs au droit de nos sondages.

=> Les coupes des sondages et des essais sont fournies en annexe.

4.3. Essais de percolation à charge constante (type PORCHET)

4.3.1. Méthodologie

La méthode consiste à tester l'aptitude du sol à l'épandage par des essais d'infiltration d'eau donnant le coefficient de perméabilité K en mm/h.

Ces essais sont réalisés de la manière suivante :

- forage à la tarière de 150 mm, de cavités de 60 cm de profondeur ;
- alimentation en eau continue du sondage en vue d'une saturation du sol sur une durée suffisante, par un système d'alimentation à niveau constant (hauteur d'eau maintenue à 155 mm dans le sondage) ;
- mesure du volume d'eau infiltré pendant une durée minimale de 10 mn suite à cette saturation.

4.3.2. Résultats des essais

Les essais de percolation ont donné les résultats suivants :

Point de mesure	Profondeur de l'essai	Nature de sol	K	
			(mm/h)	(m/s)
KP3	0,445/0,60 m	Sable limoneux marron à silex	37,0	$1,0 \cdot 10^{-5}$
KP4	0,445/0,60 m	Sable limoneux marron à silex	47,2	$1,3 \cdot 10^{-5}$
KP5	0,445/0,60 m	Sable limoneux marron à nombreux silex	65,7	$1,8 \cdot 10^{-5}$
KP6	0,445/0,60 m	Sable limoneux marron à nombreux silex	76,2	$2,1 \cdot 10^{-5}$
KP7	0,345/0,50 m	Sable limoneux marron à silex	51,2	$1,4 \cdot 10^{-5}$
KP8	0,345/0,50 m	Sable limoneux marron à silex	48,0	$1,3 \cdot 10^{-5}$

4.3.3. Interprétation

On constate que les valeurs de perméabilité mesurées sont relativement dispersées et indiquent que cette formation est assez hétérogène (part de fraction sableuse, de silex, ... différente au droit des essais réalisés).

Par conséquent et par sécurité, nous prendrons en compte la valeur limitante, soit **37,0 mm/h ($1,0 \cdot 10^{-5}$ m/s)** comme caractéristique de perméabilité à l'eau des sols superficiels, retenue pour les calculs ultérieurs.

Compte tenu des résultats de la reconnaissance géologique, cette valeur de perméabilité peut être considérée comme extrapolable jusqu'à 0,6 m de profondeur.

5. FAISABILITE TECHNIQUE DE L'INFILTRATION DES EAUX PLUVIALES

La « doctrine » de la Police de l'Eau indique, qu'en termes de gestion des eaux pluviales, les objectifs à atteindre quantitativement sont :

- Infiltrer l'équivalent du volume décennal ruisselé le plus défavorable, si la perméabilité des sols le permet ($K > 1,0 \cdot 10^{-6}$ m/s) ;
- Infiltrer l'équivalent du volume centennal ruisselé le plus défavorable, si la perméabilité des sols le permet ($1,0 \cdot 10^{-6}$ m/s $< K < 1,0 \cdot 10^{-5}$ m/s) ;
- Assurer la vidange du volume de stockage des eaux pluviales en moins d'un jour pour un événement décennal le plus défavorable ;
- Assurer la vidange du volume de stockage des eaux pluviales en moins de deux jours pour un événement centennal le plus défavorable.

L'étude d'infiltration indique que la perméabilité est relativement hétérogène sur l'ensemble du site. Cependant, celle-ci reste favorable à l'infiltration ($K > 1,0 \cdot 10^{-6}$ m/s).

La perméabilité retenue est de l'ordre de 37,0 mm/h ($1,0 \cdot 10^{-5}$ m/s).

Une citerne de récupération des Eaux Pluviales peut également être mise en place pour la récupération et la réutilisation de l'eau de pluie. Celle-ci ne pouvant être considérée comme un ouvrage de gestion des Eaux pluviales, elle devra alors être équipée d'un trop plein connecté vers un ouvrage d'infiltration ou de rétention avec débit de fuite.

6. SYSTEME DE GESTION DES EAUX PLUVIALES PRIVATIVES

6.1. Contexte

Dans le cadre du dossier de déclaration au titre de la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques et du permis d'aménager, il sera demandé aux futurs acquéreurs que leurs eaux pluviales soient récupérées et évacuées sur leur parcelle par un dispositif d'infiltration approprié.

Les eaux pluviales issues des surfaces imperméabilisées parcellaires (~ 150 m²) seront donc gérées par un ouvrage d'infiltration de type tranchée drainante.

Afin de réduire le linéaire de tranchée, nous étudierons plusieurs hypothèses avec des matériaux de remplissage de différente porosité (30 %, 50 % et 95 %) :

	Porosité du matériau de remplissage
Cas n°1	30 % (type grave 20-40)
Cas n°2	50 % (type grave 40-80)
Cas n°3	95 % (type Structure Alvéolaire Ultra Légère : S.A.U.L.)

Nous exposerons les calculs une première fois pour une porosité de matériau de 30 %. Pour les autres typologies de matériau de remplissage (50 % et 95 %), nous ne présenterons que le tableau récapitulatif des calculs avec les caractéristiques des ouvrages de gestion des eaux pluviales.

Compte tenu des perméabilités obtenues ($K > 1,0.10^{-5}$ m/s), le pré-dimensionnement de cet ouvrage sera réalisé sur la base de l'événement pluvieux d'occurrence centennale le plus défavorable.

6.2. Méthodologie

Le **volume de stockage (V)** est égal au volume entrant (V_e) auquel on soustrait le volume sortant (V_s) :

$$V = V_e - V_s$$

Le volume entrant (V_e) est déterminé à partir de la **surface active du bassin versant** et de l'**intensité de la pluie** déterminée avec les coefficients de Montana (méthode des pluies à partir de données locales). Dans le cas présent, il s'agit des coefficients de Montana, obtenus auprès de la station météorologique locale : **EVREUX-HUEST (27)**.

Le volume sortant (V_s) est déterminé par le **débit de fuite considéré comme constant** (caractérisé ici par le débit d'infiltration dans le sol) pendant la phase de remplissage et la phase de vidange de l'ouvrage de rétention.

6.3. Hypothèses et paramètres de dimensionnement

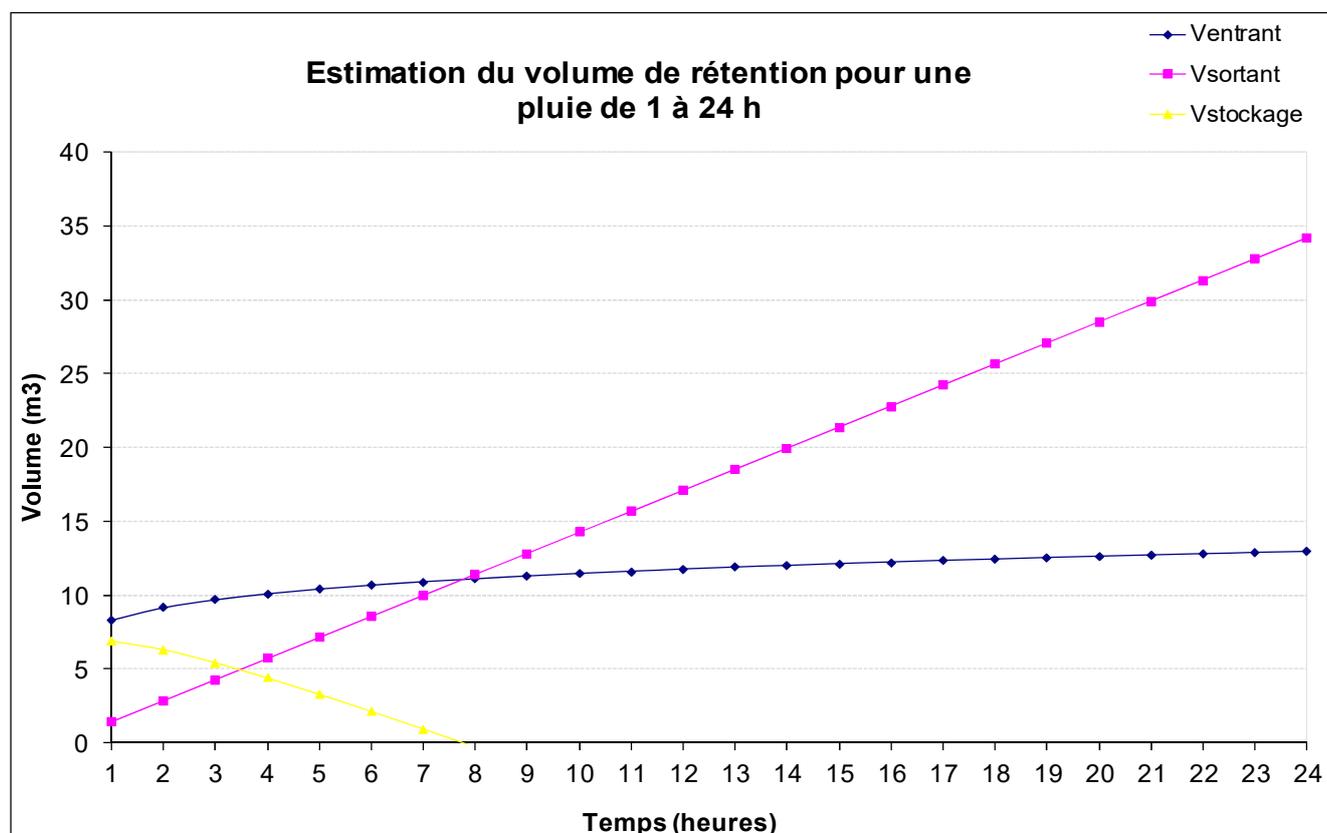
Surfaces imperméabilisées parcellaires	~150 m ²	
Période de retour	100 ans	
Coefficients de Montana d'EVREUX-HUEST	de 6 min à 2 h : a = 8,559 b = 0,582	de 1 h à 24 h : a = 31,348 b = 0,861
Perméabilité retenue	37,0 mm/h soit 1,0.10 ⁻⁵ m/s	
Temps de vidange maximum autorisé	48 heures	
Temps de vidange constant en relation avec la perméabilité et la surface d'infiltration considérée		

Les calculs ci-après sont basés sur ces hypothèses ; si celles-ci venaient à changer, un nouveau dimensionnement devra être effectué.

6.4. Calculs

6.4.1. Cas n°1 : ouvrage d'infiltration avec matériau de remplissage de porosité de 30 %

L'utilisation des coefficients de Montana pour une pluie de 1 heure à 24 heures d'occurrence centennale nous donne le graphe suivant :

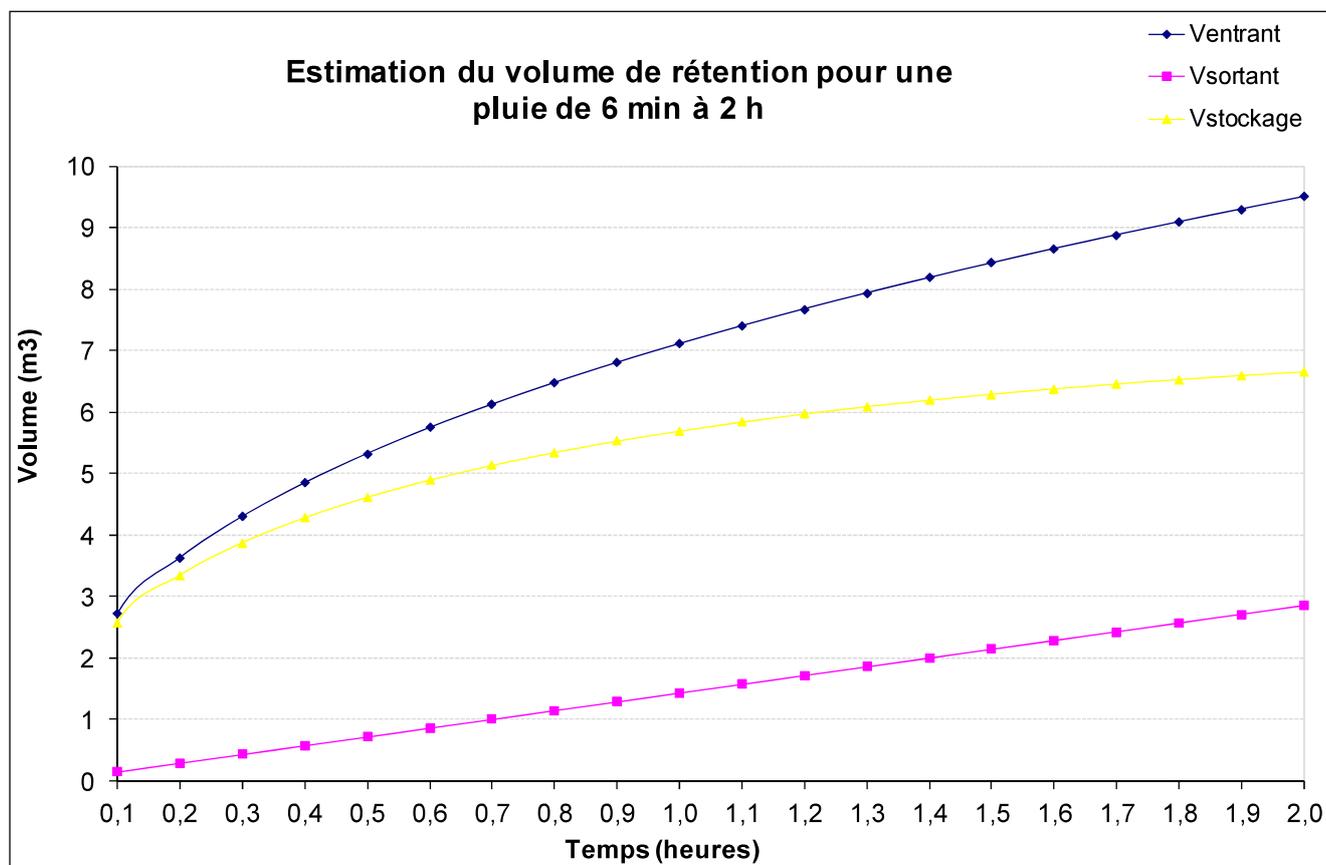


Aucun maximum n'est obtenu pour l'intervalle de validité des coefficients Montana considérés. Seule une courbe décroissante est observée. Les résultats sont :

$$t_c = 1 \text{ heure}$$

$$V_{100 \text{ ans}} = 6,9 \text{ m}^3$$

L'utilisation des coefficients de Montana pour une pluie de 6 minutes à 2 heures d'occurrence centennale nous donne le graphe suivant :



Aucun maximum n'est obtenu pour l'intervalle de validité des coefficients Montana considérés. Seule une courbe croissante est observée. Les résultats sont :

tc = 2 heures

V_{100 ans} = 6,6 m³

Par sécurité, nous retiendrons la valeur la plus forte soit 6,9 m³ (obtenue sur l'intervalle de pluie de 1 heure à 24 heures).

Pour ce volume à stocker de 6,9 m³, la surface d'infiltration totale de l'ouvrage doit être de 38,5 m².

Sachant que l'ouvrage sera **rempli d'un matériau dont la porosité sera au minimum de 30 %** tel que de la grave 20/40, le **volume géométrique de celui-ci** devra être au minimum de **23,0 m³**.

L'ouvrage proposé possèdera les **caractéristiques suivantes** :

- **2,0 m de large,**
- **0,6 m de profondeur dont 0,5 m de hauteur utile de stockage remplie d'un matériau de porosité minimum de 30 %.**

Compte tenu des paramètres cités ci-dessus, la **section de l'ouvrage** sera alors de :

$$2,0 \times 0,5 = 1,0 \text{ m}^2$$

De plus, nous considérons que les eaux pluviales sont propres, qu'un regard de décantation sera mis en place entre les descentes de gouttières et l'ouvrage d'infiltration et que l'entretien de ce regard sera régulier. La surface d'infiltration correspond alors à la moitié des surfaces verticales et du fond de l'ouvrage, afin de prendre en compte le phénomène de colmatage (cf. *Techniques alternatives en assainissement pluvial, éditions Lavoisier Tech & Doc, 1994*), soit :

$$S_{inf} = 1/2 \cdot (S_{parois} + S_{fond})$$

La surface d'infiltration prise en hypothèse est de **38,5 m²**. Par conséquent, nous obtenons alors :

$$0,5 \times (2 \times L \times 0,5 + 2,0 \times L + 2 \times 2,0 \times 0,5) = 38,5 \text{ m}^2$$

d'où :

$$L = 25 \text{ ml}$$

Le **volume géométrique** de l'ouvrage proposé sera alors de **25,0 m³**.

Par conséquent, la gestion des eaux pluviales des surfaces imperméabilisées parcellaires (150 m²) peut s'effectuer à l'aide d'un ouvrage rempli d'un matériau de porosité de 30 % (type grave 20-40) et ayant les caractéristiques suivantes :

Longueur en m	25,0
Largeur en m	2,0
Profondeur en m	0,6
Hauteur utile de stockage en m	0,5
Porosité du matériau mise en place	30 % ⁽¹⁾
Volume géométrique en m ³	25,0
Volume de la pluie centennale à stocker en m ³	6,9
Volume utile de stockage en m ³	7,5
Surface d'infiltration ⁽²⁾ en m ²	38,5
Débit d'infiltration en m ³ /h	1,4
Temps de vidange du volume utile en h	5,3

¹ Type grave 20-40

² $S_{inf} = 1/2 \cdot (S_{parois} + S_{fond})$

6.4.1. Cas n°2 : ouvrage d'infiltration avec matériau de remplissage de porosité de 50 %

La gestion des eaux pluviales des surfaces imperméabilisées parcellaires (150 m²) peut s'effectuer à l'aide d'un ouvrage rempli d'un matériau de porosité de 50 % (type grave 40-80) et ayant les caractéristiques suivantes :

Linéaire en m	17,0
Largeur en m	2,0
Profondeur en m	0,6
Hauteur utile de stockage en m	0,5
Porosité du matériau mise en place	50 % ⁽³⁾
Volume géométrique en m ³	17,0
Volume de la pluie centennale à stocker en m ³	7,5
Volume utile de stockage en m ³	8,5
Surface d'infiltration ⁽⁴⁾ en m ²	26,5
Débit d'infiltration en m ³ /h	1,0
Temps de vidange du volume utile en h	8,7

6.4.2. Cas n°3 : ouvrage d'infiltration avec matériau de remplissage de porosité de 95 %

La gestion des eaux pluviales des surfaces imperméabilisées parcellaires (150 m²) peut s'effectuer à l'aide d'un ouvrage composé d'une Structure Alvéolaire Ultra Légère (S.A.U.L.) de porosité de 95 % et ayant les caractéristiques suivantes :

Linéaire en m	10,0
Largeur en m	2,0
Profondeur en m	0,6
Hauteur utile de stockage en m	0,5
Porosité du matériau mise en place	95 % ⁽⁵⁾
Volume géométrique en m ³	10,0
Volume de la pluie centennale à stocker en m ³	8,3
Volume utile de stockage en m ³	9,5
Surface d'infiltration ⁽⁴⁾ en m ²	16,0
Débit d'infiltration en m ³ /h	0,6
Temps de vidange du volume utile en h	16,0

La longueur et la largeur de l'ouvrage devront être adaptées en fonction de la marque et du modèle de la Structure Alvéolaire Ultra Légère (S.A.U.L.) retenue. En effet, en fonction des marques, les caissons n'auront pas les mêmes dimensions (longueur, largeur, hauteur).

³ Type grave 40-80

⁴ $S_{inf} = \frac{1}{2} \cdot (S_{parois} + S_{fond})$

⁵ Type Structure Alvéolaire Ultra Légère (S.A.U.L.)

6.5. Récapitulatif

	Cas n°1	Cas n°2	Cas n°3
Longueur en m	25,0	17,0	10,0
Largeur en m	2,0	2,0	2,0
Profondeur totale en m	0,6	0,6	0,6
Hauteur utile de stockage en m	0,5	0,5	0,5
Porosité du matériau mise en place	30 % ⁽⁶⁾	50 % ⁽⁷⁾	95 % ⁽⁸⁾
Volume géométrique en m ³	25,0	17,0	10,0
Volume de la pluie centennale à stocker en m ³	6,9	7,5	8,3
Volume utile de stockage en m ³	7,5	8,5	9,5
Surface d'infiltration ⁽⁹⁾ en m ²	38,5	26,5	16,0
Débit de vidange par infiltration en m ³ /h	1,4	1,0	0,6
Temps de vidange en h	5,3	8,7	16,0
Longueur/surface disponible suffisante sur les lots	NON	OUI	OUI

Pour le cas n°3, la longueur et la largeur de l'ouvrage devront être adaptées en fonction de la marque et du modèle de la Structure Alvéolaire Ultra Légère (S.A.U.L.) retenue. En effet, en fonction des marques, les caissons n'auront pas les mêmes dimensions (longueur, largeur, hauteur).

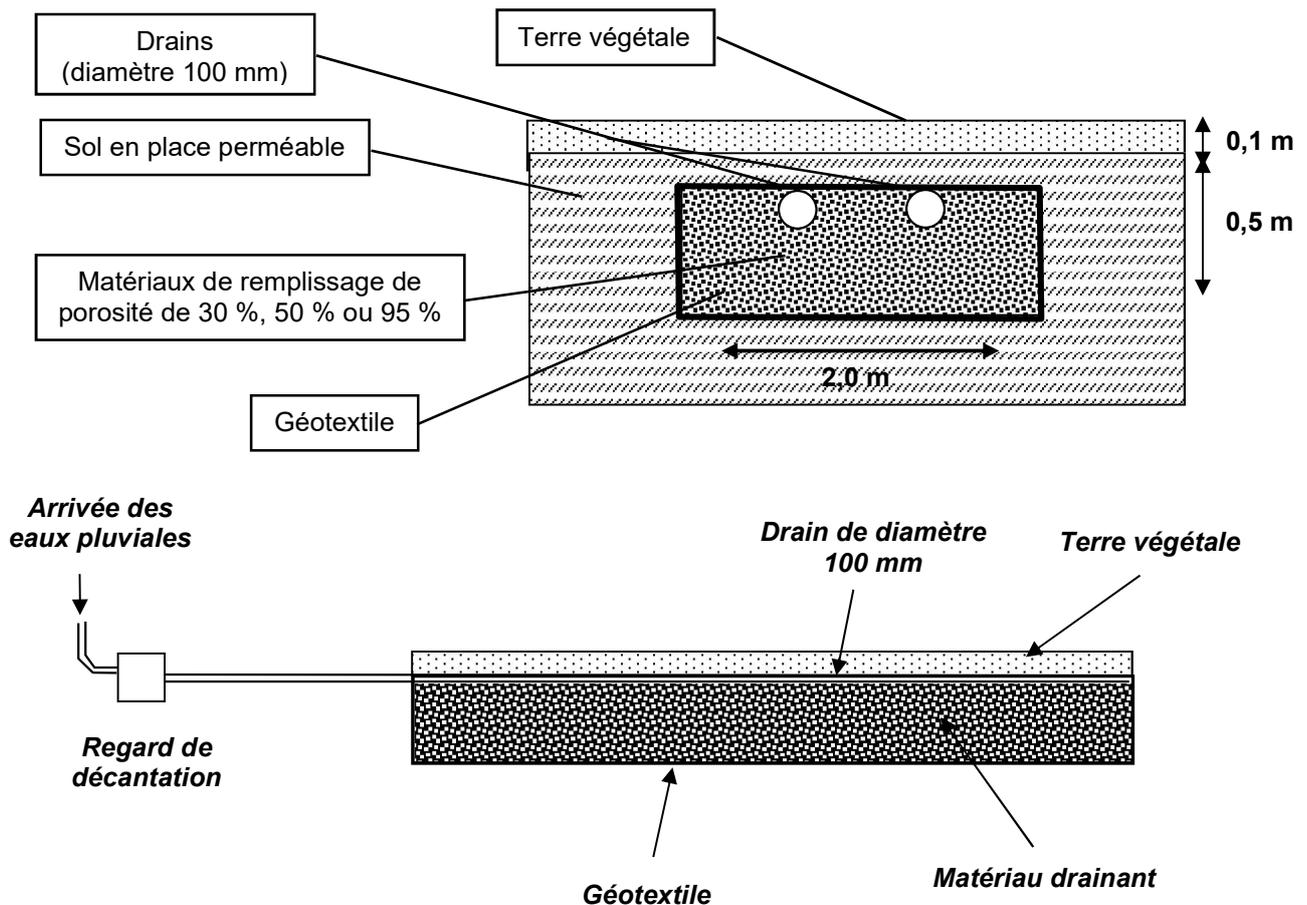
⁶ Type grave 20-40

⁷ Type grave 40-80

⁸ Type Structure Alvéolaire Ultra Légère (S.A.U.L.)

⁹ $S_{inf} = \frac{1}{2} \cdot (S_{parois} + S_{fond})$

6.6. Coupe schématique d'un ouvrage d'infiltration enterré



7. REMARQUES

Rappelons tout d'abord qu'il est conseillé à chaque acquéreur de mettre en place une citerne de 3 à 5 m³, dans un souci d'économie de l'eau. La citerne permettra en effet une réutilisation de l'eau de pluie stockée uniquement, pour l'arrosage ou le nettoyage.

ATTENTION, EN AUCUN CAS, CETTE EAU NE DOIT ÊTRE UTILISÉE A DES FINS DE CONSOMMATION HUMAINE.

Dans le cas de mise en place d'une citerne, les descentes de gouttières ne devront en aucun cas être reliées directement à celle-ci. Un regard de décantation devra être mis en place afin d'éviter un colmatage de la citerne et du drain de la tranchée. Ce regard de décantation devra être nettoyé le plus fréquemment possible.

La garantie du bon fonctionnement des tranchées d'infiltration dépend de la qualité de leur réalisation, mais aussi de leur entretien. Ce dernier doit être effectué le plus régulièrement possible pour prévenir tout dysfonctionnement hydraulique. Pour cela, un regard de contrôle ou de bouclage sera mis en place.

Il est nécessaire de proscrire le stockage et le passage de charges lourdes au-dessus des tranchées (hors zone de circulation ou de stationnement de véhicule).

On balisera la zone prévue pour la mise en place des tranchées préalablement aux travaux de construction pour éviter la circulation d'engins de chantier (qui risqueraient de compacter les sols).