

19/12/2016

Etude de reconnaissance de perméabilité des sols pour l'implantation d'une filière d'assainissement/ Analyse de vulnérabilité hydrogéologique

Oasis du Carla/ Mr Gonzalez

N° dossier : 20161104_GEOL_CARLA_RENNES-LE-CHÂTEAU

Rapport définitif

Version 1b

19/12/2016



hydrogéosphère

HYDROGÉOLOGIE • HYDROLOGIE
ENVIRONNEMENT • TOPOGRAPHIE

Hautes Pyrénées (siège social) : 14 Bd Pierre Renaudet - 65000 Tarbes

Aude : 1, place de la poste – 11140 AXAT

Tél : 04.68.20.55.59 Fax : 04.68.20.55.63

Haute-Garonne : 106 av Tolosane – 31520 Ramonville-St Agne

Version Fiche	Rédacteur HGS	Vérificateur HGS	Client
1a	LEVARD F.		
1b	LEVARD F.		
Historique des modifications			
Version fiche	Date	Objet	
Version a	05/12/2016	Rédaction initiale	
Version b	19/12/2016	Rédaction finale	

Table des matières

I.	Description générale	4
II.	Analyse Géologique sommaire locale	4
II.1.	Géographie :	4
II.2.	Géologie générale et locale :.....	4
II.3.	Hydrologie et hydrogéologie :>	6
II.4.	Situation cadastrale :	6
III.	Rappel des critères pédologiques pris en compte	7
III.1.	Hydromorphie :	7
III.2.	Profils pédologiques :	7
III.3.	Critères pris en compte lors de l'étude pédologique :	7
IV.	Etude de sol	8
IV.1.	Localisation des essais :	8
IV.2.	Etude de sol :	10
V.	Analyse de l'impact résiduel :.....	11
V.1.	Forages et ouvrages existants	11
V.2.	Analyse de la vulnérabilité.....	12
VI.	Conclusion sur l'ETUDE DE SOL :	12
VII.	Dimensionnement de la filière de réinfiltration des eaux traitées :.....	14
VII.1.	Dimensionnement de la surface d'emprise d'épandage.....	14
VII.2.	Mise en place :	15
VII.2.a.	Exécution des fouilles	15
VII.2.b.	Pose des boîtes, tuyaux non perforés et tuyaux d'épandage	16
VII.2.c.	Remblayage	17

I. DESCRIPTION GENERALE

Dans le cadre de son projet de remise en état d'une habitation sur la commune de Rennes le Château, mr Gonzalez nous a fait part de son besoin de reconnaissance et d'analyse de la perméabilité des sols, pour les besoins du dimensionnement de sa filière d'assainissement.

Nous avons donc procédé à un diagnostic de son état actuel, en fonction de son projet, et avons donné notre conclusion sur les terrains en place.

Il s'agit ici d'un diagnostic préalable simplifié et qui doit être suivi d'une étude de dimensionnement, qui doit alors être conduite pour disposer la filière dans l'existant et ce fonction des contraintes relevées.



figure 1 : localisation géographique et cadastrale (secteur et parcelle figuré par la pastille rouge)

II. ANALYSE GEOLOGIQUE SOMMAIRE LOCALE

II.1. Géographie :

Le projet est situé sur la commune de Rennes le Château, au sud du village, hameau ou lieu-dit le Carla.

II.2. Géologie générale et locale :

Le Carla est situé au cœur du synclinal de Rennes-le Château.

On note la présence de la dalle calcaire rive droite du ruisseau, correspondant au **C7b e1a** faciès calcaires Rognacien (passage crétacé Tertiaire), s'étendant largement vers l'Est et le Nord-Est en surface structurale pentée vers le Nord-Ouest et très lapiazée. Le secteur est largement diaclasé, notamment dans le thalweg où le calcaire est mis à nu. Voir Photo 1 page 5.

-Direction de diaclases N20°E 90

-Stratification N145 10W

Sur ces terrains sont recouverts par les marnes au faciès Vitrollien **e1b**, dominés par des dépôts continentaux rouges à jaunes souvent marmorisés,

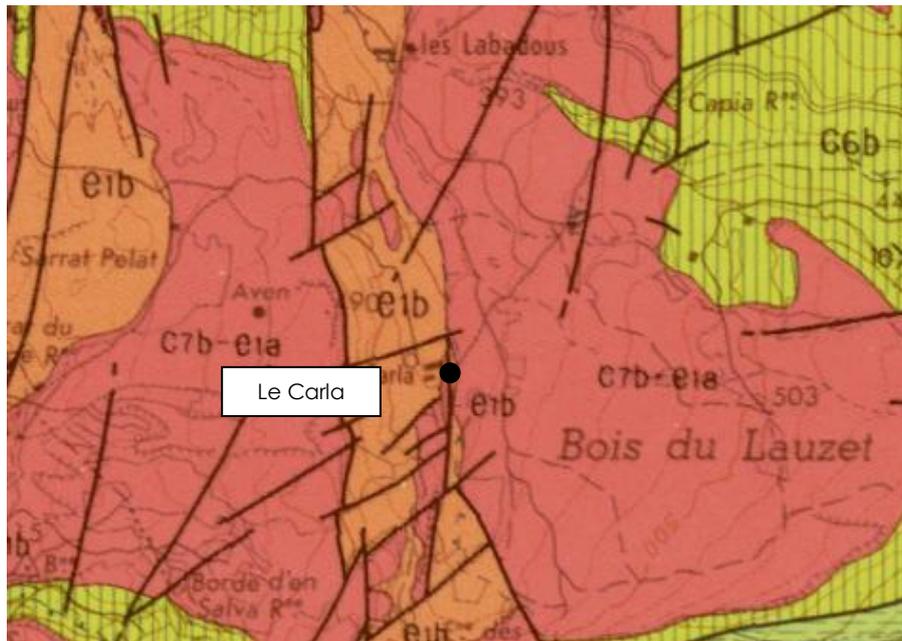


Figure 2 : Extrait de la Carte géologique au 25000ème du BRGM, secteur de Rennes-le-Château

Dans le secteur du synclinal, le cœur de pli présente un réseau de failles bien marqués Nord-Sud recoupées par des fracturation secondaires orientées N80. Ces failles sont bien visibles sur le terrain.

On note la présence d'une faille normale matérialisée par des marqueurs nets en pied de micro-falaise à l'Ouest du terrain : N175°E 90° pitch 80°S. (voir Photo 2 ci-dessous)



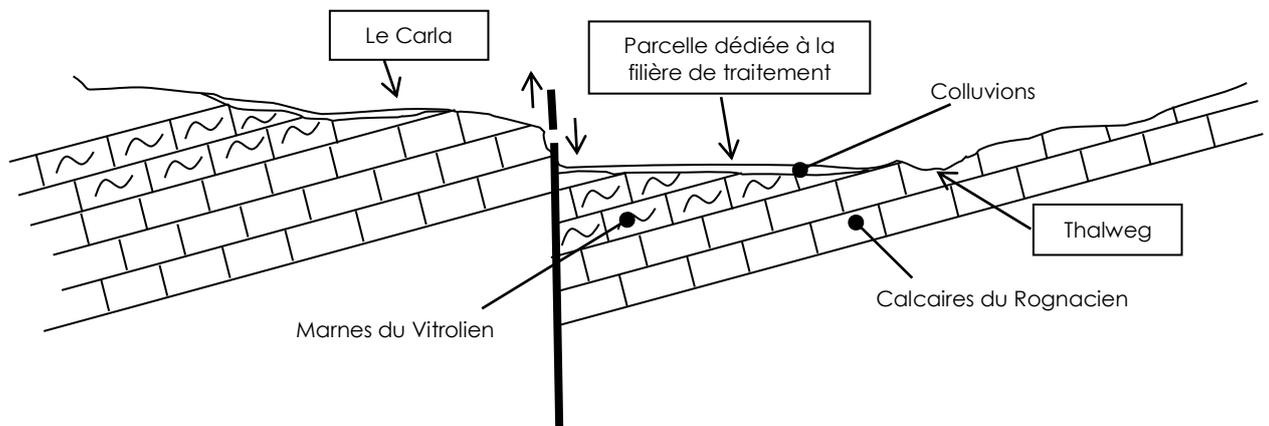
Photo 1 : (A gauche) Substratum calcaire affleurant dans le thalweg à l'Est du terrain

Photo 2 : (A droite) Pied de falaise en bordure Ouest, montrant les stries de glissement de faille

Ainsi le hameau du Carla est disposé sur un ensemble de terrain de cette nature largement compartimentés et décalés verticalement, mettant en contact directement les terrains calcaires avec les terrains marneux.

L'ensemble est recouvert par des colluvions de pentes, issues de leur désagrégation.

Le terrain visé pour les tests d'infiltration, est composé de ces colluvions de marnes recouvrant sans doute le vitrolien en partie Ouest et directement les calcaires en partie Est. Ces colluvions sont très compactées, état sans doute influencé par l'utilisation historique (Plusieurs centaines d'années) de ces terrains en parcelle agricoles pâturées.



II.3. Hydrologie et hydrogéologie :>

Les terrains alentours ne présentent aucune trace d'écoulements récents pérennes. Le talweg bordier situé à l'Est de la parcelle est largement occupé par la végétation et ne présente pas de trace d'écoulement. Cette situation préexiste depuis très longtemps (plusieurs dizaines d'année voir centaines).

Aux dires du propriétaire, le cours d'eau se perd plusieurs centaines de mètres en amont du terrain.

Les calcaires Maastrichtiens à faciès Rognacien, constituent donc la couche aquifère principale du secteur.

Les affleurements calcaires situés en bordure Est, ainsi que l'importance des argiles de décalcification dans les sondages, donnant cette teinte orangée rouge au sol, laisse présager de l'existence d'une zone épikarstique assez développée, favorisant le transfert hydraulique depuis la surface vers les niveaux calcaires sous-jacents.

L'infiltration des pluies efficaces se fait donc principalement directement au travers des fissures et diaclases à l'affleurement, et principalement dans les points bas comme le thalweg bordier de la parcelle.

La topographie du terrain a une légère pente Nord-Est (Environ 3°), les écoulements de ruissellement de surface auront donc tendance à se faire dans cette direction et vers le thalweg.

Si les calcaires cités ci-dessus représentent une couche aquifère potentielle, ces derniers sont imperméabilisés à leur toit par les terrains marneux du vitrolien, et à leur mur c'est-à-dire en dessous par les marnes rouges de la Maurine. En d'autres termes, ces calcaires sont cloisonnés entre deux couches de terrains imperméables.

II.4. Situation cadastrale :

Il s'agit de la parcelle n°141 lieu-dit La Verrière.

Description : la parcelle est actuellement inoccupée.

Pente : La pente dans cette zone est faible (inférieure à 5%).

Précaution : il n'existe aucun puits, ou ouvrage sensible vis-à-vis d'une installation d'assainissement autonome à moins de 35m.

III. RAPPEL DES CRITERES PEDOLOGIQUES PRIS EN COMPTE

III.1. Hydromorphie :

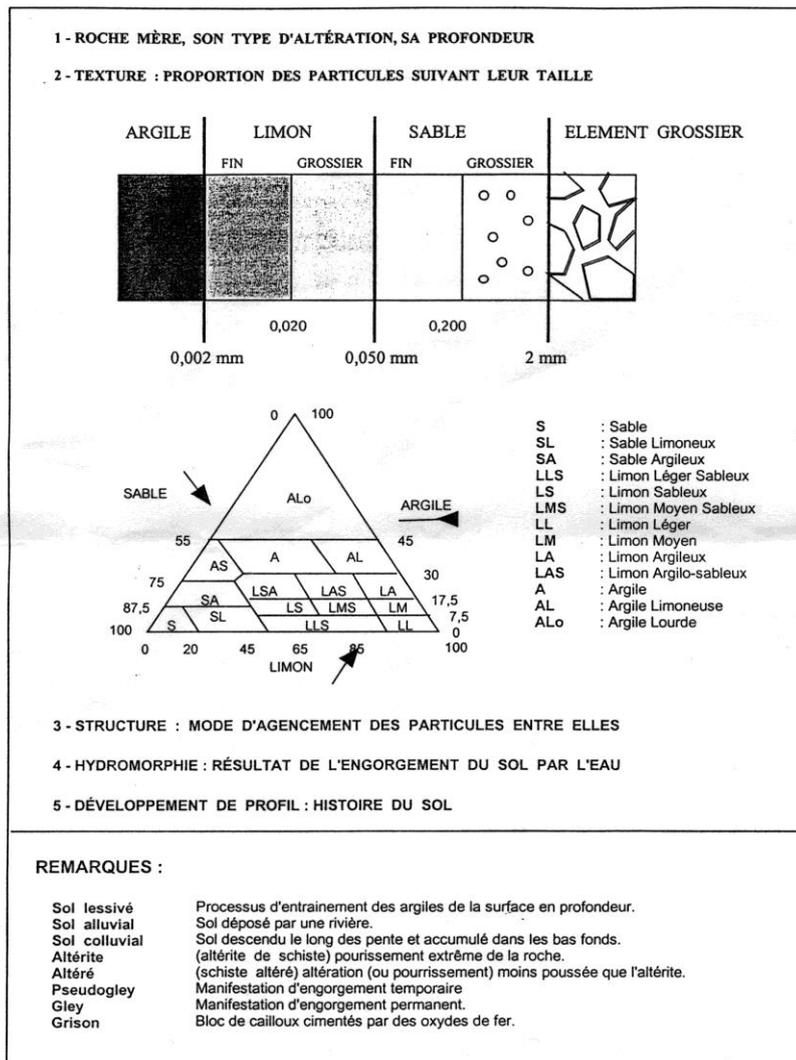
L'hydromorphie est fonction de la durée et de l'intensité d'engorgement du sol en place, directement liées à la fluctuation de la nappe d'eau. On lui attribue un chiffre de 0 à 6 selon l'importance et la profondeur d'apparition des taches d'oxydo-réduction :

- 0 : aucune manifestation d'engorgement n'est visible : sol sain.
- 1 : quelques taches à plus de 70 cm.
- 2 : tache à plus de 50cm.
- 3 : tache à plus de 30 cm.
- 4 : quelques taches dans le labour et nombreuses en deçà.
- 5 : nombreuses taches dès la surface.
- 6 : matrice de labour réduit.

III.2. Profils pédologiques :

Des sondages à la tarière sont réalisés sur les parcelles et le cas échéant à proximité des assainissements actuels.

III.3. Critères pris en compte lors de l'étude pédologique :



IV. ETUDE DE SOL

IV.1. Localisation des essais :

6 sondages ont été réalisés au total (Voir page suivante) :

-2 sondages à la tarière simple

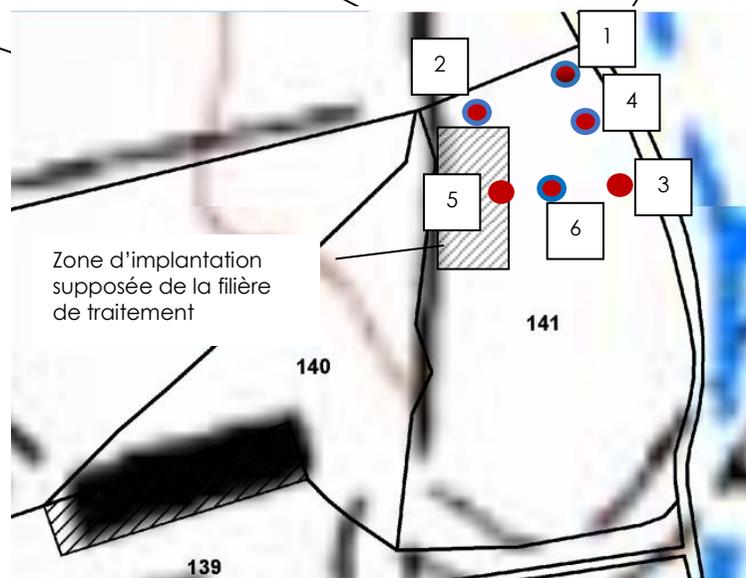
-4 sondages à la pelle-mécanique + Tarière en fond de sondage.

La planche en page suivante illustre le positionnement de chacun des sondages.

Les 6 sondages ont été positionnés partie Nord de la parcelle, donc en point bas, en tenant compte du positionnement supposé de la filière de traitement.

Nous donn

ETUDE DU SOL A L'EMPLACEMENT DE LA FILIERE DE TRAITEMENT		
Caractéristiques du sous-sol à l'emplacement de la filière d'assainissement (entre 0 et 70 cm) 6 sondages dont 4 essais de perméabilité	0 cm 70 cm	Colluvions de marnes moyennement à très argileuse à cailloutis calcaires plus ou moins exprimés
Présence d'indices hydromorphiques (oui/non)	Non	
Présence de la nappe (oui/non)	Non	
Présence du substratum rocheux (oui/non)	Oui > 70cm Marnes non observées directement dans les sondages Affleurements calcaires en bordure Est de la parcelle Compaction élevée moyenne entre 30 et 40 cm	
Perméabilité du sol	15<K<30 mm/h Homogénéité des valeurs entre tarières et selon les profondeurs	
Observations	Néant	



- Sondage + essais perméabilité
- Sondage simple

IV.2. Etude de sol :

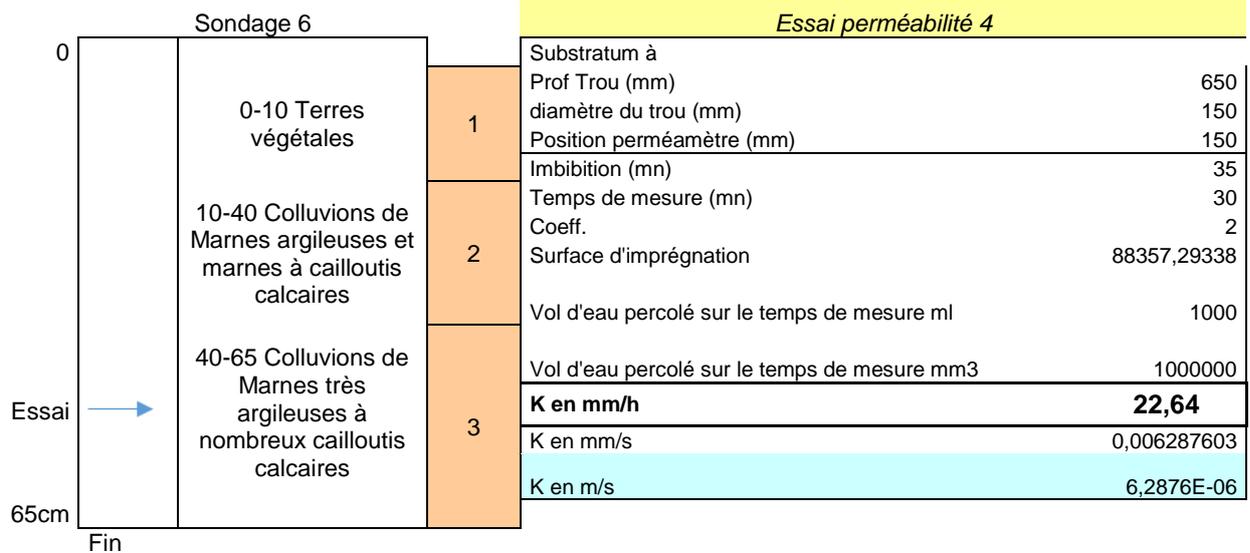
Hydromorphie : note **0** aucune trace d'oxydation

Profils pédologiques : 6 profils sont réalisés, et 4 font l'objet d'un essai de perméabilité

Tarière 1			Essai perméabilité 1	
Essai →	0-10 Terres argileuse marron Rares cailloutis calcaires	1	Substratum à	
			Prof Trou (mm)	300
		2	diamètre du trou (mm)	150
			Position perméamètre (mm)	158
			Imbibition (mn)	35
			Temps de mesure (mn)	26
			Coeff.	2,307692308
			Surface d'imprégnation	92127,20457
			Vol d'eau percolé sur le temps de mesure ml	1000
			Vol d'eau percolé sur le temps de mesure mm3	1000000
K en mm/h	25,05			
K en mm/s	0,006958049			
K en m/s	6,95805E-06			
30	10-30 Marnes argileuses marron/orangé avec rares graviers de calcaires			

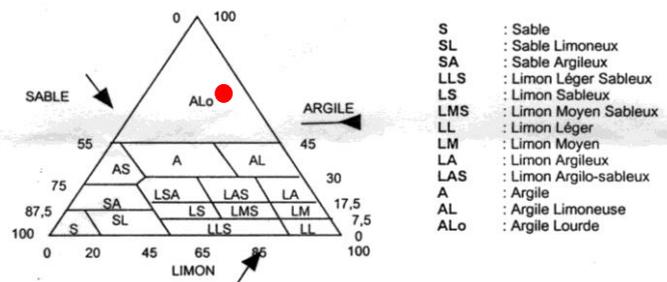
Tarière 2			Essai perméabilité 2	
Essai →	0-10 Terres argileuse marron Rares cailloutis calcaires	1	Substratum à	
			Prof Trou (mm)	450
		2	diamètre du trou (mm)	150
			Position perméamètre (mm)	150
			Imbibition (mn)	35
			Temps de mesure (mn)	33
			Coeff.	1,818181818
			Surface d'imprégnation	88357,29338
			Vol d'eau percolé sur le temps de mesure ml	1000
			Vol d'eau percolé sur le temps de mesure mm3	1000000
K en mm/h	20,58			
K en mm/s	0,005716002			
K en m/s	5,716E-06			
46cm	30-40 Transition Terres argileuses - Marnes			
Fin	40-50 Colluvions de Marnes argileuses marron/orangé avec rares graviers de calcaires	3		

Sondage 4			Essai perméabilité 3	
Essai →	0-10 Terres végétales	1	Substratum à	
			Prof Trou (mm)	550
		2	diamètre du trou (mm)	150
			Position perméamètre (mm)	150
			Imbibition (mn)	35
			Temps de mesure (mn)	30
			Coeff.	2
			Surface d'imprégnation	88357,29338
			Vol d'eau percolé sur le temps de mesure ml	1000
			Vol d'eau percolé sur le temps de mesure mm3	1000000
K en mm/h	22,64			
K en mm/s	0,006287603			
K en m/s	6,2876E-06			
55cm	10-40 Colluvions de Marnes argileuses et marnes à cailloutis calcaires			
	40-55 Colluvions Marneuses à cailloutis calcaires			



Perméabilité moyenne : 22,72 mm/h
 La perméabilité du sol est médiocre ($15 < K < 30$ mm/h).

Détermination de la texture : Argile faiblement limoneuse



V. ANALYSE DE L'IMPACT RESIDUEL :

V.1. Forages et ouvrages existants

On note l'existence de quelques forages au nord du Carla réalisés en Octobre 2007, en fin d'été.

Il s'agit de forages de reconnaissance dédiés à la recherche d'eau. Ces ouvrages ne sont pas référencés comme points d'eau dans la Base de Donnée du Sous-Sol.

-Le plus proche ou F4Bbis est situé 80 m au nord de la parcelle. Il totalise 25m de profondeur, perce les calcaires jusqu'à -14,5 m. Il n'y a pas été croisé de venues d'eau. Le forage est donc sec et non exploité.

On y retrouve un calcaire très fracturé, donc potentiellement perméable, comme le laissent présager les observations de surfaces réalisées sur place.

-Le second F4A est situé 240m au nord de la parcelle. Il totalise 64m de profondeur, perce les calcaires et les alternances de marno-calcaires jusqu'à 28m.

Une venue d'eau est constatée à -13m.

Le niveau statique est situé à -10m.

Le débit enregistré est d'1,5m³/h, soit un faible débit.

-Le troisième, F3 est situé 700m en aval de la parcelle. Il totalise 25 m de profondeur, et traverse jusqu'au bout une alternance de marno-calcaires. Il n'y a pas été croisé de venues d'eau. Le forage est donc sec et non exploité.



Figure 3 : Positionnement des forages par rapport au site du Carla (BRGM -BSS)

V.2. Analyse de la vulnérabilité

Ces ouvrages non référencés en points d'eau, ne livrent pas ou alors que de très faibles débits d'eau, et présentent un éloignement suffisant.

La couche aquifère dans laquelle ils sont implantés est cloisonnée entre deux ensembles marneux à priori plutôt imperméables.

La filière de traitement est implantée dans des colluvions à faible perméabilité, coiffant elles-mêmes les terrains marneux dits étanches reposant sur les calcaires. Elle est donc quoiqu'il en soit, plutôt isolée du niveau calcaire susceptible d'être aquifère.

Ainsi on préférera une solution d'épandage à un rejet direct dans le réseau naturel d'autant que, d'une part celui-ci est à sec, et d'autre part qu'il se situe dans les calcaires plus vulnérables.

La réinfiltration ne devrait concerner que des eaux à priori traitées. Le terrain récepteur devrait permettre de superposer au traitement de la filière idoine, une filtration supplémentaire naturelle.

VI. CONCLUSION SUR L'ETUDE DE SOL :

La détermination des critères pédologiques, montre un sol Argilo-Limoneux à dominante argileuse. La réalisation des tarières s'est faite dans un sol très raide.

La dominante argileuse conduit à un terrain plutôt faiblement perméable, à facteur 10^{-6} m/s, ici compris entre 20 et 25 mm/h.

A noter que l'épaisseur des colluvions et des sols croit de la bordure Est de la parcelle vers la bordure Ouest. Le substratum marneux ou calcaire attendu, n'a jamais été rencontré dans aucun sondage.

L'implantation d'une filière d'assainissement quelle qu'elle soit devra en conséquence plutôt être orientée vers la bordure Ouest.

La filière d'infiltration des eaux traitées devra donc se situer plutôt dans le quart Nord-Ouest.

La filière de traitement ne devrait pas être impactante pour le milieu, puisque disposée dans des terrains à faible perméabilité, et isolés de la couche aquifère.

VII. Dimensionnement de la filière de réinfiltration des eaux traitées :

VII.1. Dimensionnement de la surface d'emprise d'épandage

L'arrêté technique du 7 septembre 2009 modifié par l'arrêté du 7 mars 2012 privilégie l'infiltration des eaux traitées après une filière ANC drainée.

En effet, il précise que l'infiltration doit être permanente lorsque le coefficient de perméabilité est compris entre 10 et 500 mm/h. En deçà de 10 mm/heure, ou lorsque les surfaces disponibles sont insuffisantes pour infiltrer toutes les eaux usées traitées, le rejet de ces eaux peut s'effectuer en milieu hydraulique superficiel (fossé, réseau d'eau pluvial,...) sous réserve de l'autorisation du propriétaire du milieu récepteur et si une étude de filière démontre qu'aucune autre solution d'évacuation n'est envisageable.

Dans notre cas de figure la perméabilité moyenne est de : 22,72 mm/h
La réinfiltration est donc possible.

$$[1] S = [V_j \times C_p / 16 \times C_s] / K$$

S : surface de la zone de dispersion en m² (Recherché)

V_j : volume journalier d'eaux usées en litres – base 120 l/usager/jour = **3,75 m³/j**

C_p : coefficient de pointe = **3**

K : coefficient de perméabilité en litres/m²/h : **22,72**

C_s : coefficient de sécurité = **4**

le nombre d'heures de consommation effective en eau est fixé à **18 h/jour**

En application de [1], il vient la surface d'infiltration envisagée :

$$S = 100 \text{ m}^2$$

La zone de dispersion est mise en œuvre sur le principe des tranchées d'épandage ou du lit d'épandage, avec des matériaux identiques (graviers lavés 10 - 40 mm).

Le dimensionnement est basé sur les termes fixés par le DTU 64-1. Il donne le cadre général (Un rappel des principales recommandation est proposé en Les dimensions principales sont rappelées ci-dessous.

La filière aura les dimensions générales suivantes soit :

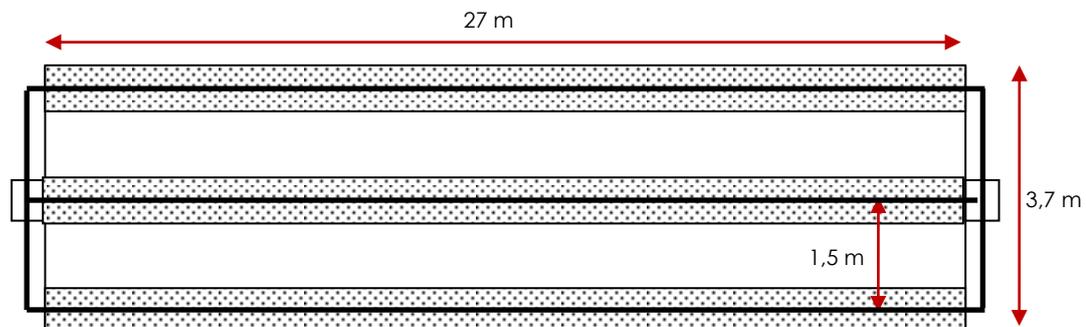
-3 tranchées de 27m (Hors boitiers et tuyauteries de raccordement) pour 3,7m de largeur.

Selon les disponibilités du terrain, il sera possible de répartir selon 4 tranchées de 19,5m environ, pour 5,2m de largeur.

-Largeur des tranchées : 0,7 m

-Espacement entre tranchées : 1,5m

-Profondeur : 0,5m



VII.2. Mise en place :

VII.2.a. Exécution des fouilles

- **Exécution des fouilles pour la boîte de répartition et les tuyaux non perforés de distribution.**

La profondeur de fouille pour la boîte de répartition est fonction de la cote de sortie des eaux usées domestiques prétraitées issues de la fosse septique, en tenant compte de la profondeur maximale des tranchées d'épandage.

Les fonds de fouille destinés à recevoir la boîte de répartition et les tuyaux non perforés de distribution doivent permettre d'établir un lit de pose.

Les parois et le fond de la fouille doivent être débarrassés de tout élément caillouteux ou anguleux de gros diamètre. La réalisation du fond de fouille qui suit la pente des tuyaux d'épandage permet de respecter l'épaisseur de gravillons sur toute la longueur ainsi que la profondeur des tranchées d'épandage.

Toutefois, pour les sols à faible perméabilité, un fond de fouille horizontal est recommandé.

- **Dimension et exécution des fouilles pour les tranchées d'épandage.**

Compte tenu de l'incertitude des profondeurs de sol disponibles au-dessus du substratum, nous privilégierons des tranchées d'infiltration larges.

Les tranchées d'épandage doivent avoir un fond horizontal.

Le fond des tranchées d'épandage doit se situer en général à 0,60 m sans dépasser 1 m par rapport au sol fini. Toutefois, **dans le cas d'une tranchée d'épandage de 0,70 m de large, il doit se situer à 0,50 m minimum (voir ci-dessous).**

La largeur des tranchées d'épandage en fond de fouille est de 0,50 m au minimum.

Les tranchées d'épandage sont parallèles et leur écartement d'axe en axe et ne doit pas être inférieur à 1,5 m. Les tranchées d'épandage sont séparées par une distance minimale de 1 m de sol naturel (voir Figure 3 — Exemple de tranchées d'épandage a)).

Il est nécessaire de s'assurer de la planéité et de l'horizontalité du fond de fouille afin de s'affranchir de toute contre-pente.

A : Terrain naturel

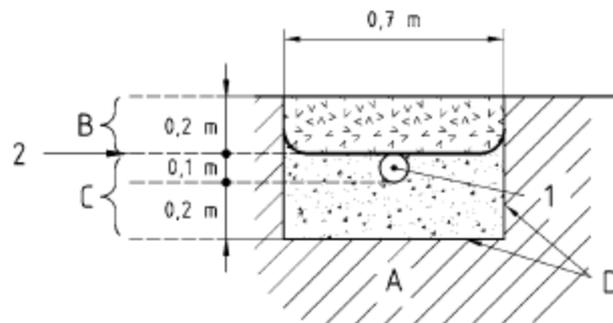
B : Terre végétale de recouvrement

C : Gravillons lavés stables à l'eau

D : Fond de fouille et paroi scarifiés

1 : Tuyau d'épandage

2 : Géotextile de recouvrement



6 : Géotextile de recouvrement

1 : Arrivée des eaux traitées par tuyau plein

2 : Boîte de répartition

3 : Tuyau de raccordement

4 : Tuyau d'épandage

5 : Boîtes de bouclage de branchement ou d'inspection

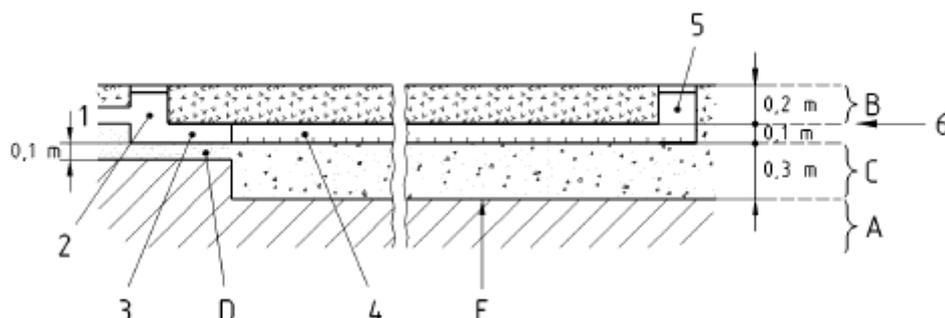
A : Terrain naturel

B : Terre végétale de recouvrement

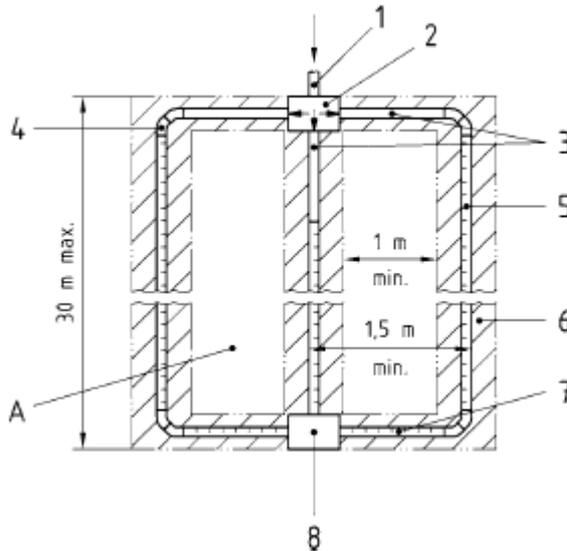
C : Gravillons lavés stables à l'eau

D : Lit de pose

E : Fond de fouille et paroi scarifiés



- 1 : Arrivée des eaux traitées par tuyau plein
- 2 : Boîte de répartition
- 3 : Tuyau de raccordement
- 4 : Chaque angle composé de deux coudes à 45 ° ou d'un coude à 90° à grand rayon
- 5 : Tuyau d'épandage
- 6 : tranchée d'épandage
- 7 : Bouclage de l'épandage par un tuyau d'épandage (Non pris en compte dans la longueur totale d'épandage)
- 8 : Boîte (s) de bouclage, de branchement ou d'inspection
- A : terrain naturel



VII.2.b. Pose des boîtes, tuyaux non perforés et tuyaux d'épandage

1) Pose de la boîte de répartition

Le lit de pose de la boîte de répartition en tête d'épandage doit assurer une jonction horizontale avec les tuyaux non perforés.

Le fond de la fouille étant plan et exempt de tout élément caillouteux de gros diamètre, on répartit une couche stable de sable d'environ 0,10 m d'épaisseur.

2) Pose de tuyaux de raccordement :

Le lit de pose, constitué d'une couche de sable d'environ 0,10 m d'épaisseur, doit permettre un raccordement horizontal des tuyaux avec les boîtes. Les tuyaux de raccordement sont posés horizontalement sur le lit de sable.

3) Pose des tuyaux d'épandage

Le fond de la fouille est remblayé en gravillons jusqu'au fil de l'eau, sur une épaisseur de 0,30 m et régalé sur toute la surface.

La pose des tuyaux d'épandage s'effectue sur le gravillon sans contre-pente dans l'axe médian de la tranchée d'épandage, fentes vers le bas. Une pente jusqu'à 1 % doit être réalisée.

NOTE : Le gravillon facilite la dispersion des eaux usées domestiques prétraitées avant leur infiltration dans le sol et n'a pas de rôle épurateur.

Afin de respecter la profondeur maximale de 1 m en fond de tranchée d'épandage, on peut, le cas échéant diminuer l'épaisseur de la couche de gravillons en augmentant la largeur de la tranchée d'épandage

4) Tuyaux d'épandage

Avant leur mise en place, on vérifie que les fentes ou perforations ne sont pas obstruées. L'emboîture, si elle est constituée par une tulipe, est dirigée vers l'amont. L'assemblage peut être également réalisé à l'aide d'un manchon rigide.

Une couche de gravillons d'environ 0,10 m d'épaisseur est étalée avec précaution de part et d'autre des tuyaux d'épandage, le long de la tranchée d'épandage, pour assurer leur assise. Les tuyaux d'épandage et le gravillon sont recouverts de géotextile, de façon à isoler la couche de gravillons de la terre végétale qui comble la fouille. Le géotextile déborde de 0,10 m de chaque côté des parois de la fouille.

Pour assurer la couverture sur l'ensemble de la tranchée d'épandage, plusieurs feuilles de géotextile peuvent être utilisées bout à bout, en prévoyant un chevauchement d'au moins 0,20 m.

VII.2.c. Remblayage

La terre végétale est étalée manuellement par couches successives directement sur le géotextile, en prenant soin d'éviter de déstabiliser les tuyaux et les boîtes.

Le remblayage des boîtes est effectué avec du sable ou de la terre végétale.

Le remblayage doit tenir compte des tassements du sol afin d'éviter tout affaissement ultérieur au niveau des tranchées d'épandage.