AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-memoires-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4
Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10
http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php
http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

aRGéo

Master II GPRE

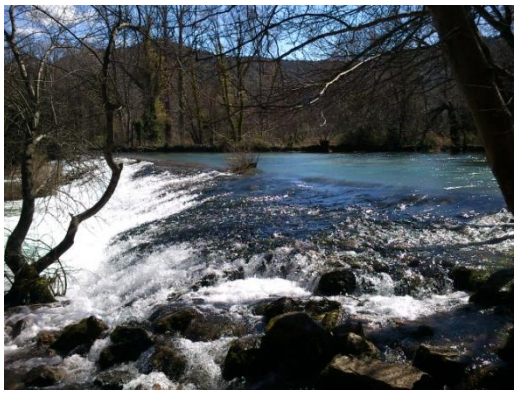
« Géosciences : Planètes, Ressources, Environnement »

Spécialité « Sols, Eaux et Environnement »

RAPPORT DE STAGE

Suivi des ingénieurs lors des différentes missions

Les systèmes d'assainissement non collectif des eaux usées dans la région Languedoc Roussillon



Aurélie RENEL

Année universitaire 2012 - 2013

Maîtres de stage : Mr Olivier Martin (Ingénieur géologue – Directeur du bureau d'études ARGEO) et Mr Nicolas Actis Dana (Ingénieur géologue)

Mes plus sincères remerciements

Dans le cadre de la formation du master deuxième année Géosciences : Planètes, Ressources et Environnement, spécialité Sols, Eaux et Environnement, j'ai eu l'opportunité d'effectuer mon stage de fin de cursus au bureau d'études **ARGEO** durant six mois passionnants. Six mois durant lesquels se sont enchaînés de multiples études diverses me permettant de m'investir pleinement. J'ai ainsi pu bénéficier chaque jour passant d'une expérience enrichissante tant sur le plan professionnel que personnel.

Ainsi, par ce présent rapport, je tiens à remercier infiniment **Mr Olivier Martin**, ingénieur géologue et directeur du bureau d'études ARGEO ainsi que **Mr Nicolas Actis Dana**, ingénieur géologue pour m'avoir acceptée en tant que « collaboratrice stagiaire » au sein de l'entreprise.

Pour ces six mois passionnants et enrichissants, je les remercie pour leur accueil chaleureux dès le premier jour du stage et leur sympathie. Je les remercie également pour leur investissement et leur volonté à vouloir me transmettre toutes leurs connaissances et leur savoir faire en qualité d'ingénieur. La confiance réelle en mon travail qu'ils m'ont accordée tout au long des diverses missions m'a permis « d'évoluer » personnellement et professionnellement ; un grand merci.

Je suis persuadée que les connaissances et les compétences que j'ai acquises lors de ce stage me seront indispensables tout au long de mon parcours professionnel.

Je tiens également à remercier toute ma famille pour leur soutien et leur aide tout au long de ma scolarité.

Photographies en première page de couverture : de haut en bas et de gauche à droite

(1) Sources de la Buèges (Hérault) – Site protégé – Participation à l'implantation d'une future station d'épuration à Pégairolles de Buèges

(2) Lac du Salagou (Hérault) – Site protégé – Participation à l'implantation d'une future station d'épuration au village de Celles

(3) Saint Guilhem le Désert (Hérault) – Ruisseau – Protection de tous les cours d'eau de surface – Réhabilitation des systèmes d'assainissement non collectif

(4) Pelle mécanique lors d'une étude de sol au Lac du Salagou (Hérault)

(5) Foreuse lors de la pose d'un piézomètre à Marguerittes (Gard) – Protection des eaux souterraines

(6) Diagnostic de sols potentiellement pollués sur une ancienne décharge (Hérault)

Table des matières

Présentation du bureau d'études ARGEO 1

I. Introduction générale 2

1. Contexte général 2
2. Objectif du stage 2

II. Cadre réglementaire 3

1. Politique nationale 3
2. Normalisation française 3
3. Politique départementale 4

III. Procédés d'assainissement non collectif 5

1. Définition de l'ANC 5
2. Origine et composition des eaux usées domestiques 5
3. Prétraitement des eaux usées domestiques 6
   a. Principe de fonctionnement de la fosse toutes eaux 6
   b. Composition des eaux usées domestiques en sortie de fosse toutes eaux 7
   c. Dispositif complémentaire de prétraitement : exemple du bac dégraisseur 7
   d. Valorisation des déchets issus du prétraitement 8
4. Traitement et dispersion des eaux usées domestiques 8
   a. Composition des eaux usées en sortie de l'épandage 8
   b. Traitement des eaux usées par le sol en place 9
   c. Traitement des eaux usées par un sol reconstitué 9
   d. Autres procédés de traitement 10
5. Implantation de la filière d'assainissement non collectif 10

IV. Application avec un cas pratique 11

1. Exemple d'étude avec solution de traitement par le sol en place 11
   a. Objectif de l'étude 11
   b. Description géographique de la parcelle 11
   c. Contexte géologique et hydrogéologique 12
   d. Intervention sur le terrain 12
   e. Dimensionnement de la filière d'assainissement non collectif 15
   f. Conclusion de l'étude 17
2. Exemple d'étude avec solution de traitement par sol reconstitué 18
   a. Résultats de l'intervention sur le terrain 18
   b. Choix et dimensionnement de la filière d'assainissement non collectif 19
3. Exemples d'études aboutissant à des conclusions plus complexes 19

a. Niveau affleurant de la nappe souterraine 19
b. Forage d'alimentation en eau potable sur la parcelle 20
c. Distance par rapport aux limites de propriété non respectée 20
V. Bilan sur les autres missions 21
1. Etudes d'assainissement des eaux usées à grande échelle 21
2. Réhabilitation de sites et sols potentiellement pollués 21
3. Etudes géologique et géotechnique 22
4. Etudes hydrogéologiques 24
Conclusion générale 25
Bibliographie 26
Annexes 26

Liste des figures

Figure 1 : Représentation cartographique de la localisation d'ARGEO et des départements des études [1] 1
Figure 2 : Schéma de l'installation d'un système d'assainissement non collectif [6] 5
Figure 3 : a) Image d'une fosse toutes eaux standard de 3000 litres [D] et b) Schématisation du fonctionnement de la fosse toutes eaux [D] 6
Figure 4 : a) Image d'un bac à graisses standard de 500 litres [D] et b) Schématisation du fonctionnement du bac à graisses [D] 7
Figure 5 : Schématisation des conditions d'implantation de la filière d'assainissement non collectif [D] 10
Figure 6 : Cartes topographiques représentant la localisation géographique du site d'étude [1] 11
Figure 7 : Photographies de la tarière à moteur (ou moto tarière) et de la tarière manuelle utilisées pour effectuer les sondages de sol 13
Figure 8 : Photographies du perméamètre composé d'un bidon contenant de l'eau et d'une cellule de mesure du niveau d'eau dans le forage 14
Figure 9 : Photographies du niveau laser sur pied et de l'outil bipant lors de la réception du laser 15
Figure 10 : Photographie montrant le limon à cailloutis calcaires 18
Figure 11 : Schéma représentant un tertre d'infiltration [D] 20
Figure 12 : Photographie des flacons utilisés pour le prélèvement de sol 21
Figure 13 : Photographie d'une pelle mécanique lors d'une étude géologique pour une future zone d'activité 22
Figure 14 : Photographie de la plateforme en argiles en cours de réalisation (compactage de l'argile) 23
Figure 15 : Photographie d'une carotte de calcaire 23
Figure 16 : Photographies d'un bassin en fin d'évaporation et des effluents issus de la cave coopérative 24
Figure 17 : Photographies de la foreuse (EGSA btp) et de la sonde piézométrique 24

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition des eaux usées domestiques issues d'une habitation unifamiliale [B] 5
Tableau 2 : Composition des eaux usées domestiques en sortie de la fosse toutes eaux [B] 7
Tableau 3 : Composition des eaux usées domestiques en sortie de l'épandage [B] 8
Tableau 4 : Coefficients de perméabilité K en mm / h et interprétations associées 14
Tableau 5 : Dimensionnement de l'épandage selon le DTU 64.1 17

Liste des annexes

Annexe 1 : Carte d'aptitude des sols pour le zonage d'assainissement communal de Servier-et-Labaume dans le Gard (30) 27
Annexe 2 : Vue en coupe et vue longitudinale d'un dispositif tranchées filtrantes ainsi que des photographies montrant la mise en place étape par étape de la filière 29
Annexe 3 : Vue en coupe et vue longitudinale d'un dispositif filtre à sable non drainé ainsi que des photographies montrant la mise en place de la filière 26
Annexe 4 : Extrait de la carte géologique représentant la localisation du site d'étude [10] 26
Annexe 5 : Plan d'implantation des sondages de reconnaissance de sol sur la parcelle 26
Annexe 6 : Log stratigraphique de la nature du sol et du sous / sol 28
Annexe 7 : Mise en œuvre du test de percolation : essai de perméabilité à charge hydraulique constante 30
Annexe 8 : Détail du calcul de perméabilité 32
Annexe 9 : Abaque de dimensionnement du CTGREF (1980) pour les épandages souterrains 34
Annexe 10 : Plan de l'implantation de la filière d'assainissement non collectif sur la parcelle 33
Annexe 11 : Calendrier résumant l'ensemble des missions réalisées durant les six mois de stage ... 35

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de NORmalisation

ANC : Assainissement Non Collectif

ARGEO : Assainissement – Réhabilitation de sites – GEOlogie et GEOtechnique

DBO : Demande Biologique en Oxygène

DBO_5 : Demande Biologique en Oxygène durant 5 jours

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

DCO : Demande Chimique en Oxygène

EH : Equivalent.Habitant

FND : Filtre à sable Non Drainé

FTE : Fosse Toutes Eaux

LEMA : Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques

MES : Matières En Suspension

PP : Pièce Principale

SPANC : Service Public de l'Assainissement Non Collectif

STEP : STation d'EPuration

Présentation du bureau d'études ARGEO

Le bureau d'études ARGEO a été créé le 1er avril 2002 par Olivier Martin, après 16 années d'expérience en qualité d'ingénieur géologue. En 2005, après un stage volontaire, Nicolas Actis Dana également ingénieur géologue a rejoint la structure. La société compte donc aujourd'hui deux ingénieurs d'études et reste volontairement une petite structure engagée principalement dans des études à but environnemental. Elle se met aux services des particuliers, des collectivités, des industriels mais également pour des bureaux d'études plus importants où ses qualités d'expertise viennent en complémentarité.

ARGEO est implanté dans le charmant village de Calvisson (plus de 5000 habitants) dans le département du Gard. La société réalise l'ensemble des études sur la région Languedoc-Roussillon (Gard, Hérault et Lozère) ainsi que sur la région Provence Alpes – Côtes d'Azur (plus particulièrement les départements du Vaucluse et des Bouches-du-Rhône).

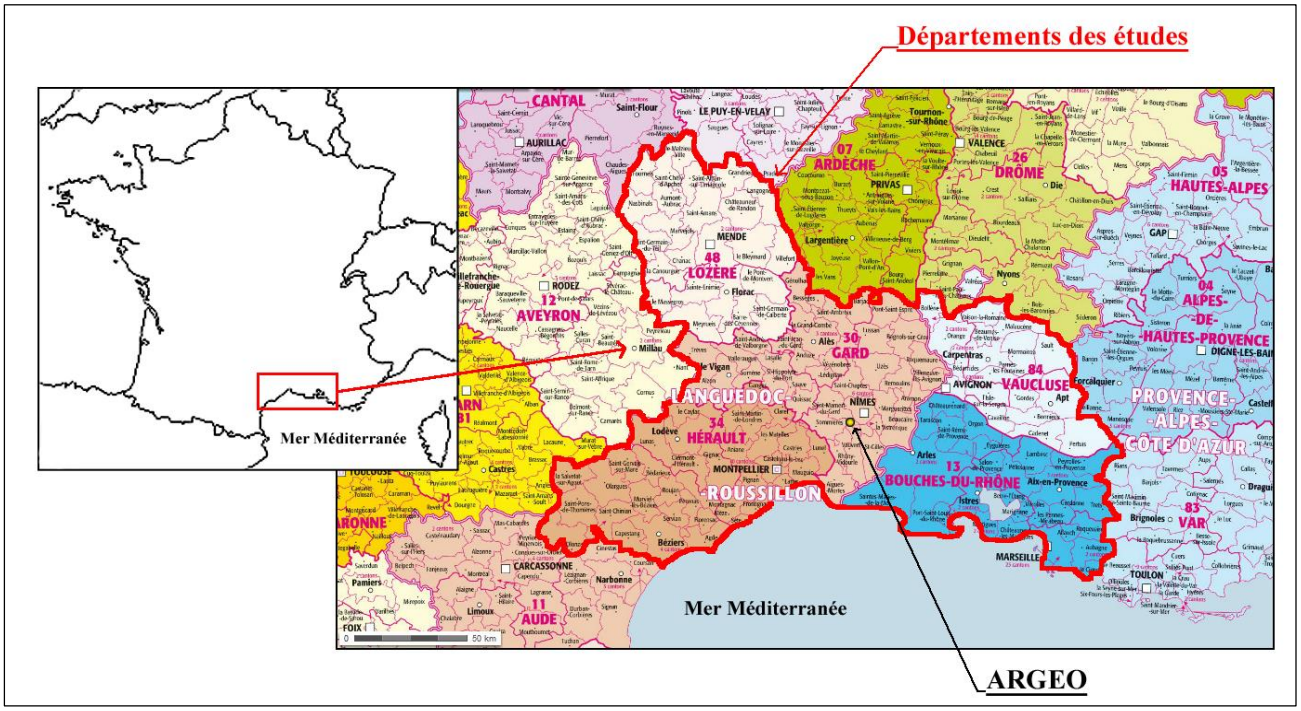


Figure 1 **:** *Représentation cartographique de la localisation d'ARGEO et des départements des études* **[1]**

Selon Olivier Martin, « la principale vocation d'ARGEO, c'est la protection des sols et des ressources en eau, souterraines comme superficielles, en mettant en œuvre toutes les compétences requises en Géologie, Hydrogéologie et Géotechnique ». C'est pourquoi les domaines de compétences au sein du bureau d'études sont variés : (i) assainissement collectif, (ii) assainissement non collectif, (iii) diagnostic et réhabilitation de sites potentiellement pollués, (iv) études géologiques et géotechniques générales et, (v) études hydrogéologiques.

I. Introduction générale

1. Contexte général

Actuellement, l'eau douce représente seulement 2,8 % de toute l'eau présente sur notre planète. Dans ce faible pourcentage, nous retrouvons cette eau sous forme de glaces polaires (2,15 % - majoritaire), d'eaux souterraines (0,63 %) et d'eaux de surface (0,019 % - minoritaire). Cette dernière forme est principalement présente dans les lacs, les fleuves, les rivières ainsi que les zones humides **[2]**. Ces eaux souterraines et de surface constituent une ressource naturelle essentielle et indispensable à l'Homme. Or, celui-ci ne cesse de les exploiter pour ses différentes activités (agriculture, industrie ou consommation personnelle) avec pour conséquence de nombreux impacts sur les milieux aquatiques continentaux. Cette dégradation implique la diminution de l'état écologique et / ou chimique des masses d'eaux, pouvant entraîner un impact sanitaire sur l'Homme important. Aujourd'hui, il devient alors nécessaire d'améliorer la ressource en eau et ainsi donner à l'Homme une eau de meilleure qualité.

C'est dans ce souci de protection des eaux superficielles et souterraines que le bureau d'études ARGEO exerce l'ensemble de ses missions, et plus particulièrement les études d'assainissement des eaux usées.

2. Objectif du stage

L'objectif principal de ce stage a été de découvrir le réel métier d'un ingénieur géologue et de me rendre compte des différentes fonctions que celui – ci réalise au sein du bureau d'études, tout en mettant en pratique les savoirs acquis durant ma formation universitaire. Pour cela, j'ai eu l'opportunité d'assister activement mes deux maîtres de stage dans leurs différentes missions. J'ai donc eu l'occasion de participer à de multiples investigations de terrain en passant par les interprétations de résultats jusqu'à la rédaction des rapports d'études, et cela sur tous les domaines de compétence du bureau d'études ARGEO (assainissement des eaux usées, réhabilitation de sites potentiellement pollués, études géologique et géotechnique générales, études hydrogéologiques).

Pour la suite de ce manuscrit, j'ai fais le choix de présenter en détail dans un premier temps les systèmes d'assainissement des eaux usées et plus particulièrement les études d'assainissements non collectifs du fait que celles – ci constituent la majorité des missions que j'ai réalisé au sein d'ARGEO. Ainsi, tout d'abord, la règlementation encadrant les prestations relatives aux assainissements non collectifs sera présentée. Ensuite, les divers procédés en termes d'assainissement seront détaillés, puis les différentes étapes de la réalisation d'une étude complète seront présentées. Dans un second temps, un bilan sur l'ensemble des autres missions sera réalisé pour conclure ce rapport de fin de stage.

II. Cadre réglementaire

La Directive européenne dite Directive Cadre sur l'Eau (DCE) du 23 octobre 2000 « 2000/60/CE » impose d'atteindre le « bon état » écologique et physico-chimique des masses d'eau pour l'horizon 2015. Pour cela, il est nécessaire d'évaluer l'état des cours d'eau et des nappes souterraines, et de mettre en place des mesures de gestion afin de permettre son amélioration. Parmi ces mesures, il convient d'améliorer les systèmes d'assainissement donc le principal objectif est de lutter contre toute pollution afin de protéger la santé publique et l'environnement (qualité des eaux superficielles et souterraines) des risques liés aux rejets des eaux usées domestiques **[3]**. Cette amélioration du traitement des eaux usées passe par une mise aux normes réglementaires des stations d'épuration (assainissement collectif) et des dispositifs chez les particuliers (assainissement non collectif) selon la politique nationale en vigueur.

1. Politique nationale

Afin de répondre à l'objectif principal de la DCE, et pour pallier à ces problèmes sanitaires et environnementaux quand aux rejets des eaux usées, la réglementation issue de la Loi sur l'Eau du 3 janvier 1992 « Loi n°92-3 », renforcée par la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques du 30 décembre 2006 « LEMA n°2006-1772 » donne des compétences ainsi que de nouvelles obligations aux communes dans le domaine de l'assainissement **[4]**. C'est dans ce cadre législatif que les communes ont la première obligation d'effectuer un zonage, c'est-à-dire de délimiter les zones d'assainissement collectif où la commune assure la collecte, le stockage, l'épuration et le rejet des eaux usées, des zones d'assainissement non collectif (ANC) où elles sont tenues d'assurer principalement le contrôle des dispositifs d'assainissement chez les particuliers **[A]**. En **Annexe 1** se trouve pour illustration une carte d'aptitude des sols effectuée par le bureau d'études ARGEO (hors stage) pour le zonage d'assainissement communal de Servier-et-Labaume dans le Gard (30).

Pour la suite de la politique nationale, nous nous consacrerons sur les systèmes d'assainissement non collectifs chez les particuliers, concernant la majorité des études effectuées lors de mon stage chez ARGEO.

Pour assurer les contrôles techniques des dispositifs d'assainissement non collectif chez les particuliers présents sur le territoire communal, les collectivités ont ainsi pour seconde obligation de mettre en place un Service Public d'Assainissement Non Collectif (SPANC). Les objectifs principaux du SPANC sont donc de garantir la qualité de réalisation ainsi que le bon fonctionnement des systèmes d'ANC. Par ce service, les installations défectueuses pouvant être à l'origine de problèmes sanitaires et / ou environnementaux sont recensées afin d'établir des opérations de mise en conformité (entretien, réhabilitation) avec la réglementation en vigueur [3]. Dans ce but, et afin de faciliter et d'harmoniser le travail des SPANC, plusieurs arrêtés se sont succédés : l'arrêté ministériel du 6 mai 1996, révisé par l'arrêté ministériel du 7 septembre 2009 puis par l'arrêté ministériel 7 mars 2012. Ces arrêtés permettent (i) d'apporter des modalités aux agents du SPANC dans l'exécution des missions de contrôle et (ii) d'instaurer des prescriptions techniques applicables aux systèmes d'ANC afin d'assurer leur compatibilité avec les exigences de la santé publique et de l'environnement **[5]**.

2. Normalisation française

Les dispositifs d'assainissement non collectif définis par les différents arrêtés sont mis en œuvre grâce à la norme française homologuée NF Document Technique Unifié 64.1 P1-1 (DTU 64.1) établie en août 2013, et qui remplace la norme expérimentale AFNOR XP DTU 64.1 établie en mars 2007 **[5]**. Ainsi, ce document de référence a pour objet de préciser les règles de conception relatives aux dispositifs

d'assainissement non collectif des eaux usées domestiques issues d'habitations individuelles jusqu'à 20 pièces principales. Egalement, la norme fixe les critères de choix des matériaux utilisés tels que les tuyaux, les sables, les graviers... . Il s'agit d'un document dont le bureau d'études fait référence à chaque mission qu'il réalise.

3. Politique départementale

Au sein de chaque département de France, la politique nationale peut être modifiée par des dispositions particulières concernant les prescriptions techniques applicables aux systèmes d'ANC. C'est le cas dans la région Languedoc Roussillon, du département de l'Hérault par son arrêté préfectoral du 18 avril 2001 « Arrêté N°2001-01-1567 » et du département du Gard par son arrêté préfectoral du 1er février 2005 « Arrêté N°2005-00071 ». Ces deux arrêtés préfectoraux donnent des nouvelles règles à respecter uniquement pour le département concerné. Par exemple, l'arrêté national du 7 mars 2012 impose que le système d'assainissement soit à minimum trois mètres des limites de propriété ; dans le Gard, cette distance est de cinq mètres.

Récapitulatif des textes réglementaires

Arrêtés nationaux :

Arrêté ministériel du 6 mai 1996 fixant les prescriptions techniques applicables aux systèmes d'assainissement non collectif

Arrêté ministériel du 7 septembre 2009 fixant les prescriptions techniques applicables aux installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kilogramme / jour de Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours (DBO_5)

Arrêté ministériel du 7 mars 2012 modifiant l'arrêté du 7 septembre 2009 fixant les prescriptions techniques applicables aux installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kilogramme / jour de DBO_5

Norme française :

Norme Française Document Technique Unifié 64.1 du 10 août 2013

Arrêtés préfectoraux :

Arrêté préfectoral de l'Hérault du 18 avril 2001

Arrêté préfectoral du Gard du 1er février 2005

III. Procédés d'assainissement non collectif

1. Définition de l'ANC

L'assainissement non collectif correspond à un système d'assainissement effectuant la collecte (1), le prétraitement (2), le traitement et la dispersion des eaux usées domestiques (3) directement sur la parcelle des habitations non raccordées au réseau public d'assainissement **[A]**.

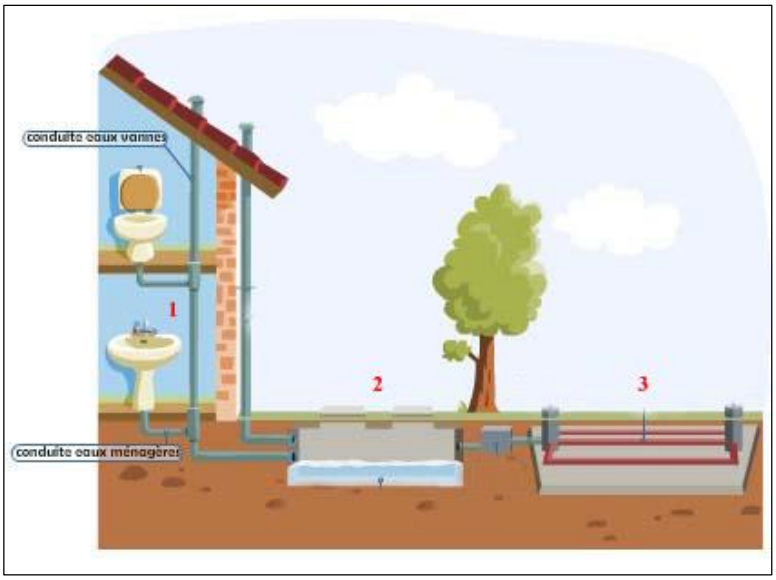


Figure 2 *: Schéma de l'installation d'un système d'assainissement non collectif* ***[6]***

2. Origine et composition des eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques regroupent d'une part les eaux vannes issues des toilettes et d'autre part les eaux ménagères principalement constituées par les eaux de cuisines (évier, lave-vaisselle), et les eaux grises (baignoire ou douche, lavabos, lave-linge) **[B]**.

Les eaux usées domestiques dites « brutes » contiennent principalement des composés organiques et des composés minéraux tels que (i) les matières oxydables et plus particulièrement celles qui contiennent du carbone et qui sont mesurées par la Demande Biologique en Oxygène (DBO) et la Demande Chimique en Oxygène (DCO), (ii) les composés azotés et phosphorés et, (iii) les germes pathogènes **[B]**. Selon plusieurs études regroupées dans **[B]**, la composition des eaux usées domestiques issues d'une habitation unifamiliale s'exprime par :

Tableau 1 *: Composition des eaux usées domestiques issues d'une habitation unifamiliale* ***[B]***

Composés	Matière oxydables	Matières en suspension	Azote total	Ammonium N-NH4	Nitrate N-NO3	Phosphore total	Charge bactériologique
Unités	mg/L de DBO5	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	CF/100 ml
Valeurs	270 à 400	300 à 400	100 à 150	60 à 120	1	10 à 40	10^6 à 10^8

Remarque : ce tableau pourra être comparé au tableau suivant montrant la composition des eaux usées domestiques après la première phase de prétraitement.

3. Prétraitement des eaux usées domestiques

L'admission des eaux usées issues d'une habitation directement dans la filière de traitement entraînerait des dépôts de matières solides en suspension avec pour conséquence un probable colmatage du dispositif **[B]**. Afin d'éviter cela, il est donc nécessaire d'effectuer un prétraitement de ces effluents dans le but de liquéfier ces matières solides en suspension et de retenir les éventuels déchets flottants. Le dispositif assurant le prétraitement des eaux usées domestiques correspond à la fosse septique, aussi appelée Fosse Toutes Eaux (FTE ; **Figure 3**).

a. Principe de fonctionnement de la fosse toutes eaux

Dans une fosse toutes eaux, deux types de processus sont mis en jeu : (i) la décantation des matières solides en suspension plus denses que l'eau et, (ii) la fermentation de ces boues décantées **[B]**.

Les matières solides en suspension qui vont directement de l'habitation vers la fosse toutes eaux subissent en premier lieu une décantation. Ce procédé est basé sur le fait que les particules plus denses que l'eau sédimentent et se déposent au fond du dispositif, formant ce que nous appelons les boues de décantation. Ces boues subissent ensuite une fermentation anaérobie, se traduisant par une liquéfaction de celles-ci et donc une réduction de leur volume. Généralement, les fermentations anaérobies mettent en jeu trois types de processus successifs : (i) l'hydrolyse - l'acidogénèse qui correspond à la décomposition de la matière organique constitutive des boues (composés organiques complexes) en acides organiques simples ou alcools, par des bactéries anaérobies ou anaérobies facultatives (dites bactéries acidogènes), (ii) l'acétogénèse dans lequel les acides organiques simples issus de la phase précédente sont transformés en acétate, en hydrogène ou en dioxyde de carbone par des bactéries anaérobies ou anaérobies facultatives (dites bactéries acétogènes) et, (iii) la méthanogénèse qui équivaut à la transformation de l'acétate, de l'hydrogène ou du dioxyde de carbone en méthane (CH_4), en dioxyde de carbone (CO_2) et en hydrogène sulfureux (H_2S) par des bactéries anaérobies strictes **[B]** et **[a]**. Ces gaz produits par cette fermentation ayant tendance à procurer une mauvaise odeur, il est indispensable de les évacuer par l'installation d'une ventilation en sortie de fosse toutes eaux, placée au-dessus de la toiture (gaz plus légers que l'air ; **[7] et [B]**).

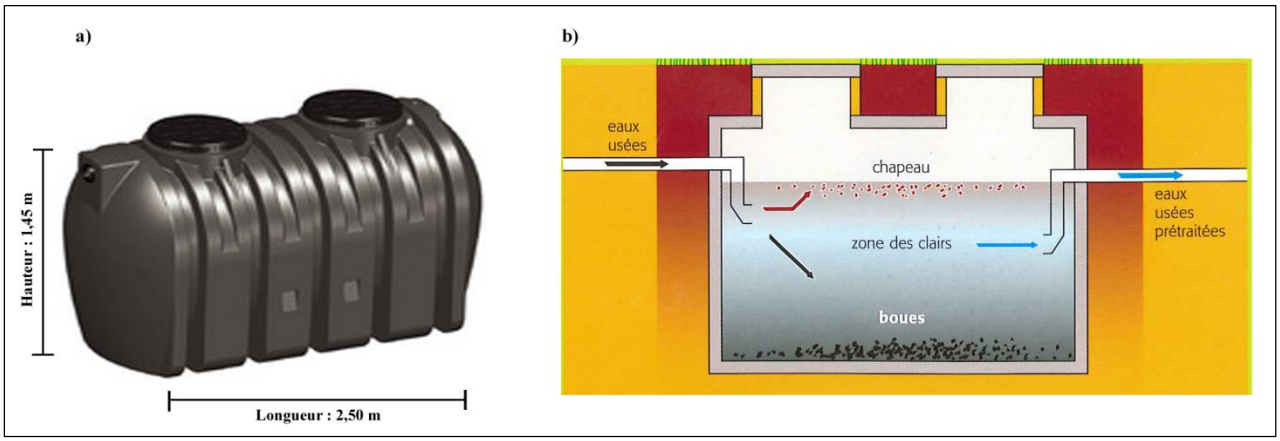


Figure 3 *: a) Image d'une fosse toutes eaux standard de 3000 litres* ***[D]*** *et b) Schématisation du fonctionnement de la fosse toutes eaux* ***[D]***

b. Composition des eaux usées domestiques en sortie de fosse toutes eaux

Selon plusieurs études regroupées dans **[B]**, la composition des eaux usées domestiques en sortie de la fosse toutes eaux pour la même habitation unifamiliale prise comme exemple pour le tableau précédent s'exprime par :

Tableau 2 *: Composition des eaux usées domestiques en sortie de la fosse toutes eaux* ***[B]***

Composés	Matière oxydables	Matières en suspension	Azote total	Ammonium N-NH4	Nitrate N-NO3	Phosphore total	Charge bactériologique
Unités	mg/L de DBO5	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	CF/100 ml
Valeurs	140 à 175	45 à 65	50 à 60	30 à 60	1	10 à 30	10^3 à 10^6
Rappel des valeurs eaux usées "brutes"	*270 à 400*	*300 à 400*	*100 à 150*	*60 à 120*	*1*	*10 à 40*	*10^6 à 10^8*

Ainsi, d'après ces résultats, une partie de la pollution issue des eaux usées domestiques « brutes » est éliminée par cette phase de prétraitement. Une diminution d'environ 50 % des matières oxydables, 75 % des matières en suspension, 50 % de l'azote total et 50 % de l'ammonium est observable. En revanche, la teneur en nitrates, en phosphore total et en charge bactériologique tend à rester constante malgré cette phase de prétraitement.

Remarque : ce tableau pourra être comparé au tableau suivant montrant la composition des eaux usées domestiques après la phase de traitement.

c. Dispositif complémentaire de prétraitement : exemple du bac dégraisseur

Le bac dégraisseur (ou bac à graisses) est un élément facultatif utilisé pour retenir les graisses contenues essentiellement dans les eaux de cuisine (**Figure 4**). Situé en amont de la fosse toutes eaux, celui-ci est rajouté en complément lorsque les rejets de graisses sont importants (cas d'un restaurant par exemple) **[D]**. Dans un bac dégraisseur, les eaux ménagères (et non les eaux vannes) subissent d'une part une décantation des matières solides en suspension et d'autre part une flottation naturelle des graisses à la surface du bac, qui se figent et s'agglomèrent.

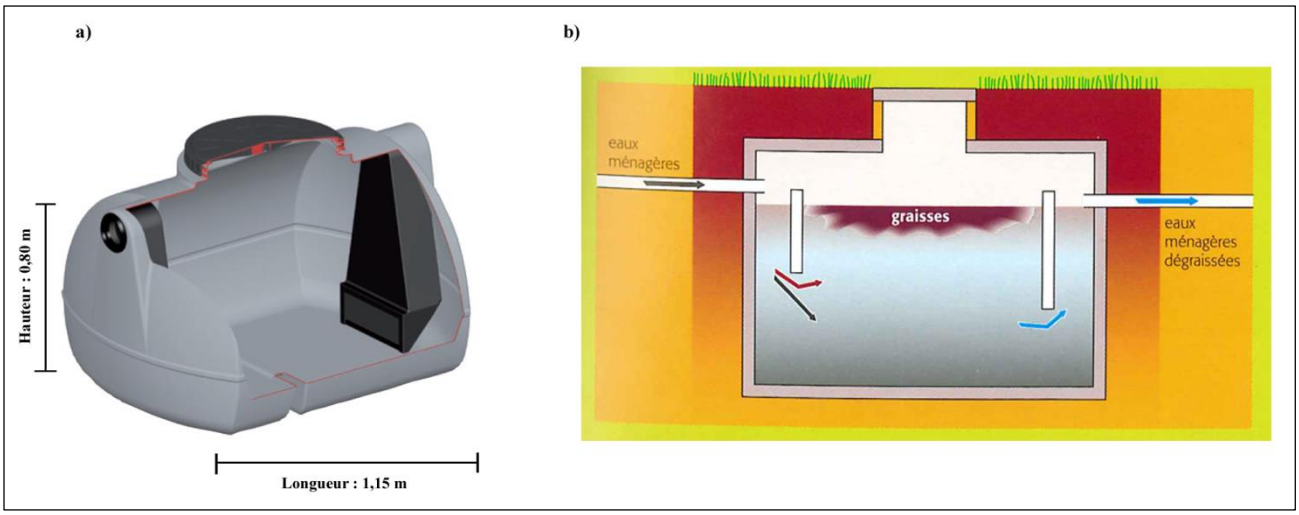


Figure 4 **:** *a) Image d'un bac à graisses standard de 500 litres* **[D]** *et b) Schématisation du fonctionnement du bac à graisses* **[D]**

d. Valorisation des déchets issus du prétraitement

Les déchets issus des filières d'assainissement non collectif sont essentiellement à dominante organiques. Les principaux déchets sont les boues de décantation issues de la fosse toutes eaux (appelées aussi matières de vidange) et les graisses issues du bac dégraisseur.

- Boues de décantation :

Afin d'assurer un bon fonctionnement de la fosse toutes eaux, l'arrêté du 7 septembre 2009 préconise d'effectuer par une entreprise spécialisée une vidange des boues de décantation et des matières flottantes de la fosse quand la hauteur de boue dépasse 50 % du volume utile, soit une estimation d'environ tous les quatre ans **[C]**. Majoritairement, les matières de vidange issues des filières d'assainissement non collectif sont assimilées aux boues issues des stations d'épuration. Elles subissent ainsi le même type de valorisation tel que l'épandage agricole, le compostage ou sont éliminées par mise en décharge, incinération **[8]**.

- Graisses :

Afin d'assurer un bon fonctionnement du bac dégraisseur, et éviter tout problème de colmatage des tuyaux, il est vivement conseillé d'effectuer un curage du bac à graisses par une entreprise spécialisée plusieurs fois par an. Les déchets graisseux sont ainsi collectés puis incorporés avec les ordures ménagères ou apportés en déchèterie pour leur élimination **[E]**.

4. Traitement et dispersion des eaux usées domestiques

Le rejet des eaux usées domestiques issues de la fosse toutes eaux directement dans le milieu naturel entraînerait une source de pollution des eaux superficielles et / ou souterraines. En effet, d'après le tableau 2 présenté en page précédente, la teneur en nitrates, en phosphore total et en charge bactériologique tend à rester constante malgré la phase de prétraitement. Afin d'éviter cela, il est donc nécessaire d'effectuer un traitement des effluents par l'intermédiaire de la fonction épuratrice du sol dans le but d'éliminer (partiellement ou complètement) ces composés. Après l'épuration, le milieu récepteur des eaux usées traitées doit également être en mesure de les disperser dans le sous-sol. Le dispositif assurant le traitement et la dispersion des eaux usées se nomme l'épandage souterrain et dépend essentiellement des caractéristiques du sol et du sous-sol.

a. Composition des eaux usées en sortie de l'épandage

Selon plusieurs études regroupées dans **[B]**, la composition des eaux usées domestiques en sortie de l'épandage pour la même habitation unifamiliale prise comme exemple précédemment s'exprime par :

Tableau 3** : Composition des eaux usées domestiques en sortie de l'épandage **[B]

Composés	Matière oxydables	Matières en suspension	Azote total	Ammonium N-NH4	Nitrate N-NO3	Phosphore total	Charge bactériologique
Unités	mg/L de DBO5	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	CF/100 ml
Valeurs (prélèvements effectués sous l'épandage à **0,30 m)**	0	0	-	traces à 60	traces à 40	traces à 10	0 à 10^2
Valeurs (prélèvements effectués sous l'épandage à **0,90 m)**	0	0	-	traces	traces à 20	traces à 1	0
Rappel des valeurs eaux usées issues de la FTE	*140 à 175*	*45 à 65*	*50 à 60*	*30 à 60*	*1*	*10 à 30*	*10^3 à 10^6*
Rappel des valeurs eaux usées "brutes"	*270 à 400*	*300 à 400*	*100 à 150*	*60 à 120*	*1*	*10 à 40*	*10^6 à 10^8*

Ainsi, d'après ces résultats, il apparaît que la quasi-totalité de la pollution résiduelle des eaux usées domestiques issues de la fosse toutes eaux est éliminée par cette phase de traitement. Toutefois, il est à noter une augmentation de la teneur en nitrates NO_3 même à une profondeur de 0,90 mètre sous l'épandage. D'un point de vue technique, il est « logique » que cette concentration en nitrates dans les eaux usées traitées soit supérieure à celles des ions ammonium du fait que les bactéries aérobies transforment les ions ammonium en nitrites (processus de nitritation), forme toxique pour les milieux naturels, puis en nitrates (processus de nitrification). Nous pouvons ainsi noter que malgré une disparition quasi complète de l'ammonium, l'azote réside sous sa forme nitrate dans les eaux traitées et est donc susceptible d'atteindre les nappes phréatiques.

Il est important de noter qu'en France, l'arrêté du 7 septembre 2009 (qui abroge l'arrêté du 6 mai 1996), fixant les prescriptions techniques applicables aux installations d'assainissement non collectif détermine les concentrations maximales suivantes à respecter en sortie de traitement pour que la filière soit considérée comme conforme, calculées sur un échantillon moyen journalier : (i) 30 mg / L en matières en suspension (MES) et 35 mg / L pour le demande biologique en oxygène sur 5 jours (DBO_5). Les teneurs en azote total, en ammonium, en nitrates, en phosphore total et en charge bactériologique dans les eaux traitées ne rentrent cependant pas en compte pour considérer qu'un dispositif d'assainissement est efficace… .

C'est en application de cet arrêté du 7 septembre 2009 que la normalisation française fixe une caractéristique importante pour la mise en place de la filière d'épandage : l'épaisseur de sol meuble. En effet, le DTU 64.1 préconise une épaisseur de sol de 0,70 mètre minimum sous l'épandage afin que la fonction épuratrice de ce même sol puisse se dérouler convenablement.

b. Traitement des eaux usées par le sol en place

Un traitement par le sol en place entend une épaisseur de sol suffisante et non saturée d'eau (hors nappe d'eau souterraine).

Lorsque le sol est suffisamment épais (supérieur à 0,70 mètre sous l'épandage ; sous-entendu supérieur à 1,30 mètre, épandage de 0,60 mètre d'épaisseur compris), par exemple en présence de dépôt limoneux alluvionnaire d'une rivière pouvant atteindre plusieurs mètres, l'épuration et la dispersion des eaux peut s'effectuer par le sol en place, de manière verticale et latérale **[B]**. Dans ce cas là, l'épandage souterrain correspond à des tranchées filtrantes situées à faible profondeur. Ces tranchées sont constituées par des drains perforés vers le bas permettant le passage des effluents et placés horizontalement sur une épaisseur de 0,30 mètre de graviers. Les effluents traversent donc ces graviers (assurent la stabilité des drains) et arrivent dans le sol en place. En **Annexe 2** se trouve une vue en coupe et une vue longitudinale d'un dispositif tranchées filtrantes ainsi que des photographies [données ARGEO] montrant la mise en place étape par étape de la filière.

Dans le cas où il est difficile de creuser des tranchées, comme par exemple en présence d'un sol sableux (parois verticales sensibles à l'effondrement lors des travaux), alors il est possible de réaliser une unique fouille sur toute l'emprise choisie pour la filière **[D]**. Il s'agit d'un lit d'épandage à faible profondeur dont le fonctionnement est identique à la filière des tranchées filtrantes.

c. Traitement des eaux usées par un sol reconstitué

Dans le cas où le sol est insuffisamment épais (inférieur à 0,70 mètre sous l'épandage), par exemple en présence d'un substratum rocheux induré et fissuré à faible profondeur, la dispersion des effluents issues de la fosse toutes eaux est facilement assurée au sein du rocher. Par contre, l'épuration des eaux n'est plus garantie par cette quasi absence de sol. Pour remédier à cela, il faut alors mettre en place un sol reconstitué

sous la forme d'un filtre à sable **[B]**. Ce filtre consiste à effectuer une substitution du sol par du sable propre de rivière sur une épaisseur de 0,70 mètres. Ainsi, ce sable assurera l'épuration des eaux usées prétraitées ; de part la grande surface spécifique des grains de sable permettant un bon développement des bactéries aérobies, celui-ci présente une capacité importante pour la dégradation des composés organiques et minéraux **[B ; D]**. En **Annexe 3** se trouve une vue en coupe et une vue longitudinale d'un dispositif filtre à sable non drainé ainsi que des photographies [données ARGEO] montrant la mise en place de la filière.

d. Autres procédés de traitement

La règlementation française autorise depuis le 7 septembre 2009 l'utilisation de nouveaux procédés qui apportent une solution alternative pour le traitement des eaux usées domestiques : les micro-stations d'épuration **[9]**. En effet, ces dispositifs présentent l'avantage d'une emprise au sol plus faible qu'une filière classique par tranchées filtrantes ou par filtre à sable non drainé et deviennent donc intéressantes pour des terrains à superficie réduite. Toutefois, il faut noter que ces micro-stations peuvent être contraignantes en terme d'entretien (vidanges plus régulières que pour une fosse toutes eaux) et peuvent consommer de l'électricité pour leur fonctionnement **[F]**.

Les micro-stations, dites filières agréées compactes, sont de différents types : (i) les filtres compacts constitués d'une fosse toutes eaux assurant le prétraitement et d'un filtre compact à zéolithe ou à coco assurant le traitement, (ii) les filtres plantés de roseaux, (iii) les micro-stations à cultures de bactéries libres fonctionnant sur le principe des boues activées (bactéries aérobies en suspension dans l'eau) et, (iv) les micro-stations à cultures de bactéries fixées dans lesquelles les bactéries sont fixées sur un matériau support immergé dans les eaux usées **[F]**.

5. Implantation de la filière d'assainissement non collectif

La filière d'assainissement non collectif comprenant le dispositif de prétraitement et le dispositif de traitement doit tenir compte de plusieurs exigences quant à son implantation. La filière d'assainissement non collectif doit être implantée hors des zones de circulation et de stationnement de tout véhicule et hors des zones de stockage de charges lourdes afin de ne pas écraser les tuyaux étant donné que ceux-ci se situent à faible profondeur. Il est préférable de garder la zone d'épandage enherbée, y poser une table de jardin, une balançoire … mais en aucun cas par exemple une piscine. De plus, la filière d'assainissement non collectif exige des distances à respecter vis-à-vis de plusieurs éléments (**Figure 5**) : (i) distance minimale de 5 mètres entre l'habitation et la filière de traitement (précaution géotechnique quand aux fondations de la maison), (ii) une distance minimale de 3 mètres de tout arbre (protection de l'épandage des racines des arbres), (iii) une distance minimale de 35 mètres par rapport à un puits ou un forage pour l'alimentation en eau potable et, (iv) une distance minimale de 3 mètres des limites de propriété (attention : distance de 5 mètres dans le Gard).

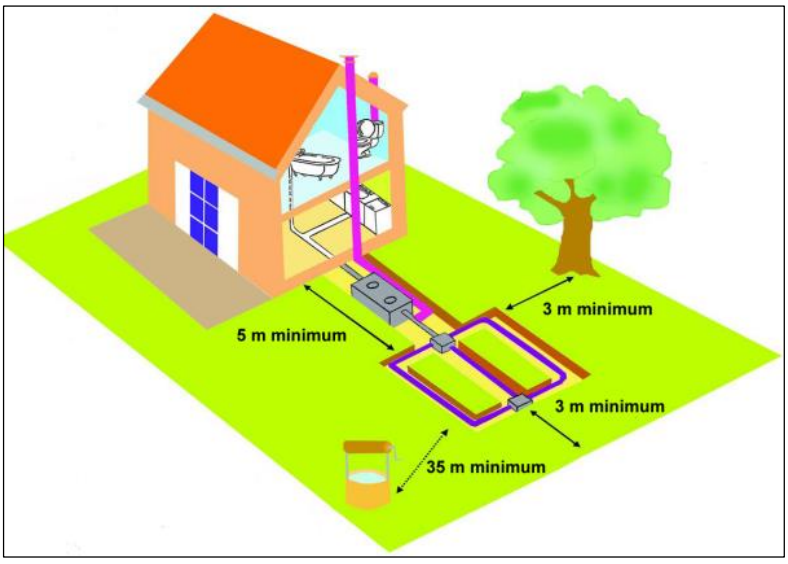


Figure 5 *: Schématisation des conditions d'implantation de la filière d'assainissement non collectif* ***[D]***

IV. Application avec un cas pratique

Cette partie présente le détail de toutes les étapes réalisées lors d'une étude de faisabilité à la parcelle de l'aptitude des sols à l'assainissement non collectif en prenant comme premier exemple une étude dite classique avec solution de traitement par le sol en place dont j'ai réalisé l'intervention sur le terrain (en compagnie de l'ingénieur d'études) et la rédaction du rapport. Le second exemple concerne une étude classique avec solution de traitement par sol reconstitué dont j'ai également réalisé l'intervention sur le terrain et la rédaction du rapport. Pour finir, j'énoncerai différentes situations rencontrées sur le terrain et aboutissant cette fois-ci à des conclusions plus complexes.

1. Exemple d'étude avec solution de traitement par le sol en place

a. Objectif de l'étude

Cette étude a été réalisée dans le cadre de la réhabilitation de la filière d'assainissement non collectif d'une habitation sur la commune de Beaucaire dans le Gard (visite et diagnostic du Service Public d'Assainissement Non Collectif) et ne répondant plus aux exigences de la réglementation française.

L'objectif principal de cette étude est donc de déterminer l'aptitude du sol à l'assainissement non collectif afin de justifier le choix de la nouvelle filière ainsi que son dimensionnement à mettre en œuvre pour la parcelle donnée. En effet, cette filière devra être capable d'assurer l'épuration ainsi que l'évacuation des eaux usées issues de ce logement.

b. Description géographique de la parcelle

La propriété est située dans le centre de la commune de Beaucaire (département du Gard, 30), partie située à l'Ouest du Rhône et plus précisément dans le quartier Les Trois Croix.

D'après la carte topographique suivante (**Figure 6**), le site d'étude se trouve à une altitude comprise entre 20 et 25 mètres.

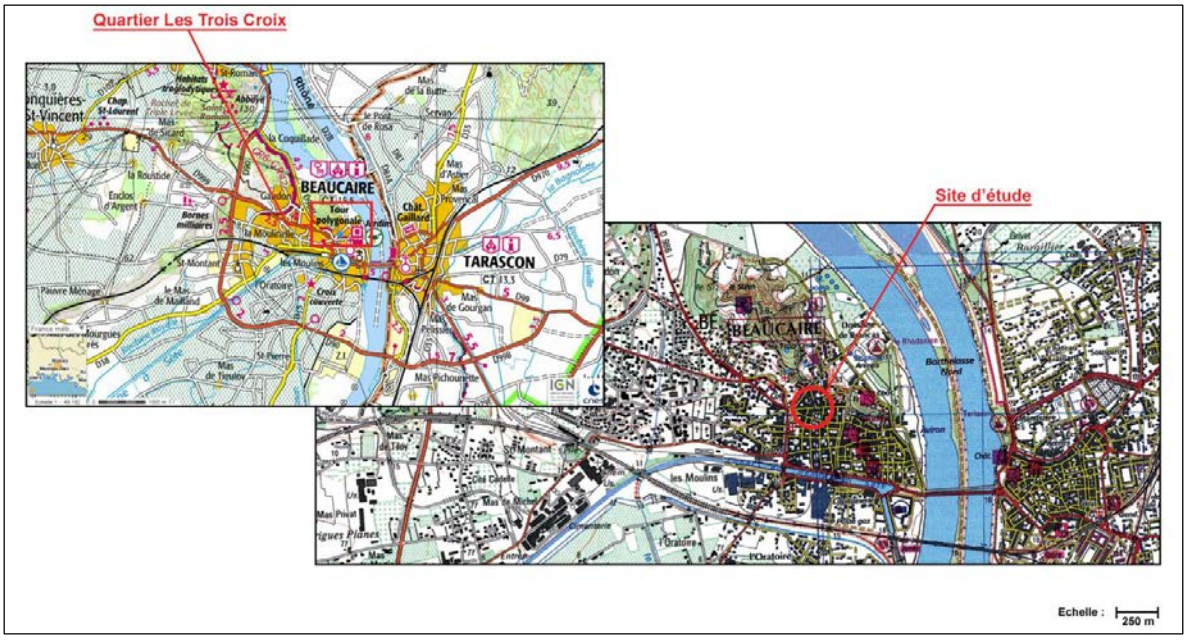


Figure 6 *: Cartes topographiques représentant la localisation géographique du site d'étude* ***[1]***

c. Contexte géologique et hydrogéologique

D'après la carte géologique de Nîmes (Extrait de cette carte en **Annexe 4**), le secteur de la zone d'étude se localise dans la basse vallée du Rhône occupée par une épaisse couche d'environ 15 mètres d'alluvions récentes datant de l'Holocène (Quaternaire récent). Ces alluvions sont constituées par des sables et limons fins sur 2 à 3 mètres de profondeur qui surmontent une douzaine de mètre de graviers et galets. Cette formation superficielle alluviale repose sur un substratum d'âge Miocène (Cénozoïque).

De plus, d'après les données obtenues pour des forages effectués à proximité du site d'étude grâce à l'utilisation de la Banque de données du Sous – Sol (BSS), il est possible de confirmer la présence d'alluvions au droit de la zone d'étude (forage n° 09658X0402/111111 : de 0 à 1 mètre – remblais et de 1 à 25 mètres – alluvions).

D'un point de vue hydrogéologique, les terrains alluvionnaires récents du Rhône fournissent actuellement des ressources hydrogéologiques intéressantes. Au niveau de ces alluvions, il est possible de distinguer deux réservoirs aquifères d'intérêts inégaux : (i) un réservoir supérieur renfermant une nappe superficielle de faible épaisseur et d'intérêt assez médiocre et, (ii) un réservoir inférieur renfermant une nappe captive à épaisseur variante entre 15 et 25 mètres **[10]**.

d. Intervention sur le terrain

L'intervention sur le terrain, réalisée le jeudi 4 avril 2013, est une première phase importante de l'étude à la parcelle car elle permet de définir ses différentes caractéristiques. Trois types de critères sont essentiels à prendre en compte pour le choix et le dimensionnement de la filière : les critères qualitatifs du sol / sous-sol, les critères quantitatifs de perméabilité par le biais de tests de percolation et les critères topographiques du terrain.

i. Critères qualitatifs du sol / sous-sol

La caractérisation du terrain destiné à l'épandage prend généralement en compte les critères du sol / sous sol suivants : le niveau du substratum (permet de définir l'épaisseur de sol meuble et par conséquent le type de la filière), la nature du substratum et le niveau de remontée maximale de la nappe. Cette caractérisation s'effectue sur le terrain grâce à des relevés géologiques de surface (observation du rocher affleurant par exemple), et à un sondage de reconnaissance du sol réalisé avec une tarière à moteur ou une tarière manuelle selon les accès du site (**Figure 7**).

Sur chaque terrain d'étude, trois sondages de sol sont réalisés : un sondage à grande profondeur pour la reconnaissance du sol (1,20 ou 1,40 mètre / Terrain Naturel actuel selon la tarière) et deux sondages à plus faible profondeur pour la réalisation des essais de perméabilité (entre 0,50 et 0,70 mètre / TN)

Résultat du sondage de reconnaissance du sol : Le sondage réalisé ici à la tarière à moteur au droit de la future zone d'épandage retenue (ST3 sur le Plan d'implantation des sondages en **Annexe 5**) a révélé sous une fine épaisseur de terre végétale (0,10 mètres par rapport au Terrain Naturel actuel), un limon sableux fin de couleur marron grisâtre et comportant quelques galets roulés de taille pluricentimétrique jusqu'à 1,40 mètre / TN (Log stratigraphique en **Annexe 6**).

Remarque : la terre végétale correspond à la couche de sol en surface contenant les racines des végétaux, qui sera arasée puis redéposée lors de la phase de terrassement de la filière d'assainissement non collectif.

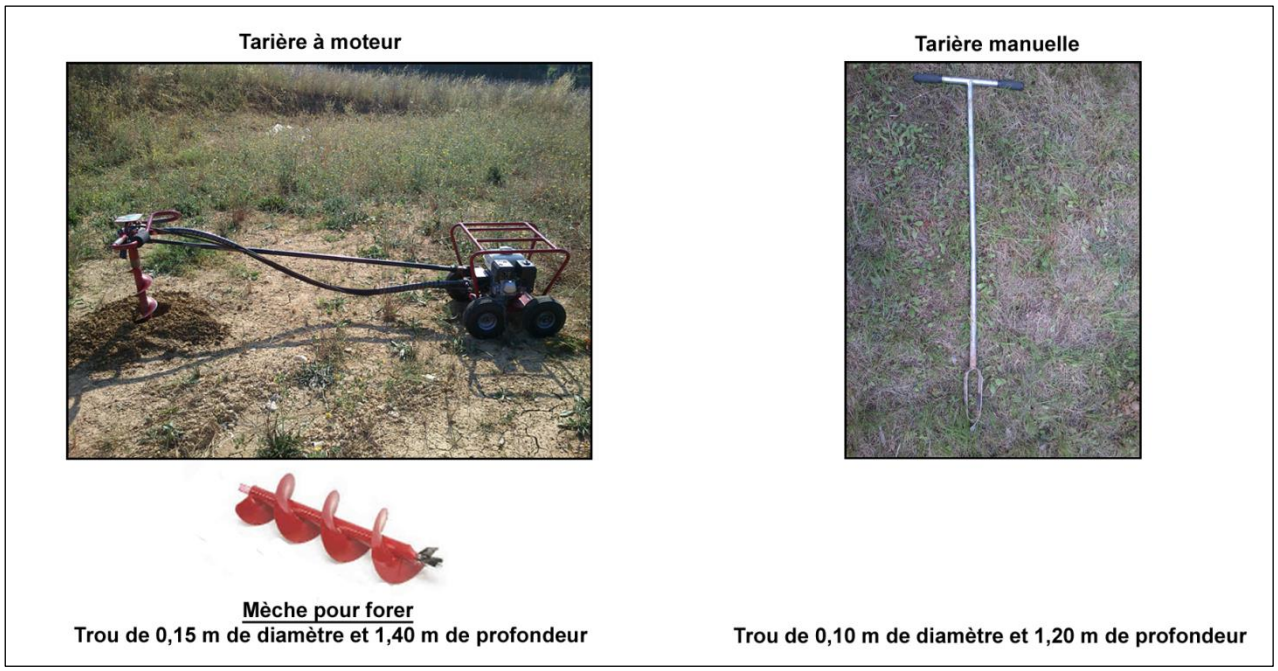


Figure 7 *: Photographies de la tarière à moteur (ou moto tarière) et de la tarière manuelle utilisées pour effectuer les sondages de sol*

Ce résultat confirme l'étude géologique et hydrogéologique préalablement effectuée avant l'intervention sur le terrain : (i) le toit du substratum se situe à environ 15 mètres par rapport au terrain naturel actuel d'où une épaisseur de sol meuble supérieure à 0,70 mètre sous l'épandage (sol suffisamment épais pour assurer l'épuration des eaux usées), (ii) le sol est de nature limoneuse sableuse (alluvions fines) et, (iii) la nappe n'a pas été atteinte et se situe à plus grande profondeur (absence de traces d'hydromorphie sur le sol).

ii. Critères quantitatifs de perméabilité

L'évaluation de la perméabilité du sol repose sur un test réalisé sur le terrain au droit de la zone destinée à recevoir le futur épandage. Cet essai consiste à examiner l'aptitude du terrain à la percolation de l'eau (vitesse à laquelle s'infiltre l'eau dans le sol). La détermination de la valeur du coefficient de perméabilité K du sol *in situ* s'appuie donc sur l'essai de type Porchet, également appelé essai à charge hydraulique constante. Cette mesure s'effectue sur le terrain grâce à la réalisation de deux sondages à faible profondeur (entre 0,50 et 0,70 mètre / TN – essais effectués à la profondeur où l'épandage doit être réalisé) avec la tarière à moteur ou la tarière manuelle (**Figure 7**). Ensuite, il est nécessaire de remplir le forage avec de l'eau, d'installer le dispositif de mesure (**Figure 8**) et d'observer l'infiltration de l'eau dans le sol (Mise en œuvre du test de percolation en **Annexe 7**).

Résultat des deux tests de perméabilité du sol : Les deux tests de perméabilité effectués au droit de la future zone d'épandage retenue (K1 et K2 sur le plan d'implantation des sondages en annexe) ont révélé (Détail des calculs de perméabilité en **Annexe 8**) :

- une perméabilité K1 = $1{,}55.10^{-5}$ mètres / seconde soit K1 = 56 millimètres / heure
- une perméabilité K2 = $1{,}50.10^{-5}$ mètres / seconde soit K2 = 54 millimètres / heure

De ce fait, nous retiendrons une perméabilité moyenne de $1{,}53.10^{-5}$ mètres / seconde soit 55 millimètres / heure.

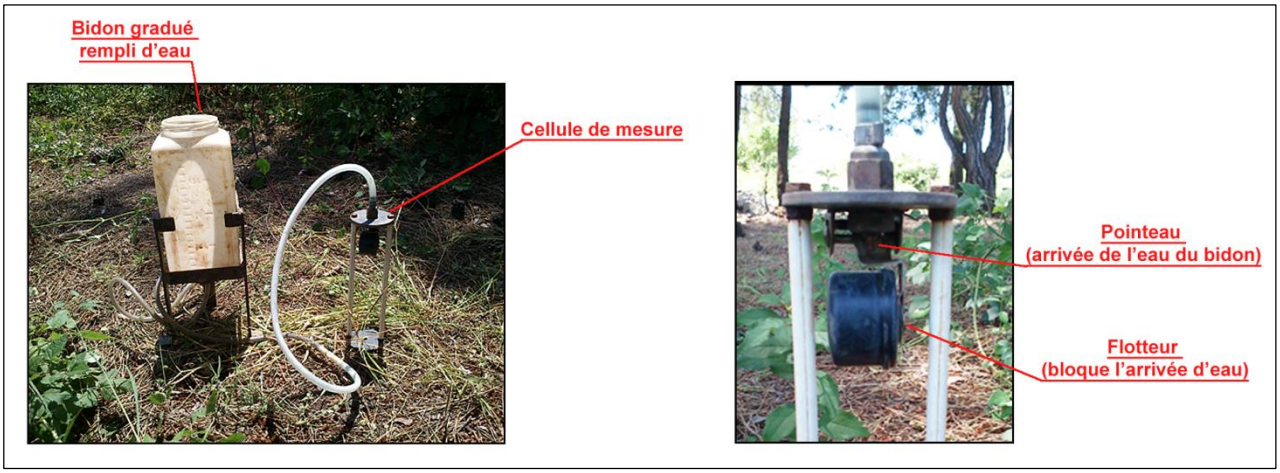


Figure 8 *: Photographies du perméamètre composé d'un bidon contenant de l'eau et d'une cellule de mesure du niveau d'eau dans le forage*

Selon le DTU 64.1 (normalisation française), les valeurs du test de percolation peuvent s'interpréter comme suit :

Tableau 4 *: Coefficients de perméabilité K en mm / h et interprétations associées*

Perméabilités	Interprétation
inférieure à 6 mm / h	sol imperméable
entre 6 et 15 mm / h	sol très peu perméable
entre 15 et 30 mm / h	sol à perméabilité médiocre
entre 30 et 50 mm / h	sol moyennement perméable
entre 50 et 200 mm / h	sol perméable
supérieure à 200 mm / h	sol très perméable
supérieure à 500 mm / h	perméabilité en grand

D'après les résultats et le tableau 4, le sol présent peut être considéré comme perméable et donc apte à évacuer les eaux usées issues de l'habitation.

iii. Critère topographique du terrain

L'évaluation de la pente du terrain entre la sortie des eaux usées issues de l'habitation et la zone d'épandage est une caractéristique importante. En effet, dans tout système d'assainissement non collectif, un écoulement gravitaire des eaux usées est privilégié. Dans le cas de la présence d'une contre pente, il sera nécessaire d'installer une pompe de relevage, élément « contraignant » du fait de l'utilisation d'électricité pour sa mise en marche et de la possibilité de pannes. De plus, une pente de terrain supérieure à 15% exclut la mise en place d'un épandage souterrain **[B]**. La détermination de cette pente s'effectue grâce à l'utilisation d'un niveau laser, permettant de mesurer une hauteur par rapport à un point de référence (**Figure 9).**

Résultat du nivellement : la topographie de la zone d'étude présente une légère pente d'environ 2 % vers le Sud Sud-Est. Ainsi, nous avons retenu comme futur emplacement du nouveau système d'assainissement la zone située au Sud Sud-Est de l'habitation soit en aval pour permettre un écoulement gravitaire des eaux usées.

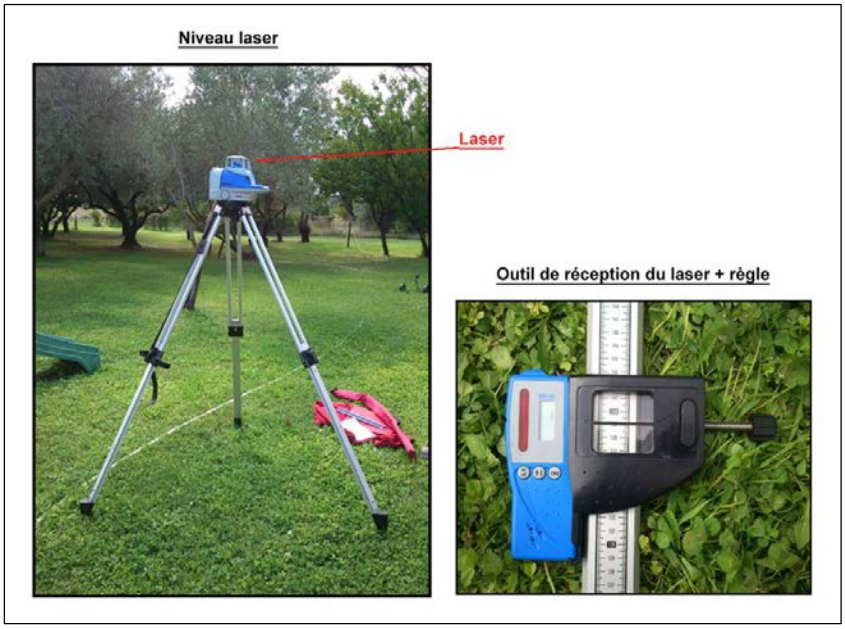


Figure 9 *: Photographies du niveau laser sur pied et de l'outil bipant lors de la réception du laser*

iv. Choix de la filière de traitement

L'ensemble des résultats acquis lors de la phase de terrain (nature du sol et du sous - sol, valeurs de perméabilité et caractéristiques du terrain) permet de choisir la nouvelle filière d'assainissement non collectif. En effet, une épaisseur de sol suffisante (> 0,70 mètre sous l'épandage), un sol jugé comme perméable grâce aux tests de percolation (K_{moyen} = 55 mm / h), une topographie du terrain relativement plane (pente légère de 2%) et une absence de nappe superficielle permet de conclure que la zone d'épandage peut recevoir une filière d'assainissement dont l'épuration et la dispersion des eaux peut s'effectuer par le sol en place. Dans notre cas, il s'agit de la mise en place de tranchées filtrantes situées à faible profondeur.

e. Dimensionnement de la filière d'assainissement non collectif

Après l'intervention sur le terrain, se réalise la seconde phase importante de l'étude à la parcelle qui est le dimensionnement de la filière d'assainissement non collectif (dispositif de prétraitement et dispositif de traitement). Cette seconde phase s'effectue au bureau lors de la rédaction du rapport de l'étude. Pour dimensionner le dispositif de prétraitement, c'est-à-dire la fosse toutes eaux, le seul critère à prendre en compte est le volume des eaux usées domestiques issues de l'habitation qui est fonction de la capacité d'accueil potentielle de la maison. En ce qui concerne le dispositif de traitement, deux critères sont à prendre en compte (i) à nouveau le volume des eaux usées domestiques et, (ii) les mesures de perméabilité calculées précédemment.

i. Estimation du volume des eaux usées domestiques

Le volume des eaux usées domestiques issues d'une habitation ne repose pas sur le nombre réel d'occupants résidants dans la maison, mais sur la capacité d'accueil potentielle de cette même habitation.

D'après l'article 5 de l'arrêté du 7 mars 2012 modifiant l'arrêté du 7 septembre 2009, cette capacité d'accueil potentielle se définit par le nombre de Pièces Principales (PP) présentes dans la maison, et que nous exprimons par la suite en Equivalents.Habitants (EH) selon la formule suivante : 1 PP = 1 EH. Ce même arrêté définit la quantité de pollution journalière rejetée par un habitant comme un équivalent.habitant, soit un équivalent.habitant représente 150 litres d'eaux usées et 60 grammes de DBO5.

Au niveau national, afin d'évaluer le nombre de pièces principales d'une maison, l'article R. 111-1-1 du code de la construction et de l'habitation indique qu'une habitation est composée de pièces principales destinées au séjour (salon – salle à manger), au sommeil (chambre) et de pièces de service de type salle de bains, cuisine … .

Par contre, d'après l'arrêté préfectoral du Gard N° 2005-00071 portant réglementation des conditions de mise en œuvre, d'entretien et de mise hors service des systèmes d'assainissement non collectif, le nombre de pièces principales d'une habitation est égal au nombre de chambres + 2 (les pièces destinées au séjour ne sont pas prises en compte pour l'évaluation du nombre de pièces principales d'une habitation dans le Gard, contrairement aux habitations dans les autres départements de la région Languedoc Roussillon).

Résultat du calcul : L'habitation possède un total de quatre chambres. Ainsi, d'après l'arrêté préfectoral du Gard, la maison présente un nombre total de six pièces principales (6 PP), soit une capacité d'accueil potentielle de six équivalents.habitants (6 EH). Etant donné qu'un EH équivaut à un volume d'eaux usées de 150 litres par jour et 60 grammes de DBO5, alors la charge hydraulique obtenue pour ce logement est de 900 litres d'eaux usées par jour et 360 grammes de DBO5.

ii. Dimensionnement du dispositif de prétraitement

D'après l'arrêté du 7 mars 2012, le dimensionnement d'une fosse toutes eaux se calcule par rapport au nombre de pièces principales de l'habitation, à savoir un volume de 3 000 litres jusqu'à cinq pièces principales, puis un volume de 1 000 litres supplémentaire par pièce principale ajoutée.

Résultat du dimensionnement de la fosse toutes eaux : L'habitation possédant un nombre total de six pièces principales, il est alors nécessaire d'implanter une fosse toutes eaux de 4 000 litres. Il est important de noter que la fosse toutes eaux doit être préférentiellement située à une distance inférieure de 10 mètres de la sortie des eaux usées domestiques. En effet, dans le cas contraire, le tuyau d'amenée des eaux brutes vers la fosse peut subir des problèmes de colmatage (amas de graisses pouvant geler l'hiver par exemple).

iii. Dimensionnement du dispositif de traitement

Comme vu précédemment, le contexte géo-pédologique observé lors de la phase de terrain autorise la réalisation d'un dispositif d'assainissement non collectif classique par tranchées filtrantes situées à faible profondeur.

Rappel des résultats de l'étude :

- Nature du sol et du sous - sol : Limon sableux fin à quelques galets
- Epaisseur de sol suffisante > 0,70 mètre sous l'épandage sous entendu > 1,30 mètre épandage compris
- Absence de nappe superficielle
- Sol perméable : K_{moyen} = 55 mm / h
- Capacité d'accueil potentielle de 6 pièces principales soit un volume d'eaux usées journalier de 900 litres.

Le **Tableau 5** suivant donne les dimensionnements des épandages selon la norme française en fonction de la capacité d'accueil potentielle de l'habitation et du coefficient de perméabilité du sol.

Tableau 5 *: Dimensionnement de l'épandage selon le DTU 64.1*

	Valeur de perméabilité (mm / h)	de 15 à 30	de 30 à 50	de 50 à 200	supérieur à 200 (sol de type sableux)
Dimensionnement	Jusqu'à 5 pièces principales	Choix du bureau d'études	Tranchées d'épandage 50 mètres linéaire	Tranchées d'épandage 45 mètres linéaire	Lit d'épandage 30 m²
	Au-delà de 5 pièces principales	Choix du bureau d'études	Tranchées d'épandage 10 mètres linéaire par pièce principale supplémentaire	Tranchées d'épandage 9 mètres linéaire par pièce principale supplémentaire	Lit d'épandage 6 m² par pièce principale supplémentaire

Ces données ont été établies à partir de l'abaque de dimensionnement des épandages souterrains du CTGREF établi en 1980 (aujourd'hui IRSTEA : Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture). Celui – ci permet de déterminer la surface filtrante nécessaire pour la filière en fonction de la perméabilité du sol et du volume d'eaux usées.

Résultat du dimensionnement de la filière tranchées filtrantes : Pour une perméabilité moyenne de 55 mm / h, en lisant l'abaque du CTGREF (**Annexe 9**), nous obtenons une charge hydraulique admissible de 36 litres d'eaux prétraitées / m² de surface filtrante / jour pour un épandage permanent (maison habitée à l'année). De ce fait, avec un volume d'eaux usées domestiques de 900 litres par jour, la surface totale filtrante doit être au minimum de 25 m² (900 litres par jour / 36 litres par m² par jour). Les tranchées mesurant 0,50 mètre de largeur, il faut donc 50 mètres minimum (25 / 0,50) de tranchées filtrantes.

Or, il est important de noter que ce dimensionnement théorique reste une indication. En effet, nous devons tenir compte impérativement des recommandations de la norme française (DTU 64.1), qui a décidé de sur-dimensionner les dispositifs afin de garantir un bon fonctionnement de celui – ci.

Ainsi, compte tenu des recommandations minimum du DTU 64.1, qui préconise un minimum de 45 mètres linéaire de tranchées filtrantes dans la gamme de perméabilité entre 50 et 200 mm / h jusqu'à cinq pièces principales + neuf mètres par pièce principale supplémentaire (six pièces principales dans notre cas d'étude), il sera alors nécessaire de disposer de 54 mètres linéaire de tranchées filtrantes. De part la morphologie de la parcelle, nous préconisons de mettre en place cinq tranchées de 11 mètres de longueur, soit 55 mètres linéaire. En **Annexe 10** se trouve le plan d'implantation de la filière d'assainissement non collectif sur la parcelle.

f. Conclusion de l'étude

A l'issue de cette étude à la parcelle, nous avons donc déterminé que le sol était apte à recevoir un nouveau système d'assainissement non collectif. Par notre étude de sol, nos observations géologiques de surface et nos essais de perméabilité, nous avons également justifié le choix de la nouvelle filière ainsi que son dimensionnement à mettre en œuvre. Le rapport de l'étude a ensuite été remis en trois exemplaires : un rapport à conserver par les propriétaires, un rapport à remettre par les propriétaires à l'entreprise de terrassement choisie et le dernier rapport à donner au SPANC de la communauté des communes de Beaucaire pour validation avant le démarrage des travaux. C'est uniquement quand le rapport remis au SPANC est validé (essentiellement vérification du respect de la règlementation et de la norme française) que les travaux peuvent être entrepris. Notre travail peut donc se poursuivre en tant que conseiller auprès de l'entreprise de terrassement s'il y a besoin de précisions particulières à ajouter.

2. Exemple d'étude avec solution de traitement par sol reconstitué

Ce second exemple a été choisi dans le but d'illustrer une étude dont la solution de traitement s'effectue non pas par le sol en place comme vu précédemment, mais par l'intermédiaire d'un sol reconstitué. Toutes les étapes générales réalisées lors de l'intervention sur le terrain sont identiques ; ainsi, cette mission sera « simplifiée » et seuls les résultats de l'étude seront énoncés afin de mettre en avant directement le choix de la filière d'assainissement ainsi que son dimensionnement.

Il s'agit d'une étude réalisée dans le cadre de la réhabilitation de la filière d'assainissement non collectif d'une habitation sur la commune de Montpellier dans l'Hérault.

a. Résultats de l'intervention sur le terrain

Résultat du sondage de reconnaissance de sol : Le sondage réalisé ici à la tarière à moteur au droit de la future zone d'épandage retenue a révélé sous une fine épaisseur de remblais mélangé avec de la terre végétale (0,10 mètres par rapport au Terrain Naturel actuel), un limon légèrement argileux de couleur marron rougeâtre à cailloutis calcaires sub-anguleux de taille centimétrique (**Figure 10**). Cet horizon correspond à l'horizon d'altération du calcaire sous - jacent. Celui-ci apparaît compact et fissuré, et nous a imposé un refus de la tarière (impossibilité de continuer à creuser) à partir de 0,60 mètres / TN.

Figure 10 *: Photographie montrant le limon à cailloutis calcaires*

Ce résultat indique que : (i) le toit du substratum se situe à environ 0,60 mètres par rapport au terrain naturel d'où une épaisseur de sol meuble inférieure à 0,70 mètres sous l'épandage (sol insuffisant épais pour assurer l'épuration des eaux usées), (ii) le substratum est de nature calcaire compact et fissuré et, (iii) la nappe n'a pas été atteinte et se situe à grande profondeur (absence de traces d'hydromorphie).

Résultat des deux tests de perméabilité du sol : Les deux tests de perméabilité effectués au droit de la future zone d'épandage retenue (K1 et K2) ont révélé :

- une perméabilité K1 = $4{,}61.10^{-5}$ mètres / seconde soit K1 = 176 millimètres / heure
- une perméabilité K2 = $2{,}89.10^{-5}$ mètres / seconde soit K2 = 98 millimètres / heure

De ce fait, nous retiendrons une perméabilité moyenne de $3{,}75.10^{-5}$ mètres / seconde soit 137 millimètres / heure.

Ainsi, selon le DTU 64.1, le sol présent peut être considéré comme perméable et donc apte à évacuer les eaux usées issues de l'habitation. Notons que les deux essais ont été réalisés dans l'horizon d'altération du calcaire qui apparaît donc déjà bien perméable. Au niveau du substratum calcaire sous – jacent, la fissuration et fracturation de celui – ci provoquera une perméabilité d'ensemble souvent supérieure à 500 mm / h, que nous considérons comme une perméabilité en grand.

Résultat du nivellement : La topographie de la zone d'étude correspond à une butte rocheuse et se caractérise par la présence de terrasses. Ainsi, nous avons retenu comme futur emplacement du nouveau système d'assainissement la zone située en aval de l'habitation afin de permettre un écoulement gravitaire des eaux usées.

b. Choix et dimensionnement de la filière d'assainissement non collectif

L'ensemble des résultats acquis lors de la phase de terrain permet de conclure que la zone d'épandage peut recevoir une filière d'assainissement dont uniquement la dispersion des eaux peut s'effectuer par le sol en place (sol perméable en grand). Cependant, l'épuration des eaux ne pourra s'effectuer que par la mise en place d'un sol reconstitué (sol meuble naturel insuffisamment épais) par du sable. Dans notre cas, il s'agit d'un dispositif par filtre à sable non drainé.

Résultat du volume des eaux usées domestiques : L'habitation possède un total de trois chambres, d'un salon – séjour et d'une salle de jeux. Ainsi, d'après l'article R. 111-1-1 du code de la construction et de l'habitation, la maison présente un nombre total de cinq pièces principales (5 PP), soit une capacité d'accueil potentielle de cinq équivalents.habitants (5 EH). Etant donné qu'un EH équivaut à un volume d'eaux usées de 150 litres par jour et 60 grammes de DBO5, alors la charge hydraulique obtenue pour ce logement est de 750 litres d'eaux usées par jour et 300 grammes de DBO5.

Résultat du dimensionnement de la fosse toutes eaux : L'habitation possédant un nombre total de cinq pièces principales, il est alors nécessaire d'implanter une fosse toutes eaux de 3 000 litres.

Résultat du dimensionnement du filtre à sable non drainé : Compte tenu des bonnes perméabilités du calcaire et en appliquant le dimensionnement de l'arrêté du 7 septembre 2009 qui préconise une surface de 5 m² par pièce principale (cinq pièces principales dans notre cas d'étude), il sera alors nécessaire de disposer d'une surface de filtre à sable non drainé de 25 m² (cinq mètres de largeur et cinq mètres de longueur).

3. Exemples d'études aboutissant à des conclusions plus complexes

Dans un certain nombre de cas d'étude (minoritaires par rapport aux études classiques), les caractéristiques du sol / sous – sol et du terrain rencontrées peuvent ne pas être compatibles avec l'implantation d'une filière d'assainissement non collectif classique. En effet, un épandage souterrain ne peut pas être installé si les conditions du site d'étude sont défavorables ; parmi ces conditions, les cas les plus couramment rencontrés sont les suivants **[B]** :

a. Niveau affleurant de la nappe souterraine

Dans certains secteurs du Languedoc Roussillon et plus particulièrement dans les villes et villages proches de la Mer Méditerranée (Aigues - Mortes, La Grande Motte, Le Grau du Roi …), se localise une nappe souterraine à faible profondeur. A titre d'exemple, sur une étude réalisée à Aigues – Mortes, la nappe souterraine se localise à environ 0,50 mètre par rapport au terrain naturel (observation de celle – ci lors du sondage à la tarière manuelle – remontée d'eau). De ce fait, il n'est pas possible d'implanter un épandage souterrain à cet endroit. En effet, durant l'hiver, le niveau de la nappe souterraine peut atteindre le niveau du fond de l'épandage avec pour conséquence un engorgement de l'épandage et une stagnation des eaux usées prétraitées en surface **[B]**. Pour surmonter cette contrainte, deux solutions sont possibles : (i) surélever la

zone d'épandage par la mise en place d'un tertre d'infiltration (**Figure 11**), constitué par un tertre de sable (0,70 mètre minimum) rapporté sur le terrain et, (ii) évacuer les eaux préalablement traitées par une microstation d'épuration directement dans la roubine d'écoulement pérenne (le rejet doit préférentiellement s'effectuer dans un cours d'eau non stagnant afin d'éviter le développement de gîtes à moustiques) et située en bordure de la propriété.

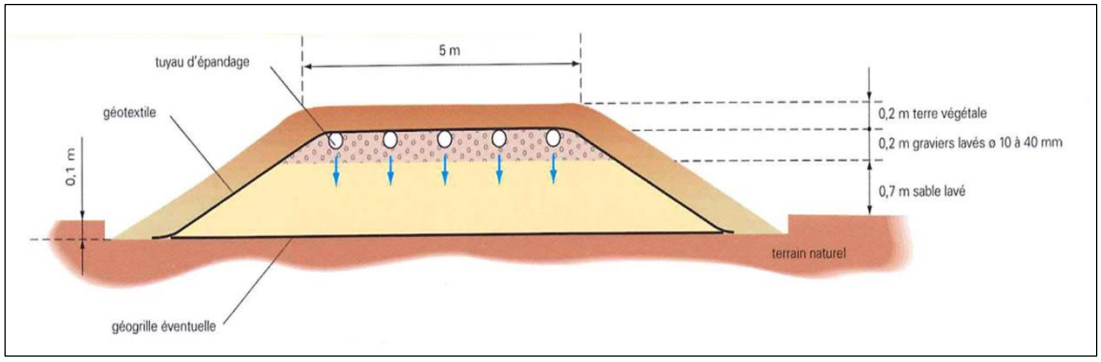


Figure 11 *: Schéma représentant un tertre d'infiltration [D]*

Pour l'ensemble de ces types de cas d'étude, un rejet dans un cours d'eau de surface après station d'épuration reste privilégié par les propriétaires par rapport à l'implantation d'un tertre d'infiltration qui reste une solution contraignante (dispositif difficile à intégrer près d'une habitation construite sur un terrain plat).

b. Forage d'alimentation en eau potable sur la parcelle

Certaines habitations isolées ne sont pas raccordées au réseau public de distribution d'eau potable ; de ce fait, ils possèdent sur leur parcelle un forage d'alimentation en eau potable. Dans le cadre de l'article 2 de l'arrêté du 7 septembre 2009, « les installations d'assainissement non collectif ne doivent pas présenter de risques de pollution des eaux souterraines ou superficielles, particulièrement celles prélevées en vue de la consommation humaine ». C'est pourquoi l'implantation d'une installation d'assainissement non collectif est interdite à moins de 35 mètres d'un captage. Cependant, sur des terrains à surface réduite, cette distance devient difficile à respecter. Pour surmonter cette contrainte, deux solutions sont possibles : (i) installer une microstation à 35 mètres (emprise au sol réduite comparé aux filières classiques) et évacuer les eaux traitées par un rejet direct dans un fossé et, (ii) installer en sortie du forage des compléments permettant de purifier l'eau.

c. Distance par rapport aux limites de propriété non respectée

Dans le cas où la surface de la parcelle est réduite, il est possible que la distance de 3 mètres (ou 5 mètres dans le département du Gard, 30) entre la filière d'assainissement et la limite de propriété voisine ne soit pas respectée. Afin d'y déroger, il est essentiel d'obtenir une servitude devant notaire de l'acceptation du voisin de mettre votre épandage à moins de 3 mètres. Dans le cas contraire, le voisin aura le droit de vous faire enlever le dispositif.

V. Bilan sur les autres missions

Tout au long de mon stage, j'ai ainsi eu l'occasion de participer activement à de multiples investigations de terrain en passant par les interprétations de résultats jusqu'à la rédaction de rapports d'études, et cela sur tous les domaines de compétence du bureau d'études ARGEO : (i) assainissement des eaux usées, (ii) réhabilitation de sites et sols potentiellement pollués, (iii) études géologique et géotechnique générales et, (iv) études hydrogéologiques. Par cette présente partie, je souhaite donc faire partager l'ensemble de ces missions réalisées. En **Annexe 11** se trouve un calendrier récapitulant les missions réalisées.

1. Etudes d'assainissement des eaux usées à grande échelle

Comme présenté précédemment dans le rapport, la majorité des études d'assainissement des eaux usées s'effectuent chez les particuliers. Toutefois, durant le stage, j'ai eu la chance de réaliser une étude pour un projet d'assainissement à plus grande échelle, sur la commune de Celles dans le département de l'Hérault (34). Il s'agit d'un village exproprié lors de la mise en eau du barrage du Lac du Salagou dans les années 1960 et souhaitant aujourd'hui se reconstruire et à nouveau accueillir des habitants. Notre travail a consisté à émettre un avis géologique et géotechnique de faisabilité sur la future zone retenue pour la filière d'assainissement des eaux usées dans le but de déterminer son dimensionnement et sur le long du tracé de la future tranchée de collecte des eaux usées issues de la microstation en direction de la zone d'épandage. En effet, ce projet envisage de réaliser une filière de traitement de type microstation à culture de bactéries fixées (explication du principe en paragraphe III.4.d). Les eaux traitées seront ensuite acheminées à travers le village de Celles et redistribuées dans des tranchées d'irrigation - dispersion - infiltration sur une zone appelée "Géoassev" (Géo assainissement par évapotranspiration). Ce procédé consiste à utiliser à la fois le pouvoir épurateur des sols et le mécanisme de l'évapotranspiration des arbres qui seront plantés sur toute la zone.

Sur le terrain, nous avons donc effectué des sondages de reconnaissance de sol grâce à l'utilisation d'une pelle mécanique sur toute la zone ainsi que des essais de perméabilité à charge hydraulique constante (même essai que nous effectuons chez les particuliers) au sein des matériaux susceptibles d'infiltrer les eaux (Annexe).

2. Réhabilitation de sites et sols potentiellement pollués

- Diagnostic d'une ancienne décharge brute :

Une des autres missions qui m'a été confiée a été de réaliser un diagnostic de sites et sols potentiellement pollués d'une ancienne décharge brute. Il s'agit d'une décharge anciennement exploité (il y a une trentaine d'années environ) et dont le projet est la construction de logements sur le terrain.

Sur le terrain, nous avons donc effectué des sondages de sol grâce à l'utilisation d'une pelle mécanique afin de rendre compte de la nature des déchets (gravats, ferrailles, plastiques, verre ...) présents sur toute la zone de la décharge (maillage du secteur), de leur organisation spatiale et de la nature du substratum sous - jacent. L'ensemble des sondages ont fait l'objet d'observations organoleptiques sur toute la profondeur de la fouille afin de constater la présence ou non d'une première contamination du sol. Au droit de quatre sondages, nous avons réalisé des prélèvements de sols, conditionnés dans des flacons

Figure 12 *: Photographie des flacons utilisés pour le prélèvement de sol*

spécifiques (en verre ; **Figure 12**) et transmis au laboratoire d'analyse (analyse des éléments en trace métalliques et des hydrocarbures aromatiques polycycliques). Les résultats d'analyses sont ensuite exploités en fonction des différentes valeurs guides de référence qui correspondent aux Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR), puis comparés selon divers scénarios cohérents et adaptés au devenir du site à l'aide de grilles de calcul : c'est l'établissement d'une Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) voire d'un Plan de Gestion si nécessaire (PG). Toutes ces démarches sont en cohérence avec la règlementation relative aux sites et sols pollués qui est la Circulaire du 8 février 2007.

- Levée de doute pour une carrosserie :

Aussi, dans le cadre d'une vente d'une carrosserie, j'ai eu l'opportunité de participer à une levée de doute. Ceci consiste à prendre connaissance des lieux, à faire une visite de site en compagnie du responsable et / ou de personnes salariées. A l'issue de cette visite préalable, un rapport d'étude est rédigé pour conclure de la nécessité ou non d'effectuer une étude plus approfondie (sondages de sol, prélèvement et analyses) afin de caractériser l'état de contamination des sols. Dans notre cas, notre enquête historique menée auprès de l'exploitant et l'absence de trace de pollution (pas de cuve à fioul enterrée, pas de traces d'huiles usagées visibles sur les sols, déchets solides stockés dans une benne et déchets liquides gérés par des entreprises de traitement de déchets spécialisées), nous a permis de conclure qu'il n'était pas nécessaire de prévoir d'investigations complémentaires dans le cadre d'un diagnostic de pollution plus approfondi.

- Mailing aux notaires :

J'ai également été sollicité afin de réaliser une campagne de « mailing » avec envoi d'une plaquette d'informations et d'une lettre explicative à tous les notaires des départements du Gard (30), de l'Hérault (34), du Vaucluse (84) et des Bouches du Rhône (13) afin de faire connaître le bureau d'études ARGEO dans le domaine du diagnostic de sites et sols potentiellement pollués. Les notaires sont en effet chargés de vérifier ces éléments lors de la vente de sites à activités potentiellement polluantes. Au total, près de 200 notaires ont été contacté par ce courrier.

3. Etudes géologique et géotechnique

- Etudes générales :

Egalement, j'ai effectué des études géologiques générales toujours en compagnie des ingénieurs, dans le cadre principalement de projets de construction de lotissements ou de zones d'activités. Notre travail a consisté à émettre un avis géologique et géotechnique de faisabilité sur les futures zones de projets avec étude également de la faisabilité d'un bassin de rétention – infiltration des eaux pluviales. En effet, ces missions ont été réalisées dans le but de déterminer la nature des sols et du substratum en place par des fouilles à la pelle mécanique (**Figure 13**), des essais de perméabilité *in situ* et des observations géologiques de surface. Facultativement, il a été prélevé des échantillons de sol pour envoi à un laboratoire de géotechnique afin de déterminer l'état hydrique du sol, la classification GTR (Guide des Terrassements Routiers) et la composition granulométrique du sol. Les fouilles géologiques et l'analyse en laboratoire sont effectuées dans le but de déterminer les conditions de réemploi des futurs déblais.

Figure 13 *: Photographie d'une pelle mécanique lors d'une étude géologique pour une future zone d'activité*

Egalement, j'ai participé à l'étude géologique et géotechnique de faisabilité et le suivi de chantier pour la construction d'une plateforme d'entreposage de boues de station d'épuration. Notre travail a consisté à évaluer l'épaisseur de la couche d'argile à entreposer pour la plateforme afin d'assurer une imperméabilité suffisante (**Figure 14**), à dimensionner cette plateforme (pentes suffisantes pour assurer un bon écoulement des lixiviats vers le bassin de récupération) et à assurer le suivi du chantier (contrôles réguliers, conseils à l'entreprise, essais de perméabilité *in situ*). Cette mission m'a également permis la visite de la carrière d'argile des Milles près d'Aix-en-Provence, carrière servant de site d'emprunt.

Figure 14 *: Photographie de la plateforme en argiles en cours de réalisation (compactage de l'argile)*

- Sondage carotté :

J'ai pu suivre la réalisation d'un sondage carotté de dix mètres de profondeur au sein d'un calcaire affleurant. Notre travail a consisté à émettre un avis géologique et géotechnique préliminaire de faisabilité concernant la construction d'une plateforme qui supportera une future station d'épuration. Le carottage nous a permis de confirmer la nature et l'état du substratum en place. Comme le montre la **figure 15**, le calcaire est apparu très disloqué et se débitant en gros blocs et cailloutis de taille pluricentimétrique. Mais lorsqu'il est en place, ce calcaire montre un aspect très compact et rigide; la plateforme se montrera donc stable et rigide pour supporter la future station d'épuration.

Figure 15 *: Photographie d'une carotte de calcaire*

- Bassins de cave :

Aussi, j'ai réalisé une étude sur trois bassins d'une cave coopérative. Notre travail a consisté à effectuer des essais de perméabilité (20 au total) sur les vingt premiers centimètres du sol afin de rendre compte de l'imperméabilité de la couche de sol. En effet, il s'agit de bassins que les cavistes utilisent pour stocker leur effluent lors du nettoyage des cuves (**Figure 16**). Les effluents restent dans les bassins jusqu'à évaporation complète, et les dépôts au fond sont ensuite éliminés.

Figure 16 *: Photographies d'un bassin en fin d'évaporation et des effluents issus de la cave coopérative*

4. Etudes hydrogéologiques

J'ai assisté également à la pose d'un piézomètre à l'aide d'une foreuse. Le piézomètre a été installé en amont hydraulique de la nappe souterraine de la Vistrenque, nappe protégée afin de surveiller son niveau statique ainsi que la qualité de son eau. Sur le même terrain, nous avons effectué la mesure de ce niveau statique en aval hydraulique avec l'utilisation d'une sonde piézométrique.

Figure 17 *: Photographies de la foreuse (EGSA btp) et de la sonde piézométrique*

Conclusion générale

L'objectif principal de ce stage a été de découvrir le réel métier d'un ingénieur géologue et de me rendre compte des différentes fonctions que celui – ci réalise au sein du bureau d'études, tout en mettant en pratique les savoirs acquis durant ma formation universitaire. Ayant eu la chance d'assister activement mes deux maîtres de stage dans les différentes missions, j'ai donc eu l'occasion de participer à de multiples études sur tous les domaines de compétence du bureau d'études : assainissement des eaux usées, réhabilitation de sites potentiellement pollués, études géologique et géotechnique générales et études hydrogéologiques.

Aujourd'hui, après ces six mois de stage enrichissants et passionnants, j'ai réellement découvert les multiples facettes d'un ingénieur géologue en bureau d'études : (i) l'aspect relationnel avec la clientèle, (ii) les observations lors des investigations de terrain et, (iii) la recherche / réflexion lors de la rédaction des rapports d'études. En effet, j'ai eu l'occasion d'appréhender le contact relationnel avec la clientèle au travers d'appels téléphoniques (particuliers souhaitant des informations sur les études d'assainissement non collectifs pour un devis) ou lors de rencontres directes avec les clients. J'ai également appris à observer le terrain lors des missions (observation de rocher affleurant, analyse du contexte environnemental) et à réaliser des études complètes de sol me permettant de mettre en pratique tout l'aspect théorique. La rédaction des rapports d'études m'a permis de me familiariser avec le « type » d'écriture d'un bureau d'études.

Ce stage m'a donc permis d'avoir une vision totale du métier d'ingénieur géologue. J'ai ainsi pu augmenter et compléter mes connaissances acquises lors de mon cursus universitaire, développer mon autonomie et préciser mon souhait de travailler en bureau d'études.

Bibliographie

Sites Internet

[1] : www.géoportail.gouv.fr : Portail permettant l'accès à des données géographiques et la visualisation de cartes, éditées par l'Institut national de l'information géographique (IGN).

[2] : www.cieau.fr : Centre d'Information sur l'EAU ; site édité depuis 1995 donnant de nombreux renseignements sur le domaine de l'eau. Thèmes abordés : les ressources en eau en France et dans le monde, l'eau potable, les eaux usées … .

[3] : http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/recueil.php : Portail d'information sur l'assainissement communal du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie.

[4] : www.arehn.asso.fr : Agence régionale de l'Environnement de Haute Normandie ; Portail de documentation.

[5] : www.ascomade.org : Portail d'information sur l'Assainissement Non Collectif en Franche Comté ; Renseignements sur les différents textes réglementaires et la normalisation en France.

[6] : http://www.thau-agglo.fr/L-assainissement-non-collectif.html : Portail d'information sur les systèmes d'assainissement pour la communauté d'agglomération de Thau (Hérault)

[7] : http://www.oieau.fr : Office International de l'EAU.

[8] : www.cd2e.com : Centre expert pour l'émergence des écotechnologies, au service du développement des écoentreprises.

[9] : www.actu-environnement.com : L'actualité professionnelle du secteur de l'environnement.

[10] : www.infoterre.brgm.fr : portail donnant accès aux cartes géologiques de France

Ouvrages

[A] : BERLAND Jean-Marc et GODART Hugues. Techniques et gestion de l'assainissement non collectif – Règlementation et prétraitement. *Techniques de l'Ingénieur*. 10 août 2011.

[B] : L'assainissement individuel - Principes & Techniques actuelles. *Agence de Bassin Loire-Bretagne.* Octobre 1980.

[C] : Assainissement autonome : une démarche locale de service public. *Association des Maires de la Charente-Maritime.* Edition 2001.

[D] : Guide pratique – Installation d'assainissement autonome – Assainissement pour maison individuelle, en application du DTU 64.1. *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.* Edition 2001.

[E] : Gestion des eaux usées issues des métiers de bouche. *Centre National d'Innovation pour le Développement durable et l'Environnement dans les Petites entreprises (CNIDEP).* 2007.

[F] : JULLIAN Arnaud. Micro-stations utilisées pour le traitement des eaux usées en assainissement non collectif – Synthèse documentaire. *ONEMA*. Mai 2010.

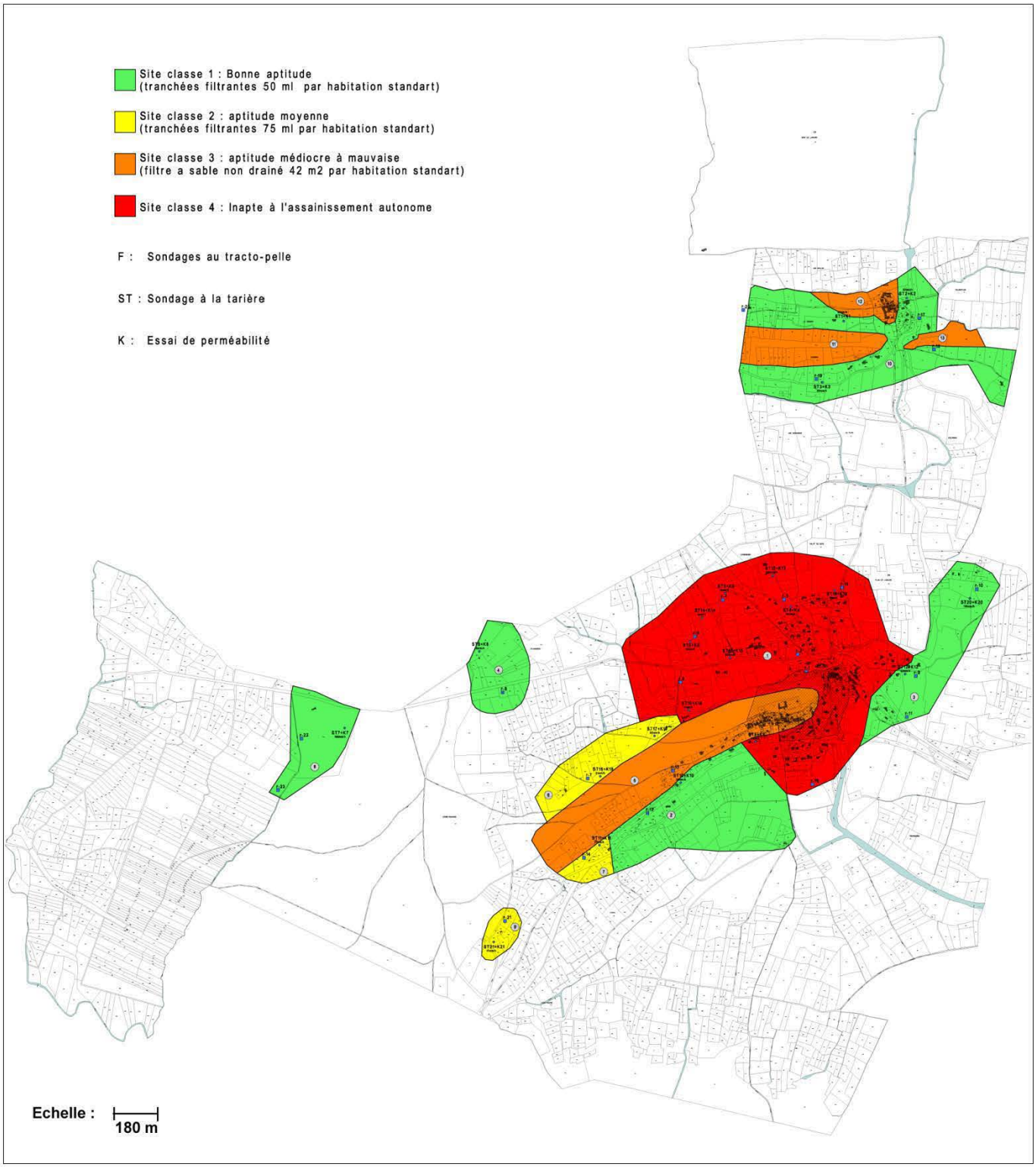
Publication

[a] : DIAZ – VALBUENA Libia, LEVERENZ Harold, CAPPA Christopher, TCHOBANOGLOUS George, HORWATH William et DARBY Jeannie. Methane, Carbon Dioxide, and Nitrous Oxide Emissions from Septic Tank Systems. *Environmental Sciences & Technology.* 2011. Vol.45, p.2741-2747.

Annexes

Annexe 1

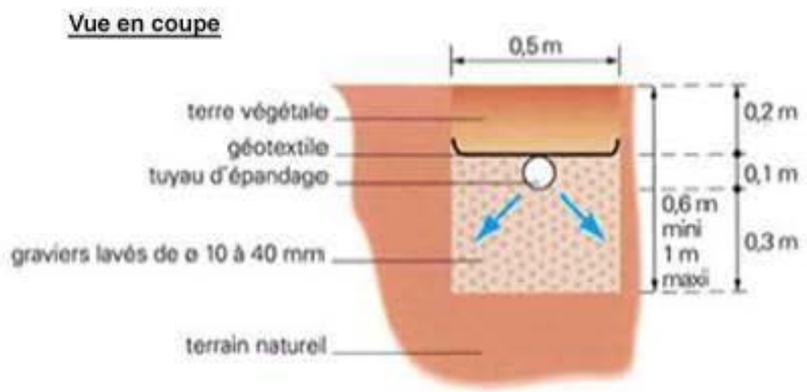
Carte d'aptitude des sols pour le zonage d'assainissement communal de Servier-et-Labaume dans le Gard (30)

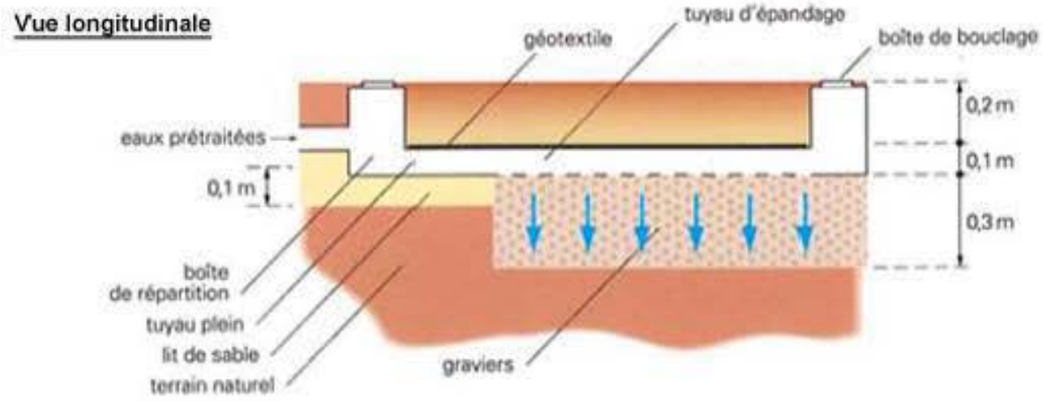

Site classe 1 : Bonne aptitude
(tranchées filtrantes 50 ml par habitation standart)
Site classe 2 : aptitude moyenne
(tranchées filtrantes 75 ml par habitation standart)
Site classe 3 : aptitude médiocre à mauvaise
(filtre a sable non drainé 42 m2 par habitation standart)
Site classe 4 : Inapte à l'assainissement autonome
F : Sondages au tracto-pelle
ST : Sondage à la tarière
K : Essai de perméabilité
Echelle :
180 m

Annexe 2

Vue en coupe et vue longitudinale d'un dispositif tranchées filtrantes ainsi que des photographies montrant la mise en place étape par étape de la filière

[Figures : D et Photographies : Données ARGEO]





Mise en place du gravier lavé (0,30 mètre)

Pose des tuyaux sur le gravier lavé

Raccordement des tuyaux entre eux

Recouvrement des tuyaux par du gravier

Mise en place du géotextile au dessus des graviers et de la terre végétale

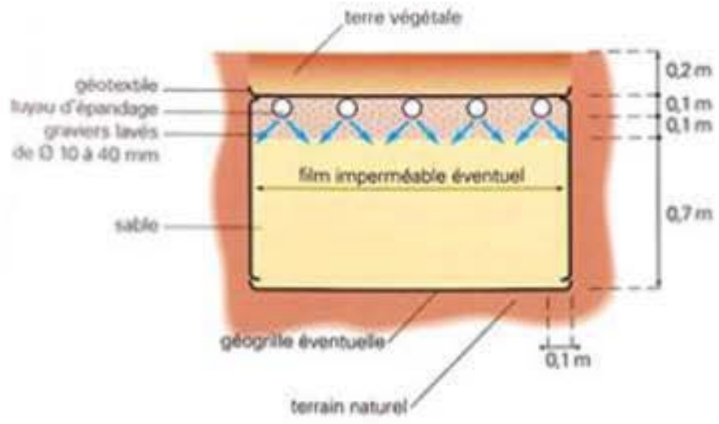
Vue sur le champ d'épandage fini

Annexe 3

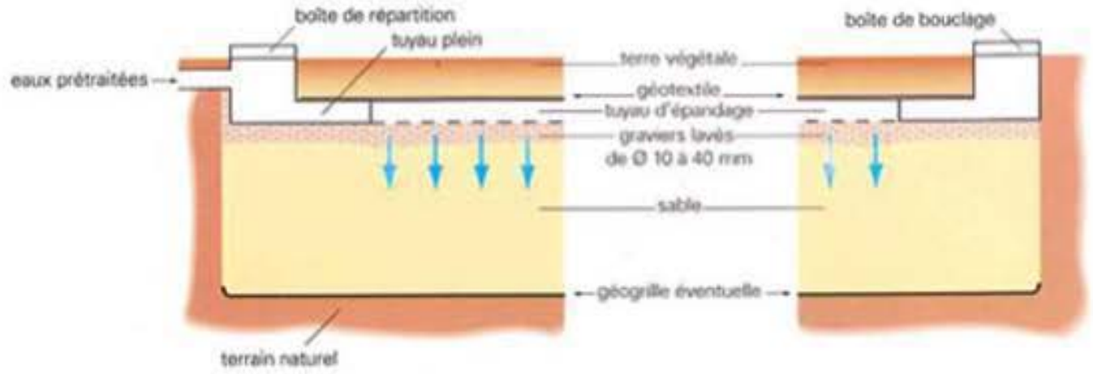
Vue en coupe et vue longitudinale d'un dispositif filtre à sable non drainé ainsi que des photographies montrant la mise en place de la filière

[Figures : D et Photographies : Données ARGEO]

Vue en coupe



Vue longitudinale



Terrassement en milieu rocheux pour la mise en place du filtre à sable - Utilisation d'un brise roche hydraulique

Vue du filtre à sable non drainé avec la paroi de sable

Terre végétale

Géotextile
Tuyau d'épandage

Graviers lavés

Sable

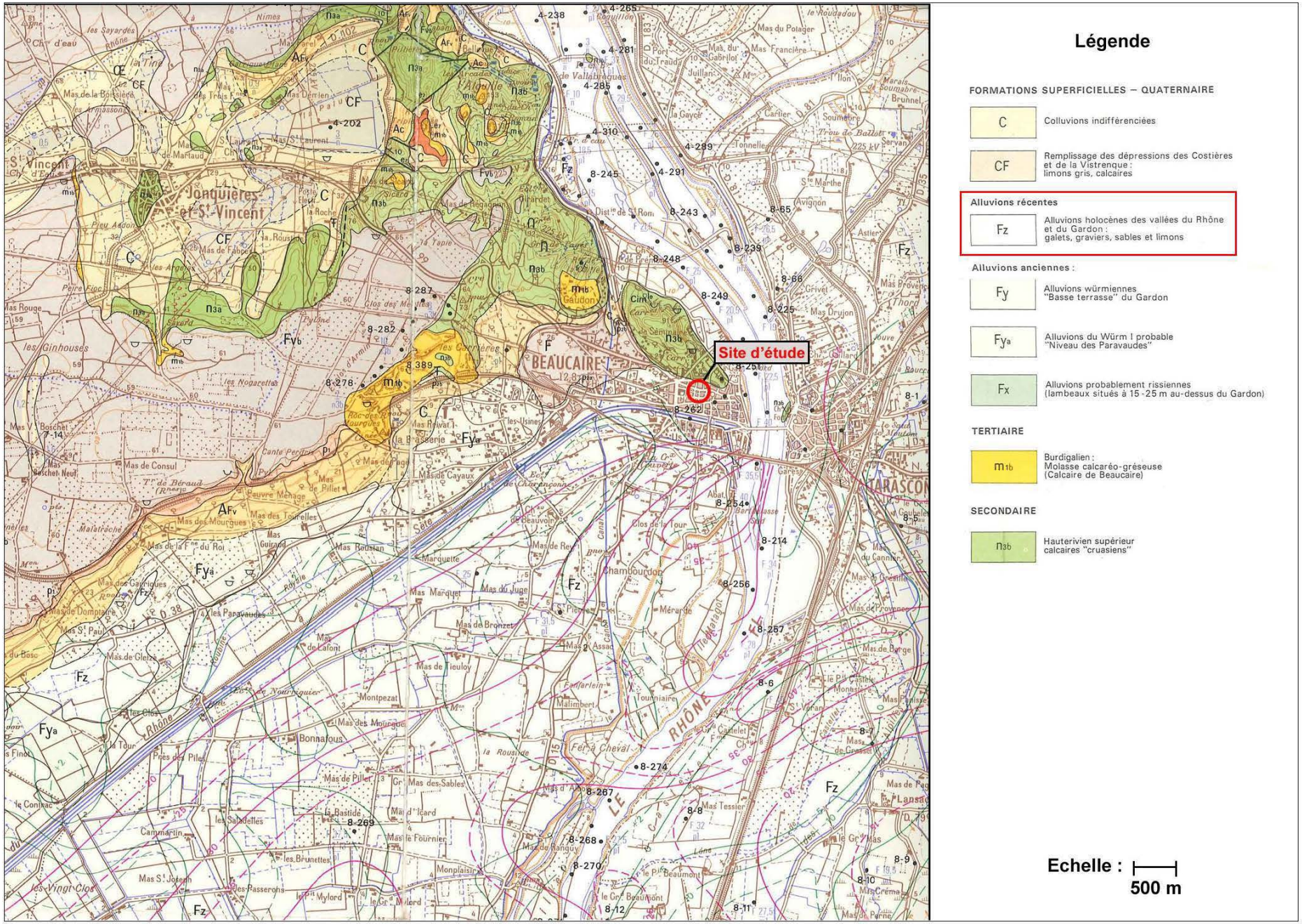
Coupe du filtre à sable non drainé

Annexe 4

Extrait de la carte géologique représentant la localisation du site d'étude **[10]**

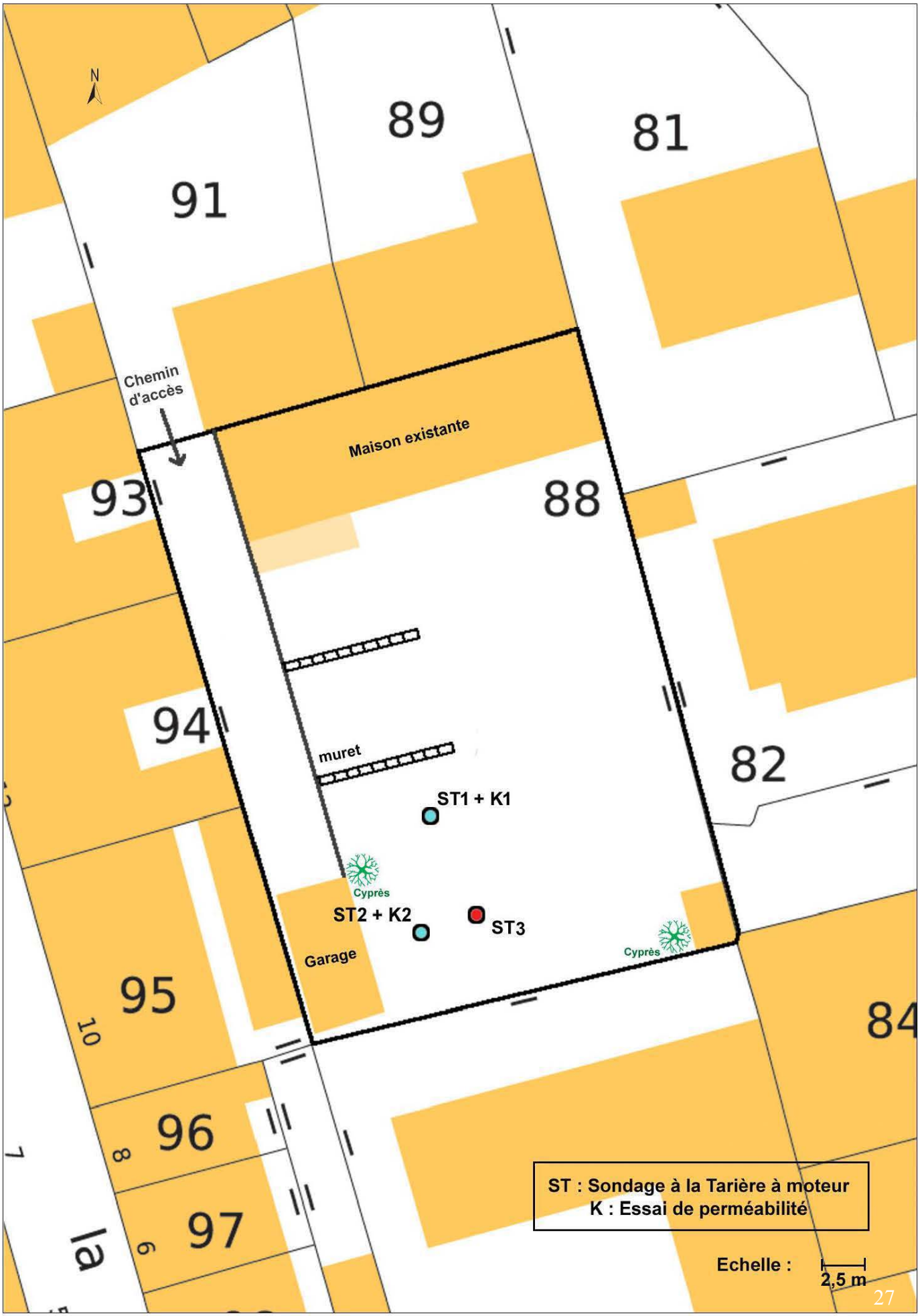
Suivi des ingénieurs lors des différentes missions

Les systèmes d'assainissement des eaux usées dans la région Languedoc Roussillon



Annexe 5

Plan d'implantation des sondages de reconnaissance de sol sur la parcelle


N
89
81
91
Chemin d'accès
Maison existante
93
88
94
muret
82
ST1 + K1
Cyprès
ST2 + K2
ST3
Garage
Cyprès
95
84
10
96
8
97
9
7
al
ST : Sondage à la Tarière à moteur
K : Essai de perméabilité
Echelle :
2,5 m

Annexe 6

Log stratigraphique de la nature du sol et du sous / sol

BEAUCAIRE
Assainissement autonome

ST1 - ST2 - ST3

Echelle : 0,2 m

Prof. en m	?	Coupe Lithologique	Observations
0 – 0.5 – 1 – 1.5 – 2 – 2.5 – 3 – 3.5 – 4	0 – 0.2 – 0.4 – 0.6 – 0.8 – 1 – 1.2 – 1.4 – 1.6 – 1.8 – 2 – 2.2 – 2.4 – 2.6 – 2.8 – 3 – 3.2 – 3.4 – 3.6 – 3.8	Terre Végétale Limon sableux fin marron grisâtre à quelques galets de taille pluricentimétrique	Arrêt Eau Néant

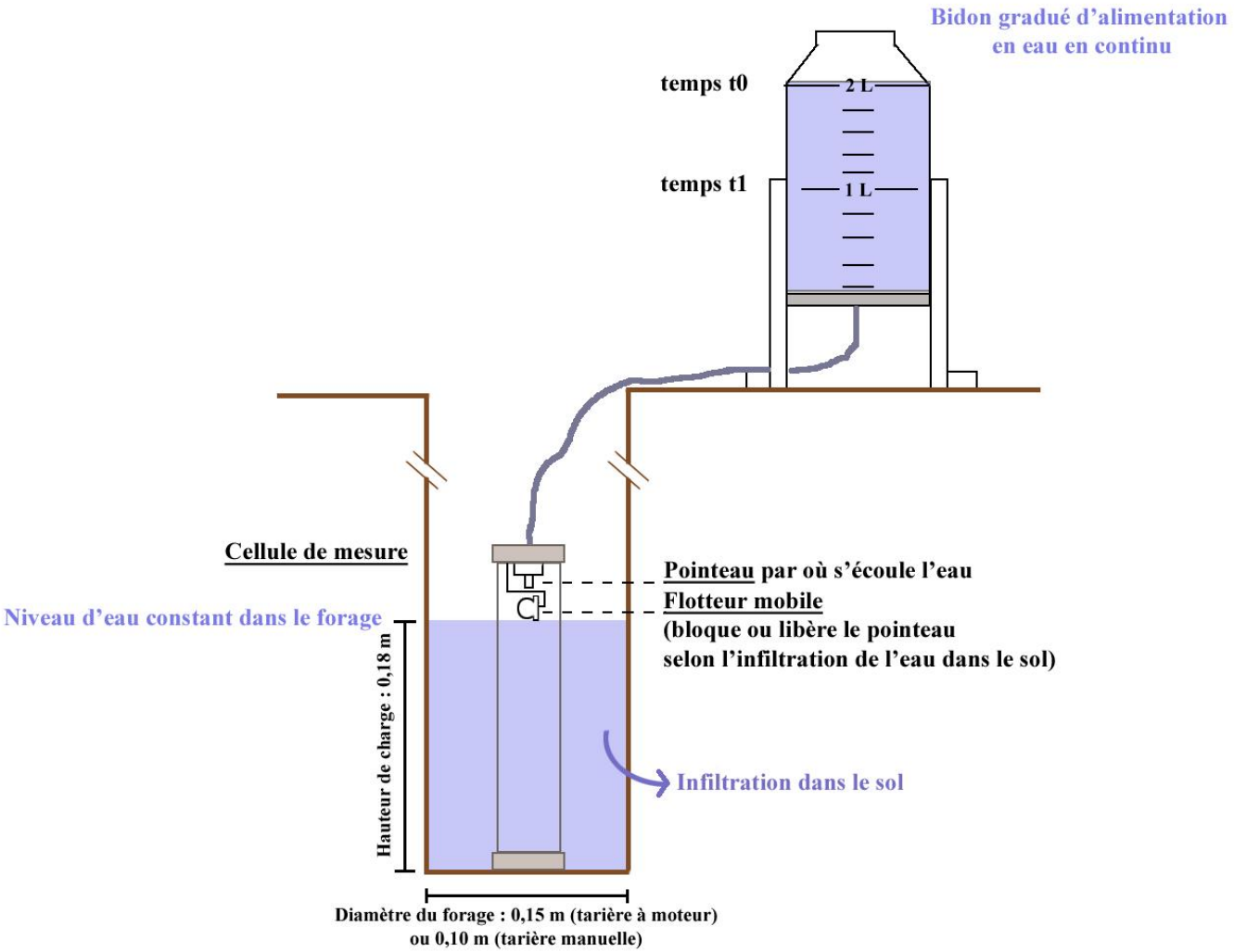
Photographie du sondage ST3

OBSERVATIONS:
Sondage exécuté à la tarière

Annexe 7

Mise en œuvre du test de percolation : essai de perméabilité à charge hydraulique constante

Sur leterrain : mesure du volume d'eau écoulé grâce au bidon, en fonction du temps



Annexe 8

Détail du calcul de perméabilité

Détail du calcul de perméabilité : application avec l'étude de cas

Données recueillies lors de la phase de terrain :

Essai 1 :	**t0 : 14h37**	**V0 = 2,0 L**	**Essai 2 :**	**t0 : 14h38**	**V0 = 2,0 L**
	t1 : 14h42	**V1 = 1,5 L**		**t1 : 14h43**	**V1 = 1,5 L**
	t2 : 14h47	**V2 = 1,0 L**		**t2 : 14h48**	**V2 = 1,0 L**
	t3 : 14h53	**V3 = 0,5 L**		**t3 : 14h55**	**V3 = 0,5 L**

Première étape de calcul :

Il faut calculer la valeur du débit pour chaque essai.

Pour cela, nous avons la formule suivante : Débit Q (m3/s) = $\frac{\text{Volume V (m3)}}{\text{Temps (s)}}$

Donc pour l'essai 1, nous avons : Q1 = 1,60.10-6 m3/s

Et pour l'essai 2 : Q2 = 1,47.10-6 m3/s

Seconde étape de calcul :

En application de la loi de Darcy : Q = K * S * L/H

La surface S comprend à la fois la superficie du fond et celle de la paroi verticale mouillée : S = 0,1025 m² (diamètre du sondage : 0,15 m et hauteur d'eau : 0,18 m)

La charge hydraulique L/H peut être considérée comme égale à 1 (charge hydraulique constante)

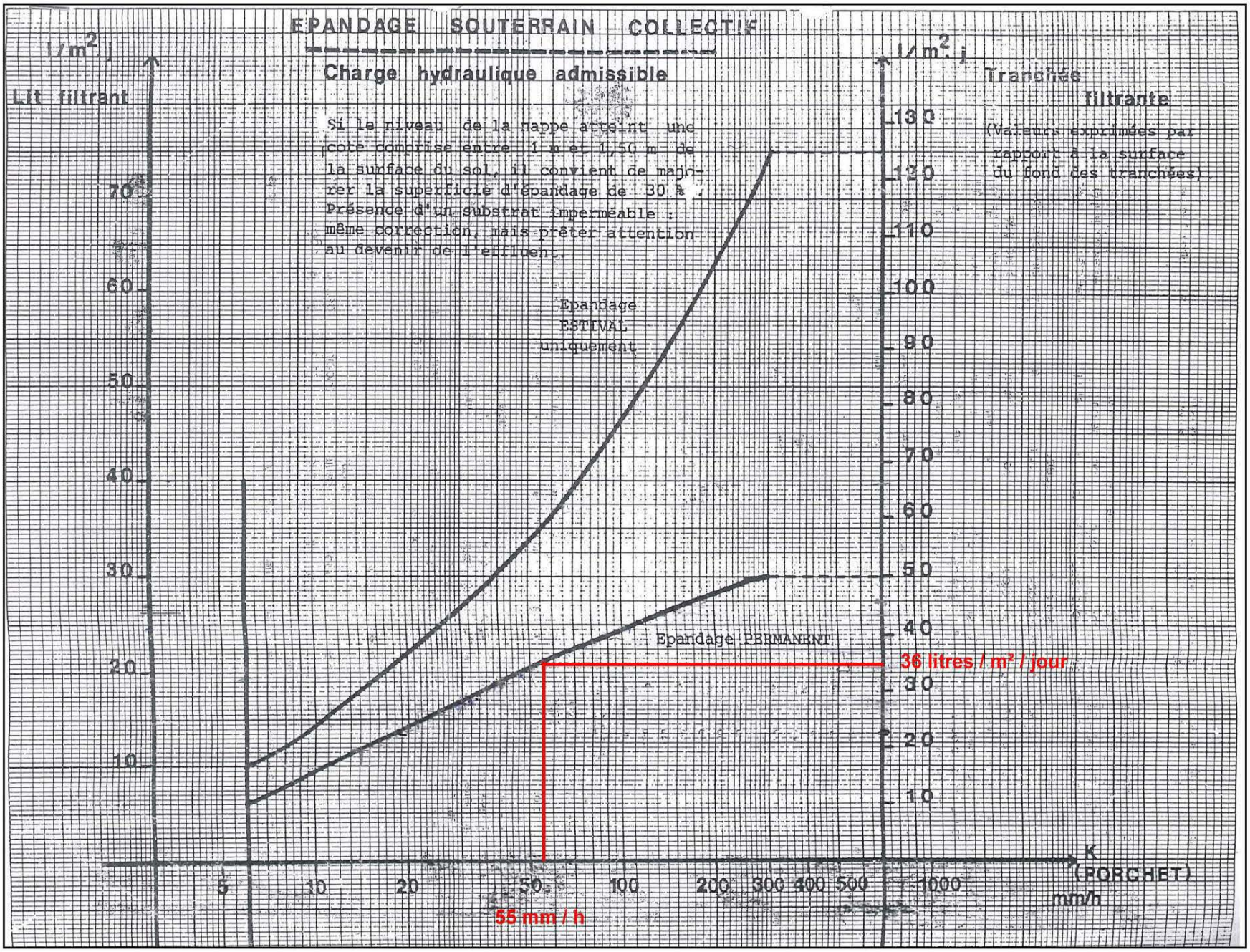
Donc : Q = K * S d'où K = Q / S

Donc pour l'essai 1, nous avons : K1 = 1,60.10-6 / 0,1025 = 1,55.10-5 m/s soit K1 = 56 mm / h

Et pour l'essai 2 : K2 = 1,54.10-6 / 0,1025 = 1,50.10-6 m/s soit K2 = 54 mm / h

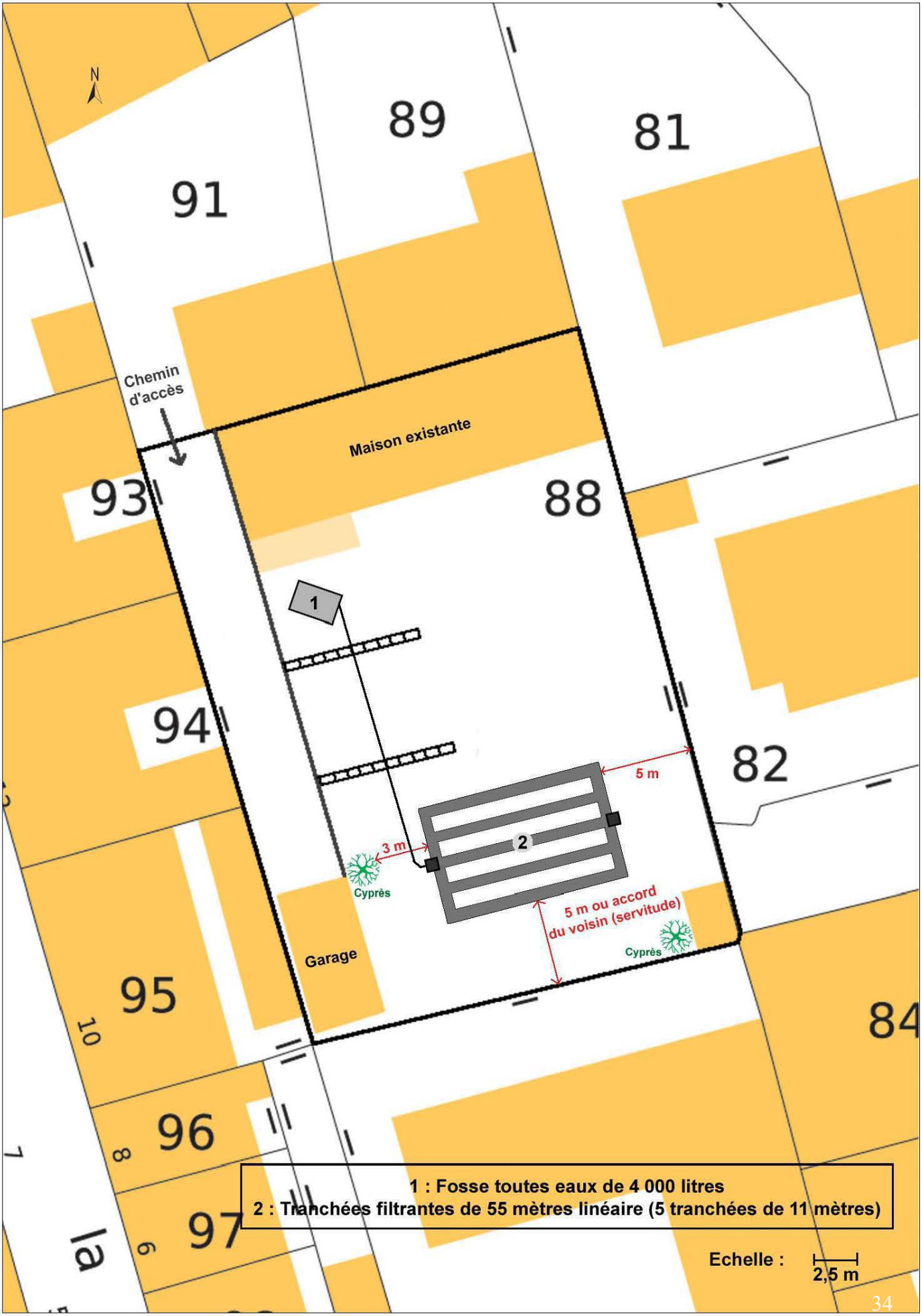
Annexe 9

Abaque de dimensionnement du CTGREF (1980) pour les épandages souterrains


EPANDAGE SOUTERRAIN COLLECTIF
Charge hydraulique admissible
Si le niveau de la nappe atteint une cote comprise entre 1 m et 1,50 m de la surface du sol, il convient de majorer la superficie d'épandage de 30 %.
Présence d'un substrat imperméable : même correction, mais prêter attention au devenir de l'effluent.
l/m² j
Lit filtrant
Tranchée filtrante
(Valeurs exprimées par rapport à la surface du fond des tranchées).
Epandage ESTIVAL uniquement
Epandage PERMANENT
36 litres / m² / jour
55 mm / h
K (PORCHET) mm/h
5
10
20
50
100
200
300
400
500
1000
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130

Annexe 10

Plan de l'implantation de la filière d'assainissement non collectif sur la parcelle


N
89
81
91
Chemin d'accès
Maison existante
93
88
1
94
82
5 m
2
3 m
Cyprès
5 m ou accord du voisin (servitude)
Cyprès
Garage
95
84
96
97
1 : Fosse toutes eaux de 4 000 litres
2 : Tranchées filtrantes de 55 mètres linéaire (5 tranchées de 11 mètres)
Echelle :
2,5 m

Annexe 11

Calendrier résumant l'ensemble des missions réalisées durant les six mois de stage

Suivi des ingénieurs lors des différentes missions

Les systèmes d'assainissement des eaux usées dans la région Languedoc Roussillon

Mars				Avril				Mai				Juin				Juillet				Août			
1	V	-		1	L			1	M	-		1	S	-		1	L			1	J	2 études	
2	S	-		2	M	Etude lotissement		2	J			2	D	-		2	M			2	V		
3	D	-		3	M			3	V	2 études		3	L	Etude lotissement		3	M			3	S	-	
4	L	1 étude		4	J	3 études		4	S	-		4	M	1 étude		4	J			4	D	-	
5	M	2 études		5	V			5	D	-		5	M	1 étude		5	V			5	L		
6	M			6	S	-		6	L			6	J			6	S	-		6	M		
7	J	1 étude		7	D	-		7	M	2 études		7	V			7	D	-		7	M		
8	V	Etude ZAC		8	L			8	M	-		8	S	-		8	L			8	J	Bassins de cave	
9	S	-		9	M			9	J	-		9	D	-		9	M	3 études		9	V		
10	D	-		10	M			10	V	-		10	L			10	M			10	S	-	
11	L			11	J	2 études		11	S	-		11	M			11	J	Suivi de chantier		11	D	-	
12	M	Etude plateforme de compostage		12	V	1 étude		12	D	-		12	M			12	V			12	L	Levée de doute pour une carrosserie	
13	M			13	S	-		13	L			13	J			13	S	-		13	M	3 études	
14	J	3 études		14	D	-		14	M	2 études		14	V			14	D	-		14	M		
15	V			15	L			15	M			15	S	-		15	L	Suivi de chantier		15	J	-	
16	S	-		16	M	3 études		16	J	1 étude		16	D	-		16	M	2 études		16	V		
17	D	-		17	M	Pose d'un piézomètre		17	V			17	L			17	M			17	S	-	
18	L			18	J	Etude lotissement		18	S	-		18	M	4 études		18	J	Etude géologique		18	D	-	
19	M	2 études		19	V			19	D	-		19	M			19	V			19	L		
20	M	2 études		20	S	-		20	L			20	J	Ancienne décharge		20	S	-		20	M		
21	J	1 étude		21	D	-		21	M	2 études		21	V			21	D	-		21	M		
22	V			22	L			22	M	2 études		22	S	-		22	L			22	J	3 études	
23	S	-		23	M	2 études		23	J	1 étude		23	D	-		23	M	3 études		23	V	-	
24	D	-		24	M			24	V	Etude géologique		24	L			24	M	3 études		24	S	-	
25	L			25	J	1 étude		25	S	-		25	M	3 études		25	J			25	D	-	
26	M	2 études		26	V			26	D	-		26	M	2 études		26	V			26	L		
27	M			27	S	-		27	L			27	J	1 étude		27	S	-		27	M		
28	J			28	D	-		28	M			28	V			28	D	-		28	M		
29	V	2 études		29	L			29	M	2 études		29	S	-		29	L			29	J		
30	S	-		30	M			30	J	Carottage de 10 m		30	D	-		30	M	Bassins de cave		30	V		
31	D	-						31	V							31	M	2 études		31	S	-	

Arrivée à ARGEO	Le lundi 4 mars 2013
Départ d'ARGEO	Le vendredi 30 août 2013

	Etudes d'assainissements non collectifs	**Phases de terrain**
	Diagnostics sites et sols potentiellement pollués	
	Etude géologique et géotechnique générales	
	Rédaction des rapports d'études	

Suivi des ingénieurs lors des différentes missions

Les systèmes d'assainissement des eaux usées dans la région Languedoc Roussillon

Résumé : Ce rapport de stage de fin de cursus s'inscrit dans le cadre de la formation du master deuxième année Géosciences : Planètes, Ressources et Environnement, spécialité Sols, Eaux et Environnement de l'Université de Lorraine. Durant six mois enrichissants et passionnants, j'ai eu l'opportunité d'intégrer le bureau d'études ARGEO en qualité de « collaboratrice stagiaire ».

L'objectif principal de ce stage a été de découvrir le réel métier d'un ingénieur géologue et de me rendre compte des différentes fonctions que celui – ci réalise au sein du bureau d'études, tout en mettant en pratique les savoirs acquis durant ma formation universitaire. Ayant eu la chance d'assister activement mes deux maîtres de stage dans les différentes missions, j'ai donc eu l'occasion de participer à de multiples études sur tous les domaines de compétence du bureau d'études : assainissement des eaux usées, réhabilitation de sites potentiellement pollués, études géologique et géotechnique générales et études hydrogéologiques.

Ce manuscrit traite plus particulièrement des études d'assainissements non collectifs dans la région Languedoc Roussillon. Le cadre réglementaire encadrant les prestations relatives aux assainissements non collectifs a été présenté dans une première partie. Dans une seconde partie, les diverses techniques en terme d'assainissement ont été détaillées. Dans une troisième partie, les différentes étapes de la réalisation d'une étude de sol complète en prenant trois types d'exemples a été réalisée. En quatrième et dernière partie, un bilan de toutes les missions a été effectué pour conclure ce rapport de stage.

Mots clés : assainissement non collectif - géologie - étude de sol - perméabilité - épandage souterrain

Follow of engineers during different missions

Systems of wastewater treatment in the region Languedoc Roussillon

Summary : This internship report of end course is part of the formation of the second year master Geosciences: Planets, Resources and Environment, soils, water and environment specialty, in University of Lorraine. For six months rewarding and exciting, I had the opportunity to integrate the engineering ARGEO as "associate trainee."

The main objective of this course was to discover the real job of a geological engineer and to realize different functions who performs in the office, while putting into practice the knowledge acquired during my university education. Having had the opportunity to actively assist my two tutors in different missions, so I had the opportunity to participate in multiple studies on all areas of competence of engineering: wastewater treatment, rehabilitation of potentially contaminated sites, geological studies and general geotechnical and hydrogeological studies.

This manuscript deals specifically with non-collective sewerage studies in the Languedoc Roussillon region. The regulatory framework governing benefits for non-collective sewerage was presented in the first part. In the second part, the various techniques in terms of sanitation were detailed. In the third part, the different stages of the realization of a complete ground by taking three types of examples was performed. In the fourth and final part, a review of all the missions was made to conclude this internship report.

Keywords : **non collective sewerage – geology – soil study – permeability – underground spreading**