

Caractérisation des Eaux Ménagères domestiques et de 3 filières de traitement associées

Rapport d'étude de suivi *in situ*

Étude réalisée par le Réseau de l'Assainissement Écologique et le Pôle Eco-
Assainissement des Baronnies Provençales

Florent BRUN – Toilettes Du Monde / RAE / PEABP
Christophe MEROTTO – Pierre et Terre / RAE
Célia CAMPAN – Toilettes Du Monde
Bastien TORRENT - Pierre et Terre

Septembre 2017

Résumé

Certaines configurations de l'habitat en France permettent la séparation des flux de l'assainissement. Le principe du traitement puis de la valorisation des eaux ménagères se base aussi sur le « tri » à la source. La réglementation française de l'Assainissement Non Collectif n'aborde pas les dispositifs de traitement qui peuvent être réservés aux eaux ménagères et propose d'appliquer « un dimensionnement de l'installation au flux généré » sans considérer sa composition. L'objectif de l'étude est de valider l'efficacité et le dimensionnement de 3 filières de traitement des eaux ménagères (filtre planté, tranchée plantée et pédoépuration) conçues sur les principes des règles de l'art développées par l'IRSTEA pour des filières biologiques plantées et aérobies. Ces filières universelles permettent de traiter les eaux ménagères sans pré-traitement et quel qu'en soit le contexte de séparation des excréta.

L'étude repose sur la caractérisation des eaux ménagères par le suivi *in-situ* de 18 sites en fonctionnement répartis sur les territoires des Agences de l'Eau Adour-Garonne et Rhône-Méditerranée-Corse. 6 sites sont suivis pour chacune des 3 filières. Les constructions datent de 1 à 15 ans et couvrent de 3 à 5 Équivalent Habitant (EH). La diversité de conception de chacune des 3 filières a été prise en compte dans l'analyse des résultats en accord avec les standards du suivi *in situ*. Le protocole mis en place et celui du suivi *in situ* national de l'IRSTEA.

La caractérisation des eaux brutes montre des résultats similaires à ceux de la bibliographie. D'un point de vue quantitatif, les sites suivis consomment en moyenne 45% d'un EH soit 67 litres. Les résultats qualitatifs montrent des eaux facilement biodégradables et faiblement concentrées. Les charges des eaux ménagères brutes sont toujours bien inférieures à 50% de la charge d'un EH. Elles représentent en moyenne 10 % sur les MES, 19 % sur la DBO₅ et 5 % sur l'Azote. Pour les eaux ménagères chargées (en présence d'urine) les résultats sont sensiblement les mêmes sauf pour le paramètre de l'Azote qui atteint en moyenne 55 %. Les analyses bactériologiques ne montrent pas de différence entre les eaux ménagères seules et chargées. Au regard de l'interprétation des résultats d'analyses des eaux traitées (seules et chargées) sur les 3 filières, il ressort que pour les paramètres suivis (MES, DCO, DBO, N, P, E.coli, Entérocoques) en fonction du référentiel réglementaire choisi (arrêté du 21/07/2015), les 3 filières de traitement sont efficaces avec des dimensionnements de 1 m²/EH. Ces valeurs ont été obtenues pour des faibles volumes. Cette faible consommation d'eau liée aux toilettes sèches permet de faciliter la demande réglementaire de l'infiltration à la parcelle et de garantir ainsi l'absence de risque sanitaire et environnemental. De plus ces filières s'inscrivent pleinement dans les critères du développement durable : rusticité, faible impact environnemental et emploi de matériaux renouvelables. Leurs coûts de mise en œuvre et de renouvellement très faibles sont à associer à un fort enjeu social.

Ainsi, les filières suivies ont répondu aux normes réglementaires (arrêté du 21/07/2015). C'est dans ce cadre que se positionne le Comité de Pilotage de l'étude auprès du GT réglementation du PANANC pour proposer une évolution de la réglementation en prenant en compte des préconisations de dimensionnement, de conception, d'entretien et de contrôle.

Dans un contexte de raréfaction de l'accès à l'eau et aux nutriments en agriculture, il est aujourd'hui nécessaire de considérer les eaux ménagères comme des ressources et non des déchets. Cette préoccupation partagée par toutes les institutions (de l'ONU aux ministères français en charge de l'assainissement) est aujourd'hui au cœur du débat. Selon l'ONU « la bonne gestion des eaux usées se décompose en quatre phases : **« la réduction de la pollution à la source, l'élimination des contaminants des eaux usées, la réutilisation des eaux usées traitées et la récupération des sous-produits utiles. »** (ONU-Eau, 2017). Ces critères correspondent précisément au cadre de cette étude qui est appuyées par de nombreuses structures publiques françaises.

Mots clés : Eaux ménagères - Assainissement Non Collectif - Filtre planté – Traitement - Tranchée plantée - Pédoépuration - Réutilisation – Excréta – Réglementation – Prescriptions techniques

Remerciements

Nos remerciements vont à l'ensemble des membres du comité de pilotage et de suivi pour leur implication et leurs contributions constructives.

Nous remercions également les 18 familles des sites suivis ainsi que les chercheurs/intervenants qui ont participé à la collecte d'informations et à l'interprétation des résultats d'analyses pour la rédaction de ce rapport d'étude.

<p>Comité de pilotage:</p> <p>Sophie OLIVIER Charlotte RAMBERT / Laure SOULIAC Jordi CAMPREDON / Alban ROBIN Vivien DUBOIS Virginie DUBAR Christophe MEROTTO Florent BRUN Stéphane DECONINCK</p>	<p>Agence de l'Eau Adour-Garonne Direction de l'Eau et de la Biodiversité / MEEM Direction Général de la Santé / MASS IRSTEA CD 32 - ARTANC RAE / Pierre et Terre RAE / PEABP / Toilettes Du Monde Pôle d'Eco-Assainissement des Baronnie Provençales (PEABP) / Aquatiris</p>
<p>Autres intervenants :</p> <p>Jocelyne DI MARE Philippe BRANCHU Bastien TORRENT Célia CAMPAN Charline MARCOS</p>	<p>Agence de l'Eau Adour-Garonne CEREMA RAE / Pierre et Terre RAE / PEABP / Toilettes Du Monde RAE</p>

Le Réseau de l'Assainissement Écologique (RAE) a réalisé la présente étude via l'implication des moyens humains et matériels de ses membres Pierre et Terre et Toilettes Du Monde.

Nous remercions les différents financeurs qui ont permis la réalisation de cette étude à savoir le Ministère de la transition écologique et solidaire, l'agence de l'eau Adour-Garonne, Aquatiris et l'ensemble des adhérents du RAE et du Pôle PEABP.

Sommaire

Glossaire	1
Sigles	3
Introduction	4
I. Étude bibliographique : état de l’art sur la caractérisation des eaux ménagères	6
A. Cadre général	6
B. Méthodologie	6
C. Principaux résultats	6
II. Méthodologie de prélèvement et d’analyses des eaux	7
A. Prélèvement des eaux	7
B. Analyses des eaux	8
III. Caractérisation des sites et des installations de traitement	8
A. Situation géographique des sites suivis	9
B. Spécifications techniques des filières de traitement	10
1. Pré-traitement	12
2. Filtres plantés	12
a. Filtres plantés verticaux et horizontaux	12
b. Filtres plantés verticaux	12
c. Dimensionnement	13
3. Tranchée plantée	13
4. Pédoépuration	14
5. Réutilisation / Élimination	15
IV. Interprétation des résultats et discussion	16
A. Conditions de prélèvement	16
B. Caractérisation quantitative des eaux ménagères	17
C. Caractérisation qualitative des eaux ménagères brutes	18
1. Composition physico-chimique des eaux brutes	18
a. Cas des eaux ménagères seules	18
b. Cas des eaux ménagères chargées (avec urines ou lixiviats)	21

2.	Composition bactériologique des eaux brutes.....	24
D.	Caractérisation qualitative des eaux ménagères traitées	26
1.	Récapitulatif des référentiels réglementaires.....	26
2.	Composition physico-chimique des eaux traitées.....	27
a.	pH des eaux	28
b.	Concentrations en matières en suspension (MES).....	28
c.	Concentrations en matières carbonées (DCO et DBO ₅)	30
d.	Concentrations en matières azotées (NTK, NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻) et phosphorées (PO ₄ ³⁻)	34
3.	Composition bactériologique des eaux traitées.....	36
E.	Performances épuratoires des filières étudiées.....	37
1.	Filtres plantés	37
2.	Tranchée plantée.....	40
3.	Pédoépuration.....	42
	Cas des surcharges	44
V.	Préconisations pour une révision réglementaire	45
A.	Contexte de la réutilisation sans risques des eaux domestiques traitées	45
1.	Enjeux internationaux	45
2.	Réutilisation des eaux usées domestiques traitées	45
3.	Projets d’envergure de valorisation des produits de l’assainissement.....	49
4.	Réutilisation des eaux ménagères.....	51
a.	Généralités	51
b.	Résultats de l’étude.....	52
c.	Conclusion	54
B.	Proposition de révision de la rédaction des articles 3, 17 et Annexe III de l’arrêté « prescriptions techniques »	55
	Conclusion	60
	Bibliographie.....	62
	Table des figures	63
	Table des tableaux	64
	Table des annexes	64

Glossaire

Ammonium (NH_4^+) : Molécule d'ammoniac (NH_3) ionisé. Il se retrouve initialement dans le compost (car pH faible) (s'exprime en mgN/L)

Azote Total Kjeldahl (NTK) : somme de l'azote organique et de l'azote ammoniacal (s'exprime en mgN/L).

Demande Biologique en Oxygène au bout de 5 jours (DBO5) : quantité de dioxygène nécessaire aux microorganismes aérobies pour oxyder les matières organiques, dissoutes ou en suspension dans l'eau (s'exprime en mgO₂/L).

Demande Chimique en Oxygène (DCO) : quantité de dioxygène consommée par les matières oxydables dissoutes et en suspension contenues dans l'échantillon considéré (s'exprime en mgO₂/L).

Eaux Usées Domestiques (EUD) : eaux souillées par la vie humaine ; mélange des eaux vannes et ménagères.

Eaux Ménagères (EM) : eaux domestiques à l'exclusion des eaux de toilettes et d'urinoirs. Le terme eaux ménagères seules est aussi utilisé.

Eaux Ménagères Chargées (EMC) : en présence d'urines ou de lixiviats

Eaux Ménagères Brutes (EMB) : eaux ménagères avant assainissement.

Eaux Ménagères Traitées (EMT) : eaux ménagères après assainissement.

Eaux Vannes (EV) : eaux domestiques souillées exclusivement par les matières fécales, l'urine et le papier toilette.

E. coli : C'est l'une des bactéries les plus fréquentes de la flore intestinale humaine et n'est généralement pas pathogène. Par contre, 4 types d'E. coli sont connus pour leur pathogénicité chez l'homme (O157 :H7, O104 :H4, O111 B4 et O119 B14). Le suivi de cet indicateur permet d'estimer la performance du dispositif de traitement.

Entérocoques : Ce sont des coques pathogènes opportunistes remplaçant les coliformes fécaux dans la réglementation. Dans l'eau ce sont des indicateurs de contamination fécale. Le suivi de cet indicateur permet d'estimer la performance du dispositif de traitement.

Équivalent habitant (EH) : unité de mesure de pollution émise par une personne avec son environnement et par jour exprimée en g de DBO5/j. De manière réglementaire, 1 EH = 60 g DBO5/j. Les valeurs couramment utilisées par extrapolation sont : 1 EH = 70 g/j MES ; 135 g DCO/j ; 15 g NTK/j. (Graie, 2014). Ces valeurs moyennes seront utilisées tout au long de l'étude comme valeurs de référence.

EPNAC : Évaluation des procédés nouveaux d'assainissement des petites et moyennes collectivités. <https://epnac.irstea.fr/>

Matières En Suspension (MES) : masse de matières particulaires et organiques mesurée après filtration ou centrifugation et séchage en étuve à 105 °C jusqu'à obtention d'une masse constante (s'exprime en mg/L).

Nitrates (NO_3^-) : forme la plus facilement assimilable de l'Azote par les plantes, très soluble et mobile ; en abondance il provoque par lessivage l'eutrophisation des cours d'eau (s'exprime en mgN/L).

Nitrites (NO_2^-) : composé intermédiaire (instable, polluant et toxique) de la nitrification (s'exprime en mgN/L).

Lixiviat : dans notre cas liquide résiduel engendré par la percolation d'urine à travers une zone de compostage de matières de toilettes sèches.

Phosphates (PO_4^{3-}) : (s'exprime en mgP/L). Sel de l'acide phosphorique, utilisé comme engrais. Si les phosphates sont normalement présents et utiles à faible dose dans l'eau et les sols, leur excès est

(avec celui des teneurs en nitrates) une des causes majeures de l'eutrophisation voire de dystrophisation de l'environnement.

Phosphore total (PT) : somme du phosphore particulaire et du phosphore dissous (s'exprime en mgP/L).

Unité Formant Colonie (UFC) : unité permettant de dénombrer les bactéries vivantes.

Sigles

AC : Assainissement Collectif

ANC : Assainissement Non Collectif

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

ARA : Région Auvergne Rhône-Alpes

BRF : Bois Raméal Fragmenté

CEREMA : Centre d'Études et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement

CLCV : Consommation Logement Cadre de Vie

EH : Équivalent Habitant

DEEP : Laboratoire déchets eaux environnement pollutions

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

INSA : Institut National de Sciences Appliquées

IRSTEA : Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture

OCAPI : Optimisation des cycles carbone, azote et phosphore en ville

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONU : Organisation des Nations Unies

PANANC : Plan d'Action National pour l'Assainissement Non Collectif

PEABP : Pôle d'Eco-Assainissement des Baronnies Provençales

P&T : Écocentre Pierre et Terre

RAE : Réseau de l'Assainissement Écologique

STEP : Station d'épuration

TDM : Toilettes Du Monde

Introduction

Les eaux ménagères proviennent de différentes sources d'émission domestiques (évier de cuisine, machines à laver, bains / douches et lavabos). À l'échelle de l'habitation, les eaux ménagères sont produites en quantité et qualité variables selon les usages de l'eau des habitants. Ces eaux doivent être traitées selon une filière d'assainissement performante.

Plus que jamais les dispositifs d'assainissement écologiques répondent à un besoin croissant pour faire face à une demande alimentaire croissante et des pénuries d'eau de plus en plus fréquentes. Notamment, la FAO (2017) considère qu'il est temps d'arrêter de considérer les eaux usées comme des déchets mais plutôt de les voir comme des ressources pouvant être utilisées pour l'agriculture, c'est le principe même de l'assainissement écologique¹.

Il existe aujourd'hui une grande diversité de systèmes de traitement des eaux ménagères. Certaines filières rustiques telles que les filtres plantés, les tranchées plantées ou les dispositifs de pédoépuration, s'inscrivent dans le respect de l'environnement et sont techniquement et économiquement accessibles à tous. Aujourd'hui, la réglementation propose un panel très large de filière de traitement pour les eaux usées domestiques (eaux ménagères et eaux vannes mélangées) dont les filières traditionnelles d'infiltration dans le sol proches des filières ci-dessus. Quant au traitement des eaux ménagères, l'arrêté « prescription » prévoit la possibilité d'adapter le dimensionnement des filières de traitement pour des eaux usées domestiques dont la composition est différentes des eaux ménagères. Ainsi, les systèmes de traitement des eaux ménagères ne bénéficient pas à ce jour d'une reconnaissance réglementaire qui soit claire. Ces filières qui proposent le tri des eaux usées (excréta et eaux ménagères) ont une valeur universelle car elles peuvent s'adapter tant au neuf, qu'à la réhabilitation. En proposant ces filières, le traitement séparatif des excréta (par eaux vannes ou toilettes sèches) et des eaux ménagères est simplifié. Les filières de traitement des excréta comme les toilettes sèches sont clairement encadrées par la réglementation dans l'article 17 de l'arrêté en date du 7 septembre 2009. **Plus largement, le contexte de traitement des eaux ménagères peut aussi être appliqué pour des situations diverses (généralement attribuées aux contraintes du bâti) de séparation à la source avec les eaux vannes, des toilettes sèches et du neuf pour une gestion simplifiée de l'assainissement.**

Dans ce cadre, avec l'adhésion d'usagers et de partenaires scientifiques (l'IRSTEA et le CEREMA), la présente étude, proposée par le partenariat RAE / PEABP, a pour objet de caractériser des eaux ménagères brutes à la fois en quantité et en qualité et de suivre *in-situ* 18 installations en fonctionnement depuis plusieurs années pour permettre d'apprécier leurs performances. Il s'agit de produire des recommandations en termes de dimensionnement et d'entretien pour ces 3 filières rustiques d'assainissement.

Sur la base des résultats de cette étude, le RAE proposera, dans le cadre du travail de révision de l'arrêté relatif aux systèmes d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO₅ (mené par le GT réglementation du PANANC), des modifications notamment de l'article 17 et une intégration à l'annexe I pour une meilleure prise en compte de ces filières de traitement.

¹ Voir la définition sur le site du RAE : <https://www.rae-intestinale.fr/>

Pour ce faire, une analyse sur les sites suivis est présentée sur la base de la composition des eaux ménagères et des performances des filières rustiques : filtre planté, tranchée plantée et pédoépuration. La littérature concernant la composition des eaux ménagères en France est relativement peu abondante. En préalable, un travail de synthèse bibliographique sur la composition des eaux ménagères a été réalisé (*cf. Annexe 1*) ainsi que l'adaptation au contexte des eaux ménagères du protocole national de prélèvement et de suivi *in situ* des eaux usées en ANC (*cf. Annexe 2*) élaboré par l'IRSTEA dans le cadre du PANANC.

I. Étude bibliographique : état de l'art sur la caractérisation des eaux ménagères

A. Cadre général

La partie bibliographique de l'étude a pour objectif d'analyser les travaux réalisés sur les eaux ménagères à l'échelle nationale et internationale que ce soit (i) sur une caractérisation des effluents bruts (EMB) et (ii) des éléments techniques des filières proposées (filtres plantés, tranchées plantées ou dispositifs de pédoépuration : cf. l'étude complète en Annexe 1). La revue technique des trois filières d'assainissement suivies : la pédoépuration, les filtres plantés et la tranchée plantée, est réalisée grâce aux documents d'Aquatiris, de P&T et de TDM.

B. Méthodologie

Pour effectuer cette étude bibliographique, 11 documents ont été consultés. Ces derniers ont été collectés grâce aux membres du réseau RAE et ont été choisis selon trois grands axes : la description de l'assainissement et des différentes filières de traitement associées, la composition des eaux ménagères/domestiques et les risques sanitaires liés aux eaux usées domestiques. Les principaux documents sont les suivants :

- Étude bibliographique de l'IRSTEA : *Composition des eaux usées domestiques par source d'émission à l'échelle de l'habitation* ;
- Étude de S. Deshayes : *Caractérisation des eaux grises (1) Cas des paramètres généraux* ;
- Rapport d'expertise de l'ANSES : *Analyse des risques sanitaires liés à la réutilisation d'eaux grises pour des usages domestiques*,
- Étude de l'OMS : *Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères*.
- Étude de la CLCV : *Assainissement non collectif, Gérard Sevelinge, octobre-novembre 2014 et traitement des eaux ménagères séparément des eaux vannes, août 2016*

C. Principaux résultats

Les eaux ménagères représentent en moyenne 70 % du volume total des eaux usées domestiques soit un volume d'environ 86 L par personne et par jour (sur la base des données étudiées avec un volume d'eaux usées domestiques de 120 L/pers/j² (Environnement, 2008)). Aujourd'hui, les moyennes européennes et la base de calcul de dimensionnement sont de **150 L/pers/j soit 105 L** par personne et par jour d'eaux ménagères. Ce dernier servira de référence à cette étude.

Concernant leurs compositions, **les eaux ménagères représentent en moyenne moins de 50 % des pollutions carbonées, azotées et phosphorées comparées à l'ensemble des eaux usées domestiques**. Le Tableau 1 ci-après représente la composition des eaux ménagères (d'un point de vue bibliographique) en pourcentage de charge vis-à-vis de la composition des eaux usées. Le Tableau 1 met en valeur la représentativité de la charge entre les EMB et Eaux Usées Domestiques (EUD).

² Selon le PANANC valeur homogénéisée au niveau européen

% de charge	MES	DCO	DBO ₅	NTK	Po ₄ ³⁻³
EM	26%	45%	40%	10%	47%
EM + urine	27%	52%	47%	84%	71%
Eaux usées domestique théoriques (1EH en g/j)	70	135	60		

Tableau 1: Composition de la charge des eaux ménagères comparée à des eaux usées domestiques

Sur le plan bactériologique, les données sur la contamination des eaux ménagères sont rares dans la littérature. Les quelques concentrations en E. coli et Entérocoques (les indicateurs de traitement communément utilisés) mesurées sont très variables : de l'ordre de 10³ UFC/100mL à 10⁷ UFC/100mL. Les maxima observés sont proches des concentrations des eaux domestiques classiques. L'important dans le suivi de ces indicateurs est de pouvoir estimer les performances des filières grâce aux taux d'abattement.

Les compositions moyennes des eaux ménagères sont synthétisées dans le Tableau 2 ci-dessous. Il est à noter que ces valeurs sont issues d'analyses effectuées par un prélèvement à la source en zonage d'assainissement collectif.

Concentration (mg/L)	pH	MES	DCO	DBO ₅	NTK	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	Entéroco.	E. coli
Source IRSTEA	7,7	120	490	255	8,5	1,89		1,83	2,32		
Source Deshayes	7,6	82	536	277	14,2						
Source ANSES										10 ³ à 10 ⁶	10 ³ à 10 ⁷
Valeurs de référence pour une EUD (mg/L) ⁴		288	646	265	67.3	54.9			9.4 (en Pt)		

Tableau 2 : Composition chimique et bactériologique moyenne des eaux ménagères

Ces données servent de base de comparaison pour les données récoltées grâce au suivi *in situ* de la présente étude. À titre de comparaison en sortie de fosse septique l'effluent a une concentration bactériologique moyenne de 10⁸ en Entérocoque et E. coli (UFC/100mL).

II. Méthodologie de prélèvement et d'analyses des eaux

L'ensemble de la méthodologie intitulée « *Méthodologie de prélèvement et d'analyses des eaux usées brutes et traitées – Méthodologie de recueil de données* » est disponible en Annexe 2.

A. Prélèvement des eaux

Afin de pouvoir réaliser les prélèvements des eaux ménagères brutes et traitées, il est nécessaire de disposer d'un réceptacle de prélèvement, ceci à l'amont et à l'aval du système de traitement. Selon les

³ Le choix des paramètres est fixé sur ceux du protocole national de suivi *in situ*.

⁴ Epnac Léa Mercoiret nov. 2010 (tableau 22 p40.)

sites choisis et le type de système de traitement (filtre planté, tranchée plantée ou pédoépuration), ont été utilisés pour le prélèvement soit le regard existant avec création d'un seuil en mortier, soit un réservoir de faible capacité de type « fond de bouteille ». Dans le cas particulier de la filière de pédoépuration, des piézomètres ont été installés afin de drainer l'eau traitée par les tranchées.

Le débit journalier d'eaux ménagères rejetées est déterminé par un relevé de l'index du compteur d'eau sur 24h. Par ailleurs, des relevés à heures fixes sont réalisés par les particuliers et permettent de déterminer les débits horaires pour les périodes de rejets effectifs.

Pour les eaux brutes, il a été retenu des prélèvements asservis au temps avec reconstitution d'un échantillon moyen en fonction des débits horaires relevés. Un préleveur 24 flacons est dédié à cet effet, il est branché directement sur la canalisation d'arrivée (identique pour les 3 filières) de l'effluent dans un récipient posé (bouteille en plastique coupée ou seuil maçonné) dans le regard de distribution. **Pour les eaux traitées**, il est également réalisé des prélèvements asservis au temps cette fois à l'aide d'un préleveur réfrigéré monoflacon (voir Figure 1). Pour les filtres et tranchées, le prélèvement se fait à l'exutoire dans le regard de collecte avant infiltration et pour la pédoépuration, le prélèvement se fait grâce à un piézomètre (voir **Annexe 2**).



Figure 1 : Préleveur 24 flacons (avec bouteille de prélèvement) et monoflacon (avec seuil)

B. Analyses des eaux

Pour chaque site suivi, 3 campagnes de mesures sont réalisées dans des conditions climatiques différentes dans un souci de représentativité. Chaque campagne de mesure (d'une durée de 24h) consiste au prélèvement et à l'analyse d'un échantillon d'eau brute et d'un échantillon d'eau traitée. Les différents paramètres chimiques et bactériologiques analysés sont : **pH, MES, DCO, DCO après filtration, DBO₅, NTK, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, Entérocoques intestinaux, et Escherichia coli**. L'ensemble de ces analyses sont exclusivement réalisées par un laboratoire départemental agréé, après un délai maximum de 6 h pour l'acheminement des échantillons.

III. Caractérisation des sites et des installations de traitement

Les données liées au suivi *in situ* sont collectées pour chaque site grâce à plusieurs supports, décrits ci-dessous et présents en Annexe 2 et 3 :

- les fiches descriptives de filière (Annexe 2),
- les fiches de visite et de prélèvements (Annexe 2),
- les relevés de l'index du compteur d'eau (Annexe 2),
- les plans de masse (Annexe 3).

L'ensemble de ces fiches et plans sont disponibles pour chacun des sites mais le choix a été fait de présenter en Annexe 3 tous les plans et des tableaux de synthèse des données des fiches en Annexe 4. Dans les différents graphiques du rapport, le rond rouge autour du site signifie qu'il s'agit d'un site pour lequel les eaux ménagères sont chargées avec des urines ou lixiviats.

Les valeurs de référence liées à la réglementation de l'ANC sont exprimées avec le code couleur rouge tandis en pointillé pour le seuil et en continu pour le rédhibitoire.

A. Situation géographique des sites suivis

L'étude de caractérisation des eaux ménagères porte sur 18 sites répartis sur les régions Occitanie et Nouvelle-Aquitaine et la région Auvergne-Rhône-Alpes : 6 sites disposent d'un traitement par filtres plantés, 6 autres par tranchée plantée et enfin 6 par pédoépuration. Ces sites sont considérés comme représentatifs de la diversité existante des filières d'assainissement respectueuses de l'environnement.

Le Tableau 3 présente la répartition géographique des sites et les cartes (Figure 2 et Figure 3) ci-après précisent leur implantation locale.

	Régions Occitanie et Nouvelle-Aquitaine	Région ARA
Filtres plantés	3	3
Tranchée plantée	6	-
Pédoépuration	4	2
Total	13	5

Tableau 3 : Répartition géographique des sites suivis

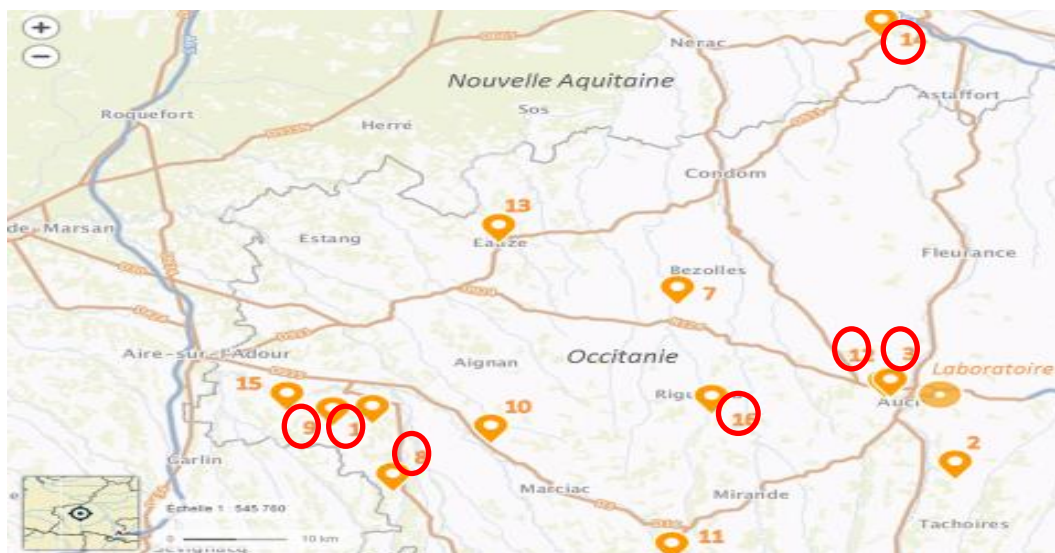


Figure 2 : Carte des sites suivis en régions Occitanie et Nouvelle Aquitaine

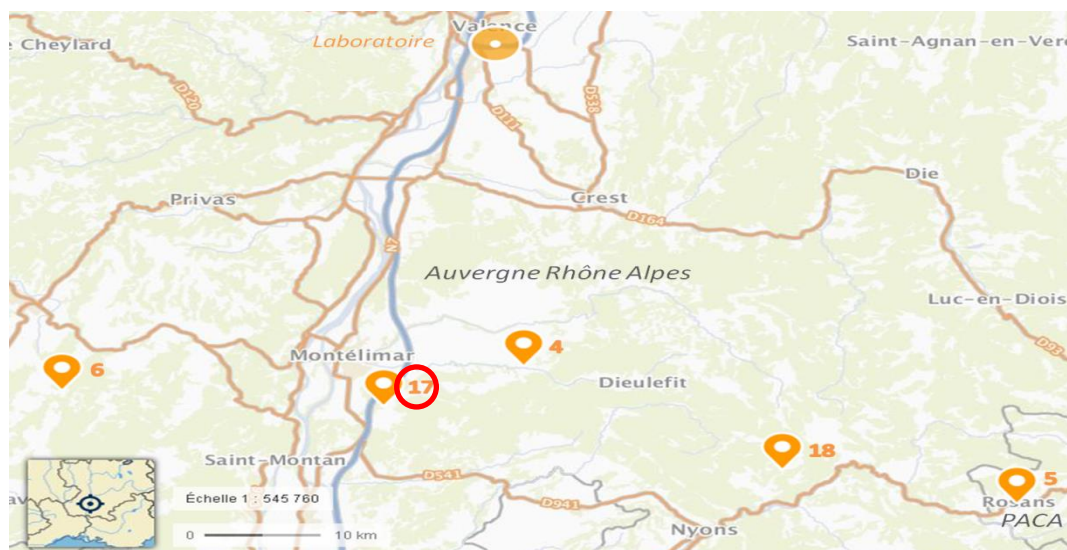


Figure 3 : Carte des sites suivis en région Auvergne-Rhône-Alpes

B. Spécifications techniques des filières de traitement⁵

Sur les 18 systèmes d'assainissement suivis, 10 d'entre eux épurent des eaux ménagères seules, 5 traitent un mélange d'eaux ménagères et d'urines et 3 traitent un mélange d'eaux ménagères et de lixiviats. L'ensemble des sites suivis sont équipés de toilettes sèches de différents types (avec ou sans ajout de matière carbonée, à séparation gravitaire ou à séparation à la source) impliquant la direction des urines et lixiviats vers le système d'assainissement dans le cas de toilettes sèches sans ajout de matière carbonée.

Tous les systèmes sont dimensionnés pour des valeurs de 3 à 5 équivalents habitants, cependant le nombre d'habitants permanents sur certains sites peut être inférieur aux valeurs de dimensionnement. Par ailleurs, les rapports surface de filtration/équivalent habitant sont compris entre 1 à 2 m²/EH.

Concernant les volumes d'eau consommés annuellement, les particuliers suivis consomment entre 16 et 40 m³/pers/an⁶ soit des moyennes rapportées à 43,8 à 109,6 L/pers/jour. Pour les usages domestiques de l'eau, certains particuliers déclarent utiliser des produits respectueux de l'environnement, d'autres utilisent des produits dits « conventionnels ».

Les caractéristiques techniques des sites sont synthétisées dans le Tableau 4 en page suivante. Quelques commentaires supplémentaires précisent ensuite le descriptif des différentes filières.

⁵ Les principes de fonctionnement des filtres plantés, de la tranchée plantée et de la pédoépuration sont plus amplement détaillés dans le document *Synthèse bibliographique* en Annexe 1.

⁶ Les valeurs de consommation sont directement tirées des factures d'eau des particuliers.

N° du site	Type d'eaux ménagères	Nombre d'EH	Type de filtration	Surface de filtration (m ²)	Traitement des eaux	Évacuation des eaux	Année de mise en route
1	EM + urine	4	Filtres Plantés	4	2 filtres verticaux de 0,8 m ² (en parallèle) plantés + 3 filtres horizontaux de 0,8 m ² plantés	Mare plantée	2006
2	EM	4	Filtres Plantés	4,4	2 filtres verticaux de 1,8 m ² (en parallèle) plantés + 1 filtre horizontal de 0,8 m ² planté	Massif d'infiltration planté	2013
3	EM + lixiviat	3	Filtres Plantés	3,2	2 filtres verticaux de 0,8 m ² (en parallèle) plantés + 2 filtres horizontaux de 0,8 m ² plantés	Massif d'infiltration planté	2012
4	EM	5	Filtres Plantés	10	2 filtres verticaux de 5 m ² (en parallèle) plantés	Massif d'infiltration planté	2013
5	EM	5	Filtres Plantés	10	2 filtres verticaux de 5 m ² (en parallèle) plantés	Massif d'infiltration planté	2014
6	EM	5	Filtres Plantés	10	2 filtres verticaux de 5 m ² (en parallèle) plantés	Massif d'infiltration planté	2013
7	EM	4	Tranchée plantée	4,4	Tranchée plantée de 11 m de longueur, 40 cm de largeur et 30 cm de hauteur	Massif d'infiltration planté	2013
8	EM + urine	4	Tranchée plantée	4,4	Tranchée plantée de 11 m de longueur, 40 cm de largeur et 30 cm de hauteur	Massif d'infiltration planté	2010
9	EM + urine	3	Tranchée plantée	3,2	Tranchée plantée de 8 m de longueur, 40 cm de largeur et 30 cm de hauteur	Massif d'infiltration planté	2012
10	EM	3	Tranchée plantée	3,2	Tranchée plantée de 8 m de longueur, 40 cm de largeur et 30 cm de hauteur	Massif d'infiltration planté	2015
11	EM	3	Tranchée plantée	3,2	Tranchée plantée de 8 m de longueur, 40 cm de largeur et 30 cm de hauteur	Mare plantée	2010
12	EM + lixiviat	3	Tranchée plantée	3,2	Tranchée plantée de 8 m de longueur, 40 cm de largeur et 30 cm de hauteur	Massif d'infiltration planté	2015
13	EM	3	Pédoépuration	4,5	3 tranchées de 3.75 m de longueur, 40 cm de largeur et 30 cm de profondeur	Infiltration souterraine dans un verger	2015
14	EM + urine	3	Pédoépuration	6	4 tranchées de 5 m de longueur, 30 cm de largeur et 30 cm de profondeur	Infiltration souterraine le long d'une haie	2016
15	EM	4	Pédoépuration	4	1 tranchée de 10 m de longueur, 40 cm de largeur et 30 cm de profondeur	Infiltration souterraine dans un verger	2010
16	EM + lixiviat	4	Pédoépuration	6	4 tranchées de 5 m de longueur, 30 cm de largeur et 30 cm de profondeur	Infiltration souterraine dans un verger	2016
17	EM + urine	5	Pédoépuration	5	2 tranchées circulaires de 2,5 m de diamètre intérieur, 20 cm de largeur et de 30 cm de profondeur	Infiltration souterraine autour d'arbres fruitiers	2014
18	EM	3	Pédoépuration	3	1 tranchée de 6 m de longueur, 50 cm de largeur et 30 cm de profondeur	Infiltration souterraine dans un verger	2012

Tableau 4 : Caractéristiques techniques principales des 18 sites suivis

1. Pré-traitement

L'ensemble des trois filières proposées ne nécessitent pas de dispositif de prétraitement. Les trois filières sont conçues avec une arrivée de l'effluent brut par surverse pour éviter le colmatage. Le traitement des MES, graisses et sables confié à l'installation de pré-traitement est réalisé directement sur la filière : par le sable de surface du filtre planté, le substrat minéral (généralement de la fine pouzzolane) de la tranchée plantée ou le substrat végétal (type BRF) pour la pédoépuration. Les actions d'entretien relatives au risque de colmatage sont simples et rapides à faire avec un râteau / croc et la matière collectée peut être retraitée en compost si nécessaire. Pour la pédoépuration, le substrat se dégrade en compostant directement dans la tranchée. Il est à noter que la réglementation « prescriptions techniques (arrêté du 7 septembre 2009) » exige la présence d'un pré-traitement avant les filières de traitement par le sol en place ce qui ferait des filières de l'étude des filières dérogatoires...

Ici, seules les filières des sites n°7 et 8 disposent d'un filtre à paille assurant le prétraitement des eaux ; sur le site n°11, une cuve de stockage / prétraitement est installée en amont de la tranchée. Tous ces sites sont des tranchées plantées.

De plus, il convient de souligner plusieurs difficultés dans la gestion des graisses :

- (i) le faible voir l'absence d'entretien du bac à graisses par les usagers (propos basés sur des retours d'expériences de l'ARTANC et de la FNCCR).
- (ii) Les graisses collectées dans les bacs à graisse sont généralement en bloc et donc peu facilement biodégradables.
- (iii) Le bac à graisse est généralement vidangé avec la fosse septique par camion vidangeur. Dans le cas des EM (hors filière excréta), l'absence de FS entraîne l'absence de nécessité du recours à un camion vidangeur. Il existe néanmoins le cas particulier des filières anciennes avec FS et EM séparés.

2. Filtres plantés

a. Filtres plantés verticaux et horizontaux

Les sites numérotés 1, 2 et 3 sont équipés de filtres plantés avec 2 types d'écoulement : le premier à écoulement vertical, le second à écoulement horizontal (avec 1 à 3 niveaux de filtration par type d'écoulement), cf. Figure 4. Les médias filtrants sont de la pouzzolane et de gros graviers. On note qu'il n'y a aucun dispositif de prétraitement sur ces trois sites et que les sites n°2 et 3 sont équipés d'une chasse automatique. Concernant l'entretien des systèmes, les sites n°1 et 2 ont été, pas ou peu entretenus depuis leur mise en service ; pour les trois sites, le 1^{er} niveau est néanmoins faucardé tous les ans.

b. Filtres plantés verticaux

Les sites numérotés 4, 5 et 6 sont équipés de filtres plantés à un seul niveau vertical. Les médias filtrants utilisés sont du sable, de fins graviers et de gros graviers. Par ailleurs, aucun des sites n'est équipé de prétraitement, ni de chasse automatique. Pour les trois sites, le faucardage des végétaux est

réalisé tous les ans avant ou pendant l’hiver. Par ailleurs, l’entretien de ces filières est considéré comme étant de bonne qualité.

c. Dimensionnement

Ces systèmes sont usuellement dimensionnés sur la base d’une surface filtrante de 1 m²/EH; ceci, en se basant sur les recommandations de l’IRSTEA pour le dimensionnement d’un système toutes eaux réduit d’un facteur ½ pour tenir compte de la charge de pollution liée aux seules eaux ménagères. Cependant, certaines pratiques se basent sur un dimensionnement de 2m²/EH. L’étude de suivi *in situ* prévoit de comparer les 2 dimensionnements pour en estimer la pertinence. Il n’a pas été fait de différence dans l’étude pour les filtres alimentés en alternance ou en continu (sachant que certains usagers pratiquent l’alternance et d’autres non, les résultats de l’étude n’ont pas montré de différence significative entre les sites).

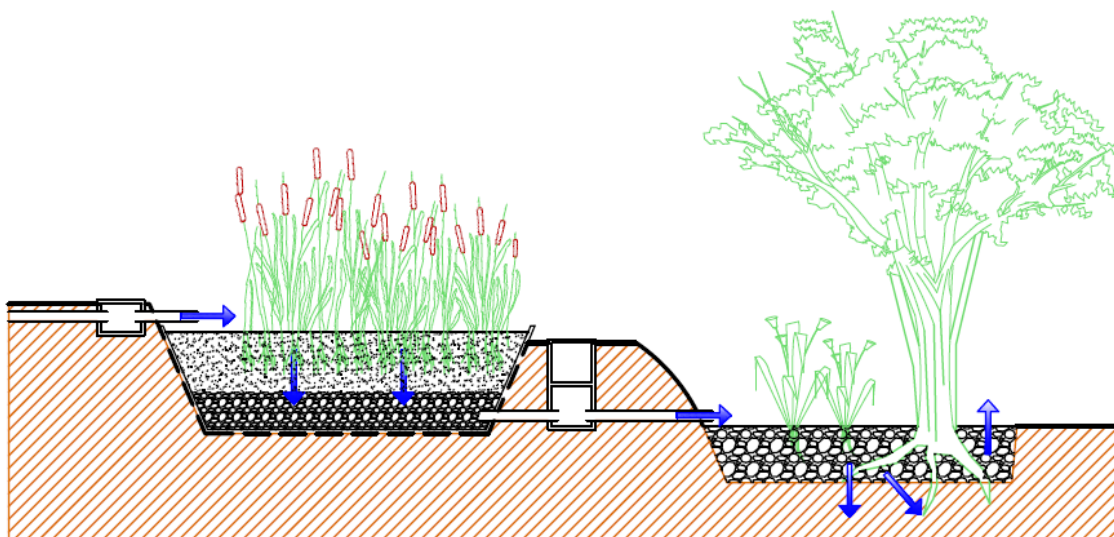


Figure 4 : Schéma d'un filtre planté « type »

3. Tranchée plantée

Pour les sites 7 à 12, l'épuration est réalisée grâce à une tranchée plantée. Les médias filtrants sont de la pouzzolane et du gros gravier. L'entretien de ces six sites est jugé de bonne qualité cependant tous les particuliers ne réalisent pas nécessairement de fauchage une fois par an l'entretien des végétaux varie en fonction des usagers. La tranchée plantée (cf. Figure 5) est unique avec une alimentation en continu (il n'y a pas de gestion en alternance sur ce dispositif).

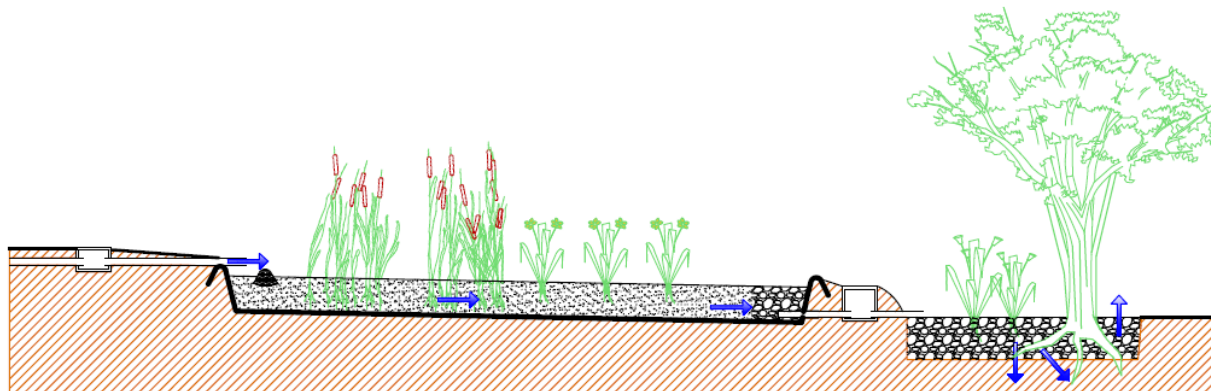


Figure 5 : Schéma d'une tranchée plantée « type »

4. Pédoépuration

Suite à un prétraitement les filières traditionnelles peuvent être réalisées avec un traitement par un sol en place, c'est le cas de la pédoépuration si l'on considère que le pré-traitement est assuré par le substrat (BRF) jouant le rôle d'un filtre à paille (cf. Figure 6).

Les systèmes de pédoépuration installés sur les sites 13, 14, 15, 16 et 18 prennent la forme de tranchées d'épuration tandis que sur le site 17 la filière est organisée en deux bassins. Dans tous les cas, le média filtrant est du bois broyé (BRF) et l'infiltration des eaux traitées est réalisée dans le sol directement autour d'arbres fruitiers et au sein d'un verger. Pour les systèmes équipés de regards de répartition (13, 14 et 16), il a été constaté une alternance régulière du fonctionnement des tranchées d'épuration. Ceci dit le système de mesure est sur une seule tranchée. La conception du dispositif de pédoépuration peut répondre à différents principes :

- Le pré-traitement (équivalent d'un bac à graisse, ou d'une fosse toutes eaux ou septiques) est assuré par le substrat végétal (bois broyé) avant un épandage dans le sol en place non drainé comme pour une filière conventionnelle. L'entretien du dispositif de pré-traitement est facilité par un accès direct en surface au BRF (avec un croc) pour gérer les éventuels colmatages.
- Une séparation des flux à la source avec un nombre de tranchée correspondant au nombre de flux. C'est à dire une tranchée pour chacune des émissions : évier, lavabo, lave-linge, lave-vaisselle, etc. ou le regroupement d'émissions en fonction de la conception du bâti.
- La collecte des flux au niveau du bâti délivrant ainsi les eaux ménagères en un seul point qui peuvent alors être dirigées vers une ou plusieurs tranchées en alternance.

Au même titre que pour les filtres plantés, l'alternance de l'alimentation (1 fois par semaine) de la pédoépuration permet :

- Une distribution fractionnée directement dans la tranchée de mulch qui joue le rôle de bassin tampon évitant ainsi les eaux stagnantes de surface.
- Une succession de phase d'alimentation (anaérobie) et de repos (aérobie) : l'objectif est de favoriser l'aération et l'apport d'oxygène à l'intérieur du massif afin d'y maintenir des conditions aérobies et pour réguler la croissance de la biomasse fixée. Elles permettent également aux dépôts de matière organique accumulés à la surface de se déshydrater et de se

minéraliser. Pendant les phases de repos, le développement des bactéries, placées en disette, est réduit par la prédation et la dessiccation.

Le dimensionnement généralement utilisé pour la pédoépuration est basé sur les flux générés et les travaux de l'IRSTEA pour les filières biologiques aérobies soit de 1 à 2 m²/EH.

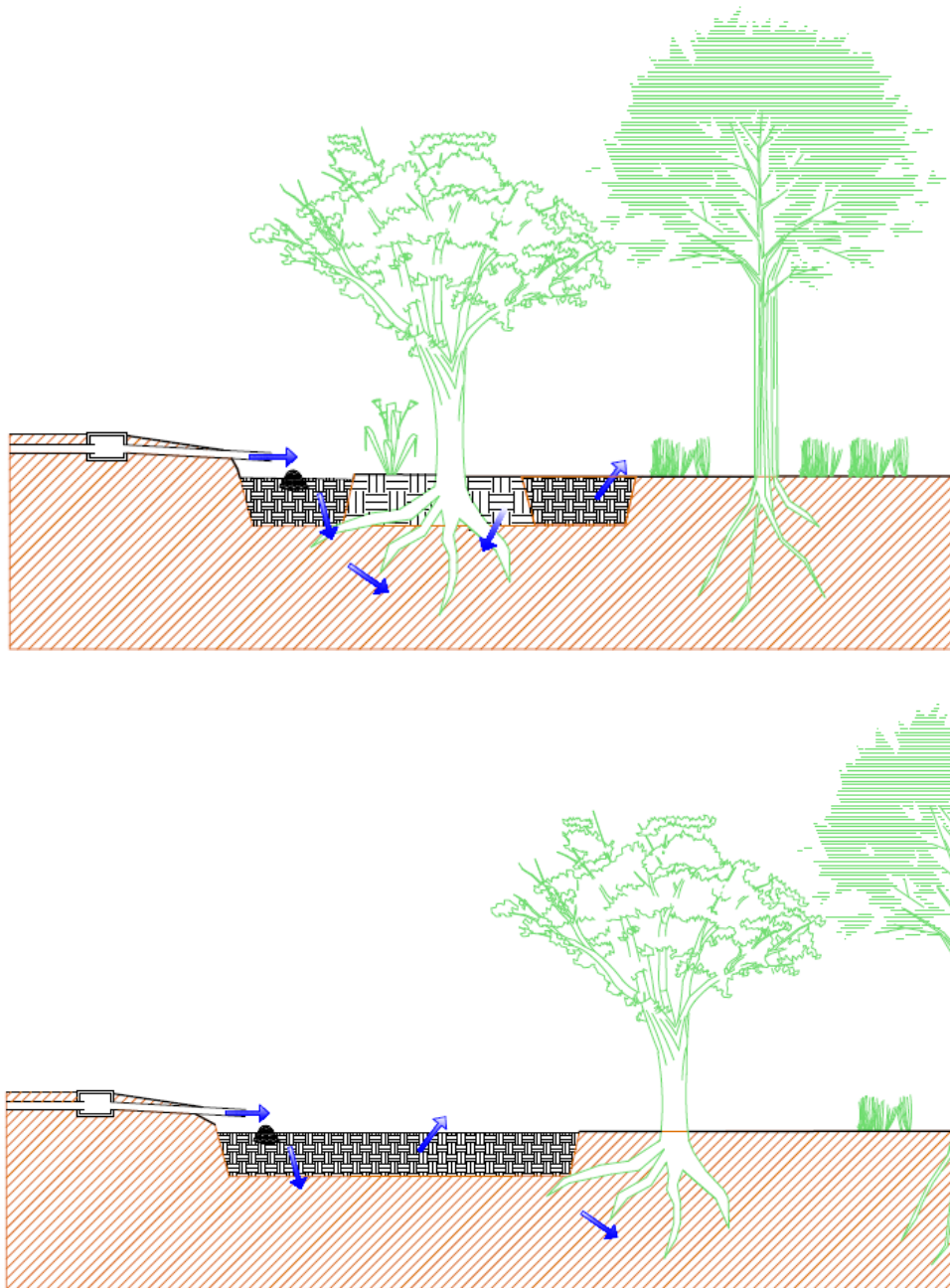


Figure 6 : Schéma de 2 pédoépurations « type »

5. Réutilisation / Élimination

Indépendamment de la technique d'assainissement, l'évacuation des eaux ménagères traitées est réalisée soit vers une mare plantée, soit vers un massif d'infiltration (planté ou non), soit par

infiltration souterraine directe. Pour deux des sites suivis (n°2 et 10), les particuliers (à leur propre initiative) récupèrent l'eau ménagère traitée dans une cuve et l'utilisent pour l'arrosage de leur jardin.

IV. Interprétation des résultats et discussion

Dans cette section sont présentées les données principales issues de l'étude. L'ensemble des données est consultable dans la base de données (Annexe 4) dédiée à cet effet.

A. Conditions de prélèvement

Trois campagnes de mesures ont été effectuées sur chacun des 18 sites suivis. Ces campagnes se sont étalées de début novembre 2016 à fin avril 2017 soit au cours de trois saisons (automne, hiver et printemps). Les prélèvements ont ainsi été réalisés sur une période exceptionnellement sèche, à cela s'ajoute que quelques prélèvements ont été effectués en période de gel. Les conditions de prélèvement sont donc considérées comme très bonnes du fait de la faible pluviométrie (sur 52 campagnes de mesures, seulement 11 d'entre elles sont associées à une pluviométrie de 2 à 10 mm) et du fait de températures plutôt froides. Les systèmes de traitement ont donc été éprouvés dans des conditions de fonctionnement qui s'avèrent **les plus défavorables** pour les bactéries épuratrices et ceci **sans dilution** majeure des eaux ménagères (très faible pluviométrie).

Lors de chaque prélèvement d'eau, des observations portant sur les aspects visuels et olfactifs des eaux ont été effectuées et ont été résumées ci-dessous :

- Les eaux ménagères brutes ont des couleurs très variables selon les usages quotidiens et selon les sites étudiés. On retient néanmoins que les eaux ménagères ont généralement des couleurs grises ou blanches alors que le mélange eaux ménagères/urines ou lixiviats est quant à lui plutôt jaune ou brun. L'aspect des eaux est toujours trouble ou opaque et les eaux prélevées contiennent de nombreuses matières particulaires visibles. Concernant l'impact olfactif, celui-ci est quasi nul à l'exception du site n°9 pour lequel les urines sont très peu diluées et induisent de légères odeurs (voir Figure 7).
- Les eaux ménagères traitées, qu'elles soient ou non associées aux urines, sont le plus souvent jaunes, translucides et exemptes de matières particulaires. La couleur est ici à lier aux tanins végétaux des plantes et/ou au média filtrant (granulats/sol). De plus, aucune odeur n'a été détectée en sortie de traitement. Pour les sites équipés de pédoépuration, les eaux traitées prélevées sont plutôt troubles ou opaques et fortement chargées en matières particulaires terreuses (voir Figure 7).



Figure 7 : Eaux ménagères avant et après traitement sur filière drainée

Deux campagnes de mesures (une pour chacun des sites 3 et 5) ont été réalisées en conditions de surcharge. C'est-à-dire en présence de plus de personnes dans le logement que le dimensionnement de l'installation en EH. Pour l'analyse globale qui suit, ces résultats excessifs sur la DBO₅ ont été écartés pour ne pas fausser l'analyse statistique des données.

Ces 2 cas particuliers de surcharge ont été analysés à part et seront traités dans le chapitre IV. F.

B. Caractérisation quantitative des eaux ménagères

Le Tableau 5 présente les volumes d'eaux ménagères consommés et supposés rejetés vers le système d'assainissement. Pour rappel, ces volumes sont issus de relevés de compteur d'eau donc de la consommation réelle en eau lors de la campagne de mesure. Le Tableau 5 présente également la part volumique relative des eaux usées ménagères en comparaison aux eaux usées domestiques. Les volumes présentés ici sont ceux mesurés pendant les périodes de prélèvement.

	Volume EM (L/j/pers)	Volume d'EM / Volume d'EUD
Minimum - Étude	25	17 %
Moyenne - Étude	67	45 %
Maximum - Étude	122	81%
Moyenne - Source IRSTEA (Eme & Boutin, 2015)	86	57 %

Tableau 5 : Volume rejeté d'eaux ménagères

L'ensemble des particuliers suivis consomment de 25 à 122 L par jour et par personne avec une moyenne à 67 L par jour et par personne. Il est important de noter que la moyenne des 18 foyers suivis est ici inférieure de 19 L à la moyenne issue de la littérature (86L). On note également qu'en moyenne les eaux ménagères dans le cas de l'étude représentent seulement 45 % des volumes d'eaux usées domestiques (valeur nationale moyenne).

C. Caractérisation qualitative des eaux ménagères brutes

1. Composition physico-chimique des eaux brutes

a. Cas des eaux ménagères seules

Le Tableau 6 synthétise les concentrations moyennes pour les différents paramètres mesurés sur les eaux ménagères seules (valeurs moyennes avant traitement pour les 18 sites suivis). Les valeurs moyennes issues de la littérature sont également rappelées à titre comparatif.

Concentrations moyennes (mg/L)	pH	MES	DCO	DBO ₅	DCO / DBO ₅	NTK	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻
EM seules - Étude RAE/PEABP	7,4	110	398	196	1,96	10,5	1,74	0,15	0,76	0,57
EM seules - Source IRSTEA	7,7	120	490	255	2,19	8,5	1,89		1,83	2,32
EM seules - Source Deshayes	7,6	82	536	277	2,24	14,2				
Valeurs de référence EUD (brutes)		288	646	265		67.3	54.9			9.4 (en Pt)

Tableau 6 : Composition physico-chimique des eaux ménagères seules (données en concentrations)

La Figure 8 présente quant à elle les concentrations en MES, DCO, DBO₅ et NTK sous forme de boîtes à moustaches. Sont représentés sur ces figures : les minima et maxima (traits verticaux de part et d'autre de la boîte), les 1^{er} et 3^{ème} quartiles (traits inférieurs et supérieurs de la boîte) et la médiane des données (trait rouge).

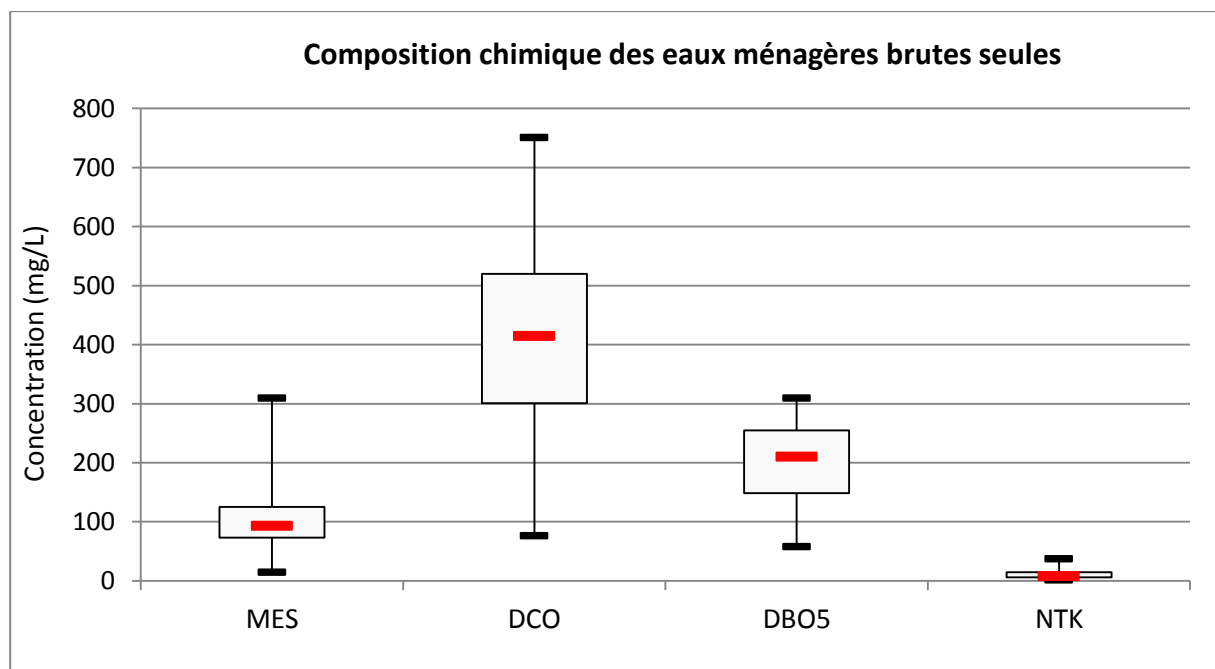


Figure 8 : Composition chimique des eaux ménagères seules (données en concentrations)

L'étude de caractérisation confirme les valeurs de la littérature avec un pH globalement neutre en moyenne à 7,4. La légère basicité est à lier aux eaux alcalines issues de machines à laver.

La concentration moyenne en matières en suspension (MES) est de 110 mg/L soit une valeur de l'ordre de grandeur annoncé par la littérature (82-120 mg/L). Les concentrations analysées sont comprises entre 15 et 310 mg/L.

Les concentrations moyennes en DCO et DBO₅ sont respectivement de 398 et 196 mgO₂/L, elles apparaissent cohérentes avec les données issues de la littérature en étant légèrement inférieures. Une importante variabilité pour le paramètre DCO (50 % des concentrations étant comprises entre 264 et 520 mgO₂/L) a été observée. Au contraire, les valeurs mesurées en DBO₅ présentent une variance plus faible (50 % des concentrations entre 149 et 310 mgO₂/L). Ces deux constats traduisent des niveaux de biodégradabilité différents qui peuvent s'expliquer par des pratiques liées à l'eau différentes (denrées alimentaires consommées, produits d'entretien utilisés, etc). Sur l'ensemble des données un rapport moyen DCO/DBO₅ de 1,96 est observé, ce qui correspond à des **eaux facilement biodégradables**.

La concentration moyenne en azote total (NTK) est de 10,5 mgN/L soit une valeur en accord avec la littérature. Plus précisément les valeurs s'étalent de 1,7 à 32,6 mgN/L ce qui reste de très faibles concentrations en azote pour les eaux ménagères. Pour rappel, l'essentiel de la charge azotée des eaux usées domestiques provient des urines.

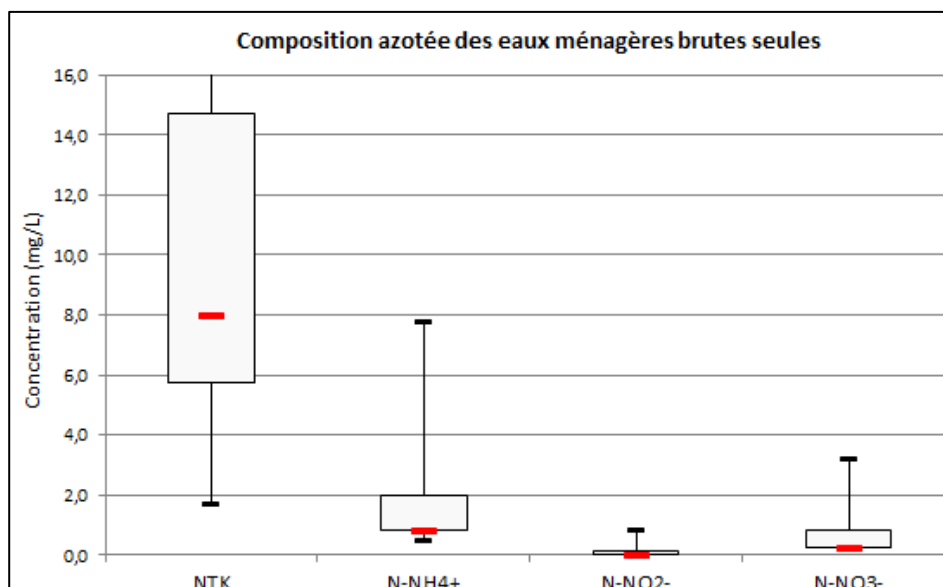


Figure 9 : Composition azotée des eaux ménagères (données en concentrations)

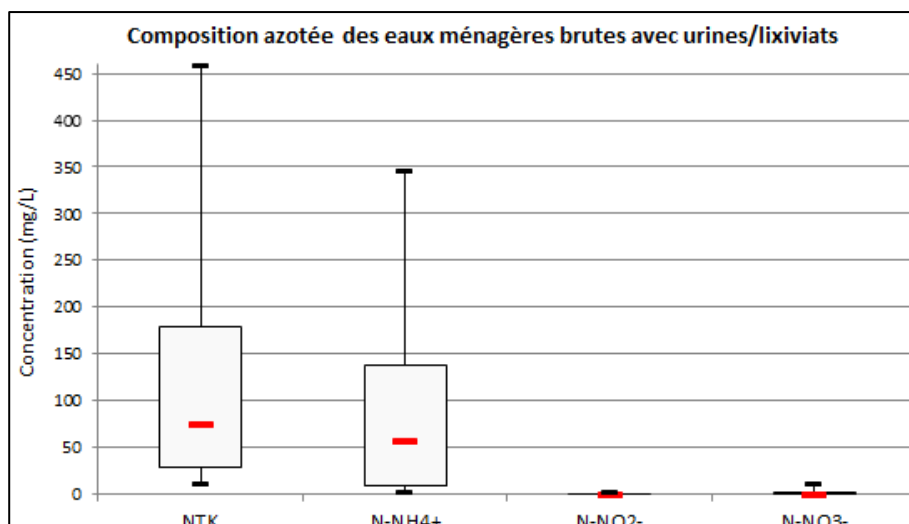


Figure 10 : Composition azotée des eaux ménagères (données en concentrations)

Les concentrations moyennes (Figure 9 et 10) en ions ammonium (NH_4^+), nitrites (NO_2^-) et nitrates (NO_3^-) sont respectivement de 1,74 mgN/L, 0,15 mgN/L et 0,76 mgN/L, cela démontre que l'azote est essentiellement sous forme organique. La concentration moyenne en ions phosphates (PO_4^{3-}) est de 0,57 mgP/L. La comparaison avec les données bibliographiques est ici peu aisée car la littérature est très pauvre en référence sur les concentrations ioniques. Les valeurs mesurées sont néanmoins « très faibles » en particulier les concentrations en phosphates⁷. Ces valeurs doivent être mises en corrélation avec l'interdiction des détergents phosphatés en France depuis le 1^{er} juillet 2007.

Le Tableau 7 présente les résultats analytiques exprimés en charge de pollution pour les paramètres MES, DCO, DBO₅ et NTK. Sont présentées les charges minimum, moyenne et maximum issues de l'étude de caractérisation ainsi que les charges couramment retenues pour une pollution de 1 EH⁸. A cela s'ajoute des pourcentages relatifs (charge des eaux ménagères/charge des eaux domestiques avec eaux vannes).

Charges	MES		DCO		DBO ₅		NTK	
	g/pers/j	%	g/pers/j	%	g/pers/j	%	g/pers/j	%
Minimum	0,8	1%	3,9	3%	3,3	6%	0,1	1%
Moyenne	7,0	10%	26,0	19%	11,9	20%	0,7	4%
Maximum	23,9	34%	63,3	47%	27,4	46%	2,0	14%
Eaux usées domestiques théoriques (1 EH)	70	/	135	/	60	/	15	/

Tableau 7 : Composition chimique des eaux ménagères seules (données en charges)

⁷ Rejets de phosphore par personne de 1.2 et 2.1 g P/j, l'essentiel provenant de l'urine selon l'EPNAC.

⁸ 1 EH correspondant à 60 g/j de DBO₅ et par extrapolation à 70g/j de MES, 135g/j de DCO, 15g/j de NTK. cf. (Graie, 2014). Il s'agit d'1 habitant plus son environnement. Le montant de ces charges peut varier en fonction des conditions et du référentiel choisis. Ici les charges présentées sont estimées comme moyennes.

Les eaux ménagères de l'étude contribuent en moyenne à 10 % de la charge en MES, à 19 % de la charge en DCO, à 20 % de la charge en DBO₅, et enfin à seulement 4 % de la charge en NTK.

On note ici que les valeurs de charges maximales relevées montrent pour les MES, la DCO et la DBO₅ des charges relatives de 34 %, 47 % et 46 % soit environ vingt-cinq points supérieures aux valeurs moyennes. Cette variance non négligeable de la charge organique est à relier aux variabilités courantes de consommation et d'usages de l'eau, ceci au sein même des habitations.

Les eaux ménagères des 18 sites analysés représentent donc moins de 19 % en moyenne (et moins de 47 % au maximum) de la pollution organique comparé à des eaux usées domestiques. De plus, elles sont associées à seulement 4 % en moyenne de la pollution azotée des eaux usées domestiques.

b. Cas des eaux ménagères chargées (avec urines ou lixiviats)

Le tableau 8 synthétise les concentrations moyennes pour les différents paramètres mesurés sur les eaux ménagères avec urines ou lixiviats (valeurs moyennes avant traitement pour les 8 sites suivis). Les concentrations moyennes pour les eaux ménagères seules sont rappelées à titre indicatif ; il n'existe à ce jour à notre connaissance aucune source bibliographique présentant des concentrations d'eaux ménagères chargées (sous-entendu par des urines ou des lixiviats).

La Figure 11 présente quant à elle les concentrations en MES, DCO, DBO₅ et NTK sous forme de boîtes à moustaches.

Concentrations moyennes	pH	MES (mg/L)	DCO (mgO ₂ /L)	DBO ₅ (mgO ₂ /L)	DCO / DBO ₅	NTK (mgN/L)	NH ₄ ⁺ (mgN/L)	NO ₂ ⁻ (mgN/L)	NO ₃ ⁻ (mgN/L)	PO ₄ ³⁻ (mgP/L)
EM seules - Étude	7,4	110	398	196	1,96	10,5	1,74	0,15	0,76	0,57
EM + urines/lixiviats - Étude	8,1	102	620	280	2,13	121	90	0,31	1,48	18,39

Tableau 8 : Composition physico-chimique des eaux ménagères chargées (données en concentrations)

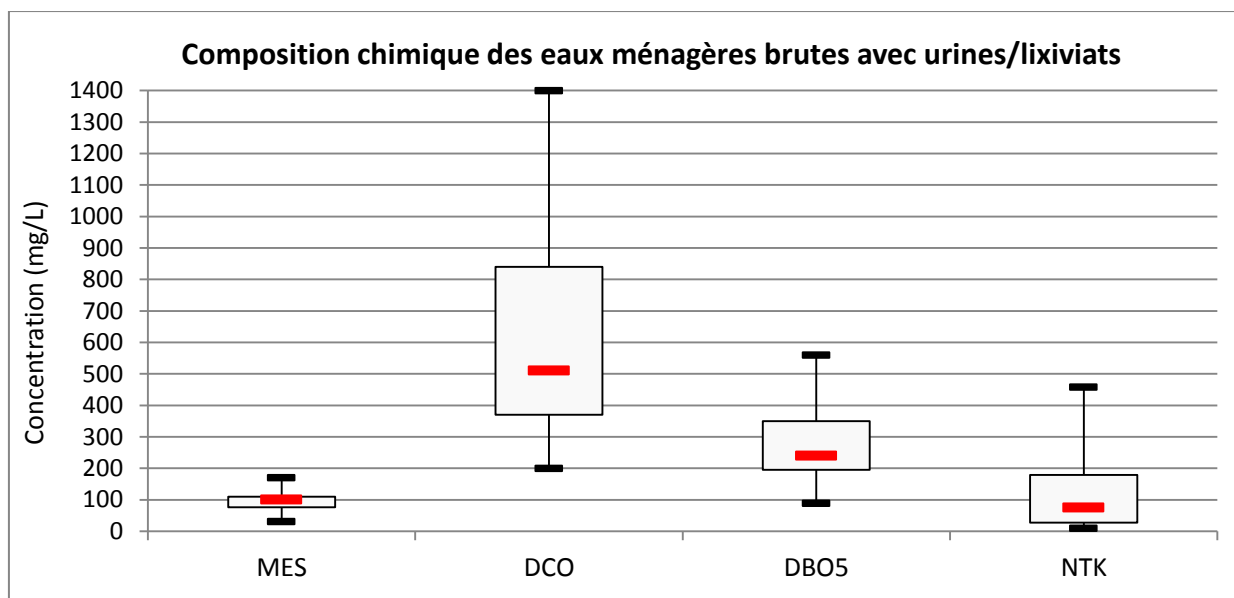


Figure 11 : Composition chimique des eaux ménagères chargées (données en concentrations)

Avec un pH moyen de 8,1, les eaux ménagères chargées sont légèrement plus basiques que les eaux ménagères seules. Effectivement, la réaction d'hydrolyse de l'urine étant rapide, elle commence à se produire quelques minutes après l'excrétion et engendre alors une montée du pH due à la libération d'ions hydroxydes.

La concentration moyenne en MES est de 102 mg/L et proche de celle des eaux ménagères seules. La littérature (Eme & Boutin, 2015) précise que les urines sont en effet quasi exemptes de matières en suspension.

Les concentrations moyennes en DCO et DBO₅ sont respectivement de 620 et 280 mgO₂/L, plus élevées que celles des eaux ménagères seules à cause de la contribution organique des urines. On remarque par ailleurs une très importante variabilité des plages de données avec quatre (4) valeurs maximales de DCO à 1000, 1100, 1200 et 1400 mgO₂/L. Ces valeurs sont à relier aux débits d'eau rejetés, très faibles lors de ces quatre campagnes-là. Le rapport moyen DCO/DBO₅ de 2,13, montre quant à lui que les eaux ménagères mêmes chargées en urines **restent facilement biodégradables**.

La concentration moyenne en NTK est de 121 mgN/L tandis que celle en ions ammonium (NH₄⁺) est de 90 mgN/L. Les urines seules représentant en moyenne 75 % de la charge azotée des eaux usées domestiques, il est logique d'observer ici des valeurs relativement élevées en NTK et NH₄⁺. On remarque que les ions ammonium représentent environ 75 % de l'azote total, ce qui souligne la dégradation déjà avancée de l'urée en azote ammoniacal.

Les concentrations moyennes en ions nitrites et nitrates sont respectivement de 0,31 mgN/L, et 1,48 mgN/L soit des valeurs très faibles.

La concentration moyenne en ions phosphates (PO₄³⁻) est de 18,3 mgP/L et est bien plus élevée que dans les cas des eaux ménagères seules. Un site en particulier tire la moyenne vers le haut (72 mgP/L) contre une médiane à 6,7 mgP/L. Les urines contiennent en particulier des sels inorganiques comme le phosphate de potassium et d'autres composés organiques apportant des ions phosphates au mélange.

L'emploi soutenu de produits lessiviels associé à l'urine peu également expliquer ce chiffre. Ceci pourrait à priori expliquer les valeurs relativement élevées en phosphates.

Le Tableau 9 présente les résultats analytiques exprimés en charge de pollution pour les paramètres MES, DCO, DBO₅ et NTK. Sont présentées les charges minimum, moyenne et maximum issues de l'étude de caractérisation ainsi que les charges couramment retenues pour une pollution de 1 EH⁹, à cela s'ajoute des pourcentages relatifs (charge des eaux ménagères chargées/charge des eaux domestiques avec eaux vannes).

Charges	MES		DCO		DBO ₅		NTK	
	g/pers/j	%	g/pers/j	%	g/pers/j	%	g/pers/j	%
Minimum	1,4	2%	8,8	7%	3,9	7%	0,4	3%
Moyenne	6,9	10%	39,9	30%	17,5	29%	8,2	55%
Maximum	13,4	19%	77,0	57%	35,0	58%	29,1	194%
Eaux usées domestiques (1 EH)	70	/	135	/	60	/	15	/

Tableau 9 : Composition chimique des eaux ménagères chargées (données en charges)

Les eaux ménagères avec urines ou lixiviats restent faiblement chargées relativement aux eaux usées domestiques. Les contributions sont en moyenne de 10 % de la charge en MES, de 30 % de la charge en DCO, de 29 % de la charge en DBO₅, et de 55 % de la charge en NTK.

Ces pourcentages de charges comparés au cas des eaux ménagères seules, montrent que les urines/lixiviats n'apportent presque pas de charge supplémentaire en MES. Les charges en DCO et la DBO₅ sont augmentés de seulement 9 et 6 points (soit 12 gDCO/pers/j et 5 gDBO₅/pers/j en plus), à corrélérer à la charge carbonée apportée par la molécule d'urée.

Les valeurs de charges maximales de la DCO et de la DBO₅ (respectivement 57 % et 58 %) sont environ 25 points plus hauts que les valeurs moyennes. Cette variance non négligeable de la charge organique est ici aussi à relier aux variabilités courantes de consommation et d'usages de l'eau des particuliers suivis.

Pour l'azote organique (NTK), la charge maximale mesurée est de 29,1 g/pers/j soit 194 % de la charge usuellement retenue pour les eaux usées domestiques. Des valeurs de charge azotée supérieures à 100 % ont en fait été relevées sur un seul site (n°9) où vit une personne âgée seule équipée de toilettes à séparation à la source consommant peu d'eau. La charge maximale relevée pourrait ainsi s'expliquer par une émission d'urines très supérieure à la moyenne.

Les eaux ménagères chargées en urines ou lixiviats représentent moins de 30 % en moyenne (et moins de 57 % au maximum) de la pollution organique comparé à des eaux usées domestiques.

⁹ EH correspondant à 60 g/j de DBO₅ et par extrapolation à 70g/j de MES, 135g/j de DCO, 15g/j de NTK. cf. (Graie, 2014).

2. Composition bactériologique des eaux brutes

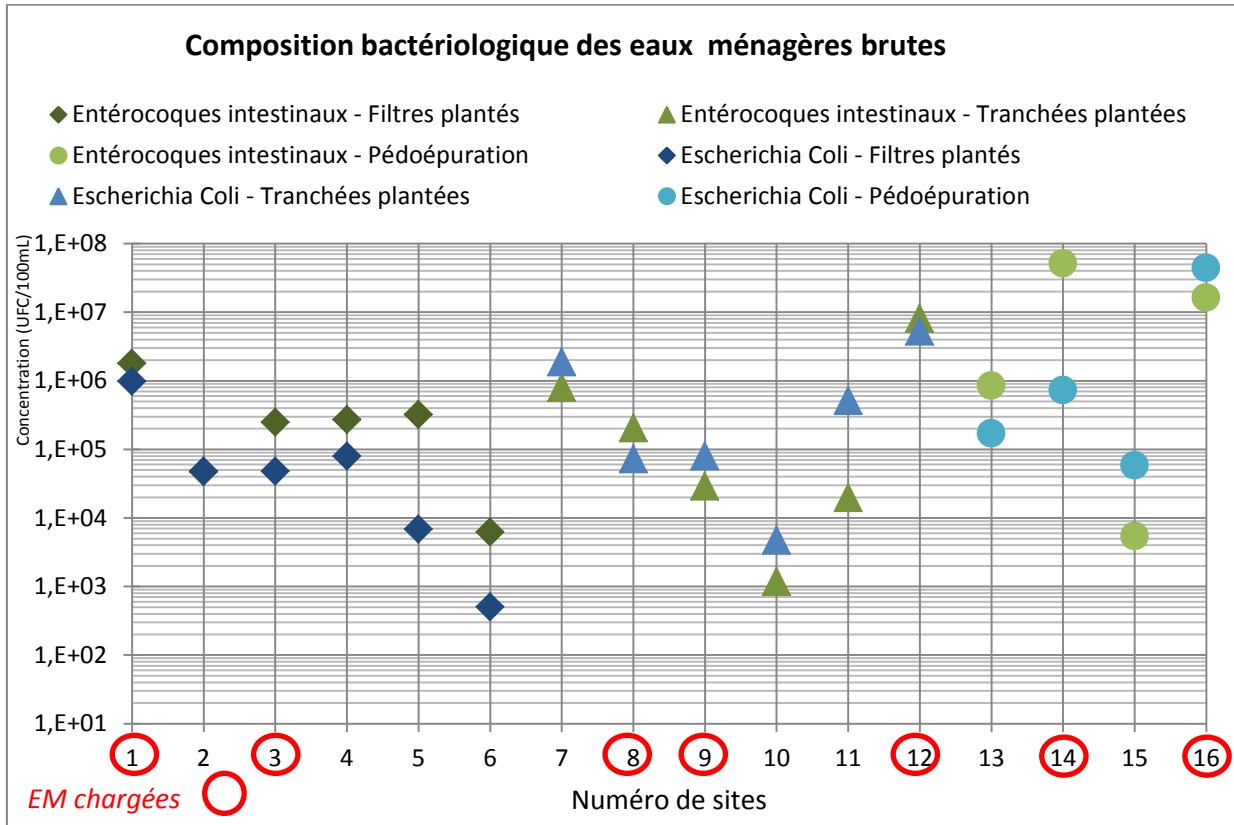


Figure 12: Concentrations en Entérocoques et Escherichia coli des eaux ménagères brutes selon le type de filière

Selon

la

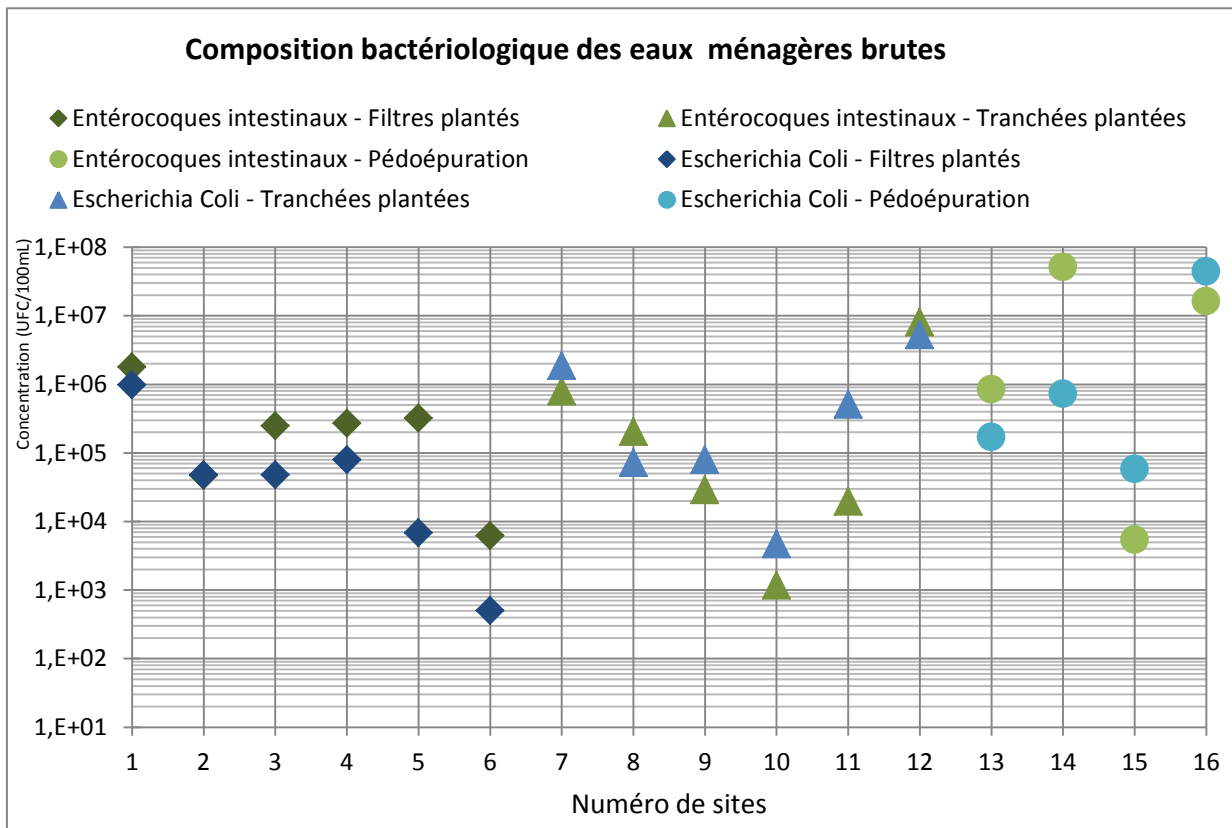


Figure 12 (voir légende pages 24/25), pour l’ensemble des résultats et sur un même site, les concentrations en Entérocoques et en Escherichia coli sont homogènes. Comme évoqué dans la partie bibliographique, la gamme des concentrations tant en entérocoques qu’en E. coli est très large soit de 10^3 et 10^7 UFC/100ml. Lors des analyses complètes (les seules comprenant la bactériologie) sur les sites 17 et 18, l’absence d’eau dans les piézomètres n’a pas permis d’obtenir de résultats.

Concentration (UFC/100ml)	EM seules		EM chargées en urine/lixiviat	
	Entérocoques	Escherichia coli	Entérocoques	Escherichia coli
Moyenne	2,6E+05	3,0E+05	1,11E+07	7,31E+06
Minimum	1,2E+03	5,0E+02	2,87E+04	4,80E+04
Maximum	8,4E+05	1,9E+06	5,10E+07	4,41E+07

Tableau 10: Concentrations en Entérocoques et E. coli des eaux ménagères brutes

Concernant les eaux ménagères seules (Tableau 10), nous avons des concentrations des indicateurs bactériologiques très disparates allant de 10^2 à 10^7 UFC/100ml. Les concentrations moyennes pour les 2 indicateurs (EM seules et EM chargées) sont de l’ordre de grandeur de 10^6 UFC/100ml (Tableau 10).

Les sites 1, 3, 8, 9, 12, 14, 16 et 17 sont des sites dont les eaux ménagères sont chargées en urine ou lixiviat. En moyenne, ces eaux ménagères chargées ont des concentrations de l’ordre de 10^7 UFC/100ml pour les Entérocoques intestinaux et de 10^6 UFC/100ml pour Escherichia coli (Tableau 10).

Les valeurs des sites suivis dans l'étude sont comprises dans la gamme de concentrations de l'ANSES pour les eaux ménagères domestiques (Tableau 2) qui est de 10^3 à 10^6 UFC/100ml pour les Entérocoques et de 10^3 à 10^7 UFC/100 ml pour E. coli.

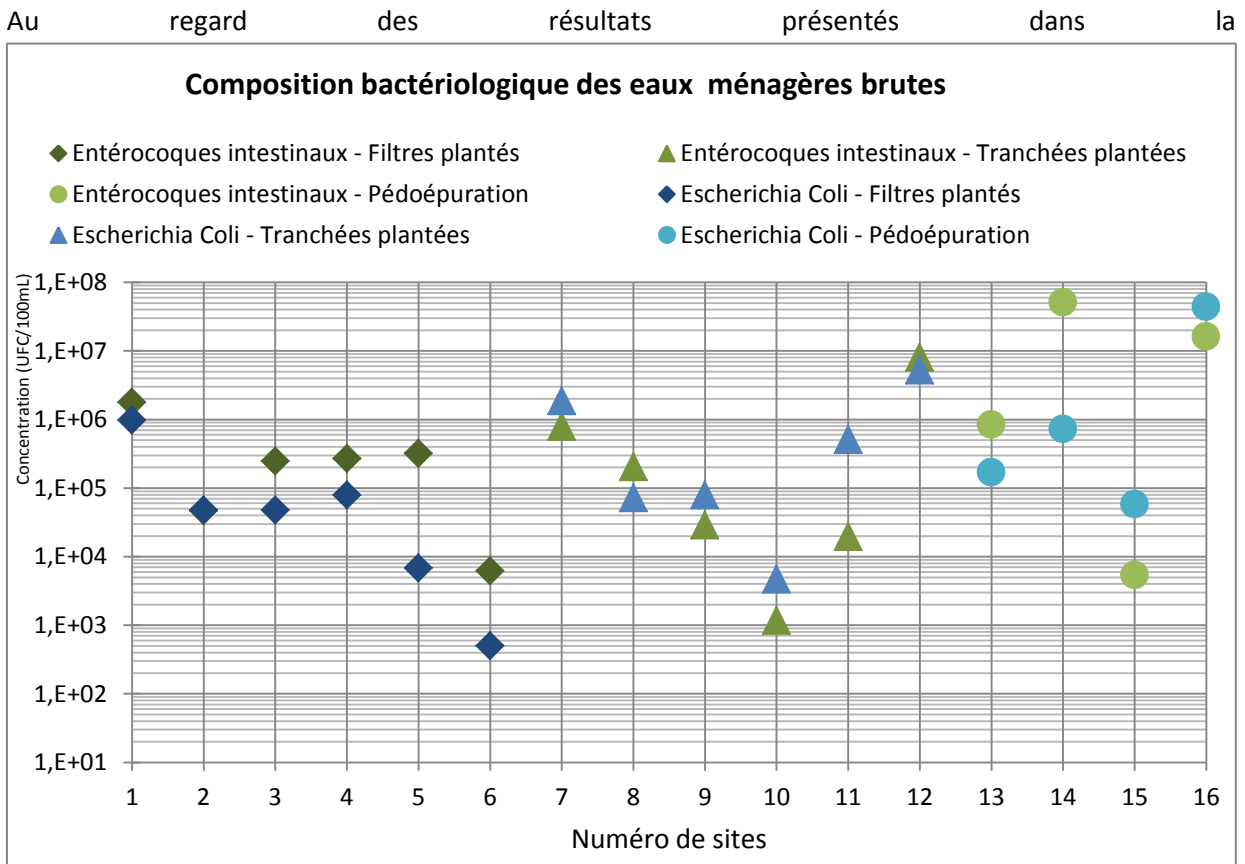


Figure 12 et dans le Tableau 10, il n'est pas possible de conclure à un possible impact des lixiviats et des urines sur la bactériologie des eaux ménagères mélangées. Au vue des variations observées entre les concentrations minimum et maximum, nous pouvons dire que le comportement des habitants influe de façon importante sur la composition bactériologique des eaux ménagères. De plus, ces concentrations bactériologiques restent plus faibles que celles des eaux usées domestiques brutes qui sont de l'ordre de 10^9 UFC/100 ml pour E. coli et 10^8 pour les Entérocoques intestinaux (OMS, 2006).

D. Caractérisation qualitative des eaux ménagères traitées







1. Récapitulatif des référentiels réglementaires

Avant de rentrer dans le détail de chaque paramètre, il est ici précisé les seuils réglementaires qui seront utilisés pour faciliter la lecture et mettre en avant la cohérence dans la méthodologie d'analyse. La réglementation ANC ne définit des seuils que dans le cadre de la procédure d'agrément il n'est pas fait état de niveau de rejet ou de rendement pour les filières traditionnelles. Plusieurs réglementations peuvent être prises comme référentiel mais au regard des différents paramètres suivis dans l'étude, ils ne trouvent pas tous de référentiel dans la même réglementation. Il est donc proposé de garder comme référentiel l'arrêté du 21 juillet 2015) comme décrit dans le tableau 11.

	Concentration maximale	Rendement minimum	Concentration rédhibitoire
DBO ₅	35 mg(O ₂)/l	60%	70 mg(O ₂)/l
DCO	200 mg(O ₂)/l	60%	400 mg(O ₂)/l
MES	-	50%	85 mg/l
pH	6<X<8.5		

Tableau 11: Valeurs seuils du référentiel réglementaire (arrêté du 21/07/2015)

La légende utilisée par la suite pour les graphiques est décrites ci-dessous :

-  : EM chargées (urines ou lixiviats)
-  : Filtre planté
-  : Tranchée plantée
-  : Pédopuration
-  : Valeur de la réglementation de référence rédhibitoire.
-  : Valeur maximum de la réglementation de référence

2. Composition physico-chimique des eaux traitées

Le Tableau 12 synthétise les concentrations moyennes pour les paramètres physico-chimiques mesurés sur les eaux ménagères brutes et traitées (seules et chargées). Ces données sont exploitées dans les sous-sections qui suivent.

Concentrations moyennes	pH	MES (mg/L)	DCO (mgO ₂ /L)	DBO ₅ (mgO ₂ /L)	DCO / DBO ₅	NTK (mgN/L)	NH ₄ ⁺ (mgN/L)	NO ₂ ⁻ (mgN/L)	NO ₃ ⁻ (mgN/L)	PO ₄ ³⁻ (mgP/L)
EM seules brutes - Étude	7,4	110	398	196	1,96	10,5	1,74	0,15	0,76	0,57
EM seules traitées - Étude	7,6	6	43	14	5,16	3,26	1,20	0,10	2,17	0,32
EM + urines/lixiviats brutes - Étude	8,1	102	620	280	2,13	121	90	0,31	1,48	18,39
EM + urines/lixiviats traitées - Étude	8,0	10	78	19 ¹⁰	6,23	54	46	0,16	5,68	13,12

Tableau 12 : Composition physico-chimique des eaux ménagères traitées (données en concentrations)

¹⁰ Hors valeurs pédopuration car non représentative

a. pH des eaux

Les eaux ménagères seules et chargées ont des pH respectifs de 7,4 et 8,1 avant traitement et de 7,6 et 8,0 après traitement, soit légèrement plus basiques. Lors de l'épuration des eaux, les équilibres physico-chimiques sont effectivement modifiés (en particulier lors de la dégradation des ions ammonium et phosphates) ce qui peut expliquer les variations observées. Les résultats se situent dans la fourchette de l'arrêté du 21/07/2015.

b. Concentrations en matières en suspension (MES)

La Figure 13 résume les concentrations en MES mesurées sur les eaux traitées par filtres plantés et tranchée plantée. Pour rappel, sur les sites équipés d'une filière de pédoépuration, les MES ne sont pas mesurées en sortie car la mesure est considérée comme trop influencée par le milieu terreux.

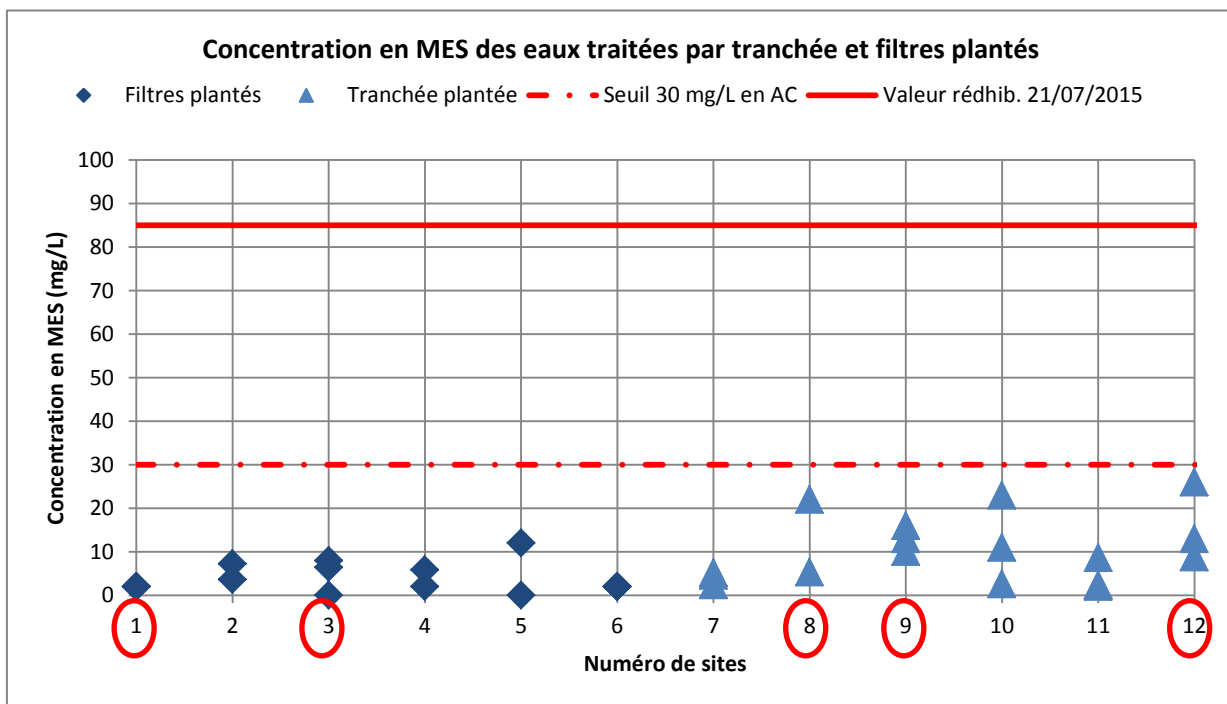


Figure 13 : Concentration en MES des eaux traitées par filtres plantés et tranchée plantée

Sur le graphe est également indiqué la valeur seuil de rejet des eaux en assainissement non collectif définie pour les dispositifs agréés (JORF n. , 2009), soit une concentration de 30 mg/L en MES. On précise ici que la réglementation prévoit que cette valeur doit être respectée pour 90 % des mesures réalisées et que ces mesures ne doivent pas dépasser le seuil maximum fixé à 85 mg/L.

L'ensemble des concentrations mesurées sont inférieures au seuil de 30 mg/L. De plus, les concentrations moyennes sont de 6 et 10 mg/L (respectivement pour les eaux ménagères seules et les eaux ménagères avec urines/lixiviats) soit des valeurs très faibles.

Les eaux traitées par filtres plantés et tranchée plantée sont donc conformes à la réglementation de référence pour le paramètre MES.

Pour aller plus loin, il est intéressant d'analyser les charges en MES des eaux traitées (présentées dans le Tableau 12). Effectivement, les volumes d'eaux ménagères étant plus faibles que ceux des eaux usées domestiques, une même concentration pour ces deux types d'eaux engendre des charges différentes.

La réglementation actuelle prévoit une référence seuil à 30 mg/L que l'on peut multiplier par le volume d'eau moyen consommé par un ménage français (soit 150 L par jour et par personne). Autrement dit, la charge maximale rejetée admissible aurait été de 4,50 g de MES par personne et par jour.

Charges	MES (en g/pers/j)	
	Eaux ménagères seules	Eaux ménagères chargées
Minimum	0,10	0,07
Moyenne	0,45	0,83
Maximum	2,05	3,17
Seuil de 30 mg/L*150 L	4,50	

Tableau 13 : Charge en MES des eaux ménagères traitées

Les données collectées lors de cette étude montrent que les charges moyennes des eaux ménagères sont faibles : elles sont respectivement de 0,45 g/pers/j pour les eaux ménagères seules et de 0,83 g/pers/j pour les eaux ménagères chargées en urines ou lixiviats. Les charges maximales obtenues respectivement de 2,05 g/pers/j et de 3,17 g/pers/j) sont aussi inférieurs à ce que pourrait être l'équivalent du seuil en charge maximale de 4,50 g/pers/j.

Enfin, l'analyse des charges rejetées en MES confirme l'efficacité de traitement des filtres plantés et tranchées plantés sur ce paramètre.

c. Concentrations en matières carbonées (DCO et DBO₅)

La Figure 14 présente les concentrations en DCO mesurées sur les eaux traitées par filtre planté et tranchée plantée. Pour rappel, sur les sites équipés d'une filière de pédoépuration, la DCO n'est pas mesurée en sortie car la mesure est considérée comme trop influencée par le milieu terreste.

La réglementation actuelle en assainissement non collectif ne prévoit pas de valeur pour la concentration en DCO des eaux traitées. Cependant, à titre indicatif, la réglementation pour le rejet des eaux traitées des installations > 20EH (JORF n. , 2015) avec obligation de résultat(s), a été reportée sur le graphe (200 mg/L de DCO).

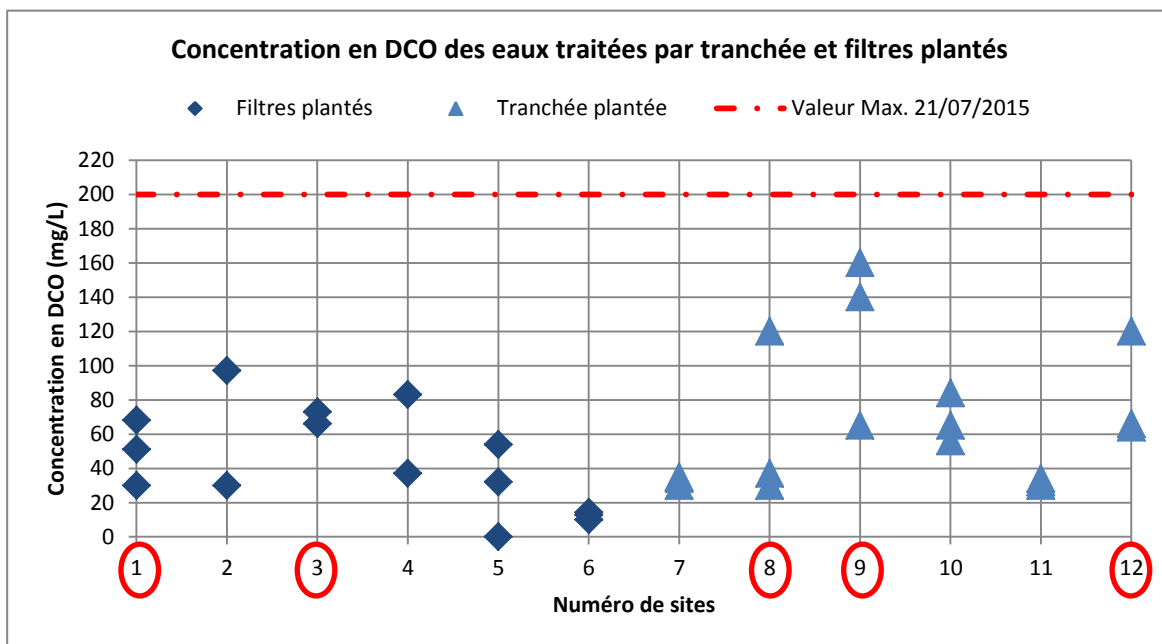


Figure 14 : Concentration en DCO des eaux traitées par filtres plantés et tranchée plantée

La totalité des concentrations mesurées sont inférieures à 200 mgO₂/L. On note deux valeurs au-dessus des autres sur le site 9 de 140 et 160 mg O₂/L à relier à deux campagnes de mesures avec des **débits d'eau très faibles** (Figure 15), on note également de nombreuses valeurs à 10 et 30 mgO₂/L correspondant en réalité aux minima analytiques des laboratoires d'analyses. On observe par ailleurs une importante variance des concentrations des eaux traitées selon les sites. Cette variance ne semble pas corrélée à la présence ou non des urines et lixiviats avec les eaux ménagères néanmoins les sites 8, 9 et 12 où sont relevées les concentrations les plus fortes sont des sites avec urines ou lixiviats avec **une faible pluviométrie**.

Pour résumer, les eaux traitées par filtres plantés et tranchée plantée ont des concentrations en DCO compatibles avec les repères de l'arrêté du 21 juillet.

La Figure 15 présente les concentrations en DBO₅ mesurées sur les eaux traitées par filtres plantés, tranchée plantée et pédoépuration. Sur le graphe est également indiquée la valeur seuil de rejet des eaux en assainissement non collectif définie pour les dispositifs agréés (JORF n. , 2009), de 35 mgO₂/L en DBO₅. On précise ici que la réglementation prévoit que cette valeur doit être respectée pour 90 % des mesures réalisées et que les mesures ne doivent pas dépasser le seuil maximum fixé à 50 mgO₂/L.

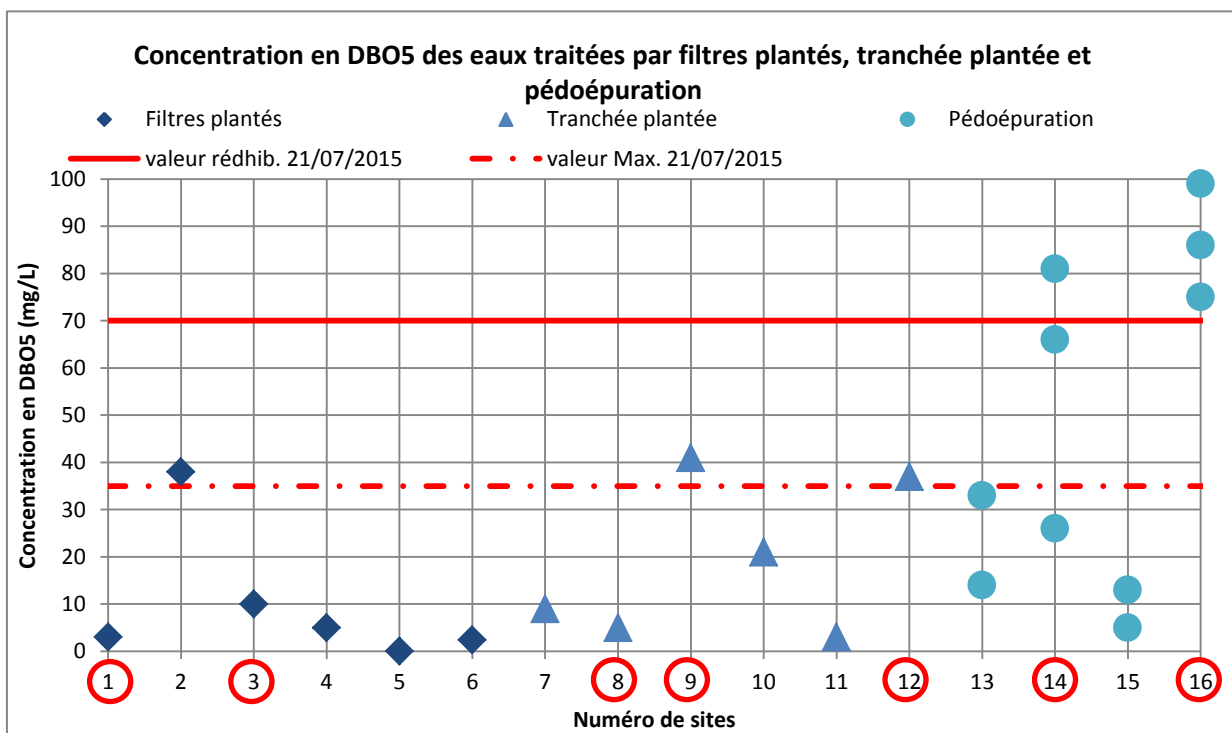


Figure 15 : Concentration en DBO₅ des eaux traitées par filtres plantés, tranchée plantée et pédoépuration

Lors des analyses complètes (les seules comprenant la DBO₅) sur les sites 17 et 18, l'absence d'eau dans les piézomètres n'a pas permis d'obtenir de résultats.

Sur les filtres plantés et la tranchée plantée, les concentrations en DBO₅ sont, tout comme celles de la DCO, variables d'un site à l'autre. On constate 3 valeurs légèrement supérieures à 35 mgO₂/L mais qui restent inférieures au seuil réhabilitaire de 70 mgO₂/L.

En pédoépuration, les valeurs de la DBO₅ s'étalent de 5 à 99 mg/L avec une moyenne à 49 mg/L. On observe que 5 valeurs sont supérieures au seuil maximum de 50 mgO₂/L et que celles-ci concernent

des sites de pédoépuration. On rappelle ici que les incertitudes de mesure sur la DBO₅ peuvent être importantes en particulier pour des valeurs très faibles (dû aux incertitudes dans les mesures en laboratoire qui sont pourtant normalisées). Il y a également la possibilité de lessivages des acides humiques contenu dans le BRF qui peuvent interagir sur la DBO₅. De plus, on utilise ici moins de 30% de la surface filtrante de la tranchée (Tableau 14) avec la technique de prélèvement choisi pour collecter l'effluent et les valeurs les plus élevées correspondent à des EM + urines / lixiviats qui sont les plus concentrés (c'est-à-dire les volumes produits les plus faibles).

N° du site	Longueur de la tranchée (m)	Distance implantation piézo (m)	Taux d'utilisation de la surface filtrante	Impact sur la valeur maximum de la DBO ₅ (mg/L)
13	3,75	0,5	13%	4,3
14	5	2	40%	32,4
15	10	2,5	25%	3,25
16	5	2	40%	39,6
Moyenne :			30%	

Tableau 14: Utilisation des tranchées de pédoépuration

En fonction de la distance d'implantation du piézomètre par rapport à l'entrée de l'effluent brut, le pourcentage d'utilisation de la tranchée de pédoépuration varie selon les sites, de 13 à 40 % (Tableau 14). Effectivement, sur certains sites, le piézomètre a dû être rapproché de l'exutoire de l'effluent pour collecter de l'eau contrairement à ce qui était prescrit dans le protocole. Aucun des résultats n'a été obtenu avec une tranchée de pédoépuration exploitée à 100% de ses capacités épuratoires. Le substrat joue un rôle « éponge » de rétention de l'effluent brut participant à son traitement quel que soit la perméabilité du sol. Ainsi, des résultats disparates sur la filière de pédoépuration (sites 13 à 18) peuvent s'expliquer par plusieurs causes :

- Ruissellement de l'eau en cours de traitement à travers le broyat et le sol : l'eau se charge en matières. C'est pourquoi, en sortie de traitement, nous n'avons pas analysés les paramètres de DCO et MES mais seulement la DBO₅.
- Difficulté de récupérer l'eau traitée sans modifier le sol en place : la pause d'un piézomètre a perturbé les capacités épuratoires du sol. Ainsi les systèmes n'ont pas eu assez de temps pour se stabiliser puis développer leurs pleines capacités épuratoires (généralement 1 an minimum de fonctionnement doit être compté pour un fonctionnement optimal).
- Les sites 17 et 18 ont dû être modifiés pour réaliser les prélèvements : ces modifications ont perturbées l'équilibre établi dans les installations depuis leurs créations (2014 et 2012 respectivement).
- Les sites 14 et 16 sont des installations récentes (2016) composées d'un BRF grossier qui ne s'est pas encore décomposé. Ils se trouvent donc dans la même configuration que les sites précédents : les systèmes n'ont pas encore atteint le maximum de leur capacité épuratoire.

Malgré cela pour récupérer de l'eau nous avons dû utiliser que 40 % de la surface des tranchées.

- Les sites 13 et 15 sont quant à eux plus anciens (2015 et 2010) et sont composés de broyat plus fin. Ces conditions ont permis aux systèmes de développer leur capacité épuratoire. Ainsi, il s'agit des seuls sites en fonctionnement durables. Pour récupérer de l'eau, seulement 13 et 25 % de la surface épuratoire ont pu être utilisés.

En prenant en compte les modifications, le type de broyat et l'ancienneté du fonctionnement des installations, l'étude permet de démontrer l'importance de ces paramètres dans le bon fonctionnement de l'installation de pédoépuration notamment au regard des résultats ci-dessus sur la DBO₅.

Les eaux traitées par filtres plantés, tranchée plantée sont conformes pour le paramètre DBO₅. Il est important de noter que les concentrations mesurées sont à corréliser aux volumes d'eaux rejetés et à la méthode de prélèvement choisi (notamment pour la pédoépuration qui présente des moyennes pas toujours conformes). Ceux-ci sont bien plus faibles que dans le cas d'eaux usées domestiques et un effet de concentration des eaux traitées existent. Nous proposons toutefois d'analyser la charge totale rejetée (concentration du paramètre en mg/L ramené au volume journalier produit) afin de conclure quant à ce paramètre (Tableau 15).

La réglementation de l'ANC ne prévoit pas de valeurs sur les charges de pollution en DBO₅ (obligation de moyens), il sera pris pour valeur de référence le produit au seuil de 35 mgO₂/L par le volume d'eau moyen consommé par un ménage français soit 150 L par jour et par personne. Dans ce calcul (équivalent à une charge pour disposer d'un référentiel de comparaison autant en ANC pour la DBO₅ qu'en AC pour la DCO) la valeur maximale rejetée pourrait être de 5,25 g de DBO₅ /pers/j et de 30 g de DCO / pers / j.

Charges	DCO (en g/pers/j)		DBO ₅ (en g/pers/j)	
	Eaux ménagères seules	Eaux ménagères chargées	Eaux ménagères seules	Eaux ménagères chargées
Minimum	0,51	0,98	0,12	0,10
Moyenne	2,97	5,66	0,96	1,85
Maximum	7,48	14,64	2,57	4,51
Valeur Max. 200 mgO ₂ /L*150 L	30		-	
Valeur Max. 35 mgO ₂ /L*150 L	-		5,25	

Tableau 15 : Charge en DCO et DBO₅ des eaux ménagères traitées

Les données collectées lors de l'étude montrent des équivalents de charges moyennes en DBO₅ de 0,96 g/pers/j et de 1,85 g/pers/j (et des équivalents de charges maximales de 2,57 g/pers/j et de 4,51 g/pers/j), ceci respectivement pour les eaux ménagères seules et chargées. **Certaines concentrations mesurées dépassent les 35 mgO₂/L mais la charge journalière correspondante est inférieure à ce qu'aurait pu représenter la valeur seuil de la concentration convertie en charge journalière (à savoir 5,25 g/pers/j).** Effectivement, les volumes d'eaux ménagères sont bien inférieurs (86 L en moyenne avec un minimum de 25L) à ceux considérés pour 1 EH en EUD (150L).

nitrification de l'azote. La dernière étape de traitement de l'azote est la dénitrification des nitrates en diazote N_2 , cette réaction est quant à elle assurée dans un milieu anaérobie.

La Figure 16 ci-dessous précise la répartition moyenne de la charge azotée avant et après épuration sur l'ensemble des 3 filières suivies.

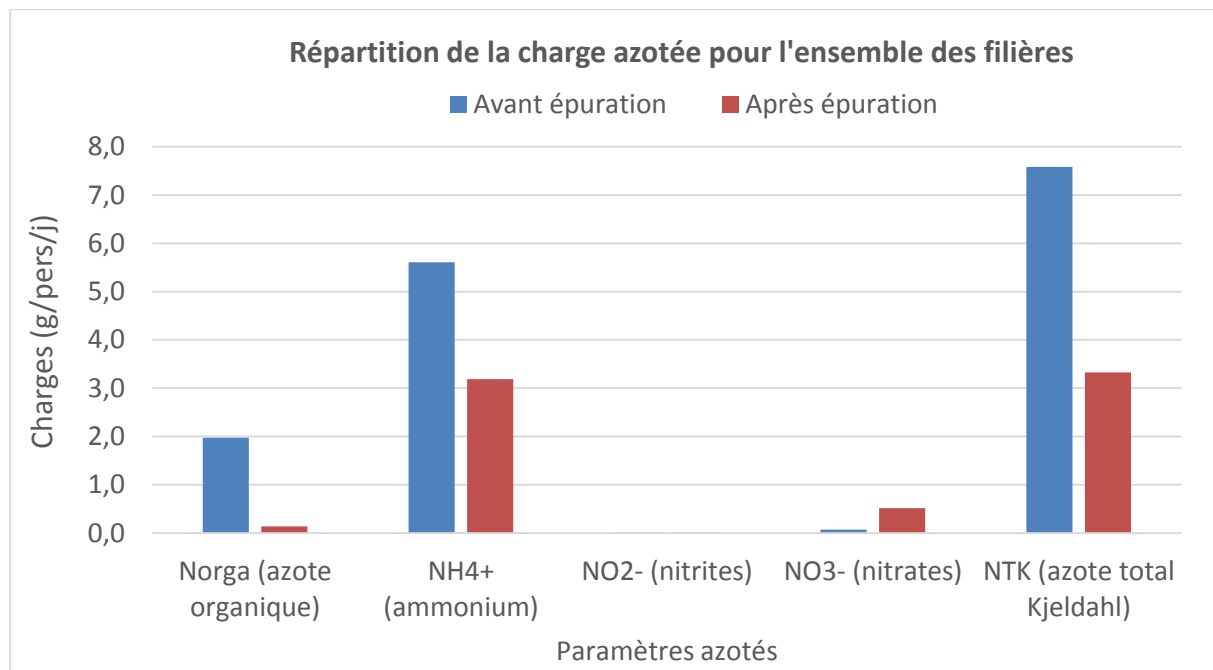


Figure 16: Répartition de la charge azotée dans le cas des eaux ménagères chargées

La Figure 16 montre la dégradation de l'azote avec l'abattement des formes organique et ammonium de l'azote. Il reste la transformation finale de nitrates qui est encore en phase de finition.

Dans la partie suivante, IV.E, sera présentée les rendements moyens de l'épuration de l'azote pour chacune des 3 filières de traitement suivies.

En ce qui concerne les concentrations en ions phosphates (PO_4^{3-}) des eaux traitées, on relève une moyenne de 13,94 mgP/L soit une valeur légèrement inférieure aux 19,43 mgP/L des eaux ménagères brutes chargées. Il est ici important de noter, qu'à la différence de l'azote, le phosphore n'existe pas sous forme gazeuse. Les ions phosphates (PO_4^{3-}) constituent ainsi la forme la plus dégradée du phosphore.

3. Composition bactériologique des eaux traitées

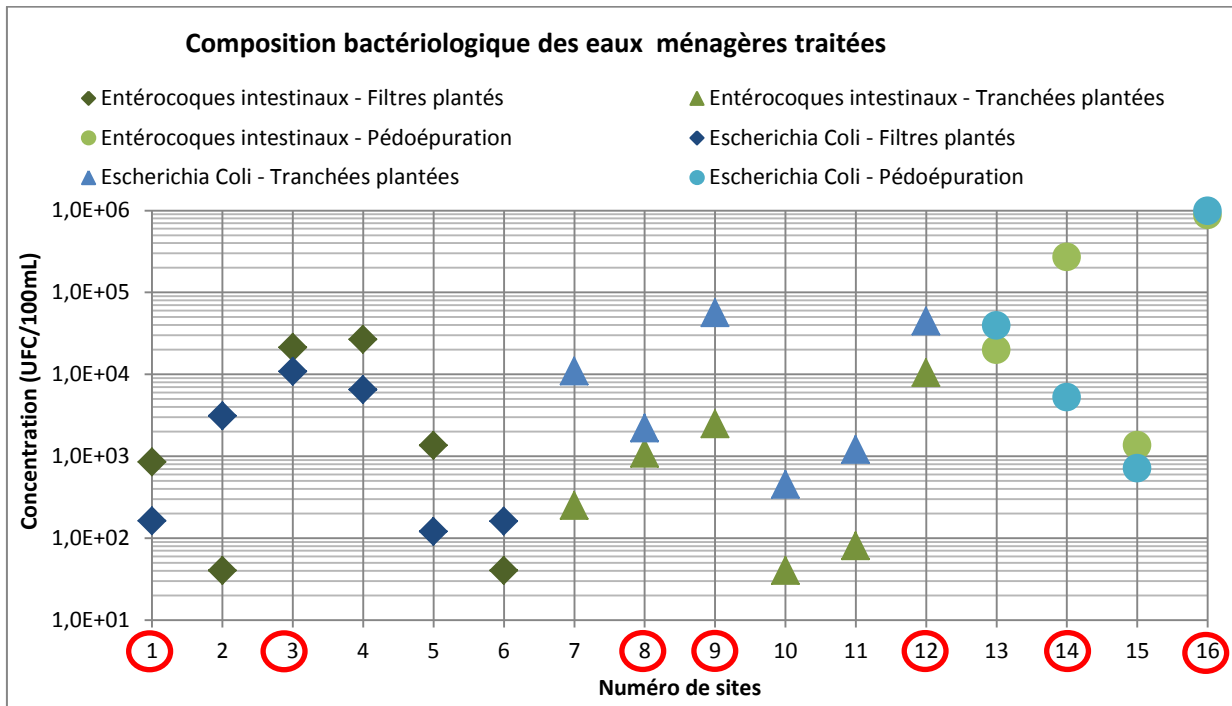


Figure 17: Composition bactériologique des eaux ménagères traitées

Lors des analyses complètes (les seules comprenant la bactériologie) sur les sites 17 et 18, l'absence d'eau dans les piézomètres n'a pas permis d'obtenir de résultats.

La Figure 17 expose les concentrations en Entérocoques intestinaux et en Escherichia coli selon les filières de traitement. Le Tableau 16 donne quant à lui les concentrations maximum, minimum et moyennes selon si les eaux ménagères sont chargées en urine/lixiviat ou non.

Nous remarquons qu'au sein de la même filière, les concentrations sont très variées : entre 10^1 et 10^4 pour les filtres et tranchées plantées alors que pour la pédopurification, les concentrations sont comprises entre 10^3 et 10^4 .

Nous observons que majoritairement, les eaux ménagères traitées par filtres plantés ont une concentration plus importante en Entérocoques intestinaux qu'en Escherichia coli. A l'inverse, celles traitées par tranchées plantées ont une concentration plus importance en Escherichia coli qu'en Entérocoques.

Les sites 1, 3, 8, 9 et 12 ont initialement des eaux ménagères chargées en urine ou lixiviat. Parmi eux, seules les eaux traitées issues des sites 3, 9 et 12 ont des concentrations en Escherichia coli et en Entérocoques plus élevés, avoisinant les concentrations sur les sites 4 et 13.

Concentration (UFC/100ml)	EM seules (sur 9 valeurs)		EM chargées (sur 7 valeurs)	
	Entérocoques intestinaux	Escherichia coli	Entérocoques intestinaux	Escherichia coli
Minimum	4,0E+01	1,2E+02	8,5E+02	1,6E+02
Moyenne	5,5E+03	6,9E+03	7,2E+03	2,3E+04
Maximum	2,7E+04	3,9E+04	2,1E+04	5,6E+04

Tableau 16: Concentrations en Entérocoques intestinaux et Escherichia coli des eaux ménagères traitées

En moyenne, comme le confirme le Tableau 16, les eaux traitées issues d'eaux ménagères classiques ont des concentrations en Entérocoques intestinaux de $5,5 \cdot 10^3$ UFC/100 ml et de $6,9 \cdot 10^3$ UFC/100 ml en Escherichia coli.

Les eaux traitées issues d'eaux ménagères chargées en urine et lixiviats ont des concentrations moyennes de $7,2 \cdot 10^3$ UFC/100ml en Entérocoques intestinaux et de $2,3 \cdot 10^4$ UFC/100 ml en Escherichia coli. Comme évoqué dans le paragraphe sur l'approche quantitative, les valeurs de concentrations mentionnées ici sont à relativiser du fait que les EM de tous les sites suivis sont fortement concentrées (en moyenne seulement 45% des EUD contre 70% dans la littérature ce qui représente une différence de moins de 1 log).

Au regard des résultats, la présence d'urines ou de lixiviats n'impacte pas les mesures de bactériologies des eaux ménagères traitées.

E. Performances épuratoires des filières étudiées

Les croix rouges dans les figures de rendement correspondent aux valeurs réglementaires (Arrêté du 21 juillet 2015 relatif aux systèmes d'assainissement collectif et aux installations d'assainissement non collectif, à l'exception des installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO₅).

1. Filtres plantés

La Figure 18 présente les rendements épuratoires observés pour les filtres plantés, ceci pour les paramètres MES, DCO, DBO₅ et NTK. Sur la base du code couleur du chapitre précédent et pour les filières suivantes (tranchée plantée et pédoépuration) :

- Le rendement moyen est indiqué **en bleu**.
- Les plages de variations (minimum/maximum) sont indiquées par les flèches **noires**.
- Les rendements épuratoires (moyennes journalières) réglementés dans le cadre de l'arrêté du 21/07/2015 pour les ouvrages d'assainissement non collectif <120 kg/j sont **en rouge**.

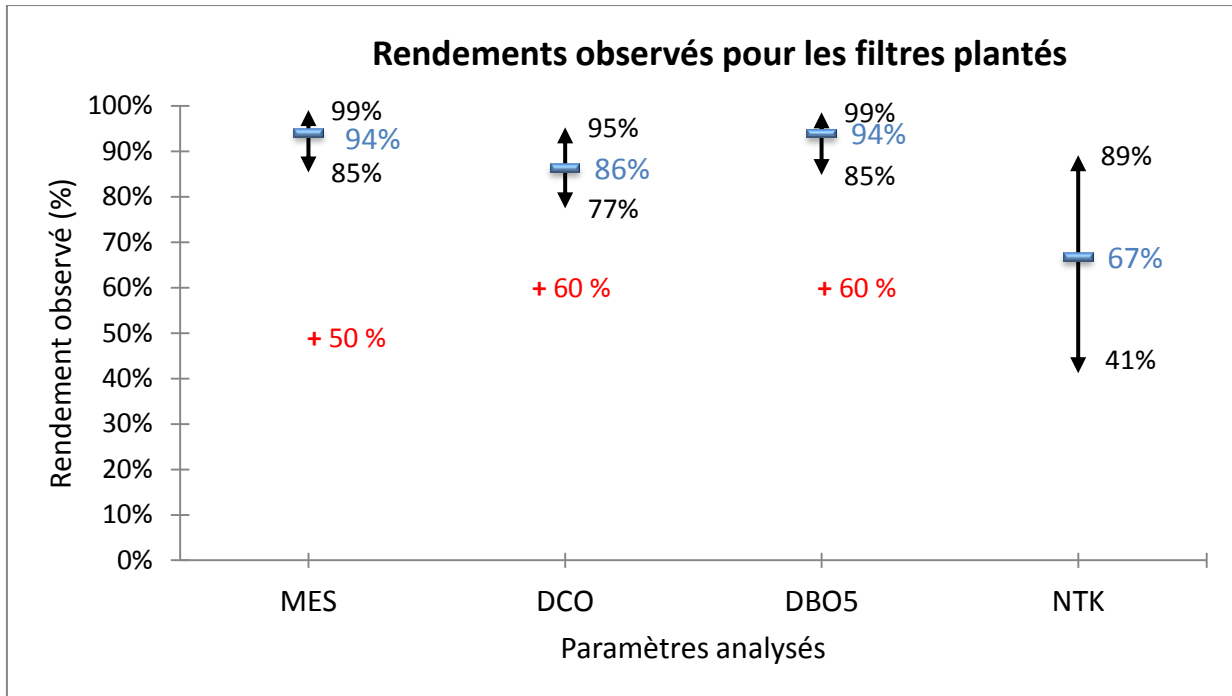


Figure 18 : Rendements observés pour les filtres plantés

Pour les six filtres plantés suivis, on observe globalement de très bons rendements épuratoires. Attention les 70% de rendement pour l'azote concerne l'Azote Global Libre (dans l'arrêté du 21/07/2015) et non l'Azote Total Kjeldahl que nous avons mesuré.

Plus précisément, l'abattement moyen des MES est de 94 %, celui de la DCO de 86 % et celui de la DBO₅ de 94 %. On note également une très faible variance des plages de données avec des rendements à minima supérieurs à 75 %. Ceci montre la très bonne dégradation des matières organiques au sein des filtres plantés. On constate enfin à titre comparatif que les rendements indiqués dans la réglementation en assainissement collectif sont comparables aux minima relevés durant l'étude.

Concernant les rendements épuratoires de l'azote, ceux-ci sont compris entre 41 % et 89 % avec une moyenne à 67%, soit de bons rendements pour le traitement de l'azote. Il est ici précisé que les plus faibles rendements observés correspondent aux sites n°1 et n°3 pour lesquels les systèmes traitent des eaux ménagères chargées en urines ou lixiviats.

La Figure 19 ci-dessous présente les charges azotées avant épuration, en bleu, et après épuration, en rouge. Avant épuration, la charge azotée en ammonium est d'environ 3 g/pers/j. L'ammonium est produit suite à la première étape de dégradation de l'urée qui se fait rapidement (transformation de l'azote ammoniacal). La charge en NO₃⁻ est plus élevée après épuration prouve d'un processus biologique aérobie de dégradation des ions ammonium en nitrites puis nitrates. Le faible reliquat de nitrate montre que ce processus est en cours de finalisation et qu'il prendra fin une fois l'effluent dans le sol.

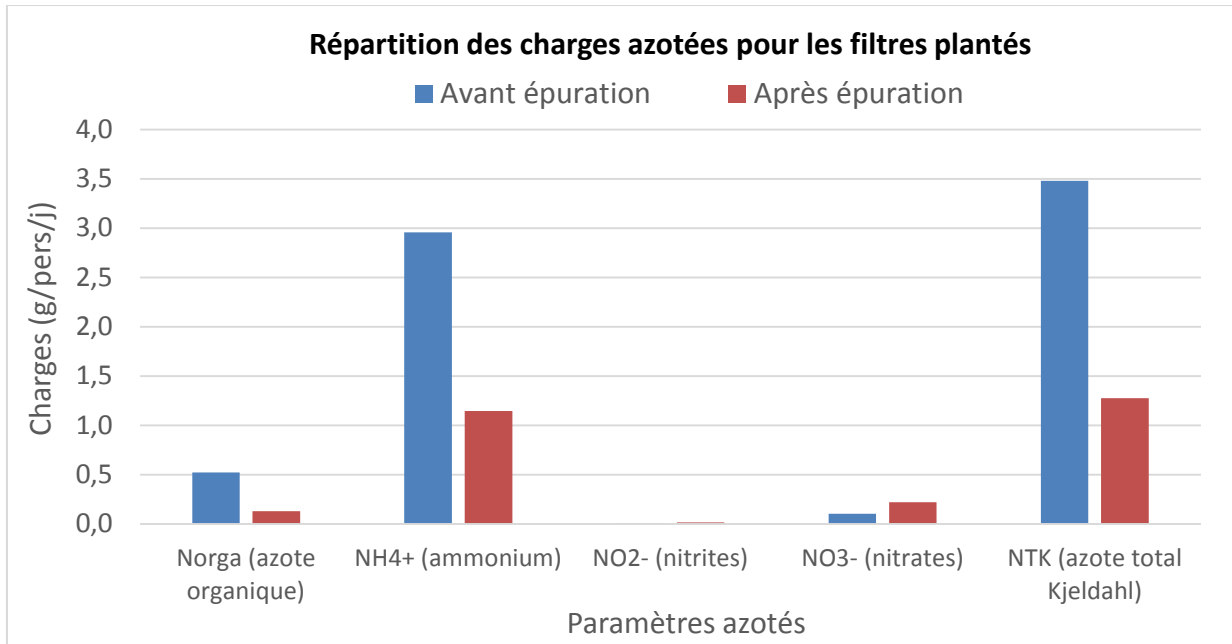


Figure 19: Répartition des charges azotées dans le cas des eaux ménagères chargées pour les filtres plantés

On retient ainsi les **très bonnes performances épuratoires des filtres plantés** pour le traitement **des matières organiques et azotées**.

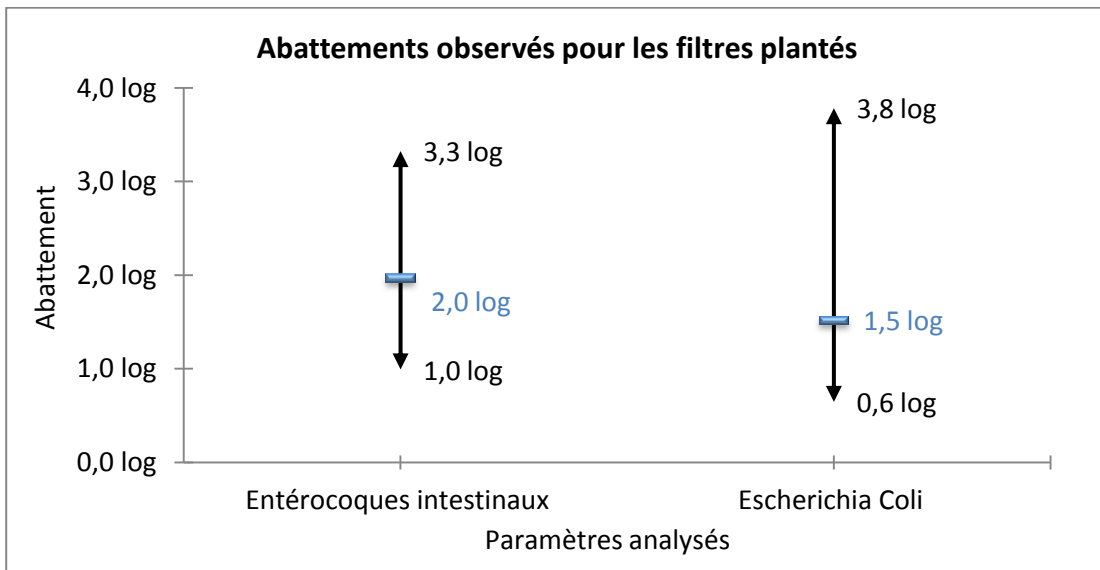


Figure 20: Abattements observés pour les filtres plantés

La Figure 20 présente les abattements en Entérocoques intestinaux et Escherichia coli obtenus avec le traitement par filtres plantés.

Les valeurs d'abattement sont très disparates mais les moyennes supérieures à 1 log montrent l'efficacité du traitement sur l'hygiénisation en cours mais non achevée des eaux ménagères. La variété des conceptions de filtres plantés doivent influencer la rapidité d'abattement des 2 indicateurs mais au regard des résultats il n'est pas possible de dire quels sont les paramètres de conception qui influenceraient plus ou moins l'hygiénisation des eaux ménagères.

2. Tranchée plantée

La Figure 21 présente les rendements épuratoires observés pour les tranchées plantées, ceci pour les paramètres MES, DCO, DBO₅ et NTK.

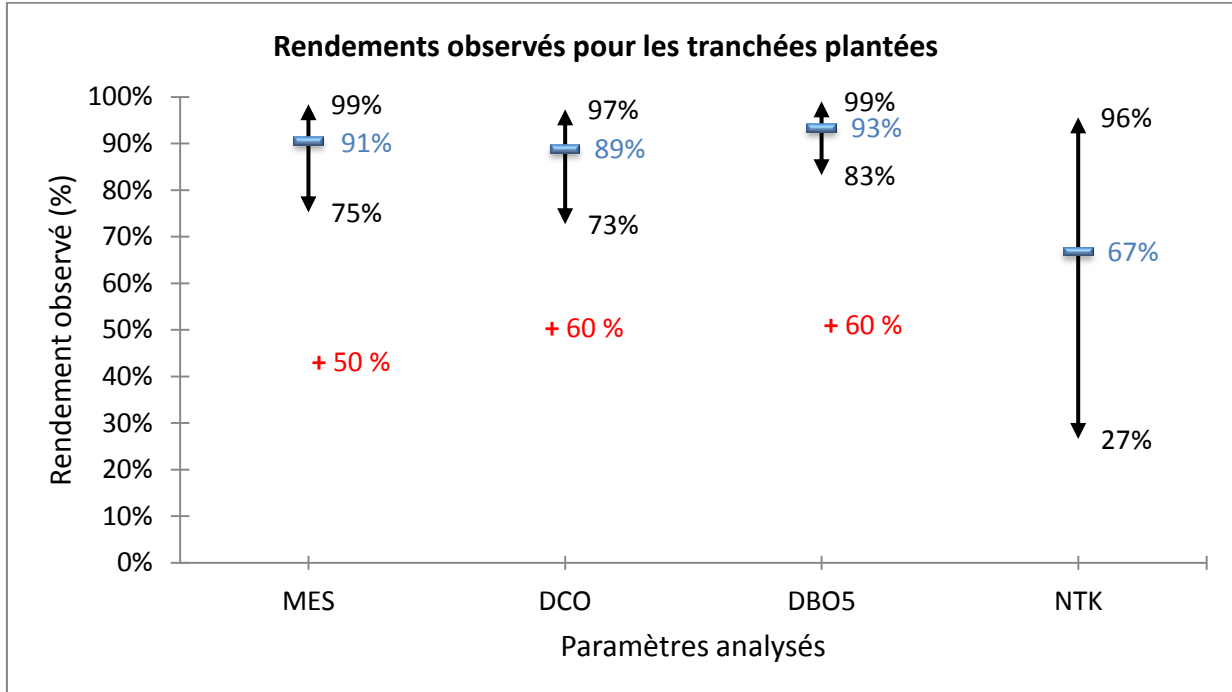


Figure 21 : Rendements observés pour les tranchées plantées

Pour les six tranchées plantées suivies, on observe ici aussi de bons rendements épuratoires.

Plus précisément, l'abattement moyen des MES est de 91 %, celui de la DCO de 89 % et celui de la DBO₅ de 93 %. On note toujours une très faible variance des plages de données avec des rendements à minima supérieurs à 73 %. La dégradation des matières organiques est donc également très bien effectuée au sein des tranchées plantées. À titre comparatif, les rendements indiqués dans la réglementation en assainissement collectif sont comparables aux minima relevés durant l'étude, ceci pour la DCO et la DBO₅. Pour les MES, la valeur moyenne de 91 % se superpose à la valeur réglementaire.

Concernant les rendements épuratoires de l'azote, on remarque une moyenne des rendements à 67%, soit un abattement correct pour la pollution azotée. Cependant, on remarque une large amplitude des plages de données avec des rendements épuratoires compris entre 27 % et 96 %. Les plus faibles rendements observés correspondent ici aussi aux systèmes traitant des eaux ménagères chargées en urines ou lixiviats (sites n°8, 9 et 12). Les tranchées plantées apparaissent ainsi légèrement moins performantes que les filtres plantés pour la dégradation de la pollution azotée.

La Figure 22 ci-dessous présente la répartition de la charge azotée avant et après épuration. Le phénomène observé de dégradation aérobie de l'azote est identique à celui du filtre planté. Cette dégradation se confirme par l'augmentation de la charge en nitrate après épuration.

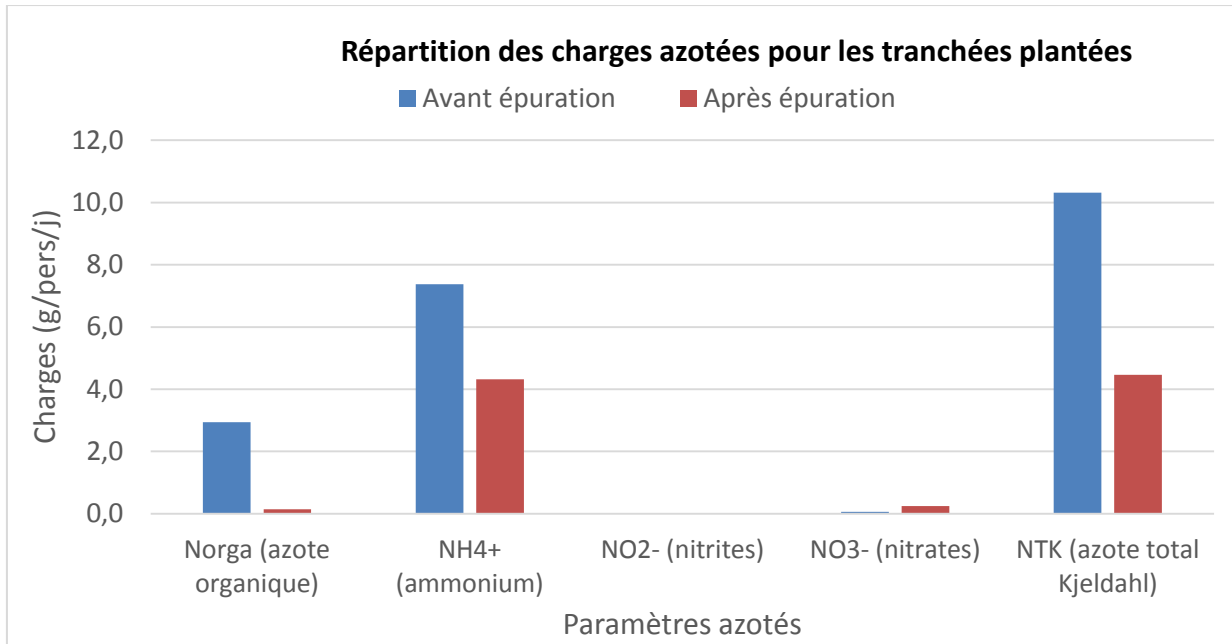


Figure 22 : Répartition des charges azotées dans le cas des eaux ménagères chargées pour les tranchées plantées

On retient les très bonnes performances épuratoires des tranchées plantées pour le traitement des matières organiques et de bonnes performances pour le traitement des matières azotées.

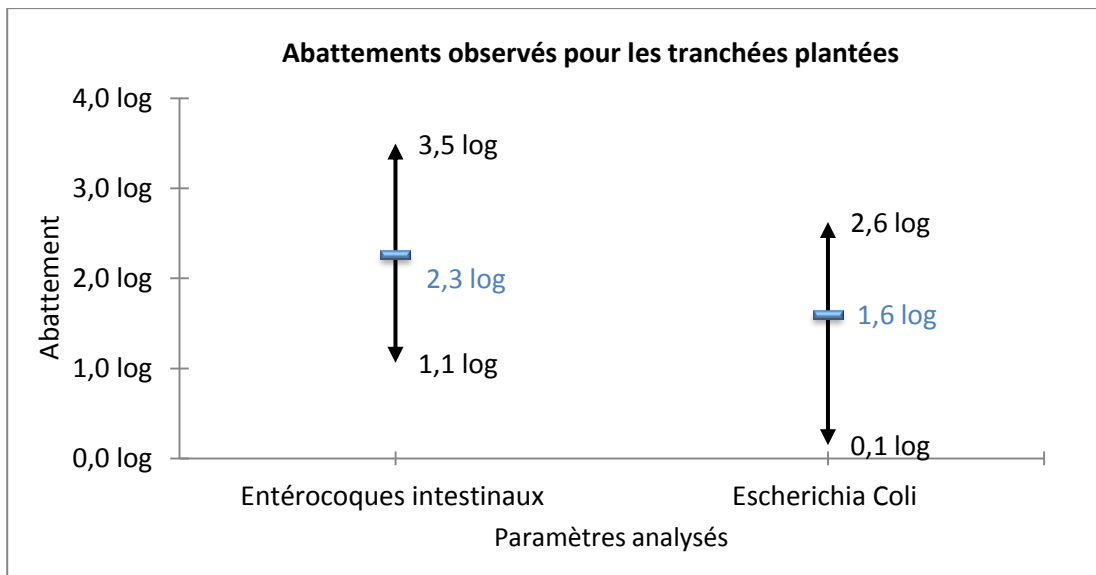


Figure 23: Abattements observés pour les tranchées plantées

La Figure 23 représente les taux d’abattements minimum, maximum et moyen obtenus en Entérocoques intestinaux et en E. coli lors du traitement par tranchées plantées. Pour les Entérocoques intestinaux, les abattements varient entre 1,1 et 3,5 log avec une valeur moyenne de 2,3 log. Pour les E. coli, les abattements varient entre 0,1 et 2,6 log avec une valeur moyenne de 1,6 log.

En comparaison avec les dispositifs de traitement habituels en assainissement des abattements d'au moins 2 log sont attendus.

3. Pédéoépurateur

Les résultats ci-dessous correspondent à une utilisation de 30% du massif filtrant. La Figure 24 présente les rendements épuratoires observés sur la pédéoépurateur pour les paramètres de DBO₅ et de NTK (les autres paramètres n'ayant pas été suivis sur les eaux traitées).

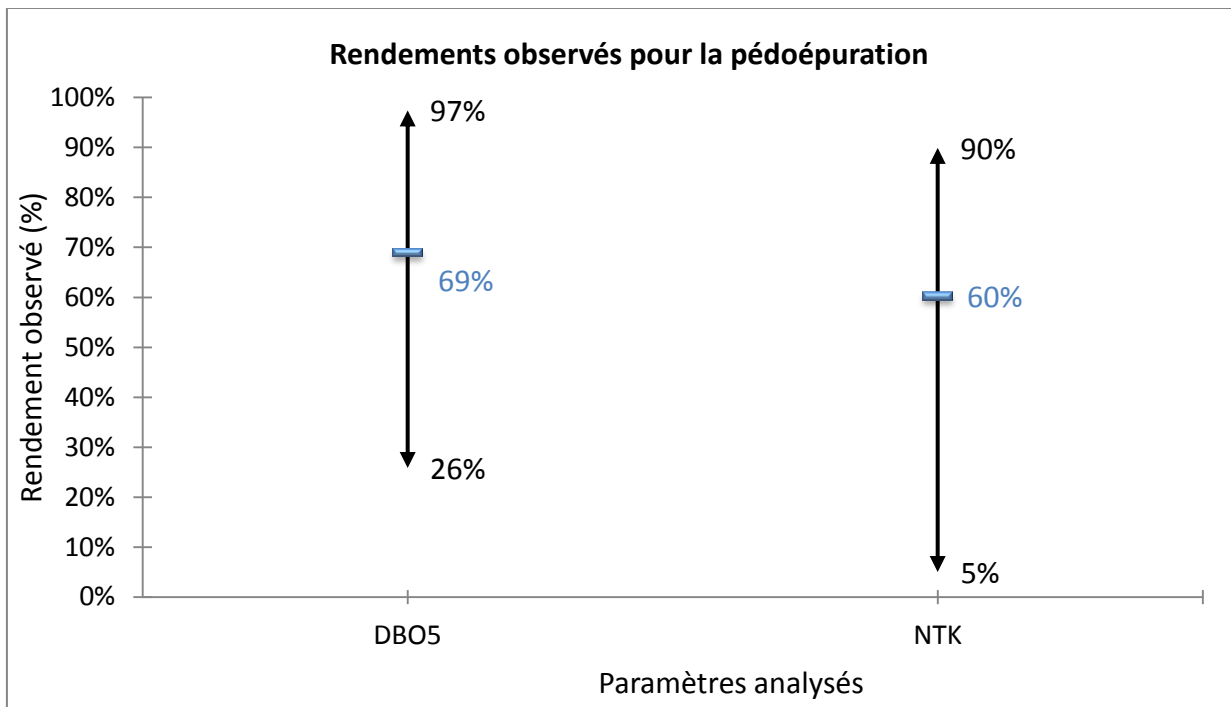


Figure 24: Rendements observés pour la pédéoépurateur

Les abattements obtenus pour la DBO₅ varient entre 26 et 97 % et l'abattement moyen est de 69%. Ce dernier est supérieur au rendement épuratoire réglementaire de 60%. La pédéoépurateur épure bien la majeure partie de la matière organique biodégradable.

Concernant le NTK, les résultats obtenus sont un peu plus disparates. Les rendements sont compris entre 5 et 90 % et l'abattement moyen est de 60 %. Le rendement faible de 5 % s'explique par le fait que les eaux brutes étaient très faiblement chargées en NTK (4 mg/l). De plus il est à noter que pour cette filière, seul deux sites ont été retenus et ces derniers n'épurent que des eaux ménagères. Ainsi, les concentrations moyennes en sortie de traitement en NTK sont faibles : 4 mg/L alors qu'elles sont de 10 mg/L pour les filtres plantés et 32 mg/l pour les tranchés plantés. Nous avons alors en sortie de pédéoépurateur des concentrations plus faibles bien que les rendements présentent une forte variation.

Sur la Figure 25 qui montre la répartition de la charge azotée avant et après épurateur pour la pédéoépurateur, nous pouvons observer une dégradation de l'azote. En effet, avant épurateur, les charges azotées sont majoritairement plus élevées qu'après épurateur. La charge en nitrate est plus importante après épurateur mais cela confirme bien le processus de dégradation.

On retient ici les bonnes performances de dégradation de la matière organique biodégradable par la pédoépuration ainsi que des matières azotées (Figure 25).

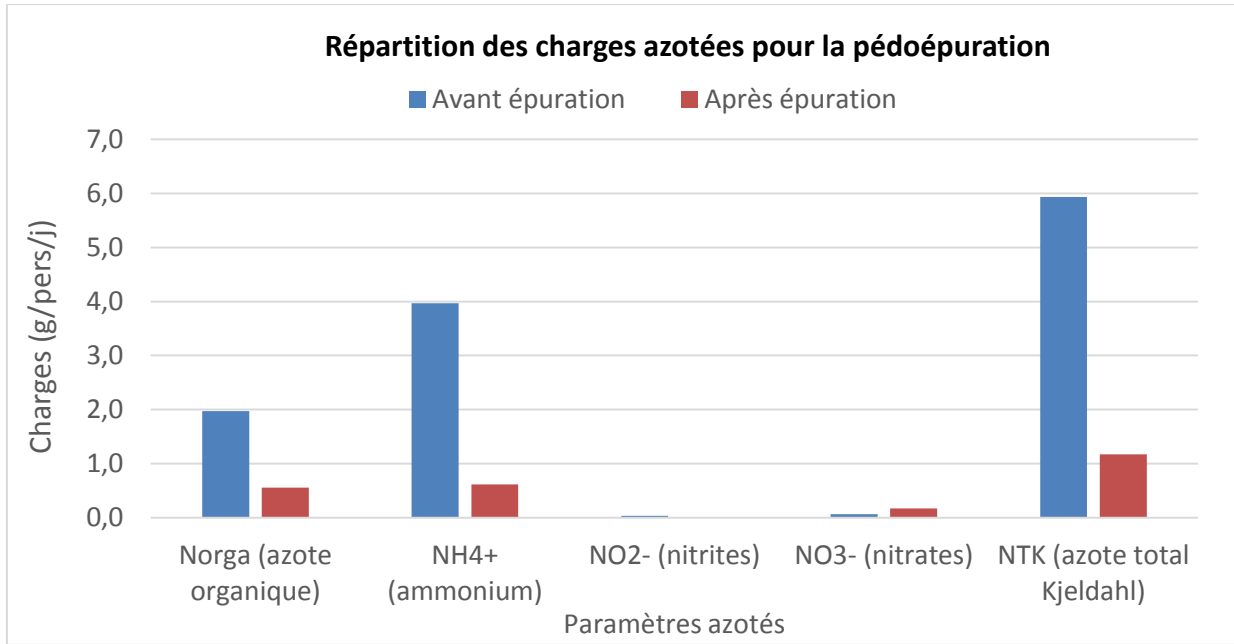


Figure 25: Répartition des Charges azotées dans le cas des eaux ménagères chargées pour la pédoépuration

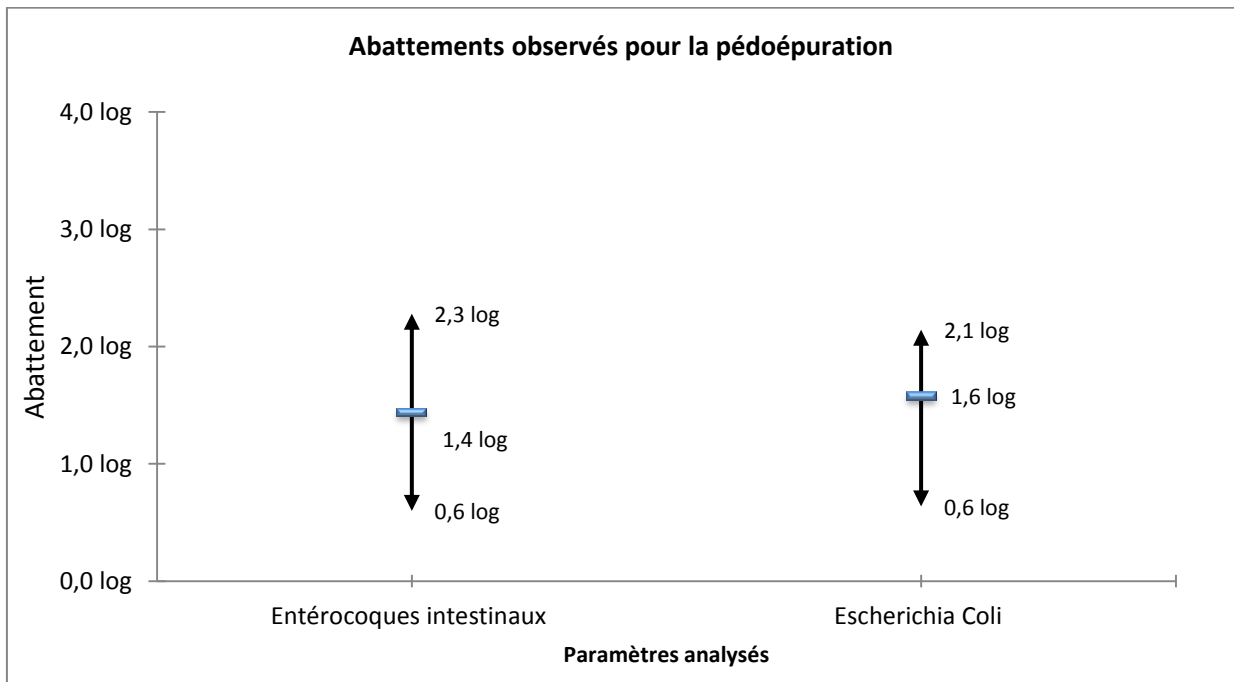


Figure 26: Abattements observés pour la pédoépuration

La Figure 26 représente les taux d’abattements minimum, maximum et moyen obtenus en Entérocoques intestinaux et en E. coli lors du traitement par pédoépuration. Pour les Entérocoques intestinaux, les abattements varient entre 0,6 et 2,3 log avec une valeur moyenne de 1,4 log. Pour les E. coli, les abattements varient entre 0,6 et 2,1 log avec une valeur moyenne de 1,6 log. En comparaison avec les dispositifs de traitement conventionnels des abattements d’au moins 2 log sont attendus. Il convient

de souligner que pour la pédoépuration, les eaux sont directement infiltrées et que par conséquent aucun contact ne peut avoir lieu avec l'homme. Les valeurs obtenues l'ont été avec une utilisation de 30% du massif filtrant.

Cas des surcharges

Cas de surcharge d'installations

Il convient de souligner que les deux surcharges ont été réalisées sur des filtres plantés. Sur le site 3, ce sont 11 personnes qui étaient présentes pendant 3 jours et jusqu'au matin du prélèvement pour un système de 3 EH (soit une surcharge de 366%). Les jours de prélèvements, il restait 4 personnes. Sur le site 5, ce sont 7 personnes qui étaient présentes depuis la veille jusqu'à la fin du prélèvement pour un système dimensionné pour 5 EH (soit une surcharge de 140%).

Pour les deux sites, les valeurs de DCO en sortie sont de 190 et 130 mg O₂/L. Elles se situent en dessous du seuil de 200 mg O₂/L (repère réglementaire pour l'AC). Les MES sont de 6,6 et 15 mg/L, elles sont inférieures au seuil de 30 mg/L (repère ANC). Enfin pour la DBO₅, les valeurs pour les deux sites sont de 70 et 81 mg O₂/L : elles sont supérieures au seuil de 35 mg O₂/L. Les rendements épuratoires sont respectivement de 63 et 67 % pour la DCO, 69 et 63 % pour la DBO₅ et 87 et 71 % pour les MES. Ces rendements sont inférieurs à ceux obtenus lors des analyses sans surcharge.

Ces surcharges ont eu lieu lors des fêtes de fin d'année pendant une situation climatique « froide et sèche ». Ce sont les conditions les plus favorables pour l'étude mais les plus défavorables pour les rendements des filières.

Dans notre cas, les surcharges entraînent une baisse des rendements épuratoires mais avec des valeurs de rejet inférieures aux seuils réglementaires. Seul le paramètre de la DBO₅ fait exception. Au vu des résultats similaires pour les deux sites, il semblerait alors qu'un système type filtre planté

V. Préconisations pour une révision réglementaire

A. Contexte de la réutilisation sans risques des eaux domestiques traitées

1. Enjeux internationaux

Dans de nombreuses régions du monde, à cause de la croissance démographique et de l'urbanisation, la demande en eau ne cesse de croître alors que les ressources en eau se font plus rares (ONU-Eau, 2017). C'est dans un tel contexte que s'inscrivent les Objectifs de Développement Durable adoptés par les Nations Unies en septembre 2015 avec pour échéance 2030.

En effet, garantir l'accès à l'eau et à un assainissement adéquat est l'un (le n°6) de ces 17 objectifs. L'enjeu est de taille : assurer d'ici 2030 un accès universel et équitable à l'eau potable, à l'assainissement mais aussi assurer une meilleure gestion des ressources en eau, une réduction de la pollution de l'eau et augmenter sa réutilisation sans danger. L'ensemble des états membres, dont la France, doit prendre conscience des enjeux actuels et tout mettre en œuvre pour respecter ces engagements internationaux.

2. Réutilisation des eaux usées domestiques traitées

C'est dans cette démarche que s'intègre l'enjeu de la réutilisation des eaux ménagères et des excréta, bases de l'assainissement écologique. En effet, cette approche permet d'économiser de l'eau en valorisant les eaux usées traitées mais aussi d'apporter des nutriments essentiels à la terre, notamment lors d'un usage agricole (ONU, 2012). Cependant, la réutilisation des eaux usées doit être faite dans des conditions assurant la sécurité sanitaire et environnementale. Pour cela, selon l'ONU (ONU-Eau, 2017) « la bonne gestion des eaux usées se décompose en quatre phases : **« la réduction de la pollution à la source, l'élimination des contaminants des eaux usées, la réutilisation des eaux usées traitées et la récupération des sous-produits utiles »**. Ainsi, selon la FAO (19 janvier 2017) « il est temps d'arrêter de considérer les eaux usées comme des déchets mais plutôt de les voir comme des ressources pouvant être utilisées pour l'agriculture »¹¹. Derrière ces actions, les avantages sont nombreux tant d'un point de vue sociétal, environnemental qu'économique.

À l'échelle mondiale, la réutilisation des eaux usées est beaucoup pratiquée. Selon les pays, la réutilisation est différente, tant par le moyen de traitement des eaux usées que par l'objectif final (Tableau 17).

¹¹ Une bonne utilisation des eaux usées en agriculture peut répondre aux défis liés à la pénurie d'eau, selon la FAO, <http://www.un.org/apps/newsFr/storyF.asp?NewsID=38816#.WR8GK2cm9U0>

Lieu	Utilisation	Sources
Inde	Recharge du lac Hoskote Recharge nappes souterraines	(ONU-Eau, 2017)
Namibie	Traitement et potabilisation de l'eau directe	(Lahnsteiner, Du Pisani, Menge, & Esterhuizen, 2013)
Canada	Chauffage d'habitations par les effluents de la station d'épuration voisine	(Godfrey, Hart, Vaughan, & Wong, 2009)
Egypte	Pisciculture	(Mancy, Fattal, & Kelada, 2000)
Israël	Irrigation agricole	(OECD, 2011)

Tableau 17: Réutilisation des eaux usées traitées à l'échelle mondiale

À l'échelle nationale, la réutilisation des eaux usées est soumise à l'arrêté du 2 août 2010¹² mentionnant des contraintes de qualité de l'eau selon la réutilisation effectuée (Tableau 18). À chaque niveau de qualité de l'eau est associé des valeurs de caractérisations réglementaires (Tableau 19).

¹² Arrêté du 2 août 2010 relatif à l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts, modifié le 25 mai 2014

Types d'usages	NIVEAU DE QUALITÉ SANITAIRE DES EAUX USÉES TRAITÉES			
	A	B	C	D
Cultures maraîchères, fruitières et légumières non transformées par un traitement thermique industriel adapté (excepté cressiculture (1))	+	-	-	-
Cultures maraîchères, fruitières, légumières transformées par un traitement thermique industriel adapté	+	+	-	-
Pâturage (2)	+	+ (3)	-	-
Espaces verts ouverts au public (4)	+ (5)	-	-	-
Fleurs vendues coupées	+	+ (6)	-	-
Pépinières et arbustes et autres cultures florales	+	+	+ (6)	-
Fourrage frais	+	+ (3)	-	-
Autres cultures céréalières et fourragères	+	+	+ (6)	-
Arboriculture fruitière	+	+ (7)	+ (8)	-
Taillis à courte rotation ou à très courte rotation, avec accès contrôlé du public	+	+	+ (6)	+ (6)
Forêt, hors taillis à courte rotation avec accès contrôlé du public	-	-	-	-

+ autorisée, - : interdite.

(1) La réutilisation d'eaux usées traitées est interdite pour la cressiculture.

(2) En cas d'aspersion, les animaux ne doivent pas être au champ au moment de l'opération et les abreuvoirs, au cas où ils seraient arrosés, doivent être rincés avant utilisation.

(3) Sous réserve du respect d'un délai après irrigation de 10 jours en l'absence d'abattoir relié à la station de traitement des eaux usées et de 21 jours dans le cas contraire.

(4) On entend par espace vert, notamment : les aires d'autoroutes, cimetières, golfs, hippodromes, parcs, jardins publics, parties communes de lotissements, ronds-points et autres terre-pleins, squares, stades, etc.

(5) Irrigation en dehors des heures d'ouverture au public, ou fermeture aux usagers pendant l'irrigation et deux heures suivant l'irrigation dans le cas d'espaces verts fermés ; irrigation pendant les heures de plus faible fréquentation et interdiction d'accès aux passants pendant l'irrigation et deux heures suivant l'irrigation dans le cas d'espaces verts ouverts de façon permanente.

(6) Uniquement par irrigation localisée, telle que définie à l'article 2.

(7) Interdite pendant la période allant de la floraison à la cueillette pour les fruits non transformés, sauf en cas d'irrigation au goutte à goutte.

(8) Uniquement par goutte à goutte.

Tableau 18: Annexe III de l'arrêté du 2 août 2010. Contrainte d'usage

Paramètres	Niveau de qualité			
	A	B	C	D
MES (mg/L)	< 15	Conforme à la réglementation des rejets d'eaux usées traitées pour l'exutoire de la station hors période d'irrigation		
DCO (mg/L)	< 60			
Escherichia coli (UFC/100mL)	≤ 250	≤ 10 000	≤ 100 000	-
Entérocoques fécaux (abattement en log)	≥ 4	≥ 3	≥ 2	≥ 2
Phages ARN F-spécifiques (abattement en log)	≥ 4	≥ 3	≥ 2	≥ 2
Spoires de bactéries anaérobies sulfito-réductrices (abattement en log)	≥ 4	≥ 3	≥ 2	≥ 2

Tableau 19: Annexe II de l'arrêté du 2 août 2010. Niveau de qualité des eaux usées traitées

Le Tableau 20 suivant montre des exemples de réutilisation d'eaux usées sur le territoire national. Les eaux réutilisées sont généralement issues de STEP et sont utilisées sans risques (sanitaires et environnementaux) dans des irrigations agricoles ou des espaces verts.

Lieu	Utilisation	Sources
Pornic	Golf, 1994 Eau conforme qualité A	(AFSSA, 2008)
Saint Pierre	Golf, 1994 Eau conforme qualité A	(AFSSA, 2008)
Chanceux sur Choisille	Irrigation terrains de sports et jardin public, 1993 Eau conforme qualité A	(AFSSA, 2008)
Noirmoutier	Irrigation pommes de terre, sur 35 ha, 1981 Eau conforme qualité B	(FNDAE, 1998)
Limagne Noire	Irrigation maïs sur 700 ha, 1996 Contrôle hebdomadaire de l'eau (avant et après lagunes et avant utilisation) Eau conforme qualité A	(SOMIVAL, 2011)
Ars en Ré	Irrigation maïs, tournesol et pommes de terres sur 90 ha, 1985 Eau conforme qualité B	(AFSSA, 2008)
Porquerolles	Irrigation des vergers créés par le Conservation Botanique National Méditerranéen	(Parc National de Port Cros, 2012)
Mont Saint Michel	Irrigation prairies et maïs, 1994 Eau conforme qualité B	(FNDAE, 1998)
Coullons	Irrigation maïs, 1994 Eau conforme qualité B	(FNDAE, 1998)
Le Mesnil en Vallée	Irrigation maïs, 1995 Eau conforme qualité B	(FNDAE, 1998)
Nègrepelisse	Irrigation d'une plateforme forestière destinée à l'alimentation de la chaufferie communale, 2010	(Adour Garonne, 2010)
Mauguio	Projet pilote de réutilisation des eaux usées : irrigation de gazon, 2011	(Irstea, 2015)

Tableau 20: Réutilisation des eaux usées traitées à l'échelle nationale

La pratique de la valorisation des eaux usées en agriculture existe depuis de nombreuses années tant en France qu'à l'étranger.

3. Projets d'envergure de valorisation des produits de l'assainissement

Sur la base de l'approche de l'assainissement écologique séparant les différentes fractions de l'assainissement (eaux ménagères, excréta, déchets verts, eaux vannes) pour les traiter individuellement et plus facilement, plusieurs expériences et initiatives existent sur le territoire français.

OCAPI¹³

L'objectif du programme OCAPI (porté par l'école des Ponts Agro Paris Tech) est d'explorer les voies possibles d'évolution des systèmes d'assainissement qui permettraient de faire face aux enjeux du XXIème siècle : maximiser la valorisation des ressources carbonées, azotées et phosphorées aujourd'hui présentes dans les eaux usées tout en limitant la consommation d'énergie et de

¹³ <http://www.leesu.u-pec.fr/OCAPI-presentation.html>

ressources et l'impact environnemental du système d'assainissement. Bien que le changement des modalités de traitement en station d'épuration soit aujourd'hui le plus étudié, une analyse est réalisée sur la séparation à la source des différents composants des eaux usées, principalement urines et fèces, et de leur niveau de gestion plus ou moins décentralisé. Cette conception de l'assainissement pourrait permettre une valorisation presque totale des ressources carbonées, azotées et phosphorées des eaux usées, des consommations énergétiques moindres, des rejets au milieu naturel très fortement réduits et des consommations d'eau plus faibles. Ainsi, les travaux OCAP se penchent notamment sur l'Île de France et posent la question de la gestion des eaux ménagères pour une agglomération de plus de 10 millions d'habitants.

Agences de l'eau

Adour-Garonne

L'ancien SDAGE de l'Agence de l'eau Adour-Garonne (2010-2015) préconisait de développer l'assainissement non collectif là où il est souhaitable et possible mais également des solutions alternatives et innovantes, notamment dans les zones de montagne et l'amont des bassins versants. La présente étude fait partie de la continuité de cette dynamique. Dans le SDAGE 2016-2021, l'orientation A, mieux connaître pour mieux gérer, est tournée vers le développement, la recherche et l'innovation en particulier en améliorant les connaissances pour atténuer l'impact du changement climatique sur les ressources en eau et les milieux aquatiques. L'orientation C, Gérer durablement la ressource en eau en intégrant le changement climatique, dans son objectif 14, généraliser l'utilisation rationnelle et économe de l'eau et quantifier les économies d'eau, a une approche en résonance avec la présente étude à savoir : Les acteurs publics doivent inciter « ...au développement de techniques économes en eau et au recyclage ou à la réutilisation des eaux. ». Et son objectif 15, Améliorer la gestion quantitative des services d'eau potable et limiter l'impact de leurs prélèvements, appuie la démarche en stipulant des plans d'actions pour « ... notamment la récupération des eaux de pluie et éventuellement le traitement et la réutilisation des eaux usées ».

Seine-Normandie

Le Comité de bassin Seine-Normandie a adopté (2015) son schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) 2016-2021. Ce plan de gestion trace, les priorités politiques de gestion durable de la ressource en eau sur le bassin. Le SDAGE (Normandie, Le SDAGE 2016-2021 du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands, 2015) vise l'atteinte du bon état écologique pour 62 % des rivières (contre 39 % actuellement) et 28 % de bon état chimique pour les eaux souterraines. Pour ce faire ce sont 44 orientations et 191 dispositions qui doivent être mise en œuvre. L'une des dispositions (L1.162 : « Promouvoir l'expérimentation des solutions émergentes d'adaptation aux changements globaux pour préserver la ressource et les milieux aquatiques ») propose « d'expérimenter la collecte sélective des urines ».

Dans la même dynamique, l'Agence de l'Eau a élaborée une déclaration de stratégie d'adaptation au changement climatique (Normandie, STRATÉGIE D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DU BASSIN SEINE-NORMANDIE, 2016) qu'elle propose de signer aux acteurs et utilisateurs du système de l'eau, pour prendre une part active à l'adaptation du bassin Seine-Normandie au changement climatique. Cette déclaration engage à la définition et la mise en œuvre des actions d'adaptation avec

5 différents objectifs et la définition d'action comme notamment **ACTION E.5 : Améliorer l'assainissement et la réutilisation des eaux usées**. Cette action se traduit par plusieurs propositions comme :

- En favorisant la réutilisation des eaux usées ou des eaux brutes.
- En développant des solutions alternatives en matière d'assainissement écologique, comme la gestion séparative des urines ou les toilettes sèches.

INSA de Lyon / Toulouse

À l'instar du programme OCAPL plusieurs laboratoires de recherche comme le DEEP à Lyon et l'unité Écosystèmes microbiens et bioprocédés d'épuration et de valorisation de l'INSA de Toulouse conduisent des recherches pluridisciplinaires en ingénierie environnementale, depuis l'expérimentation sur pilote de laboratoire jusqu'aux suivis de long terme sur sites réels. Les connaissances, les méthodes, les procédés et les modèles produits par les laboratoires permettent des actions concrètes pour préserver ou restaurer l'environnement, dans des domaines d'application qui peuvent être liés à l'assainissement écologique et aux cycles des nutriments comme le traitement des excréta et des eaux ménagères. Le projet SMS (Toulouse, 2015-2018) financé par l'AFB et l'Agence de l'Eau Adour-Garonne propose notamment la séparation à la source des urines pour réduire les impacts sur les dispositifs de traitement. L'INSA de Toulouse est également impliqué sur un projet « Modélisation Urbaine de Séparation des Effluents à la Source (LISBP, 2016) » qui prévoit de prendre en considération la séparation à la source pour proposer des solutions simplifiées de traitement. Les eaux ménagères et leur traitement sont résolument d'actualité en complément de cette démarche.

Le DEEP INSA de Lyon est actuellement engagé avec TDM sur l'étude « Caractérisation des pratiques et des impacts de la gestion des matières de Toilettes sèches mobiles » qui se clôtura en 2017.

4. Réutilisation des eaux ménagères

a. Généralités

Les eaux ménagères issues de l'assainissement individuel sont moins polluées que les eaux usées, elles constituent une ressource plus facile à réutiliser. Il n'y a actuellement aucun frein à réutiliser ces eaux ménagères traitées. Plusieurs pays européens (Allemagne et Suède notamment) pratiquent la séparation à la source des eaux (vannes et ménagères) dans l'objectif de valorisation (Toilettes Du Monde, Benjamin Berne, 2008) et (Toilettes Du Monde, Benjamin Berne, 2009).

Dans le cadre des principales recommandations de l'OMS, il convient de considérer une approche combinée de réduction des risques comprenant la phase de traitement mais aussi et surtout des bons comportements.

Selon l'OMS, l'utilisation d'eaux ménagères traitées en agriculture et en aquaculture comporte moins de risques sanitaires que l'utilisation des eaux usées ou de matières fécales traitées. Les risques pour la santé qui peuvent subsister sont généralement liés à une contamination fécale croisée ou à la présence de composés organiques (facilement dégradables), qui favorisent le développement des indicateurs fécaux (en créant des conditions propices à leur développement). Le dosage de ces

indicateurs (ceux choisis dans le cadre de l'étude à savoir Entérocoques et E. coli) peut donc parfois donner des résultats faux positifs (OMS, 2012).

Pour rappel, le *suivi in situ* de l'étude s'est limité à l'irrigation souterraine d'arbres, arbustes ou fruitiers.

b. Résultats de l'étude

Les résultats obtenus en sortie de traitement lors de la présente étude sont répertoriés dans le Tableau 21 suivant. Entre parenthèses, sont présentes les valeurs minimum et maximum. En comparant ces résultats au Tableau 19, il s'avère que les concentrations en MES pour les filtres et les tranchées plantées sont inférieures à l'arrêté du 2 août 2010, soit 15 mg/L. De même, pour la DCO, les valeurs obtenues en sortie de traitement, sont pour les filtres plantés, inférieures à la valeur de cet arrêté, soit 60 mg/L. Pour les tranchées plantées, la valeur moyenne en DCO est légèrement supérieure à 60 mg/L mais 10 valeurs avoisinent les 60 mg/L règlementaires (Figure 14).

	MES (mg/L)	DCO (mg/L)	Escherichia coli (log d'abattement)	Entérocoques (log d'abattement)
Filtre plantée	4 (2 – 12)	47 (10 – 97)	1,5 (0,6 – 3,8)	2 (1 – 3,3)
Tranchée plantée	10 (7 – 12)	67 (30 -160)	1,6 (0,1 – 2,6)	2,3 (1,1 – 3,5)
Pédoépuration	-	-	1,6 (0,6 – 2,1)	1,4 (0,6 – 2,3)

Tableau 21: Synthèse des résultats obtenus après assainissement lors de cette étude

Pour les paramètres physico-chimiques, les résultats de l'étude sont en dessous des valeurs seuils pour une eau présentée de qualité A (voir Tableau 19).

Pour les trois filières, l'abattement moyen en Escherichia coli est d'environ 1,5 log. À titre de comparaison, l'abattement par une fosse septique pour E. coli est d'un maximum de 1 log. Les abattements en entérocoques varient de 1,4 à 2,3 log. Ces valeurs d'abattement sont dans les moyennes hautes de la littérature (Ottosson, 2003) qui stipule 1 log pour les dispositifs de traitement des eaux ménagères. Les résultats de l'étude sont disparates notamment au regard des facteurs de dilution, en particulier pour la pédoépuration. Il convient ici de souligner que pour la pédoépuration l'effluent est directement infiltré après traitement et que la valorisation se fait par irrigation souterraine en prenant garde à la problématique du colmatage. Et que ces résultats pour la pédoépuration sont obtenus avec une utilisation de 30% du massif filtrant.

La Figure 27 présente un exemple de différentes configurations (A à H) associées à différentes stratégies d'abattement d'agents pathogènes. Ainsi le traitement permet d'abattre de 0,5 à 6,5 log les agents pathogènes.

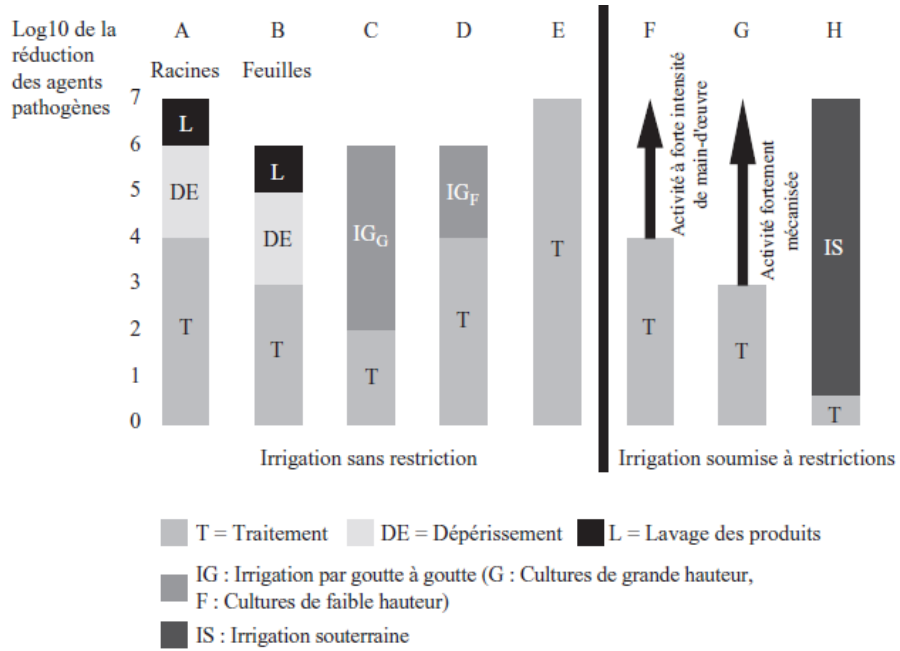


Figure 27 : Préconisation sanitaires OMS sur la valorisation des eaux usées, excréta et eaux ménagères n°1

En croisant la Figure 27 à la Figure 28, il convient de souligner que les possibilités de valorisation des eaux ménagères sont multiples et doivent permettre de combiner le traitement de l’effluent avec des bons comportements reposant sur le bon sens.

Tableau 2.5 Niveau de surveillance/vérification^a (nombres d'*E. coli* pour 100 ml d'eaux usées traitées) pour les divers degrés de traitement des eaux usées des options A à G présentées sur la Figure 2.1

Type d'irrigation	Option (Figure 2.1)	Réduction des agents pathogènes par le traitement (unités log) nécessaire	Niveau de surveillance/vérification (<i>E. coli</i> pour 100 ml)	Notes
Sans restriction	A	4	$\leq 10^3$	Légumes racines
	B	3	$\leq 10^4$	Légumes feuilles
	C	2	$\leq 10^5$	Irrigation par goutte à goutte des cultures de grande hauteur
	D	4	$\leq 10^3$	Irrigation par goutte à goutte des cultures de faible hauteur
	E	6 ou 7	$\leq 10^1$ ou $\leq 10^0$	Le niveau de vérification dépend des exigences de l'agence de réglementation locale ^b
Avec restrictions	F	3	$\leq 10^4$	Agriculture à forte intensité de main-d'œuvre (protection des adultes et des enfants de moins de 15 ans)
	G	2	$\leq 10^5$	Agriculture fortement mécanisée
	H	0,5	$\leq 10^6$	Élimination des agents pathogènes dans une fosse septique

^a « Les niveaux de « surveillance/vérification » désignent ce qu'on a précédemment appelé niveaux des « effluents standards » ou niveaux conformes aux « recommandations sur les effluents ».

^b Par exemple, pour un traitement secondaire, comprenant filtration et désinfection: demande biochimique en oxygène à cinq jours (DBO₅) <10 mg/l, turbidité <2 unités de turbidité néphélométrique (UTN), chlore résiduel: 1 mg/l, pH: 6-9, et coliformes fécaux: non détectables dans 100 ml (Etat de Californie, 2001).

Figure 28 : Préconisation sanitaires OMS sur la valorisation des eaux usées, excréta et eaux ménagères n°2

Ainsi, en associant l'efficacité des traitements qui a été mesuré sur les 3 filières de l'étude aux bonnes pratiques mentionnées au paragraphe précédent, la valorisation des eaux ménagères est possible.

De plus, l'irrigation souterraine développé par le système de pédoépuration directement et sans stockage des eaux ménagères traitées pour l'irrigation d'arbres à l'échelle familiale, que ce soit des arbres fruitiers ou non, n'entraîne pas de contact avec l'homme ou avec les produits issus des arbres. L'étude se place dans un contexte contraignant avec la majorité des prélèvements réalisés en hiver en période sèche et avec des eaux ménagères fortement concentrées (les volumes d'EM produits sur les sites suivis sont bien inférieurs aux moyennes de la littérature).

c. Conclusion

Les Nations Unies estiment qu'une bonne gestion de l'eau nécessite 4 phases essentielles et que ces dernières ont des avantages importants d'un point de vue économiques, sociétaux et environnementaux :

- la réduction de la pollution à la source
- l'élimination des contaminants des flux d'eaux usées
- la réutilisation des eaux usées traitées

- la récupération des sous-produits utiles

Dans ce contexte et avec des eaux ménagères peu chargées il convient d'ouvrir les possibilités de valorisation prévue après traitement par infiltration ou irrigation souterraine. L'irrigation souterraine des eaux ménagères traitées est possible pour tous types de végétaux. Il est possible de réaliser un rejet de surface pour valorisation par création d'une mare ou zone humide d'intérêt paysager.

Pour ce faire, il convient de respecter quelques précautions :

- réduction de la pollution en amont.
- disposer d'un dispositif de traitement respectant les prescriptions techniques.
- éviter tous contacts avec les eaux ménagères brutes.
- éviter le contact direct des produits de consommation et des eaux ménagères traitées.

B. Proposition de révision de la rédaction des articles 3, 17 et Annexe III de l'arrêté « prescriptions techniques »

Article original de l'arrêté	Proposition de modification
<p>« Art. 3. – Les installations doivent permettre le traitement commun de l'ensemble des eaux usées de nature domestique constituées des eaux-vannes et des eaux ménagères produites par l'immeuble. « Les eaux-vannes peuvent être traitées séparément des eaux ménagères dans le cas de réhabilitation d'installations existantes conçues selon cette filière ou des toilettes sèches visées à l'article 17 ci-dessous. « Dans ce cas, les eaux-vannes sont prétraitées et traitées, selon les cas, conformément aux articles 6 ou 7 ci-dessous. S'il y a impossibilité technique, les eaux-vannes peuvent être dirigées vers une fosse chimique ou fosse d'accumulation étanche, dont les conditions de mise en oeuvre sont précisées à l'annexe 1, après autorisation de la commune. « Les eaux ménagères sont traitées, selon les cas, conformément aux articles 6 ou 7 ci-dessous. S'il y a impossibilité technique, les eaux ménagères peuvent être dirigées vers le dispositif de traitement des eaux vannes. »</p>	<p>« Art. 3. – Les installations doivent permettre le traitement commun de l'ensemble des eaux usées de nature domestique constituées des eaux-vannes et des eaux ménagères produites par l'immeuble. « Les eaux-vannes peuvent être traitées séparément des eaux ménagères dans le cas de réhabilitation d'installations existantes conçues selon cette filière ou des toilettes sèches visées à l'article 17 ci-dessous. « Dans ce cas, les eaux-vannes sont prétraitées et traitées, selon les cas, conformément aux articles 6 ou 7 ci-dessous. S'il y a impossibilité technique, les eaux-vannes peuvent être dirigées vers une fosse chimique ou fosse d'accumulation étanche, dont les conditions de mise en oeuvre sont précisées à l'annexe 1, après autorisation de la commune. <i>«Les eaux ménagères sont traitées, selon les cas, conformément à l'article 17 ci-dessous. »</i> <i>« Dans le cas de site isolé, sans raccordement routier, ou de grande difficulté à pouvoir respecter la réglementation concernant les vidanges de fosses, les toilettes à eau sont interdites. »</i></p>
<p>Art. 17. – Par dérogation à l'article 3, les toilettes dites sèches (sans apport d'eau de dilution ou de transport) sont autorisées, à la condition qu'elles ne génèrent aucune nuisance pour le voisinage ni rejet liquide en dehors de la parcelle, ni pollution des eaux superficielles ou souterraines. Les toilettes sèches sont mises en oeuvre : – soit pour traiter en commun les urines et les fèces. Dans ce cas, ils sont mélangés à un matériau organique pour produire un compost ; – soit pour traiter les fèces par séchage. Dans ce cas, les urines doivent rejoindre la filière de traitement prévue pour les eaux ménagères, conforme aux dispositions des articles 6 et 7. Les toilettes sèches sont composées d'une cuve étanche recevant les fèces ou les urines. La cuve est régulièrement vidée sur une aire étanche conçue de façon à éviter tout écoulement et à l'abri des intempéries. Les sous-produits issus de l'utilisation de toilettes sèches doivent être valorisés sur la parcelle et ne générer aucune nuisance pour le voisinage, ni pollution.</p>	<p>Art. 17. – Par dérogation aux articles de cet arrêté, les toilettes dites sèches (sans apport d'eau de dilution ou de transport) et les dispositifs de traitement associés sont autorisées, à la condition qu'elles ne génèrent aucune nuisance pour le voisinage, ni pollution des eaux superficielles ou souterraines. Les toilettes sèches sont mises en oeuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ soit avec une collecte unitaire des urines et fèces. <ul style="list-style-type: none"> • Cas 1 : les produits sont mélangés à un matériau organique pour produire un amendement organique. Les toilettes sèches sont composées d'une cuve recevant les fèces, les urines et un matériau organique. • Cas 2 : les produits sont séparés par gravité : Les fèces sont traités (compostage, lombricompostage, déshydratation) dans une cuve ou une aire de traitement à l'abri des intempéries. Les lixiviats produits sont dirigés vers un composteur ou vers le dispositif de traitement des eaux ménagères. ✓ soit avec une collecte avec une séparation à la source sans contact entre les urines et fèces. <ul style="list-style-type: none"> • Les fèces sont traités (compostage, lombricompostage, déshydratation) dans une

	<p><i>cuve ou une aire de traitement à l'abri des intempéries.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Les urines peuvent rejoindre soit un dispositif de stockage pour valorisation, soit le composteur, soit la filière de traitement prévue pour les eaux ménagères.</i> <p><i>Dans le cas d'un modèle dissocié (traitement discontinu), la cuve est régulièrement vidée en fonction de son volume sur une aire conçue de façon à éviter tout écoulement et à l'abri des intempéries. L'étanchéité de l'aire au sol est exigée dans les zones à enjeux sanitaires ou environnementaux. Dans le cas d'un modèle relié (traitement continu), la cuve fait office d'aire de traitement.</i></p> <p><i>Les matières issues de l'utilisation de toilettes sèches doivent être valorisés sur la parcelle et ne générer aucune nuisance pour le voisinage, ni pollution. En l'absence d'espace de valorisation sur la parcelle (hameaux isolés, habitat dense), un traitement sur une parcelle non adjacente est toléré sous la responsabilité du propriétaire.</i></p> <p><i>En complément des toilettes sèches, l'immeuble doit être équipé d'une installation de traitement des eaux ménagères. Par dérogation aux articles de cet arrêté, les filières de traitement des eaux ménagères autorisées et leurs dimensionnements doivent être conforme à l'Annexe I.</i></p> <p><i>Les eaux ménagères traitées ne doivent pas être rejetées dans le milieu hydraulique superficiel, sauf si le site ne permet pas d'autre option.</i></p>
<p>Arrêté « Prescriptions techniques du 07/09/2009 revu le 07/03/2012 » : Annexe III POINTS À VÉRIFIER DANS LE CAS PARTICULIER DES TOILETTES SÈCHES Respect des prescriptions techniques en vigueur, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> – l'adaptation de l'installation retenue au type d'usage, aux contraintes sanitaires et environnementales, aux exigences et à la sensibilité du milieu, aux caractéristiques du terrain et à l'immeuble desservi ; – la vérification de l'étanchéité de la cuve recevant les fèces et/ou les urines ; – le respect des règles d'épandage et de valorisation des déchets des toilettes sèches ; – l'absence de nuisance pour le voisinage et de pollution visible ; – la vérification de la présence d'une installation de traitement des eaux ménagères. 	<p>ANNEXE III révisée POINTS À VÉRIFIER DANS LE CAS PARTICULIER DES TOILETTES SÈCHES Respect des prescriptions techniques en vigueur, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> – l'adaptation de l'installation retenue au type d'usage, aux contraintes sanitaires et environnementales, aux exigences et à la sensibilité du milieu, aux caractéristiques du terrain et à l'immeuble desservi ; – la vérification de l'aire de traitement qui doit être à l'abri des intempéries et étanche au sol dans les zones à enjeux sanitaires ou environnementaux ; – le respect des règles de traitement et de valorisation des matières de toilettes sèches ; – l'absence de nuisance pour le voisinage et de pollution visible ; – la vérification de la présence d'une installation de traitement des eaux ménagères.
<p>ANNEXE 1 : CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES ET CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE DES DISPOSITIFS DE L'INSTALLATION D'ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF</p>	<p>ANNEXE 1 : CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES ET CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE DES DISPOSITIFS DE L'INSTALLATION D'ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF</p> <p>Créer une nouvelle section : Dispositifs visés aux articles 3 et 17 <i>Les installations de traitement des eaux ménagères sont conçues sur le principe que le</i></p>

traitement est simplifié lorsque la charge polluante est amoindrie. Le tri des eaux usées domestiques, séparant les excréta et les eaux ménagères, permet de concevoir ces filières de traitement simplifiées. Dans cette démarche, il convient de diminuer au maximum les différentes charges organiques (produits peu biodégradables, excréta, restes de repas, etc.) dans le circuit de l'eau. Les filières de traitement proposées ci-dessous s'adaptent à tous les cas de figure pouvant générer des flux d'eaux ménagères avec ou sans urines et lixiviats. Une filière de traitement liquide ou solide des excréta doit être installée en complément de la filière de traitement des eaux ménagères.

Les eaux ménagères peuvent être évacuées sans prétraitement (celui-ci est réalisé directement sur la surface du système de traitement) vers le dispositif décrit ci-dessous. Ce dispositif s'appuie sur une culture fixée sur un support végétal ou minéral soit par :

- Filtre(s) planté(s)
- Tranchée plantée
- Pêdoépuration

L'arrivée d'eau se fait par le haut des dispositifs avec une conduite de diamètre minimum de 50 mm. Le point d'alimentation est réalisé par surverse afin de prévenir le risque de colmatage et doit être protégé des contacts possibles avec l'homme (conditions de prétraitement). Le dimensionnement de la surface filtrante de l'ensemble de l'installation est d'au minimum 1m²/EH. L'utilisation de ces filières peut se faire en continue.

Le recours à un dispositif de traitement étanche doit être proposé dans les zones à enjeux sanitaires ou environnementaux. L'évacuation prévue après traitement doit être en priorité l'infiltration ou l'irrigation souterraine. L'irrigation souterraine des eaux ménagères traitées est possible pour tous types de végétaux. Il est possible de réaliser un rejet de surface pour valorisation par création d'une mare ou zone humide d'intérêt paysager.

Des projets participants à l'innovation et au développement des filières de traitement des eaux ménagères peuvent être facilités en bénéficiant d'un avis favorable dans le cadre d'un suivi in situ.

Filtre(s) planté(s) :

Le traitement peut être réalisé par un ou des filtres plantés verticaux qui peuvent être associés à un traitement horizontal (filtre, tranchée ou pêdoépuration).

Un filtre est composé d'un matériel filtrant minéral de granulométrie décroissante du fond vers la surface du lit comprise entre 40 mm et 0,3 mm. La profondeur du filtre ne doit pas excéder 1 m de profondeur. Le filtre est végétalisé par des plantes hygrophytes. L'arrivée d'eau doit être positionnée afin d'assurer une bonne répartition de l'effluent sur le lit. L'eau s'écoule à travers le massif filtrant et peut être directement infiltrée dans le sol ou collectée soit par de(s) drain(s) dont le diamètre minimum est de 50 mm soit grâce au dispositif d'étanchéité du lit. Pour un filtre horizontal, l'eau circule horizontalement à l'intérieur du bassin sous la surface du filtre de substrat à une distance d'au moins 5 cm.

L'exutoire du filtre est réalisé par un trop plein ou un siphon.

Pédoépuration :
Le traitement est réalisé par une tranchée, dont la longueur est comprise entre 2 et 5 m, remplie de matériel filtrant végétal type broyat. La profondeur de la tranchée ne doit pas être supérieure à 40 cm et sa largeur doit être comprise entre 20 et 60 cm. Plusieurs tranchées de pédoépuration peuvent être créées en fonction des points de génération de l'effluent.

Tranchée plantée :
La tranchée est étanche et remplie de matériel filtrant minéral ou végétal. La profondeur de la tranchée ne doit pas être supérieure à 50 cm et sa largeur doit être comprise entre 20 et 60 cm.

Conclusion

À l'heure de la prise de conscience du paradigme de l'assainissement et de l'urgence de considérer les déchets comme des ressources, l'étude de caractérisation des eaux ménagères et des filières de traitement associées donne des résultats permettant d'approfondir la connaissance pour proposer des solutions techniques simples et efficaces. Ainsi, le principe des eaux ménagères se base sur le « tri » des eaux usées socle de la définition de l'assainissement écologique.

Les 3 filières de traitement des eaux ménagères étudiées (filtre planté, tranchée plantée et la pédoépuration) sont conçues dans les règles de l'art de l'assainissement développées par l'IRSTEA pour des filières biologiques plantées et aérobies. Elles sont aussi universelles en permettant de traiter les eaux ménagères quel qu'en soit le contexte de séparation des excréta : réhabilitation du bâti ancien, ANC « tronqué », toilettes sèches... Ces filières sont développées selon le principe du traitement biologique aérobie, elles se présentent sans prétraitement car celui-ci est intégré dans la conception même du dispositif de traitement principal (surface du filtre planté, substrat minéral en début de tranchée plantée et substrat végétal en début de pédoépuration). La combinaison des 3 dispositifs permet de répondre à toutes les contraintes de conception (nature du sol, bâti, rejet, occupation du sol, pente, etc.). Les 18 sites suivis sont habités par une population grand public et les filières présentent une diversité de conception pour chacune des 3 filières qui a été prise en compte dans l'analyse des résultats (en général de 1 m²/EH soit de 50% du dimensionnement préconisé par l'IRSTEA pour les filières biologiques aérobies).

	Conso. quantitative	DCO/DBO ₅	MES	DCO	DBO ₅	NTK	E. Coli et Entéro.
EM	45%	1.96	10%	19%	20%	4%	10 ³ à 10 ⁸ UFC / 100 mL
EM Chargées		2.13		30%	29%	55%	

Tableau 22 : Résultats de la caractérisation des EM non traitées en pourcentage d'EH (moyenne)

Il a été observé une grande variabilité (en fonction des sites) de l'effluent brut (en termes à la fois quantitatif et qualitatif) due à des pratiques variées au sein des ménages mais qui n'influencent pas de manière significative les rendements épuratoires des filières (plusieurs cas de surcharges ont été observés et analysés). De plus, en termes de charge, l'étude confirme les ordres de grandeur de la littérature.

	MES	DCO	DBO ₅	(NTK, NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , E. Coli et Entéro. NO ₃ ⁻) et (PO ₄ ³⁻)
EM et EM Chargées	<30 mg/L	<200 mg/L	<35 mg/L 3 valeurs entre 35 et 45 mg/L	processus de traitement aérobie efficace. 10 ¹ à 10 ⁶ UFC / 100 mL la présence d'urines ou de lixiviats n'impacte pas les mesures de bactériologies

Tableau 23 : Résultats de la caractérisation des EM traitées

L'approche par rendement épuratoire sur les paramètres suivis (MES, DCO, DBO₅, NTK) montrent que **les rendements épuratoires des filières suivis sont toujours bons (réglementation du 21/07/2015)**, avec des valeurs plus aléatoires pour l'azote. Les abattements bactériologiques (E. coli et Entérocoques) varient de 1.4 (pédoépuration) à 2.6 log. Ainsi, au regard des rendements obtenus et des exutoires, les 3 filières peuvent être considérées comme performantes même dans les cas de surcharges observées (140 et 366%).

Les **3 filières suivies sont** dimensionnées comme les filières biologiques aérobies utilisées en assainissement collectif. Il est possible avec les résultats de l'étude de confirmer que si la charge des EM brutes est inférieur ou égale à 50% de celle des EU brutes, alors **le dimensionnement de la filière de traitement est égal au maximum à 50% de celles des EU brutes** en ANC avec une infiltration.

Le contexte analytique pour estimer l'efficacité de **la pédoépuration** est mis en avant notamment au regard des filières conventionnelles non drainées (pour lesquelles aucune analyse sans biais n'a pu être produite). Valider l'efficacité d'un procédé de traitement avec épandage puis infiltration dans le sol est difficile sachant que l'approche analytique et les protocoles existants ne permettent pas d'estimer les rendements. Il a été fait le maximum avec les moyens à disposition mais les mesures réalisées dans le cadre de la pédoépuration présentent des biais et les divers points de prélèvement, ne prennent pas en compte la totalité de la surface épuratoire. De plus, les mesures faites peuvent être entachées du lessivage du bois fragmenté. Les résultats sont encourageants et mériteraient d'être approfondis pour continuer à améliorer la connaissance pour cette filière écologiquement innovante (matériaux renouvelable, production de compost, faibles coûts financier et environnemental).

Il est important de noter que l'étude a été menée dans des conditions les plus favorables pour le suivi *in situ* (froid et faible voir absence de précipitations) mais les plus défavorables pour les rendements des filières. Ainsi, au regard des données de l'étude de la caractérisation des eaux ménagères brutes (seules et chargées), des 3 filières et des eaux traitées (seules et chargées), il ressort que les 3 filières de traitement filtre planté, tranchée plantée et pédoépuration sont efficaces avec **des dimensionnement de 1 m²/EH**. Les éléments nécessaires à considérer pour ces filières peuvent être retrouvés dans les fiches techniques (Annexe 5).

À la vue des résultats de l'étude, les propositions de modifications réglementaires (arrêtés de l'ANC de 2009 revus en 2012) et les préconisations de conception, dimensionnement, entretien et contrôle sont portées par le comité de pilotage de l'étude auprès du GT réglementation du PANANC.

Bibliographie

- ANSES. (2015). *Analyse des risques sanitaires liés à la réutilisation d'eaux grises pour des usages domestiques*.
- EME, C. (2015). *Composition des eaux usées domestiques par source d'émission à l'échelle de l'habitation*. IRSTEA / ONEMA / CREAPURE.
- Eme, C., & Boutin, C. (2015). *Composition des eaux usées domestiques par source d'émission à l'échelle de l'habitation*.
- Environnement, B. (2008). *RECYCLER LES EAUX USÉES IN SITU - "GUIDE PRATIQUE POUR LA CONSTRUCTION ET LA RENOVATION DURABLE DE PETITS BATIMENTS"*.
- Godfrey, Hart, Vaughan, & Wong. (2009). *Using wastewater energy to heat an Olympic village for the 2010 Winter Olympics and beyond. Proceedings of the Water Environment Federation*. Water Environment Federation.
- Graie. (2014). *Pour la rédaction du volet effluents non domestiques dans les règlements d'assainissement*.
- JORF, n. (2009). 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 kg/j de DBO5.
- JORF, n. (2015). Arrêté du 21 juillet 2015 relatif aux systèmes d'assainissement collectif et aux installations d'assainissement non collectif, à l'exception des installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou ég.
- Lahnsteiner, J., Du Pisani, P., Menge, J., & Esterhuizen, J. (2013). *More than 40 years of direct potable reuse experience in Windhoek. Milestones in Water Reuse: The Best Success Stories, IWA Publishing*.
- LISBP, S. A. (2016). *Modélisation Urbaine de Séparation des Effluents à la Source. Document de Projet*.
- Mancy, Fattal, & Kelada. (2000). Cultural implications of wastewater reuse in fish farming in the Middle East. *Water Science & Technology*, Vol. 42, No. 1 – 2, pp. 235–239.
- Normandie, A. d. (2015). *Le SDAGE 2016-2021 du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands*.
- Normandie, A. d. (2016). *STRATÉGIE D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DU BASSIN SEINE-NORMANDIE*.
- OECD. (2011). *Environmental Performance Reviews: Israel*.
- OMS. (2012). *Directives OMS : l'utilisation sans risques des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères*. OMS / PNUE.
- ONU. (2012). *Utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères. Volume 4 : utilisation des excréta et des eaux ménagères en agriculture*.
- ONU-Eau. (2017). *Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2017. Les eaux usées – Une ressource inexploitée*. UNESCO.
- Ottosson, J. (2003). *Hygiene Aspects of Greywater and Greywater Reuse*.
- Toilettes Du Monde, Benjamin Berne. (2008). *Compte rendu du voyage d'étude en Allemagne, Les nouvelles technologies de l'écoassainissement*.
- Toilettes Du Monde, Benjamin Berne. (2009). *Compte rendu du voyage d'étude, Ecoassainissement, l'expérience suédoise*.
- Toulouse, O. -I. (2015-2018). *Séparation des micropolluants à la source pour une réduction de l'impact toxique sur les milieux récepteurs*.

Table des figures

Figure 1 : Préleveur 24 flacons (avec bouteille de prélèvement) et monoflacon (avec seuil)	8
Figure 2 : Carte des sites suivis en régions Occitanie et Nouvelle Aquitaine	9
Figure 3 : Carte des sites suivis en région Auvergne-Rhône-Alpes	10
Figure 4 : Schéma d'un filtre planté « type »	13
Figure 5 : Schéma d'une tranchée plantée « type »	14
Figure 6 : Schéma de 2 pédoépurations « type »	15
Figure 7 : Eaux ménagères avant et après traitement sur filière drainée	17
Figure 8 : Composition chimique des eaux ménagères seules (données en concentrations)	18
Figure 9 : Composition azotée des eaux ménagères (données en concentrations)	19
Figure 10 : Composition azotée des eaux ménagères (données en concentrations)	20
Figure 11 : Composition chimique des eaux ménagères chargées (données en concentrations)	22
Figure 12: Concentrations en Entérocoques et Escherichia coli des eaux ménagères brutes selon le type de filière	24
Figure 13 : Concentration en MES des eaux traitées par filtres plantés et tranchée plantée	28
Figure 14 : Concentration en DCO des eaux traitées par filtres plantés et tranchée plantée	30
Figure 15 : Concentration en DBO ₅ des eaux traitées par filtres plantés, tranchée plantée et pédoépuration	31
Figure 16: Répartition de la charge azotée dans le cas des eaux ménagères chargées	35
Figure 17: Composition bactériologique des eaux ménagères traitées	36
Figure 18 : Rendements observés pour les filtres plantés	38
Figure 19: Répartition des charges azotées dans le cas des eaux ménagères chargées pour les filtres plantés	39
Figure 20: Abattements observés pour les filtres plantés	39
Figure 21 : Rendements observés pour les tranchées plantées	40
Figure 22 : Répartition des charges azotées dans le cas des eaux ménagères chargées pour les tranchées plantées	41
Figure 23: Abattements observés pour les tranchées plantées	41
Figure 24: Rendements observés pour la pédoépuration	42
Figure 25: Répartition des Charges azotées dans le cas des eaux ménagères chargées pour la pédoépuration	43
Figure 26: Abattements observés pour la pédoépuration	43
Figure 27 : Préconisation sanitaires OMS sur la valorisation des eaux usées, excréta et eaux ménagères n°1	53
Figure 28 : Préconisation sanitaires OMS sur la valorisation des eaux usées, excréta et eaux ménagères n°2	54

Table des tableaux

Tableau 1: Composition de la charge des eaux ménagères comparée à des eaux usées domestiques....	7
Tableau 2 : Composition chimique et bactériologique moyenne des eaux ménagères.....	7
Tableau 3 : Répartition géographique des sites suivis.....	9
Tableau 4 : Caractéristiques techniques principales des 18 sites suivis.....	11
Tableau 5 : Volume rejeté d’eaux ménagères	17
Tableau 6 : Composition physico-chimique des eaux ménagères seules (données en concentrations). 18	
Tableau 7 : Composition chimique des eaux ménagères seules (données en charges).....	20
Tableau 8 : Composition physico-chimique des eaux ménagères chargées (données en concentrations)	21
Tableau 9 : Composition chimique des eaux ménagères chargées (données en charges)	23
Tableau 10: Concentrations en Entérocoques et E. coli des eaux ménagères brutes.....	25
Tableau 11: Valeurs seuils du référentiel réglementaire (arrêté du 21/07/2015)	27
Tableau 12 : Composition physico-chimique des eaux ménagères traitées (données en concentrations)	27
Tableau 13 : Charge en MES des eaux ménagères traitées	30
Tableau 14: Utilisation des tranchées de pédoépuration.....	32
Tableau 15 : Charge en DCO et DBO5 des eaux ménagères traitées.....	33
Tableau 16: Concentrations en Entérocoques intestinaux et Escherichia coli des eaux ménagères traitées	37
Tableau 17: Réutilisation des eaux usées traitées à l'échelle mondiale.....	46
Tableau 18: Annexe III de l'arrêté du 2 aout 2010. Contrainte d'usage	47
Tableau 19: Annexe II de l'arrêté du 2 aout 2010. Niveau de qualité des eaux usées traitées.....	48
Tableau 20: Réutilisation des eaux usées traitées à l'échelle nationale.....	49
Tableau 21: Synthèse des résultats obtenus après assainissement lors de cette étude.....	52
Tableau 22 : Résultats de la caractérisation des EM non traitées en pourcentage d’EH (moyenne)	60
Tableau 23 : Résultats de la caractérisation des EM traitées	61

Table des annexes

Annexe 1 – Synthèse bibliographique

Annexe 2 - Méthodologie de prélèvement et d’analyses des eaux usées brutes et traitées –
Méthodologie de recueil de données

Annexe 3 – Plan de masse des 18 sites suivis

Annexe 4 – Base de données relative aux informations sur les sites et aux analyses

Annexe 5 – Fiches techniques de 3 filières de traitement : Filtre planté, Tranchée plantée,
Pédoépuration

Annexe 1 – Synthèse bibliographique

ETUDE DE CARACTERISATION DES EAUX MENAGERES DOMESTIQUES ET DES FILIERES DE TRAITEMENT ASSOCIEES

Synthèse bibliographique

TORRENT Bastien
Chargé de mission à Pierre & Terre

Février 2017

Contexte

Le présent document synthétise les données bibliographiques actuellement disponibles sur la composition et le traitement des eaux ménagères. Différentes sources bibliographiques ont été utilisées pour la rédaction de cette synthèse dont une source majeure émanant de l'IRSTEA [7] et intitulée « Composition des eaux usées domestiques par source d'émission à l'échelle de l'habitation ». Cette étude est elle-même une synthèse bibliographique des publications et rapports traitant des eaux ménagères pour la zone occidentale de l'Europe. L'ensemble des sources exploitées, en langue française, est daté de moins d'une dizaine d'années (bien que certains documents reprennent des données antérieures) et se veut le plus représentatif possible du contexte français.

Cette synthèse bibliographique s'inscrit dans le cadre de l'étude intitulée « Caractérisation des eaux ménagères domestiques et des filières de traitement associées » proposée par le Réseau de l'Assainissement Écologique (RAE) en collaboration avec le Pôle Eco-assainissement des Baronnies Provençales (PEABP). Ce travail bibliographique constitue un préalable au suivi *in situ* de systèmes de traitement existants.

Résumé

Les « eaux ménagères » encore appelées « eaux grises » désignent l'ensemble des eaux usées domestiques à l'exclusion des eaux usées issues des toilettes (« eaux vannes »). A l'échelle de l'habitation, les eaux ménagères sont produites en quantité et qualité variables selon les usages de l'eau des habitants. Diverses variabilités s'ajoutent, qu'elles soient spatiales, temporelles ou encore culturelles. On retient néanmoins que les eaux ménagères représentent en moyenne 70 % du volume total des eaux usées domestiques soit un volume d'environ 86 L par personne et par jour (sur la base des données étudiées [7] avec un volume d'eaux usées domestiques de 120 L/pers/j). Aujourd'hui, les moyennes européennes et la base de calcul de dimensionnement est de 150 L/pers/j soit 105 L par personne et par jour d'eaux ménagères. C'est sur la base de ce dernier chiffre que l'étude est basée.

Concernant la composition des eaux, les eaux ménagères représentent en moyenne moins de 50 %¹⁴ des pollutions carbonée, azotée et phosphorée comparé à l'ensemble des eaux usées domestiques. Sur le plan bactériologique, les données sur la contamination des eaux ménagères sont rares dans la littérature. Les quelques concentrations mesurées sont de l'ordre de 10^3 UFC/100 mL à 10^7 UFC/100 mL¹⁵ autant pour E. Coli que pour les entérocoques. Les maxima observés sont proches des concentrations des eaux usées domestiques. La contamination bactériologique des eaux ménagères est en fait principalement à lier à des contaminations fécales croisées (c'est-à-dire ne provenant pas directement des excréta mais d'éléments qui ont pu rentrer en contact avec ces derniers). L'OMS¹⁶ précise également que des germes pathogènes d'origines fécaux se développent au sein même des réseaux d'eaux ménagères ; leur croissance étant favorisée par la forte présence de composés organiques facilement biodégradables. Les eaux ménagères stockées plus de 24h sont considérées comme des eaux usées car les germes pathogènes fécaux y trouvent des conditions favorables à leur développement (température, humidité,..). Il convient alors de considérer ces phénomènes lors de l'interprétation des résultats d'analyses selon les différentes filières étudiées.

Il existe aujourd'hui une grande diversité de systèmes de traitement des eaux usées (ménagères ou domestiques). Certaines filières rustiques telles que les filtres plantés, les tranchées plantées ou les dispositifs de pédoépuration, s'inscrivent dans le respect de l'environnement. Elles utilisent le pouvoir épurateur des bactéries naturellement présentes dans les différents média filtrants qui sont mis en œuvre qu'ils soient naturels ou reconstitués. Ces systèmes sont usuellement dimensionnés sur la base d'une surface filtrante de **1 m²/EH**; ceci, en se basant sur les recommandations de l'IRSTEA **pour le dimensionnement d'un système toutes eaux réduit d'un facteur ½ pour tenir compte de la charge de pollution liée aux seules eaux ménagères**. Cependant, certaines pratiques se basent sur un dimensionnement de 2m²/EH. L'étude de suivi in situ prévoit de comparer les 2 dimensionnements pour en estimer la pertinence.

Mots clés : Eaux ménagères, assainissement non collectif, composition chimique, composition bactériologique, filtre planté, tranchée plantée, pédoépuration.

¹⁴ cf. Bibliographie [7]

¹⁵ cf. Bibliographie [1] ANSES. *Analyse des risques sanitaires liés à la réutilisation d'eaux grises pour des usages domestiques*.

¹⁶ cf. Bibliographie [9] OMS. *Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères*.

Sommaire

Glossaire	4
I. Etat de l’art sur la caractérisation des eaux ménagères	5
1. Définitions	5
2. Caractéristiques des eaux ménagères.....	6
a) Volume des eaux ménagères	6
b) Composition des eaux ménagères	7
c) Contribution des eaux ménagères à l’ensemble des eaux usées domestiques.....	13
II. Etat de l’art sur les systèmes de traitement des eaux ménagères	14
1. Filtres plantés	14
2. Tranchée plantée.....	19
3. Pédoépuration.....	20
Conclusion	21
Bibliographie	22
Table des figures	23
Table des tableaux	23

Glossaire

Ammonium (NH_4^+) : forme absorbée par les plantes et retrouvée initialement dans le compost (car pH faible) (s'exprime en mgN/L)

Azote Total Kjeldahl (NTK) : somme de l'azote organique et de l'azote ammoniacal (s'exprime en mgN/L).

Demande Biologique en Oxygène au bout de 5 jours (DBO_5) : quantité de dioxygène nécessaire aux microorganismes aérobies pour oxyder les matières organiques, dissoutes ou en suspension dans l'eau (s'exprime en mgO_2/L).

Demande Chimique en Oxygène (DCO) : quantité de dioxygène consommée par les matières oxydables dissoutes et en suspension contenues dans l'échantillon considéré (s'exprime en mgO_2/L).

Eaux Domestiques : eaux souillées par la vie humaine ; mélange des eaux vannes et ménagères.

Eaux Ménagères (EM) : eaux domestiques à l'exclusion des eaux de toilettes et d'urinoirs (eaux vannes).

Eaux Ménagères Brutes (EMB) : eaux ménagères avant traitement.

Eaux Ménagères Traitées (EMT) : eaux ménagères après traitement.

Eaux Vannes (EV) : eaux domestiques souillées exclusivement par les matières fécales, l'urine et le papier toilette.

Equivalent habitant (EH) : unité de mesure représentant la quantité de pollution émise par une personne et par jour. De manière réglementaire, 1 EH = 60 g DBO_5/j . Les valeurs de référence couramment utilisées sont : 1 EH = 70 g/j MES ; 135 g DCO/j ; 60 g DBO_5/j ; 12 g NTK/j.

Matières En Suspension (MES) : masse de matières particulaires et organiques mesurée après filtration ou centrifugation et séchage en étuve à 105 °C jusqu'à obtention d'une masse constante (s'exprime en mg/L).

Nitrates (NO_3^-) : forme la plus facilement assimilable de l'Azote par les plantes, très soluble et mobile ; en abondance il provoque par lessivage l'eutrophisation des cours d'eau (s'exprime en mgN/L).

Nitrites (NO_2^-) : composé intermédiaire (instable, polluant et toxique) de la nitrification (s'exprime en mgN/L).

Phosphates (PO_4^{3-}) : (s'exprime en mgP/L). Sel de l'acide phosphorique, utilisé comme engrais. Si les phosphates sont normalement présents et utiles à faible dose dans l'eau et les sols, leur excès est (avec celui des teneurs en nitrates) une des causes majeures de l'eutrophisation voire de dystrophisation de l'environnement.

Phosphore total (PT) : somme du phosphore particulaire et du phosphore dissous (s'exprime en mgP/L).

Unité Formant Colonie (UFC) : unité de mesure basée sur le dénombrement des bactéries vivantes.

I. État de l'art sur la caractérisation des eaux ménagères

1. Définitions

Les termes « eaux ménagères » ou encore « eaux grises » (de l'anglais « greywater ») désignent l'ensemble des eaux usées domestiques à l'exclusion des eaux usées issues des toilettes appelées couramment « eaux vannes » ou encore « eaux noires » (de l'anglais « black water »).

Les eaux ménagères (EM) proviennent ainsi de différentes sources d'émission liées aux usages de l'eau. Généralement¹⁷, sont concernées les eaux issues des éviers de cuisine, de lave-vaisselle, de machine à laver, des bains et douches et des lavabos de salle de bain.

Ces eaux peuvent être classées en deux catégories : les eaux ménagères liées à l'alimentation et aux activités de nettoyage, et celles liées aux activités d'hygiène corporelle. La figure 1 ci-dessous illustre cette classification.

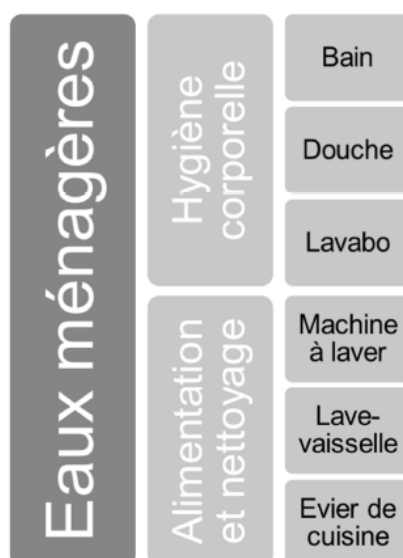


Figure 1 Classification des eaux ménagères (Source [7])

Ces eaux ménagères sont issues d'une interface usager (colonne de droite de la figure 1) premier maillon de la chaîne d'assainissement. Ensuite, la collecte (second maillon) se fait par le réseau (distinct de celui des eaux vannes) afin de transporter les eaux à l'extérieur de la maison (maillon 3) vers un dispositif de traitement (maillon 4) avant sa réutilisation (maillon 5). On note ici que dans le cas d'une collecte sélective des urines et excréta (associées à divers types de toilettes sèches), les urines peuvent rejoindre le réseau des eaux ménagères et être traitées ensemble. Les excréta sont quant à eux habituellement traités par compostage puis valorisés sous forme d'amendement organique.

¹⁷ Certains auteurs excluent parfois les eaux des éviers de cuisine et de lave-vaisselle des eaux ménagères du fait de leur composition particulière importante.

Les eaux ménagères traitées (EMT) sont définies comme des eaux ménagères « ayant subi un traitement visant à réduire les teneurs en matières particulaires et organiques et/ou limiter la présence de micro-organismes pathogènes et opportunistes »¹⁸.

2. Caractéristiques des eaux ménagères

Les eaux ménagères ont pour caractéristique principale une importante diversité à la fois sur le plan quantitatif et sur le plan qualitatif du fait du mode de vie variable des usagers. Dans cette étude bibliographique, les données présentées¹⁹ sont issues de la zone occidentale de l'Europe, qui se veut la plus représentative possible du contexte français. On note ici que les données sont systématiquement présentées en termes de valeurs moyennes, en gardant un regard critique quant aux conditions variables d'obtention de ces données.

a) Volume des eaux ménagères

Sur la base des données étudiées à l'échelle européenne, il ressort un volume moyen d'eaux ménagères de **86 L par personne et par jour [7]** avec des variabilités importantes allant en moyenne de 44 à 126 L d'eau par personne et par jour. Plus précisément, les sources d'émissions que sont la cuisine, la salle de bain et le lave-linge représentent respectivement environ 30 %, 50 % et 20 % du volume d'eaux ménagères produites. Cependant, il existe une variabilité spatiale corrélée à des pratiques culturelles diverses ou encore à des équipements différents, qui apparaît entre pays et au sein d'un même pays. Aujourd'hui, les moyennes européennes et la base de calcul de dimensionnement est de 150 L/pers/j soit 105 L par personne et par jour d'eaux ménagères. C'est sur la base de ce dernier chiffre que l'étude est basée.

Les différents comportements traduisent une variable humaine qui influe sur les consommations et donc les rejets d'eau. Certaines sources d'émission sont plus ou moins concernées par cette influence. Par exemple, les usages de l'eau pour la machine à laver et le lave-vaisselle sont peu dépendants du mode de vie des habitants. Au contraire, les éviers de cuisine et lavabos sont des postes qui génèrent une consommation d'eau plus aléatoire en fonction des pratiques des usagers. Enfin, la fréquence d'utilisation d'eau pour l'hygiène corporelle (bain ou douche essentiellement) joue là aussi très rapidement sur les volumes d'eaux ménagères générées.

Enfin, il est important de noter l'influence du facteur temporel sur la production d'eaux ménagères. Des pics de production sont observables en début et fin de journée et les week-ends, d'autre part de faibles productions sont observées le restant de la journée et la nuit. Ponctuellement des eaux sont rejetées durant la nuit en cas de programmation en heures creuses de la machine à laver ou du lave-vaisselle. À cela s'ajoute les périodes de vacances et l'influence des saisons qui accroissent les variabilités.

¹⁸ cf. Bibliographie [1] ANSES. *Analyse des risques sanitaires liés à la réutilisation d'eaux grises pour des usages domestiques*.

¹⁹ cf. Bibliographie [1], [3] DESHAYES S. *Caractérisation des eaux grises (1) Cas des paramètres généraux.*, [7]

b) Composition des eaux ménagères

Tout comme l'approche quantitative, l'approche qualitative des eaux ménagères est marquée par différents facteurs impactant significativement les paramètres chimiques et indicateurs bactériologiques. Il est important de souligner que les niveaux de concentrations pour ces paramètres sont fonction des volumes d'eau rejetés. C'est pourquoi, l'effet de dilution doit être considéré.

Composition chimique des EMB

Le Tableau 1 présente les concentrations moyennes et la gamme de variations de divers paramètres chimiques des eaux ménagères. Il est important de noter que ces chiffres donnent simplement un ordre de grandeur des concentrations du fait de la diversité de provenance des données (52 jeux de données²⁰) et en particulier du fait que dans de nombreuses études, certaines eaux ménagères sont par exemple réduites aux eaux de salle de bain.

Paramètre	Données recensées ^a		Gamme de variation ^b		Unité
	Moy.	Nb valeur	Min.	Max.	
pH	7,5	(23)	6,1 - 9,6		-
CE	561	(11)	65 - 3000		μS.cm ⁻¹
Turbidité	69	(18)	5 - 462		NTU
MS	582	(7)	44 - 879		mg.L ⁻¹
MES	89	(20)	20 - 361		mg.L ⁻¹
DBO ₅	221	(27)	20 - 756		mgO ₂ .L ⁻¹
DCO	362	(29)	25 - 1583		mgO ₂ .L ⁻¹
COT	99	(10)	10 - 600		mgO ₂ .L ⁻¹
NGL	14	(17)	3 - 75		mg.L ⁻¹
Norga	7	(1)	7 - 7		mg.L ⁻¹
NNH ₄	3	(2)	1 - 13		mg.L ⁻¹
NNO ₃	3	(11)	0 - 10		mg.L ⁻¹
TKN	1	(9)	0 - 27		mg.L ⁻¹
PT	4	(10)	0 - 11		mg.L ⁻¹
PPO ₄	12	(15)	0 - 101		mg.L ⁻¹
K	9	(1)	5 - 23		mg.L ⁻¹
S	72	(1)	18 - 72		mg.L ⁻¹
Tensio-actifs	13	(5)	0 - 118		mg.L ⁻¹

^a moyenne des moyennes des données bibliographiques recensées

^b minimum et maximum de l'ensemble des données recensées

Tableau 1: Composition des eaux ménagères (Source [7])

Le pH moyen des eaux ménagères est environ de 7,5 avec une faible amplitude de variation : soit des eaux neutres à légèrement basiques. Les eaux issues des machines à laver, légèrement alcalines, contribuent à avoir un pH plus basique.

²⁰ cf. Bibliographie [7] EME Claire. *Composition des eaux usées domestiques par source d'émission à l'échelle de l'habitation.*

Les concentrations en matières en suspension (MES) sont de l'ordre de 100 mg/L. Les matières particulaires ne comptent que pour 15 % de la concentration totale en matières sèches, autrement dit de nombreuses matières sont sous forme dissoutes.

Les concentrations moyennes en DCO et DBO₅ sont respectivement de 362 et 221 mgO₂/L. Une importante variabilité (visible par une large gamme de valeurs) est observée, ce qui traduit des niveaux de biodégradabilité différents qui peuvent s'expliquer par des pratiques liées à l'eau différentes. Sur l'ensemble des données un rapport moyen DCO/DBO₅ de 2,5 est observé, il correspond à des eaux facilement biodégradables. L'ordre de grandeur des concentrations en DBO₅ indique également que des procédés aérobies sont les mieux adaptés pour le traitement.

Les teneurs en nutriments (formes azotées et phosphatées) sont relativement faibles dans les eaux ménagères (ceci contrairement aux urines). Les données recensées font état de quelques dizaines de milligrammes d'azote et de quelques milligrammes de phosphore par litre d'eau. Ces valeurs en phosphore sont sensiblement plus faibles depuis l'introduction dans la réglementation française de l'interdiction des détergents phosphatés (01/07/2007). Les eaux ménagères présentent ainsi un léger déficit en nutriments sans pour autant impacter l'efficacité d'un traitement biologique.

Composition bactériologique des EM

Le niveau de contamination bactériologique des eaux ménagères est relativement peu renseigné dans la littérature scientifique. Quelques études ont néanmoins suivies certains indicateurs de contamination fécale²¹. Des valeurs très diverses ont été mesurées allant de 10³ UFC/100 mL à 10⁷ UFC/100 mL (voir Figure 2). Les valeurs maximales mesurées sont du même ordre de grandeur que celles observées pour les eaux usées domestiques. Le large spectre des concentrations mesurées pourrait s'expliquer par l'hétérogénéité des systèmes étudiés (y compris l'état sanitaire et la séparation effective des réseaux) et des techniques analytiques employées.

²¹ Les indicateurs de contamination fécale tels E.Coli ou les entérocoques intestinaux ne sont pas eux-mêmes pathogènes (sauf rares exceptions), ils servent d'indicateurs de la présence d'autres bactéries fécales, ces dernières étant elles potentiellement pathogènes.

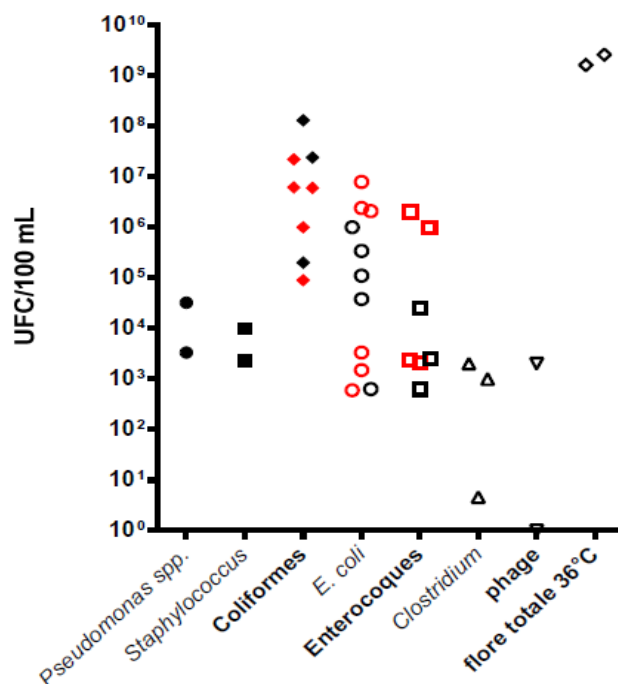


Figure 2 Concentrations en micro-organismes (médianes en noir, maxima en rouge) (Source [1])

En réalité, selon l'OMS²², la contamination bactériologique des eaux ménagères provient principalement de contaminations fécales croisées. C'est-à-dire que les bactéries pathogènes peuvent provenir de diverses sources : lavage de linge contaminé par des fèces, soins des enfants en bas âge, toilette anale, etc.

L'OMS²³ précise que des indicateurs fécaux opportunistes (comme E. Coli ou les entérocoques intestinaux) se développent au sein même des réseaux d'eaux ménagères dans des biofilms ; leur croissance étant favorisée par la forte présence de composés organiques facilement biodégradables ainsi que des températures proches de 20°C. Le dénombrement de bactéries indicatrices conduit ainsi à fortement surestimer les risques associés.

Les urines sont généralement exemptes de contamination en germes pathogènes du fait de leur stérilité en l'absence d'infection urinaire. Les risques bactériologiques relèvent là aussi plus de la contamination croisée par les matières fécales que de l'urine elle-même. Les urines issues de toilettes sèches avec séparation à la source (pas de contact entre urines et excréta) n'induisent donc pas à priori de risques bactériologiques supplémentaires. Concernant les toilettes sèches à séparation gravitaire (composées d'un composteur), bien que les urines soient en contact avec les excréta, les lixiviats ressortent globalement dépourvus de germes fécaux grâce au composteur agissant comme un massif filtrant piégeant les bactéries [12].

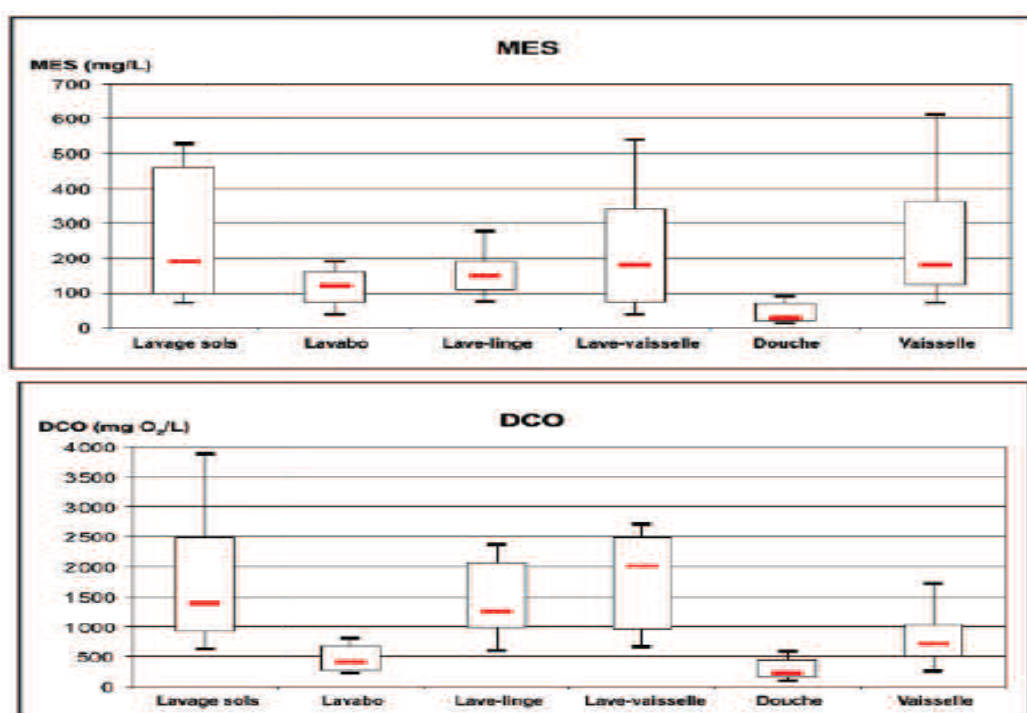
²² cf. Bibliographie [9] OMS. Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères.

²³ cf. Bibliographie [9]

Composition des EMB par source d'émission

Une étude publiée récemment²⁴, dont un des objectifs était de déterminer les caractéristiques physico-chimiques des eaux ménagères, a présenté la collecte et l'analyse de 165 échantillons d'eaux collectés sur 76 foyers différents. 6 « types d'eaux ménagères » (lavage sols, lavabo, lave-linge, lave-vaisselle, douche, vaisselle) ont été analysés séparément ce qui permet d'observer les contributions de chaque source d'émission à l'ensemble des eaux ménagères.

La Figure 3 présente les résultats obtenus sous forme de boîtes à moustaches. Sont représentés sur ces figures : les percentiles 10 et 90 (traits verticaux de part et d'autre de la boîte), les 1^{er} et 3^{ème} quartile (traits inférieurs et supérieurs de la boîte) et la médiane des données (trait rouge).



²⁴ cf. Bibliographie [3] DESHAYES S. *Caractérisation des eaux grises (1) Cas des paramètres généraux.*

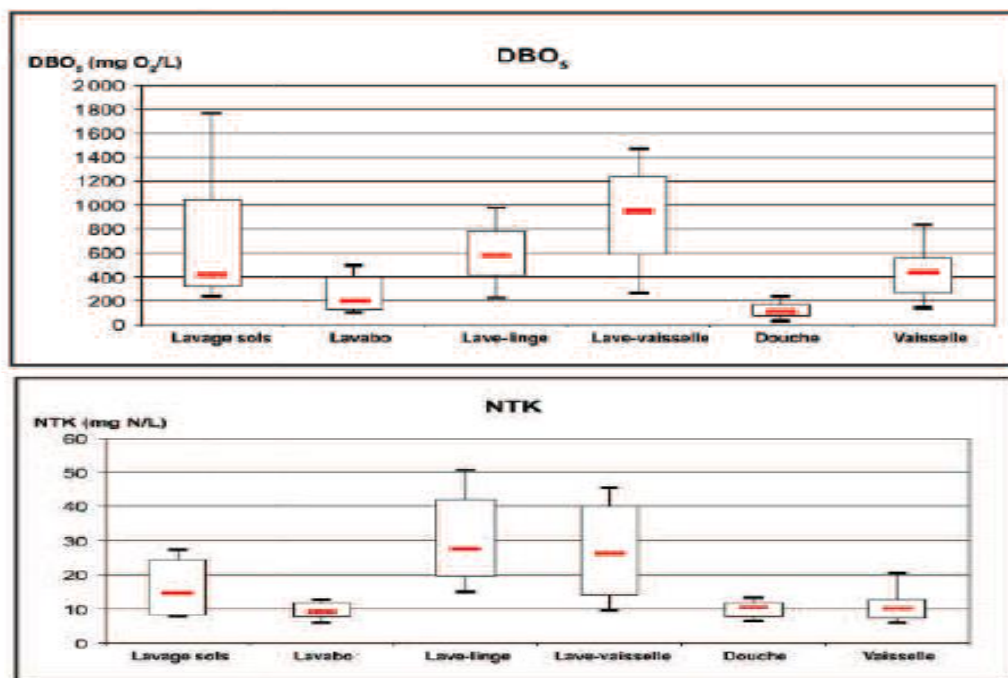


Figure 3 Concentration en MES, DCO, DBO₅ et NTK selon les sources d'émission (Source [3])

Il ressort de l'étude les constatations suivantes :

- Les concentrations médianes en MES sont de l'ordre de 100-200 mg/L à l'exception des eaux de douches qui sont en moyenne à 50 mg/L. **Les eaux de salle de bain sont particulièrement peu chargées en MES.** Les données collectées soulignent que **les eaux de lavage des sols et de vaisselle sont les plus chargées en MES.**
- Les concentrations en DCO sont très différentes selon le type d'eaux analysées. **Les eaux de lavage des sols, de lave-vaisselle et de lave-linge ressortent comme fortement chargées en DCO** (50 % des valeurs sont comprises entre 1000 et 2500 mg/L). Pour ces trois types d'eaux, les amplitudes de variation de concentrations sont d'ailleurs importantes.
- Les concentrations en DBO₅ confirment les conclusions issues de l'analyse de la DCO, à savoir que **les eaux de lavage des sols, de lave-vaisselle et de lave-linge sont les plus chargées en DBO₅** (environ 50 % des valeurs sont comprises entre 400 et 1200 mg/L). Sur les 6 types d'eaux, **les rapports DCO/DBO₅ sont en moyenne compris entre 1,87 et 3,25 soit le signe d'une bonne biodégradabilité des eaux.**
- Les concentrations en NTK sont plutôt faibles pour les eaux de lavage des sols, de lavabo, de douche et de vaisselle (environ 10 mg/L en moyenne). Elles sont légèrement plus élevées pour les eaux de lave-linge et de lave-vaisselle (50 % des valeurs entre 20 et 40 mg/L). **Toutes eaux confondues les eaux ménagères sont faiblement chargées en azote en comparaison à des eaux usées domestiques.**

À partir des concentrations médianes de cette étude et des volumes spécifiques pour chaque type d'eau, une eau ménagère synthétique a été reconstituée avec les caractéristiques suivantes :

Composition moyenne des EMB selon différentes références majeures

Les compositions moyennes des eaux ménagères sont synthétisées dans le Tableau 2 ci-dessous. À noter que trois sources ont été ici retenues :

- L'étude bibliographique de l'IRSTEA²⁵ (recueil de 52 jeux de données sur la zone occidentale européenne),
- L'étude de S. Deshayes²⁶ (165 échantillons d'eaux collectés sur 76 foyers français),
- Un rapport d'expertise de l'ANSES²⁷.

	pH	MES (mg/L)	DCO (mgO ₂ /L)	DBO ₅ (mgO ₂ /L)	NTK (mgN/L)	NH ₄ ⁺ (mgN/L)	NO ₂ ⁻ (mgN/L)	NO ₃ ⁻ (mgN/L)	PO ₄ ³⁻ (mgP/L)	Entérocoques intestinaux (UFC/100mL)	E. Coli (UFC/100mL)
Srce IRSTEA	7,7	120	490	255	8,5	1,89		1,83	2,32		
Srce Deshayes	7,6	82	536	277	14,2						
Srce ANSES										10 ³ à 10 ⁶	10 ³ à 10 ⁷

Tableau 2 : Composition chimique et bactériologique moyenne des eaux ménagères

Ces données serviront de base de comparaison pour les données récoltées grâce au suivi *in situ* de la présente étude.

Le Tableau 3 souligne la répartition des pollutions par type de rejet.

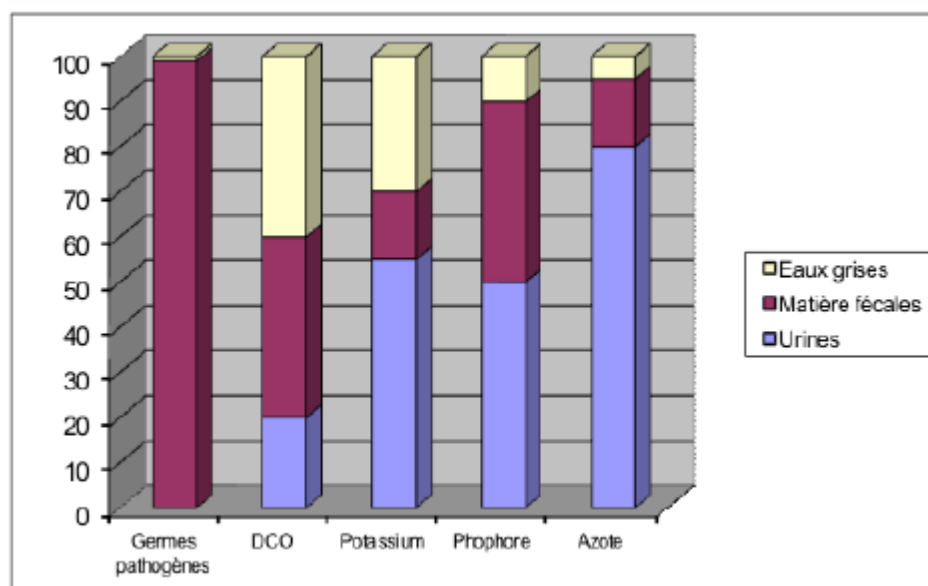


Tableau 3 : Répartition relative de la pollution par type de rejet [11]

²⁵ cf. Bibliographie [7] Données portant sur les eaux ménagères mélangées uniquement.

²⁶ cf. Bibliographie [3] DESHAYES S,... *Caractérisation des eaux grises (1) Cas des paramètres généraux.*

²⁷ cf. Bibliographie [1]

c) Contribution des eaux ménagères à l'ensemble des eaux usées domestiques

Le Tableau 4 ci-après synthétise les contributions des eaux ménagères et des eaux vannes à l'ensemble des eaux usées domestiques, tant en termes de volume que de pollutions carbonée, azotée et phosphorée. Dans ce tableau, sont précisées les contributions des différentes sources d'émissions, en particulier l'hygiène corporelle, l'alimentation et le nettoyage, et l'urine hydrolysée.

Certains dispositifs d'assainissement traitent simultanément les eaux ménagères et les urines/lixiviats, ceci amène à considérer deux cas de figures :

- La contribution des eaux ménagères seules,
- La contribution du mélange eaux ménagères - urines/lixiviats.

Paramètre	Eaux vannes			Eaux ménagères	
	Urine hydrolysée	Matière fécale	Papier toilette	Hygiène corporelle	Alimentation et nettoyage
Volume					
sans chasse	1%	0%	0%	46%	52%
avec chasse		30%		33%	37%
intervalle chasses		36 - 64%		25 - 44%	28 - 49%
MES	1%	39%	34%	4%	22%
DBO₅₍₇₎	7%	35%	18%	7%	33%
DCO	7%	28%	20%	6%	39%
NGL	74%	16%	0%	2%	8%
PT	24%	29%	0%	1%	46%
dont PPO4	39%	25%	0%	4%	32%

Tableau 4: Contribution des eaux ménagères et des eaux vannes à l'ensemble des eaux domestiques (Source [7])

En ce qui concerne les volumes d'eau générés, il apparaît que **les eaux ménagères représentent en moyenne 70 % du volume des eaux usées domestiques**, soit la plus importante part des émissions. On note que les urines ne représentent que 1 % du volume d'eaux usées domestiques, soit un volume quasiment négligeable.

En ce qui concerne les différents types de pollution, les eaux ménagères contribuent en moyenne :

- Pour les MES, à hauteur de 26 % de la charge,
- Pour la DCO, à 45 % de la charge,
- Pour la DBO₅, à 40 % de la charge,
- Pour l'azote, à seulement 10 % de la charge,
- Pour le phosphore, à 47 % de la charge.

De manière générale, **les eaux ménagères représentent donc moins de 50 % des pollutions carbonée, azotée et phosphorée comparées à l'ensemble des eaux domestiques.**

Le mélange eaux ménagères/urines contribue lui en moyenne :

- Pour les MES, à 27 % de la charge, étant donné que les urines contiennent très peu de MES,
- Pour la DCO, à 52 % de la charge,
- Pour la DBO₅, à 47 % de la charge,
- Pour l'azote, à 84 % de la charge, l'urine étant fortement azotée,
- Pour le phosphore, à 71 % de la charge.

Le mélange eaux ménagères/urines représente environ 50 % de la pollution carbonée des eaux domestiques. En revanche, il pèse pour 84 et 71 % pour les pollutions azotée et phosphorée.

II. État de l'art sur les systèmes de traitement des eaux ménagères

Dans cette section sont uniquement présentées les trois filières de traitement des eaux suivies dans le cadre de l'étude : les filtres plantés, la tranchée plantée et la pédoépuration. Ces systèmes respectueux de l'environnement utilisent le pouvoir épurateur des bactéries présentes naturellement dans les différents média filtrants (plantés d'espèces végétales).

Les descriptions présentées ici correspondent au cas le plus général et complet bien qu'il existe de nombreuses variantes. À ceci s'ajoute le fait que les filières de traitement peuvent être précédées par une étape de prétraitement tel un filtre à paille ou un bac de rétention des matières en suspension récupérant les matières les plus grossières.

1. Filtres plantés

➤ Descriptif de filière : Filtres plantés verticaux²⁸

La coupe schématique ci-dessous illustre l'agencement des différents organes de l'épuration par filtres plantés verticaux.

²⁸ cf. Bibliographie [2] *Guide de l'utilisateur – Dispositif de traitement des eaux usées par phytoépuration sans fosse septique.*

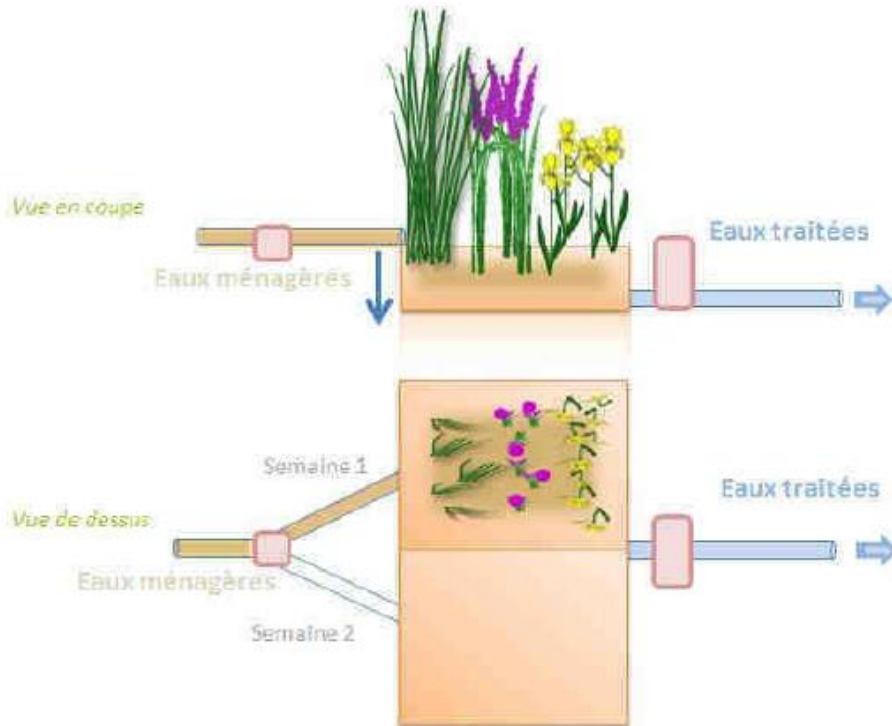


Figure 4 Coupe schématique de filtres plantés verticaux (Source [2])

Les filtres plantés verticaux sont composés de plusieurs éléments :

- D'un **regard de répartition** permettant grâce à des vannes guillotines d'alterner l'alimentation des filtres. Il est composé d'un tuyau d'arrivée d'eau, et d'au moins deux de sorties.
- De **deux filtres plantés verticaux** disposés en parallèle et fonctionnant en alternance. Ces filtres sont composés de granulats croissants : sables, graviers, gravillons. Ils sont plantés de roseaux et/ou de plantes macrophytes (iris, menthe aquatique, scirpes).

L'arrivée d'eaux brutes peut se faire de plusieurs façons :

- Avec une arrivée d'eau effectuée au centre du filtre,
- Avec un tuyau disposé le long d'une diagonale du filtre présentant des perforations à des distances régulières.

L'épuration des matières solubles est effectuée par les microorganismes qui se sont fixés sur les granulats du filtre en condition aérobie. Les matières non solubles sont quant à elles filtrées mécaniquement et sont minéralisées lorsque le filtre est au repos.

Ainsi, comme le montre la vue en coupe de la Figure , l'eau brute arrive en haut du filtre et ressort épurée en bas du filtre.

Le traitement de ces filtres est dimensionné tel que $2\text{m}^2/\text{EH}$.

- D'un **regard de sortie** avant l'infiltration de l'eau traitée dans le sol.

➤ **Descriptif de filière : Filtres plantés verticaux et horizontaux**

La coupe schématique ci-dessous illustre l'agencement des différents organes de l'épuration par filtres plantés verticaux et horizontaux.

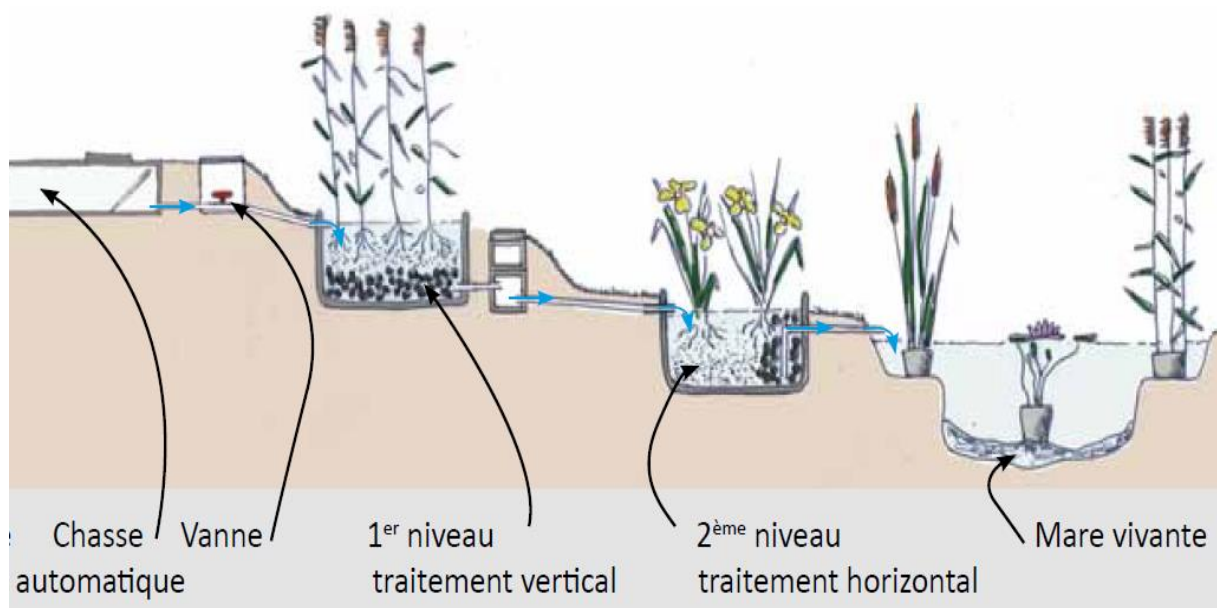


Figure 5 Coupe schématique de filtres plantés verticaux et horizontaux (Source [6])

La filière se compose dans l'ordre des éléments suivants :

- **Une chasse automatique**, qui est un réservoir muni d'un flotteur permettant de stocker une certaine quantité d'eau. Une fois la chasse remplie, l'eau est envoyée par bâchée sur la surface du filtre suivant. Ceci permet une bonne répartition des effluents sur le filtre.
- **Des filtres plantés** en série généralement sur deux niveaux. Il s'agit en fait de bassins étanchéifiés remplis de matériaux filtrants (graviers lavés, pouzzolane, sable) et plantés de roseaux, scirpes, iris des marais, massettes... En règle générale, on trouve selon l'écoulement des eaux, des filtres verticaux puis parfois des filtres horizontaux.
 - **Les filtres plantés à écoulement vertical**, constituant le premier niveau, sont alimentés en surface par bâchée, puis l'eau s'infiltré et ressort par le fond du filtre. Ce premier type de filtre permet de retenir les matières en suspension en surface mais également de dégrader la matière organique et d'entamer le processus de nitrification de l'azote. Le filtre fonctionne en aérobiose, il s'y développe ainsi des bactéries aérobies qui assurent les processus de dégradation de la matière et d'épuration des eaux.

La filière comporte généralement deux filtres verticaux en parallèle qui fonctionnent en alternance ; des phases d'activité et de repos se succèdent ainsi. Durant la phase de repos, la matière organique est digérée et se minéralise. Par ailleurs, ce fonctionnement en alternance permet de maintenir des conditions aérobies pour la biomasse en favorisant une bonne oxygénation du massif. On précise ici que ce type de filtre est essentiellement planté de roseaux.

- **Les filtres plantés à écoulement horizontal**, constituant le second niveau, sont alimentés en continu et l'eau y circule de manière horizontale sous la surface du substrat. L'eau ressort à l'opposé de l'alimentation par un trop plein ou un siphon ; cela permet de régler la hauteur d'eau dans le filtre et d'assurer que celui-ci soit toujours saturé en eau. Le filtre fonctionne essentiellement sous des conditions anaérobies, favorables au processus de dénitrification des formes réduites de l'azote. On note que ce milieu est légèrement aéré grâce à l'apport d'oxygène par les racines des plantes. Cet apport reste faible ce qui réduit l'action des bactéries aérobies et au contraire favorise l'activité des bactéries anaérobies. On remarque ici que les filtres plantés à écoulement horizontal sont plantés d'une plus grande diversité végétale que les filtres à écoulement vertical. Ceci permet le développement d'un grand nombre de bactéries grâce au système racinaire et de là l'élimination de bactéries pathogènes.
- L'élément terminal de la filière peut être soit **une mare vivante**, soit **un massif d'infiltration**, qui permet d'infiltrer l'eau épurée dans le sol.

➤ Dimensionnement

Le dimensionnement du système est fonction de la quantité d'effluents à traiter (exprimée en équivalent habitant, EH) et de la situation pédologique du terrain. La surface de traitement aujourd'hui préconisée pour la construction des filtres plantés traitant uniquement des eaux ménagères est de **1 m²/EH** par filtre; ceci, en se basant sur les recommandations de l'IRSTEA **pour le dimensionnement d'un système toutes eaux réduit d'un facteur ½ pour tenir compte de la charge de pollution liée aux seules eaux ménagères**. Cependant, certaines pratiques se basent sur un dimensionnement de 2m²/EH. L'étude de suivi in situ prévoit de comparer les 2 dimensionnements pour en estimer la pertinence.

➤ Efficacité de traitement

La littérature est aujourd'hui peu riche en données qualitatives concernant les concentrations des eaux ménagères traitées par filtres plantés. Les seules données disponibles à l'échelle nationale sont issues d'une étude sur 31 sites²⁹ où sont installés des filtres plantés à deux niveaux (verticaux et horizontaux).

Les concentrations en MES, DCO et DBO₅ sont présentées sur la figure 6 sous forme de boîtes à moustaches. Sont représentés sur ces figures : les minima et maxima (traits verticaux de part et d'autre de la boîte), les 1^{er} et 3^{ème} quartile (traits inférieurs et supérieurs de la boîte) et la médiane des données (trait rouge).

²⁹ cf. Bibliographie [5] Eau vivante. *Historique et présentation d'Eau Vivante – Annexe 7.*

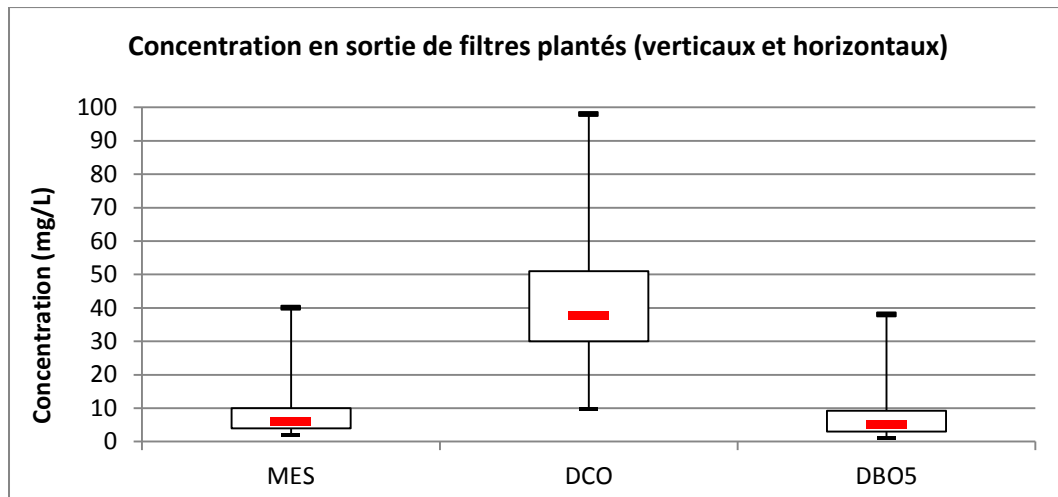


Figure 6 Concentration en sortie de filtres plantés (verticaux et horizontaux) (Source [5])

En ce qui concerne les MES, 75 % des concentrations mesurées sur les EMT sont inférieures à 10 mg/L soit en deçà de la norme fixée actuellement à 30 mg/L. Sur 50 valeurs, seules 3 dépassent cette norme. Les MES sont bien épurées par les filtres plantés.

Pour la DCO, la plage de résultats est étalée de 10 à 98 mg/L avec une médiane à 38 mg/L. La DCO est ici un paramètre indicatif sachant qu'elle n'est pas soumise à des normes réglementaires.

Enfin, 75 % des concentrations en DBO₅ sont inférieures à 10 mg/L, avec une seule à 38 mg/L dépassant légèrement la norme fixée à 35 mg/L. Pour rappel la DBO₅ moyenne des eaux brutes étant de l'ordre de 200 mg/L, on observe que la DBO₅ est également bien dégradée par les systèmes de filtres plantés installés.

2. Tranchée plantée

➤ Descriptif de filière

La coupe schématique ci-dessous illustre l'agencement des différents organes de l'épuration par tranchée plantée.

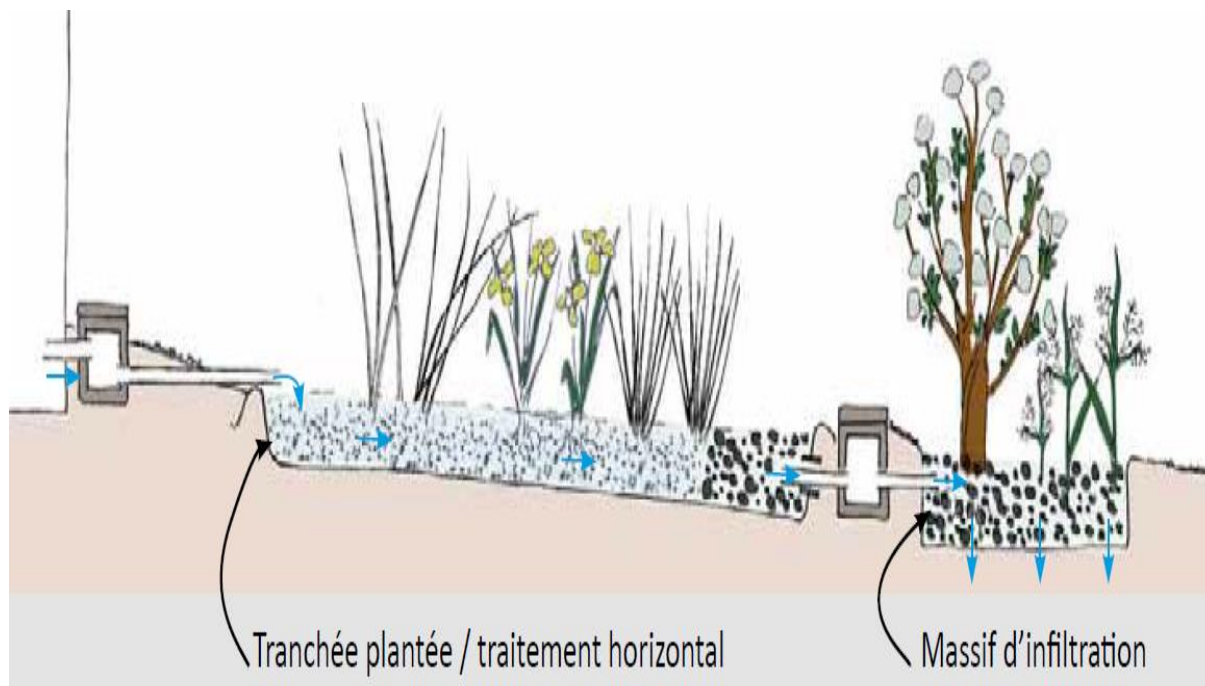


Figure 7 Coupe schématique d'une tranchée plantée (Source [6])

La filière se compose des deux éléments suivants :

- **La tranchée plantée à écoulement horizontal**, réalise l'épuration des eaux. L'eau y arrive en surverse et s'écoule horizontalement sur le fond de la tranchée grâce à une membrane EPDM qui assure l'étanchéité. La tranchée est remplie de matériaux filtrants (gravier, pouzzolane...) et plantée de scirpes, iris des marais, joncs... La tranchée fonctionne principalement sous des conditions aérobies, il s'agit donc d'une épuration avec des bactéries en présence d'oxygène. Le rejet de la filière peut être soit **une mare vivante**, soit **un massif d'infiltration** qui permet d'infiltrer l'eau épurée dans le sol.

➤ Dimensionnement

La valeur aujourd'hui préconisée pour la construction des tranchées plantées (traitant uniquement des eaux ménagères) est une surface filtrante de 1 m²/EH.

➤ Efficacité de traitement

La littérature ne permet pas en l'état actuel de déterminer l'efficacité des tranchées plantées. Il n'y a donc pas de référentiel sur cette filière.

3. Pédéoéparation

➤ Descriptif de filière

La coupe schématique ci-dessous illustre l'épuration par pédéoéparation.

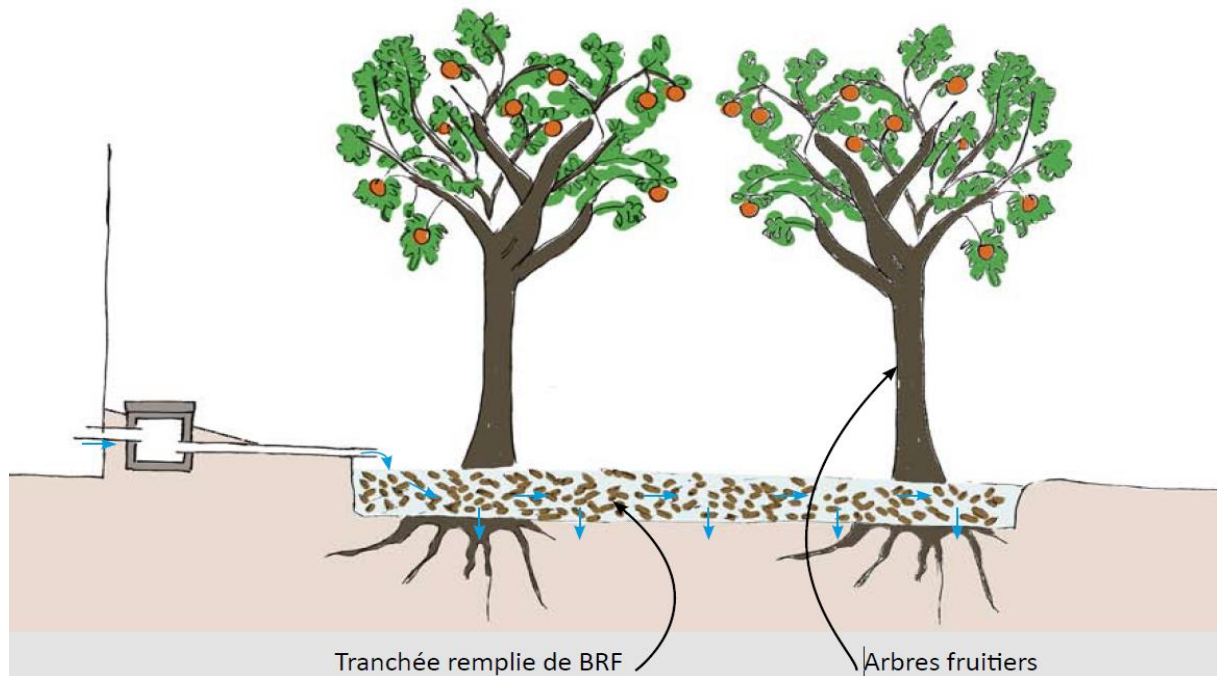


Figure 8 Coupe schématique d'une pédéoéparation (Source [6])

La filière se résume à un seul élément :

- **Une tranchée remplie de BRF (Bois Raméal Fragmenté) ou de plaquettes**, qui réalise une épuration des eaux par le biais de l'activité biologique du sol. L'eau y arrive en surverse et s'écoule horizontalement dans une ou plusieurs tranchées fonctionnant en alternance. Les matières organiques contenues dans l'eau se déposent et sont consommées par la pédofaune et la pédoflore présentes.
- L'eau s'écoule vers le fond de la tranchée et une partie est infiltrée dans le sol tandis qu'une autre est consommée par la plante ; elle profite ainsi à des arbres fruitiers ou à une haie plantés à proximité de la tranchée.

➤ Dimensionnement

La valeur aujourd'hui préconisée pour la construction d'un système de pédéoéparation (traitant uniquement des eaux ménagères) est une surface filtrante de 1 m²/EH qui peut varier en fonction de la perméabilité du sol.

➤ Efficacité de traitement

La littérature ne permet pas en l'état actuel de déterminer l'efficacité des filières de pédéoéparation. Il n'y a donc pas de référentiel sur cette filière.

Conclusion

Il ressort du travail de synthèse bibliographique une large variabilité des caractéristiques des eaux ménagères. Il est néanmoins important de souligner que les eaux ménagères représentent en moyenne moins de 50 % des pollutions carbonée, azotée et phosphorée comparé à l'ensemble des eaux usées domestiques ce qui est d'autant plus vrai en l'absence d'urine dans le réseau. La contamination bactériologique des eaux ménagères est quant à elle principalement à lier à des contaminations fécales croisées.

Les préconisations actuelles quant aux filières d'assainissement (traitant uniquement les eaux ménagères) portent sur le fait qu'un traitement biologique est particulièrement adapté. Concernant les systèmes par filtration plantés, leur dimensionnement avec une réduction d'un facteur $\frac{1}{2}$ des valeurs utilisées pour le dimensionnement d'un système toutes eaux (eaux ménagères et eaux vannes) est recommandé.

Les filières par tranchées filtrantes et par pédoépuration sont innovantes et ne disposent pas de références analytiques en Europe de l'Ouest pour élaborer un cadre référentiel de comparaison et produire des recommandations. Il convient donc de développer et multiplier les données sur ces dispositifs qui paraissent efficaces et qui pourraient être prometteur.

Bibliographie

- [1] ANSES. *Analyse des risques sanitaires liés à la réutilisation d'eaux grises pour des usages domestiques*. Avis de l'ANSES, Rapport d'expertise collective, février 2015, 124 pages.
- [2] AQUATIRIS. *Guide de l'utilisateur – Dispositif de traitement des eaux usées par phytoépuration sans fosse septique*. Décembre 2011, 34 pages.
- [2] CLCV (SEVELINGE Gérard). *Traitement des eaux ménagères séparément des eaux vannes*. Août 2016, 7 pages.
- [3] DESHAYES S., BIGOURIE M., EUDES Y., DROGUET C., MOILLERON R. *Caractérisation des eaux grises (1) Cas des paramètres généraux*. TSM numéro 12, 2015, pages 43-68.
- [4] DUPONT Dominique. *L'assainissement écologique des eaux usées domestiques. Vers un mode de gestion durable...* 2008, 51 pages. <http://www.doc-developpement-durable.org/file/eau/gestionEauxUsees-EauxGrises-Lagunage/phyto-epuration/L-assainissement%20%C3%A9cologique%20des%20eaux%20us%C3%A9es%20domestiques.pdf> (Consulté le 20/01/2017)
- [5] Eau vivante. *Historique et présentation d'Eau Vivante – Annexe 7*. 3 pages
- [6] Ecocentre Pierre & Terre. *L'assainissement écologique. Pourquoi ? Comment ? Combien ?* Février 2016, 56 pages.
- [7] EME Claire (CreaPure), BOUTIN Catherine (Irstea). *Composition des eaux usées domestiques par source d'émission à l'échelle de l'habitation*. Décembre 2015, 92 pages.
- [8] ENSEEIGHT. *Description et principe de fonctionnement d'un filtre planté de roseaux à écoulement vertical*. <http://hmf.enseeiht.fr/travaux/CD0809/bei/beiere/groupe3/node/195> (Consulté le 20/01/2017)
- [9] OMS. *Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères*. Volume IV, 209 pages. <http://apps.who.int/iris/handle/10665/78280> (Consulté le 20/01/2017)
- [10] Terr'eau. *Petit manuel de pédo-épuration*. Mai 2014, 12 pages. http://www.terreau.org/IMG/pdf/petit_manuel_pedo-epuration_terr_eau_version_web.pdf (Consulté le 20/01/2017)
- [11] Toilettes Du Monde. *Les toilettes sèches familiales. Etat de l'art, état des lieux dans plusieurs pays et propositions pour un accompagnement en France*. Octobre 2010, 136 pages. http://www.toilettesdumonde.org/_data/file/toilettes-seches-familiales-rapport.pdf (Consulté le 20/01/2017)
- [12] Etude « health testing Clivus » National Sanitation Foundation, Michigan. 1989

Table des figures

Figure 1 Classification des eaux ménagères (Source [7]).....	5
Figure 2 Concentrations en micro-organismes (médianes en noir, maxima en rouge) (Source [1]).....	9
Figure 3 Concentration en MES, DCO, DBO5 et NTK selon les sources d'émission (Source [3])	11
Figure 4 Coupe schématique de filtres plantés verticaux (Source [2])	15
Figure 5 Coupe schématique de filtres plantés verticaux et horizontaux (Source [6])	16
Figure 6 Concentration en sortie de filtres plantés (verticaux et horizontaux) (Source [5]).....	18
Figure 7 Coupe schématique d'une tranchée plantée (Source [6])	19
Figure 8 Coupe schématique d'une pédoépuration (Source [6])	20

Table des tableaux

Tableau 1: Composition des eaux ménagères (Source [7])	7
Tableau 2 : Composition chimique et bactériologique moyenne des eaux ménagères.....	12
Tableau 3: Répartition relative de la pollution par type de rejet [11]	12
Tableau 4: Contribution des eaux ménagères et des eaux vannes à l'ensemble des eaux domestiques (Source [7]).....	13

Annexe 2 - Méthodologie de prélèvement et d'analyses des eaux usées brutes et traitées – Méthodologie de recueil de données

ETUDE DE CARACTERISATION DES EAUX MENAGERES DOMESTIQUES ET DES FILIERES DE TRAITEMENT ASSOCIEES

*Méthodologie de prélèvement et d'analyses
des eaux usées brutes et traitées*

Méthodologie de recueil des données

TORRENT Bastien

Octobre 2016

Contexte de l'étude

Par des mesures incitatives et grâce à des projets en cours, le Réseau de l'Assainissement Écologique (RAE) en collaboration avec le Pôle Eco-assainissement des Baronnies Provençales (PEABP) souhaitent accompagner la population française dans la modernisation des installations d'Assainissement Non Collectif (ANC) à travers la mise en place de méthodes de traitement des eaux ménagères respectueuses de l'environnement et accessibles à tous techniquement et économiquement, telles que les filtres plantés, tranchées plantées ou dispositifs de pédoépuration.

Or, ces méthodes dont l'efficacité a déjà été démontrée ne bénéficient pas d'une reconnaissance réglementaire, ce qui est un frein à leur application. Par ailleurs, l'arrêté en date du 7 septembre 2009 modifié par l'arrêté du 7 mars 2012 (sur les prescriptions techniques relatives à l'ANC) crée certes une tolérance, mais aussi un vide juridique. C'est pourquoi, en l'état, il est difficile de proposer des solutions à la population, alors que des potentialités techniques simples existent pour rétablir la qualité des eaux ménagères.

Dans ce cadre et avec l'adhésion d'usagers et de partenaires, et sur la base d'installations existantes et suivies depuis de nombreuses années, une étude reposant sur la caractérisation des eaux ménagères et le suivi *in-situ* d'installations est proposée par le partenariat RAE / PEABP. Les dispositifs suivis vont permettre, à titre expérimental, de vérifier sur un échantillon de territoires, les performances de ces installations naturelles, innovantes et respectueuses pour le traitement des eaux ménagères.

Le présent document vise à poser le cadre du suivi *in situ* des installations en présentant le protocole de prélèvement des eaux usées brutes et traitées. On note que ce protocole a été adapté du protocole réalisé par l'IRSTEA³⁰ pour les installations de traitement des eaux usées en ANC. Sa mise en œuvre permet de caractériser les eaux ménagères de manière quantitative et de manière qualitative.

³⁰ IRSTEA (Vivien Dubois, Catherine Boutin), **Suivi in situ de l'ANC**. Janvier 2015, 23 pages.

Sommaire

1. Dispositifs préalables au suivi.....	1
2. Méthode de détermination du débit des eaux ménagères.....	2
3. Méthode de prélèvement des eaux ménagères brutes.....	3
4. Méthode de prélèvement des eaux ménagères traitées.....	3
5. Paramètres d'analyses des eaux.....	3
6. Méthode de recueil des données.....	4

Annexe 1 - Fiche descriptive de filière

Annexe 2 - Fiche de visite et de prélèvements

Annexe 3 - Relevé de l'index du compteur d'eau

1. Dispositifs préalables au suivi

Afin de pouvoir réaliser les prélèvements des eaux ménagères brutes et traitées, il est nécessaire de disposer d'un regard de prélèvement, ceci à l'amont et à l'aval du système de traitement.

Selon les sites choisis et le type de système de traitement utilisé (filtre planté, tranchée plantée ou pédoépuration), il est prévu soit d'utiliser le poste de refoulement en tête de filière (ou regard), soit de mettre en place un regard provisoire de prélèvement.

- Dans le cas de l'utilisation d'un regard existant (fréquent pour les eaux ménagères brutes), un seuil sera à créer dans le regard de manière à obtenir une lame d'eau suffisante pour pouvoir effectuer les prélèvements.
- Dans le cas d'une modification de l'installation (probable pour les eaux ménagères brutes et quasi-systématique pour les eaux traitées), un réservoir de faible capacité sera installé.

Dans les deux cas, les modifications seront réalisées plusieurs heures avant le début des prélèvements afin de ne pas impacter la stabilité du système. On précise ici que pour éviter des effets importants de dilution, la hauteur d'eau dans les dispositifs devra être minimale.

Dans le cas particulier du rejet diffus dans le sol pour la filière de pédoépuration, il est proposé un protocole alternatif pour le prélèvement correspondant aux eaux traitées. Cette technique sera à croiser avec des analyses géomorphologique et hydrogéologique. Il est proposé de drainer une partie de la tranchée (plutôt située au début pour s'assurer de collecter de l'effluent et s'affranchir des critères de perméabilité du sol et d'infiltration d'eaux parasites) afin de pouvoir récupérer un échantillon d'eau. Afin d'effectuer ce drainage de l'eau, sera mis en place soit (i) un piézomètre (voir figure 1), soit (ii) un collecteur ponctuel (voir figure 2). L'échantillonnage par soit une bâche EPDM³¹, soit des plaques de collecte pourra être étudié en second recours. Quel que soit le dispositif choisi, celui-ci sera placé à une profondeur d'au moins 40 cm (30 cm de BRF³² et 10 cm de sol) de manière à récupérer les eaux après infiltration et traitement. Un suivi de la pluviométrie est assuré sur le site de prélèvement. L'implantation du ou des dispositifs de prélèvement est reportée sur un plan de masse côté.

³¹ Bâche étanche en éthylène-propylène-diène monomère

³² Bois Raméal Fragmenté

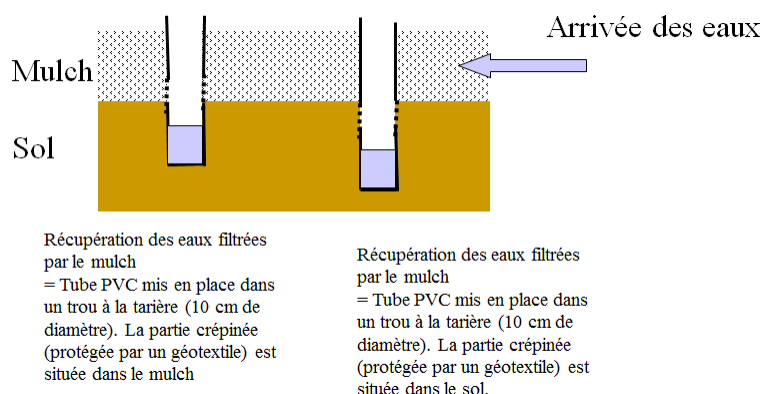


Figure 1 : Prélèvement en filière non drainée par piézomètre

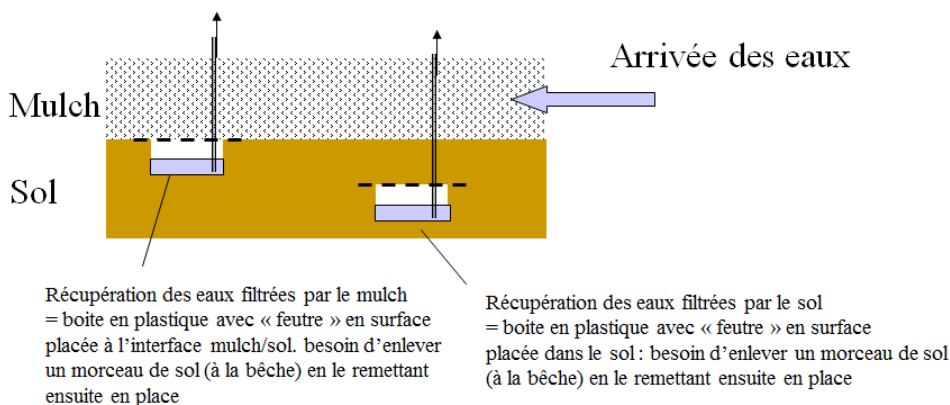


Figure 2 : Prélèvement en filière non drainée par collecteur ponctuel

2. Méthode de détermination du débit des eaux ménagères

Afin de caractériser le volume d'eaux ménagères rejetées, un relevé de l'index du compteur d'eau est réalisé à heures fixes chaque jour de la campagne de mesures. Ce relevé sera coréalisé par le particulier et la personne en charge des prélèvements. Il sera effectué toutes les heures de la journée durant les périodes de rejets effectifs (cf. *Annexe 3 - Relevé de l'index du compteur d'eau*).

Ces relevés permettront ainsi de déterminer des débits horaires et un débit journalier. Le particulier veillera durant la campagne de mesures à ne pas utiliser d'eau pour d'autres usages que ménagers (ex : arrosage de plantes, ...) et à annoter ces utilisations courantes simultanément au relevé de l'index.

3. Méthode de prélèvement des eaux ménagères brutes

Pour la détermination de la qualité des eaux brutes, il a été retenu des prélèvements asservis au temps avec reconstitution d'un échantillon moyen en fonction des débits horaires relevés. Des échantillons horaires sont effectués avec un pas de temps défini à l'aide d'un préleveur réfrigéré 24 flacons (ex : 100 mL prélevés toutes les 6 minutes, soit 1 L par heure). Un échantillon moyen est finalement reconstitué à partir du contenu de chaque flacon et des données horaires. Trois échantillons seront réalisés par mesure de représentativité.

4. Méthode de prélèvement des eaux ménagères traitées

Pour la détermination de la qualité des eaux traitées, il sera également réalisé des prélèvements asservis au temps à l'aide d'un préleveur réfrigéré monoflacon (voir figure 3). Le pas de temps et le volume prélevé seront définis en fonction de la capacité du préleveur afin d'effectuer des prélèvements réguliers sur 24h. Un échantillon moyen sera ainsi constitué ; il correspondra au mélange des eaux traitées prélevées sur une journée. Trois échantillons seront réalisés par mesure de représentativité.



Figure 3 : Prélèvement réfrigéré 24 flacons

5. Paramètres d'analyses des eaux

Il est prévu d'analyser différents paramètres sur les eaux brutes et sur les eaux traitées. L'ensemble des analyses sont exclusivement réalisées dans un laboratoire départemental agréé. Aucune analyse n'est réalisée sur place. Les échantillons sont apportés au laboratoire dans la journée du prélèvement.

Pour chaque site (pour rappel 18 sites sont suivis), 3 campagnes de mesures sont réalisées à différentes saisons dans un souci de représentativité. Chaque campagne de mesure consiste au

prélèvement et à l'analyse d'un échantillon d'eau brute et d'un échantillon d'eau traitée. On précise ici que chaque campagne (d'une durée de 24h) s'étend concrètement sur le terrain sur deux jours (par exemple, début du prélèvement à 11h le 1^{er} jour et fin du prélèvement à 11h le second jour).

Sur ces trois campagnes de mesures : pour l'une, un programme complet d'analyses est effectué, pour les deux autres, sont réalisés des programmes partiels. Le détail des différentes analyses et programmes associés sont présentés dans la Figure 4.

Programme complet d'analyses	Programme partiel d'analyses	Méthode du laboratoire
pH		NF EN ISO 10523
MES	MES	NF EN 872
DCO	DCO	NF EN 1899
DBO₅		NF T 90-101
NO₃⁻	NO₃⁻	NF EN ISO 10304-1
NO₂⁻		NF EN 26777
NTK	NTK	NF EN 25663
NH₄⁺	NH₄⁺	NF T 90-015-1
PO₄³⁻		NF EN ISO 6878
E. Coli		NF EN ISO 9308-3
Entérocoques		NF EN ISO 7899-1

Figure 4 : Programmes d'analyses complet et partiel pour les échantillons prélevés

Une fois l'échantillon reconstitué, celui-ci doit rejoindre le laboratoire dans un délai de 24h.

6. Méthode de recueil des données

Les données descriptives liées au suivi *in situ* sont collectées grâce à deux types de support³³ :

- **les fiches descriptives de filière** (cf. Annexe 1) où sont renseignées les paramètres fixes fournissant les caractéristiques techniques et nominales de l'installation ainsi que de l'habitation et de ses habitants.
- **les fiches de visite et de prélèvements** (cf. Annexe 2) qui contiennent les informations sur l'état de fonctionnement de l'installation au moment de la visite ainsi que les détails liés aux prélèvements réalisés.

³³ Pour des explications plus détaillées, se référer à la section 4.1 *Le recueil des données* du document **Suivi in situ de l'ANC** de l'IRSTEA (Vivien Dubois).

ANNEXE 1 - FICHE DESCRIPTIVE DE FILIERE

Installation n°

Ville et code postal du lieu de l'installation :

Date de mise en service de l'installation :

Type de système de traitement : Filtre planté Tranchée plantée Pédopurification

Capacité nominale :EH

% de charge (Vol. d'eau ménagère estimée rejetée / Nbre EH de l'installation *86L):%

Caractéristiques de l'habitation et de ses habitants

Type d'habitation(s) :

Nombre d'EH (ou nombre de pièces principales) :

Nombre d'habitants permanents :

Nombre d'habitants secondaires :

Nombre d'habitants saisonniers :

Activité : Salarié à l'extérieur :

 Salarié sur place :

 Salarié à mi-temps :

 Retraité :

 Secondaire :

 Saisonnier :

 Enfant externe (présent midi, soir et WE) :

 Enfant demi-pension (présent soir et WE) :

 Enfant interne (présent WE) :

 Enfant présent 1 WE sur 2 :

Volume d'eau consommé annuellement :

Détails sur les usages de l'eau :

- Cuisine (produits d'entretien utilisés...) :

.....
.....

- Salle de bain (bain et/ou douche, produits d'entretien et produits cosmétiques utilisés...) :

.....
.....

- Lavage du linge : (produits d'entretien utilisées, programmation de nuit...) :

.....
.....

Remarques sur les usages non domestiques de l'eau (arrosage, remplissage de piscine...) :

.....
.....

Caractéristiques techniques de la filière :

• **Collecte des eaux usées**

Présence en amont d'un regard :

Type d'eaux usées : EM seules EM + urine EM + lixiviat

Présence d'une pompe Installation gravitaire

• **Prétraitement des eaux (si existant)**

Nature :

Descriptif :

Dimensionnement :

• **Traitement des eaux**

Nature :

Type de matériaux (granulométrie, épaisseur, volume filtrant...) :

Descriptif :

Dimensionnement :

• **Evacuation des eaux**

Mode d'évacuation :

Dimensionnement :

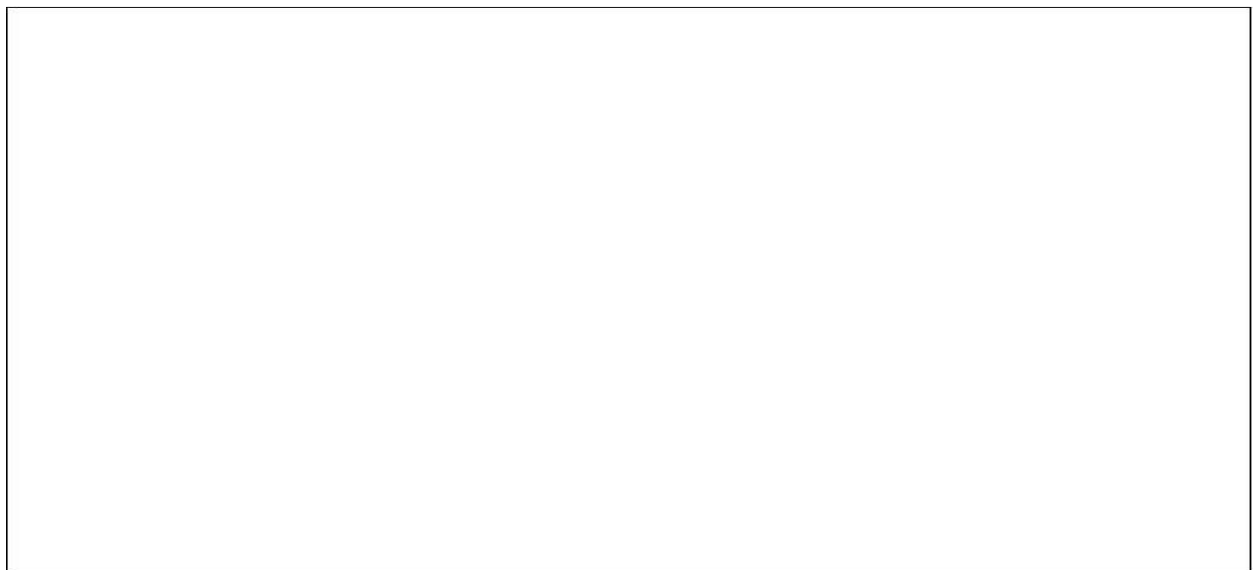


Schéma – Installation de traitement

ANNEXE 2 - FICHE DE VISITE ET DE PRELEVEMENTS

Date de la visite de prélèvement:

Type de prélèvement : Eaux ménagères brutes Eaux ménagères traitées

Installation n°

Type de système de traitement : Filtre planté Tranchée plantée Pédéoéparation

Capacité :EH

Prélèvement des eaux traitées

Nombre d'occupants de l'habitation la veille du prélèvement :

Nombre d'occupants de l'habitation lors du prélèvement :

Date du prélèvement (jj/mm/aaaa) :

Heure du début de prélèvement :

Heure de fin de prélèvement :

Position du point de prélèvement :

Observations sur le dispositif de prélèvement :

Mode de prélèvement : Monoflacon - Prélèvement de mL toutes les minutes

Temps de conservation entre le prélèvement et le transport jusqu'au labo :

Météo de la veille : Ensoleillé Couvert Pluie Pluie d'orage Neige Gel

Météo de la journée : Ensoleillé Couvert Pluie Pluie d'orage Neige Gel

Aspect échantillon : Translucide Trouble Opaque Obs :

Couleur échantillon : Brun Jaune Gris Blanc Obs :

Odeur échantillon : Oui Non Obs :

MES dans l'échantillon : Aucune Un peu Beaucoup Obs :

Prélèvement des eaux brutes

Nombre d'occupants de l'habitation lors du prélèvement :

Date du prélèvement (jj/mm/aaaa) :

Heure du début de prélèvement :

Heure de fin de prélèvement :

Position du point de prélèvement :

Observations sur le dispositif de prélèvement :

Mode de prélèvement : 24h - Prélèvement de mL toutes les minutes

Consommation d'eau relevée au compteur : L/j (cf. Relevé de l'index)

Temps de conservation entre le prélèvement et le transport jusqu'au labo :

Météo de la journée : Ensoleillé Couvert Pluie Pluie d'orage Neige Gel

Aspect échantillon : Translucide Trouble Opaque Obs :

Couleur échantillon : Brun Jaune Gris Blanc Obs :

Odeur échantillon : Oui Non Obs :

MES dans l'échantillon : Aucune Un peu Beaucoup Obs :

Remarques :
.....
.....
.....



Photo – Point de prélèvement des eaux brutes

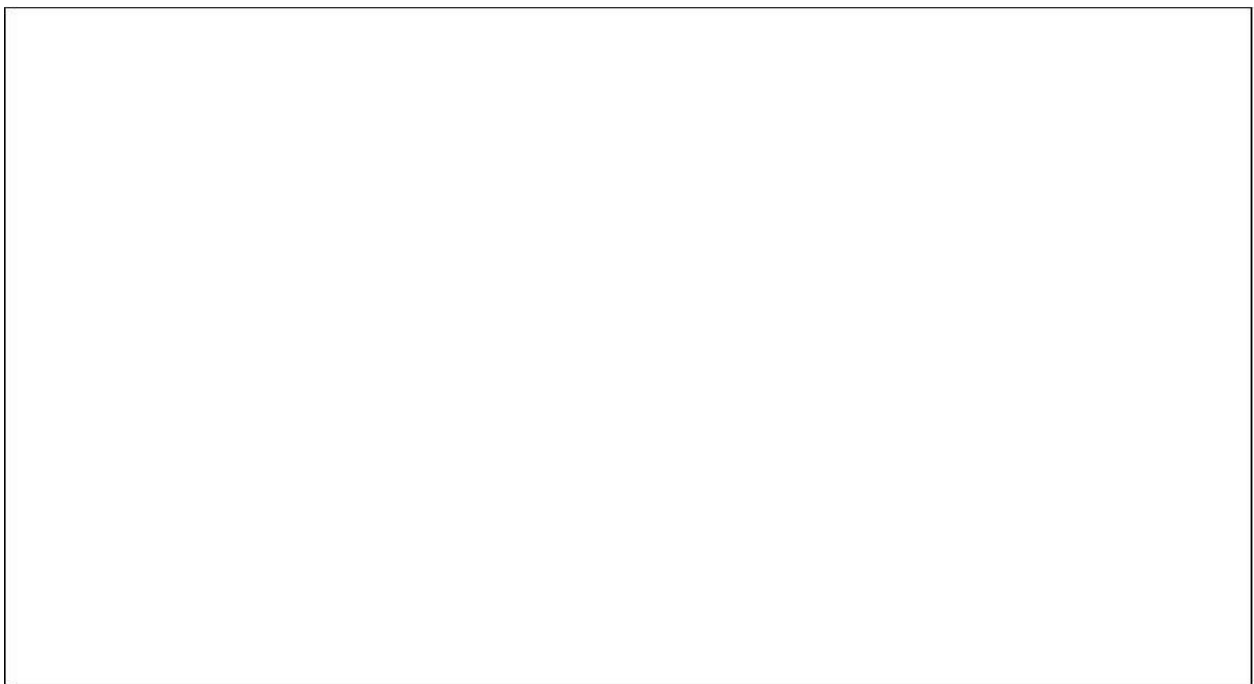


Photo – Point de prélèvement des eaux traitées

Etat visuel et technique de la filière

• **Prétraitement**

Etat général de fonctionnement : Très bon Bon Mauvais Très mauvais

Obs :
.....

Présence de corrosion : Non Un peu Beaucoup Obs :

Couverture végétale uniforme : Oui Non Obs :

Impact olfactif : Oui Non Obs :

Dysfonctionnement : Oui Non Obs :

• **Traitement**

Etat général de fonctionnement : Très bon Bon Mauvais Très mauvais

Obs :
.....

Couverture végétale uniforme : Oui Non Obs :

Distribution équilibrée au niveau du regard de répartition : Oui Non Obs :

Relevé d'écoulement préférentiel dans le massif filtrant ou signes de colmatage : Oui Non

Obs :

Impact olfactif : Oui Non Obs :

Dysfonctionnement : Oui Non Obs :

Etat de l'exutoire : présence de dépôt Oui Non Obs :

• **Évacuation**

Etat général de fonctionnement : Très bon Bon Mauvais Très mauvais

Obs :
.....

Relevé d'écoulement préférentiel dans le massif filtrant ou signes de colmatage : Oui Non

Obs :

Impact olfactif : Oui Non Obs :

Dysfonctionnement : Oui Non Obs :

Etat de l'exutoire : présence de dépôt Oui Non Obs :

Entretien de la filière

Etat général d'entretien de l'installation : Très bon Bon Mauvais Très mauvais

Obs :
.....

• **Date et détails des dernières opérations d'entretien**

Nettoyage des regards de visite ou chasse automatique :

Faucardage des filtres :

Renouvellement du massif filtrant :

Autres opérations :

Installation n° / **Date de la visite :**

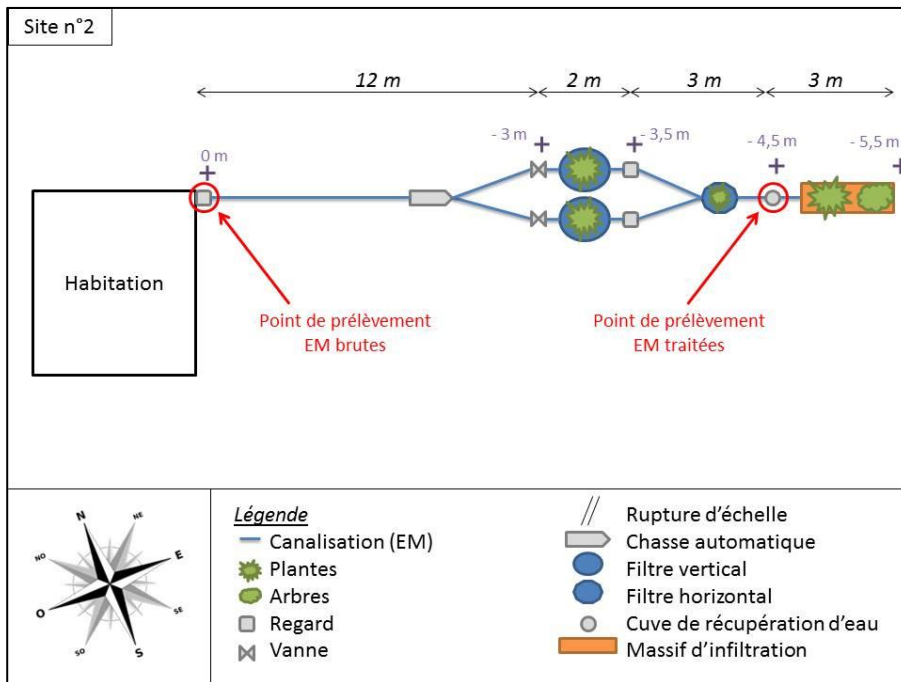
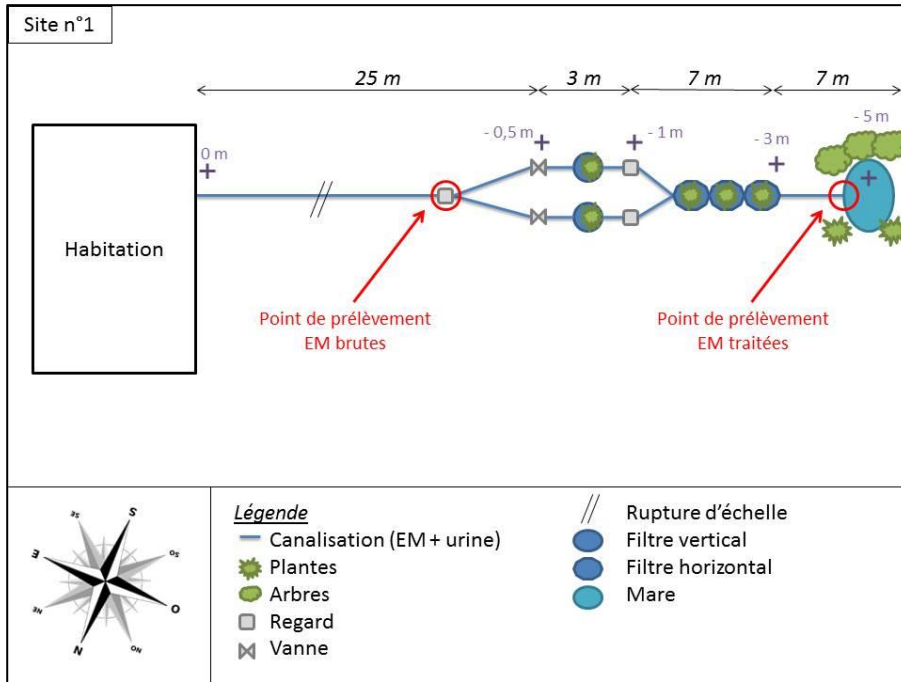
Type de système de

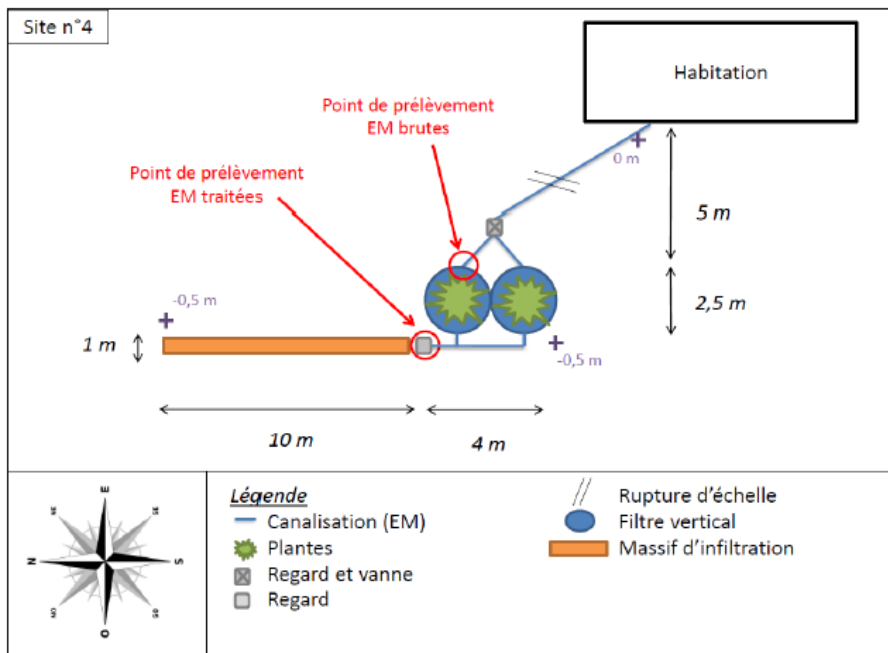
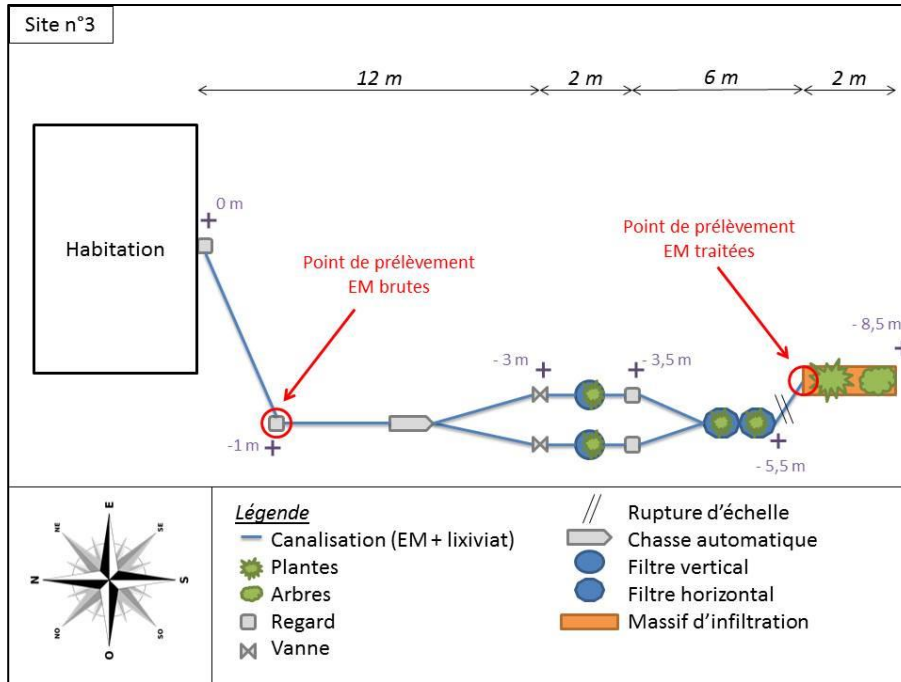
traitement : Filtre planté Tranchée plantée Pédopurification

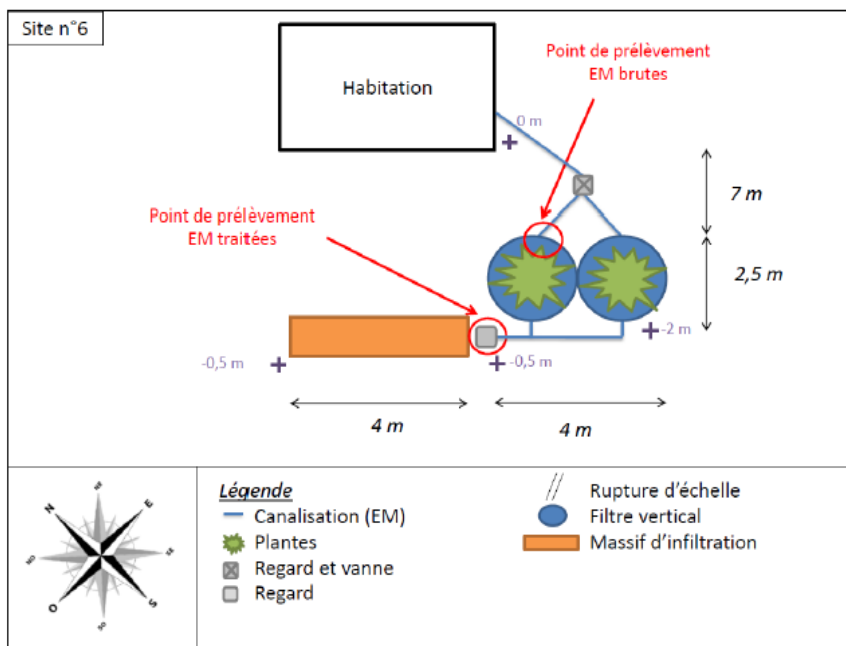
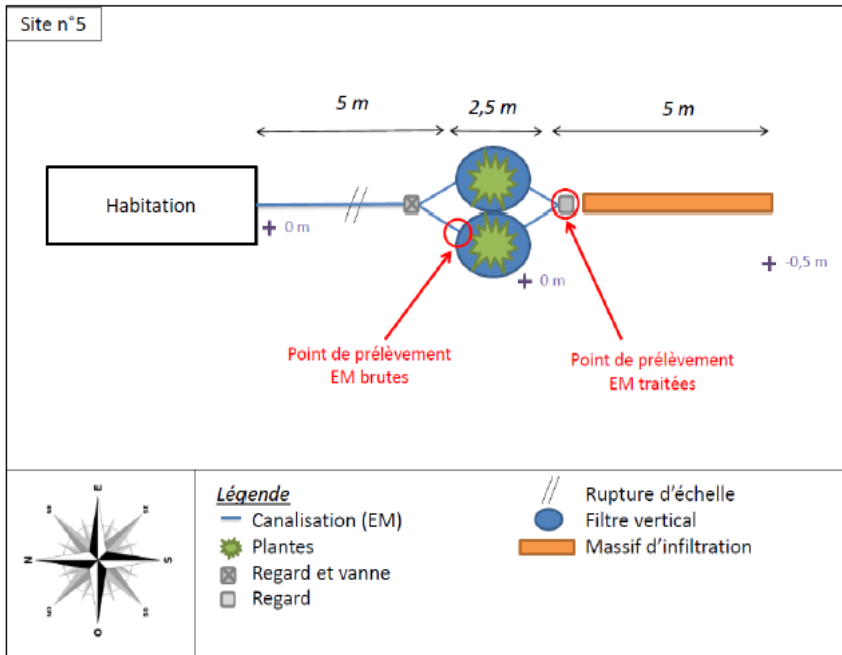
A REMPLIR PAR LE PARTICULIER (à chaque heure de présence)				A REMPLIR PAR LE TECHNICIEN	
JOUR	HEURES	RELEVÉ DE COMPTEUR	REMARQUES SUR LES USAGES DE L'EAU	VOLUME CONSOMMÉ (L/J)	RECONSTITUTION (L)
1 ^{ER} JOUR	11 H 00				
	12 H 00				
	13 H 00				
	14 H 00				
	15 H 00				
	16 H 00				
	17 H 00				
	18 H 00				
	19 H 00				
	20 H 00				
	21 H 00				
	22 H 00				
	23 H 00				
2 ^{ÈME} JOUR	0 H 00				
	1 H 00				
	2 H 00				
	3 H 00				
	4 H 00				
	5 H 00				
	6 H 00				
	7 H 00				
	8 H 00				
	9 H 00				
	10 H 00				
	11 H 00				

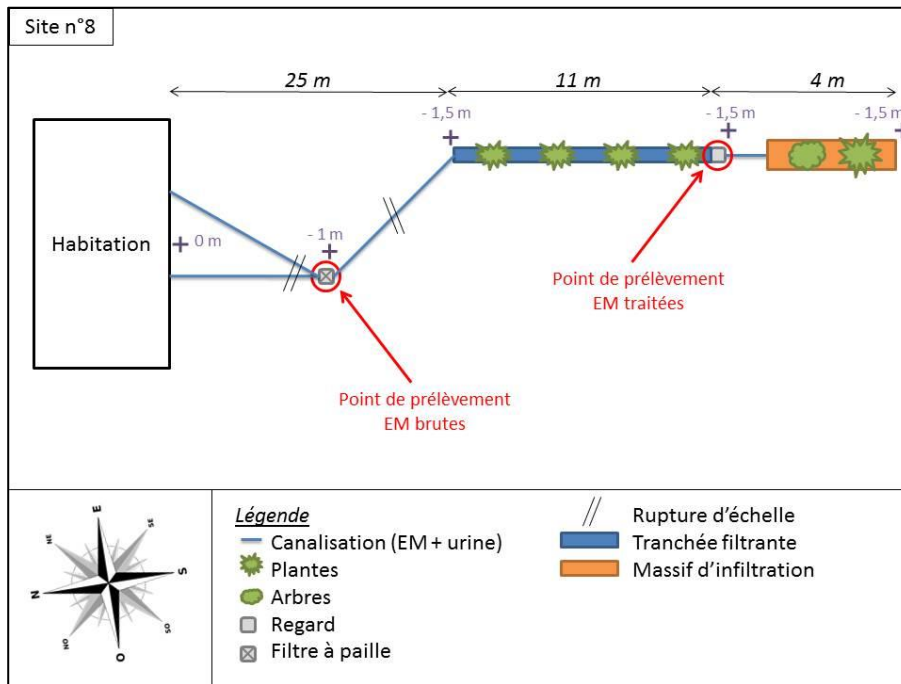
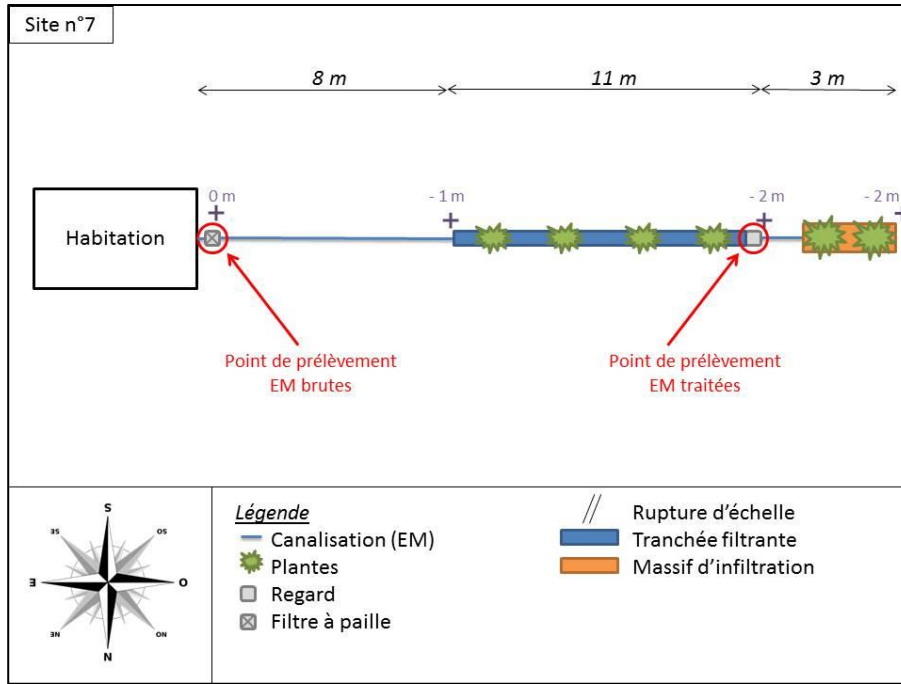
TOTAL : L/J

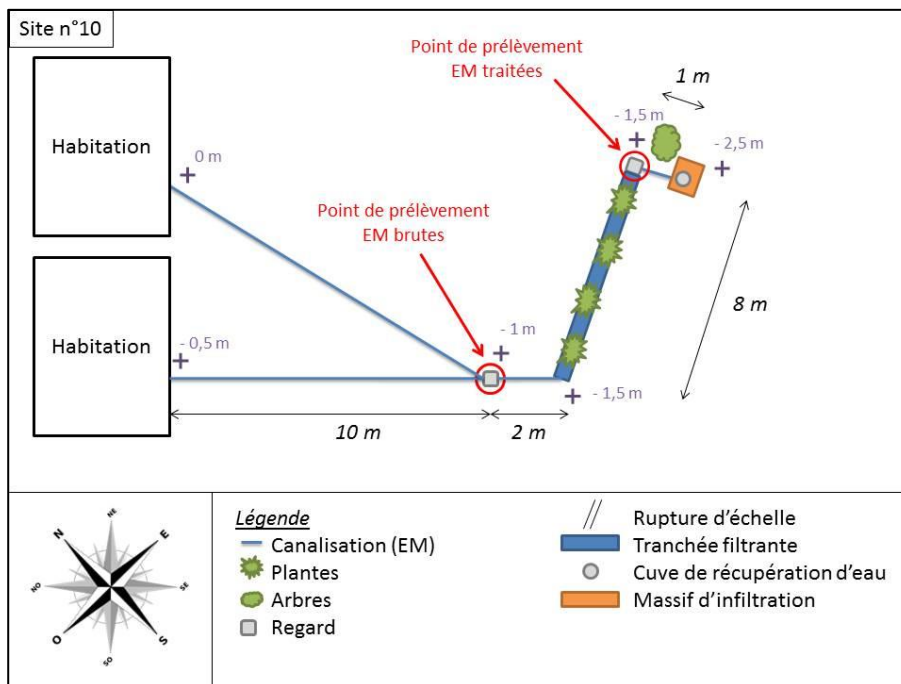
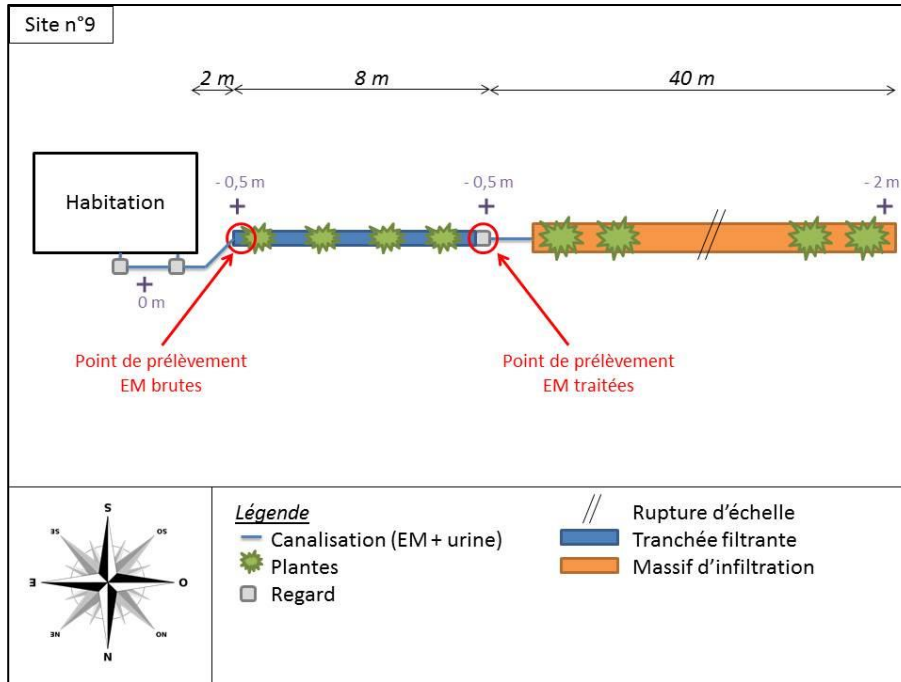
Annexe 3 – Plan de masse des 18 sites suivis

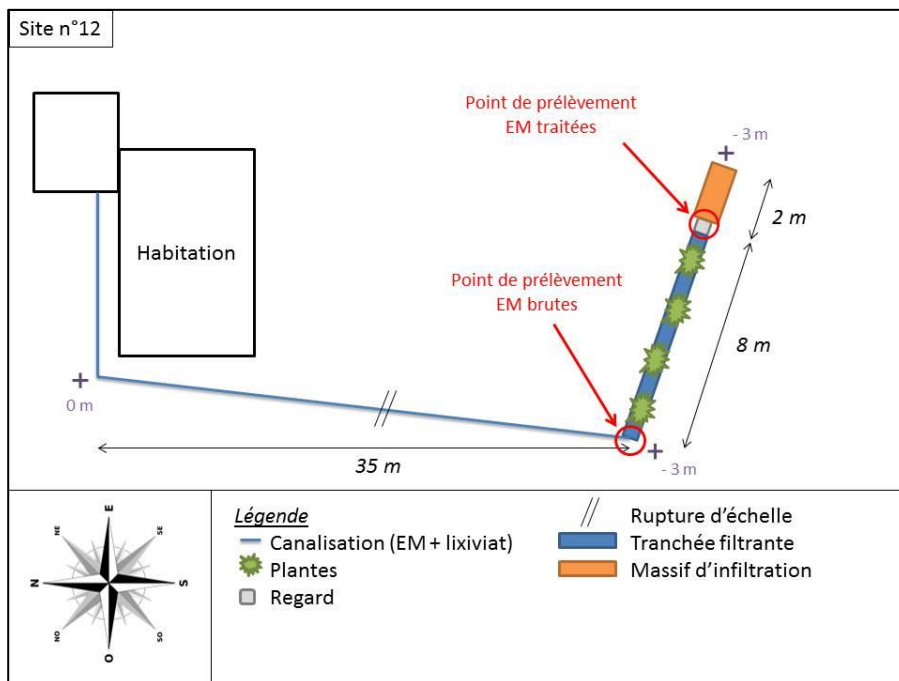
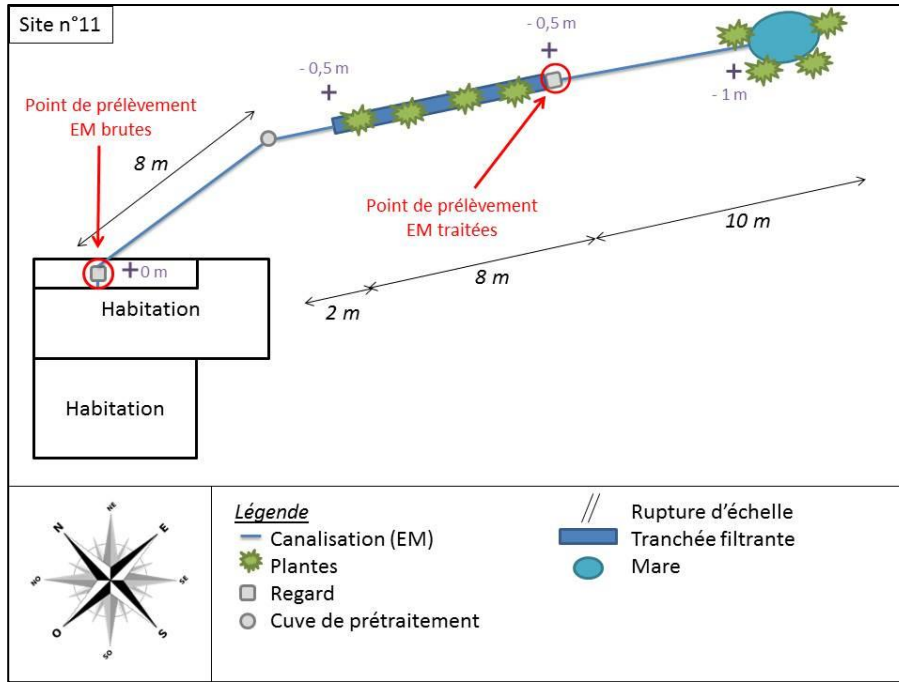


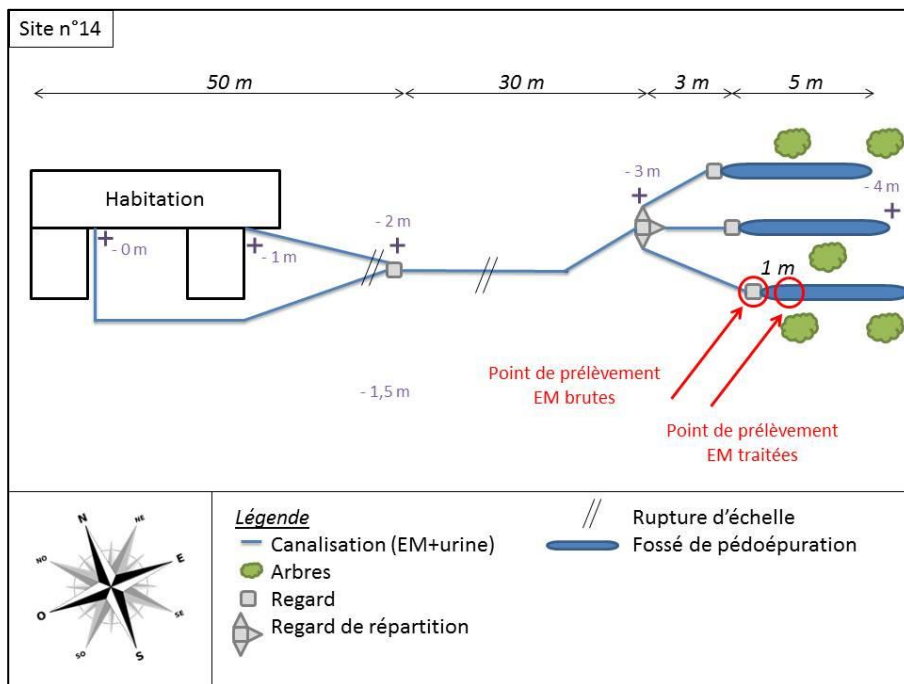
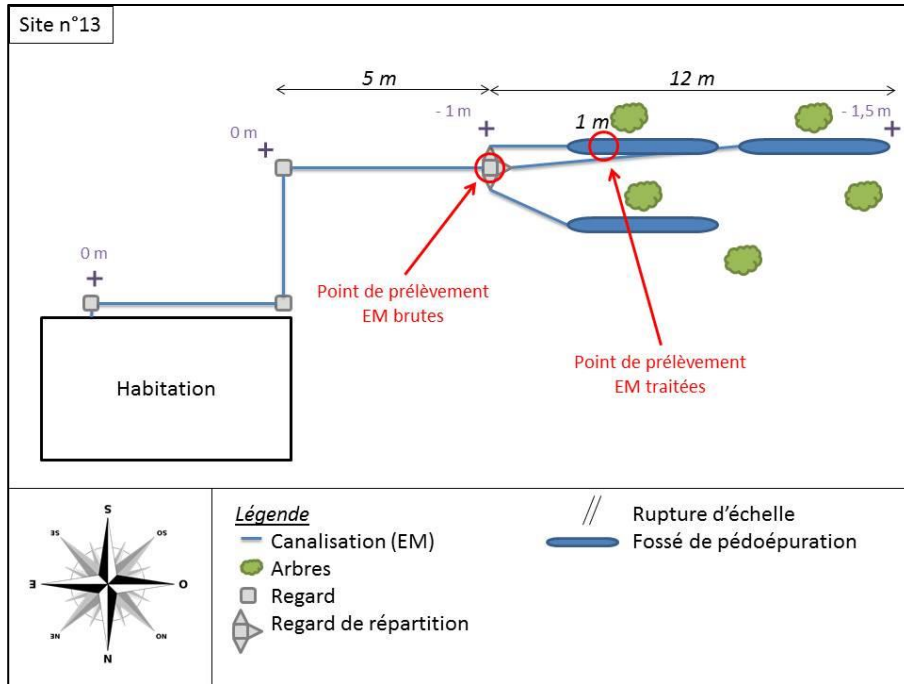


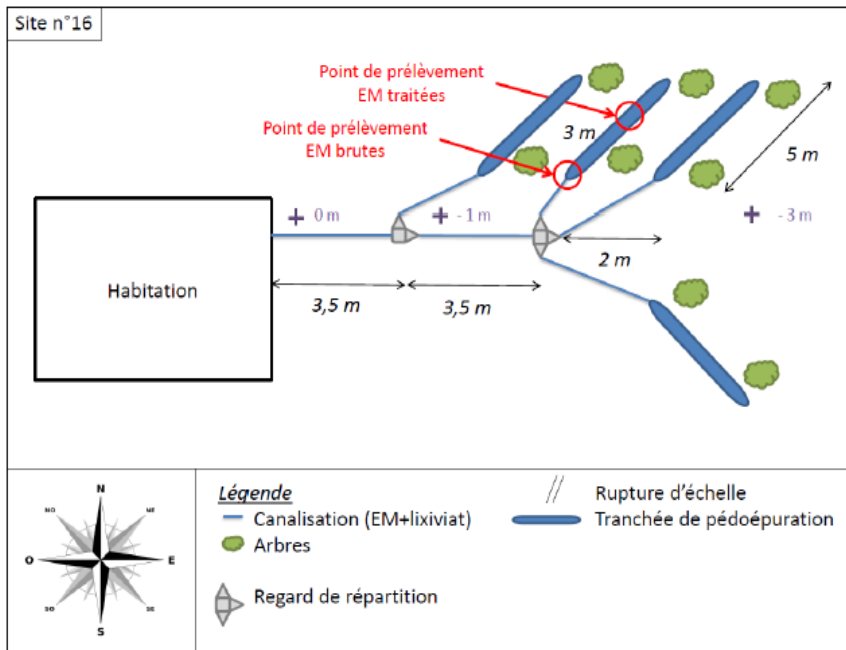
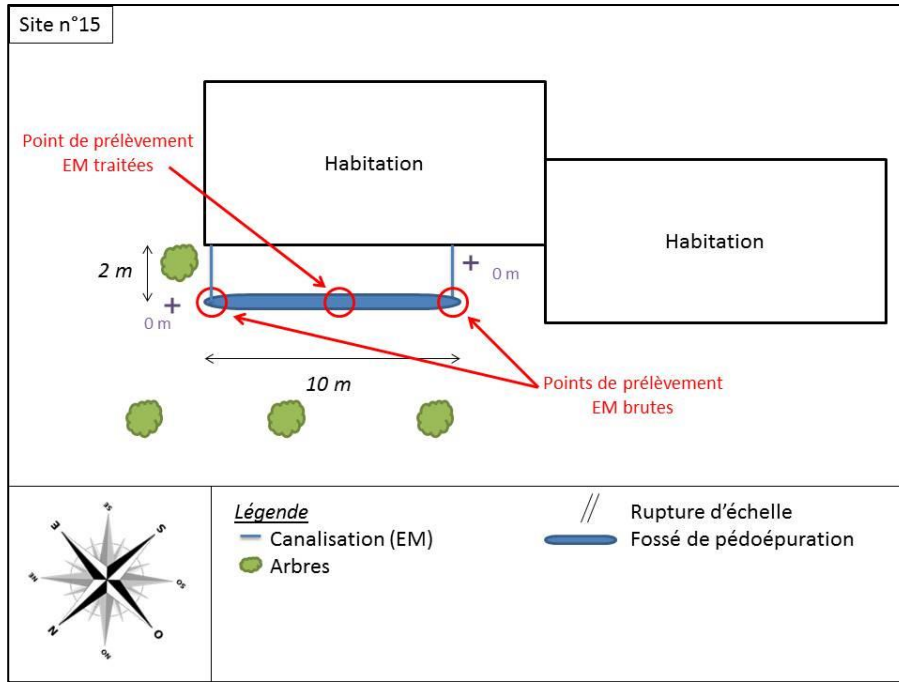


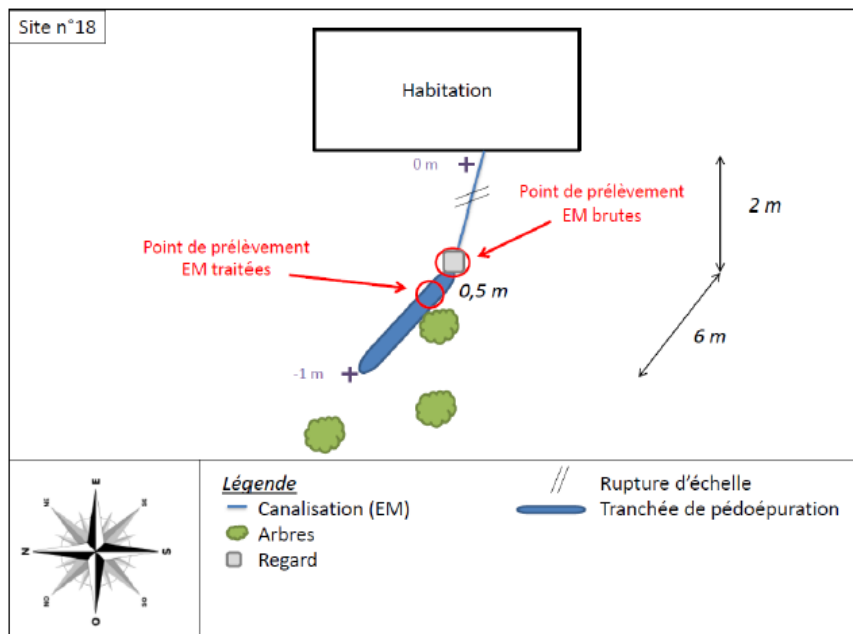
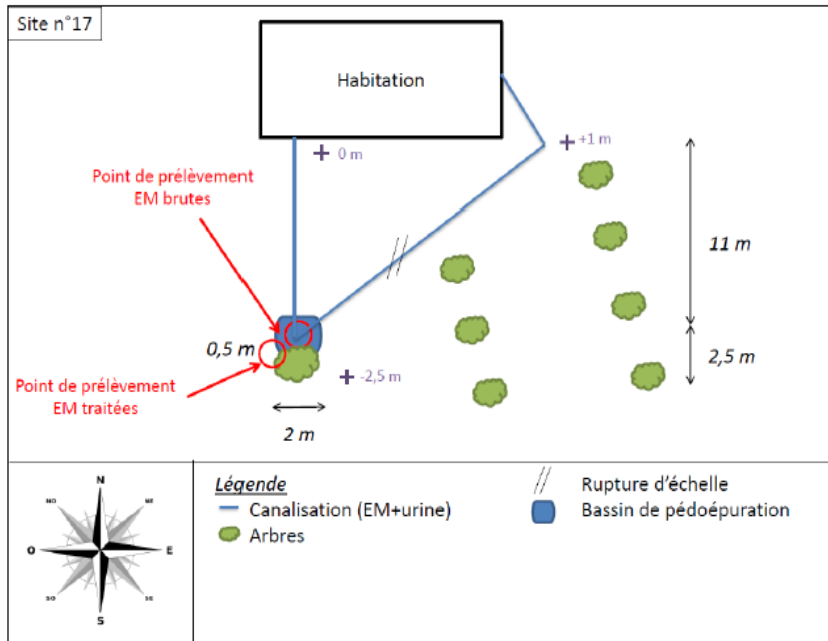












Annexe 4 – Base de données relative aux informations sur les sites et aux analyses

Caractéristiques générales					
N° d'installation	Lieu de l'installation	Date de mise en service	Type de système de traitement	Capacité nominale (EH)	% de charge théorique
1	32400 CANNET	2006	FP	4	100
2	32450 TRAVERSES	2013	FP	4	75
3	32000 AUCH	2012	FP	3	66
4	26160 LA BEGUDE DE MAZENC	2013	FP	5	60
5	05150 ROSANS	2014	FP	5	20
6	07200 ROCHECOLOMBE	2013	FP	4	50
7	32190 MARAMBAT	2013	TP	4	100
8	65700 HAGEDET	2013	TP	4	75
9	32400 MAUMUSSON-LAGUIAN	2012	TP	3	33
10	32160 BEAUMARCHES	2015	TP	3	33
11	32170 SADEILLAN	2010	TP	3	66
12	32000 AUCH	2015	TP	3	33
13	32800 EAUZE	2015	PE	3	33
14	47 310 AUBIAC	2015	PE	3	100
15	32400 LABARTHETE	2010	PE	4	100
16	32350 SAINT-ARAILLES	2015	PE	4	100
17	26780 ALLAN	2014	PE	5	100
18	26110 SAINT-FERREOL-TRENTE-PAS	2012	PE	3	66

Caractéristiques de l'habitation et de ses habitants										
N° d'installation	Type d'habitation	Nombre d'habitants permanents	Nombre d'habitants secondaires	Nombre d'habitants saisonniers	Activité des habitants	Usages de l'eau - Cuisine	Usages de l'eau - Salle de bain	Usages de l'eau - Lavage du linge	Usages de l'eau - Autres	Volume d'eau consommée par an (m³/an)
1	Habitation	4	0	0	1 salarié à l'extérieur / 1 salarié sur place / 2 enfants demi-pensionnaires	Produits conventionnels	Produits conventionnels	Produits conventionnels	Arrosage	120
2	Habitation	3	0	0	2 salariés à l'extérieur	Produits respectueux de l'environnement	Produits respectueux de l'environnement	Produits respectueux de l'environnement	#	65
3	Habitation	2	0	2	1 salarié à l'extérieur / 1 salarié sur place	Produits respectueux de l'environnement + Prog. Nuit	Produits respectueux de l'environnement	Produits respectueux de l'environnement + Prog. Nuit	#	75
4	Habitation	3	0	10	2 salariés sur place / 1 enfant demi-pensionnaire	Produits respectueux de l'environnement	Produits respectueux de l'environnement	Produits respectueux de l'environnement	#	NC
5	Habitation	1	2	0	1 salarié sur place / 2 enfants présents les week-end	Produits respectueux de l'environnement	Produits respectueux de l'environnement	Produits respectueux de l'environnement	Arrosage	120
6	Habitation	2	0	0	2 salariés à l'extérieur	Produits respectueux de l'environnement	Produits respectueux de l'environnement	Produits respectueux de l'environnement	#	86
7	Habitation	4	0	0	2 salariés sur la place	Produits respectueux de l'environnement	Produits respectueux de l'environnement	Produits respectueux de l'environnement	Arrosage + Nettoyage des légumes	NC
8	Habitation	3	0	0	2 salariés à l'extérieur / 1 enfant demi-pension	Produits conventionnels	Produits conventionnels	Produits conventionnels	Arrosage + Eau pour les animaux	65
9	Habitation	1	0	0	1 retraité	Produits conventionnels	Produits conventionnels	Produits conventionnels	#	35
10	Habitation	1	1	0	1 retraité	Produits respectueux de l'environnement	Produits conventionnels	Produits conventionnels	Arrosage + Eau pour les animaux	NC

11	Habitatio n	2	0	0	1 salarié à l'extérieur / 1 salarié à mi- temps	Produits respectueux de l'environne ment	Produits respectueux de l'environne ment	Produits respectueux de l'environne ment	#	75
12	Habitatio n	1	2	0	1 salarié à l'extérieur	Produits respectueux de l'environne ment + Prog. Nuit	Produits respectueux de l'environne ment	Produits respectueux de l'environne ment + Prog. Nuit	#	40
13	Habitatio n	1	1	0	1 salarié à l'extérieur / 1 salarié sur place	Produits respectueux de l'environne ment	Produits respectueux de l'environne ment	Produits conventionn els	#	16
14	Habitatio n	5	0	2	2 salariés à l'extérieur / 3 enfants demi- pensionnaires	Produits respectueux de l'environne ment	Produits conventionn els	Produits respectueux de l'environne ment	Arrosag e	80
15	Habitatio n	4	0	0	1 salarié à l'extérieur / 1 salarié sur place / 2 enfants demi- pensionnaires	Produits respectueux de l'environne ment	Produits respectueux de l'environne ment	Produits respectueux de l'environne ment	#	115
16	Habitatio n	4	0	0	1 salarié à l'extérieur / 1 salarié sur place / 2 enfants demi- pensionnaires	Produits respectueux de l'environne ment	Produits conventionn els	Produits respectueux de l'environne ment	Arrosag e	NC
17	Habitatio n	5	0	0	2 salariés à l'extérieur	Produits respectueux de l'environne ment	Produits respectueux de l'environne ment	Produits respectueux de l'environne ment	#	NC
18	Habitatio n	2	1	0	2 salariés sur place	Produits respectueux de l'environne ment	Produits respectueux de l'environne ment	Produits respectueux de l'environne ment	#	80

Caractéristiques techniques de la filière												
Collecte des eaux usées				Prétraitement des eaux			Traitement des eaux					Evacuation des eaux
N°	Présence d'un regard en amont	Type d'eaux usées	Pompe de relevage ou gravitaire	Nature	Descriptif	Dimensionnement	Nature	Type de matériaux	Descriptif	Surface de filtration (m²)	Mode d'évacuation	Descriptif
1	Oui	EM + urine	Gravitaire	Aucun	#	#	FP	Pouzzolane 7/14 Gravier 15/25	1er niveau = 2 FV de 0,8 m² 2ème>4ème niveau = 3 FH de 0,8 m² Buses étanches D. 1 m / H. 0,5 m Roseaux communs, iris des marais	4	Mare	Arbres et arbustes divers
2	Oui	EM seuls	Gravitaire	Aucun	#	#	FP	Pouzzolane 7/14 Gravier 20/40	Chasse auto > 1er niveau = 2 FV de 1,8 m² 2ème niveau = 1 FH de 0,8 m² Buses étanches D. 1 m ou 1 m 50 / H. 0,5 m Roseaux communs, iris des marais, menthes aquatiques	4,4	Massif	Iris des marais, osier
3	Non	EM + lixiviat	Gravitaire	Aucun	#	#	FP	Pouzzolane 7/14 Gravier 20/40	1er niveau = 2 FV de 0,8 m² 2ème>3ème niveau = 2 FH de 0,8 m² Buses étanches D. 1 m / H. 0,5 m Roseaux communs, iris des marais, scirpes communs	3,2	Massif	Scirpes des bois, massettes, osier, jonc aggloméré
4	Oui	EM seuls	Gravitaire	Aucun	#	#	FP	Sable 0/10 Gravier 4/8 Gravier 15/25	2 étages FV de 5m² chacun 13m² d'infiltration	10	Massif	Graviers de différentes granulométries
5	Oui	EM seuls	Gravitaire	Aucun	#	#	FP	Sable 0/10 Gravier 4/8 Gravier 15/25	2 étages FV de 5m² chacun Roseaux, iris, epilobe 13m² d'infiltration	10	Massif	Graviers de différentes granulométries
6	Non	EM seuls	Gravitaire	Aucun	#	#	FP	Sable 0/10 Gravier 4/8 Gravier 15/25	2 étages FV de 5m² chacun 4m² d'infiltration	10	Massif	Graviers de différentes granulométries
7	Oui	EM seuls	Gravitaire	Filtre à paille	Seau rempli de paille	#	TP	Pouzzolane 7/14 Gravier 20/40	Tranchée de 11 m de longueur, 40 cm de largeur et 30 cm de hauteur Scirpes communs, iris des marais, menthes aquatiques	4,4	Massif	Iris des marais
8	Oui	EM + urine	Gravitaire	Filtre à paille	Seau rempli de paille	#	TP	Pouzzolane 7/14 Gravier 20/40	Tranchée de 11 m de longueur, 40 cm de largeur et 30 cm de hauteur Iris des marais, jonc aggloméré, menthes aquatiques	4,4	Massif	Scirpes des bois, iris des marais, sureau noir
9	Oui	EM + urine	Gravitaire	Aucun	#	#	TP	Pouzzolane 7/14 Gravier 20/40	Tranchée de 8 m de longueur, 40 cm de largeur et 30 cm de hauteur Iris des marais	3,2	Massif	Espèces végétales diverses

10	Oui	EM seuls	Gravitaire	Aucun	#	#	TP	Pouzzolane 7/14	Tranchée de 8 m de longueur, 40 cm de largeur et 30 cm de hauteur Scirpes communs	3,2	Massif	Graviers de différentes granulométries
11	Oui	EM seuls	Gravitaire	Cuve de prétraitement	Stockage et prétraitement des matières les plus grosses	#	TP	Pouzzolane 7/14 Gravier 20/40	Tranchée de 8 m de longueur, 40 cm de largeur et 30 cm de hauteur Scirpes communs, iris des marais, massettes, menthes aquatiques	3,2	Mare	Scirpes des bois, jonc aggloméré, iris des marais
12	Non	EM + lixiviat	Gravitaire	Aucun	#	#	TP	Pouzzolane 7/14 Gravier 20/40	Tranchée de 8 m de longueur, 40 cm de largeur et 30 cm de hauteur Scirpes communs, iris des marais, menthes aquatiques	3,2	Massif	Graviers de différentes granulométries
13	Oui	EM seuls	Gravitaire	Aucun	#	#	PE	Copeaux de bois / BRF	3 tranchées de 3,75 m de longueur, 40 cm de largeur et 20 cm de profondeur	4,5	Infiltration	Sol / Verger
14	Oui	EM + urine	Gravitaire	Aucun	#	#	PE	Copeaux de bois / BRF	4 tranchées de 5 m de longueur, 30 cm de largeur et 20 cm de profondeur	6	Infiltration	Sol / Verger
15	Non	EM seuls	Gravitaire	Aucun	#	#	PE	Copeaux de bois / BRF	1 tranchées de 10 m de longueur, 40 cm de largeur et 20 cm de profondeur	4	Infiltration	Sol / Verger
16	Oui	EM + lixiviat	Gravitaire	Aucun	#	#	PE	Copeaux de bois / BRF	4 tranchées de 5 m de longueur, 30 cm de largeur et 20 cm de profondeur	6	Infiltration	Sol / Verger
17	Non	EM + urine	Gravitaire	Aucun	#	#	PE	Copeaux de bois / BRF	2 bassins de 2,5 m de diamètre intérieur et de 30 cm de profondeur	5	Infiltration	Sol / Arbres fruitiers
18	Non	EM	Gravitaire	Aucun	#	#	PE	Copeaux de bois / BRF	1 tranchée de 6 m de longueur, 50 cm de largeur et 20 cm de profondeur	3	Infiltration	Sol / Verger

Etat visuel/technique et entretien de la filière																				
Prétraitement							Traitement et évacuation							Entretien de la filière						
N°	Etat général de fonctionnement	Présence de corrosion	Couverture végétale uniforme	Impact olfactif	Dysfonctionnement	Observations diverses	Etat général de fonctionnement	Couverture végétale uniforme	Distribution équilibrée au niveau des regards de répartition	Ecoulement préférentiel ou colmatage	Impact olfactif	Dysfonctionnement	Présence de dépôt au niveau de l'exutoire	Observations diverses	Etat général d'entretien de l'installation	Observations	Nettoyage des regards de visite	Nettoyage de la chasse automatique	Faucardage des filtres	Autres opérations
1	#	#	#	#	#	#	Bon	Oui	Non	Oui	Non	Non	Oui	Pas de chasse auto + racines des iris crée du colmatage -	Très mauvais	Aucun entretien des bassins et plantes	Non	#	Oui après l'hiver	#
2	#	#	#	#	#	#	Bon	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Chasse auto ok mais un bassin de roseaux est plus développé que l'autre	Mauvais	Dépôts dans les regards et en début des FP Iris des marais à éclaircir pour éviter un futur colmatage	Non	Oui	Oui après l'hiver	#
3	#	#	#	#	#	#	Très bon	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Arrivée d'eau en continu	Très bon	#	Non	Oui	Oui avant l'hiver	Etanchéité des tuyaux (débordement des FPH)
4	#	#	#	#	#	#	Bon	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui	#	Bon	Dépôt au niveau du regard de répartition	Non	#	Oui après l'hiver	#

5	#	#	#	#	#	#	Très bon	Oui	Oui	Non	Non	Non	Oui	#	Très bon	#	Non	#	Oui avant l'hiver	Griffage du sol et désherbage
6	#	#	#	#	#	#	Très bon	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	#	Très bon	#	Non	#	Oui avant l'hiver	Nettoyage des tuyaux amenant aux FP
7	Très bon	Non	#	Oui	Non	impact olfactif en cas d'oubli du nettoyage du filtre à paille	Bon	Oui	#	Non	Non	Non	Oui	Présence de dépôt dans le regard en sortie de la TP	Bon	#	Oui	#	Non	Changement régulier du filtre à paille
8	Très bon	Non	#	Non	Non	#	Bon	Non	#	Non	Non	Non	Oui	Manque de plantes sur la fin de la tranchée Présence de dépôt dans le regard en sortie de la TP	Bon	#	Non	#	Non	Changement régulier du filtre à paille Nettoyage de la pouzzolane au début de la TP
9	#	#	#	#	#	#	Bon	Non	#	Non	Non	Non	Non	Manque de plantes sur toute la longueur de la tranchée	Mauvais	Replantation des plantes manquantes (scirpes communs, iris des marais et menthes aquatiques) prévu au printemps	Non	#	Non	#
10	#	#	#	#	#	#	Bon	Non	#	Non	Non	Non	Non	Manque de plantes sur la fin de la tranchée	Bon	Replantation des plantes manquantes (iris des marais et menthes aquatiques) à faire	Non	#	Non	#

1 1	Mauvais	#	#	Oui	#	Cuve non vidée et non aérée Odeurs d'H2S	Très bon	Oui	#	Non	Non	Non	Non	colmatage en début de tranchée	Bon	#	Non	#	Oui avant l'hiver	Eclaircissement des plantes de la mare
1 2	#	#	#	#	#	#	Bon	Non	#	Non	Non	Oui	Non	Faible développement des plantes en début de tranchée contrairement à la fin de tranchée	Bon	#	Non	#	Non	Nettoyage de dépôt sur les cailloux
1 3	#	#	#	#	#	#	Bon	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	#	Bon	Alternance régulière pour le fonctionnement des tranchées de pédoépuration	Non	#	#	#
1 4	#	#	#	#	#	#	Très bon	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	#	Bon	Alternance régulière pour le fonctionnement des tranchées de pédoépuration	Non	#	#	#
1 5	#	#	#	#	#	#	Très bon	Oui	#	Non	Non	Non	Non	Pas de regard de répartition les eaux arrivent des deux côtés de la tranchée	Bon	#	Non	#	#	#
1 6	#	#	#	#	#	#	Bon	Non	Oui	Non	Non	Non	Oui	#	Très bon	Alternance régulière pour le fonctionnement des tranchées de pédoépuration	Non	#	#	Rajout de BRP au début des tranchées

17	#	#	#	#	#	#	Bon	Oui	#	Non	Non	Non	Non	Modification de l'installation pour les prélèvements : évacuation de la machine à laver + urine reliée à l'évacuation de la cuisine	Bon	#	Non	#	#	#
18	#	#	#	#	#	#	Bon	Oui	#	Non	Non	Non	Non	Modification de l'installation pour les prélèvements	Bon	#	Non	#	#	#

Caractéristiques générales						Généralités sur les prélèvements								
N° d'installation	Lieu de l'installation	Date de mise en service	Type de système de traitement	Capacité nominale (EH)	% de charge expérimentale	Nomenclature des échantillons	Date du prélèvement	Nombre d'occupants de l'habitation (Veille du prélèvement)	Nombre d'occupants de l'habitation (Jour 1 du prélèvement)	Nombre d'occupants de l'habitation (Jour 2 du prélèvement)	Météo (Veille du prélèvement)	Météo (Jour 1 du prélèvement)	Météo (Jour 2 du prélèvement)	Consommation d'eau relevée au compteur (L/j)
1	32400 CANNET	2006	FP	4	55%	A	12-13/10/2016	4	4	4	Couvert	Couvert	Couvert	188
1	32400 CANNET	2006	FP	4	33%	B	01-02/02/17	3	3	3	Ensoleillé	Couvert	Couvert	113
1	32400 CANNET	2006	FP	4	28%	C	12-13/12/2016	3	3	3	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	98
2	32450 TRAVERSERES	2013	FP	4	45%	A	16-17/11/16	3	3	3	Couvert	Couvert	Couvert	154
2	32450 TRAVERSERES	2013	FP	4	29%	B	19-20/12/16	3	3	3	Ensoleillé	Couvert	Couvert	100
2	32450 TRAVERSERES	2013	FP	4	59%	C	13-14/02/17	3	3	3	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	203
3	32000 AUCH	2012	FP	3	73%	A	02-03/11/16	2	2	2	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	189
3	32000 AUCH	2012	FP	3	56%	B	20-21/02/17	2	2	2	Couvert	Couvert	Couvert	144
3	32000 AUCH	2012	FP	3	103%	C	02-03/01/17	11	4	4	Couvert	Couvert	Couvert	267
4	26160 LA BEGUDE DE MAZENC	2013	FP	5	42%	A	08-09/03/17	3	3	3	Couvert	Ensoleillé	Ensoleillé	180
4	26160 LA BEGUDE DE MAZENC	2013	FP	5	20%	B	13-14/02/17	3	3	3	Couvert	Couvert	Couvert	87
4	26160 LA BEGUDE DE MAZENC	2013	FP	5	17%	C	01-02/03/17	3	3	3	Couvert	Ensoleillé	Ensoillé	74
5	05150 ROSANS	2014	FP	5	27%	A	23-24/01/17	1	1	1	Couvert	Couvert	Couvert	115
5	05150 ROSANS	2014	FP	5	27%	B	08-09/02/17	1	1	1	Couvert	Couvert	Couvert	118
5	05150 ROSANS	2014	FP	5	120%	C	27-28/02/17	7	7	7	Ensoleillé	Couvert	Pluie (10 mm)	518

6	07200 ROCHECOLOMB E	2013	FP	4	29%	A	30-31/01/17	2	2	2	Couvert	Pluie (2mm)	Pluie (2mm)	101
6	07200 ROCHECOLOMB E	2013	FP	4	30%	B	20-21/02/17	2	2	2	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	103
6	07200 ROCHECOLOMB E	2013	FP	4	33%	C	06-07/03/17	2	2	2	Pluie	Ensoleillé	Ensoleillé	115
7	32190 MARAMBAT	2013	TP	4	82%	A	18-19/01/17	4	4	4	Ensoleillé / Gel	Ensoleillé / Gel	Ensoleillé / Gel	281
7	32190 MARAMBAT	2013	TP	4	48%	B	15-16/02/17	3	3	3	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	164
7	32190 MARAMBAT	2013	TP	4	56%	C	05-06/12/16	4	4	4	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	192
8	65700 HAGEDET	2010	TP	4	74%	A	25-26/01/17	4	4	4	Ensoleillé / Gel	Couvert / Gel	Couvert / Gel	255
8	65700 HAGEDET	2010	TP	4	81%	B	22-23/02/17	4	4	4	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	280
8	65700 HAGEDET	2010	TP	4	40%	C	28-29/11/16	3	3	3	Couvert	Couvert	Couvert	137
9	32400 MAUMUSSON- LAGUIAN	2012	TP	3	27%	A	09-10/11/16	1	1	1	Pluie	Pluie (10 mm)	Pluie (10 mm)	70
9	32400 MAUMUSSON- LAGUIAN	2012	TP	3	24%	B	04-05/11/17	1	1	1	Couvert	Ensoleillé / Gel	Ensoleillé / Gel	61
9	32400 MAUMUSSON- LAGUIAN	2012	TP	3	48%	C	06-07/02/17	2	2	2	Pluie	Pluie (2 mm)	Pluie (2 mm)	125
10	32160 BEAUMARCHES	2015	TP	3	33%	A	30/11- 01/12/16	1	1	1	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	86
10	32160 BEAUMARCHES	2015	TP	3	25%	B	01-02/03/17	1	1	1	Couvert	Couvert	Couvert	64
10	32160 BEAUMARCHES	2015	TP	3	34%	C	30-31/01/17	1	1	1	Ensoleillé	Couvert	Couvert	89
11	32170 SADEILLAN	2010	TP	3	72%	A	21-22/12/16	2	2	2	Couvert	Ensoleillé	Ensoleillé	185
11	32170 SADEILLAN	2010	TP	3	93%	B	08-09/02/17	2	2	2	Pluie	Pluie (2 mm)	Pluie (2 mm)	241
11	32170 SADEILLAN	2010	TP	3	82%	C	14-15/11/16	2	2	2	Pluie	Couvert	Couvert	211
12	32000 AUCH	2015	TP	3	42%	A	11-12/04/17	1	1	1	Pluie	Pluie (2 mm)	Pluie (2 mm)	109

12	32000 AUCH	2015	TP	3	28%	B	27-28/11/17	1	1	1	Ensoleillé	Couvert	Couvert	71
12	32000 AUCH	2015	TP	3	47%	C	07-08/11/16	1	1	1	Pluie	Pluie (2 mm)	Pluie (2 mm)	122
13	32800 EAUZE	2015	PE	3	43%	A	14-15/12/16	2	2	2	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	112
13	32800 EAUZE	2015	PE	3	15%	B	06-07/03/17	1	1	1	Pluie	Pluie (4 mm)	Pluie (4 mm)	39
13	32800 EAUZE	2015	PE	3	27%	C	23-24/01/17	1	1	1	Ensoleillé / Gel	Ensoleillé / Gel	Ensoleillé / Gel	70
14	47 310 AUBIAC	2016	PE	5	51%	A	15-16/03/17	5	5	5	Couvert	Couvert	Couvert	220
14	47 310 AUBIAC	2016	PE	5	63%	C	12-13/04/2017	5	5	5	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	273
14	47 310 AUBIAC	2016	PE	5	63%	B	24-25/04/2017	5	5	5	Ensoleillé	Pluie (3mm)	Pluie (3mm)	271
15	32400 LABARTHETE	2010	PE	4	122%	A	21-22/11/16	4	4	4	Pluie	Couvert	Couvert	421
15	32400 LABARTHETE	2010	PE	4	90%	B	08-09/03/17	4	4	4	Pluie	Couvert	Couvert	309
15	32400 LABARTHETE	2010	PE	4	65%	C	9-10/01/17	4	4	4	Couvert	Pluie (8 mm)	Pluie (8 mm)	224
16	32350 SAINT-ARAILLES	2016	PE	4	91%	A	13-14/03/17	4	4	4	Pluie	Couvert	Couvert	313
16	32350 SAINT-ARAILLES	2016	PE	4	35%	C	26-27/04/2017	4	4	4	Pluie	Pluie	pluie (3mm)	120
16	32350 SAINT-ARAILLES	2016	PE	4	99%	B	10-11/04/2017	4	4	4	Ensoleillée	Ensoleillée	Ensoleillée	342
17	26780 ALLAN	2015	PE	5	56%	A	06-07/02/2017	5	4	4	Couvert	Couvert	Couvert	241
17	26780 ALLAN	2015	PE	5	89%	B	15-16/02/2017	5	5	5	Couvert	Couvert	Ensoleillé	384
17					#DIV/0!	C								
18	26110 SAINT-FERREOL-TRENTE-PAS	2012	PE	3	38%	A	01-02/02/2017	2	2	2	Couvert	Couvert	Couvert	99
18	26110 SAINT-FERREOL-TRENTE-PAS	2012	PE	3	48%	B	22-23/02/2017	2	2	2	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	125
18					#DIV/0!	C								

Prélèvement Eaux Brutes																		
N°	Temps de conservation de l'échantillon (h)	Aspect de l'échantillon	Couleur de l'échantillon	Odeur de l'échantillon	MES dans l'échantillon	pH	MES (mg/L)	DCO (mg/L)	DBO5 (mg/L)	NTK (mg/L)	N-NH4+ (mg/L)	N-NO2- (mg/L)	N-NO3- (mg/L)	P-PO43- (mg/L)	DCO après filtration (mg/L)	DCO / DBO5	Entérocoques intestinaux	Escherichia Coli
1	4h30	Trouble	Gris	Non	Un peu		100	410		18,5	5,7		1,4					
1	3h45	Opaque	Brun	Non	Un peu		74	340		10	2,8		2,8					
1	4h15	Trouble	Gris	Non	Un peu	7,2	92	390	210	18	6,4	0,14	2,6	< 0,02		1,86	1,8E+06	9,8E+05
2	1h30	Opaque	Brun	Non	Beaucoup		170	640		19,2	1,7		< 0,23					
2	1h00	Trouble	Jaune	Non	Un peu		77	380		8,3	< 0,8		0,52					
2	2h30	Opaque	Blanc	Non	Un peu	7,3	110	430	250	18,0	< 0,8	0,097	3,2	< 0,02		1,72	4,7E+04	4,8E+04
3	1h15	Trouble	Brun	Oui	Un peu		64	370		64,2	57,4		0,23					
3	3h30	Opaque	Brun	Non	Beaucoup		110	330	150	61,5	54,6		4,3			2,20	2,5E+05	4,8E+04
3	1h15	Opaque	Brun	Non	Un peu	7,4	100	510	260	128	117	0,04	0,39	24,4		1,96		
4	2h30	Opaque	Gris	Non	Beaucoup		220	751		15,5	3,9		< 0,20					
4	2h30	Trouble	Gris	Non	Un peu		74	291		7,2	1,75		< 0,2					
4	2h30	Trouble	Blanc	Non	Un peu	7,7	77	419	211	21,2	4,4	0,23	< 0,2	< 0,0		1,985781991	2,7E+05	7,9E+04
5	3h30	Trouble	Brun	Non	Beaucoup		82	550		14,2	5,5		0,24					
5	6h	Trouble	Jaune	Non	Un peu		130	X 1327		8	0,8		< 0,2					
5	2h30	Trouble	Blanc	Non	Un peu	7,4	26	393	187	5,8	1,9	0,04	0,25	0,042		2,10	3,2E+05	6,8E+03
6	3h15	Opaque	Blanc	Non	Beaucoup		94	117		2,8	< 0,5		< 0,2					
6	2h30	Trouble	Blanc	Non	Un peu		15	76,4		2,8	< 0,5		0,96					
6	3h	Trouble	Blanc	Non	Un peu	7,5	49	90,7	58	1,7	< 0,5	< 0,0	< 0,2	< 0,0		1,563793103	6,2E+03	5,0E+02
7	3h	Opaque	Brun	Non	Beaucoup		120	510		6,4	< 0,8		0,59					
7	2h30	Opaque	Brun	Non	Beaucoup		120	520		5,7	< 0,8		2,7					
7	2h30	Opaque	Brun	Non	Beaucoup	8,0	160	640	310	9,1	< 0,8	< 0,03	0,56	< 0,02		2,06	7,9E+05	1,9E+06
8	4h30	Opaque	Brun	Non	Beaucoup		80	370		10,1	2,1		2,6					
8	5h	Opaque	Brun	Non	Beaucoup		160	690		39,7	23,3		0,27					
8	5h	Opaque	Brun	Non	Beaucoup	7,5	X 1200	1400	530	24	1,6	0,32	2,7	0,37		2,64	2,0E+05	7,2E+04
9	5h30	Trouble	Jaune	Oui	Un peu		170	1100		284	227		0,39					
9	4h45	Trouble	Jaune	Oui	Un peu		160	1200		209	155		< 0,23					

9	3h30	Opaque	Brun	Oui	Beaucoup	8,9	110	1000	560	458	346	0,083	0,74	72		1,79	2,9E+04	7,9E+04
10	4h30	Trouble	Gris	Non	Beaucoup		130	410		11,2	1,6		0,39					
10	2h45	Opaque	Blanc	Non	Un peu		60	400		29,9	7,8		0,8					
10	4h15	Opaque	Gris	Non	Un peu	7,3	93	520	210	7,8	2,7	0,03	0,87	0,02		2,48	1,2E+03	4,7E+03
11	1h15	Trouble	Jaune	Non	Un peu		89	570		7,6	< 0,8		0,92					
11	2h30	Trouble	Gris	Non	Beaucoup		72	370		5,6	< 0,8		0,29					
11	3h30	Translucide	Gris	Non	Beaucoup	6,7	100	470	260	9,5	2,1	< 0,03	0,23	< 0,02		1,81	2,0E+04	5,1E+05
12	4h15	Opaque	Jaune	Non	Un peu		96	460		150	111		0,45					
12	4h30	Opaque	Blanc	Non	Un peu		150	650		74,8	55,4		0,35				8,1E+06	5,2E+06
12	1h30	Trouble	Blanc	Non	Un peu	8,6	110	440	220	44,6	12,5	0,15	0,41	0,34		2,00		
13	1h	Opaque	Brun	Non	Beaucoup		150	560		15,2	< 0,8		1,3					
13	2h30	Trouble	Brun	Non	Beaucoup		70	230	99	8,1	< 0,8		0,7		150	2,323232323		
13	2h45	Opaque	Jaune	Non	Beaucoup	7,8	80	230	110	37,6	2,7	0,83	2,7	4,85		2,09	8,4E+05	1,7E+05
14	5h15	Trouble	Jaune	Oui	Un peu		31	200	89	241	143,8		< 0,23		150			
14	3h	Opaque	Blanc	Oui	Un peu		38	280	120	213	185		< 0,23		220			
14	4h	Opaque	Jaune	Non	Un peu	8,6	76	530	260	138	130	X 0,03	< 0,23	24,8	300	2,038461538	5,1E+07	7,2E+05
15	4h	Trouble	Blanc	Non	Un peu		54	150		4	< 0,8		< 0,23					
15	4h30	Trouble	Blanc	Non	Beaucoup		310	450	270	7,7	< 0,8		< 0,23		160	1,67		
15	4h30	Opaque	Blanc	Non	Beaucoup	7	110	330	190	4,1	< 0,8	X 0,03	< 0,23	0,12		1,74	5,4E+03	5,8E+04
16	3h30	Opaque	Brun	Non	Un peu		61	650	220	372	213		< 0,23		440			
16	2h30	Opaque	Brun	Non	Un peu		110	870	410	13	93		10,6		700			
16	2h30	Opaque	Brun	Non	Aucune	8,3	100	840	330	81,7	49	1,42	0,75	6,78	550	2,545454545	1,6E+07	4,4E+07
17	2h45	Opaque	Jaune	Non	Beaucoup		440			31,6	3,4		< 0,20		1200			
17	2h40	Opaque	Gris	Non	Un peu		140			94,3	73,3		1,6		699			
17																		
18	3h	Opaque	Jaune	Non	Beaucoup		X 230			X11,6	X0,5		X 0,2		X 543			
18	2h30	Opaque	Gris	Non	Beaucoup		X110	X 237		X 32,6	X2,1		< 0,20		X 237			
18																		

Prélèvement des eaux traitées																			
N°	Remarques	Temps de conservation de l'échantillon (h)	Aspect de l'échantillon	Couleur de l'échantillon	Odeur de l'échantillon	MES dans l'échantillon	pH	MES (mg/L)	DCO (mg/L)	DBO5 (mg/L)	NTK (mg/L)	N-NH4+ (mg/L)	N-NO2- (mg/L)	N-NO3- (mg/L)	P-PO43- (mg/L)	DCO après filtration (mg/L)	DCO / DBO5	Entérocoques intestinaux	Escherichia Coli
1	#	3h30	Translucide	Jaune	Non	Aucune		2	68		3,2	0,8		6,0					
1	#	3h45	Translucide	Jaune	Non	Aucune		< 2	51		39,8	39,5		8,6					
1	#	4h15	Translucide	Jaune	Non	Aucune	7,9	< 2	30	< 3	5,4	5,2	0,43	14	0,96		10,00	8,5E+02	1,6E+02
2	#	1h30	Translucide	Jaune	Non	Aucune		3,6	< 30		2,9	2,1		< 0,23					
2	Pas d'eau récupérée																		
2		2h30	Troube	Gris	Non	Aucune	7,2	7,2	97	38	7,9	6,5	< 0,03	< 0,23	< 0,02		2,55	4,0E+01	3,1E+03
3	#	1h15	Translucide	Jaune	Non	Aucune		6,4	73		25,1	22,3		< 0,23					
3	#	3h30	Translucide	Jaune	Non	Un peu		8	66	10	30,1	26,6		< 0,23			6,60	2,1E+04	1,1E+04
3	Surcharge de la veille	1h15	Trouble	Brun	Oui	Aucune	7,5	X 15	X 190	X 81	X 74,3	X 69,9	X < 0,03	X < 0,23	X 13,7				
4	#	2h30	Trouble	Brun	Non	Un peu		2	83,1		3	0,5		5,2					
4	Pas d'eau récupérée																		
4	#	2h30	Trouble	Brun	Non	Un peu	7,9	5,8	37	5	2,3	1	0,39	14	0,075		7,40	2,7E+04	6,5E+03
5	#	3h30	Translucide	Jaune	Non	Un peu		12	53,9		6,2	4,3		0,3					
5	Peu d'eau récupérée (170 mL)	6h	Translucide	Blanc	Non	Aucune			32			0,8		3,1					
5	Surcharge de la veille / Bactériologie à commenter	2h30	Translucide	Blanc	Non	Aucune	7,4	X 6,6	X 130	X 70	X 6,2	X 4,1	X 0,19	X 0,46	X < 0,03			1,4E+03	1,2E+02
6	#	3h15	Translucide	Jaune	Non	Aucune		< 2	< 10		< 1	< 0,5		2,4					
6	#	2h30	Translucide	Blanc	Non	Aucune		< 2	12,8		< 1	< 0,5		3,9					
6	#	3h	Translucide	Gris	Non	Aucune	7,6	< 2	14,2	2,4	1	0,9	0,07	9,7	< 0,03		5,92	4,0E+01	1,6E+02
7	#	3h	Translucide	Jaune	Non	Un peu		5,2	35		2,3	1,2		< 0,23					
7	#	2h30	Translucide	Jaune	Non	Un peu		4,6	34		1,7	< 0,8		< 0,23					
7	#	2h30	Translucide	Jaune	Non	Un peu	7,8	2,4	30	9	1,7	0,9	< 0,03	< 0,23	0,27		3,33	2,5E+02	1,1E+04
8	#	4h30	Translucide	Jaune	Non	Un peu		5,3	< 30		4	2,5		0,66					

8	#	5h	Translucide	Jaune	Non	Un peu		22	120		27,7	23		< 0,23					
8	Colmatage partiel du regard de sortie / présence de particules terreuses	5h	Translucide	Jaune	Non	Aucune	8,3	X 40	37	5	1,9	< 0,8	< 0,03	< 0,23	0,74		7,40	1,1E+03	2,2E+03
9	#	5h30	Translucide	Jaune	Non	Aucune		10	65		123	123		26					
9	#	4h45	Translucide	Jaune	Non	Un peu		16	140		124	124		< 0,23					
9	#	3h30	Trouble	Jaune	Non	Un peu	8,1	13	160	41	139	135	0,031	< 0,23	41,3		3,90	2,5E+03	5,6E+04
10	#	4h30	Translucide	Jaune	Non	Aucune		2,6	56		1,1	< 0,8		1,9					
10	#	2h45	Translucide	Jaune	Non	Aucune		11	65		1,3	< 0,8		< 0,23					
10	#	4h15	Translucide	Jaune	Non	Aucune	7,8	23	84	21	1,9	< 0,8	< 0,03	< 0,23	0,06		4,00	4,0E+01	4,5E+02
11	#	1h15	Translucide	Jaune	Non	Un peu		2,4	< 30		1,1	< 0,8		< 0,23					
11	#	2h30	Translucide	Jaune	Non	Aucune		< 2	32		1,5	< 0,8		< 0,23					
11	#	3h30	Translucide	Jaune	Non	Aucune	7,5	8,6	34	< 3	< 1	< 0,8	< 0,03	< 0,23	< 0,02		11,3 3	8,0E+01	1,2E+03
12	#	4h15	Translucide	Jaune	Non	Un peu		8,8	66		53,8	53,2		19					
12	#	4h30	Translucide	Jaune	Non	Aucune		13	64		54,9	53,7		3,9				1,0E+04	4,5E+04
12	#	1h30	Trouble	Jaune	Non	Aucune	8,2	26	120	37	26,9	23,4	0,2	15	13		3,24		
13	Particules terreuses dans l'échantillon Prélèvement lu liquide superficiel	1h	Trouble	Jaune	Non	Un peu					5,2	< 0,8		2,5					
13	Particules terreuses dans l'échantillon	2h30	Opaque	Brun	Non	Aucune				14	5,4	< 0,8		0,63		150			
13	Particules terreuses dans l'échantillon	2h45	Trouble	Jaune	Non	Un peu	7,9			33	3,8	0,9	0,19	9,1	1,75			2,0E+04	3,9E+04
14	#	5h15	Trouble	Jaune	Non	Un peu				66	93,9	18		2,12		120			
14	#	4h	Trouble	Brun	Non	Un peu				81	23,1	14,1		3,2		160			
14	Peu d'eau récupérée (1,5 L)	3h	Trouble	Jaune	Non	Un peu	X 8,2			26	X	X	0,23	4,3	12,8	73		2,7E+05	5,2E+03
15	Particules terreuses dans l'échantillon	4h	Opaque	Brun	Non	Un peu					3,8	< 0,8		0,54					
15	Particules terreuses dans l'échantillon	4h30	Trouble	Jaune	Non	Un peu				13	1,9	< 0,8		0,24		< 30			
15	Particules terreuses dans l'échantillon	4h30	Trouble	Jaune	Non	Un peu	X 7,5			5	1,6	< 0,8	< 0,03	< 0,23	0,31			1,4E+03	7,1E+02
1	#	3h30	Opaque	Brun	Non	Aucune				99	40,2	37,2		< 0,23		55			

6																			
1 6		2h30	Trouble	Jaune	Non	Un peu				75	8,8	3,6		20		140			
1 6	#	2h30	Opaque	Jaune	Non	Aucune	X 7,6			86	31,4	22	X 0,03	< 0,23	9,94	160		8,8E+05	9,8E+05
1 7	Peu d'eau récupérée (400 mL)	2h45	Opaque	Brun	Non	Beaucoup				20,5	0,8		< 0,20		947				
1 7	Peu d'eau récupérée (400 mL)	2h45	Opaque	Brun	Non	Beaucoup				267,5	238,7		< 0,20		511				
1 7																			
1 8	#	3h	Opaque	Brun	Non	Beaucoup				X 9,1	X 0,5		X 0,2		X 516				
1 8	#	2h30	Opaque	Brun	Oui	Un peu				X 11,8	X 1		X 0,22		X 240				
1 8																			

**Annexe 5 – Fiches techniques de 3 filières de traitement :
Filtre planté, Tranchée plantée, Pédéoépuration**

LE FILTRE PLANTÉ



Principe

Les eaux ménagères brutes sont filtrées en arrivant en surverse sur un substrat minéral. La percolation à travers ce substrat permet un traitement biologique aérobie grâce aux bactéries présentes dans le milieu. Les plantes hydrophytes employées permettent de retarder le colmatage, de réduire les nuisances olfactives et de favoriser l'activité bactérienne. L'effluent peut ensuite être traité par un dispositif horizontal (filtre, tranchée ou pédoépuration) ou être directement infiltré dans le sol en fonction de ses caractéristiques.

Dimensionnement

Le dimensionnement de la surface filtrante de l'ensemble de l'installation est d'au minimum $1\text{m}^2/\text{EH}$.

Points de contrôle

- Absence de nuisances pour le voisinage et de pollution visible.
- Vérification du bon écoulement de l'effluent au niveau de la surverse avec absence de colmatage entravant le bon fonctionnement du système.
- Étanchéité du filtre dans les zones à enjeux et proximité de la nappe à 3m.
- Absence de saturation du filtre par une espèce végétale invasive.
- Vérification que l'évacuation de l'effluent traité ne se fasse pas dans le milieu hydraulique.

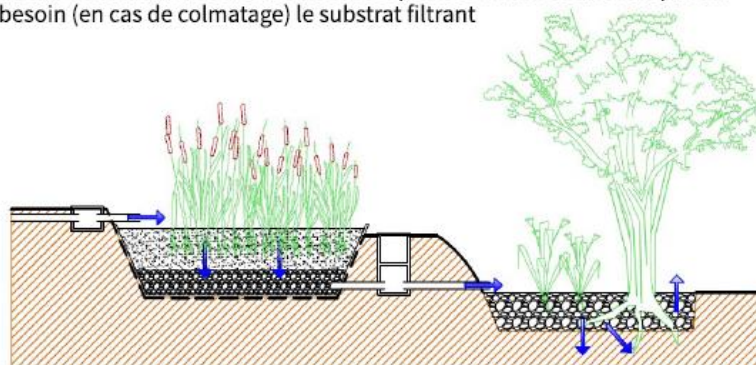
Prescriptions techniques

- L'arrivée des eaux ménagères se fait par surverse avec une conduite d'alimentation de diamètre minimum 50 mm.
- Le filtre est composé d'un matériau filtrant minéral.
- Le matériel filtrant a une granulométrie comprise entre 0,3 et 40 mm.
- Les drains (si présence) ont un diamètre minimum de 50 mm.
- L'exutoire est réalisé par infiltration directe.
- Le filtre vertical peut être associé à un ou plusieurs filtres verticaux et horizontaux, une tranchée plantée, un massif planté d'infiltration ou une pédoépuration.
- Des filtres verticaux peuvent être positionnés en parallèle afin de fonctionner en alternance.

Entretien

- Faucher une fois par an l'automne les végétaux sur les lits
- Désherber manuellement la surface des lits de toutes plantes invasives une fois par an
- Renouveler si besoin (en cas de colmatage) le substrat filtrant

Schéma



LA TRANCHÉE PLANTÉE



Principe

Les eaux ménagères brutes sont filtrées en arrivant en surverse sur un substrat minéral ou végétal. La percolation horizontale à travers ce substrat permet un traitement biologique aérobie grâce aux bactéries présentes dans le milieu. Les plantes hygrophytes employées permettent de favoriser l'activité bactérienne. L'effluent peut ensuite être traité par un dispositif complémentaire (mare, massif d'infiltration, pédoépuration).

Dimensionnement

Le dimensionnement de la surface filtrante de l'ensemble de l'installation est d'au minimum $1\text{m}^2/\text{EH}$.

Points de contrôle

- Absence de nuisances pour le voisinage et de pollution visible.
- Vérification du bon écoulement de l'effluent dans les regards (entrée/sortie) et absence de colmatage entravant le bon fonctionnement du système.
- Absence de saturation de la tranchée par une espèce végétale invasive.
- Vérifier que l'évacuation de l'effluent traité ne se fait pas dans le milieu superficiel.

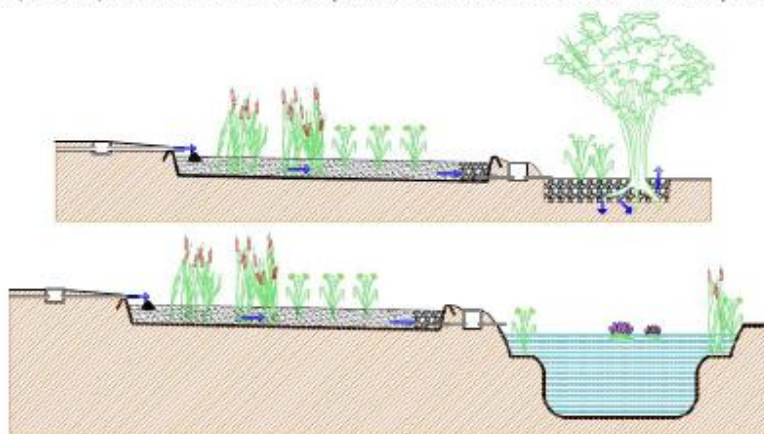
Prescriptions techniques

- La tranchée doit être étanche.
- L'arrivée des eaux ménagères se fait par surverse par une conduite d'alimentation de diamètre minimum 50 mm.
- La profondeur de la tranchée ne doit pas être supérieure à 50 cm. Sa largeur doit être comprise entre 20 et 60 cm.
- Le filtre est composé d'un matériel filtrant avec une granulométrie comprise entre 0,3 et 40 mm.
- La tranchée est construite avec une pente d'au moins 1%.
- L'exutoire de la tranchée plantée peut être un massif planté d'infiltration, une pédoépuration ou un dispositif d'irrigation souterraine.

Entretien

- Faucarder une fois par an à l'automne ou l'entrée de l'hiver les végétaux sur les lits.
- Désherber manuellement la surface des lits de toutes plantes invasives une fois par an.
- Renouveler si besoin (en cas de colmatage) le substrat filtrant.
- Curer au râteau (ou croc) l'éventuel amas de dépôt constitué au niveau de la surverse pour prévenir du colmatage.

Schéma



LA PÉDOÉPURATION



Principe

Les eaux ménagères brutes sont filtrées en arrivant en surverse sur un substrat végétal. La percolation à travers ce substrat jouant un rôle de rétention (éponge) permet un traitement biologique aérobie grâce aux bactéries naturellement présentes dans le sol. Les eaux sont ensuite infiltrées dans le sol en place et permettent l'irrigation des plantes à proximité de la tranchée.

Dimensionnement

Le dimensionnement de la surface filtrante de l'ensemble de l'installation est d'au minimum 1m²/EH.

Points de contrôle

- Absence de nuisances pour le voisinage et de pollution visible
- Vérification du bon écoulement de l'effluent au niveau de la surverse avec absence de colmatage entravant le bon fonctionnement du système
- Absence d'eau stagnante en surface

Prescriptions techniques

- L'arrivée des eaux ménagères doit se faire par surverse.
- La conduite d'alimentation doit avoir un diamètre minimum de 50 mm.
- Les dimensions de la tranchée sont les suivantes :
 - longueur comprise entre 2 et 5 m (par équivalent habitant)
 - largeur comprise entre 20 et 60 cm
 - profondeur inférieure ou égale à 40 cm.
- La tranchée est remplie de matériau filtrant végétal de type broyat ou compost
- Plusieurs tranchées destinées à des émissions différentes (lave-linge, évier, douche, etc.) peuvent être créées.

Entretien

- Désherber manuellement la surface de la tranchée de pédoépuration de toutes plantes invasives (dont l'herbe).
- Curer au râteau (ou croc) l'éventuel amas de dépôt constitué au niveau de la surverse pour prévenir du colmatage.
- Renouveler si besoin (en cas de colmatage) le substrat filtrant une fois tous les 4 ans.

Schéma

