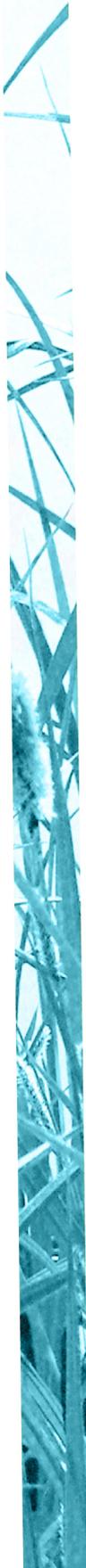


Partenariat 2009 – Domaine Ecotechnologie et pollutions
Action 28bis-6 « Filtres à sables horizontaux : état des lieux et bilan de fonctionnement »



Etat des lieux sur le lit filtrant drainé à flux horizontal

Rapport final

Coordination de l'étude et rédacteur principal
Alain LIENARD

Cemagref

Avril 2010

Contexte de programmation et de réalisation

Les filtres à sable horizontaux sont mentionnés comme étant une filière possible pour l'assainissement non collectif dans la réglementation du 6 mai 1996, repris tel quel dans l'arrêté du 7 septembre 2009 (prescriptions techniques ANC), mais ne sont plus décrits dans la norme expérimentale XP DTU 64.1 (mise en œuvre des dispositifs d'ANC) parue en mars 2007. De nombreuses installations de ce type existent pourtant encore sur notre territoire, certaines seraient en dysfonctionnement (colmatage engendrant des nuisances suffisamment fortes pour induire une réhabilitation), d'autres ne poseraient pas de problème. Qu'en est-il vraiment ?

Cette étude a pu être menée à bien grâce au concours financier de l'ONEMA (Office national de l'eau et des milieux aquatiques). La majeure partie des informations obtenues sur les sites provient des SATESE d'Indre et Loire et du Tarn et Garonne, du SATAA du Jura ainsi que des SPANC regroupés au sein de l'ARTANC (notamment, Lot et Garonne, Ariège et Pyrénées Atlantiques).

Les auteurs

Alain Liénard
Ingénieur de recherche
alain.lienard@cemagref.fr
Cemagref LYON

Personnes présentes à la journée de restitution à l'ONEMA le 14 janvier 2010 et/ou ayant participé à la rédaction de la conclusion de l'étude :

Jessica Lambert – MEEDDM

Nicolas Le Pen – Ministère de la Santé

Alain Six – Agence de l'Eau Artois-Picardie

Abdel Lakel – CSTB

François Viguié, Patrick Peignier – Ingénieurs Sanitaires des départements d'Indre et Loire et du Maine et Loire, respectivement.

Olivier Douillard - SATESE Indre et Loire

Anthony Borel - Conseil Général du Jura

Stéphane Garnaud - ONEMA

Catherine Boutin, Nicolas Forquet, Léa Mercoiret et Alain Liénard - Cemagref

Les correspondants

Onema : Stéphane Garnaud, Direction de l'Action Scientifique et Technique, stephane.garnaud@onema.fr

Cemagref : Alain Liénard, Cemagref LYON, alain.lienard@cemagref.fr

Droits d'usage :	Accès libre
Couverture géographique :	National
Niveau géographique :	
Niveau de lecture :	Professionnels, experts
Nature de la ressource :	Document

Etat des lieux sur le lit filtrant drainé à flux horizontal
Rapport final
Alain LIENARD

Résumé	4
Abstract	5
Synthèse pour l'action opérationnelle	6
Corps du document	8

Etat des lieux sur le lit filtrant drainé à flux horizontal
Rapport final
Alain LIENARD

RESUME

Le lit filtrant drainé à flux horizontal [LFDH] (encore appelé filtre à sable horizontal) a fait son apparition dans la panoplie des installations d'assainissement non collectif [ANC] au cours de l'année 1978. Puis, après un suivi de quelques années sur une quarantaine d'installations, il a été introduit dans la réglementation (arrêté du 14 septembre 1983) avant d'être décrit dans la norme expérimentale P 16-603 (référence DTU 64.1) de décembre 1992. Dans l'arrêté, un avis de la DDASS était exigé avant sa réalisation et, si un abattement de la pollution microbienne était requis, il fallait construire un lit filtrant drainé à flux vertical.

Le LFDH ne figurait plus dans la version révisée de la même norme expérimentale d'août 1998 ni bien sûr, dans celle de mars 2007. En revanche, l'arrêté du 6 mai 1996 ne le recommandait que lorsque les caractéristiques du site ne permettaient pas la réalisation d'un lit filtrant drainé à flux vertical, sa mise en place est également prévue dans les mêmes conditions dans l'arrêté du 7 septembre 2009.

Une enquête conduite auprès des principaux Services Publics d'ANC [SPANC] dans lesquels le LFDH était installé montre que les données permettant de connaître son fonctionnement sont peu nombreuses (peu de données réunissant à la fois les performances et le nombre de résidents des habitations connectées).

A la suite des investigations plus poussées sur une dizaine de sites en Indre et Loire, 2 sites présentaient des signes de dysfonctionnement avec des sables fins 0/4 mm alors que les 5 dispositifs réalisés avec des sables grossiers de type 2/4 mm ne présentaient aucun signe alarmant.

Néanmoins, une demande complémentaire, auprès des SATESE d'Indre et Loire et du Tarn et Garonne qui possèdent tous deux un certain nombre de LFDH réalisés avec ce matériau plus grossier, a été réalisée pour disposer d'un nombre plus important de sites. Les performances sont la plupart du temps correctes mais les filtres sont relativement peu chargés (maximum 8,2 g de DCO/m²/j) alors que le dimensionnement préconisé dans les arrêtés pourrait entraîner des charges de près de 11 g de DCO/m²/j.

En conclusion, sans préconiser son interdiction, plusieurs recommandations sont formulées pour permettre la pérennisation du lit filtrant drainé à flux horizontal dans les futures refontes du DTU 64.1 ainsi que dans les modifications de l'arrêté du 7 septembre 2009 qui permettront de créer de nouvelles installations répondant à ces nouvelles prescriptions.

D'autres études sur sites sont néanmoins encore nécessaires pour valider ces préconisations.

MOTS CLES

Assainissement non collectif ; eaux usées domestiques ; lit filtrant drainé à flux horizontal ; filtre à sable à écoulement horizontal ; rejet en milieu superficiel

Horizontal flow buried sand filters: state of the art
Final report
Senior editor: Alain Liénard

ABSTRACT

The horizontal flow sand filter (HFSF) appeared among the different solutions dedicated to on-site wastewater treatment during the year 1978. Few years later, after the monitoring of about forty sites where HFSFs were installed, it has been introduced in the adapted regulation (arrêté du 14 septembre 1983) and later described in the experimental standard P-16-603 (reference DTU-64.1 – Installation of small wastewater treatment plants) in December 1992. An inquiry of the Department service specialised in health risks in relation with wastewater treatment was nevertheless necessary and when it was essential to pay attention to health risks a vertical flow sand filter was preferred.

In August 1998, the HFSF was no longer described in the experimental standard P-16-603 neither in the newly published regulation (arrêté du 6 mai 1996), it was only recommended when the characteristics of the site were not adapted to a vertical flow sand filter. In the latest published regulation (arrêté du 7 septembre 2009), it could also be installed only if a vertical flow sand filter is not suitable.

Cemagref conducted a survey with the help of local services which shows that the data available to better know its functioning are little many (few data bringing together performances and number of residents of dwellings really connected).

Following more intense monitoring on a ten sites in Indre et Loire department, 2 sites made with fine sand (0/4 mm) presented signs of malfunctioning while the 5 others built with coarse sand (2/4 mm) did not show any alarming sign.

This observation justified a complementary request to SATESE d'Indre and Loire and Tarn and Garonne which both have a certain number of HFSF achieved with this coarser material. The performance are most of the time good but the filters are relatively low loaded (maximum 8,2 g of COD/m²/d) while the dimensioning obtained if the regulation is strictly applied allows approximately 11 g of COD/m²/d.

In conclusion, without proposing its ban, several recommendations are imposed to enable the sustainability of HFSF in the new versions of the experimental standard and the modifications of the regulation (arrêté du 7 septembre 2009) which will be prepared in a near future and will allow the construction of new facilities in accordance with these new instructions.

Further studies on full-scale sites are nevertheless still necessary to validate these recommendations.

KEY WORDS

On-site wastewater treatment ; domestic wastewaters ; horizontal flow sand filter ; outlet in superficial receiving bodies

Etat des lieux sur le lit filtrant drainé à flux horizontal
Rapport final
Alain LIENARD

SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE

Le lit filtrant drainé à flux horizontal (LFDH) a vu le jour à la fin des années 1970 à la faveur de l'engagement d'ingénieurs sanitaires de départements de l'Ouest (Vendée, Mayenne, ...) qui cherchaient un système pouvant s'implanter plus aisément en cas de faible dénivellée entre la sortie des eaux usées de l'habitation et le rejet de l'effluent traité dans le milieu superficiel.

Issu d'une approche empirique, ce dispositif a connu un développement assez rapide dans les deux départements d'origine et ceux qui leur étaient proches puisqu'une synthèse, vraisemblablement écrite fin 1982 - début 1983 faisait état de 42 sites ainsi équipés et suivis de façon plus ou moins poussée.

Les relatifs bons résultats obtenus en quelques années ont présidé à son introduction dans l'arrêté du 14 septembre 1983. Dans la foulée, mais sans que nous ne sachions précisément à ce jour à quel moment, il a été intégré dans la norme expérimentale P 16-603, référence DTU 64.1 de décembre 1992.

Mais curieusement, lors de la révision suivante de cette dernière, le LFDH n'a pas été repris dans la version d'août 1998.

Dans le cadre d'une étude confiée au CSTB en 2006, plusieurs colmatages ont aussi été rapportés dans le bassin Artois-Picardie, dès lors que les filtres étaient étanchés artificiellement avec un film imperméable ou implantés dans des zones humides de façon quasi permanente.

Une enquête auprès de plusieurs SPANC dans diverses régions de France a montré que les données combinant performances épuratoires, nature du sable utilisé et fréquentation étaient très fragmentaires et ne permettaient pas de conclure sur des bases scientifiquement étayées.

Une investigation plus fine sur une dizaine de sites du département d'Indre et Loire a révélé que les performances sont sensiblement meilleures et les risques de colmatage diminués quand du sable siliceux, roulé et propre de type 2/4 mm (d_{10} d'environ 2,2 mm et d_{60} d'environ 3,5 mm) est utilisé dans les 3 mètres dédiés à la mise en place de ce matériau, par comparaison avec des sables plus fins généralement choisis pour des filtres à flux vertical.

Ensuite, les SATESE d'Indre et Loire et du Tarn et Garonne ont été sollicités pour réunir des informations complémentaires sur le fonctionnement de filtres exclusivement réalisés en sable de type 2/4 mm à partir d'un nombre plus important d'installations. Les performances obtenues et appréciées via des languettes de dosage semi-quantitatif des nitrites – nitrates et sels ammoniacaux et quelques analyses de ces mêmes paramètres et des dosages en parallèle de DBO_5 et de MES confirment l'obtention de résultats satisfaisants.

L'âge des installations étudiées n'excède toutefois pas 7 ans et la majeure partie d'entre elles a moins de 5 ans.

La charge spécifique reçue par ces filtres n'excède pas 8,2 g de DCO/m²/jour alors que l'application des bases de dimensionnement préconisées dans l'arrêté du 7 septembre 2009 conduirait, si les habitations étaient occupées au maximum de leurs capacités, à des charges spécifiques de 10,2 et 10,9 g de DCO/m²/jour, respectivement pour des habitations de 5 et 4 pièces principales (PP).

A ce jour, compte-tenu des éléments dont nous disposons, il paraît absolument nécessaire d'introduire, à minima, les modifications suivantes pour le dimensionnement et la conception des LFDH qui seront construits à compter de l'année 2010 :

- dans la partie dédiée à la mise en place du sable, il convient de remplacer ce dernier par du sable de type 2/4 mm (d_{10} d'environ 2,2 mm, $CU^1 \leq 5$) propres et ne contenant pas plus de 3 % de fines $< 0,063$ mm,
- le front de répartition ne sera jamais inférieur à 8 mètres pour 4 PP, ce qui ramènera la charge spécifique maximale pour une habitation de respectivement à environ 8,2 g de DCO/m²/jour. Pour ne jamais dépasser cette charge, il faudrait alors faire passer la largeur du front de répartition à 10 mètres pour une habitation de 5 PP mais ce choix technique reste à entériner,
- si une alimentation gravitaire le permet, la distribution de l'eau dans les 2 tuyaux d'épandage de chaque côté du regard de répartition, sera améliorée au moyen d'un dispositif d'alimentation par bâchées pouvant fonctionner avec une faible dénivellée,
- la mise en place de LFDH sera interdite dans des zones en permanence humides (remontées de nappes saisonnières, sol de type gley ou présentant des traces importantes d'hydromorphie (bigarrures caractéristiques des conditions d'oxydation et de réduction des sels de fer),
- comme le prévoit le DTU de décembre 1992, un film imperméable couvrant les parois verticales et le fond de fouille sera mis en place lorsque le filtre doit être installé sur une roche fissurée. Ce film aura toutefois une épaisseur minimale de 400 μm (et non plus 200 μm , comme cela était prévu dans le DTU de 1992),
- la pente du fond de fouille, prévue dans le DTU de 1992 à 1 % maximum, pourra être légèrement accentuée jusqu'à 2 %, car il est apparu que ceci favorisait l'écoulement gravitaire de l'eau vers l'aval et pouvait remédier à certains dysfonctionnement constatés.

Dans le cadre du plan national d'action pour l'ANC, l'exploitation des informations consignées dans une base nationale comprenant des données recueillies sur les installations modifiées conformément à ces recommandations permettront ou non de les valider à terme.

¹ $CU = \text{Coefficient d'uniformité} = d_{60}/d_{10}$

Etat des lieux sur le lit filtrant drainé à flux horizontal
Rapport final
Alain LIENARD

SOMMAIRE

I. PREAMBULE.....	11
II. CONCEPTION - DIMENSIONNEMENT	11
III. HISTORIQUE.....	13
III.1 CONTEXTE GENERAL.....	13
III.2 ÉLÉMENTS SYNTHÉTIQUES TIRES DU SUIVI DES PREMIERS LFDH INSTALLÉS	14
III.3 INTRODUCTION DU LFDH DANS L'ARRÊTE DU 14 SEPTEMBRE 1983	15
III.4 EXCLUSION DU LFDH DE LA RÉVISION D'AOUT 1998 DU DTU 64.1.....	15
III.5 ARRÊTE DU 7 SEPTEMBRE 2009	15
IV. DÉMARCHE ADOPTÉE POUR CONDUIRE CETTE ÉTUDE.....	15
IV.1 RECHERCHE DE DONNÉES EXISTANTES	15
IV.2 MATÉRIEL REÇU ET PREMIERS CONSTATS	16
IV.3 NECESSITE DE PROCEDER A DES OBSERVATIONS COMPLEMENTAIRES	17
V. ANALYSE DU DEVELOPPEMENT ET DU FONCTIONNEMENT DES LFDH RECENSES SUR QUELQUES COMMUNES DU DEPARTEMENT D'INDRE ET LOIRE	17
V.1 DÉTERMINATION GLOBALE DES PRIORITÉS DE RENOUVELLEMENT	17
V.2 EXAMEN DE LA TAILLE DES FILTRES AU REGARD DU NOMBRE DE PIÈCES PRINCIPALES ET DU DIMENSIONNEMENT PRÉVU PAR LES ARRÊTES DE 1996 ET 2009.....	18
V.3 DÉTERMINATION DES DURÉES DE FONCTIONNEMENT ET DES CHARGES SPÉCIFIQUES REÇUES	19
VI. CAMPAGNE DE MESURES EN INDRE ET LOIRE EN JUIN 2009.....	20
VI.1 CHOIX DES SITES	20
VI.2 INVESTIGATIONS RÉALISÉES.....	20
VI.3 PROBLÈMES RENCONTRÉS	21
VI.4 RÉSULTATS OBTENUS.....	22
✕ <i>Principales caractéristiques des sites étudiés.....</i>	22
✕ <i>Granulométries.....</i>	23
✕ <i>Dosages des teneurs en oxygène et gaz carbonique</i>	24
✕ <i>Performances.....</i>	25
VII. RÉSULTATS COMPLÉMENTAIRES OBTENUS FIN 2009 EN PROVENANCE DES SATESE 37 ET 82	26
VII.1 SUIVI ANALYTIQUE ET/OU AVEC DES LANGUETTES SEMI-QUANTITATIVES.....	26
VII.2 COMMENTAIRES SUPPLÉMENTAIRES TRANSMIS PAR LE SATESE 37.....	28
✕ <i>Contentieux relatifs à des LFDH.....</i>	28
✕ <i>Autres remarques d'intérêt général.....</i>	28

VIII. ANALYSE COMPARATIVE DES SURFACES ET VOLUMES DE SABLE MIS EN JEU DANS DES FILTRES A FLUX VERTICAL ET HORIZONTAL	28
VIII.1 SURFACE FILTRANTE	28
IX. CONCLUSION.....	29
X. ANNEXES	32
ANNEXE 1 : TABLEAU RESUMANT LES INFORMATIONS ISSUES DE L'ETUDE CSTB DE 2006 EN ARTOIS-PICARDIE.....	33
ANNEXE 2 : EXEMPLE DE FICHE DE TERRAIN.....	34
ANNEXE 3 : GRILLE DE NOTATION DES PRIORITES UTILISEE POUR DEPOUILLER LES ENQUETES REALISEES AU COURS DES ANNEES 2007-2008 PAR LES PRESTATAIRES DU SATESE 37.....	36

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Nombre de LFDH parmi les autres dispositifs dans les 10 communes étudiées ...	18
Tableau 2 : Etat des priorités de renouvellement des LFDH dans les 10 communes étudiées	18
Tableau 3 : Répartition de la conformité des filtres par rapport aux arrêtés	19
Tableau 4 : Durées de fonctionnement et charges spécifiques* calculées sur des LFDH présents dans les 10 communes du Tableau 1	20
Tableau 5 : Caractéristiques principales des filtres étudiés en Indre et Loire en juin 2009.....	22
Tableau 6 : Valeurs des d_{10} et d_{60} obtenus par analyses d'images sur les sites d'Indre et Loire à comparer aux informations sommaires dont disposait le SATESE.....	23
Tableau 7 : Concentrations en oxygène et dioxyde de carbone dans la porosité des massifs filtrants,.....	24
Tableau 8 : Concentrations mesurées en azote dissous avec les languettes et au laboratoire du Cemagref complétées par des paramètres indicatifs de la matière organique totale (particulaire + dissoute)	25
Tableau 9 : Principales caractéristiques et performances des nouveaux sites étudiés fin 2009 en Indre et Loire (fond jaune) et Tarn et Garonne (fond vert).....	27

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Extrait du DTU 64.1 reprenant les différentes vues du lit filtrant drainé à flux horizontal.....	12
Figure 2 : Vue de dessus du filtre et des équipements amont.....	13
Figure 3 : Schéma d'un filtre à sable horizontal selon D. Marchand.....	14
Figure 4 : Surface des filtres versus année de construction.....	16
Figure 5 : Surface de filtre versus volume de la FTE	16
Figure 6 : Implantation des essais pénétrométriques réalisés sur le site D en Indre et Loire et exemple de courbe de résistances de pointe obtenue	21
Figure 7 : Exemple d'images prises sur un des filtres montrant le géotextile en haut du filtre (sous la terre végétale) et le sable saturé environ 23 cm au-dessous sur le site D	22
Figure 8 : Surface des lits filtrants et personnes connectées	23
Figure 9 : Surface des lits filtrants et PP de l'habitation	23
Figure 10 : Charges spécifiques en DCO reçues par les lits filtrants.....	25
Figure 11 : Aperçu de la ligne d'eau en coupe longitudinale dans un LFDH garni de sable propre 2/4 mm	29

I. PREAMBULE

Le lit filtrant drainé à flux horizontal [LFDH] figurait dans l'arrêté du 6 mai 1996 fixant les prescriptions techniques applicables aux systèmes d'assainissement non collectif [ANC], il a été repris dans le nouvel arrêté du 7 septembre 2009.

Dans cet arrêté, on notera cependant qu'il ne figure pas au "sommet de la hiérarchie" des dispositifs recommandés et ceci pour 2 raisons au moins :

- il ne s'insère pas parmi les systèmes utilisant le sol en place qui sont, de longue date, privilégiés par la réglementation française,
- et, les dispositifs à flux vertical drainés ou non lui sont préférés.

Il n'est donc recommandé que dans les cas où les caractéristiques du site (sol à faible perméabilité, et principalement, faible dénivelée disponible entre la sortie des eaux usées prétraitées par la fosse toutes eaux [FTE] et le milieu hydraulique superficiel) ne permettent pas l'implantation d'un lit filtrant drainé à flux vertical.

Est-ce pour cette seule raison ou une réputation entachée de dysfonctionnements qu'il ne figure plus dans les différentes versions du DTU 64.1 publiées après celui de 1992 ?

L'objectif de la mission confiée au Cemagref par l'ONEMA, en 2009, consiste justement à tenter de répondre explicitement à cette question et à déterminer si ce dispositif "mérite" de rester dans la réglementation.

II. CONCEPTION - DIMENSIONNEMENT

La Figure 1 extraite du DTU 64.1 de décembre 1992 précise ces divers points. L'appellation retenue dans le DTU de 1992 est différente puisqu'on parle de "filtre à sable horizontal".

Le dimensionnement (cf. annexe 4 du DTU "guide pour le choix de la filière d'assainissement autonome" - 2,25 Filtre à sable horizontal, page 52) concerne exclusivement la largeur du front de répartition en fonction du nombre de pièces principales [PP] qui correspond au nombre de chambres + 2, sachant que la "longueur du cheminement" est constante et fixée à 5,5 m :

- 6 mètres pour 4 PP, soit une surface utile de 33 m²,
- 8 mètres pour 5 PP, soit une surface utile de 44 m²,
- 9 mètres pour 6 PP, soit une surface utile de 49,5 m²,
- 1 mètre est ajouté au front de répartition par chambre supplémentaire avec une limite de 13 m équivalente à 8 chambres.

Nulle part il n'est mentionné la possibilité d'avoir des lits filtrants horizontaux non drainés. On notera pourtant que l'étanchéité du dispositif ne constitue pas une exigence forte, elle n'est pas mentionnée dans l'arrêté et elle est requise dans le DTU lorsque la fouille se trouve dans une roche fissurée. De plus, il ne s'agit pas d'une géomembrane mais d'un film polyane (en polyéthylène basse densité d'une épaisseur de 200 µm ou de résistance équivalente pour éviter les risques de poinçonnement ou de déchirement). Ce film est bien sûr supposé être imperméable, mais sa tenue dans le temps ne saurait être garantie étant donné qu'il ne repose pas sur un feutre anti-poinçonnement. Les rédacteurs du document ne maîtrisaient pas toutes les données techniques puisque ce film était lui-même censé éviter les risques de poinçonnement ou de déchirement, ce qui est bien trop présomptueux pour une feuille aussi fine et pas très robuste !

Dans ces conditions, cela explique la difficulté rencontrée au cours de cette étude à collecter des effluents en sortie de ces filtres afin d'en déterminer les performances épuratoires.

Le fond de fouille doit être plan mais doté d'une pente régulière maximale de 1 % dans le sens du transit.

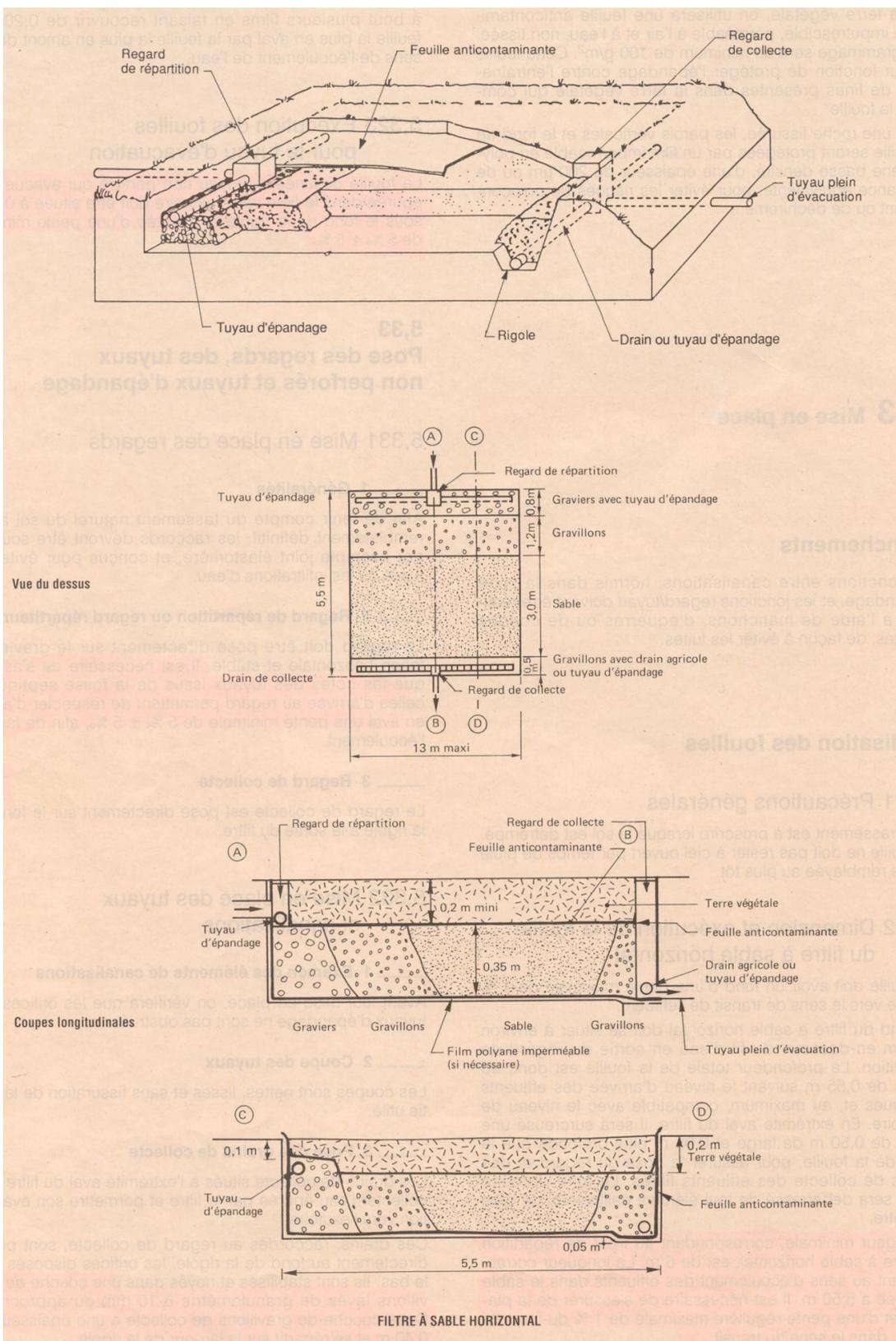


Figure 1 : Extrait du DTU 64.1 reprenant les différentes vues du lit filtrant drainé à flux horizontal

Les schémas de l'éclaté en perspectives et de la coupe longitudinale AB avec une feuille anti-contaminante (géotextile de recouvrement) posée sur le gravier, au même niveau que la base du regard de répartition et du tuyau d'épandage peuvent induire en erreur. Il a été mentionné que cela pouvait conduire à des problèmes de fonctionnement ; donc, la bonne façon de poser ce tube d'épandage est celle du schéma de la coupe CD de la Figure 1 dans laquelle le tube apparaît noyé dans la bande de 0,8 m de gravier en partie amont du lit filtrant.

III. HISTORIQUE

III.1 Contexte général

Le SATESE (Service d'Assistance Technique aux Exploitants de Station d'Épuration) d'Indre et Loire a transmis un texte qu'il a reçu en 2002 de la DDASS² de ce même département qui s'est aussi impliquée, dès les années 1980, dans le développement de ce dispositif de traitement.

Ce document intitulé "le filtre à sable horizontal", vraisemblablement rédigé fin 1982 – début 1983 [pas de date indiquée, mais référence à des résultats obtenus jusqu'en septembre 1982] par Daniel Marchand (ingénieur sanitaire à la DDASS de la Mayenne), fait état de la réalisation du 1^{er} filtre à sable horizontal qui aurait été créé en mai 1978, à La Barre de Monts en Vendée (Figure 2) d'après une idée de M. Gueguen [ingénieur sanitaire de la DRASS Pays de Loire] qui aurait eu l'idée de la "filtration longitudinale".

Ce filtre a été construit avec 2 types de sable qui se succédaient dans le cheminement longitudinal : un sable de Loire sur 1,10 m, suivi d'un sable très fin de dune sur une longueur de 2,20 m. Afin de suivre une éventuelle montée en charge par colmatage à l'interface du(es) sable(s), un piézomètre a été placé en amont dans les cailloux 30/50 mm.

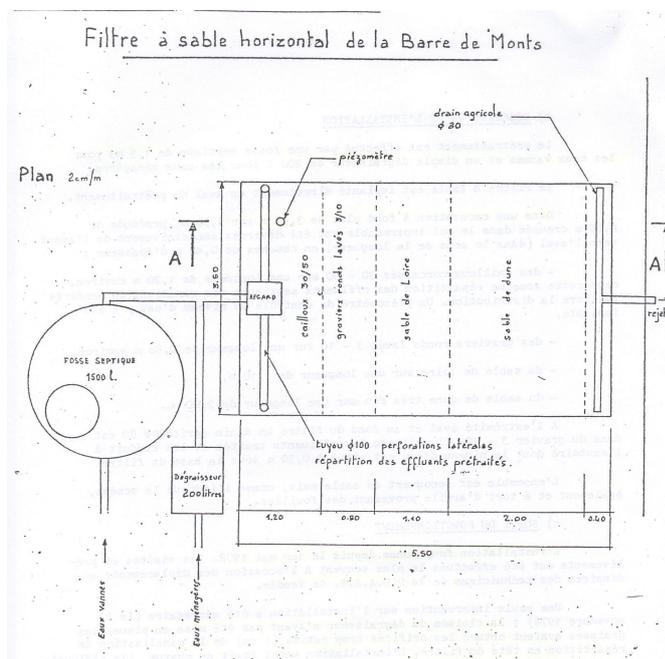


Figure 2 : Vue de dessus du filtre et des équipements amont

D. Marchand précise que la conception de ce filtre ne résultait pas d'études théoriques en laboratoire, mais d'une approche pragmatique à partir d'observations de terrain. Il a été inventé pour répondre à des contraintes d'implantation dont la principale est la faible hauteur disponible entre la sortie des eaux usées de l'habitation et la possibilité de rejet superficiel. Une étude bibliographique portant sur des filtres à sable à flux vertical d'une hauteur limitée à 35 cm aurait révélé des performances épuratoires insuffisantes en raison de courts-circuits hydrauliques.

² DDASS : Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales qui avaient compétence en matière d'assainissement non collectif, jusqu'à ce que cette mission soit transférée aux collectivités en 1992.

Le filtre à sable de La Barre de Monts a fait l'objet d'observations (échantillonnages, analyses, mesure du niveau d'eau dans le piézomètre à différentes charges) régulières pendant 4 ans, de juin 1978 à septembre 1982.

Quelques autres filtres à sable à flux horizontal ont aussi été réalisés dans des départements de l'Ouest (Deux Sèvres, Loire Atlantique, Sarthe et Mayenne) et ont fait l'objet, comme celui de la Barre de Monts, d'un suivi des performances épuratoires mais de façon moins intensive et moins longue. Au total, 42 filtres à sable horizontaux ont été suivis.

III.2 Éléments synthétiques tirés du suivi des premiers LFDH installés

Les filtres à sable horizontaux, correctement réalisés, sont capables de délivrer, de manière fiable, un effluent dont les concentrations respectives en MES et DBO₅ sont inférieures à 30 et 40 mg/L comme cela figurait dans les textes réglementaires jusqu'en 1996.

L'efficacité concernant l'élimination des germes tests de contamination fécale est en revanche variable d'un filtre à l'autre et D. Marchand pense qu'il conviendrait encore de poursuivre les recherches pour garantir un même degré de fiabilité que pour les paramètres physico-chimiques.

Il note également que, sur la plupart des installations, l'étanchéité ne saurait être parfaite et qu'en été, même en terrains réputés imperméables, les rejets superficiels seront faibles ou nuls. Il convient que le rapport ne permet pas de conclure de façon formelle sur la longévité des filtres (le suivi maximum ne va pas au-delà de 4 ans), en dépit d'une confiance croissante de la part des entreprises et des maîtres d'œuvre. D. Marchand estime ensuite le coût d'une installation comportant une fosse septique de 3 m³ et d'un filtre de 8 m de largeur et de 5.5 m de longueur à 9 000F TTC (1 372 € sans réactualisation) et il précise que le sable doit avoir une taille effective [d₁₀] comprise entre 0,25 et 0,60 mm et être soit un sable de rivière, soit un sable de gravière très bien lavé.

Le document présente aussi une représentation schématique qui inspirera ultérieurement le DTU et donne des bases de dimensionnement en fonction de la taille de l'habitation corrélée au nombre de chambres (Figure 3).

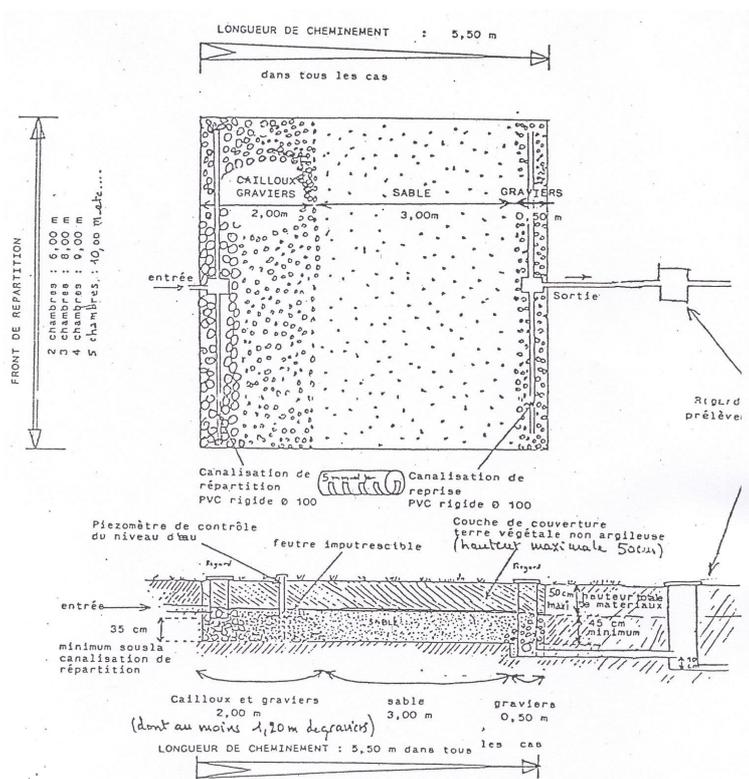


Figure 3 : Schéma d'un filtre à sable horizontal selon D. Marchand

III.3 Introduction du LFDH dans l'arrêté du 14 septembre 1983

Le "lit filtrant drainé à flux horizontal" [terminologie reprise dans l'arrêté] a été introduit pour la 1^{ère} fois dans la réglementation lors de la publication de l'arrêté du 14 septembre 1983 (J.O. du 16/10/1983), il était recommandé après une fosse septique toutes eaux en cas de rejet dans un milieu hydraulique superficiel au même titre qu'un filtre bactérien percolateur. Le dimensionnement du front de répartition est de 6 mètres pour 4 PP, 8 mètres pour 5 PP et on ajoute 1 m par PP supplémentaire.

Un avis de la DDASS était toutefois exigé avant sa réalisation et, si celle-ci exigeait un abattement de la pollution microbienne, il fallait recourir à un lit filtrant drainé à flux vertical (reprenant l'avis de D. Marchand, on supposait donc que les abattements de germes pathogènes ne pouvaient être garantis de manière fiable – *en extrapolant, on suppose donc qu'ils étaient meilleurs dans un ouvrage à flux vertical*).

III.4 Exclusion du LFDH de la révision d'août 1998 du DTU 64.1

Il n'a pas été possible de connaître (aussi bien auprès de l'AFNOR que du CSTB qui assurait le pilotage du groupe chargé d'élaborer cette révision) les raisons pour lesquelles le LFDH a été exclu de la version d'août 1998 du DTU 64.1.

III.5 Arrêté du 7 septembre 2009

L'arrêté du 7 septembre 2009 qui est, sur ce point précis la copie de l'arrêté du 6 mai 1996, décrit les paramètres majeurs de conception : dimensions de la fouille, longueur et nature des successions de granulats utilisés ainsi que la largeur de l'ouvrage. Il reprend également les éléments de dimensionnement de l'arrêté du 14/09/1983 présentés ci-dessus et qui figuraient aussi dans l'arrêté du 6 mai 1996.

Ce constat nous ramène au préambule et à la question posée qui est l'objet de ce travail : le LFDH doit-il demeurer dans la réglementation et si oui, quelles doivent en être les caractéristiques pour garantir localement et de façon fiable la protection de l'environnement ?

IV. DÉMARCHE ADOPTÉE POUR CONDUIRE CETTE ETUDE

IV.1 Recherche de données existantes

A l'occasion de différentes rencontres/colloques organisés par des structures regroupant des SPANC [service public d'assainissement non collectif] (ARTANC pour le bassin Adour-Garonne, GRAIE (groupe de recherche Rhône-Alpes sur les infrastructures et l'eau) fin 2008, des appels à collectes de données ont été lancés.

Le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) a réalisé en 2006, pour le compte de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie, une expertise technique sur le sujet dont le rapport a été demandé.

La DDASS d'Indre et Loire a encouragé la mise en place du lit filtrant drainé à flux horizontal dès lors que les sols ne se prêtaient pas à la réalisation de tranchées d'épandage à faible profondeur. Le SATESE d'Indre et Loire (établissement public de coopération intercommunale [EPCI] qui assure l'assistance technique relative à la mise en œuvre de l'ANC pour les collectivités communales et/ou intercommunales adhérentes) a donc été sollicité étant donné qu'il a supervisé la vérification de près de 3 000 dispositifs de ce type depuis 1997. Jusqu'à cette date, le contrôle des installations d'ANC était assuré par la DDASS.

Courant 2010, le SATESE 37 a fourni 5 DVD de fiches de diagnostics réalisées par plusieurs bureaux d'études entre 2005 et 2009, 341 fiches ont été extraites de plusieurs communes dans lesquelles le nombre de LFDH était diversement distribué. Des priorités de réhabilitation ont été formulées à cette occasion (Annexe X.3), elles ont fait l'objet d'une analyse aussi complète que possible bien qu'étant essentiellement fondées sur des appréciations qualitatives.

Pour améliorer la pertinence des diagnostics sur quelques installations, des observations ont été réalisées sur les performances approximatives obtenues via des languettes semi-quantitatives NO₂-NO₃ et NH₄ et quelques analyses en laboratoire quand il a été possible de recueillir une quantité suffisante d'échantillons (voir exemple de fiche en Annexe X.2).

IV.2 Matériel reçu et premiers constats

A la suite de ces appels, un tableau regroupant les données de 87 sites répartis sur les départements de l'Ariège (12 sites), Pyrénées Atlantiques (6 sites), Lot et Garonne (7 sites), Tarn et Garonne (21 sites), Indre et Loire (40 sites) et Orne (1 site), a été transmis au Cemagref fin mars 2009. Le rapport du CSTB et ses annexes ont été reçus en avril 2009 et les résultats des diagnostics en Indre et Loire mi-avril 2010.

Globalement, il ressortait que le nombre de sites sur lesquels des données combinant la fréquentation de l'habitation et des performances épuratoires était trop faible pour pouvoir tirer quelque conclusion que ce soit. En effet, nous ne disposons de données sur la fréquentation et les performances via les languettes que pour 13 sites seulement (hors Indre et Loire) :

- parmi ceux-ci, 6 donnaient de bons résultats (concentrations en N-NO₃ > concentrations en N-NH₄) pour une surface moyenne de filtre de 43,8 m² (+ ou - 5,8 m²) et une occupation moyenne de 3,0 personnes (+ ou - 0,8) ;
- et, 7 sites avaient des résultats inquiétants (concentrations en N-NO₃ < concentrations en N-NH₄) pour une surface moyenne de filtre de 45,0 m² (+ ou - 6,9 m²) et une occupation moyenne de 3,3 personnes (+ ou - 0,8).

On notera que ce constat est, de surcroît incohérent puisque les meilleurs résultats sont obtenus pour des surfaces légèrement inférieures et un taux d'occupation sensiblement équivalent.

L'étude conduite par le CSTB sur le bassin Artois-Picardie en 2006 s'est focalisée sur 10 sites construits entre 1999 et 2002, implantés dans des terrains peu perméables et garnis pour 7 d'entre eux de sable dont la granulométrie s'intègre au fuseau du DTU 64.1 mais sur sa partie gauche (sables fins). La conception et le dimensionnement des dispositifs ont été établis conformément aux règles existantes et les chantiers sont réputés avoir été suivis et contrôlés par le SPANC.

Neuf lits filtrants sont colmatés et posent de sérieux problèmes aux occupants des maisons sur lesquels ils sont connectés. Trois sites présentent des niveaux de boues dans la fosse toutes eaux (FTE) qui dépassent 50 % du volume utile sans que l'on sache si ce facteur est à l'origine des problèmes. Les principales informations sont regroupées en Annexe X.1.

Les colmatages sont logiquement localisés à l'interface gravillons/sable et l'étude conclut, d'une part, à la nécessité de reprendre ces sites en les équipant de sables plus grossiers sans qu'il soit possible de dire si cette modification permettrait d'obtenir des performances satisfaisantes et, d'autre part, à la mise en place de filières dérogatoires. Quelques diagrammes (incluant aussi des informations provenant des nouveaux sites étudiés en Indre et Loire) présentent quelques relations relatives au dimensionnement Figures 4 et 5.

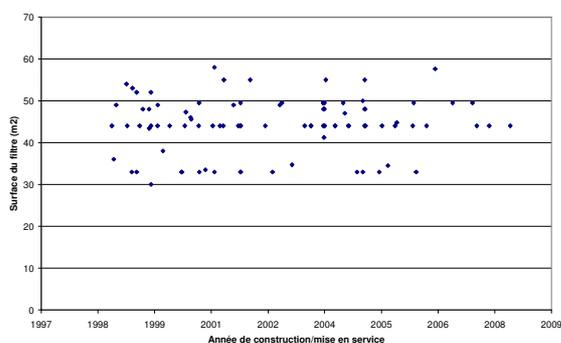


Figure 4 : Surface des filtres versus année de construction

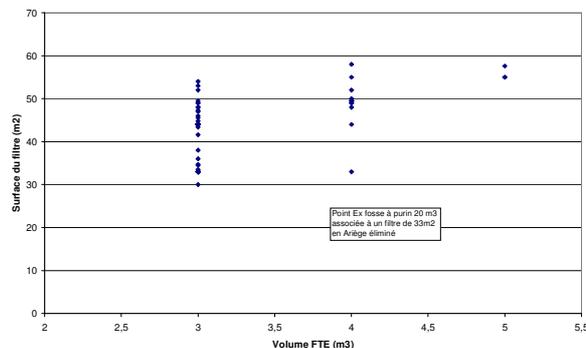


Figure 5 : Surface de filtre versus volume de la FTE

La Figure 4 montre qu'une majorité de filtres a une surface de 44 m² (front de répartition de 8 m de largeur sur la base d'une longueur réglementaire théorique de 5,5 m) quelle que soit l'année de réalisation, mais cette moyenne est encadrée par des filtres de 33 m² (front de répartition de 6 m de largeur, valeur minimale réglementaire) en valeurs basses et un nombre à peu près équivalent qui font plus de 50 m².

La Figure 5 révèle globalement une absence de cohérence entre le volume du prétraitement et la surface des filtres, même si quelques filtres de grande taille (≥ 55 m²) sont logiquement associés à des fosses de 4 et 5 m³. Les volumes des FTE, toujours supérieurs ou égaux à 3 m³, montrent bien que la fosse reçoit la totalité des eaux à traiter et non pas seulement des eaux vannes. Ceci est logique compte tenu de l'âge des dispositifs dans les données recueillies, de l'ordre d'une dizaine d'années pour les plus anciens.

IV.3 Nécessité de procéder à des observations complémentaires

Face à l'impossibilité de conclure sur l'aptitude de cette filière à délivrer un effluent conforme aux exigences de rejet dans le milieu superficiel tout en présentant une longévité de fonctionnement qui satisfasse les usagers qui l'ont choisie (ou acceptée quand il n'était guère possible de faire autrement sans recourir à un poste de relèvement), il a été décidé de procéder à des observations complémentaires.

Le Cemagref a donc décidé d'utiliser les outils non destructifs mis au point pour Veolia-Eau (procédure INVESTIG+[®] - voir description plus loin) pour tenter de recueillir plus d'informations sur le fonctionnement de ces lits filtrants. Beaucoup d'installations existent dans le département d'Indre et Loire et il est facile de s'y procurer des sables de Loire roulés et lavés, réputés conformes à la fois au fuseau du DTU et aux recommandations plus strictes édictées par le Cemagref (notamment en matière de teneurs en fines). C'est donc en concertation avec le SATESE d'Indre et Loire qu'a été organisée une nouvelle campagne d'investigation du 15 au 19 juin 2009.

Parallèlement, un nouvel appel a été lancé aux SPANC pour qu'ils continuent à recueillir des informations sur des installations réalisées avec des sables plus grossiers.

V. ANALYSE DU DEVELOPPEMENT ET DU FONCTIONNEMENT DES LFDH RECENSES SUR QUELQUES COMMUNES DU DEPARTEMENT D'INDRE ET LOIRE

V.1 Détermination globale des priorités de renouvellement

Le SATESE 37 a transmis le résultat des investigations réalisées (sous sa tutelle, avec un cahier des charges défini) par 5 prestataires qui ont diagnostiqué les installations d'ANC sur 257 communes du département d'Indre et Loire. A l'issue de ces visites réalisées au cours des années 2006, 2007 et 2008, 4 niveaux de priorités de réhabilitation ont été définis comme le montre le tableau reporté en Annexe X.3.

En raison d'une hétérogénéité des logiciels utilisés par les prestataires pour dépouiller ces diagnostics, il n'a malheureusement pas été possible d'examiner l'ensemble des sites. Toutefois, les données ont été analysées via des tableaux Excel préexistants sur 10 communes (Abilly, Genillé, Langeais, Loches, Mazières de Touraine, Nouans les Fontaines, Saint Branches, Sainte Catherine, Saint Michel sur Loire, et Thilouze) totalisant 2211 sites visités. Sur 2 communes supplémentaires Ambillou et Sorigny, seule une synthèse qualitative sous forme d'un fichier texte était disponible, mais il n'était pas fait état de dysfonctionnement de LFDH.

Le Tableau 1 montre que la présence de LFDH est très hétérogène selon les communes. Ceci peut notamment s'expliquer par la nature du sol en place (permettant ou non de recourir au traitement/infiltration sur sol en place), la topographie des lieux (dénivelée entre l'habitation et le point de rejet). Le niveau et la nature des équipements sont aussi des critères importants : par exemple, à Abilly, où l'on n'observe que 2 sites équipés d'un LFDH, plus de la moitié des sites (81) sont : soit partiellement équipés (présence d'un prétraitement et d'un dispositif d'infiltration (puits perdu ou puisard)), soit

disposant de fosses plus ou moins étanches ; ils sont donc classés en priorité haute (niveaux 1 et 2 pour une réhabilitation, d'après la grille de notation réalisée par le SATESE 37³ (Cf. Annexe X.3).

Tableau 1 : Nombre de LFDH parmi les autres dispositifs dans les 10 communes étudiées

Commune	Nbre d'installations (tous types)	LFDH	
		Nombre	%
Abilly	161	2	1,2%
Genillé	331	29	8,8%
Langeais	248	37	14,9%
Loches	242	26	10,7%
Mazières de Touraine	223	24	10,8%
Nouans les Fontaines	200	14	7,0%
Saint Branchs	410	116	28,3%
Saint Michel/Loire	126	10	7,9%
Sainte Catherine de Fierbois	63	21	33,3%
Thilouze	207	62	30,0%
Total sur les 10 communes étudiées	2 211	341	15,4%

Parmi les 341 LFDH comptabilisés dans le Tableau 1, nous constatons que seulement 33 sites sont classés en "Priorité 3 ou 2" (il n'en existe pas en priorité 1) et que la très grande majorité d'entre eux n'exige pas de réhabilitation urgente (Tableau 2).

Tableau 2 : Etat des priorités de renouvellement des LFDH dans les 10 communes étudiées

Commune	LFDH	Priorité 4	Priorité 3	Priorité 2	Absence de priorité
Abilly	2	2	0	0	0
Genillé	29	20	2	1	6
Langeais	37	37	0	0	0
Loches	26	26	0	0	0
Mazières	24	22	2	0	0
Nouans les Fontaines	14	10	1	0	3
Saint Branchs	116	99	10	7	0
Saint Michel/Loire	10	10	0	0	0
Sainte Catherine	21	20	1	0	0
Thilouze	62	53	8	1	0
Total sur les 10 communes étudiées	341	299 (87,7 %)	24 (7,0 %)	9 (2,6 %)	9 (2,6 %)

V.2 Examen de la taille des filtres au regard du nombre de pièces principales et du dimensionnement prévus par les arrêtés de 1996 et 2009

Parmi les 341 LFDH répertoriés dans le Tableau 1, 249 l'étaient avec la mention de la surface du filtre et du nombre de PP directement inscrit ou du nombre de chambres, transformé en PP en ajoutant 2 pièces (salle à manger et salon-séjour).

³ Ceci ne constitue pas une grille de critères nationaux qui seront élaborés plus tard par voie réglementaire.

Sur cet échantillon, 108 installations sont sous-dimensionnées par rapport aux arrêtés, soit 43,4 % et inversement 141 ont une surface qui respecte les recommandations des arrêtés.

Le Tableau 3 montre que les installations de 3, 4 et 5PP sont largement majoritaires et que le dimensionnement de leur filtre respecte la réglementation. Au-delà, la recommandation des arrêtés d'augmenter le front de répartition d'un mètre par PP supplémentaire est peu suivie (installations réalisées avant la mise en place des contrôles de conception et d'exécution).

Tableau 3 : Répartition de la conformité des filtres par rapport aux arrêtés

Nombre de PP	Surface définie par les arrêtés en m ²	Nbre de LFDH correctement dimensionnés (%)	Nbre de LFDH sous-dimensionnés (%)
2 et 3 PP*	Non prévu	8 (88,9)	1 (11,1)
4 PP	33,0	41 (89,1)	5 (10,9)
5 PP	44,0	82 (62,6)	49 (37,4)
6 PP	49,5	10 (18,2)	45 (81,8)
7 PP	55,0	0	6 (100,0)
8 PP	60,5	0	1 (100,0)
9 PP	66,0	0	1 (100,0)

* Une seule installation était notée avec 2 PP mais il doit très certainement s'agir d'une erreur

V.3 Détermination des durées de fonctionnement et des charges spécifiques reçues

A partir des fiches de diagnostic des filtres, il a paru intéressant d'examiner :

- la durée de la période de fonctionnement entre la mise en service du dispositif (définie arbitrairement au début du second semestre de l'année mentionnée dans les dossiers étant donné que seule l'année était connue) et la date du diagnostic,
- la charge spécifique estimée reçue par le LFDH au cours de la période observée ci-dessus en supposant que le nombre d'usagers présents au moment du diagnostic l'était pendant toute la période considérée,
- et de voir si ces 2 paramètres varient selon le niveau de priorité de renouvellement affecté par les bureaux d'études lors du diagnostic.

N'ont été retenus que les couples de données pour lesquels les 2 paramètres retenus ont pu être calculés simultanément afin de tester la normalité des distributions et de savoir si les moyennes ainsi calculées sont significativement différentes. Des tests de normalité de la distribution (droite de Henry et test de Shapiro) ont été réalisés à l'aide du logiciel libre R. Il en ressort que l'échantillon concernant les durées de fonctionnement est normalement distribué mais pas celui des charges spécifiques. Néanmoins, pour ces dernières un test de Student a quand même été effectué et il apparaît que les moyennes calculées pour P4 et P3+P2 sont significativement différentes à un seuil de probabilité de 95 %.

Un simple examen des différentes valeurs des 2 paramètres reportées dans le Tableau 4 pour les 3 priorités montre que les durées de fonctionnement et charges spécifiques s'accroissent logiquement quand on passe successivement de P4 à P3 et P2. Concernant les durées de fonctionnement, on note qu'elles doublent ou presque entre les niveaux P4 et la somme des classements en P3 et P2. Compte-tenu de la non-normalité des charges, nous ne leur prêterons pas une grande attention d'autant plus qu'elles ont été approchées en considérant uniquement les usagers présents au moment du diagnostic et il n'est bien sûr absolument pas évident que cette charge ait été constante pendant toute la durée de fonctionnement. Les charges spécifiques estimées doivent donc être prises comme des valeurs indicatives.

Tableau 4 : Durées de fonctionnement et charges spécifiques* calculées sur des LFDH présents dans les 10 communes du Tableau 1

	Temps écoulé entre mise en service et visite diagnostic (en années)				Charge spécifique moyenne pendant la période de fonctionnement considérée (en g de DCO/m ² /jour)			
	P4	P3	P2	P3+P2	P4	P3	P2	P3+P2
Moyenne	10,86	18,39	21,60	19,78	7,02	8,07	8,69	8,34
Médiane	8,75	19,74	21,49	21,30	7,20	9,00	8,18	8,18
Ecart type	5,93	6,26	1,95	5,05	2,67	2,67	2,70	2,64
Min	0,38	8,01	19,25	8,01	1,64	3,75	5,45	3,75
Max	26,10	26,27	24,54	26,27	16,36	12,00	13,64	13,64
Nbre de valeurs	205	13	10	23	205	13	10	23

* comme précédemment, la charge arrivant dans le LFDH a été estimée à 90 g de DCO/jour/habitant sur la base des résidents mentionnés dans le dossier lors du diagnostic

Accessoirement, on notera que les LFDH installés pour les 8 habitations de 7 PP ou plus, bien que sous-dimensionnés, sont tous notés P4. Le constat est plus mitigé pour les 55 habitations de 6 PP, où l'on observe 49 P4, 5 P3 dont 2 avec mention de colmatage et 1 P2 lié au fait que les eaux vannes ne sont pas correctement raccordées.

VI. CAMPAGNE DE MESURES EN INDRE ET LOIRE EN JUIN 2009

VI.1 Choix des sites

Parmi une liste potentielle de 18 sites, 11 sites étaient garnis de sable 2/4 mm, 4 de sables 0/4 mm et pour 3, nous ne possédions pas d'information sur la qualité du sable. Après avoir expliqué le but des visites et leur principe ne pouvant mettre en péril l'intégrité des lits filtrants, des rendez-vous ont été pris avec les occupants de 12 sites qui acceptaient cette "intrusion" sur leur installation. Sur place, nous avons décidé d'éliminer 3 sites en raison de l'impossibilité d'échantillonner même avec des languettes (prise d'essai de l'ordre de 10 mL).

Il est donc resté 9 sites, 5 avec du sable grossier 2/4 mm et 3 sans savoir a priori la granulométrie et 1 seul avec du 0/4 mm.

VI.2 Investigations réalisées

Une fiche de terrain comprenant notamment un questionnaire permettait de vérifier/compléter les informations sur les équipements en place (voir exemple en Annexe X.2).

Les tests conduits sur ces sites consistent à récupérer les valeurs, en divers points singuliers, obtenues avec divers outils intégrés dans la procédure INVESTIG+® :

- tomographie de résistance électrique pour approcher la répartition spatiale de l'eau sur des transects longitudinaux et transversaux des filtres,
- pénétrométrie pour distinguer la nature des milieux traversés et leur compactage à partir de résistances de pointe obtenues avec pénétromètre dynamique léger,
- géoendoscopie pour la récupération d'images des milieux granulaires traversés afin de déterminer les granulométries par analyse d'images et visualisation du biofilm autour des supports granulaires et la présence éventuelles de zones saturées d'eau et éventuellement colmatées ou en voie de l'être,
- analyse des concentrations en O₂ et CO₂ dans la phase gazeuse des interstices intergranulaires pour mettre en évidence l'activité biologique et les équilibres consommation/renouvellement des gaz à l'intérieur des parties non saturées d'eau du massif filtrant,
- détermination des concentrations en ions ammonium, nitrites et nitrates à l'aide de languettes semi-quantitatives pour déterminer si le filtre est plutôt en conditions de fonctionnement oxydantes (prédominances des formes oxydées d'azote dissous par rapport aux ions ammonium représentatives de conditions réductrices). L'équilibre relatif

des ces formes exprimées en N donne une indication des conditions de fonctionnement satisfaisantes ou non ; le fonctionnement de ce type d'ouvrage est plus fiable quand les formes oxydées prédominent, sans qu'il soit cependant possible d'affirmer que les niveaux de rejet réglementaires sont tenus. Cette assertion est issue des connaissances acquises sur des filtres à écoulement vertical. Il faudrait donc un jeu de données important pour établir ce type de corrélation qui est probablement différente entre un filtre à écoulement horizontal et un filtre à écoulement vertical.

Sous réserve de prélever un volume suffisant d'échantillon *ponctuel* représentatif⁴ de la qualité de sortie de l'installation, un dosage de MES, de DBO₅, de DCO, d'azote Kjeldahl et des formes azotées dissoutes (ions ammonium, nitrites et nitrates) a été réalisé.

Seulement trois échantillons ont ainsi pu être prélevés ; ils ont été stockés au plus 48 heures en glacière avant d'être apportés au Laboratoire de Touraine à Parçay-Meslay pour le dosage de la DBO₅.

Un kit de filtration sous vide avec membrane en fibre de verre pré-pesée a permis de filtrer précisément 250 mL d'eau, puis de conserver la membrane dans une boîte spécifique pour effectuer le passage en étuve à 105°C au laboratoire de Chimie des Eaux du Cemagref puis d'effectuer la pesée finale.

Les échantillons d'environ 500 mL réservés aux dosages des composés azotés et de la DCO ont été acidifiés à pH 2 et conservés en glacière pour analyse au Cemagref.

VI.3 Problèmes rencontrés

L'utilisation du résistivimètre supposé donner une indication sur la répartition globale du liquide dans le filtre n'a pas été possible en raison d'une panne inopinée sur une carte électronique.

Les profils de pénétrométrie (Figure 6) sont assez peu exploitables car, à l'inverse des filtres à sables verticaux drainés, on n'observe pas de valeurs caractéristiques et relativement reproductibles permettant de distinguer les différentes couches. Les valeurs de résistance de pointe sont, de surcroît, très hétérogènes. Le point 4 a été réalisé à l'extérieur du filtre.

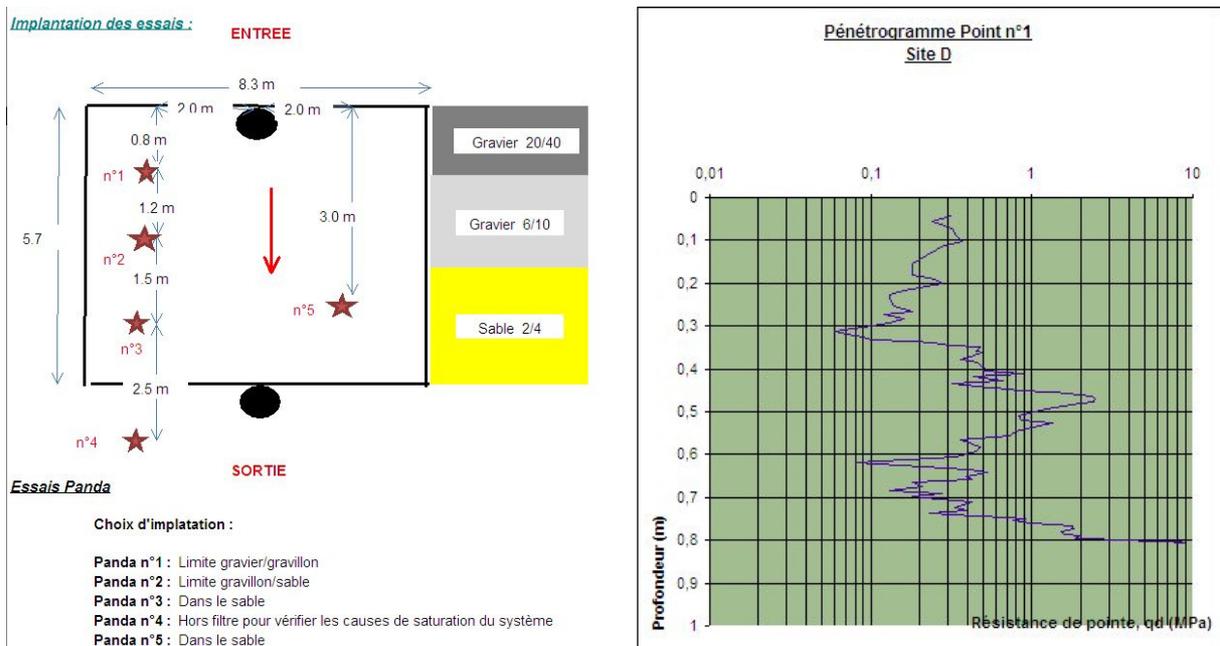


Figure 6 : Implantation des essais pénétrométriques réalisés sur le site D en Indre et Loire et exemple de courbe de résistances de pointe obtenue

⁴ Echantillon dont la composition ne sera pas altérée par le ramassage de dépôts accumulés au cours du temps en fond de regard

Les images réalisées par géoendoscopie ont permis de mettre en évidence les zones saturées (Figure 7) et celles qui ne l'étaient pas. Cependant, dans les zones saturées, les algorithmes ne permettent pas de déterminer les contours des grains et lorsque cela s'ajoute à la faible épaisseur des massifs (environ 0,35 m), le nombre de clichés exploitables pour réaliser les granulométries par analyse d'images est relativement faible. De plus, pour les sables grossiers, la taille limitée des fenêtres (5 mm de largeur) des tiges métalliques dans lesquelles se déplacent la source lumineuse et la fenêtre de l'objectif qui capte les images relayées vers le système d'acquisition d'images de l'endoscope induit une difficulté d'appréciation du d_{10} et du d_{60} . Donc, ces 2 paramètres sont obtenus avec une forte incertitude qui ne permet pas de comparer les résultats à des courbes obtenues par tamisage. A plus ou moins long terme, la détermination des sables de grosse granulométrie pourrait être améliorée en reconstituant des parties manquantes des grains avant de calculer leurs dimensions. Les collègues de Polytech Clermont-Ferrand sont déjà confrontés à des problèmes similaires pour d'autres applications et les résoudre probablement.

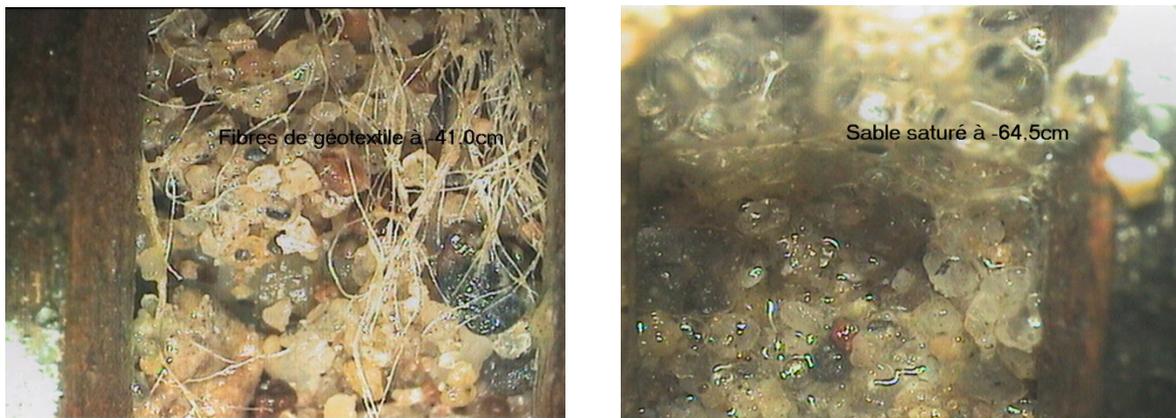


Figure 7 : Exemple d'images prises sur un des filtres montrant le géotextile en haut du filtre (sous la terre végétale) et le sable saturé environ 23 cm au-dessous sur le site D

VI.4 Résultats obtenus

* Principales caractéristiques des sites étudiés

Elles sont résumées dans le Tableau 5 ainsi que dans les Figure 8 et Figure 9. Entre ces 2 dernières, on voit bien, notamment pour le site B qui présente la surface la plus grande du lot, la différence qui existe entre les capacités d'accueil de l'habitation et la charge reçue au moment des mesures en fonction de l'évolution de la composition de la famille. Néanmoins, le dimensionnement au regard du nombre de PP garde sa cohérence dans la mesure où la durée de vie potentielle des dispositifs doit s'échelonner sur environ 2 décades.

Tableau 5 : Caractéristiques principales des filtres étudiés en Indre et Loire en juin 2009

Sites	Mise en service de l'installation	Volume FTE (m ³) - Vidange	Surface (m ²) – largeur/longueur (m)	Étanchéification Géomembrane (O/N)	Nbre de personnes raccordées et (PP)	Remarque
A	2006	3	50,4 – 9 x 5,6	Non	2 – (3)	
B	août 2001	5	66 – 11 x 6	Non	2 + 1 WE = 2,14 (6 à 7)	
C	mars 2005	4	49,5 – 9 x 5,5	Non	4 (6)	Pompe après FTE
D	sept. 2000	3	47,3 – 8,3 x 5,7	Non	5 (6)	
E	juillet 2002	3	46,5 – 8,3 x 5,6	?	3 (5)	
F	2006	3 (vid. 3 sem. avant)	33,5 – 6,1 x 5,5	?	2 (3)	
G	2001	3	45,1 – 8,2 x 5,5	?	2 (3)	Pompe après FTE
H	fév. 2006	3	44,8 – 8 x 5,6	?	2 (3)	Pompe après FTE
I	2001	3	33,5 – 6,2 x 5,4	Non	3 (4)	

Le choix d'un lit filtrant à flux horizontal résulte souvent de la faible dénivelée qui existe sur les sites entre la sortie des eaux usées de l'habitation et le point de rejet superficiel. Toutefois, on constate ici qu'une pompe placée à l'aval de la fosse toutes eaux a néanmoins été nécessaire pour alimenter le filtre dans 3 cas.

Pour le site B, qui est très large et, au moment où se déroule cette étude, faiblement chargé (Figure 8), une telle pompe aurait été justifiée pour améliorer la distribution de l'influent de part et d'autre du regard d'alimentation.

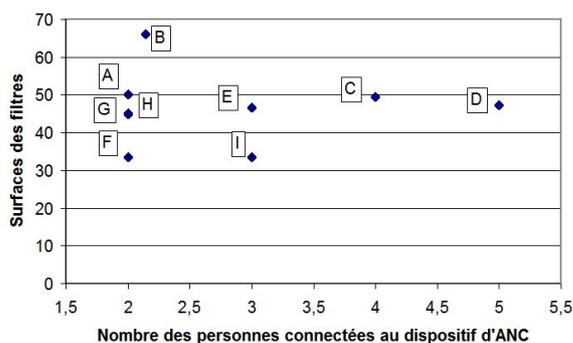


Figure 8 : Surface des lits filtrants et personnes connectées

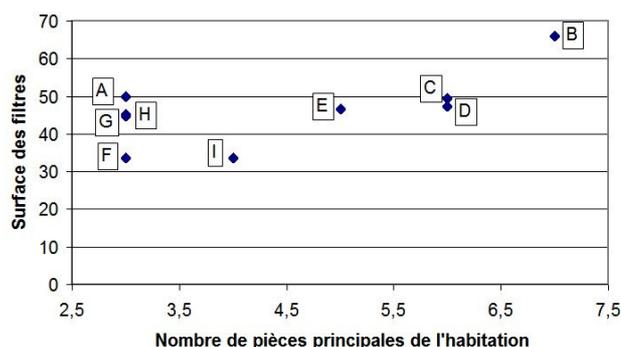


Figure 9 : Surface des lits filtrants et PP de l'habitation

* Granulométries

Le Tableau 6 résume les informations obtenues pour l'ensemble des sites étudiés. Pour les sables de type 2/4 mm, le SATESE a transmis une fiche de la carrière d'un site d'extraction Lafarge à Parçay sur Vienne à partir d'un fuseau mis à jour en 2008 qui propose un 2/4 mm semi-concassé. Ce sable grossier a pu être utilisé pour construire plusieurs lits filtrants à flux horizontal dans le département d'Indre et Loire. La lecture de cette courbe granulométrique indique que ce sable grossier (voire gravillons) présente un d_{10} de 2,22 mm et un d_{60} de 3,48 mm pour un CU de 1,57. On voit donc que la valeur du d_{10} mesurée par analyse d'images est nettement inférieure puisqu'elle se situe entre 0,35 et 0,70 mm. Pourtant, même si la valeur de d_{10} obtenue est impactée par la présence de grains fins, elle permet de différencier les 2 classes de granulats : 0/4 et 2/4 mm. La majeure partie des d_{10} sont groupés, seuls les 2 résultats du site A divergent fortement, même si le 1^{er} d_{10} à 0,35 mm vient logiquement se classer au début de ceux représentant les granulats 2/4 mm.

Tableau 6 : Valeurs des d_{10} et d_{60} obtenus par analyses d'images sur les sites d'Indre et Loire à comparer aux informations sommaires dont disposait le SATESE

Site	Info SATESE	d_{10}	d_{60}
C	"0/4"	0,25 mm	1,80 mm
B	rien	0,25 mm	1,65 mm
D	rien	0,27 mm	3,30 mm
I	rien	0,29 mm	1,20 mm
B	rien	0,30 mm	1,60 mm
C	"0/4"	0,34 mm	3,46 mm
D	rien	0,35 mm	4,10 mm
A	"2/4"	0,35 mm	1,39 mm
H	"2/4"	0,40 mm	1,70 mm
H	"2/4"	0,40 mm	1,80 mm
E	"2/4"	0,43 mm	1,80 mm
E	"2/4"	0,45 mm	2,60 mm
E	"2/4"	0,49 mm	2,20 mm
A	"2/4"	0,57 mm	3,20 mm
F	"2/4"	0,64 mm	3,50 mm
G	"2/4"	0,70 mm	3,60 mm

Concernant les sables de type 0/4 mm et ceux dont on ne savait rien a priori, l'analyse d'images, même imprécise, permet néanmoins de les classer logiquement en 0/4 mm.

*** Dosages des teneurs en oxygène et gaz carbonique**

Il convient d'examiner conjointement le Tableau 7 et la Figure 10. Les calculs ont été effectués sur la base d'un rejet brut de 120 g de DCO/personne raccordée et par jour et d'un abattement dans la FTE de 25 %.

Les filtres des sites C et D, constitués de sable fin (type 0/4 mm) sont les plus chargés, ils présentent tous deux des signes inquiétants de colmatage (surtout le D, au sein duquel il n'a pas été possible d'analyser des poches de gaz au voisinage de l'interface sable/gravier fin). Cela a aussi été le cas sur le filtre I bien que le fonctionnement soit moins critique en raison d'une charge plus faible. Il faut cependant noter qu'ils sont tous deux parmi les installations les plus âgées (environ 9 ans).

Tableau 7 : Concentrations en oxygène et dioxyde de carbone dans la porosité des massifs filtrants, rappel des conditions de fonctionnement et commentaires

Site	Sable	O ₂ % MAX	O ₂ % min	CO ₂ % MAX	CO ₂ % min	Remarques
A	"2/4"	19,6	18,6	3,6	2,4	Filtre jeune et sous chargé (2 personnes pour 42 m ²)
B	"0/4"	18,5	2,9	14,5	3,2	Très peu d'écoulement en sortie (infiltration possible dans le sol et site peu chargé au regard de sa surface)
C	"0/4"	18,5	0,9	14,5	6	Zones saturées, 4 personnes en permanence
D	"0/4"	Mesures impossibles (beaucoup de zones saturées)				Filtre assez chargé (5 personnes pour 47,3 m ²) Colmatage à l'interface gravillon/sable, auto-construction
E	"2/4"	20	15,7	6	1,6	Filtre en partie sous un appentis, FTE saturée
F	"2/4"	18,8	17,7	5,2	3,6	2 locataires absents la journée, très peu d'écoulement
G	"2/4"	19,7	16,4	5,6	2,2	Filtre ayant l'apparence d'un tertre, très peu d'eau en sortie, mais quelques zones saturées difficilement explicables
H	"2/4"	19,3	17,6	5,6	2,4	Filtre jeune et sous chargé (2 personnes, 42 m ²)
I	"0/4"	Pas de mesures de gaz réalisées (nombreuses zones saturées)				Filtre en voie de colmatage

A partir de la Figure 10, on peut dire qu'avec ce type de sable fin, il ne faudrait pas dépasser 6 g de DCO/m²/jour. En effet, au voisinage de 7 g de DCO/m²/jour, les filtres ont une forte tendance à colmater, comme l'illustre aussi le site C.

On ne peut, en revanche, guère tirer de conclusion des autres sites constitués de sable grossier 2/4 mm, moins chargés.

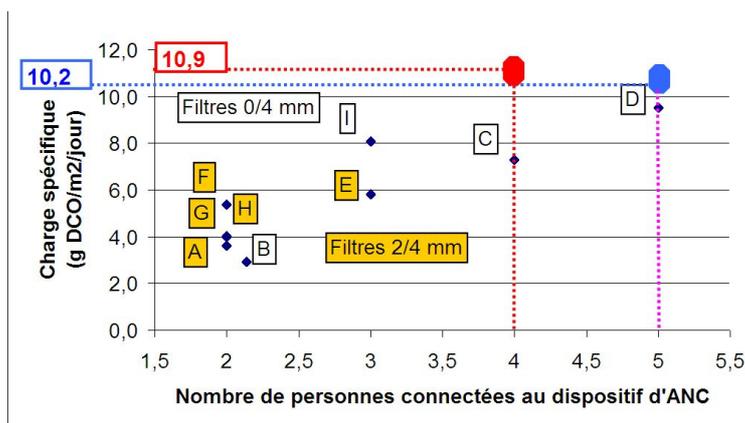


Figure 10 : Charges spécifiques en DCO reçues par les lits filtrants

En appliquant strictement le dimensionnement préconisé dans l'arrêté du 07/09/2009, et sur les mêmes bases de calcul que celles présentées auparavant, si on suppose que des habitations de 4 (en rouge) et 5 (en bleu) PP peuvent héberger 4 et 5 personnes respectivement, la charge spécifique qui arrive sur les lits filtrants s'établit à 10,9 et 10,2 g de DCO/m²/jour avec des surfaces de filtres respectives de 33 et 44 m².

* Performances

Elles sont résumées par le Tableau 8. Seuls 4 filtres (A, D E et I) ont pu faire l'objet de vérification des tests languettes [aussi appelées "bandelettes"] par des analyses (le flux était insuffisant pour échantillonner de façon significative en sortie des autres).

Tableau 8 : Concentrations mesurées en azote dissous avec les languettes et au laboratoire du Cemagref complétées par des paramètres indicatifs de la matière organique totale (particulaire + dissoute)

Site	Sable	Bandelettes (mg/L)			Laboratoire (mg/L)							
		N-NH ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	Somme N dissous	NK	DCO	MES	DBO ₅
A	"2/4"	3,9	0	8,48	0,18	0,01	11,1	11,29	1,4	30*	7	1
B	"0/4"	19,5	0	0								
C	"0/4"	11,7	0	16,9								
D	"0/4"	77,8	0	0	77,8	0,01	0,45	78,26	81,5	191	39,5	61
E	"2/4"	29,2	0,9	39,6	14,8	0,86	44	59,66	18	78	72	5
F	"2/4"	3,9	0,9	8,5								
G	"2/4"	3,9	0,9	16,9								
H	"2/4"											
I	"0/4"	58,4	0,2	8,5	24,8	0,82	4,6	59,66				

* Valeur seuil de limite de signification de la DCO

Des différences parfois importantes et non constantes existent entre les résultats donnés par les languettes et les analyses réalisées au laboratoire que nous ne pouvons pas expliquer à ce stade. Néanmoins, les différences entre formes oxydées et réduites sont respectées et **un diagnostic basé sur cet équilibre aurait une valeur informative**. Sur le seul cas du site D, un excès de sels ammoniacaux se traduit par un dépassement des seuils réglementaires pour un rejet en eaux superficielles. Comme pour les filtres verticaux, le colmatage s'accompagne d'une augmentation du ratio N-NH₄/N-NO₃ en sortie. Mais nous n'avons pas pour les lits filtrants horizontaux suffisamment de mesures pour établir des relations univoques.

La concentration en MES du filtre E est douteuse car il s'agit de surcroît d'un échantillon ponctuel. Cet état de fait illustre cependant la difficulté de réaliser des prélèvements irréprochables dans ce genre d'installations où il n'est pas possible de nettoyer le regard de collecte préalablement, en raison de flux trop faibles sur des installations relativement peu chargées et souvent non étanchéifiées.

En définitive, l'utilisation de sable fin n'est guère recommandable pour obtenir une bonne qualité de rejet de manière fiable pour une durée d'au moins 10 ans qui ne saurait cependant satisfaire des usagers qui ont consenti un investissement assez conséquent et qui souhaitent évidemment une durée de vie sensiblement plus longue.

Si les filtres constitués de sable grossier (2/4 mm) ne présentent pas de signes de dysfonctionnement, il n'est cependant pas possible de statuer sur le bien fondé d'un tel choix étant donné que nous n'avons que 2 sites pour en attester dont un très récent et très peu chargé (site A ayant une charge spécifique de 3,6 g de DCO/m²/jour).

Des mesures complémentaires ont donc été demandées aux SATESE d'Indre et Loire et du Tarn et Garonne qui disposent tous deux d'un parc plus important de lits filtrants réalisés avec du sable grossier.

VII. RESULTATS COMPLEMENTAIRES OBTENUS FIN 2009 EN PROVENANCE DES SATESE 37 ET 82

VII.1 Suivi analytique et/ou avec des languettes semi-quantitatives

Tous les résultats présentés dans le Tableau 9 sont issus de filtres réalisés avec du sable de type 2/4 mm. On peut cependant noter que les filtres d'Indre et Loire proviennent d'un site d'extraction (Parçay) qui délivre des matériaux ayant un d_{10} de 2,2 mm, un d_{60} de 3,5 mm, relativement proches de ceux du site 6 du Tarn et Garonne (Val d'Agenais, d_{10} 2,15 mm et d_{60} 3,3 mm) alors que les autres sites plus anciens de ce même département pourraient avoir été construits avec un matériau un peu plus fin (carrière de Laguépie, d_{10} 1,6 mm et d_{60} 2,8 mm).

Quoiqu'il en soit, tous les résultats d'Indre et Loire sont satisfaisants et ceux des sites du Tarn et Garonne paraissent aussi acceptables (si l'on exclut les biais induits sur les MES par des dépôts dans les regards de sortie) au plan réglementaire. Les excès de N-NH₄ des sites 2 et 5 du Tarn et Garonne ne semblent pas affecter les valeurs de la DBO₅ qui se trouvent sensiblement en dessous de la valeur de 35 mg/L désormais exigée par l'arrêté du 07/09/2009.

Quand des quantités d'effluent suffisantes ont pu être prélevées sans racler le fond ou les parois du regard de collecte, les concentrations en MES mesurées en laboratoire sont inférieures au seuil de 30 mg/L du même arrêté.

Il faudrait disposer d'un nombre de mesures sensiblement plus élevé pour établir une corrélation statistiquement significative (au moins une trentaine de couples de mesures) entre l'équilibre des formes oxydées et réduites de l'azote et les seuils réglementaires en MES et en DBO₅. Cependant, on peut d'ores et déjà penser que la mesure des sels ammoniacaux ainsi que des nitrites et nitrates par des languettes semi-quantitatives constitue un moyen simple et peu onéreux d'apprécier le fonctionnement de tels systèmes. Des vérifications avec de véritables dosages, réalisés en laboratoires par des méthodes normalisées, sont d'ailleurs encore nécessaires pour déterminer des tendances reflétant l'amplitude des écarts qui existent avec les résultats fournis par les languettes.

Toutes ces données pourraient être valablement rassemblées dans une base de données nationale afin de pouvoir en tirer parti.

Tableau 9 : Principales caractéristiques et performances des nouveaux sites étudiés fin 2009 en Indre et Loire (fond jaune) et Tarn et Garonne (fond vert)

Sites	Mise en service	Dimensions	Nbre pers.	Charge Spé. (gDCO/m ² /j)	Film imperméable	N-NH ₄ (mg/L)	N-NO ₂ (mg/L)	N-NO ₃ (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	MES (mg/L)	Observations
1	Mars 2006	44 m ² (8 m x 5,5 m)	3	6,1	Non	0	0	40	4	20	RAS
2	Mars 2006	49,50 m ² (9 m x 5,5 m)	3	5,5	Non	8	0	23	2,9	276	Dépôt minéral dans le regard de prélèvement
3	Janv. 2006	54 m ² (9,6 m x 5,6 m)	2	3,3	Non	0	0	23	-	-	RAS
4	Oct. 2007	34 m ² (6 m x 5,7 m)	2	5,3	Oui	1,7	0,30	157	1,9	10	RAS
5	Nov. 2002	50 m ² (9 m x 5,6 m)	3	5,4	Oui	11,9	0,07	23	1,7	3	RAS
6	Sept. 2004	45 m ² (8,1 m x 5,6 m)	4	8,0	Non	11,6	0,04	5,5	3,6	10	Filtre en charge en raison d'une obstruction du busage communal
7	Mai 2006	47 m ² (8,2 m x 5,7 m)	4	7,7	Non	8	0	23	-	-	RAS
8	Mai 2006	46 m ² (8,1 m x 5,7 m)	4	7,8	Non	8	0,11	28	1,9	28	RAS
9	Oct. 2002	44 m ² (8 m x 5,50 m)	3	6,1	Non	4	0	17	-	-	RAS
10	Déc. 2002	55 m ² (10 m x 5,50 m)	4	6,5	Non	8	0	17			RAS
11	Nov. 2004	44 m ² (8 m x 5,50 m)	4	8,2	Non	7,9	0,12	83	6,3	21	RAS
12	Nov. 2003	54 m ²	4	6,7	Oui	7,8	-	33,9	< 2	< 5	
13	Nov. 2005	47 m ²	2	3,8	Non	38,9	-	33,9	8	115	Dépôt minéral dans le regard de prélèvement
14	Aout 2004	48 m ²	4	7,5	Non	19,5	-	33,9	2	244	Dépôt minéral dans le regard de prélèvement
15	Nov. 2003	44 m ²	4	8,2	Oui	38,9	-	2,3	5	< 5	
16	Mai 2004	50 m ²	3	5,4	Non	58,4	-	45,2	13	28	
17	Juillet 2006	46 m ²	3	5,9	Oui	3,9	-	56,9	4	< 5	

Résultats analytiques : en rouge = dosages au laboratoire, en noir = tests avec languettes semi-quantitatives

Enfin, signalons qu'il faut plusieurs mesures sur un même dispositif pour déceler un colmatage progressif. Les concentrations des paramètres de sortie ne se dégradent que lorsque le système est sérieusement colmaté.

VII.2 Commentaires supplémentaires transmis par le SATESE 37

*** Contentieux relatifs à des LFDH**

Depuis qu'il a récupéré la compétence ANC en 1997, le SATESE 37 a été sollicité pour 9 cas de contentieux :

1. 1 cas pour une contre-pente du fond de fouille ayant entraîné une stagnation d'eau sur environ 1/3 du filtre,
2. 3 cas relatifs au mauvais entretien des ouvrages de prétraitement (absence de vidange de la fosse toutes eaux et absence d'entretien du pré-filtre garni de pouzzolane) : présence importante de boues, départ du chapeau de graisses dans le regard de répartition (colmatage sur les 5 premiers centimètres de sable, le reste du sable était propre),
3. 3 cas (non contrôlés par le SATESE) concernant la mise en œuvre de l'évacuation : 2 pour des tuyaux d'évacuation plus hauts que les tuyaux de collecte et absence de rigole de collecte (stagnation d'eaux dans le filtre et colmatage) et 1 suite à la mise en charge importante de la canalisation d'évacuation du filtre (mise en charge régulière d'un fossé non entretenu),
4. 1 cas du fait d'un regard de répartition ayant basculé sur le côté (passage de véhicule à proximité et sur le regard). Un seul côté du filtre était alimenté. De plus, l'absence d'entretien de la fosse toutes eaux (6 ans sans vidange) a occasionné la présence de boues dans le regard de répartition,
5. 1 contentieux suite à un recouvrement important du filtre à sable (environ 50 cm) et avec une terre plutôt à tendance argileuse.

*** Autres remarques d'intérêt général**

La bonne qualité des matériaux est un point très sensible qu'il convient sans doute de surveiller de manière plus importante que pour le filtre à sable vertical drainé. Moins les matériaux sont lavés (présence de fines), plus le risque de colmatage est grand mais les contentieux concernant le dysfonctionnement de filtres à sable horizontaux n'ont, jusqu'à présent, pu être attribués uniquement à des matériaux non adaptés et en particulier à un sable trop fin⁵. Aucun contentieux n'a concerné un sable de type 2/4 mm.

VIII. ANALYSE COMPARATIVE DES SURFACES ET VOLUMES DE SABLE MIS EN JEU DANS DES FILTRES A FLUX VERTICAL ET HORIZONTAL

VIII.1 Surface filtrante

Pour un filtre à sable drainé à flux vertical, la surface de sable susceptible de recevoir le flux d'eau prétraitée arrivant de la FTE correspond, théoriquement, à l'ensemble de la surface du massif (soit 5 m² par pièce principale), soit 20 et 25 m² pour une habitation comportant respectivement 4 ou 5 PP.

Pour un lit filtrant drainé à flux horizontal, la surface active est constituée par la coupe transversale du massif, soit une hauteur de 0,35 m multipliée par la largeur du front de répartition (6 ou 8 mètres pour une habitation de 4 ou 5 PP, soit respectivement une surface de 2,1 et 2,8 m²), ce qui donne respectivement des rapports théoriques de surface de 10,5 et 11,2 % pour 4 ou 5 PP.

Sur cette seule base, on voit bien que la marge de fonctionnement est bien plus élevée pour un filtre à sable vertical.

Certes, cette approche peut être considérée comme "assez virtuelle" étant donné qu'en l'état actuel de la composition du dispositif de répartition des eaux usées sur un filtre à flux vertical, il est évident que l'ensemble de sa surface ne peut être mobilisée avec des tubes de distribution de 100 mm de diamètre percés de fentes tous les 15 à 20 cm sur 1/3 de leur circonférence et en l'absence d'alimentation par bâchées (le dispositif ne peut pas être mis en charge pour garantir une équité répartition).

⁵ Ce constat est vraisemblablement à mettre en parallèle avec la disponibilité locale de sables de Loire réputés bien adaptés pour la confection de massifs filtrants pour l'épuration des eaux usées domestiques.

Toutefois, le même reproche peut être fait au LFDH dans la mesure où il est peu probable que toute la surface de la section transversale soit utilisée, surtout quand le massif de sable est constitué de sable 2/4 mm !

Une simulation de la conductivité hydraulique à saturation estimée par la formule de Chapuis avec $d_{10} = 2,2\text{mm}$, donne un $K_{\text{sat}} = 3,07 \cdot 10^{-2}$ m/s. Le profil de la Figure 11 est obtenu pour un taux d'occupation de 3,4 personnes/habitation (taux moyen d'occupation généralement constaté dans des enquêtes portant sur l'ANC), une consommation de 90 L/personne/jour (consommation spécifique souvent relatée dans les mêmes enquêtes) et un front de répartition de 6 m (situation la moins favorable).

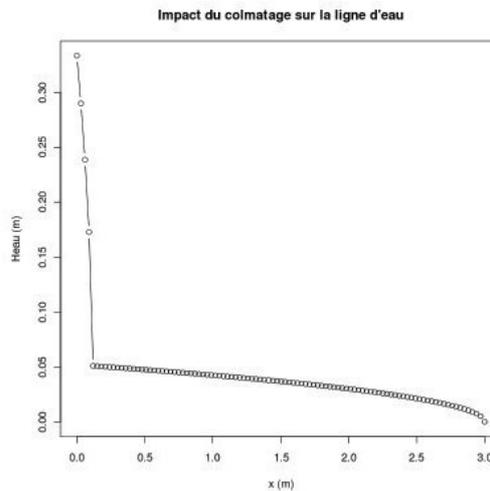


Figure 11 : Aperçu de la ligne d'eau en coupe longitudinale dans un LFDH garni de sable propre 2/4 mm

On voit que la hauteur de la zone saturée à l'interface gravier/sable ne dépasse pas 5 cm, ce qui ne représente qu'environ 14 % de la surface transversale théorique. La simulation indique aussi qu'une hauteur de 30 cm, serait dépassée quand le coefficient K atteindrait une valeur d'environ $3,0 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Néanmoins, face à ce qui peut apparaître comme une marge de sécurité confortable, il ne faut pas oublier qu'une FTE fonctionnant très correctement délivre toujours un effluent chargé de 60 à 100 mg/L de MES, qui s'accumuleront au fond de l'ouvrage et préférentiellement à l'interface gravier/sable. Se trouvant continuellement en conditions saturées (et donc en anaérobiose), il n'est pas évident que ces MES puissent se minéraliser correctement et régresser "pour libérer de la conductivité hydraulique", à la différence de ce qui peut se faire sur un filtre vertical où l'eau "peut conquérir de nouveaux territoires" au gré de l'évolution des zones de colmatage dont la localisation et l'amplitude varient en fonction du compactage hydraulique et des charges traitées.

IX. CONCLUSION

Le lit filtrant drainé à flux horizontal [LFDH] est un dispositif d'assainissement non collectif qui a vu le jour à la fin des années 1970 à la faveur de l'engagement d'ingénieurs sanitaires de départements de l'Ouest (Vendée, Mayenne, ...) qui cherchaient un système pouvant s'implanter aisément en cas de faible dénivellée entre la sortie des eaux usées de l'habitation et le rejet de l'effluent traité dans le milieu superficiel.

Issu d'une approche empirique, ce dispositif a connu un développement assez rapide dans les deux départements d'origine et ceux qui leur étaient proches puisqu'une synthèse, vraisemblablement écrite fin 1982 - début 1983 faisait état de 42 sites ainsi équipés et suivis de façon plus ou moins poussée.

Les relatifs bons résultats obtenus en quelques années ont présidé à son introduction dans l'arrêté du 14 septembre 1983. Dans la foulée, mais sans que nous ne sachions précisément à ce jour à quel moment, il a été intégré dans la norme expérimentale P 16-603, référence DTU 64.1 de décembre 1992.

Mais curieusement, lors de la révision suivante de cette dernière, le LFDH n'a pas été repris dans la version d'août 1998. Nous n'avons malheureusement pas pu retrouver trace des raisons qui ont induit cette exclusion.

Parallèlement, dans le département d'Indre et Loire où ce filtre jouissait d'une bonne réputation en raison d'avantages comparatifs avec les caractéristiques des filtres à sable à flux vertical (profondeur de fouille réduite, proximité de la surface et accessibilité des matériaux, surface de contact importante avec le sol), son expansion a également décliné et il n'est recommandé que lorsqu'il n'est pas possible de mettre en place un autre dispositif.

Dans le cadre d'une étude confiée au CSTB en 2006, plusieurs colmatages ont aussi été rapportés dans le bassin Artois-Picardie, dès lors que les filtres étaient étanchés artificiellement avec un film imperméable ou implantés dans des zones très humides (en permanence ou de façon intermittente). C'est donc pour tenter de faire un point sur cet ouvrage désormais controversé que le Cemagref s'est vu confier une mission d'investigation sur son fonctionnement.

Une enquête auprès de plusieurs SPANC dans diverses régions de France a montré que les données combinant performances épuratoires, nature du sable utilisé et fréquentation permettant d'approcher les charges réellement traitées, étaient très fragmentaires et ne permettaient pas de conclure sur des bases scientifiquement étayées.

A partir de l'examen des dossiers de 10 communes d'Indre et Loire (Tableau 2 et Tableau 4), la grande majorité des LFDH diagnostiqués (87,7 %) ne présentent pas de dysfonctionnement (LFDH âgés de 4,5 mois à 26 ans et recevant une charge moyenne d'environ 7,0 g de DCO/m²/jour), seulement 9 LFDH (soit 2,6 % nécessitent une réhabilitation à court terme (LFDH âgés de 19,2 à 24,5 ans et recevant une charge moyenne d'environ 8,7 g de DCO/m²/jour).

Cependant, une investigation plus fine sur une dizaine de sites du département d'Indre et Loire a révélé que les performances sont sensiblement meilleures et les risques de colmatage diminués quand du sable très grossier, type 2/4 mm (d_{10} d'environ 2,2 mm et d_{60} d'environ 3,5 mm) est utilisé dans les 3 mètres dédiés à la mise en place de ce matériau, par comparaison avec des sables plus fins généralement choisis pour des filtres à flux vertical.

Mais, le trop faible nombre d'installations nous a conduit à demander aux SATESE d'Indre et Loire et du Tarn et Garonne de tenter de rassembler des informations complémentaires sur le fonctionnement de filtres exclusivement réalisés en sable de type 2/4 mm. Des données issues de seulement 17 installations ont été rassemblées. Les performances obtenues et appréciées via des languettes de dosage semi-quantitatif des nitrites – nitrates et sels ammoniacaux et parfois appuyées par des analyses (quand les volumes nécessaires ont pu être prélevés en sortie des filtres) des mêmes paramètres et des dosages en parallèle de DBO₅ et de MES, confirment l'obtention de résultats satisfaisants. Mais l'âge des installations étudiées n'excède pas 7 ans (le filtre le plus ancien étudié date d'octobre 2002 : Indre et Loire) et la majeure partie d'entre elles a moins de 5 ans.

En outre, la charge spécifique reçue par ces filtres n'excède pas 8,2 g de DCO/m²/jour (calculée sur la base de l'occupation au moment où le diagnostic a été réalisé), alors que l'application des bases de dimensionnement préconisées dans l'arrêté du 7 septembre 2009 conduirait, si les habitations étaient occupées au maximum de leurs capacités, à des charges spécifiques de 10,2 et 10,9 g de DCO/m²/jour, respectivement pour des habitations de 5 et 4 pièces principales.

A ce jour, compte-tenu des éléments dont nous disposons, il paraît absolument nécessaire d'introduire, à *minima*, les modifications suivantes pour le dimensionnement et la conception des LFDH qui seront construits dès lors que les modifications proposées auront été intégrées à l'arrêté du 7 septembre 2009 et s'imposeront pour la réalisation de nouvelles installations :

- dans la partie dédiée à la mise en place du sable, il convient de remplacer ce dernier par des sables siliceux roulés de type 2/4 mm (d_{10} d'environ 2,2 mm, CU ≤ 5) propres et ne contenant pas plus de 3 % de fines < 0,063 mm,
- le front de répartition ne sera jamais inférieur à 8 mètres de large pour 4 PP (44 m²) et 9 mètres pour 5 PP (49,5 m²), ce qui ramènera la charge spécifique maximale pour une habitation de respectivement 4 et 5 PP à environ 8,2 et 9,1 g de DCO/m²/jour. Toutefois

pour 5 PP, si on augmentait la largeur du front de répartition à 10 m, la charge spécifique maximale n'excéderait jamais 8,2 g de DCO/m²/jour. Elle serait donc égale à celle calculée pour 4 PP. De plus, ceci permettrait de ne pas excéder les domaines de charge moyens estimés des filtres devant être réhabilités à court terme en Indre et Loire (Tableau 4) ainsi que les charges spécifiques les plus élevées trouvées dans le Tableau 9 (site 11 en Indre et Loire et site 15 dans le Tarn et Garonne),

- si une alimentation gravitaire le permet, la distribution de l'eau dans les 2 tuyaux d'épandage de chaque côté du regard de répartition, sera améliorée au moyen d'un dispositif d'alimentation par bâchées pouvant fonctionner avec une faible dénivellée (l'obligation de mettre en place un poste de relevage débouchera le plus souvent sur le choix d'un autre dispositif de traitement [Filtre à sable vertical drainé, notamment]),
- la mise en place du LFDH sera interdite dans des zones en permanence humides (remontées de nappes saisonnières, sol de type gley, ou présentant des traces importantes d'hydromorphie (bigarrures caractéristiques des conditions d'oxydation et de réduction des sels de fer) car cela perturbe son fonctionnement, comme cela a été constaté en Artois-Picardie,
- comme le prévoit le DTU de décembre 1992, un film imperméable couvrant les parois verticales et le fond de fouille sera mis en place lorsque le filtre doit être installé sur une roche fissurée. Ce film aura toutefois une épaisseur minimale de 400 µm (norme XP DTU 64.1 de mars 2007 et non plus 200 µm, comme cela était prévu dans le DTU de 1992). De plus, ce film reposera sur un feutre anti-poinçonnement pour éviter qu'il ne soit percé par des arêtes pointues de la roche sur la quelle il est supposé être mis en place,
- la pente du fond de fouille, prévue dans le DTU de décembre 1992 à 1 % maximum, pourra être légèrement accentuée jusqu'à 2 %, car il est apparu que ceci favorisait l'écoulement gravitaire de l'eau vers l'aval et était susceptible d'enrayer un colmatage précoce. Les matériaux seront aplanis sur toute la surface de la fouille de façon à ce que la hauteur de terre végétale n'excède pas 20 cm. Un géotextile de recouvrement adapté (Cf. page 10 de la partie 1-2 "Critères généraux de choix de matériaux" du DTU de mars 2007) sera posé sur la totalité des matériaux apportés, il débordera de 10 cm minimum sur les parois de la fouille (voir coupe CD du schéma extrait du DTU de décembre 1992⁶).

Cette étude a permis d'avancer sur quelques éléments de conception et de dimensionnement visant à fiabiliser le fonctionnement des LFDH. Mais la collecte d'informations étayées par des mesures de performances fiables et une description suffisamment précise des installations et de leurs conditions de fonctionnement sont encore nécessaires pour valider les modifications proposées ou les modifier à nouveau. Ces points pourraient notamment être approfondis dans le cadre du plan d'action pour l'ANC et la mise en place d'une base de données nationale.

Il pourrait aussi valablement s'y ajouter une étude sur la disponibilité des sables recommandés ci-avant, et des études plus détaillées sur sites afin de voir si des sables concassés peuvent se substituer aux sables roulés dont l'approvisionnement est très difficile dans certaines régions.

⁶ Comme cela a déjà été signalé au début du document, la coupe AB laisse penser que la feuille anti-contaminante vient se poser au même niveau que la base du regard et des tubes de répartition. Mais comme cela a pu être à l'origine de dysfonctionnements, il faut que cette feuille soit aussi posée sur un "bourrelet de graviers" comme cela apparaît sur la coupe CD.

X. ANNEXES

X.1 Annexe 1 : Tableau résumant les informations issues de l'étude CSTB de 2006 en Artois-Picardie

								Remarques
Sortie FTE								
Sites	d ₁₀	d ₆₀	CU	MES	DBO ₅	DCO	N-NH ₄	
A	0,3	0,85	2,83	62	245	453	92	Filtre paraissant moins colmaté que les autres MAIS vidange de la fosse réalisée 1 an auparavant et concentrations sortie FTE normales
B	0,2	0,7	3,50	194	915	1487	225	Pas de vidange FTE 3 m ³ , concentrations élevées (3 ou 4 personnes raccordées)
C	0,35	1,4	4,00	313	650	1087	213	Concentrations sortie FTE anormalement élevées + vidange fréquente bien que faible niveau de boues, pb sur hydraulique de la fosse ??
D	0,24	0,7	2,92	40	225	409	145	Faible épaisseur de boues dans la FTE, traitement primaire OK MAIS 10 cm saturés au fond du filtre mise en service 1999
E	0,2	0,5	2,50	100	925	1671	186	Faible épaisseur de boues dans la FTE mais vidange 2 fois/an ?
F	0,35	1,2	3,43	183	460	1186	210	Aucune vidange des FTE 3 m ³ et concentrations sortie FTE relativement élevées
G	0,35	1,2	3,43	102	460	1373	112	
H	0,2	2	10,00	83	430	1209	151	
I	0,2	2	10,00	142	450	1044	134	
J	0,3	1,2	4,00	59	190	725	79	Filtre paraissant moins colmaté que les autres MAIS vidange de la fosse réalisée 1 an auparavant et concentrations sortie FTE normales

X.2 Annexe 2 : Exemple de fiche de terrain

INFORMATIONS GENERALES	
<i>Propriétaire</i>	
<i>Adresse</i> <i>(Village, code postale):</i>	<i>code</i>

INFORMATIONS CONCERNANT LA VISITE

NOM DU RESPONSABLE:

Nom du technicien:
Date de la visite:
Date de la visite précédente:

INFORMATIONS GENERALES SUR L'INSTALLATION D'ASSAINISSEMENT

DATE DE MISE EN SERVICE :

Nombre de personnes dans l'habitation :
Nombre de pièces principales dans l'habitation :
Consommation annuelle d'eau (m³) :
Conception / Réalisation du filtre :
Superficie:
% de la superficie préconisée:
Avoisinants (présence d'arbres, racines...):
Autres remarques :

EQUIPEMENT

FOSSE TOUTES EAUX :

Capacité (m³)

Film imperméable :
Regard de répartition :
Tuyaux d'épandage : Nombre :
Regard de bouclage :
Drains de collecte : Nombre :
Regard de récupération :
Fosse toutes eaux : Dernière vidange :
Film imperméable :
Regard de récupération : oui non

ESSAIS REALISES

TYPE	Mesures	
	N° des essais ponctuels	N° des profils
PANDA		
Géoendoscopie		
Résistivité		
Mesures de gaz		

POSITION DES SONDAGES

Coordonnées x, y et z

TESTS AVEC LANGUETTES

Concentrations en NH_4 , NO_2 , NO_3

POSIBILITE DE PRELEVER UN ECHANTILLON POUR ANALYSE AU LABORATOIRE

Oui, Non

Si OUI, analyses réalisées : N-NH_4^+ , N-NO_2^- , N-NO_3^- , DCO, DBO_5 , MES, NK

PROBLEMES DE FONCTIONNEMENT CONSTATES

Non, Oui, si Oui nature

X.3 Annexe 3 : Grille de notation des priorités utilisée pour dépouiller les enquêtes réalisées au cours des années 2007-2008 par les prestataires du SATESE 37

GRILLE DE NOTATION	
Dispositif	2 <i>Inconnu ou inexistant</i>
	1 <i>Partiel</i>
	0 <i>Complet</i>
Fonctionnement	2 <i>Insatisfaisant ou gêne pour l'utilisateur (odeurs, nuisances, colmatage, mise en charge, ...)</i>
	1 <i>Aléatoire ou inconnu (risque de gêne pour l'utilisateur, ...)</i>
	0 <i>Satisfaisant</i>
Impact sur le milieu souterrain ou superficiel	2 <i>Élevé</i>
	1 <i>Faible : épisodique ou non démontré</i>
	0 <i>Nul</i>
Risques sanitaires	2 <i>Élevés : rejet en zone sensible, puits, stagnation de plusieurs rejets sur un même site</i>
	1 <i>Faibles : rejet en fossé, rivière, mare, ...</i>
	0 <i>Nuls</i>
Conclusion	 Dispositif (priorité 1) – Dispositif dont la réhabilitation est urgente (note de 7 à 8)
	 Dispositif (priorité 2) – Dispositif dont la réhabilitation est à prévoir (note de 5 à 6)
	 Dispositif (priorité 3) – Dispositif nécessitant des aménagements (note de 3 à 4)
	 Dispositif (priorité 4) - Dispositif acceptable (note de 0 à 2)

Signification des priorités de réhabilitation

Priorités	Intitulé	Signification	Respect de la réglementation
Priorité 1	Réhabilitation urgente	Le dispositif d'assainissement est à refaire en totalité, voire à créer quand il n'existe pas. « L'intérêt général » est souvent le facteur impliquant l'urgence de la réhabilitation en priorité 1.	Non respect : Le classement d'un dispositif dans l'une des 3 premières priorités (P1, P2, P3) signifie que des interventions sont nécessaires pour que l'installation respecte la réglementation (à l'exception de quelques cas en priorité 3).
Priorité 2	Réhabilitation à prévoir		
Priorité 3	Aménagements nécessaires	Ces aménagements intéressent une partie plus ou moins importante du dispositif, qui n'est généralement pas à réhabiliter en totalité.	
Priorité 4	Dispositif acceptable	Le dispositif présente l'ensemble des éléments nécessaires à son bon fonctionnement.	Respect

