



HAL
open science

Assainissement non collectif en France : synthèse du suivi in situ des installations réalisé de 2011 à 2016

L. Olivier, Vivien Dubois, Philippe Branchu, Catherine Boutin, P. Artuit, A. Decout, Ludivine Dubourg, D. Dhumeaux, S. Jousse, C. Leval, et al.

► **To cite this version:**

L. Olivier, Vivien Dubois, Philippe Branchu, Catherine Boutin, P. Artuit, et al.. Assainissement non collectif en France : synthèse du suivi in situ des installations réalisé de 2011 à 2016. TSM. Techniques Sciences Méthodes – Génie urbain, génie rural, 2018, 7-8, pp.83-96. 10.1051/tsm/201807083 . hal-02609227

HAL Id: hal-02609227

<https://hal.inrae.fr/hal-02609227>

Submitted on 16 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

1 **ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF EN FRANCE : SYNTHÈSE DU SUIVI *IN SITU* DES**
2 **INSTALLATIONS RÉALISÉES DE 2011 À 2016**

3 **ON-SITE WASTEWATER TREATMENT IN FRANCE: SUMMARY OF THE IN SITU ASSESSMENT**
4 **CARRIED OUT FROM 2011 TO 2016**

5 **OLIVIER Laurie¹, ARTUIT Pierre², BRANCHU Philippe³, DECOUT Alexandre⁴, DUBOIS Vivien¹,**
6 **DUBOURG Laure⁵, DHUMEAUX Dominique⁶, JOUSSE Sylvie⁷, LEVAL Claire⁸, MOULINE Benoît⁹,**
7 **PORTIER Natacha¹⁰, SOULIAC Laure¹¹, SZABO Cédric⁶, PARISI Sandra¹², BOUTIN Catherine^{1*}**

8 ¹Irstea, UR REVERSAAL, Centre de Lyon-Villeurbanne, 5 rue de la Doua CS20244, 69625
9 Villeurbanne, France

10 ²Conseil Départemental de la Mayenne, ³ Cerema, Direction territoriale Ile de France, ⁴ SPANC de la
11 région de Saint Jacut les pins, Morbihan, ⁵ Charente Eaux, ⁶ Association des Maires Ruraux de
12 France, ⁷ Agence de l'Eau Rhone Méditerranée Corse, ⁸ Agence française pour la biodiversité,
13 ⁹ SATESE du conseil départemental du Calvados, ¹⁰ Communauté d'agglomération de l'Ouest
14 Rhodanien, Rhone, ¹¹ Ministère de la Transition écologique et solidaire,
15 ¹² Agence de l'Eau Loire-Bretagne
16 [*catherine.boutin@irstea.fr](mailto:catherine.boutin@irstea.fr) 04 72 20 87 34

17

18 **CATEGORIE DE L'ARTICLE :** *Recherche appliquée*

19 **FORMAT DE L'ARTICLE :** *Article scientifique/technique*

20 **Résumé**

21 Le suivi *in situ* des installations d'assainissement non collectif (ANC) a duré 6 ans et a permis de
22 collecter 1286 données validées sur 231 installations. Les installations sont classées en 3 familles, 13
23 filières et 33 dispositifs selon des critères liés aux processus d'épuration et aux techniques
24 industrielles développées par les fabricants. Des classes de qualité des eaux usées traitées ont été
25 élaborées, à partir de l'analyse de la réglementation française technique appliquée au traitement des
26 eaux usées. La fréquence d'entretien curatif des installations est analysée par un outil utilisant la
27 logique floue. Ces deux critères sont ensuite analysés conjointement et permettent de qualifier 18 des
28 33 dispositifs évalués. Les auteurs, constitués en groupe national public « suivi *in situ* des installations
29 d'assainissement non collectif », fournissent ainsi des informations objectives d'une vingtaine de
30 dispositifs d'ANC dans leurs conditions réelles de fonctionnement. Les dispositifs qui obtiennent une
31 classe de qualité « acceptable » à la fois pour la qualité des eaux usées traitées et la fréquence
32 d'entretien curatif sont trois dispositifs de la famille CFSF : i) le filtre à sable traditionnel de la filière «
33 sable » (S1) ; deux dispositifs agréés : ii) le dispositif étudié de la filière « végétaux » (FPR) et iii) l'un
34 des deux dispositifs étudiés de la filière « copeaux de coco » (CC2). Ainsi, seulement 12 % des
35 dispositifs agréés étudiés répondent au qualificatif « acceptable » à la fois vis-à-vis de la qualité des
36 eaux usées traitées et de la fréquence d'entretien curatif. Cette étude donne un éclairage scientifique
37 et technique destiné à alimenter la réflexion des responsables des politiques publiques aux diverses
38 échelles du territoire : Commune, Collectivité en charge du service public d'assainissement non
39 collectif (SPANC), Conseil Départemental, Agences de bassin, Ministères en charge de
40 l'assainissement non collectif et Commission Européenne.

41 **Mots-clés** : Assainissement non collectif, entretien curatif, eaux usées traitées, logique floue,
42 statistiques descriptives, suivi *in situ*.

43 **Abstract**

44 An assessment of 1286 validated data from 231 on-site sanitation facilities was carried during 6 years
45 in France. Facilities are classified in 3 families, 13 categories and 33 systems according to sanitation
46 processes and industrial technologies developed by manufacturer. Classes of treated wastewater
47 quality were created based on the analysis of the French regulation used for wastewater treatment.
48 The frequency of curative maintenance is analyzed using fuzzy logic. Then, these two criteria are
49 jointly analyzed and allow assessing 18 systems out of 33. Authors, members of the national public
50 group « assessment of on-site sanitation systems », provide objective information on the quality of
51 treated wastewater and curative maintenance of twenty systems under real operating conditions.
52 Systems that obtain an « acceptable » quality class for both treated wastewater quality and frequency
53 of curative maintenance are all from the BSFM family: i) Traditional sand filter (S1) and 2 approved
54 systems: ii) Constructed wetland system (CW) and iii) One system of the coconut shavings category
55 (CS2). Hence, only 12% of approved systems studied in this project are « acceptable » for both
56 treated wastewater quality and frequency of curative maintenance. This study gives scientific and
57 technical information for political stakeholders at different territory scales: Municipality, Public entities

58 in charge of the on-site sanitation service (SPANC), French departments, Water agencies, Ministry in
59 charge of on-site wastewater treatment and European Commission.

60 **Keywords:** Curative maintenance, descriptive statistics, fuzzy logic, *in situ* assessment, on-site
61 sanitation, treated wastewater.

62 **Introduction**

63 Le suivi *in situ* des installations d'assainissement non collectif [BOUTIN et al., 2017a]¹ s'est déroulé
64 sur une période de 6 ans (2011 à 2016) en mobilisant un grand nombre d'acteurs publics à différentes
65 échelles du territoire : Service Public d'Assainissement Non Collectif (SPANC) en régie, associations
66 de SPANC, Conseils Départementaux, organismes de recherche publics sans oublier les propriétaires
67 des installations suivies. Le regroupement d'un grand nombre de partenaires a permis de réaliser
68 1448 prélèvements sur près de 250 installations en France.

69 Le suivi porte sur des filières réglementaires uniquement, qu'elles soient traditionnelles ou agréées
70 [Ministre d'Etat *et al.*, 2012] et pour lesquelles un point de rejet localisé est accessible pour réaliser un
71 prélèvement. D'autres critères techniques ont été pris en compte dans la sélection des sites
72 (résidence principale, traitement des eaux usées domestiques exclusivement), le type de dispositif ne
73 fait pas partie de ces critères de choix.

74 Les dispositifs avec rejet localisé sont très variés et nombreux : l'étude a porté sur 33 dispositifs
75 différents classés en 13 filières appartenant elles-mêmes à trois familles de traitement : i) les Cultures
76 Fixées sur Support Fin (CFSF), ii) les Cultures Fixées Immergées (CFI) et iii) les Cultures Libres (CL)
77 [BOUTIN et al., 2017].

78 Les 1448 prélèvements réalisés ont abouti à des caractérisations physico-chimiques des eaux usées
79 traitées (matières en suspension (MES), demande chimique en oxygène (DCO), demande biologique
80 en oxygène (DBO₅), azote ammoniacal (N-NH₄⁺), nitrates (N-NO₃⁻) et azote Kjeldahl (NK)) et des
81 informations sur les opérations d'entretien réalisées.

82 Le but de ce suivi *in situ* est de s'assurer de l'adaptation pérenne des installations d'ANC aux charges
83 hydrauliques et organiques émises par les activités des particuliers dans les conditions réelles de vie
84 des ouvrages. De plus, les opérations d'entretien curatifs (c'est-à-dire toutes les opérations relevées,
85 dans le cadre du suivi *in situ*, hors vidange et entretien courant) réalisées sur les installations, ont été
86 étudiées afin d'identifier les éventuels dysfonctionnements.

87 Les situations rencontrées dans le cadre du suivi, aussi diverses soient-elles, sont représentatives de
88 la diversité des situations de l'ANC à l'échelle de l'habitat. En ce sens, les résultats sont extrapolables
89 d'un point de vue technique. Par contre, le jeu de données recueillies n'est en aucun cas représentatif
90 de la situation nationale : le poids relatif des différents dispositifs étudiés est probablement différent de
91 ceux installés sur le territoire français.

¹ En plus du rapport final, les résultats se déclinent sous trois autres formats [BOUTIN et al., 2017b., 2017c, 2017d]. L'ensemble est disponible en ligne : <http://cemadoc.irstea.fr/cemoa/PUB00054553>

92 Pour pouvoir analyser les diverses situations techniques rencontrées, et au vu du nombre très
93 important de données, il a fallu mettre au point et développer des outils appropriés. Un modèle
94 statistique a été créé afin d'analyser et comparer les qualités chimiques des eaux usées traitées. La
95 méthodologie statistique et les résultats sont présentés dans [OLIVIER, 2018]. Ce modèle identifie très
96 souvent le dispositif comme responsable des différences importantes entre les qualités des rejets. De
97 ce fait, et après avoir défini des classes de qualité issues d'une analyse des réglementations
98 techniques existantes tant en assainissement collectif qu'en assainissement non collectif, une étude
99 complémentaire par des statistiques descriptives prend tout son sens.

100 L'entretien curatif des installations a été analysé en utilisant un outil original basé sur la logique floue
101 dont la méthodologie est également présentée dans cet article.

102 Au travers de cet article, la qualité des eaux usées traitées est évaluée par le biais de classes de
103 qualité ainsi que les fréquences d'entretien curatif des installations suivies. Enfin, ces deux aspects
104 sont croisés pour réaliser une analyse conjointe.

105 **1. Matériels**

106 **1.1. Qualité des eaux usées traitées**

107 La collecte des données, la méthodologie de validation des prélèvements et les paramètres analysés
108 sont présentés dans la partie Matériels et Méthodes de [OLIVIER, 2018].

109 Le traitement des données est réalisé sur 1286 prélèvements validés et 231 installations suivies. Ces
110 prélèvements validés ont été classés selon 3 familles, 13 filières et 33 dispositifs (figure 1). Les 3
111 familles en assainissement non collectif sont les CFSF, les CFI et les CL. Chaque famille regroupe
112 différentes filières de traitement qui se déclinent selon des caractéristiques communes de conception
113 telles que le matériau de support pour les CFSF, le support mobile ou fixe des CFI ou encore la
114 présence ou non de décanteur primaire pour les CL.

115 Le dispositif désigne un produit commercialisé par un fabricant d'ANC. Au sein de chaque filière, les
116 dispositifs se distinguent par des aspects techniques spécifiques: la conception, le système d'aération,
117 le nombre de cuves, la profondeur du filtre, etc. Tout au long de cet article, les dispositifs seront
118 présentés de manière anonyme par la dénomination décrite en figure 1.

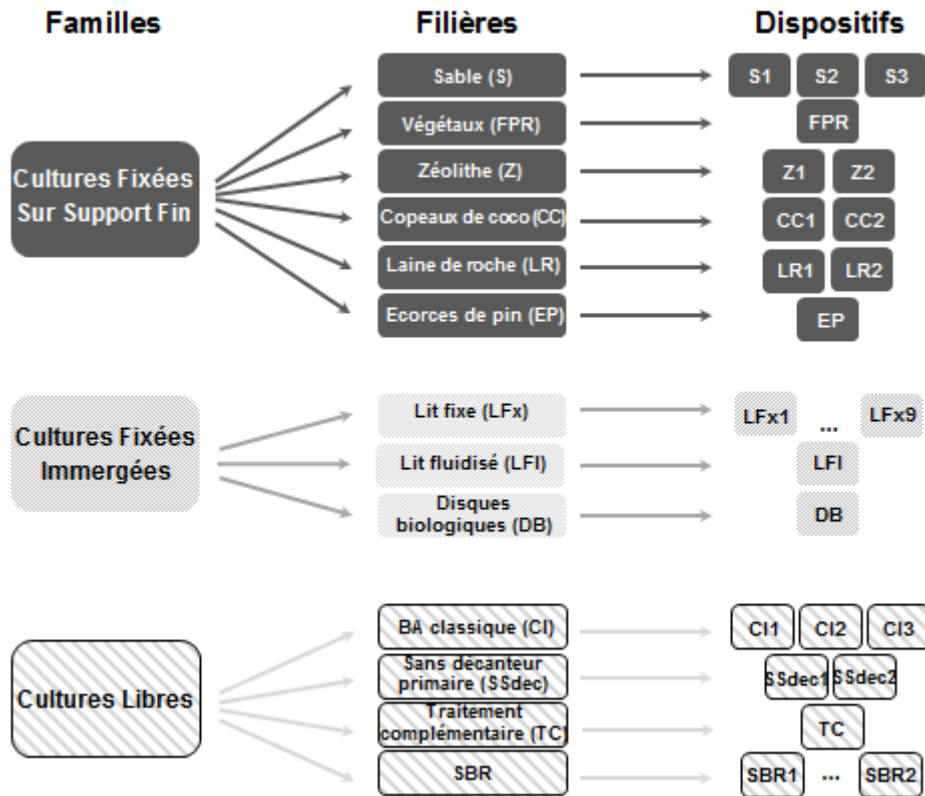


Figure 1 : Représentation des 3 familles, 13 filières et 33 dispositifs

1.2. Entretien « curatif » des installations

Lors de la visite d'une installation, l'agent préleveur remplit une fiche de visite et de prélèvement qui décrit l'état de fonctionnement de l'installation au moment de la visite et répertorie les dernières visites et opérations d'entretien effectuées. En l'absence du particulier, l'information sur l'entretien n'est pas renseignée pour la visite. Il a été constaté que le passage de l'agent préleveur permet de détecter des situations de dysfonctionnement et ainsi de déclencher une intervention, comme par exemple rebrancher un tuyau de recirculation, déboucher une canalisation, ... (tableau I).

Suite à la lecture attentive des commentaires, les opérations d'entretien ont été classées en trois catégories :

- Les opérations d'entretien curatif : Ce sont des opérations réalisées de façon obligatoire, pour éviter les nuisances. Ces opérations regroupent des opérations de réparation, de remplacement de matériel (y compris le média filtrant), de réglages, d'adaptations et de modifications pour assurer le bon fonctionnement des ouvrages.
- Les opérations d'entretien courant : Ce sont des opérations de nettoyage avec ou sans intervention spécifique sur des ouvrages.
- Les opérations de vidange : ces opérations consistent à extraire des sous-produits issus du traitement :
 - Boues pour les dispositifs des CFI et CL
 - Matières de vidange lorsque les sous-produits sont extraits de la fosse toutes eaux

- 140 ○ Dépôt de surface pour les boues déposées en surface du 1^{er} étage de filtres plantés.
141 Seules les données concernant l'entretien curatif ont été étudiées en détail et sont présentées dans
142 cet article.
143 Pour chaque installation, le nombre d'opération d'entretien curatif a été comptabilisé sur une période
144 qui couvre la mise en service de l'installation jusqu'à la fin du suivi. S'il existe une ou plusieurs
145 périodes non renseignées, la période retenue se réduit à celle du recueil d'informations consécutives
146 disponibles.
147 Parmi les 183 installations dont l'entretien curatif est renseigné, 136 installations n'ont eu aucune
148 opération d'entretien curatif et 47 installations ont eu entre 1 et 5 opérations. Au total, ce sont 62
149 opérations qui ont été répertoriées.
150 La liste des opérations d'entretien curatif et les dispositifs associés sont présentés dans le tableau I.

151 **2. Méthodes**

152 **2.1. Qualité des eaux usées traitées**

153 La qualité chimique des eaux usées traitées a été qualifiée au regard de seuils définis spécifiquement
154 dans le cadre de cette étude.

155 En assainissement non collectif, l'Etat a fait le choix, par réglementation, d'autoriser la mise en œuvre
156 des dispositifs qui ont fait leur preuve, notamment vis à vis de la qualité de l'eau usée traitée, sur
157 plate-forme d'essais selon une procédure établie [Annexes 2 et 3 de l'arrêté du 7 septembre 2009
158 modifié par l'arrêté du 7 mars 2012 ; NF EN 12566-3 + A2]. Les critères de qualité de l'eau usée
159 traitée attendus en situation réelle ne sont cependant pas définis. Les agréments ainsi attribués
160 correspondent donc à une « objectif de moyen » (tableau II). A contrario, en assainissement collectif,
161 la réglementation fixe, pour certains paramètres, les objectifs à atteindre pour le rejet de la station
162 d'épuration (tableau II).

163 Les paramètres azotés sont également analysés. La réglementation impose des contraintes très
164 strictes sur ce paramètre lorsque les conditions du milieu récepteur l'imposent, en zones sensibles par
165 exemple. Il n'est pas envisagé de généraliser à l'ANC de telles exigences. Les seuils retenus ont été
166 élaborés sur la base des principaux processus d'oxydation et volatilisation, mis en œuvre dans les
167 dispositifs rencontrés. Ils sont ainsi le reflet des conditions d'oxygénation adaptées aux processus de
168 dégradation mis en œuvre dans les dispositifs rencontrés ; les exigences qui en découlent sont
169 relativement modérées.

170 La nitrification consiste en une oxydation de l'azote sous forme d'ions N-NO_3^- : l'azote Kjeldhal (NK)
171 diminue ainsi que l'azote ammoniacal (N-NH_4^+), les concentrations en nitrates peuvent alors être
172 importantes. Cette oxydation a lieu en présence d'oxygène.

173 La dénitrification consiste en une formation d'azote gazeux (N_2) ; c'est un stade ultime de dégradation,
174 qui, dans les procédés étudiés, utilise l'azote N-NO_3^- c'est-à-dire prend place après la nitrification. Les
175 concentrations résiduelles en nitrates sont donc relativement faibles ainsi que les concentrations en

176 ions ammonium. La dénitrification a lieu en conditions anoxiques (concentration en oxygène très faible
177 à nulle) et en présence d'une quantité suffisante de matière organique.

178 Ces mécanismes de dégradation des formes azotées sont complexes. Toutes les techniques
179 d'épuration ne sont pas conçues pour répondre aux mêmes objectifs de transformation de l'azote.
180 Ainsi, les CFSE, conçues pour fonctionner en présence d'oxygène, assurent une nitrification mais ne
181 sont pas le siège d'une dénitrification contrôlée. Dans cette famille, il existe une exception : celle de la
182 filière « végétaux » dont une partie, conçue pour fonctionner en anoxie, est le siège théorique des
183 processus de dénitrification. En assainissement collectif, les CFI et CL sont conçues, pour dégrader,
184 au moins partiellement, l'azote jusqu'à sa forme gazeuse avec des processus de nitrification et
185 dénitrification.

186 L'analyse est conduite en référence à des seuils différents selon les dispositifs concernés et les
187 processus associés, soit de nitrification, soit de nitrification/dénitrification.

188 Des concentrations résiduelles de NK ou $N-NH_4^+$, respectivement supérieures à 90 mg.L^{-1} et 85 mg.L^{-1}
189 et sur la base d'une concentration initiale en eaux usées brutes évaluée à 145 mg.L^{-1} [Eme, 2015],
190 sont le reflet d'une absence de nitrification; effectivement, la diminution obtenue est attribuée
191 essentiellement à la consommation par les bactéries ayant contribué à dégrader la DBO_5 , en la
192 réduisant de 630 mg.L^{-1} à 70 mg.L^{-1} . La qualité de l'eau usée traitée est alors dite « inacceptable ».

193 La dénitrification est jugée « acceptable » si la concentration résiduelle en ions nitrates est inférieure
194 à 30 mg.L^{-1} et si la concentration résiduelle en ions ammonium est inférieure à 30 mg.L^{-1} ou la
195 concentration résiduelle en NK est inférieure à 33 mg.L^{-1} .

196 En absence de dénitrification, la nitrification est jugée « acceptable » si la concentration en ions
197 nitrates : $N-NO_3^-$ est supérieure à celles en ions ammonium : $N-NH_4^+$. A l'inverse, si les concentrations
198 en ions ammonium : $N-NH_4^+$ étaient supérieures aux concentrations en nitrates : $N-NO_3^-$, la
199 situation devient « médiocre », le faible degré d'oxydation des formes azotées étant un indicateur de
200 la santé du filtre et du risque de passage en conditions anaérobies.

201 En ce qui concerne les paramètres caractéristiques de la pollution carbonée (MES, DCO et DBO_5), les
202 seuils retenus pour une qualité « acceptable » sont les seuils les moins contraignants définis en AC
203 (DCO et DBO_5) excepté pour les MES où le seuil de 30 mg.L^{-1} est choisi selon les « objectifs de
204 moyens » définis en ANC. La qualité sera jugée « inacceptable » si les concentrations sont
205 supérieures aux concentrations rédhitoires. Entre ces 2 valeurs, la qualité est qualifiée de médiocre.

206 Pour chaque paramètre, il en résulte trois classes de qualité mentionnées dans le tableau III.

207 Ensuite, les résultats sont traduits sous forme d'une appréciation globale de qualité des eaux usées
208 traitées. Par sa construction, cette qualification globale de la qualité des eaux usées traitées intègre la
209 présence de fractions résiduelles de pollution (MES, DCO et DBO_5) mais aussi les conditions de
210 dégradations biologiques, spécifiques aux dispositifs nitrifiants ou dénitrifiants (indicateur des
211 paramètres azotés).

212 Pour que la qualification globale des eaux usées traitées soit de classe « acceptable », il convient que
213 conjointement :

- 214 • vis-à-vis des paramètres caractéristiques de la pollution carbonée, 80 % des valeurs de
215 chaque paramètre MES, DCO et DBO₅ soient tous de classe « acceptable » ;
- 216 • vis-à-vis de l'oxydation des formes azotées par voie de nitrification et/ou de nitrification et
217 dénitrification, les exigences sont modestes et reviennent à imposer que 20 % des valeurs
218 soient de classe « acceptable ».

219 La classe de qualité globale retenue est la classe la plus discriminante des quatre classes de chaque
220 percentile précité. Elle est « médiocre » si l'un au moins des 4 percentiles est de classe « médiocre »
221 et les autres sont de classe « acceptable ». Elle est « inacceptable » dès que l'un au moins des 4
222 percentiles est de classe « inacceptable ».

223 Le choix de comparer la concentration correspondant au percentile 80 de la distribution des
224 concentrations en MES, DCO et DBO₅, aux seuils de qualité définis précédemment s'appuie sur la
225 méthodologie appliquée à la définition d'une eau de bonne qualité dans le cadre de la Directive Cadre
226 sur l'Eau [Ministre d'Etat, 2010]. Cela signifie que l'on tolère que 20 % des données soient situées
227 dans la classe de qualité inférieure. Pour l'azote, en raison de son caractère non réglementaire, la
228 tolérance de dépassement du seuil est plus souple et est fixé à 80%.

229 **2.2. Entretien « curatif » des installations**

230 L'analyse des données commentées (recueillies lors des visites chez les particuliers) est réalisée par
231 la logique floue à l'aide du logiciel Fispro [Guillaume et al, 2011] qui a été développé par Irstea (Institut
232 national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture) et l'Inra
233 (Institut national de la recherche agronomique) dont l'objectif est de fournir une note à chaque
234 installation suivant les différentes règles créées qui caractérisent le nombre d'opérations d'entretien
235 curatif réalisées sur une période donnée.

236 La logique floue est utilisée pour modéliser le langage naturel qui ne peut être évalué seulement
237 comme vrai ou faux. Elle permet d'utiliser des concepts linguistiques plus nuancés qui sont modélisés
238 par des ensembles flous et ensuite utilisés dans des programmes de calcul [Guillaume S. et al, 2005].

239 FisPro va créer un système d'inférence flou qui se caractérise par :

- 240 • des variables d'entrée (ensembles flous)
- 241 • des règles définies à dire d'experts
- 242 • une variable de sortie

243 Pour étudier l'entretien curatif des installations, les variables d'entrée du système sont :

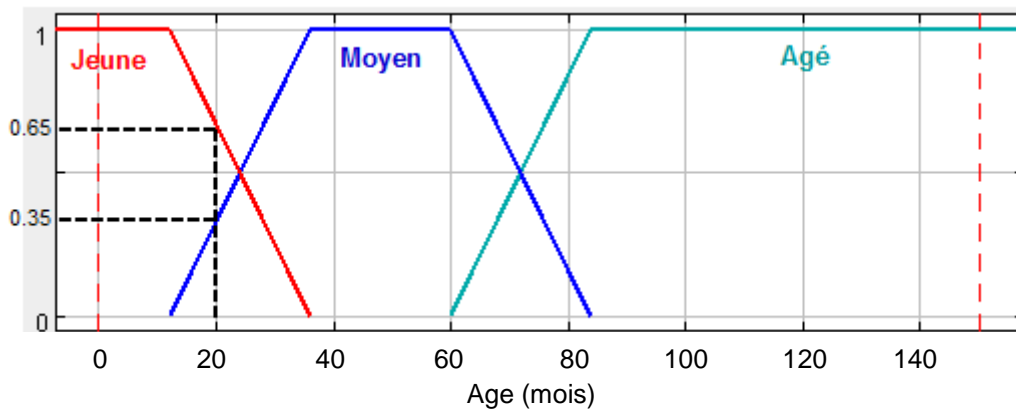
- 244 • l'âge de l'installation en fin de suivi
- 245 • le nombre cumulé d'opérations d'entretien curatif

246 Ces variables sont ensuite partitionnées en plusieurs classes. Pour l'âge des installations, il a été
247 choisi de qualifier de :

- 248 • « jeune » une installation âgée de moins d'un an (< 12 mois) en fin de suivi,
- 249 • « moyen » une installation âgée entre 3 et 5 ans (entre 36 et 60 mois)
- 250 • « âgé » une installation de plus de 7 ans (> 84 mois) en fin de suivi.

251 Les âges intermédiaires appartiendront à plusieurs classes à la fois. Par exemple, de 12 à 35 mois,
252 l'âge de l'installation sera de moins en moins « jeune » et de plus en plus « moyen ». Cette
253 représentation par ensembles flous se fait en définissant les bornes des classes sous FisPro en se
254 basant sur les connaissances expertes disponibles.

255 La figure 2 représente les trois sous-ensembles flous des 3 classes « jeune », « moyen » et « âgé ».
256 La relation entre les classes (« jeune », « moyenne », « âgé ») et les valeurs numériques (en mois) se
257 fait par les degrés d'appartenance aux ensembles flous. Par exemple, une installation âgée de
258 20 mois est considérée comme jeune avec un degré d'appartenance de 0,65 et comme moyenne
259 avec un degré d'appartenance de 0,35. Elle n'est pas considérée comme âgée.



260

261 *Figure 2 : Partitionnement de la variable d'entrée « âge de l'installation en fin de suivi »*

262 Les opérations d'entretien « curatif » réalisées ont été réparties en trois classes, selon un nombre
263 croissant d'opérations:

- 264 • 0 opération d'entretien «curatif»
- 265 • 1 opération d'entretien «curatif»
- 266 • 2 opérations ou plus d'entretien «curatif»

267 L'ensemble des règles floues est créé, à dire d'expert, en se positionnant à la place du propriétaire de
268 l'installation qui a conscience que l'entretien est nécessaire et qu'un minimum d'opérations doit être
269 effectué.

270 Trois niveaux d'acceptabilité de fréquences des opérations d'entretien curatif ont été définis et
271 associés à 3 notes : Acceptable (note de 10/10), médiocre (5/10) et inacceptable (0/10).

272 Les règles floues sont créées en partant du prédicat suivant : le particulier trouve « acceptable » de
273 réaliser une opération d'entretien curatif lorsque son installation a plus de 5 ans. Ces règles ont été
274 créées en absence de lien avec d'éventuelles garanties commerciales (tableau IV).

275 Pour évaluer les fréquences d'entretien curatif d'un dispositif, d'une filière ou d'une famille, la
276 moyenne des notes fournies par l'outil pour chaque installation est calculée ; elle permet de juger
277 l'acceptabilité des fréquences d'entretien curatif définies selon 3 classes.

278 La fréquence d'entretien curatif sera jugée :

- 279 • « acceptable » si la note moyenne est supérieure ou égale à 8.5/10, c'est-à-dire si une
280 opération d'entretien curatif est survenue au bout de 4,3 ans ou plus.
- 281 • « médiocre » si la note est comprise entre 7 et 8.5, c'est-à-dire si une opération d'entretien a
282 été réalisée entre 3.5 et 4.3 années de fonctionnement.
- 283 • « inacceptable » si la note est inférieure à 7/10, ce qui correspond à une opération dans les 3
284 premières années et demi.

285 **3. Résultats et discussion**

286 **3.1. Analyse de la qualité des eaux usées traitées**

287 **3.1.1 Filières**

288 **Filières étudiées de la famille des CFSF**

289 Les filières étudiées « sable », « végétaux » et « copeaux de coco » fournissent une eau usée traitée
290 appartenant à la classe de qualité globale : « acceptable ». A titre d'exemple, les concentrations du
291 80^{ème} percentile en MES sont respectivement de 18, 14 et 30 mg.L⁻¹.

292 La filière « zéolithe » étudiée fournit une eau usée traitée de qualité globale « médiocre » ; c'est la
293 concentration du 80^{ème} percentile en MES qui entraîne ce classement avec une valeur à 68 mg.L⁻¹.

294 La filière « laine de roche » étudiée fournit aussi une eau usée traitée de qualité « médiocre » et ce
295 sont les deux concentrations des percentiles en MES, DBO₅ respectivement de 44 et 48 mg.L⁻¹ et la
296 classe du 20^{ème} percentile des paramètres azotés qui entraînent ce classement.

297 **Filières étudiées de la famille des CFI**

298 Les filières étudiées « lit fixe » et « lit fluidisé » fournissent une eau usée traitée de qualité globale
299 « médiocre » et ce sont les concentrations du 80^{ème} percentile en MES qui entraînent ce classement
300 avec des valeurs à 49 et 84,6 mg.L⁻¹ respectivement pour les filières « lit fixe » et « lit fluidisé ».

301 **Filières étudiées de famille des CL**

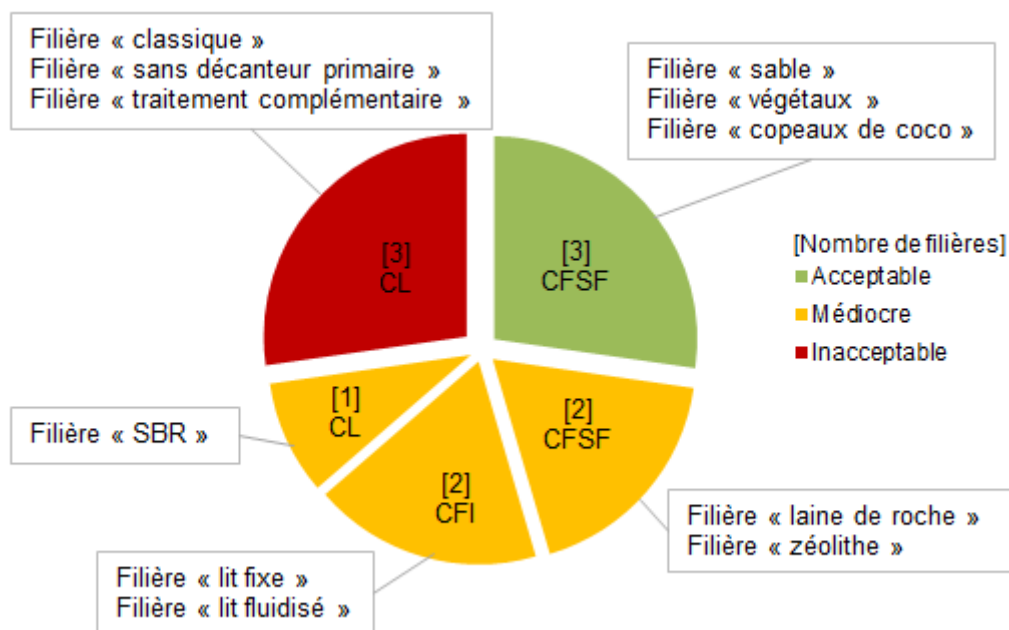
302 La filière « SBR » étudiée fournit une eau usée traitée de meilleure qualité par rapport aux autres
303 filières de cette famille mais sa classe de qualité globale est « médiocre ». C'est la concentration du
304 80^{ème} percentile en MES qui entraîne ce classement avec une valeur de 48 mg.L⁻¹.

305 Les trois autres filières étudiées « traitement complémentaire », « classique » et « sans décanteur
306 primaire » fournissent une eau usée traitée de qualité globale « inacceptable » ; toutes les
307 concentrations du 80^{ème} percentile en MES entraînent ce classement avec des valeurs à 136, 129 et
308 270 mg.L⁻¹ respectivement pour les filières « traitement complémentaire », « classique » et « sans
309 décanteur primaire ». Vis-à-vis de la filière « classique », la concentration du 80^{ème} percentile en DBO₅

310 (48 mg.L⁻¹) est aussi « inacceptable ». Pour la filière « sans décanteur primaire », ce sont les 3
311 percentiles MES, DCO et DBO₅ qui sont dans la classe « inacceptable ».

312 **Qualité globale des eaux usées traitées par les filières**

313 La figure 3 résume la qualité globale des eaux usées traitées pour onze des filières ; les deux autres
314 filières « écorce de pin » de la famille des CFSF et « disques biologiques » de la famille des CFI sont
315 d'un effectif insuffisant (inférieur à 12 prélèvements ou 3 installations, [BOUTIN et al., 2017]) pour
316 pouvoir qualifier la qualité de leurs eaux usées traitées.



317
318 *Figure 3 : Nombre de filières par famille et par classe de qualité globale des eaux usées traitées*

319 3 filières de la famille des CFSF délivrent une eau usée traitée de qualité globale « acceptable », 3
320 filières de la famille des CL délivrent une eau usée traitée de qualité globale « inacceptable » et 5
321 filières classées parmi les 3 familles délivrent une eau usée traitée de qualité globale « médiocre ».

322 Ce classement en filières recouvre à des hétérogénéités dans les classes de qualité des eaux usées
323 traitées issues des dispositifs, c'est pourquoi, l'analyse des dispositifs est également présentée.

324 **3.1.2 Dispositifs**

325 **Dispositifs étudiés de la famille CFSF**

326 Parmi les huit dispositifs étudiés de la famille des CFSF dont le nombre de prélèvements ou
327 d'installations sont suffisants :

- 328 • 3 délivrent une eau usée traitée de qualité globale « acceptable » : ce sont les filtres à sable
329 (S1), les filtres plantés de roseaux (FPR) et le dispositif CC2 de la filière « Copeaux de coco »
330 dont la surface de filtration est proche de 0,80 m²/EH. A titre d'exemple, les concentrations du
331 80^{ème} percentile en MES sont respectivement de 19, 14 et 28 mg.L⁻¹.

- 332 • 1 délivre une eau usée traitée de qualité globale « inacceptable » : il s'agit du dispositif Z1 de
333 la filière « Zéolithe ». La concentration du 80^{ème} percentile en MES entraîne ce classement
334 avec une valeur de 111 mg.L⁻¹.
- 335 • 4 délivrent une eau usée traitée de qualité globale « médiocre ». C'est la concentration du
336 80^{ème} percentile en MES qui entraîne ce classement pour deux dispositifs (CC1 et Z2) des
337 deux filières « copeaux de coco » et « zéolithe » avec respectivement une valeur de 43 et
338 62 mg.L⁻¹. Pour l'un des deux dispositifs (LR2) de la filière « laine de roche », c'est la classe
339 du 20^{ème} percentile en paramètres azotés qui entraîne ce classement ; pour l'autre dispositif
340 de cette même filière (LR1), les quatre percentiles sont dans la classe « médiocre ».

341 **Dispositifs étudiés de la famille CFI**

342 Parmi les sept dispositifs étudiés de la famille des CFI dont le nombre de prélèvement ou d'installation
343 sont suffisants :

- 344 • 2 délivrent une eau usée traitée de qualité globale « acceptable », ce sont les dispositifs LFX1 et
345 LFX9. A titre d'exemple, les concentrations du 80^{ème} percentile en MES sont respectivement de 8
346 et 29 mg.L⁻¹.
- 347 • 1 délivre une eau usée traitée de qualité globale « inacceptable », il s'agit du dispositif LFX3.
348 C'est la concentration du 80^{ème} percentile en DBO₅ qui entraîne ce classement avec une valeur
349 de 78 mg.L⁻¹.
- 350 • 4 délivrent une eau usée traitée de qualité globale « médiocre ». C'est la concentration du 80^{ème}
351 percentile en MES qui entraîne ce classement pour deux dispositifs : LFX6 et LFX7 avec
352 respectivement une valeur de 58 et 56 mg.L⁻¹. Pour le dispositif LFX4, ce sont les concentrations
353 du 80^{ème} percentile en MES et en DCO (respectivement de 59 et 233 mg.L⁻¹) qui entraînent ce
354 classement. Pour le dispositif LFI, ce sont les concentrations du 80^{ème} percentile en MES et la
355 classe des paramètres azotés (respectivement de 84,6 mg.L⁻¹ et médiocre) qui entraînent ce
356 classement.

357 **Dispositifs étudiés de la famille CL**

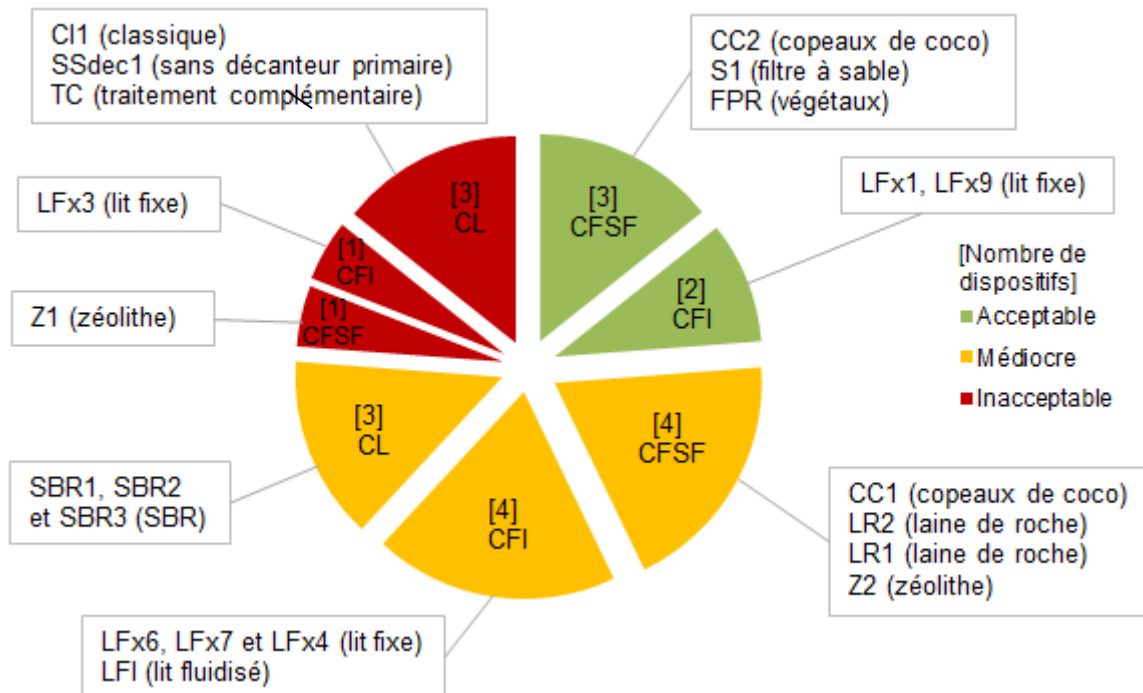
358 Parmi les six dispositifs étudiés de la famille des CL dont le nombre de prélèvement ou d'installations
359 sont suffisants :

- 360 • 3 délivrent une eau usée traitée de qualité globale « médiocre », ce sont les trois dispositifs
361 SBR1, SBR2 et SBR3 de la filière « SBR ». C'est la concentration du 80^{ème} percentile en MES
362 qui entraîne ce classement pour ces trois dispositifs avec respectivement une valeur de 56, 49
363 et 34 mg.L⁻¹.
- 364 • 3 délivrent une eau usée traitée de qualité globale « inacceptable ». C'est la concentration du
365 80^{ème} percentile en MES qui entraîne ce classement pour l'unique dispositif TC de la filière
366 « traitement complémentaire » avec respectivement une valeur de 136 mg.L⁻¹. Pour le
367 dispositif CI1 de la filière « classique », ce sont les concentrations du 80^{ème} percentile en MES
368 et en DBO₅ (respectivement de 129 et 82 mg.L⁻¹) qui entraînent ce classement ; pour le
369 dispositif SSdec1 de la filière « sans décanteur primaire », ce sont les concentrations du 80^{ème}

370 percentile en MES, DCO et DBO₅ (respectivement de 288, 673 et 103 mg.L⁻¹) qui entraînent
 371 ce classement.

372 **Qualité globale des eaux usées traitées par les dispositifs étudiés**

373 La figure 4 résume la qualité globale des eaux usées traitées pour 21 dispositifs, les autres n'ayant
 374 pas un effectif suffisant.



375
 376 *Figure 4 : Nombre de dispositifs par famille et par classe de qualité globale des eaux usées traitées*

377 Cette analyse globale porte sur 20 dispositifs agréés et un dispositif traditionnel : le filtre à sable
 378 vertical.

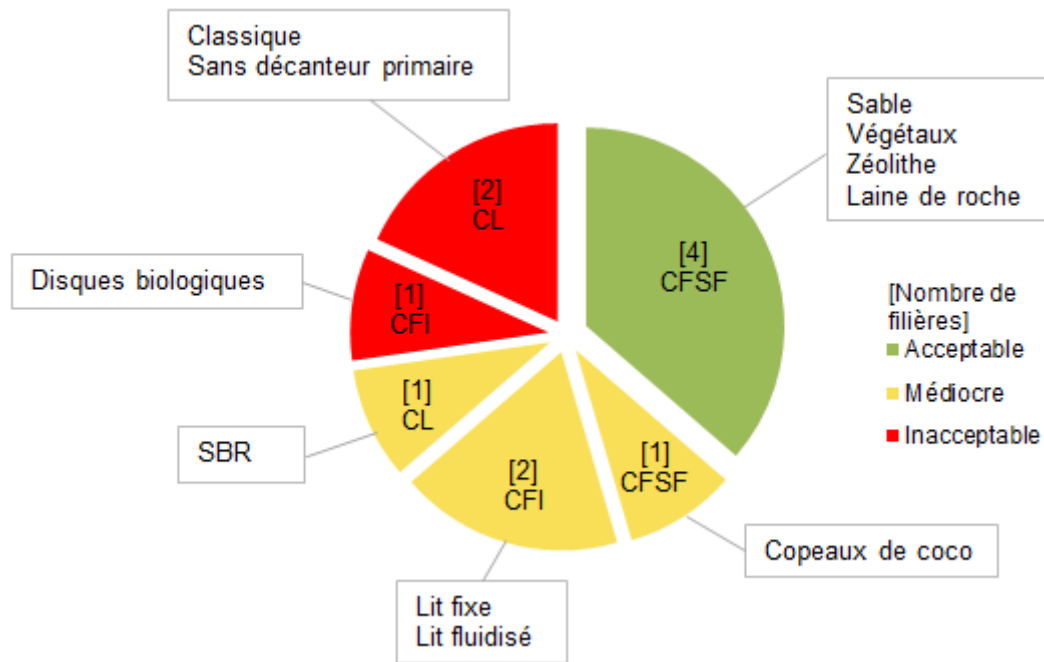
379 En résumé, 4 dispositifs agréés sur 20 (20 %) et le dispositif traditionnel délivrent une eau usée traitée
 380 de qualité globale « acceptable ». A l'inverse, 80 % des dispositifs d'épuration agréés étudiés délivrent
 381 une eau usée traitée de qualités « médiocre » ou « inacceptable ».

382 Dans la majorité des cas, les classes retenues pour le paramètre MES et pour la qualité globale (4
 383 paramètres) sont les mêmes.

384 **3.2. Analyse de l'entretien curatif des installations**

385 **3.2.1 Filières**

386 La figure 5 présente les classes d'acceptation des fréquences d'entretien curatif pour 11 filières dont
 387 l'effectif des installations est suffisant. Les résultats des filières ayant moins de 3 installations ne sont
 388 pas mentionnés.



389

390 *Figure 5 : Nombre de filières par famille et par classe d'acceptation de fréquence d'entretien curatif*

391 Parmi les 11 filières étudiées et qualifiées :

- 392 • 4 filières ont une fréquence d'entretien « curatif » « acceptable » soit 36 %.
- 393 • 4 filières ont une fréquence d'entretien « curatif » « médiocre » soit 36 %.
- 394 • 3 filières une fréquence d'entretien « curatif » « inacceptable » soit 28 %.

395 **Filières étudiées de la famille des CFSF**

396 Les filières étudiées de la famille CFSF montrent de bons résultats pour l'entretien «curatif» : de 79%
 397 à 100% des installations présentent des opérations d'entretien «curatif» de fréquence « acceptable ».
 398 Au sein de cette famille, la filière « zéolithe » a les meilleurs résultats, puisque aucune opération
 399 d'entretien « curatif » n'a été réalisée sur les 16 installations suivies. L'une des installations de la filière
 400 « végétaux » a fait l'objet d'une modification de pente des écoulements hydrauliques. Vient ensuite la
 401 filière « laine de roche » pour laquelle l'une des installations a fait l'objet de plusieurs opérations
 402 d'entretien « curatif » expliquant le classement d'une installation en fréquence « inacceptable ». Pour
 403 la filière « sable », les dysfonctionnements relevés sur 2 des 3 installations portent sur un organe
 404 extérieur au traitement biologique : la pompe de relevage des eaux usées traitées. Sont classés en
 405 dernière position les filtres à copeaux de coco avec des opérations assez fréquentes pour maintenir
 406 l'équirépartition des eaux usées à traiter.

407 **Filières étudiées de la famille des CFI**

408 Pour les filières étudiées de la famille des CFI, la fréquence des opérations d'entretien « curatif » est «
 409 acceptable » dans 67 % à 75 % des cas selon la filière. Pour cette famille, les diverses opérations
 410 listées dans le Tableau I, réalisées par les constructeurs ou leurs opérateurs qualifiés concernent
 411 principalement des changements de matériels et des adaptations.

412 Notons que l'opération d'entretien « curatif » enregistrée sur l'une des 4 installations de la filière « lit
 413 fluidisé » concerne sa reprogrammation et que pour la filière « disques biologiques », l'opération
 414 réalisée sur l'une des 3 installations concerne le changement du moteur d'entraînement des disques.

415 Filières étudiées de la famille des CL

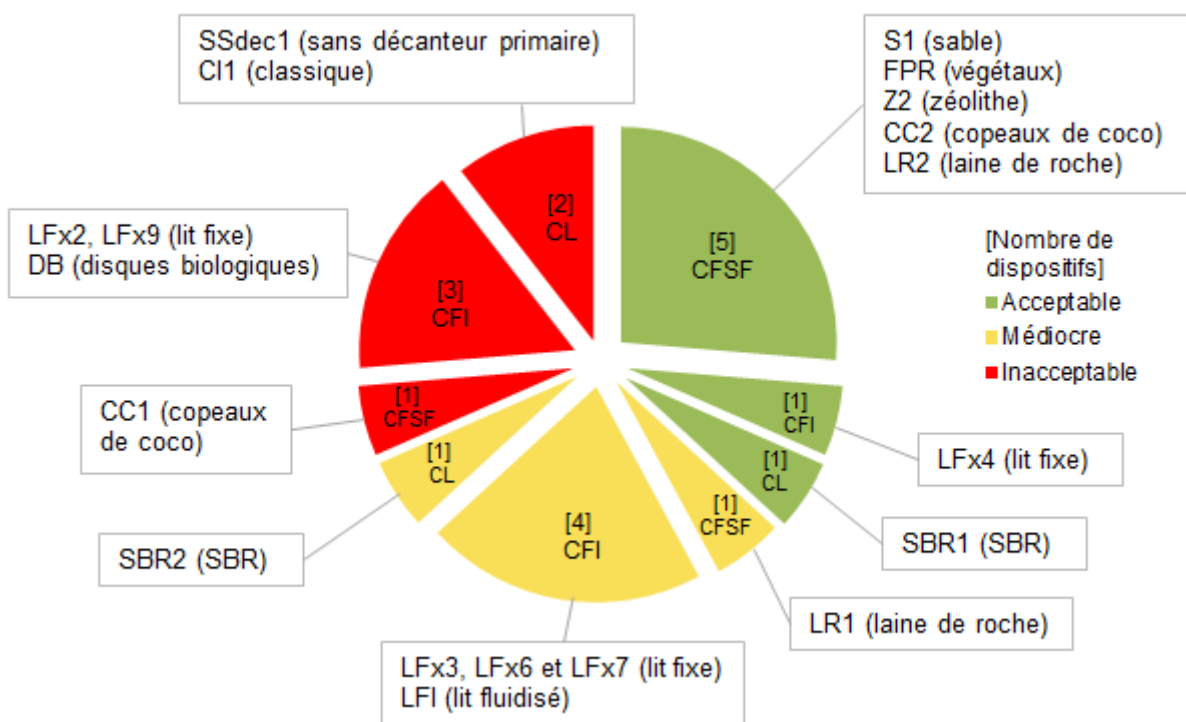
416 Pour les filières étudiées de la famille CL, les opérations d'entretien « curatif » sont les plus fréquentes
 417 et la fréquence « acceptable » n'est obtenue que pour 33 % à 69 % des installations. Ces résultats ne
 418 concernent que 3 filières : pour la quatrième filière « traitement complémentaire », le suivi des
 419 opérations d'entretien « curatif » a été réalisé sur un effectif trop réduit (2 installations).

420 Dans la famille des CL, c'est la filière « SBR » qui présente les fréquences d'opérations d'entretien «
 421 curatif » les plus faibles.

422 3.2.2 Dispositifs

423 Le nombre d'installations étudiées pour chaque dispositif varie de 1 à 21. Les résultats des filières
 424 ayant moins de 3 installations ne sont pas mentionnés.

425 A l'échelle des dispositifs, l'amplitude de variation des notes est large et s'étend de 10 (dispositifs Z2,
 426 LR2 et LFX4) à 3,9 (dispositif CI1). Cette note de 3,9 correspond à une fréquence de 2 ans (1
 427 opération d'entretien curatif au bout de 2 ans en moyenne). La figure 6 présente les classes
 428 d'acceptation des fréquences d'entretien curatif pour 19 dispositifs dont l'effectif des installations est
 429 suffisant.



430
 431 *Figure 6 : Nombre de dispositifs par famille et par classe d'acceptation de fréquence d'entretien curatif*

432 Parmi les 19 dispositifs étudiés et qualifiés :

- 433 • 7 dispositifs ont une fréquence d'entretien « curatif » « acceptable » soit 37 %.
- 434 • 6 dispositifs ont une fréquence d'entretien « curatif » « médiocre » soit 31,5 %.
- 435 • 6 dispositifs une fréquence d'entretien « curatif » « inacceptable » soit 31,5 %.

436 **Dispositifs étudiés de la famille CFSF**

437 C'est la famille des CFSF qui présente la plus grande proportion de dispositifs de fréquence
438 d'entretien « curatif » acceptable. En effet, 70 % des dispositifs étudiés ont une fréquence qualifiée d'«
439 acceptable ».

440 **Dispositifs étudiés de la famille CFI**

441 Dans la famille des CFI, seul 1 des 8 dispositifs qualifiés (soit 13 %) présente une fréquence
442 d'entretien « curatif » acceptable. 50 % des dispositifs qualifiés de la famille des CFI ont une
443 fréquence d'entretien « curatif » qualifiée de « médiocre » et 37 % ont une fréquence d'entretien
444 qualifiée d'« inacceptable ». Cette analyse à l'échelle du dispositif apporte essentiellement des
445 précisions sur les dispositifs de la filière « lit fixe ». Les résultats pour les 6 dispositifs de cette filière
446 montrent des situations diverses avec des fréquences d'opération « acceptable » pouvant être très
447 fortes (100 % pour LFX4) à faibles (autour de 30 % pour LFX1 et LFX9).

448 **Dispositifs étudiés de la famille CL**

449 Dans la famille des CL, seul 1 des 4 dispositifs qualifiés (soit 25 %) présente une fréquence
450 d'entretien « curatif » « acceptable », 25 % des dispositifs qualifiés de cette famille ont une fréquence
451 d'entretien « curatif » « médiocre » et 50 % ont une fréquence d'entretien qualifiée d'« inacceptable ».

452 En conclusion, quatre dispositifs de la famille des CFSF (S1, FPR, Z2 et LR2), ainsi qu'un de la famille
453 des CFI (LFX4) sont peu sujets aux opérations d'entretien « curatif ». Cette situation leur confère une
454 note supérieure à 9,5.

455 C'est dans les familles des CFI et des CL qu'appartiennent les trois dispositifs (LFX1, LFX9 et CL1) aux
456 fréquences d'opération curative les plus contraignantes : la note la plus basse est de 3,9.

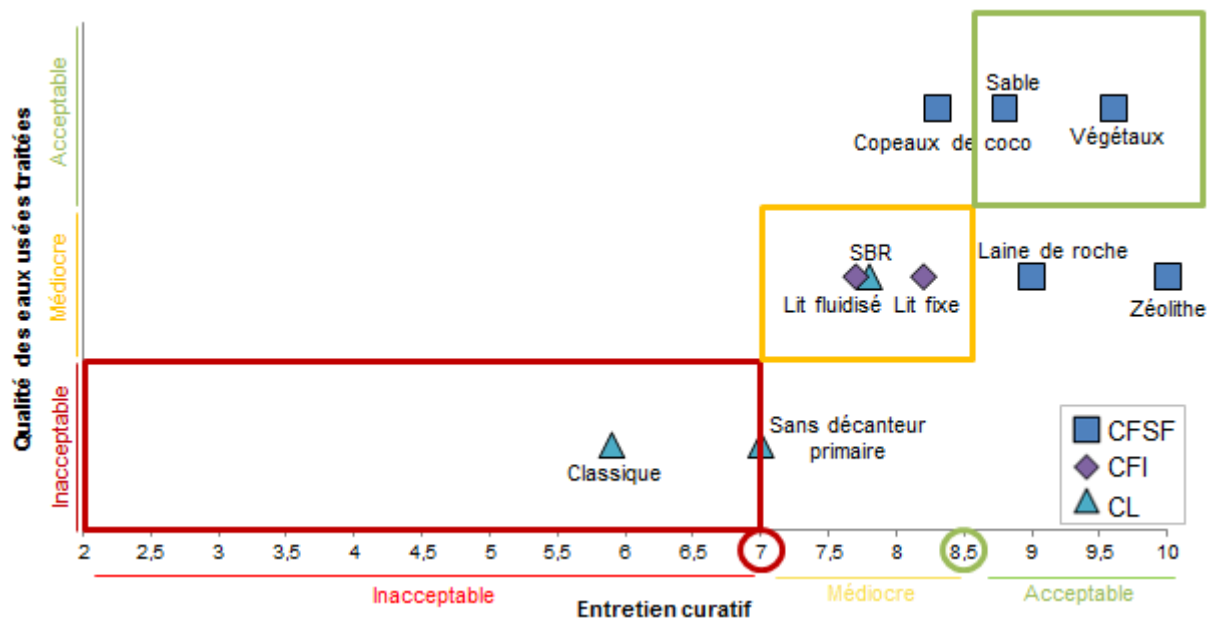
457 La technicité nécessaire au fonctionnement des dispositifs des familles des CFI et des CL génère le
458 plus souvent une surveillance accrue et des opérations d'entretien « curatif » dont la fréquence est
459 qualifiée de « médiocre » ou « inacceptable » vis-à-vis de la référence fixée à dire d'expert (absence
460 d'opération pendant 5 années consécutives).

461 **4. Analyse conjointe de la qualité des eaux usées traitées et de l'entretien curatif**

462 Dans cette partie est présentée l'analyse conjointe de la qualité des eaux usées traitées et de
463 l'entretien curatif dans un premier temps pour les filières puis pour les dispositifs.

464 **4.1 Filières**

465 La figure 7 regroupe l'entretien « curatif » et la qualité des eaux traitées pour les dix filières dont les
466 informations communes existent. Pour trois filières, « écorces de pin », « disques biologiques » et
467 « traitement complémentaire », les informations ne sont pas disponibles.



468

469 *Figure 7 : Analyse conjointe de la qualité globale des eaux usées traitées et de l'entretien « curatif » de 10 filières*

470 De ce graphe, se dégagent trois grands groupes :

- 471 • Un premier groupe (qualification « acceptable » de la qualité des eaux traitées et
- 472 entretien « curatif ») avec deux filières de la famille CFSF :
- 473 ○ Filière « sable »
- 474 ○ Filière « végétaux »
- 475 • Un deuxième groupe (qualification « inacceptable » de la qualité des eaux traitées et entretien
- 476 « curatif ») regroupe deux filières de la famille CL :
- 477 ○ Filière « sans décanteur primaire »,
- 478 ○ Filière « classique ».
- 479 • Un troisième groupe (n'appartenant pas aux groupes précédents) regroupe 6 filières :
- 480 ○ Filières « copeaux de coco », « zéolithe » et « laine de roche » de la famille CFSF
- 481 ○ Filières « lit fixe » et « lit fluidisé » de la famille CFI
- 482 ○ Filière « SBR » de la famille CL

483 Dans ce 3^{ème} groupe, la filière « copeaux de coco » est la seule à délivrer une eau usée traitée de

484 qualité « acceptable » et les filières « zéolithe » et « laine de roche » sont les seules dont les

485 fréquences des opérations d'entretien « curatif » sont acceptables.

486 4.2 Dispositifs

487 La même présentation est adoptée à l'échelle des dispositifs et la figure 8 résume la qualité globale

488 des eaux usées traitées et l'acceptabilité de l'entretien « curatif » des 18 dispositifs pour lesquels les

489 deux qualificatifs sont disponibles.

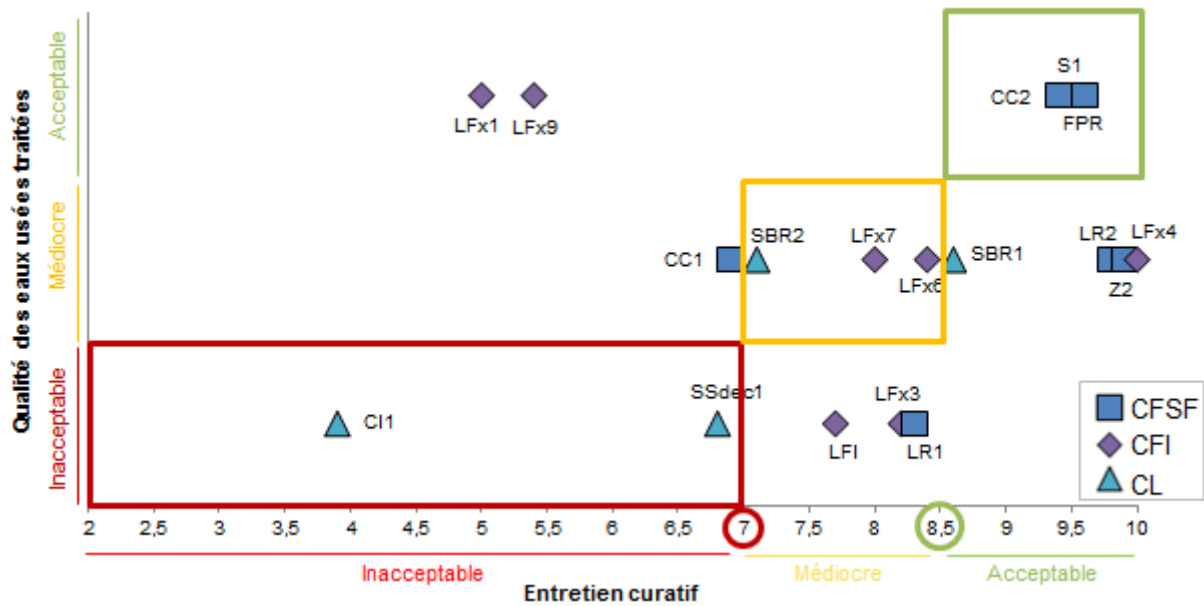


Figure 8 : Analyse conjointe de la qualité des eaux usées traitées et de l'entretien « curatif » des 18 dispositifs

De cette figure 8, se dégagent trois grands groupes :

- Un premier groupe (qualification « acceptable » de la qualité des eaux traitées et entretien « curatif ») avec trois dispositifs de la famille CFSF :
 - S1 : le filtre à sable drainé traditionnel de la filière « sable »,
 - CC2 : l'un des dispositifs de la filière « copeaux de coco »,
 - FPR : l'unique dispositif suivi de la filière « végétaux ».
- Un deuxième groupe (qualification « inacceptable » de la qualité des eaux traitées et entretien « curatif ») avec les deux dispositifs de la famille CL :
 - CI1 : un des dispositifs de la filière « classique »
 - SSdec1 : un des dispositifs de la filière « sans décanteur primaire »
- Un troisième groupe (n'appartenant pas aux groupes précédents) regroupe 13 dispositifs. La majorité (7) des dispositifs est dans la famille des CFI, 4 appartiennent à la famille des CFSF et 2 sont dans celle des CL :
 - LFx1, LFx9, LFx4, LFx6, LFx7 et LFx3 : les dispositifs de la filière « lit fixe »,
 - LFI : l'unique dispositif de la filière « lit fluidisé »,
 - Z2 : l'un des dispositifs de la filière « zéolithe »,
 - LR1 et LR2: les dispositifs de la filière « laine de roche »,
 - CC1 : l'un des dispositifs de la filière « copeaux de coco »,
 - SBR1 et SBR2 : les dispositifs de la filière « SBR ».

Dans ce 3^{ème} groupe, les dispositifs LFx1 et LFx9 sont les deux seuls à délivrer une eau usée traitée qualifiée d'« acceptable ». A l'inverse, trois dispositifs (LFx3, LFI et LR1) délivrent une eau usée traitée qualifiée de « inacceptable ».

514 Quatre dispositifs (Z2, LR2, LFX4 et SBR1) ont une fréquence d'entretien curatif qualifiée
515 d'« acceptable » alors que trois dispositifs (LFX1, LFX9 et CC1) ont une fréquence d'entretien curatif
516 jugée « inacceptable ».

517 5. Conclusion

518 Cette étude a permis de mettre en avant une très importante variabilité de la qualité des eaux usées
519 traitées par les dispositifs suivis ainsi qu'une fréquence d'entretien curatif plus ou moins importante
520 selon les exigences d'entretien des dispositifs.



521

© JL Aubert - Agence de l'Eau Loire Bretagne
Figure 9 : Mise en œuvre d'un filtre à sable chez un particulier

522

523 Ainsi, seul 12% des dispositifs agréés (2/17) et le filtre à sable vertical drainé (figure 9) répondent au
524 qualificatif « acceptable » à la fois en termes de qualité des eaux usées traitées et de fréquence
525 d'entretien curatif.

526 Ce constat est inquiétant, d'autant plus qu'il est obtenu par le suivi d'un parc jeune (80% des visites
527 ont été réalisées sur des installations de moins de 4 ans) et à un taux de charge moyen en deçà des
528 capacités nominales (55%). Attention, le jeu de données recueilli n'est pas représentatif de la situation
529 nationale : il serait donc faux d'élargir ce constat inquiétant à la totalité du territoire français, il s'agit
530 donc d'une alerte.

531 Suite à la diminution des surfaces du parcellaire constructible [loi Alur n°214-366, 2014], les
532 propriétaires peuvent être enclin à choisir des dispositifs dont les emprises au sol sont moindres que
533 celles des filières traditionnelles. L'enjeu est désormais de pouvoir leur fournir des dispositifs qui, non
534 seulement sont autorisés par le biais de l'agrément français (lui-même basé sur la procédure de mise
535 en circulation des produits de marquage CE sur le territoire européen), mais aussi génèrent, de façon
536 pérenne, des eaux usées traitées de qualité dans un contexte d'entretien acceptable pour le
537 particulier.

538 Cette étude, comme toute étude, n'a pas de valeur réglementaire et ne peut être utilisée pour interdire
539 l'installation d'un dispositif agréé. Mais, inédite par son ampleur à l'échelle du territoire national et

540 européen, elle donne un éclairage scientifique et technique destiné à alimenter la réflexion des
541 usagers et des responsables des politiques publiques aux diverses échelles du territoire : Commune,
542 Collectivité en charge du SPANC, Conseil Départemental, Agence de bassin, Ministères en charge de
543 l'assainissement non collectif, Commission européenne.

544 Des réflexions et des études complémentaires sont menées dans le cadre du plan d'action national de
545 l'assainissement non collectif (PANANC), qui regroupe l'ensemble des acteurs de l'ANC, pour
546 renforcer la réglementation française et notamment, européenne.

547 L'étude du groupe national public sur le suivi *in situ* des installations d'ANC est accessible sur le site
548 d'Irstea par le lien : <http://cemadoc.irstea.fr/cemoa/PUB00054553>.

549 **Remerciements**

550 Les auteurs remercient chaleureusement la totalité des acteurs qui ont participé au recueil des
551 données et au financement de cette étude.

552 **Bibliographie**

553 ASSEMBLÉE NATIONALE, SÉNAT (2014) : « LOI n°2014-366 du 24 mars 2014 pour l'accès au
554 logement et un urbanisme rénové ». *Journal officiel de la République française*, 0072, 26 mars 2014,
555 NOR: ETLX1313501L.

556 BOUTIN C., OLIVIER L., AGENET Ph., PARISI S., ARTUIT P., BRANCHU Ph., DECOUT A., DUBOIS
557 V., DUBOURG L., DHUMEAUX D., JOUSSE S., LEVAL C., MOULINE B., PORTIER N., RAMBERT
558 C., SOULIAC L. et SZABO C. (2017a) : « Assainissement non collectif: Le suivi *in situ* des installations
559 de 2011 à 2016. » Rapport final, 186 p + annexes, disponible en ligne :
560 <http://cemadoc.irstea.fr/cemoa/PUB00054553>.

561 BOUTIN C., OLIVIER L., AGENET Ph., PARISI S., ARTUIT P., BRANCHU Ph., DECOUT A., DUBOIS
562 V., DUBOURG L., DHUMEAUX D., JOUSSE S., LEVAL C., MOULINE B., PORTIER N., RAMBERT
563 C., SOULIAC L. et SZABO C. (2017b) : « Assainissement non collectif: Le suivi *in situ* des installations
564 de 2011 à 2016. » Fiches techniques par dispositif, disponible en ligne :
565 <http://cemadoc.irstea.fr/cemoa/PUB00054553>.

566 BOUTIN C., OLIVIER L., AGENET Ph., PARISI S., ARTUIT P., BRANCHU Ph., DECOUT A., DUBOIS
567 V., DUBOURG L., DHUMEAUX D., JOUSSE S., LEVAL C., MOULINE B., PORTIER N., RAMBERT
568 C., SOULIAC L. et SZABO C. (2017c) : « Assainissement non collectif: Le suivi *in situ* des installations
569 de 2011 à 2016. » Synthèse technique du rapport final, 8p disponible en ligne :
570 <http://cemadoc.irstea.fr/cemoa/PUB00054553>.

571 BOUTIN C., OLIVIER L., AGENET Ph., PARISI S., ARTUIT P., BRANCHU Ph., DECOUT A., DUBOIS
572 V., DUBOURG L., DHUMEAUX D., JOUSSE S., LEVAL C., MOULINE B., PORTIER N., RAMBERT
573 C., SOULIAC L. et SZABO C. (2017d) : « Assainissement non collectif: Le suivi *in situ* des installations
574 de 2011 à 2016. » Synthèse tout public, 4p disponible en ligne :
575 <http://cemadoc.irstea.fr/cemoa/PUB00054553>.

- 576 EME C., BOUTIN C. (2015): « Composition des eaux usées domestiques par source d'émission à
577 l'échelle de l'habitation. » Publication Onema. 69 p.
- 578 GUILLAUME S., CHARNOMORDIC B. (2005) : « La logique floue pour l'extraction de connaissances
579 à partir de données en oenologie. Application à la couleur du vin rouge. » *Revue française de*
580 *l'oenologie*; 211:24–31, mars/avril 2005.
- 581 GUILLAUME S., CHARNOMORDIC B. (2011): « Learning interpretable Fuzzy Inference Systems with
582 FisPro » *International Journal of Information Sciences*; doi:10.1016/j.ins.2011.03.025, 181(20), 4409-
583 4427.
- 584 Ministre d'État, MEEDDM (Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la
585 mer), MSS (Ministère de la santé et des sports) (2012) : « Arrêté du 7 mars 2012 modifiant l'arrêté du
586 7 septembre 2009 fixant les prescriptions techniques applicables aux installations d'assainissement
587 non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1.2kg/j de DBO₅ ». *Journal officiel de la République française*, NOR DEVL1205608A
- 588
- 589 Ministre d'État, MEEDDM (Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la
590 mer), (2010) : « Arrêté du 25 Janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux
591 en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement » *Journal officiel de la République*
592 *française*, NOR : DEVO1001031A.
- 593
- 594 Ministre d'État, MEDDE (Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie), MASSDF
595 (Ministre des affaires sociales, de la santé et des droits des femmes) (2015) : « Arrêté du 21 juillet
596 2015 relatif aux systèmes d'assainissement collectif et aux installations d'assainissement non collectif,
597 à l'exception des installations non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure
ou égale à 1,2 kg/j de DBO₅ » *Journal officiel de la République française*, NOR: DEVL1429608A.
- 598
- 599 NF EN 12566-3+A1 (2009): « Small Wastewater Treatment Systems for up to 50 PTE. » Publication
AFNOR.
- 600 OLIVIER L., LAOUAR I., DUBOIS V., BRANCHU P., LEGAT Y., BOUTIN C. (2018): «
601 Assainissement non collectif en France : comparaison statistique de la qualité des eaux usées
602 traitées. » *Techniques Sciences Méthodes* ; 7/8 : XX.

Description des opérations	Type d'opération d'entretien « curatif »	Famille	Filière	Dispositif
Hydraulique du système	Décolmatage d'un coude en entrée	CFSF	Copeaux de coco	CC2
	Remise en place du préfiltre		Laine de roche	LR1
	Réparation de la rampe d'alimentation de l'auget		Copeaux de coco	CC1
	Réglage des rampes de répartition		Laine de roche	LR1
	Modification de la pente des écoulements hydrauliques du système		Végétaux	FPR
	Curage du drain d'épandage		Sable	S3
	Réglage de la pompe de relevage des eaux usées traitées			S1
Changement de matériel :	diffuseurs sonde	CFI	Lit fixe	LFx1, LFx6 LFx1
	compresseur/surpresseur	CFI CL	Lit fixe BA classique	LFx1, LFx6, LFx9 CI1
	électrovannes	CFI CL	Lit fixe SBR	LFx1 SBR1, SBR2
	moteur d'entraînement	CFI	Disques biologiques	DB1
	pompe de reprise des eaux usées traitées	CFSF CFI CL	Laine de roche Lit fixe Sans décanteur 1	LR1 LFx9 SSdec1
	pompe de recirculation des boues	CFI	Lit fixe	LFx9
	tuyau d'injection d'air (airlift)	CL	Sans décanteur 1 BA classique	SSdec1 CI1
	coude du diffuseur	CFI	Lit fixe	LFx6
	composant de la pompe à air			LFx1
	pompe à air	CL	BA classique	CI1
programme de recirculation	SSdec1			
raccords de flexible	CL	SBR	CI2	
batterie de commande			CI2	
Média	Remplacement du média	CFI	Lit fixe	LFx1
	Remplacement du média du traitement complémentaire	CL	Traitement complémentaire	TC1
	Nettoyage du premier niveau de sacs	CFSF	Laine de roche	LR1
Programmation	Adaptation du temps d'aération	CFI	Lit fixe	LFx3
	Adaptation du temps de recirculation			LFx6
	Reprogrammation	CFI	Lit fixe Lit fluidisé	LFx3 LFI
	Réalimentation électrique du dispositif disjoncté	CL	Sans décanteur primaire	SSdec1

Circulation air/boue	Réparation des raccords en sortie du surpresseur	CFI	Lit fixe	LFx3
	Reconnexion du tuyau d'injection d'air (airlift)			LFx9
	Modification du tuyau de recirculation			LFx6
	Rallonge du té d'inspection sur la canalisation de recirculation des boues			LFx6
	Ajout de plaque par un professionnel qualifié pour augmenter la hauteur de la paroi entre le réacteur et le clarificateur	CL	Sans décanteur primaire	SSdec1
	Remise en service de la pompe de recirculation suite à une défaillance de la minuterie			SBR
Rebranchement du manchon permettant le retour des boues				
Divers	Mise sous pression pour décolmatage des diffuseurs d'air	CFI	Lit fixe	LFx7
	Réensemencement du réacteur	CL	BA classique	Cl1
	Réparation/renforcement de la filière suite à la déformation/écrasement de la cuve de traitement	CFSF	Ecorces de pin	EP1

603

Tableau I : Liste des opérations d'entretien curatif selon la famille, la filière et le dispositif

604

	Prescriptions techniques			
	Applicables aux installations d'ANC (pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO ₅) « Objectifs de moyen » [Ministre d'Etat <i>et al.</i> , 2012]		applicables aux systèmes d'AC et aux installations d'ANC (sauf charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO ₅) « Objectifs de résultats » [Ministre d'Etat <i>et al.</i> , 2015]	
	caractéristiques en sortie de l'installation	concentration maximale	concentration maximale à respecter	concentration réthibitoire
			moyenne journalière	
MES	30	85	-	85
DCO	-	-	200	400
DBO ₅	35	50	35	70

605

Tableau II : Concentrations réglementaires (en mg.L⁻¹) applicables à l'assainissement

606

En mg.L ⁻¹		Acceptable	Médiocre	Inacceptable
MES		≤ 30	30 - 85	≥ 85
DCO		< 200	200 - 400	≥ 400
DBO ₅		< 35	35 - 70	≥ 70
Paramètres AZOTES	Famille CFSF hors filière « végétaux »	NK < 90 <i>et</i> N-NO ₃ ⁻ > N-NH ₄ ⁺	NK < 90 <i>et</i> N-NO ₃ ⁻ < N-NH ₄ ⁺	NK ≥ 90
	Filière « végétaux », Familles CFI et CL	NK < 33 <i>et</i> N-NO ₃ ⁻ < 30	NK < 90 <i>et</i> N-NO ₃ ⁻ > 30	

Tableau III : Définition des trois classes de qualité retenues pour l'étude en termes de concentration en mg.L⁻¹ par paramètre

607
608

609

Age - Nb d'opérations d'entretien « curatif »	Jeune (< 1 an)	Moyenne (3 ans - 5 ans)	Agée (> 7 ans)
0 opération	Acceptable (10)	Acceptable (10)	Acceptable (10)
1 opération	Inacceptable (0)	Médiocre (5)	Acceptable (10)
2 opérations ou plus	Inacceptable (0)	Inacceptable (0)	Médiocre (5)

610

Tableau IV : Règles « floues » pour les fréquences des opérations d'entretien « curatif »