

Adaptation de la filière de traitement par filtres plantés pour l'assainissement des petites et moyennes collectivités des départements d'outre-mer

■ P. MOLLE¹, C. EME¹, R. LOMBARD-LATUNE¹, L. MANGEOT², C. RIEGEL³, G. LACOMBE⁴, B. LE GUENNEC⁵, C. LACOUR⁵

Mots-clés : filtres plantés, assainissement, DOM, climat tropical

Keywords: vertical flow constructed wetlands, wastewater treatment, tropical climate

1. Contexte

Les départements d'outre-mer (DOM) sont porteurs d'enjeux particulièrement sensibles en matière d'assainissement. Soumis au même cadre réglementaire que la métropole – directive cadre sur l'eau (DCE), directive sur les eaux résiduaires urbaines (DERU) –, ils présentent un important retard dans la mise en place de systèmes d'assainissement performants alors que les enjeux environnementaux (concentration de la majorité de la biodiversité nationale), sanitaires, économiques, fonciers (très forte pression foncière sur certains DOM) et sociaux (l'eau est au cœur de leur activité économique) nécessitent un développement rapide de l'assainissement. De plus, les DOM se distinguent des départements métropolitains par de nombreux aspects pouvant affecter le bon développement de l'assainissement de ces territoires. Outre les facteurs naturels, la forte croissance démographique de ces territoires induit un développement rapide mais aussi mal contrôlé du tissu urbain compliquant les choix techniques et l'organisation des services d'assainissement. En parallèle, l'adaptation des techniques d'assainissement, autant pour la

gestion du réseau de collecte (formation d'H₂S, corrosion, eaux parasites) que pour les ouvrages de traitement eau ou boues (performances, vieillissement des installations, maintenance), n'est que rarement prise en compte et les retours d'expérience non mis en commun. On constate également de fortes lacunes dans la mise en œuvre de l'autosurveillance des installations.

Sur la période 2010-2015, entre 50 % (Martinique) et plus de 90 % (Réunion et Guyane) des investissements concernent des travaux d'assainissement suivant les programmes de mesures des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE). Les investissements à réaliser sont à mettre en relation avec une assiette de redevances plus faible qu'en métropole, ayant pour conséquence une faible capacité de financement des collectivités et des établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) locaux. Il apparaît donc de première importance de favoriser des systèmes d'assainissement présentant des coûts modérés, aussi bien en matière de réalisation que de maintenance ; les coûts de maintenance étant deux à trois fois plus élevés que les coûts d'investissement sur l'échelle de vie d'une station.

D'un point de vue technique, l'adaptation des systèmes d'assainissement dans ce contexte doit intégrer plusieurs contraintes :

– naturelles, dont la topographie (relief accidenté non propice à la création et à la gestion de réseaux longs),

¹ Irstea Centre de Lyon Villeurbanne – 5, rue de la Doua – CS70077 – 69626 Villeurbanne cedex.

² Office de l'eau de Martinique – 7, avenue Condorcet – BP 32 – 97201 Fort-de-France cedex.

³ SIEAM Mayotte – ZI Kaweni – BP 289 – 97600 Mamoudzou (Mayotte).

⁴ Étiage Guyane – Le Clos de Montjoly – 4, rue des Coulicous – Appt A – 97354 Remire-Montjoly.

⁵ Onema – Direction de l'action scientifique et technique – Le Nadar, Hall C – 5, square Félix-Nadar – 94300 Vincennes.

le climat (détérioration rapide du matériel électromécanique, eaux claires parasites, temps de pluie) et l'isolement (importation de matériel technique de métropole induisant un surcoût) ;

- de gestion des réseaux de collecte, des stations d'épuration (formation de la main-d'œuvre) et vieillissement des installations.

2. Validation de filières de filtres plantés en climat tropical

Face à ce constat, l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (Onema), appuyé par le ministère en charge de l'Écologie, a décidé de mettre en place un programme d'adaptation de filières de filtres plantés au contexte spécifique des DOM. L'utilisation de filtres plantés permet de répondre à la problématique des petites et moyennes collectivités par le développement de filières favorisant des réseaux courts (avantages en matière de coûts, de gestion, notamment face à la problématique de la formation d' H_2S , de limitation des eaux claires parasites) et par sa robustesse face aux variations de charges aussi bien hydrauliques qu'organiques. Ce programme de recherche opérationnelle s'articule autour de deux projets :

- une action spécifique Onema-Irstea sur l'adaptation de filières de filtres plantés, pour le traitement des eaux résiduaires et des boues, qui porte sur l'ensemble des DOM ;
- le projet Attentive sur le traitement des eaux résiduaires en Martinique et Guadeloupe, sélectionné à

l'issue d'un appel d'offres du ministère en charge de l'Écologie sur la stratégie nationale pour la biodiversité (volet ingénierie écologique) et également financé par l'Onema.

Les objectifs de ces actions sont multiples :

- d'un point de vue technique, il s'agit de valider des filières innovantes d'assainissement, compactes, robustes, de gestion aisée et performantes. Les aspects spécifiques à la problématique DOM (choix d'espèces végétales locales, matériaux locaux, aspect sanitaire...) sont précisément étudiés ;

- d'un point de vue transfert, les projets, en plus de la mise au point de filières de traitement eau, visent à transférer des compétences localement en matière de construction (opérateur privé) et d'appui technique (opérateur public), garants d'un bon développement de la filière localement. À ce titre, l'ensemble des offices de l'eau et le Syndicat intercommunal d'eau et d'assainissement de Mayotte (SIEAM) sont impliqués dans ces actions.

Ces deux actions s'appuient sur différentes expérimentations aussi bien à l'échelle pilote que réelle (figure 1).

En rouge les sites en projet. Le chiffre devant le procédé indique le nombre de filtres en parallèle

L'objectif étant d'étudier le comportement de différents types de procédés de filtres plantés, les systèmes mis en place concernent aussi bien des filtres à écoulement horizontal (FPR_h), des filtres à écoulement vertical classiques (FPR_v) avec ou sans recirculation

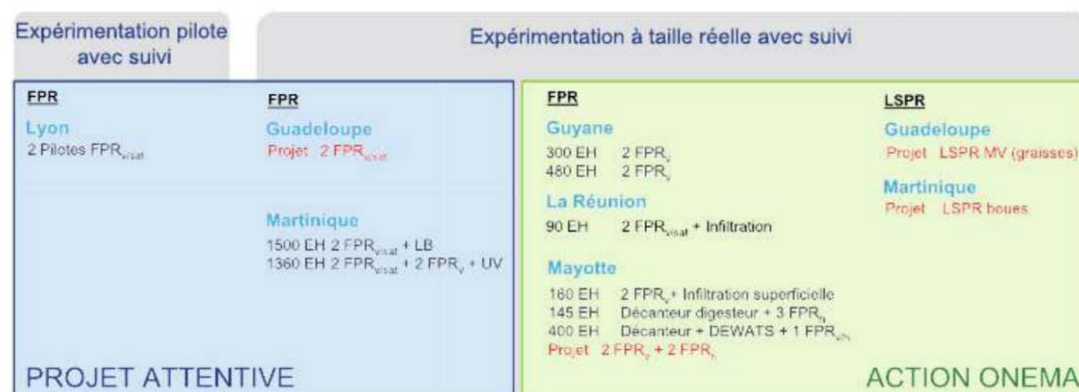


Figure 1. Dispositifs d'étude des projets DOM et ATTENTIVE

que des filières innovantes et compactes de filtres plantés à écoulement vertical non saturé/saturé ($FPR_{v/sat}$) couplés ou non avec des lits bactériens (LB) sommaires. Le système Dewats consiste en un prétraitement anaérobie pour production de biogaz. Pour la partie traitement des boues, les lits de séchage planté (LSPR) visent à traiter soit des boues issues de boues activées, soit des matières de vidage de fosses septiques.

De manière générale, une priorité est donnée sur le filtre à écoulement vertical, car il permet de :

- traiter conjointement les eaux usées brutes et les boues ;
- s'affranchir au minimum de la gestion des boues ;
- favoriser la compacité de la filière ;
- s'affranchir de toute eau stagnante en surface pour limiter le développement de gîtes larvaires propices au développement de moustiques ;
- favoriser la robustesse de la filière aux variations de charges, notamment hydrauliques.

Le traitement des eaux usées brutes par filtres plantés en milieu tropical est relativement faible [ESSER *et al.*, 2010 ; EME, 2012]. Les enjeux scientifiques et opérationnels étudiés pour valider la transposition des filières métropolitaine au contexte des DOM concernent différents aspects :

2.1. Réduction de l'emprise totale de la filière de traitement

L'impact positif de la température sur les cinétiques biologiques permet d'augmenter la charge appliquée sur les filtres. En métropole, cela est confirmé [BOUTIN *et al.*, 2010] par le développement d'une filière adaptée aux filtres soumis à des variations de charges estivales. Une surcharge estivale est ainsi possible sans porter préjudice au fonctionnement du filtre. Cependant, cet impact positif de la température sur les cinétiques réactionnelles se décline en deux questions différentes. Il s'agira de déterminer en premier lieu si, à charge surfacique similaire, les rendements épuratoires seront améliorés en climat tropical et, en second lieu, de déterminer quel rythme alimentation/repos (donc la charge et le nombre de filtres) il faut appliquer pour garantir un fonctionnement sans

colmatage des filtres. La réduction de l'emprise au sol peut donc se questionner sous différents angles comme la réduction du nombre d'étages, du nombre de filtres et/ou de la surface unitaire de chaque filtre. Il faudra veiller à préserver la robustesse du système, notamment son aptitude à traiter le temps de pluie, problématique majeure en milieu tropical.

2.2. Choix des végétaux

L'utilisation du *Phragmites australis* peut, dans certains contextes, être impossible. Il s'agit de zones où ils ne poussent pas naturellement (climat non favorable, zones géographiques isolées...) et de zones où il est considéré comme une espèce invasive. Cela est le cas dans de nombreux DOM et COM (Guadeloupe, Martinique, la Réunion, Nouvelle-Calédonie, Mayotte).

Il convient alors de travailler avec des espèces locales dont les conditions de développement sont compatibles avec leur utilisation dans les filières de traitement. Si le choix des végétaux pour les filtres à écoulement horizontal est plus large, le rôle mécanique des végétaux dans les filières à écoulement vertical est à privilégier pour la pérennité des ouvrages de traitement. Pour cela, un des points clés du bon développement de cette filière est l'étude des végétaux.

2.3. Problématique des matériaux

L'enjeu de la disponibilité des matériaux est également très important : les matériaux volcaniques des îles tropicales semblent propices à la filtration, mais sont-ils disponibles en quantité et surtout en qualité dans chacun des territoires ? On notera en particulier la problématique du sable d'un deuxième étage de filtre planté à écoulement vertical, parfois difficile à trouver localement en métropole. Les caractéristiques des matériaux disponibles conditionneront la conception de la filière aussi bien en termes d'association de procédés à mettre en œuvre que de dimensionnement de chaque type de filtre. En conséquence de quoi, des filières sans utilisation de sable sont privilégiées dans ces études.

Outre les points clés présentés ci-dessus, les actions menées visent à déterminer quels sont les dimension-

nements adaptés en fonction de différents niveaux de rejet (carbone, nitrification, dénitrification...).

2.4. Les sites d'étude

Le tableau I présente le dimensionnement des stations étudiées à l'heure actuelle.

3. Premiers enseignements

Cet article se concentre dans la présentation des résultats des systèmes à écoulement vertical (plus robustes et moins gourmands en place) des stations d'Hachenoua (Mayotte, 6 ans de suivis) et de Bois d'Opale 1 et 2 (Guyane, 2 ans de suivis).

Station	Capacité (EH)	Année de mise en service	Étage 1	Matériaux filtrants	Étage 2	Plantes
Hachenoua (Mayotte)	160	2006	FV à 0,8 m ² /EH en deux filtres	80 cm de 4-6 mm	–	<i>Thysanolaena maxima</i> <i>Typha angustifolia</i>
Totorossa (Mayotte)	145	2006	Décanteur digesteur		FH à 2 m ² /EH	<i>Typha angustifolia</i>
Bois d'Opale 1 (Guyane)	300	2010	FV à 0,8 m ² /EH en deux filtres	30 cm de 3-8 mm		<i>Heliconia psittacorum</i> <i>Phragmites australis</i>
Bois d'Opale 2 (Guyane)	480	2012	FV à 0,8 m ² /EH en deux filtres	30 cm de 3-6 mm		<i>Phragmites australis</i> <i>Phalaris arundinacea</i>
Mansarde Rancée (Martinique)	1500	2014	FV à 0,6 m ² /EH en 3 filtres à fond saturé	80 cm de 2-6 mm	FV à 0,4 m ² /EH en deux filtres	<i>Cyperus alternifolius</i> <i>Thysanolaena maxima</i>
Taupinière (Martinique)	1360	2014	FV à 0,8 m ² /EH en deux filtres à fond saturé		Lit bactérien sommaire	<i>Thysanolaena maxima</i> <i>Brachiaria decumbens</i> <i>Echinochloa</i> spp.

EH : équivalent-habitant ; FV : filtre vertical.

Tableau I. Caractéristiques des stations à écoulement étudiées

	Remontée possible de nappe dans le réseau (Guyane)		Sans remontée de nappe (Mayotte)
	Saison sèche	Saison humide	
DBO ₅ (mg/L)	230 (114)	74 (29)	410 (113)
MES (mg/L)	230 (143)	102 (35)	414 (145)
DCO (mg/L)	531 (228)	217 (70)	793 (245)
DCOd (mg/L)	179 (50)	102 (67)	335 (133)
NTK (mg/L)	59,7 (17,3)	21,6 (10,6)	89,3 (14,9)
N-NH ₄ (mg/L)	43,3 (13,6)	16,4 (9,0)	68,2 (15,3)
Pt (mg/L)	12,9 (5,0)	4,1 (1,6)	12,8 (3,9)
DCO/DBO ₅	2,47 (0,56)	3,14 (0,75)	2,00 (0,23)
Charge hydraulique (m/j)	0,31 (0,05)	0,88 (0,35)	0,24 (0,05)
Nombre de campagnes de mesures valides	9	9	10
Conditions climatiques			
Température moyenne mensuelle (°C)	25,8 à 27,5		23,3 à 26,9
Précipitation moyenne mensuelle (mm)	51 (septembre) à 508 (juin)		13 (août) à 298 (janvier)

DBO₅ : demande biochimique en oxygène sur 5 jours ; MES : matières en suspension ; DCO : demande chimique en oxygène ; DCOd : DCO dissoute ; NTK : azote total Kjeldahl ; Pt : phosphore total.

Tableau II. Caractéristiques moyennes (écart type) des eaux usées domestiques en Guyane et à Mayotte

3.1. Caractéristiques des eaux usées en milieu tropical

Si les concentrations mesurées sur les systèmes suivis sont globalement dans la gamme de celles rencontrées en métropole pour de petites collectivités [Mercoiret, 2010], on notera une grande variation possible suivant le type de localisation (nappe proche, pas de risque de remontée de nappe). En Guyane, les stations de Bois d'Opale, bien qu'en réseaux séparatifs neufs, sont situées dans une plaine avec une présence de nappe proche. En raison de quoi, en saison des pluies, des infiltrations d'eaux claires parasites ont lieu. Une dilution considérable (tableau II) et par conséquent des surcharges hydrauliques prolongées sur l'ensemble de la saison humide sont donc à prévoir dans ce contexte. Sur les filtres de Guyane, la charge hydraulique en saison des pluies est de l'ordre de 250 % de celle de la saison sèche.

A contrario, le cas de Mayotte montre des concentrations cohérentes avec celles mesurées en petites collectivités en métropole. On notera que le lotissement raccordé à la station étudiée est majoritairement occupé par des Métropolitains dont les usages ne reflètent pas forcément ceux des Mahorais.

3.2. Performances et niveau de rejet

Les performances globales des stations et les concentrations de sortie sont présentées dans le tableau III suivant la profondeur de la couche superficielle de filtration et le taux de recirculation testé.

Globalement, ces niveaux de traitement permettent sans problème de respecter le minimum de l'arrêté du 22 juin 2007. Ce constat n'est pas surprenant au regard de l'expérience en métropole sur le fonctionnement d'un premier étage de filtre planté avec [PROST-BOUCLE *et al.*, 2012] ou sans recirculation [MOLLE *et al.*, 2005 ; 2008]. Une lecture plus approfondie de ce tableau laisse supposer qu'un filtre de 30 cm de matériau filtrant (2-6 mm), sans recirculation, peut amener à des niveaux moins performants, notamment une faible nitrification. En effet, si le traitement de la pollution carbonée – demande chimique en oxygène (DCO), demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO_5), matières en suspension (MES) – est satisfaisant sur un seul étage, la recirculation et l'épaisseur de la première couche de gravier fin semblent avoir un impact sur les perfor-

mances de nitrification, paramètre plus sensible aux conditions d'oxygénation et de temps de passage au sein du filtre. Une faible nitrification est observée sur les filtres de 30 cm de matériaux filtrants sans recirculation. Ce constat cache tout de même deux facteurs influençant les rendements : le taux de dilution de l'eau d'entrée en saison des pluies ainsi que des problèmes de colmatage du filtre « 30 cm sans recirculation » de Guyane lié à un apport intempestif de latérite. Ces points seront abordés plus loin.

3.3. Performance du filtre

Afin de mieux observer l'impact du climat sur le comportement biologique du filtre, il est intéressant de regarder le comportement du filtre lui-même, c'est-à-dire les charges reçues et traitées par le filtre en provenance de l'entrée de la station et de la recirculation lorsqu'elle est présente. La comparaison est réalisée avec les performances observées en métropole [MOLLE *et al.*, 2005] pour la DCO (figure 2) et les MES (figure 3). Pour la nitrification, la compa-

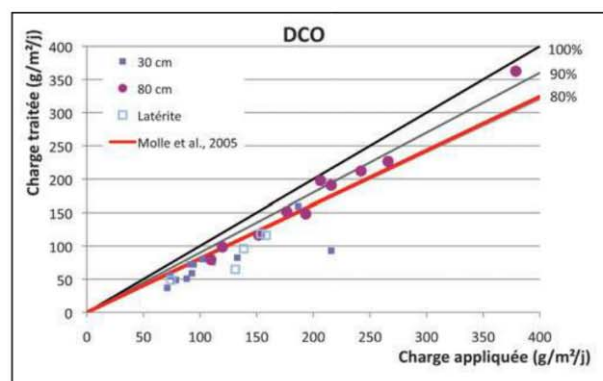


Figure 2. Performances de fonctionnement des filtres à écoulement vertical pour la demande chimique en oxygène (DCO)

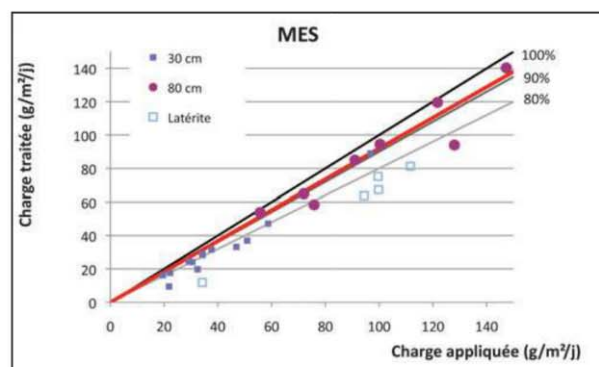


Figure 3. Performances de fonctionnement des filtres à écoulement vertical pour les matières en suspension (MES)

Filtres avec 30 cm de couche de filtration (Bois d'Opale 1&2)													Filtre avec 80 cm de couche de filtration (Hachenoua)												
Sans recirculation*													Sans recirculation												
Min	Moy	Max	ET	Min	Moy	Max	ET	Min	Moy	Max	ET	ET	Min	Moy	Max	ET	Min	Moy	Max	ET	Min	Moy	Max	ET	ET
Charge hydraulique (m ³ /l)	0,28	0,3	0,33	0,04	0,27	0,29	0,31	0,02	0,15	0,16	0,18	0,02	0,2	0,43	1,06	0,32	0,39	0,49	0,69	0,14	0,5	0,58	0,63	0,05	
Nombre de bilans		2			4				3					3				4				3			
DCO	Sortie (mg/L)	93	100	107	9,9	75	126	23,13	70	82	91	10,8	36	71	163	53	42	61	71	13	23	44	59	16	
	Performance (%)	65	71	77	8,2	63	91,9	12,6	78,5	80,7	84,9	3,6	77	91	96	8	92	93	94	1	90	91	93	1	
DBO ₅	Sortie (mg/L)	22	27	33	8	7	12	16	3,7	23	29	5,6	8	33	90	33	23	23	23	—	8,6	8,6	8,6	—	
	Performance (%)	73,3	74,3	75	1	91,2	95,2	97,5	2,8	85,1	87,2	89,7	2,3	79	91	98	9	94	94	—	—	—	—	—	
MES	Sortie (mg/L)	74	77	81	5	17	20	25	4	15	27	36	11	9	26	63	22	10	38	80	32	9	16	30	12
	Performance (%)	34,7	55,1	75,5	28,8	86,4	90,9	95,7	3,8	67,4	78,4	89,9	11,2	77	91	98	9	88	93	4	94	95	97	2	
NK	Sortie (mg/L)	29,3	34,3	39,3	7,1	18,3	21,8	23,7	2,5	6	11,8	17,5	5,7	2	10	27	12	3	4,9	6	1,3	3	4	5	1
	Performance (%)	-19,1	2,8	24,9	31	61,8	70,3	73,9	5,77	65,1	77	88,5	11,7	70	90	98	13	89	93	4	94	95	96	1	
Charge hydraulique (m ³ /l)													0,09												
Nombre de bilans		3				4				2															
DCO	Sortie (mg/L)	47	50	55	4,2	43	62	84	16,8	48	66	85	26												
	Performance (%)	49,5	64,1	73,3	12,7	78,4	82,5	87,3	4,7	61,2	68,3	75,4	10												
DBO ₅	Sortie (mg/L)	5	5,3	6	0,58	8	12	18	4,9	7	9	11	2,8												
	Performance (%)	83,3	86,6	88,9	2,9	80,3	89,7	94,6	6,42	89,2	90,8	92,3	2,2												
MES	Sortie (mg/L)	25	32	35	4,36	8	20,8	26	8,54	6	7	8	1,4												
	Performance (%)	67,5	69,3	72,9	3,1	82	86,4	90,5	4,27	87,8	88,6	89,5	1,2												
NK	Sortie (mg/L)	5,8	9,5	13,4	3,8	11,9	15,3	20,9	4	5,8	7	8,2	1,7												
	Performance (%)	11,8	22,9	36,3	12,4	59,1	61,2	66,7	3,67	59,8	60,8	61,8	1,4												

Saison sèche

Saison des pluies

*Correspond à un filtre colmaté par les latérites. DCO : demande chimique en oxygène ; DBO₅ : demande biochimique en oxygène sur 5 jours ; MES : matières en suspension ; NK : azote total Kjeldahl ; ET : écart type.

Tableau III. Concentrations et rendements épuratoires des stations d'épuration de Mayotte et de Guyane

raison est faite sur des filtres de plus de 60 cm de première couche filtrante (figure 4) [MOLLE *et al.*, 2008]. Plusieurs enseignements peuvent être tirés sur le comportement des filtres en climat tropical. En premier lieu on notera que sur la DCO et les MES il n'y a pas de différence significative ($p > 0,001$) entre un filtre métropolitain et en milieu tropical. Des rendements similaires sont mesurés, avec une certaine fiabilité accrue lorsque 80 cm de couche filtrante est mise en œuvre. En ce qui concerne les MES, les performances sont similaires, quelle que soit l'épaisseur de la première couche de filtration.

En revanche, pour la nitrification, on observe que les filtres comportant seulement 30 cm de gravier (3-6 mm) fonctionnent de manière similaire à des filtres de 60-80 cm en métropole. Lorsque la couche est poussée à 80 cm, en milieu tropical, les performances de nitrification sont nettement plus importantes, et plus stables, que sur des conceptions similaires en métropole. Des performances de 90 % en azote total Kjeldahl (NK) sur un seul étage sont mesurées. Cette observation peut être liée à deux facteurs :

- les plus fortes températures et régulières sur toute l'année, favorisant le maintien d'une flore autotrophe active et abondante ;
- une alternance plus fréquente (deux filtres en parallèle uniquement) permettant de garantir des conditions d'humidité propices à la survie des bactéries. L'importance de ce dernier point est peut-être à modérer au regard de l'exploitation réalisée sur la station d'Hachenoua (voir le paragraphe sur la gestion des ouvrages). Un autre aspect important à noter est celui lié à l'arrivée abondante de latérites sur un des filtres (Bois d'Opale 1) lors de travaux réalisés dans le lotissement, en négligeant totalement la filière assainissement. Un colmatage en surface du filtre et, dans une moindre mesure, en profondeur a donc été le résultat d'une arrivée chronique et importante de latérite sur Bois d'Opale 1. En conséquence de quoi, il est vraisemblable que cela ait affecté l'oxygénation du milieu au regard des performances de nitrification amoindries. De même, une partie de latérite traversant le filtre (MES minérales en sortie) conduit à baisser les performances de filtration des MES.

3.4. Gestion des ouvrages

Un des premiers constats est celui lié à la gestion des boues. Sachant que ce poste est l'un des principaux

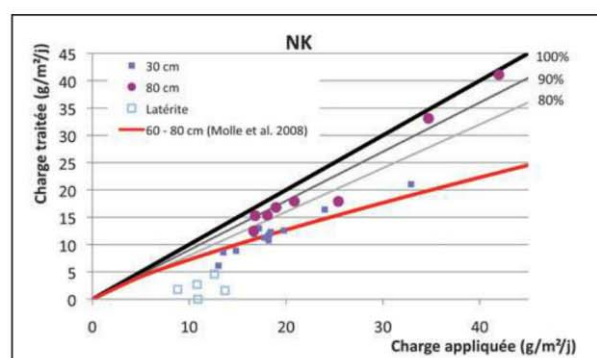


Figure 4. Performances de fonctionnement des filtres à écoulement vertical pour l'azote total Kjeldahl (NK)

qui affectent l'exploitation des stations, il est remarquable de constater (lorsque l'alternance est réalisée correctement), la quasi-absence de dépôts superficiels à la surface des filtres en fonctionnement. Certes, la sous-charge n'est pas sans incidence sur ce constat, mais l'expérience accumulée en métropole est telle que l'on peut sans risque valoriser cet aspect, d'autant plus que le climat tropical est susceptible d'activer les cinétiques de minéralisation. De plus, quand on considère l'indigence des moyens pour gérer convenablement ce sous-produit et le peu de terres agricoles disponibles pour le valoriser, il s'agit d'un point crucial qui devrait inciter les autorités locales à implanter des filtres plantés là où les contraintes géographiques et sociologiques le permettent.

La gestion de l'ouvrage nécessite principalement de veiller au bon développement des végétaux ainsi que d'assurer l'alternance des filtres. Il semble conseillé, au regard de la rigueur d'exploitation sur certaines stations, de mettre en place une alternance automatique. En effet, une alternance non réalisée sur Hachenoua a conduit au colmatage du filtre alimenté puis de celui au repos après plusieurs mois sans alternance en 2011. L'alternance n'ayant repris qu'en octobre 2012, pour repartir sur des bases saines. Malgré ces défaillances chroniques, les filtres montrent, sous un climat tropical, une résilience étonnante permettant de retrouver très rapidement une nitrification totale.

Le choix des végétaux adaptés à chaque DOM n'ayant pas encore été déterminé, il est à mentionner que ce dernier doit être réalisé pour éviter toute stagnation d'eau de pluie dans les feuilles (*Dieffenbachia*, risque potentiel de développement de larves de moustique), permettre une exploitation aisée (faucardage, compétition avec les

adventices) et, bien entendu, assurer le rôle mécanique nécessaire au bon fonctionnement du filtre. Testés respectivement à Mayotte et en Guyane, la *Typha angustifolia* et l'*Arundo donax* n'apparaissent pas adaptés, car ils sont difficiles à faucher et poussent en touffes.

Conclusions

Les charges surfaciques mesurées sur le filtre en alimentation n'étant pas supérieures à celles recommandées en métropole, il n'est pas possible de statuer sur la capacité du système à accepter des charges supérieures en climat tropical. Cependant, les performances obtenues, notamment sur la nitrification, montrent le meilleur comportement des filtres, vraisemblablement de par un impact positif de la tempé-

rature sur les cinétiques biologiques ; à charge surfacique similaire, les rendements épuratoires sont bien améliorés en climat tropical.

Il semble pour autant plus judicieux actuellement de diminuer l'emprise des filtres en ne travaillant que sur deux filtres en parallèle que de réduire la surface unitaire de chaque filtre. La faible accumulation de dépôt observée sur les filtres et la bonne nitrification dans le temps appuient ce choix. Cela permet également de maintenir une robustesse hydraulique pour accepter d'éventuelles surcharges hydrauliques en temps de pluie, voire des eaux claires parasites en saison humide, comme cela a été observé sur les stations de Bois d'Opale en Guyane.

Bibliographie

BOUTIN C., PROST-BOUCLE S., BOUCHER M. (2010) : *Étude des filtres plantés de roseaux dimensionnés pour des campings*. 69 p., téléchargeable sur : http://epnac.irstea.fr/wp-content/uploads/2012/08/Campings_et_FPR_2010.pdf

EME C. (2012) : *Traitement des eaux usées domestiques par filtres plantés de macrophytes : Adaptation de la filière au contexte tropical des DOM. État de l'art*. Rapport Onema - Irstea, 77p.

ESSER D., RIEGEL, C., BOURA S., LIÉNARD A. (2010) : « The use of constructed wetlands for the treatment of effluents from housing schemes and villages in an island in the tropics: the case of Mayotte ». *12th international conference on wetlands systems for water pollution control*, 04/10/2010 - 08/10/2010 ; Venise, Italie, p. 10.

MERCOIRET (2010) : *Qualité des eaux usées domestiques produites par les petites collectivités – Application aux agglomérations d'assainissement inférieures à 2 000 équivalent habitants*. 55p. site <http://epnac.irstea.fr>

MOLLE P., LIÉNARD A., BOUTIN C., MERLIN G., IWEMA A. (2005) : « How to treat raw sewage with constructed wetlands: An overview of the French systems ». *Water Science and Technology* ; 51 (9) : 11-21.

MOLLE P., PROST-BOUCLE S., LIÉNARD A. (2008) : « Potential for total nitrogen removal by combining vertical flow and horizontal flow constructed wetlands: A full-scale experiment study ». *Ecological Engineering* ; 34 (1) : 23-29.

PROST-BOUCLE S., MOLLE P. (2012) : « Recirculation on a single stage of vertical flow constructed wetland: Treatment limits and operation modes ». *Ecological Engineering* ; 43 : 81-84.

Résumé

P. MOLLE, C. EME, R. LOMBARD-LATUNE, L. MANGEOT, C. RIEGEL, G. LACOMBE, B. LE GUENNEC, C. LACOUR
Adaptation de la filière filtres plantés pour l'assainissement des petites et moyennes collectivités des départements d'outre-mer

Les départements d'outre-mer (DOM) sont porteurs d'enjeux particulièrement sensibles en matière d'assainissement. Soumis au même cadre réglementaire que la métropole (directive cadre sur l'eau, directive sur les eaux résiduaires urbaines), ils se distinguent des départements métropolitains par de nombreux aspects pouvant affecter le bon développement de l'assainissement de ces territoires, dont la dépendance à l'importation de matériels techniques, la sensibilité à la corrosion, les fortes variations de charges hydrauliques, etc. L'utilisation de filtres plantés permet de répondre à la problématique des petites et moyennes collectivités par le développement de filières favorisant des réseaux courts, robustes, face aux variations de charges et utilisant principalement

une main-d'œuvre et des matériaux locaux. Face à la problématique de gestion des boues dans les DOM, les offices de l'eau favorisent la filière française sans prétraitement. Cependant, l'adaptation de cette filière au climat tropical nécessite d'intégrer différentes contraintes locales, raison pour laquelle l'Onema a lancé un programme de recherche et de validation en partenariat avec des acteurs locaux (offices de l'eau, syndicats, entreprises) et Irstea. Cet article résume les premiers enseignements obtenus sur les systèmes à écoulement vertical alimentés en eaux usées brutes. Il permet de présenter l'effet positif du climat sur les performances de ces systèmes et dresse de premières recommandations de dimensionnement compact de ces filières.

Abstract

P. MOLLE, C. EME, R. LOMBARD-LATUNE, L. MANGEOT, C. RIEGEL, G. LACOMBE, B. LE GUENNEC, C. LACOUR

Design adaptation of vertical flow constructed wetlands for tropical climate

French Outermost Regions, under tropical climate, have to comply to European and French regulatory. Physical distance and tropical climate induce technical specificities to wastewater management including importation dependence, specific material sensibility to corrosion, hydraulic load variations... In such context constructed wetlands (CW) appear to be adapted systems as they promote local treatment, use mainly local material and are easy to operate. Due to the difficulty of sludge management in island context, there is a clear interest from water agencies to adapt the French vertical flow CW. Nevertheless, the adaptation to

tropical climate requires determining some new design rules. Consequently, Onema initiated a research program on the adaptation of the French system to tropical climate aiming at promoting the implementation of different kind of constructed wetlands and funding a scientific monitoring with local partners (water agencies, communities and companies) and Irstea. This paper resumes the first knowledge gained on vertical flow constructed wetlands treating raw wastewater. It highlights the positive effect on tropical climate on removal efficiencies and proposes some design rules to implement compact systems.



Recherche de l'origine des pollutions bactériologiques

**Choisissez
une solution innovante
fiable et rapide**

Résultats dans la journée
avec le diagnostic microbiologique
des réseaux d'eaux par
ATP* mètre 2G sur site

Plus d'informations
Numéro Azur : 0810 401 501

**Eaux
de Marseille**
eauxdemarseille.fr

* Adresse Tr. Phosphore



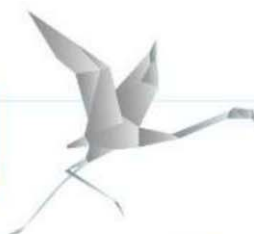
**ETIAGE
Guyane**

**Bureau d'études Assainissement
Conception & Réalisation Filtres Plantés**

- R&D en milieu tropical
- Expertise de STEP
- Formation

Contact :

M. LACOMBE Géraud
Tél/Fax : 05 94 28 13 37 - Port : 06 94 43 37 80
Email : g.lacombe@etiageguyane.fr
Site internet : www.etiageguyane.fr



Un groupe, des solutions :

changement climatique
sécheresses

inondations
pénurie alimentaire

submersion marine
transition énergétique

valorisation des espaces côtiers et lagunaires



Barrage du Gouesnon : Grand Prix de l'Ingénierie 2011
© Bernard L'Epinois

Contactez nous :

☎ 04 66 87 50 00 - brl@brl.fr

EAU, AMENAGEMENT, ENVIRONNEMENT

Retrouvez toutes les infos du groupe BRL sur www.brl.fr

