



CAHIER DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES

Station d'épuration type Filtres plantés à écoulement vertical adaptée à Mayotte



Version 1 – Mars 2015

Le présent cahier de prescriptions techniques s'applique aux travaux d'assainissement exécutés sur le territoire du Syndicat Intercommunal d'Eau et d'Assainissement de Mayotte (SIEAM), soit sur l'ensemble de Mayotte. Ce cahier des charges vient compléter le règlement d'assainissement du SIEAM (adopté par délibération du Comité Syndical n°134/2003 du 20 décembre 2003).

Ce cahier des prescriptions s'adresse aux aménageurs publics ou privés, sous maîtrise d'ouvrage du SIEAM ou non, qui construisent dans le département de Mayotte et qui réalisent des stations d'épuration de traitement des eaux usées.

Dans le cas de la non application de ces prescriptions, toute demande de mise en conformité postérieure à la réalisation des travaux demeurera à la charge exclusive de l'aménageur et ne saurait engager la responsabilité du SIEAM. La non application de ce cahier des charges exclut de fait une éventuelle reprise des stations d'épuration dans le patrimoine du SIEAM.

SOMMAIRE

1	Contacts.....	3
2	Préambule.....	4
3	Hypothèses de dimensionnement pour l’assainissement des eaux usées à Mayotte	5
4	Principe de fonctionnement des filtres plantés à écoulement vertical	6
5	Dimensionnement des filtres plantés Mayotte	7
5.1	Emprise et disposition des filtres plantés :.....	7
5.2	Ouvrages composant la station d’épuration.....	8
5.2.1	Ouvrages amont	8
5.2.2	Ouvrages aval.....	8
5.2.3	Ouvrages et équipements d’autosurveillance	8
5.2.4	Clôture et accès	8
5.3	Terrassement et réalisation des filtres :.....	9
5.4	Remplissage des filtres plantés :.....	10
5.5	Alimentation des filtres plantés verticaux :	11
5.6	Drainage des filtres plantés verticaux :.....	12
5.7	Plantes	13
5.8	Options	14
5.8.1	Hauteur de la couche filtrante	14
5.8.2	Recirculation	14
6	Exemple de conception de filtre à Mayotte.....	15
7	Elements d’exploitation des filtres.....	16
7.1	Alternance de l’alimentation.....	16
7.2	Alimentation par bâchée	16
7.3	Faucardage des plantes	16
7.4	Entretien à l’intérieur des filtres	16
7.5	Entretien courant.....	16
7.6	Bilan 24h / Auto surveillance	16

1 CONTACTS

Syndicat Intercommunal d'Eau et d'Assainissement de Mayotte (SIEAM)

ZI Kaweni – BP 289
97 600 MAMOUDZOU
Tél : 02 69 62 11 11 – Fax : 02 69 61 55 00
E-mail : sieam@sieam.fr
Horaires d'ouverture du bureau :
lundi au jeudi de 7h30 à 12h00 et de 13h30 à 14h30
vendredi de 7h30 à 11h30.

Service assainissement du SIEAM

ZI Kaweni – BP 289
97 600 MAMOUDZOU
Tél : 02 69 62 11 – Fax : 02 69 61 55 00
E-mail : sieam@sieam.fr
Horaires d'ouverture du bureau :
lundi au jeudi de 7h30 à 12h00 et de 13h30 à 14h30
vendredi de 7h30 à 11h30.

Astreinte 24h / 24 : 02 69 61 44 28
(en dehors des horaires de bureau)

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

Centre de Lyon-Villeurbanne
5 rue de la Doua - CS70077
69626 VILLEURBANNE Cedex
Tel: +33 (0)4 72 20 87 87
E-mail : pascal.molle@irstea.fr



Station d'épuration type filtre planté à écoulement vertical (métropole)

2 PREAMBULE

Le présent document présente la filière de filtres plantés de type à écoulement vertical drainé qui a montré, après 10 ans d'expérimentation à Mayotte par l'IRSTEA, d'excellents résultats. Il ne traite pas des filtres à écoulement horizontal qui à ce jour n'ont pas donné satisfaction à Mayotte ni des développements actuels en métropole ou dans les autres DOM.

Le Syndicat Intercommunal d'Eau et d'Assainissement de Mayotte (SIEAM) regroupe toutes les communes de Mayotte, soit 17 communes au total. L'exploitation de l'assainissement des eaux usées est assurée par le SIEAM, en régie.

Le présent cahier des prescriptions techniques ne dispensent pas les cahiers des charges ou CCTP (Cahier des Clauses Techniques Particulières) pouvant être établi dans le dossier de consultation des entreprises.

De façon générale, seuls les produits normés et marqués NF et conformes à la norme EN seront admis.

La réalisation d'ouvrages d'assainissement devra obligatoirement respecter le Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG) et notamment le Fascicule N° 70 & 81 titre I et titre II relatif aux canalisations d'assainissement et ouvrages annexes, aux installations de pompage pour le refoulement des eaux usées domestiques et les stations d'épuration qui fixent l'ensemble des règles de l'art liées au bon déroulement d'un chantier qui se veut de qualité, tant par la méthode d'exécution que par la nature des prestations

Les documents de références (métropole) pour les stations d'épuration type filtres plantés sont les suivants (téléchargeable sur le site de l'EPNAC - <http://epnac.irstea.fr>):

- ✓ **Epuraton des Eaux Usées Domestiques par Filtres Plantés de Macrophytes – Recommandations technique pour la Conception et la Réalisation – Groupe Macrophytes et traitement des Eaux & AERMC - Juin 2005**
- ✓ **Cadre guide pour un cahier des clauses techniques et particulières (CCTP) pour les filtres plantés – IRSTEa – Avril 2007,**
- ✓ **Guide technique pour la réalisation des stations d'épuration par filtres plantés de roseaux, ARPE – Septembre 2006,**
- ✓ *Recommandation pour le bon fonctionnement des stations d'épuration filtres plantés de roseaux, EPNAC, novembre 2008,*
- ✓ *Ouvrage de traitement par Filtres Plantés de Roseaux – Guide d'exploitation – ONEMA ./ EPNAC, septembre 2014,*

Les documents de références pour les stations d'épuration type filtres plantés adaptés à Mayotte sont les suivants (récupérable au SIEAM) :

- ✓ **Suivi des stations expérimentales FPR à Mayotte – Bilan des campagnes 2008 à 2013, Rapport Final, IRSTEa, mai 2014**
- ✓ *Suivi des stations expérimentales FPR à Mayotte – Adaptation des FPR dans les DOM, IRSTEa, mars 2013*
- ✓ *Suivi expérimental des filtres plantés de Hachenoua et Totorossa de Mayotte 2006 – 2010, CEMAGREF / SINT / SIEAM, septembre 2010*

Dans tous les cas, le SIEAM et IRSTEa devront être associés à l'opération dès le départ

3 HYPOTHESES DE DIMENSIONNEMENT POUR L'ASSAINISSEMENT DES EAUX USEES A MAYOTTE

Les stations d'épuration de traitement des eaux usées seront dimensionnées en fonction des hypothèses de projection démographique afin de satisfaire les besoins actuels et ceux des futurs développements connus.

Définitions assainissement Mayotte :

- ✓ 1 EH (Equivalent-Habitant) = 60 g DBO₅/hab/jour
Selon définition de la directive européenne du 21 mai 1991 – article 2,
- ✓ 1 Ehm (Equivalent-habitant mahorais) ou habitant à mayotte = 45 g DBO₅/hab/jour
Selon suivi du SIEAM des stations d'épuration à Mayotte

Hypothèses de dimensionnements assainissement à Mayotte :

Le SIEAM préconise d'utiliser les hypothèses suivantes pour le dimensionnement des stations d'épuration sur le territoire de Mayotte (selon hypothèses préconisées par le schéma directeur d'assainissement des eaux usées) :

- ✓ 1 habitant = 100 l/jour/habitant d'eaux usées rejetés,
- ✓ 1 logement = entre 3 et 5 Ehm selon les bassins versants,
- ✓ Taux ECPP (Eaux Claires Parasites Permanentes) = 25 %,

Les ECPP sont des infiltrations permanentes par temps sec dues à l'entrée de la nappe dans le réseau d'assainissement. En absence de mesures ou de justification, il sera considéré un taux d'ECPP de 25%, valeur observée dans le réseau d'eaux usées de Mamoudzou. A noter que le taux d'ECPP peut varier en fonction de la vétusté du réseau mais également en fonction de sa localisation dans la nappe ou hors nappe.
- ✓ Taux ECPM (Eaux Claires Parasites Météoriques) compris entre 50 % et 150 %,

Les eaux pluviales peuvent s'introduire dans le réseau d'assainissement séparatif et modifier les conditions de fonctionnement des ouvrages. Ces intrusions en temps de pluie ou eaux claires parasites météoriques (ECPM) ont lieu au niveau des mauvais branchements, des regards de visite etc. En absence de mesures ou de justifications, il sera considéré un taux d'ECPM de 100 %, valeur observée dans le réseau d'eaux usées de Mamoudzou. A noter que le taux d'ECPM peut varier énormément en fonction de la vétusté du réseau et de son entretien.
- ✓ Ratios de pollution à prendre en compte par habitant ou Ehm :

Les ratios de pollution sont des paramètres de pollution utilisées pour quantifier la quantité de pollution rejetée dans les réseaux d'eaux usées et arrivant à la station d'épuration. En l'absence de mesures ou de justification, il sera considéré les ratios du tableau ci-dessous, valeurs observées à la station d'épuration de Mamoudzou (y compris coefficient de sécurité pris en compte).

Volume _{EU}	100 l/jour/habitant
DBO ₅	45 g/jour/habitant
DCO	100 g/jour/habitant
MES	60 g/jour/habitant
N _T	10 g/jour/habitant
P _T	1 g/jour/habitant

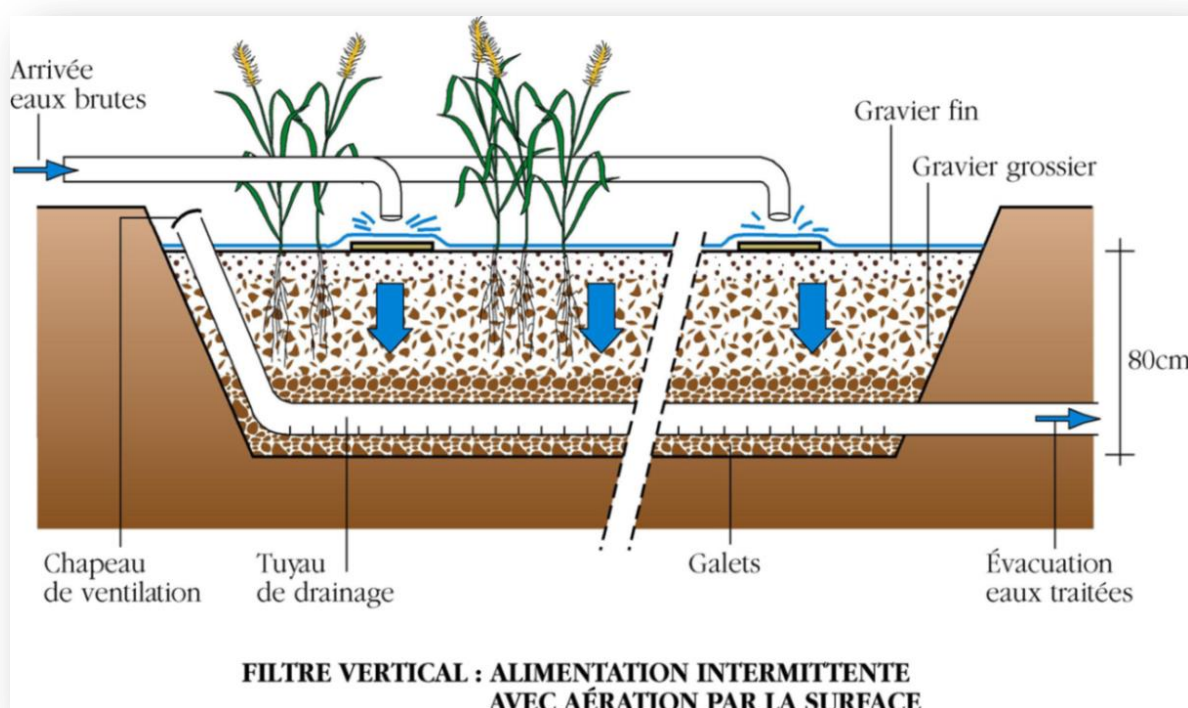
4 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES FILTRES PLANTÉS A ECOULEMENT VERTICAL

Les eaux brutes (eaux grises et eaux vannes) passent à travers des filtres remplis d'un substrat minéral (sable et gravier) où sont plantés des végétaux spécifiques.

Principe de fonctionnement :

Les Matières En Suspension (MES) sont retenues en surface du filtre et la matière organique est minéralisée à la traversée du massif filtrant, au contact de bactéries fixées sur les granulats et les rhizomes.

Le rôle des plantes est d'éviter le colmatage du filtre en favorisant l'infiltration de l'eau et l'oxygénation du milieu. Elles fournissent également, de par leur tissu racinaire, une surface supplémentaire pour l'accroche des bactéries



Coupes de principe de station d'épuration de type Filtres plantés à circulation vertical

5 DIMENSIONNEMENT DES FILTRES PLANTES MAYOTTE

5.1 Emprise et disposition des filtres plantés :

Hypothèses de dimensionnement de base	
Dimensionnement surface (m ² /EH)	0,8 m ² / EH*
Nombre d'étage	1 étage
Nombre de lits	2 lits

**pour des ECPP ou ECPM nulles. Sinon limite de 70 cm / jour d'effluent sur le filtre en alimentation (y compris recirculation si présente). Pour mémoire : 0,8 m² / EH = 0,6 m² / Ehm*



Exemple Filtres plantés de Hachenoua – Commune de Tsingoni - Mayotte

Points clés du fonctionnement des filtres plantés adaptés à Mayotte	
✓ Une alimentation alternée de 3,5 jours par filtre	→ 2 filtres en parallèle
<i>Afin de minéraliser les matières accumulées en surface et la régulation de la biomasse interne.</i>	
✓ Une alimentation par intermittence	→ Système de bâché
<i>Afin de permettre une bonne répartition de l'effluent à la surface du filtre et d'optimiser la réoxygénation du massif.</i>	

5.2 Ouvrages composant la station d'épuration

5.2.1 Ouvrages amont

Les ouvrages à prévoir en amont du filtre sont les suivants :

- **Dégrilleur** (grossier à 40 mm suffisant),
- **Ouvrage de bâché :**
 - **Alimentation par refoulement** : la bâché est assuré directement par le poste de relèvement (le volume de la bâché et le débit de refoulement devront alors être dimensionné avec un minimum de 0,50 m³/h par m²),
 - **Alimentation gravitaire** : un ouvrage type siphon autoamorçant doit être prévu.
- **Chambre de vannes** (pour gérer l'alternance de l'alimentation).

5.2.2 Ouvrages aval

Les ouvrages à prévoir en aval du filtre sont les suivants :

- **Ouvrage de comptage** (seuil en V, canal Venturi, débitmètre électromagnétique...)
- **Ouvrage de rejet** au milieu naturel

Les ouvrages optionnels peuvent être les suivants :

- *Déversoir d'orage ou by-pass en tête de station (selon nature du réseau)*
- *Ouvrage de recirculation (ouvrage de répartition) avec retour en tête*
- *Traitement tertiaire (filtre supplémentaire, traitement UV...)*

5.2.3 Ouvrages et équipements d'autosurveillance

Des équipements d'autosurveillance doivent être installés afin de pouvoir comptabiliser les débits en entrée et sortie de station et prélever des échantillons d'eaux usées :

✓ **Débitmétrie :**

- **Entrée :**
 - Alimentation par refoulement : débitmètres électromagnétique
 - Alimentation gravitaire : canal Venturi (après dégrilleur)
- **Sortie** : canal Venturi, seuil en V ou débitmètre électromagnétique.

✓ **Prélèvement :**

- **Entrée** : regard de prélèvement (bâche de pompage ou regard spécifique)
- **Sortie** : regard de prélèvement (canal ou regard spécifique)

5.2.4 Clôture et accès

La clôture ceinturant l'ensemble du site sera constituée de panneaux rigides de 2 mètres de hauteur posés sur une longrine béton de 40 cm de hauteur minimum et une fondation. Les panneaux seront scellés dans un chaînage en béton armé. Un portail d'entrée sera positionné au niveau de la piste d'accès.

5.3 Terrassement et réalisation des filtres :

Terrassement et étanchéité des filtres

Les filtres seront réalisés en déblais ou en remblais selon la nature du sol et le site.

Les filtres devront être parfaitement étanches sauf demande contraire au CCTP

Une revanche de 30 cm minimum sera prévue pour le stockage des boues.



Exemple de mise en œuvre d'une étanchéité par géomembrane à Hachenoua

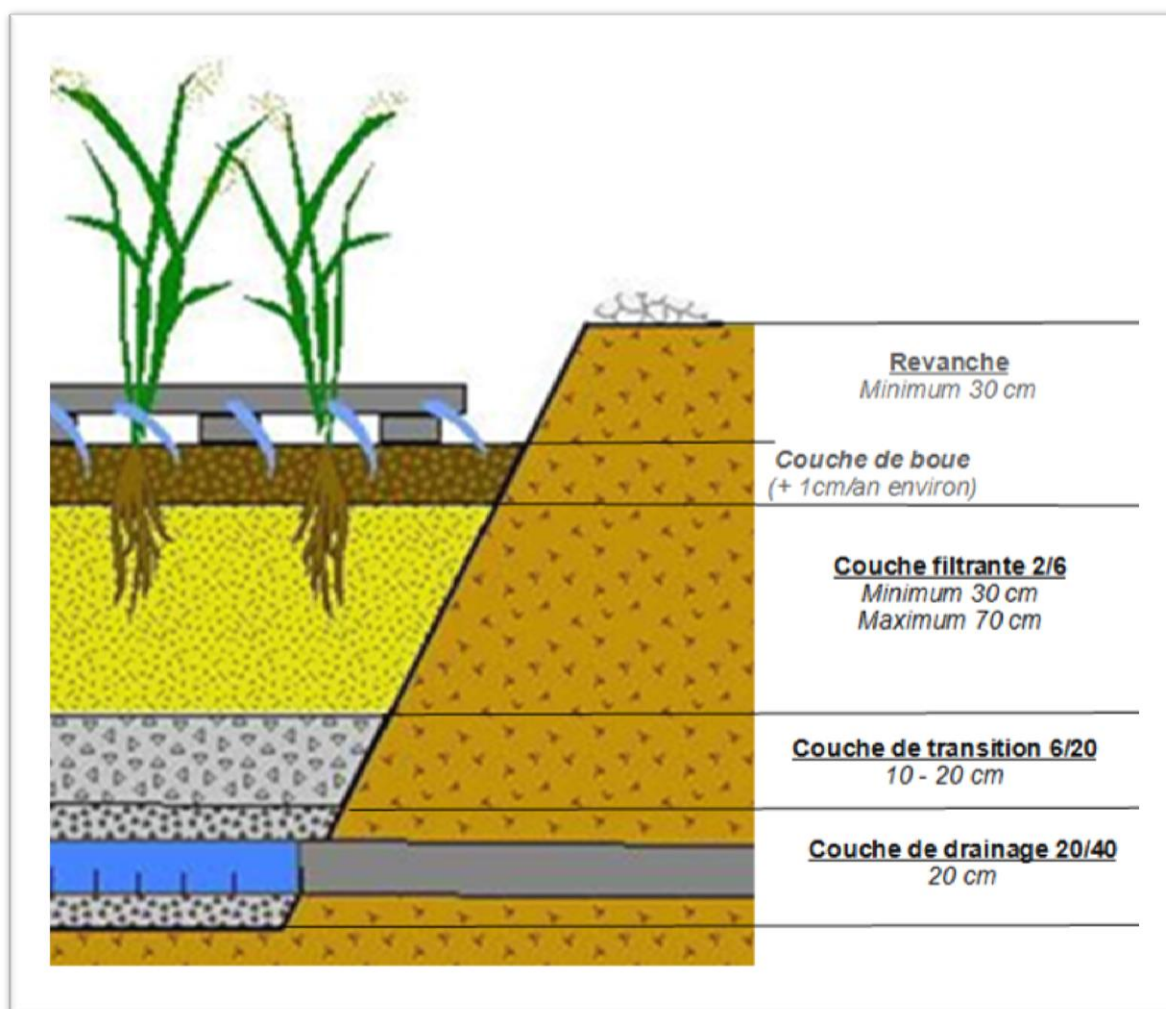
5.4 Remplissage des filtres plantés :

Garnissage des filtres	
Couche Filtrante	
Type	Gravier fin
Epaisseur minimum	30 cm (max 80 cm)
Amplitude granulaire (mm)	2 / 6
Couche de transition	
Epaisseur	10 à 20 cm
Amplitude granulaire (mm)	5 / 20
Couche drainante	
Epaisseur	10 à 20 cm
Amplitude granulaire (mm)	20 / 60



Tous les matériaux doivent être calibrés, lavés, avoir une teneur en fines inférieure à 3%, et être principalement siliceux.

N.B. : Pour éviter la migration de matériaux entre les couches, la granulométrie de la couche de transition doit répondre à la loi de Terzaghi, principalement : $d_{15} \text{ transition} \leq 4 d_{85} \text{ filtration}$



Coupe lithologique de garnissage des filtres

5.5 Alimentation des filtres plantés verticaux :

Dimensionnement de la bâchée d'alimentation	
Hauteur de la lame d'eau sur le filtre	3 cm (mini = 2 cm - maxi = 5 cm)
Diffuseurs	minimum de 1 pour 50 m ²
Matériaux préconisés (en surface)	Inox 316 L*

* d'autres matériaux plus économique peuvent être proposés sous réserve qu'ils garantissent une résistance aux UV et aux petits chocs (coupe-coupe, rotofil...)



Exemples d'alimentation de filtres (Hachenoua)



5.6 Drainage des filtres plantés verticaux :

Des drains d'aération et d'évacuation des eaux usées traitées doivent être mise en œuvre en fond de filtre.

Ces drains sont réalisés en PVC DN 160 pour les parties enterrées. Les parties en surface devront soit être protégées pour ne pas être soumis à l'ensoleillement (les UV attaque un vieillissement précoce du PVC), soit réalisé en un autre matériau (Inox 316 L ou aluminium).

Des chapeaux ou événements de ventilations seront mis en œuvre en haut des tuyaux d'aération. Ils devront obligatoirement équipés de grillage anti moustique.



Drains d'aérations intermédiaires d'Hachenoua (de fond et intermédiaire)

N.B. :

Lorsque la couche filtrante fait 80 cm d'épaisseur, il faut rajouter un drain d'aération à 40 cm de profondeur (Tuyau DN 100 avec fentes tournées vers le bas) – voir photo de droite ci-dessus

5.7 Plantes

Le choix des plantes n'est pour le moment pas encore défini. Plusieurs plantes sont actuellement en cours de tests afin de pouvoir déterminer celle qui sera le mieux adaptée

Les plantes qui ont déjà été testés mais qui ne donnent pas entière satisfaction :

- ✓ Thypha
- ✓ Thysalonea

Les plantes en cours de tests qui semblent être adaptées :

- *Clynogyne comorensis*
- *Shoenoplectus littoralis*
- Cypéracée



De gauche à droite : Cypéracée, Shoenoplectus littoralis, Clynogyne comorensis

Le choix de la plante retenue devrait être communiqué pour la fin de l'année 2015.

5.8 Options

5.8.1 Hauteur de la couche filtrante

La couche filtrante en matériaux 2 / 6 peut avoir une hauteur située entre 30 et 80 cm selon le degré de traitement recherché.

Une hauteur de 80 cm permettra d'affiner le traitement en obtenant de meilleurs rendements sur la pollution carbonée (DCO, DBO5...), sur les MES et d'augmenter de manière significative la nitrification.



Mise en œuvre de la couche filtrante – travaux Hachenoua

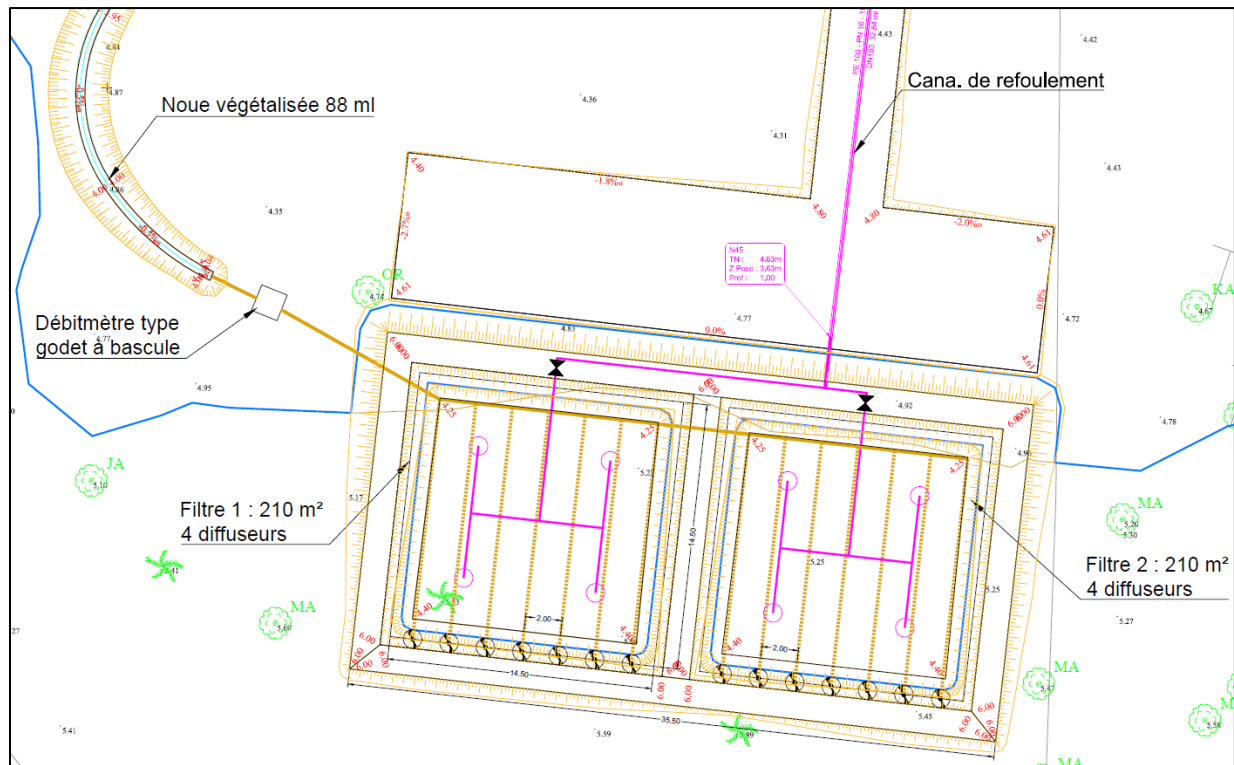
5.8.2 Recirculation

Une recirculation de 100 % avec un retour en tête de station est envisageable si l'on souhaite fiabiliser le traitement et affiner l'épuration (cela permet d'avoir une nitrification quasi-totale et de fiabiliser les rejets en MES). C'est également un moyen simple d'améliorer les performances quand les eaux usées brutes sont très concentrées (DCO > 1000 mg/L, DBO5 > 400 mg/L).

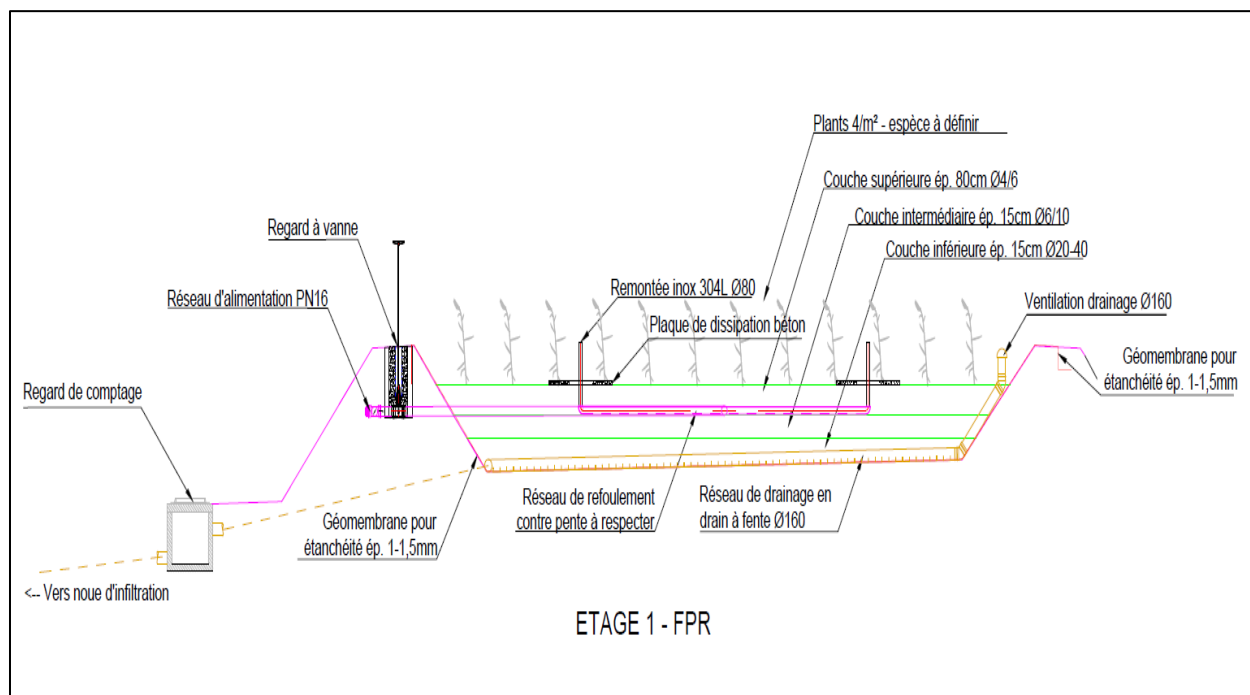


Regard de répartition (STEP Dewats)

6 EXEMPLE DE CONCEPTION DE FILTRE A MAYOTTE



Exemple de plans de conception filtres planté de Longoni – MBE 2014



7 ELEMENTS D'EXPLOITATION DES FILTRES

7.1 Alternance de l'alimentation

- L'alternance doit être obligatoirement être réalisé 2 fois par semaine

7.2 Alimentation par bâchée

- L'alimentation par bâchée doit être contrôlée à chaque passage (en s'assurant que le volume de la bâchée permette d'obtenir une lame d'eau se répartissant sur l'ensemble du filtre de 3 cm environ).

7.3 Faucardage des plantes

- A réaliser deux (2) fois par an (mois de novembre et mois de mars)



30 cm à la base des plantes doivent être conservés lors du faucardage

7.4 Entretien à l'intérieur des filtres

La couche de boue à la surface des filtres ne doit pas être curée

Les « mauvaises herbes » poussant à la surface des filtres doivent être déracinées et enlevées à la main



L'utilisation d'une débroussailleuse à l'intérieur des filtres est à proscrire

7.5 Entretien courant

- Nettoyage du dégrilleur
- Nettoyage des ouvrages et des abords
- Vérification du bon écoulement des eaux
- Relever des différents compteurs (eau, électricité, débitmètres...)
- Remplissage du cahier d'exploitation

7.6 Bilan 24h / Auto surveillance

- Un bilan 24h entrée et sortie doit être réalisé au minimum 1 fois par an pour vérifier le bon fonctionnement du filtre.