



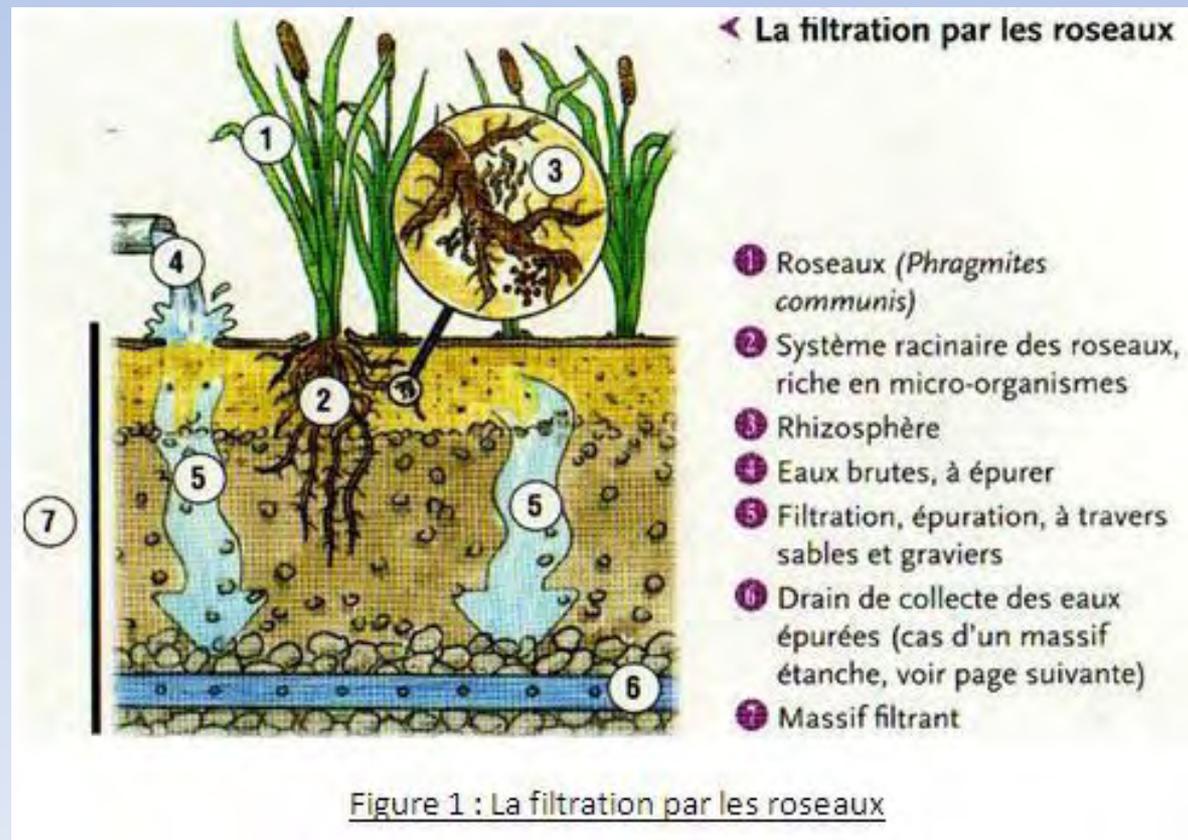
Alexandre CRAS et Didier GAUTRAND

Les filtres plantés adaptés à l'Assainissement Non Collectif

POLYTECH Montpellier
15 février 2016

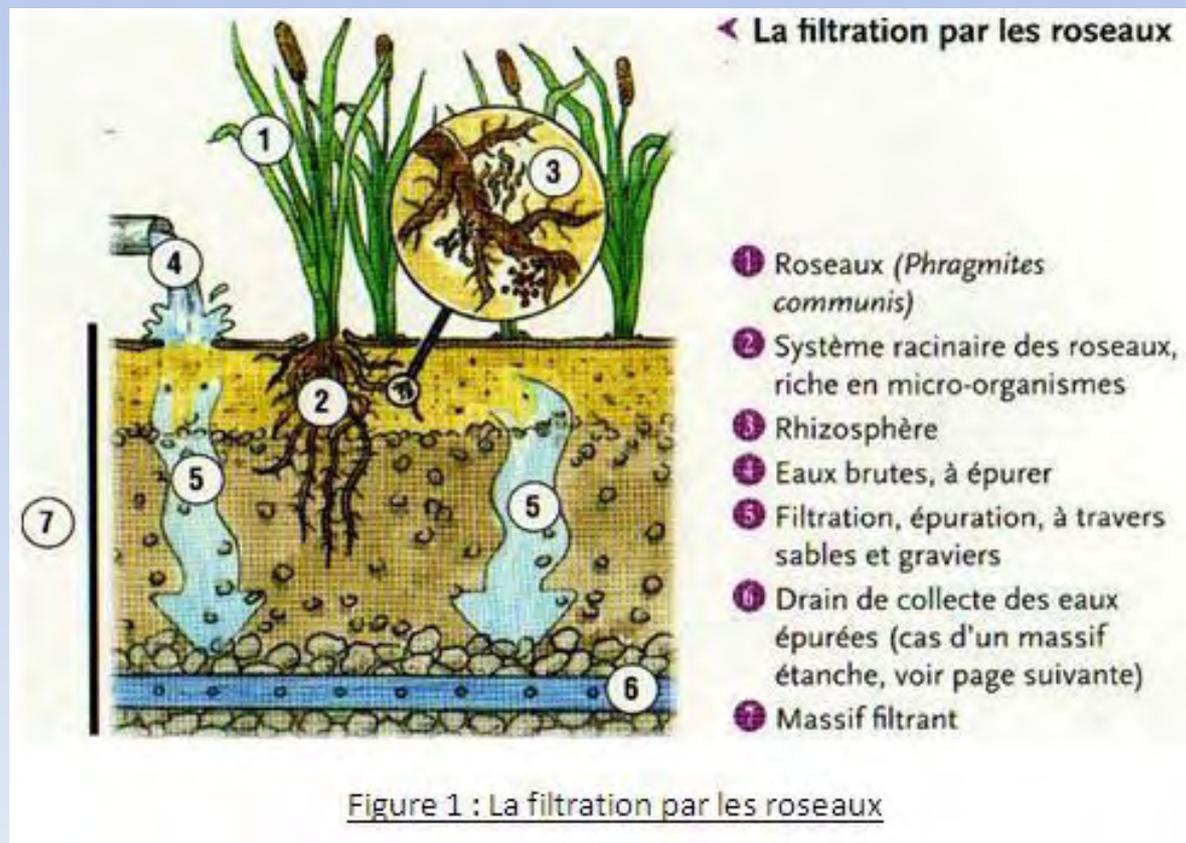
Les Filtres plantés : principe de fonctionnement

- ✓ Systèmes à cultures fixées sur support fin
- ✓ L'épuration est assurée par l'activité des micro-organismes aérobies et anaérobies qui se développent au sein de la rhizosphère



Les Filtres plantés : principe de fonctionnement

Filtres en série : Chaque filtre est étanche, drainé et constitué de granulats où sont implantés des roseaux ou autres plantes des marais. On parle de *Filtres Plantés de Macrophytes*



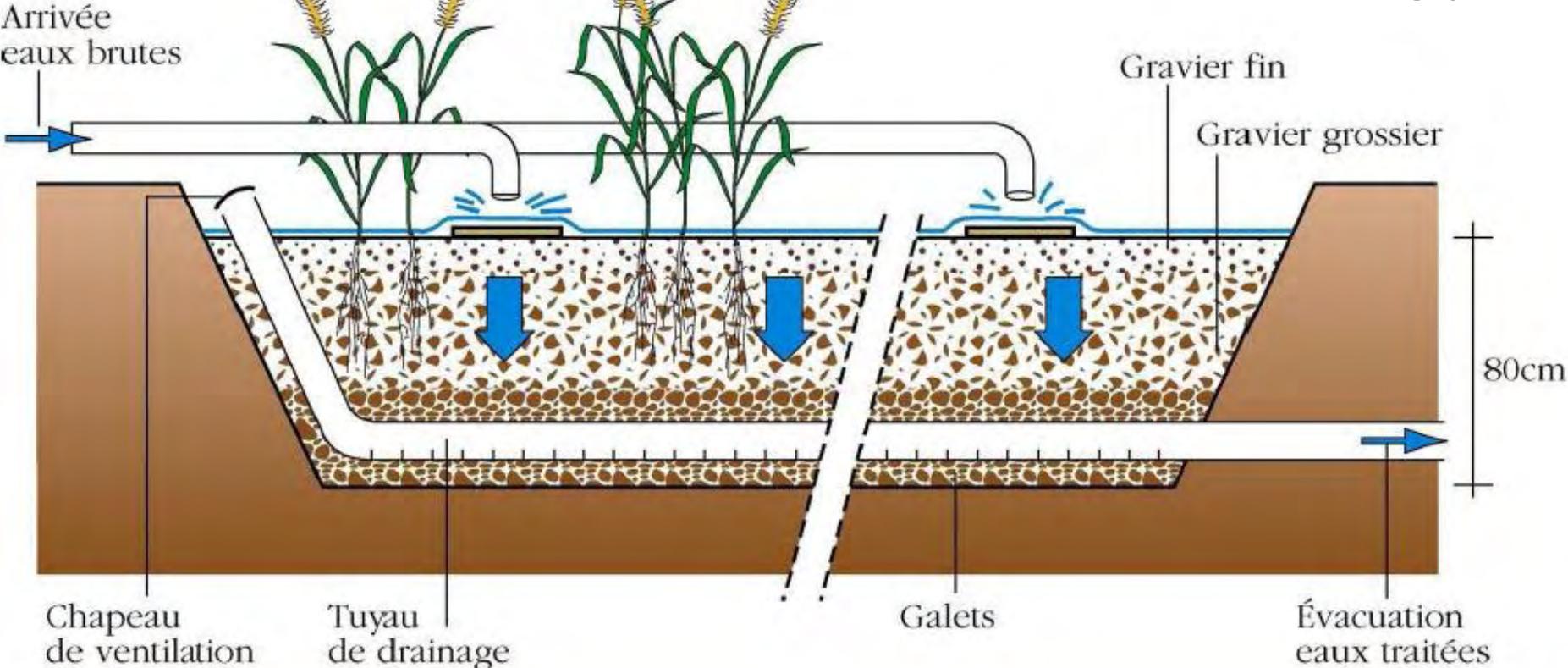
Les Filtres plantés : rôle des macrophytes

- Action mécanique
- Maintien de la conductivité hydraulique
- Développement de la diversité des microorganismes
- Effet protecteur (protection foliaire)
- Evapotranspiration
- Assimilation des nutriments (<5%)



Les Filtres plantés : Filtre vertical

Source : Cemagref



Rôle (fonctionne en aérobiose) :

- ✓ Filtration mécanique
- ✓ Minéralisation des MO
- ✓ Nitrification

Avantages :

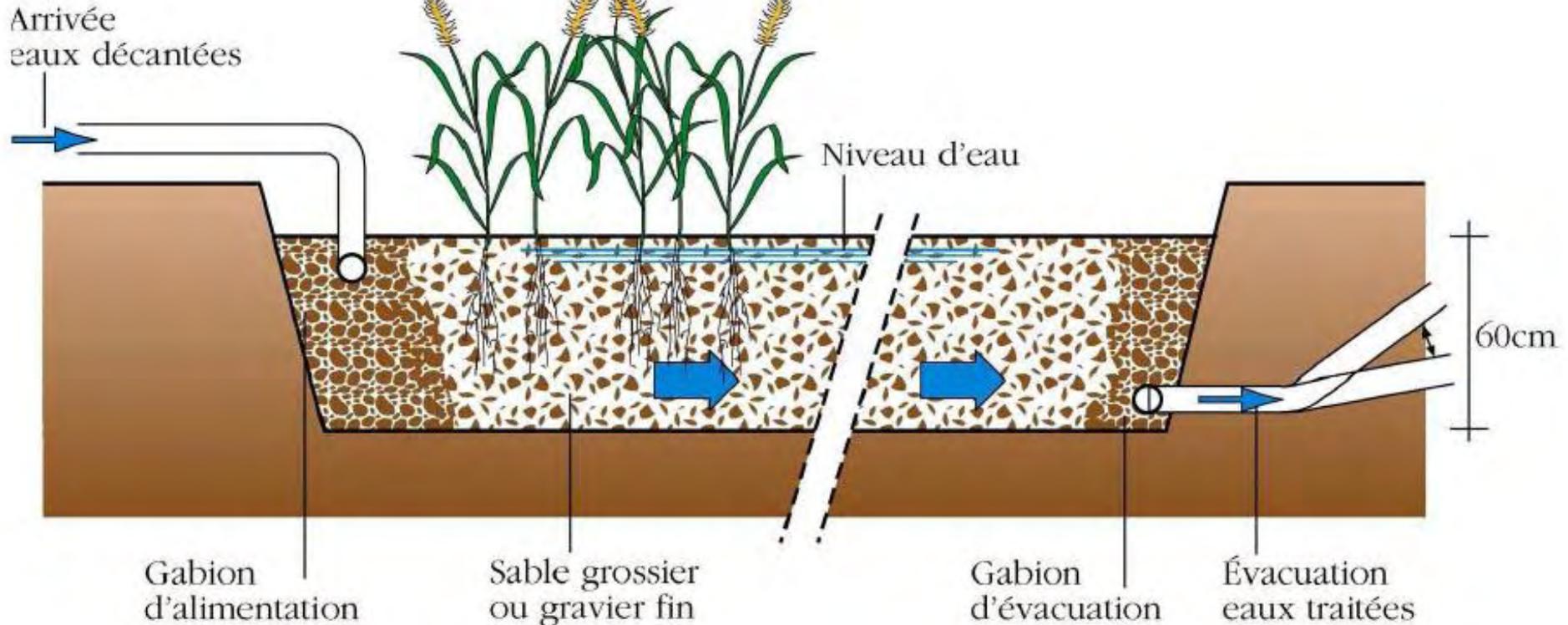
Très robuste et peu sensible au gel

Inconvénients :

Perte de charge importante > 1 m

Les Filtres plantés : Filtre horizontal

Source : Cemagref



Rôle (fonctionne en anaérobiose):

- ✓ Tampon hydraulique
- ✓ Abattement bactériologique
- ✓ Dénitrification

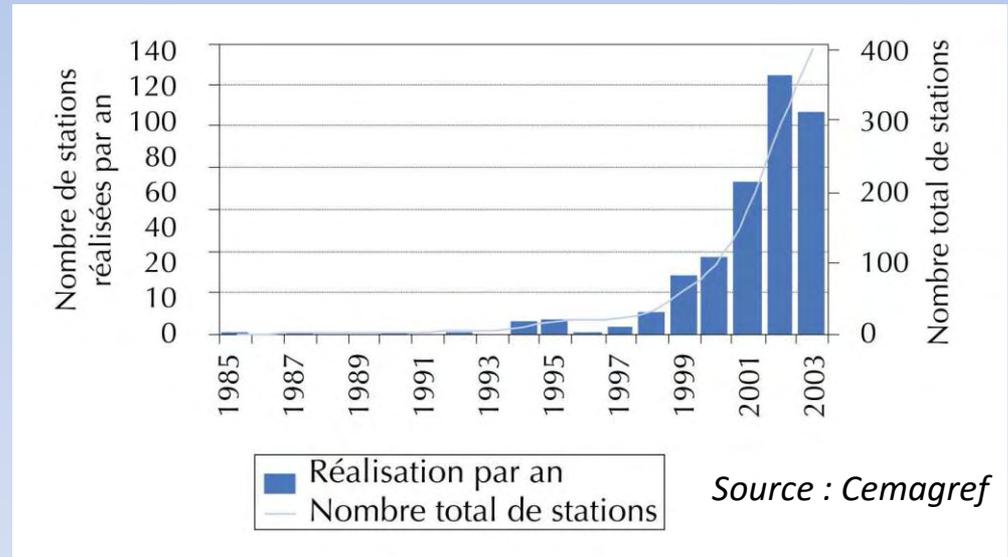
Inconvénients :

- ✓ Sensible au gel
- ✓ Risque de colmatage à long terme



Les Filtres plantés : son développement en France

Ce système est largement utilisé en assainissement collectif. Apparu dans les années 80, réel développement dans les années 90 avec les travaux du Cemagref se basant sur ceux de Kate Seidel en Allemagne



Forte demande sur ce type de filière par les élus en raison « d'une image naturelle » et la simplicité d'exploitation (coûts bas)

**Les filtres plantés adaptés au traitement des
eaux usées et recevant - de 1,2 kg DBO₅/j
Arrêté du 7/09/2009 et 07/03/2012 :
Obligation de moyens**



Autres dispositifs de traitement

Section 2 – Art. 7:

« Les eaux usées domestiques peuvent être également traitées par des installations composées de dispositifs agréés par les ministères en charge de l'écologie et de la santé, à l'issue d'une procédure d'évaluation de l'efficacité et des risques que les installations peuvent engendrer directement ou indirectement sur la santé et l'environnement [...] »

Section 2 – Art. 8:

« L'évaluation des installations d'assainissement non collectif est par les organismes dits notifiés [...] sur la base des résultats obtenus sur plateforme d'essai, selon un protocole précisé en annexe 2. »

Protocole d'évaluation

N° Séq.	Dénomination	Débit nominal	Nombre de mesures	Durée (semaines)
1	Mise en service	100 %	0	X
2	Charge nominale	100 %	6	6
3	Sous-charge	50 %	2	2
4	Charge nominale	100 %	6	6
5	Faible occupation	0 %	2	2
6	Charge nominale	100 %	6	6
7	Surcharge	150 %	2	2
8	Charge nominale	100 %	6	6
9	Sous-charge	50 %	2	2
10	Charge nominale	100 %	6	6
11	Surcharge 200 %	200 %	4	4
12	Stress de non-occupation	Variable	2	2

➤ *Respect des niveaux de rejet :*
MES : 30 mg/L et DBO5 : 35 mg/L

Filières de FP agréées à ce jour

- AQUATIRIS** : Jardin d'Assainissement FV-FH de 2 à 20 EH et FV 5 EH

Agréments n°2011-022 mod01, mod02 et 2014-014



- EPUR NATURE** : Autoepure 3000, 4000, 5000, 7000, 9000 pour 5, 8, 10, 15, 20 EH

Agréments n°2011-004, et 2012-03



- JEAN VOISIN** : Ecophyltre pour 4, 5, 7, 10 EH

Agréments n°2014-007, et 2014-007 ext01 à ext03



- RECYCL'EAU** : Phytostation pour 6 EH

Agrément n°2014-005





Les Jardins D'Assainissement AQUATIRIS

Filières AQUATIRIS : Jardin d'Assainissement FV-FH Agrément n°2011-022 mod01 et mod02



Les eaux domestiques sont dirigées vers un filtre à roseaux à écoulement vertical ...



... auquel succède un filtre végétalisé à écoulement horizontal

Schéma page suivante →

Filières AQUATIRIS : Jardin d'Assainissement FV-FH Agrément n°2011-022 mod01 et mod02

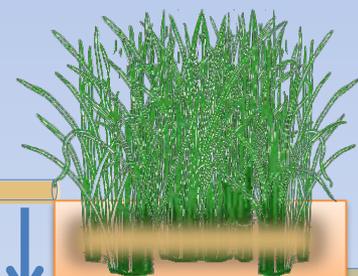
Prétraitement : filtre à roseaux à écoulement vertical (FV)

Traitement : filtre végétalisé à écoulement horizontal (FH)

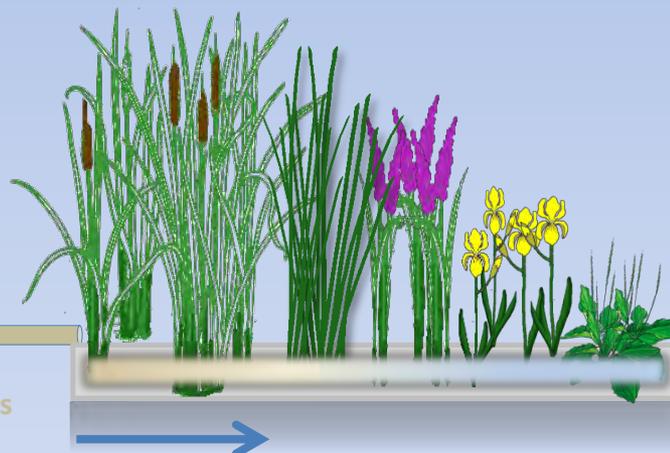
4 m²/PP
1 PP = 1 EH

Vue en coupe

Eaux ménagères + eaux vannes



Eaux prétraitées



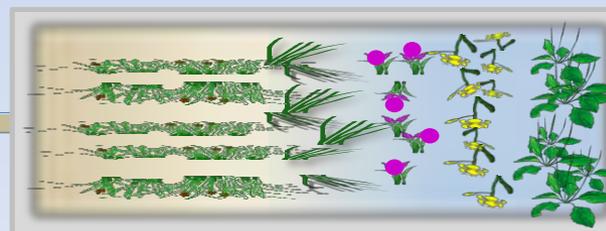
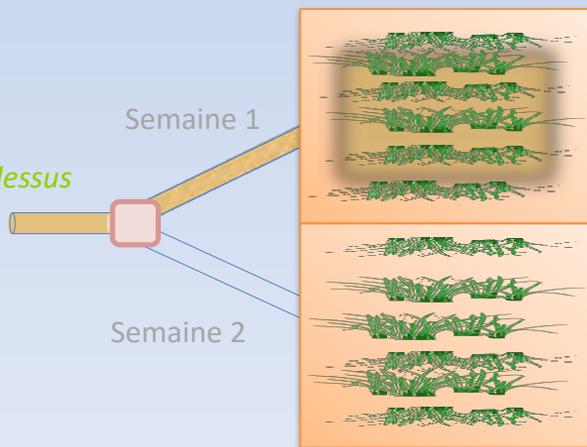
Eaux traitées



Vue de dessus

Semaine 1

Semaine 2



Eaux traitées



Source : Aquatiris



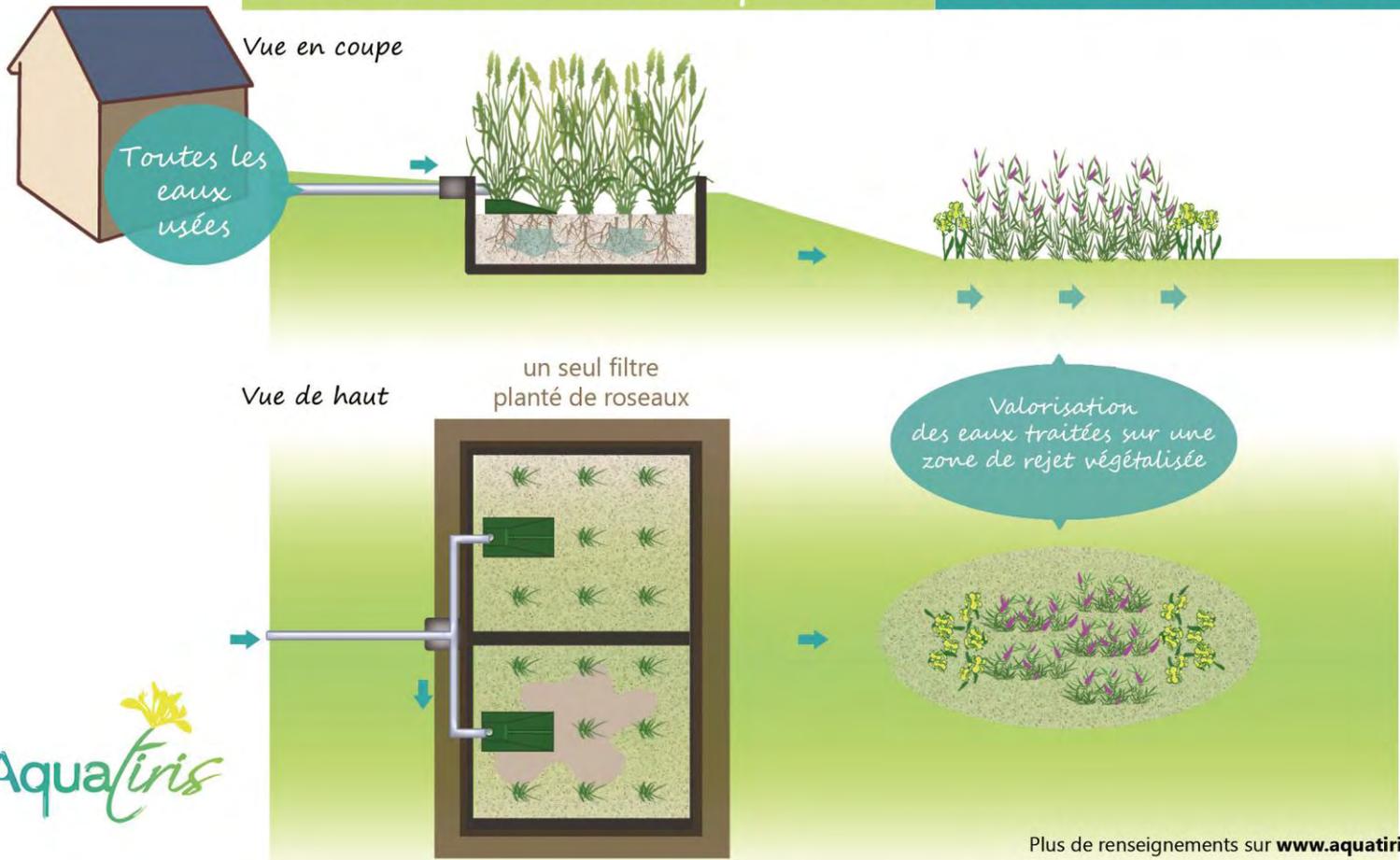
Organisme de
Formation
**Eau fil
de l'Eau**

Filières AQUATIRIS : Jardin d'Assainissement FV Agrément n°2014-014



Les Jardins
d'Assainissement Aquatiris

Avec 1 seul filtre



Filières AQUATIRIS : Jardin d'Assainissement FV Agrément n°2014-014



- Création d'un espace paysager
- Entretien de type jardinier
- Ouvrages facilement accessibles
- Principe et matériel simples
- Installation durable
- Ni fosse, ni odeur de fermentation
- Pas de boues mais du compost
- Pas de gaz de fermentation à effet de serre
- Choix de l'implantation sur étude

Avantages 1 seul filtre

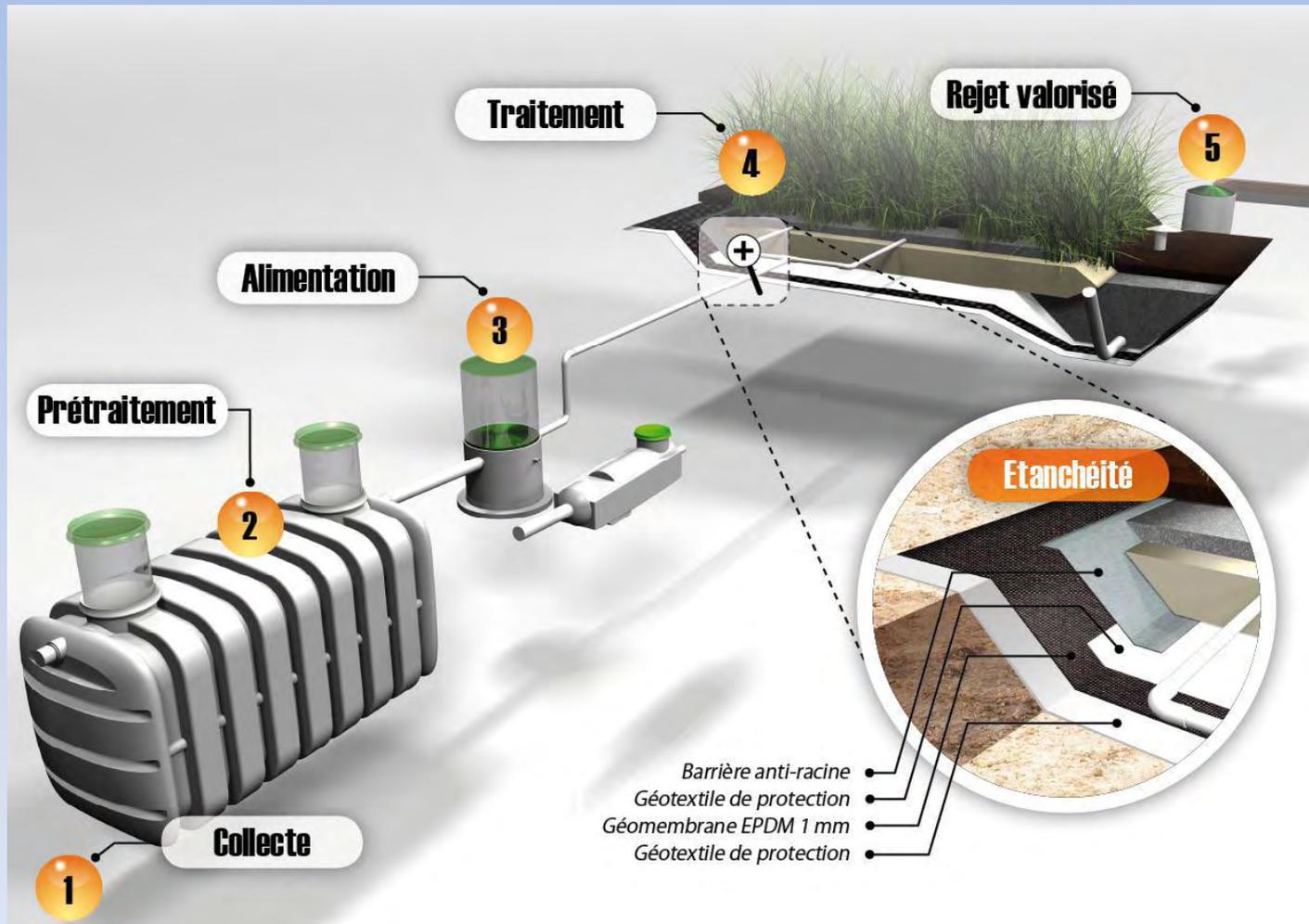


- Bacs avec marquage CE
- Liberté d'aménagement paysager
- Finitions nettes, rendu impeccable
- Matériau robuste
- Chantier rapide, environ 3 jours
- Compacité, faible emprise au sol
- Tarif compétitif
- Système agréé n° 2014-014



Autoepure EPUR NATURE

Filière EPUR NATURE: Autoepure Fosse + Filtre combiné FV-FH Agrément n°2011-004 et 2012-03



Filière EPUR NATURE: Autoepure Fosse + Filtre combiné FV-FH Agrément n°2011-004 et 2012-03

	capacité (en EH)	Nb d'usagers desservis	Charge hydraulique journalière	Surface du filtre vertical (en m ²)	Surface du filtre horizontal (en m ²)
AUTOEPURE® 3000	5	1 à 5	0,75	15	5
AUTOEPURE® 4000	8	6 à 8	1,20	24	8
AUTOEPURE® 5000	10	9 à 10	1,50	30	10
AUTOEPURE® 7000	15	11 à 15	2,25	45	15
AUTOEPURE® 9000	20	16 à 20	3,00	60	20

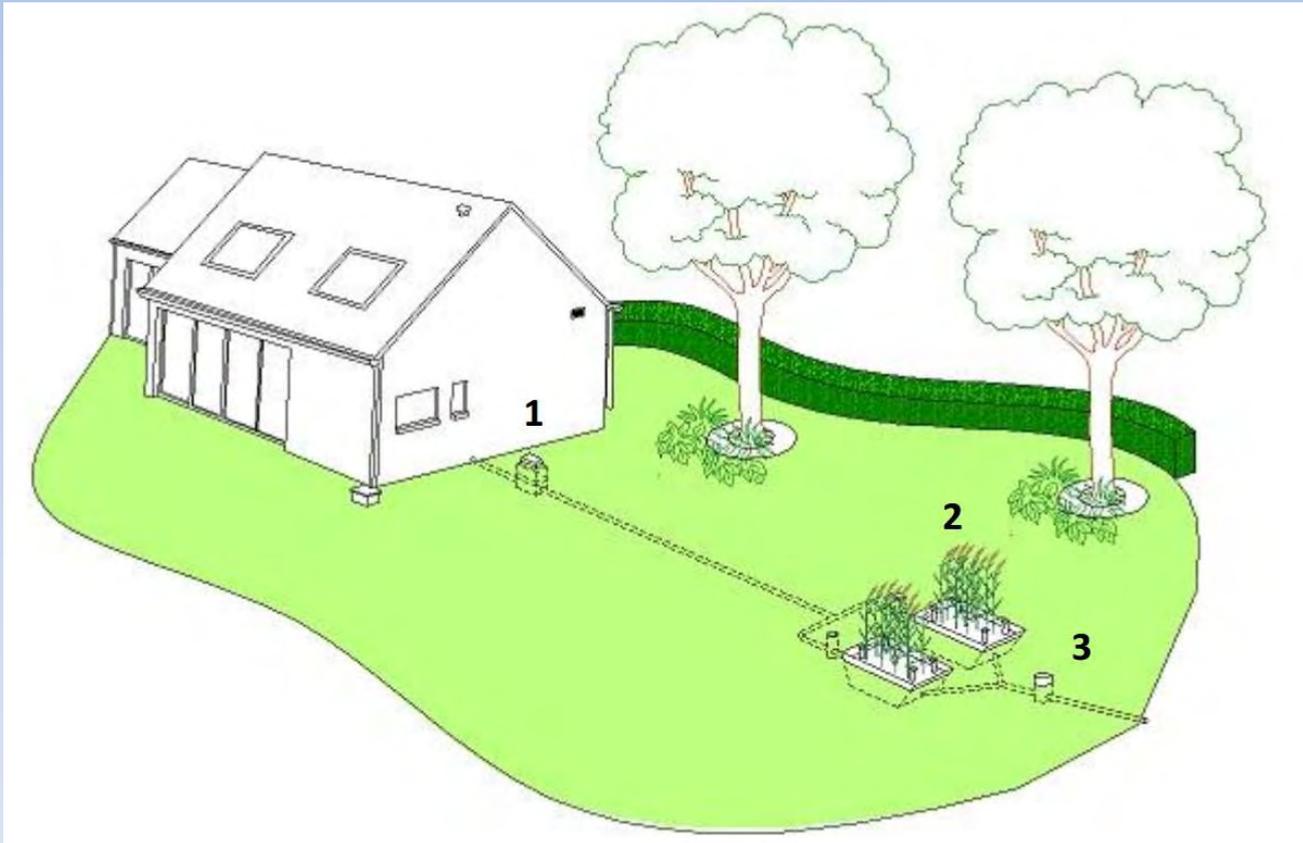
Tableau 8 : tableau récapitulatif du dimensionnement en fonction du nombre d'usagers



Ecophyltre JEAN VOISIN

Filières JEAN VOISIN : Ecophyltre FV seul 4, 5, 7, 10 EH - Agrément n°2014-007

SUBSTRAT PARTICULIER : MAYENNITE



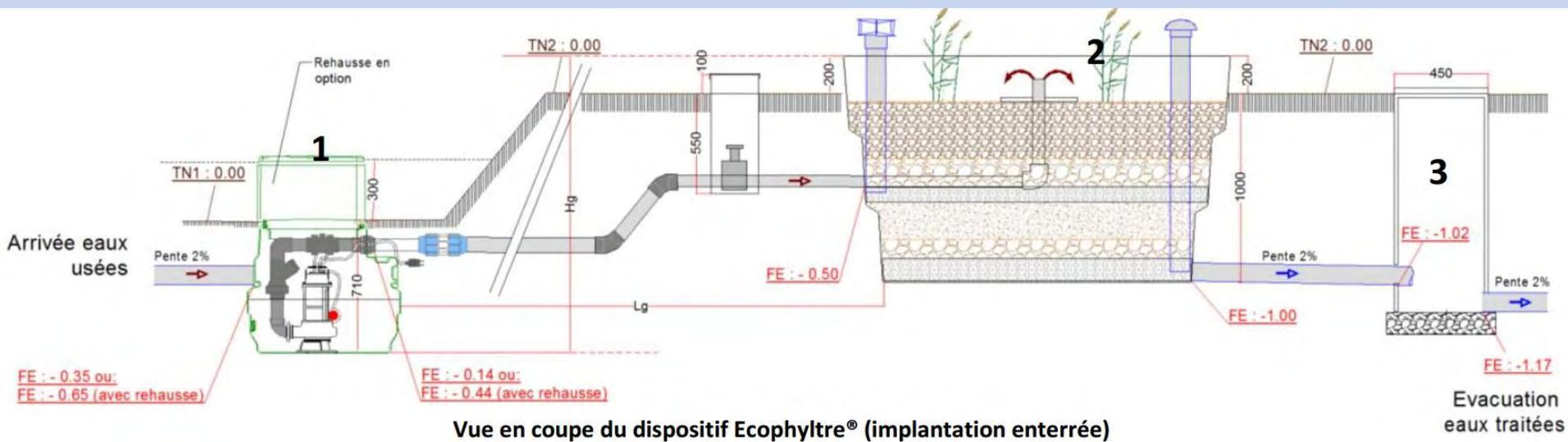
Filières JEAN VOISIN :

Ecophyltre FV seul

4, 5, 7, 10 EH - Agrément n°2014-007

Nombre d'usagers	Cuve	Surface totale	Ratio	Volume bâchée
4 EH	2 x 2.4 m ²	4.8 m ²	1.20 m ² /EH	75 L

Nombre d'usagers	Cuve	Surface totale	Ratio	Volume bâchée
5 EH	2 x Ø2.0	6.43 m ²	1.29 m ² /EH	100 L
7 EH	2 x Ø2.3	8.50 m ²	1.21 m ² /EH	130 L
10 EH	4 x Ø2.0	12.86 m ²	1.29 m ² /EH	180 L

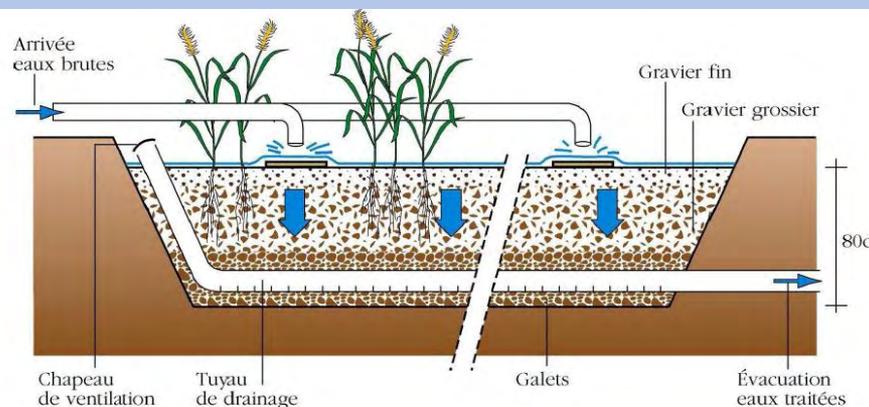




Phytostation RECYL'EAU

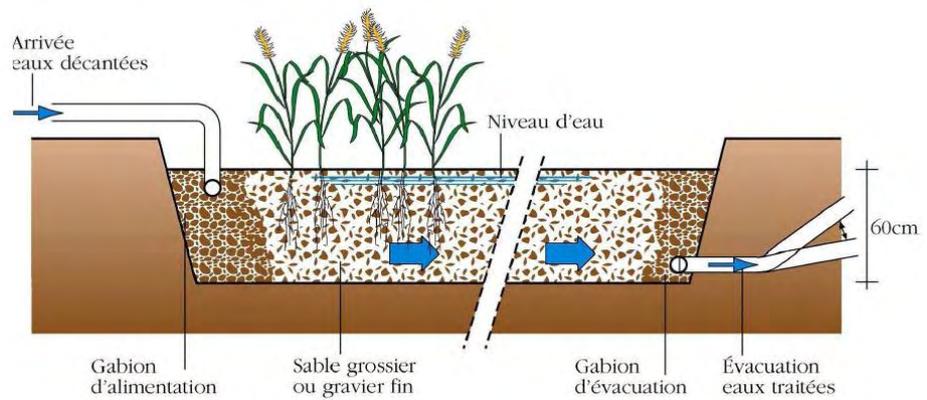
Filière REYCL'EAU : Phytostation FV-FH Agrément n°2014-005

Filtre à écoulement vertical (FV) sans alternance



SUBSTRAT PARTICULIER : POUZZOLANE

Filtre à écoulement horizontal (FH)



	Surface (m ²) par EH	Surface m ² pour 6 EH
Filtre à écoulement vertical	1,7	10
Filtre à écoulement horizontal	1,3	8
Total	3 m²/EH	18 m²

Illustration 3. Règles de dimensionnement de l'installation la Phytostation Recycl'eau® 6 EH.



Quelques exemples en images



Organisme de
Formation
**Eau fil
de l'Eau**

Filières AQUATIRIS : Jardin d'Assainissement FV-FH Agrément n°2011-022 mod01 et mod02



Source : Aquatiris

Filières AQUATIRIS : Jardin d'Assainissement FV-FH Agrément n°2011-022 mod01 et mod02





Mise en œuvre des Jardins d'Assainissement



Filière REYCL'EAU : Phytostation FV-FH Agrément n°2014-005

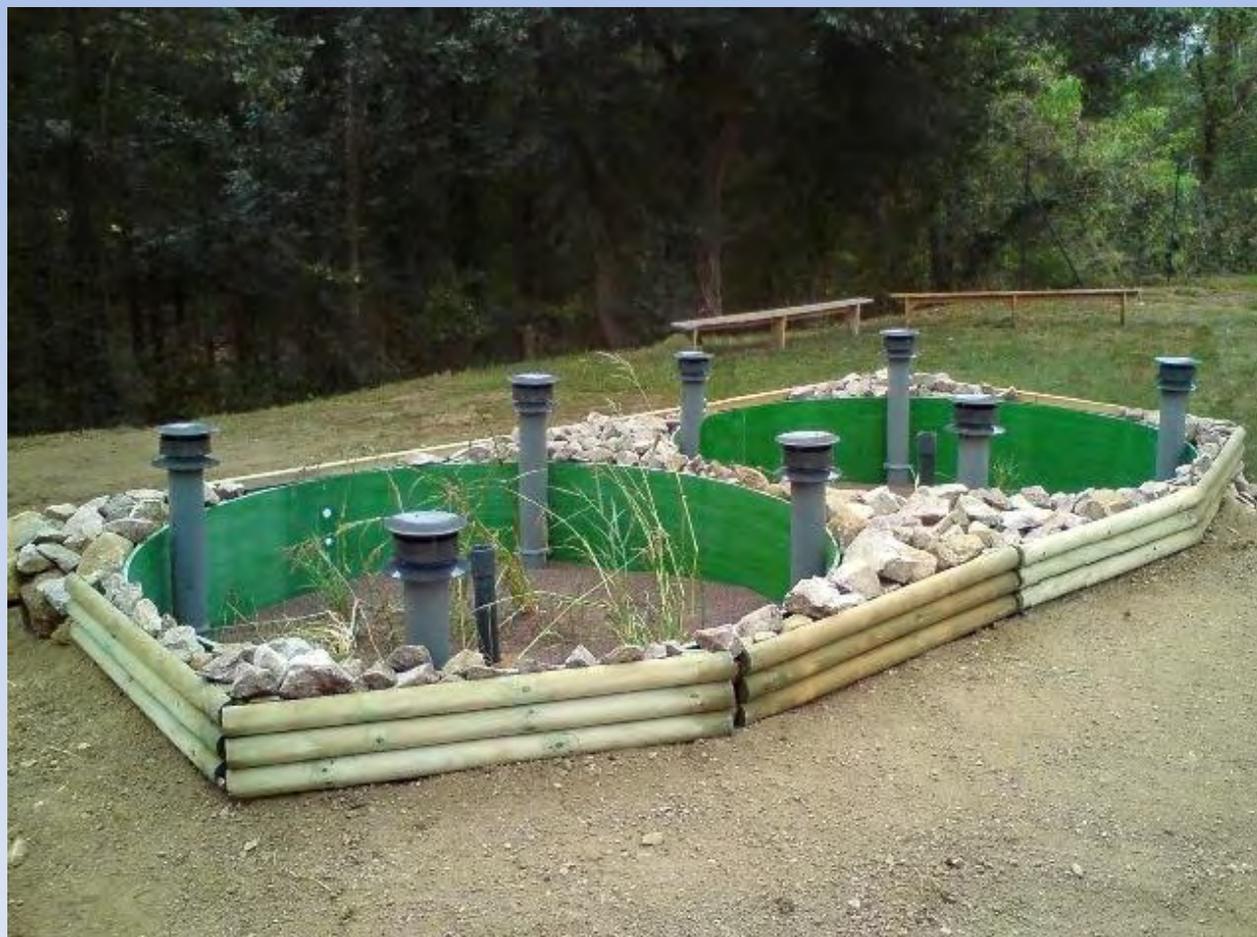
Filtre à écoulement vertical (FV)



Filtre à écoulement horizontal (FH)



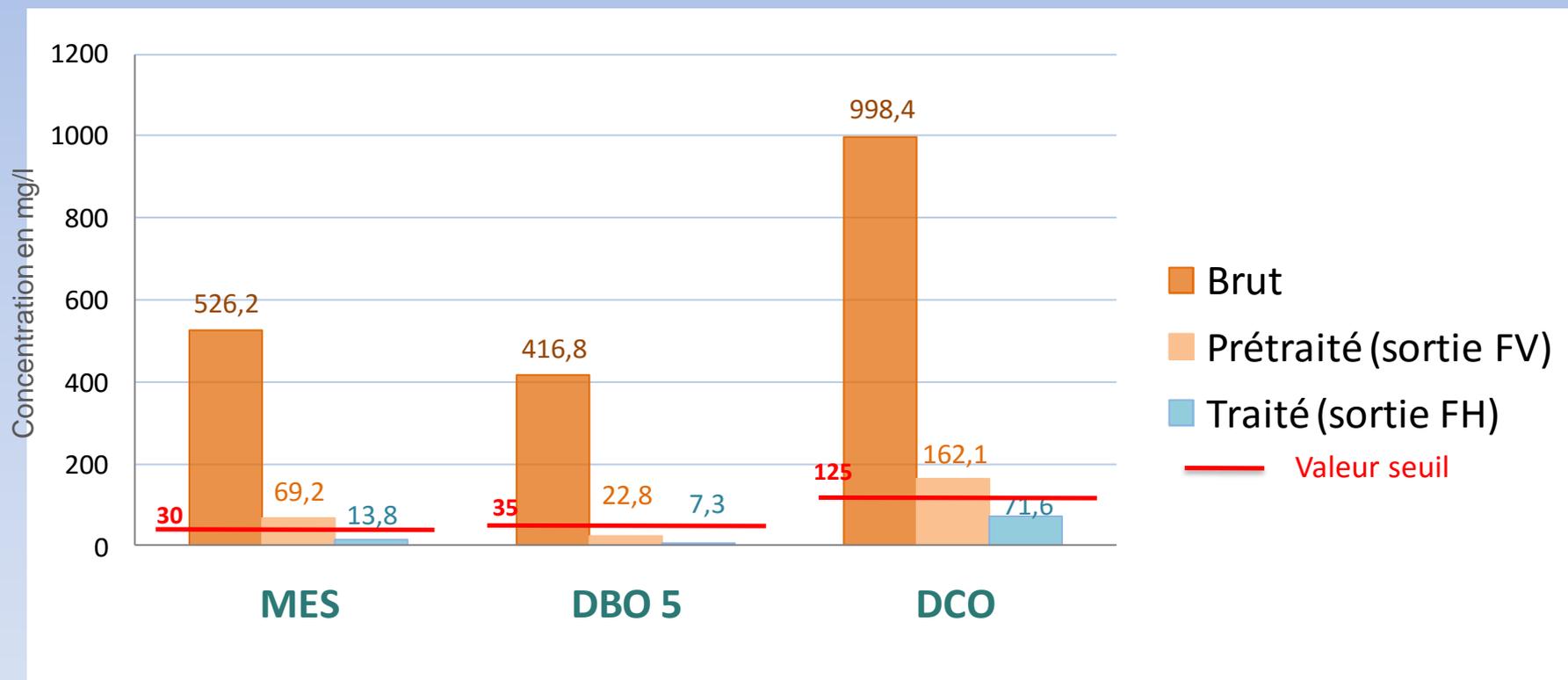
**Filières JEAN VOISIN :
Ecophyltre FV seul
4, 5, 7, 10 EH - Agrément n°2014-007**





Quelles performances ?

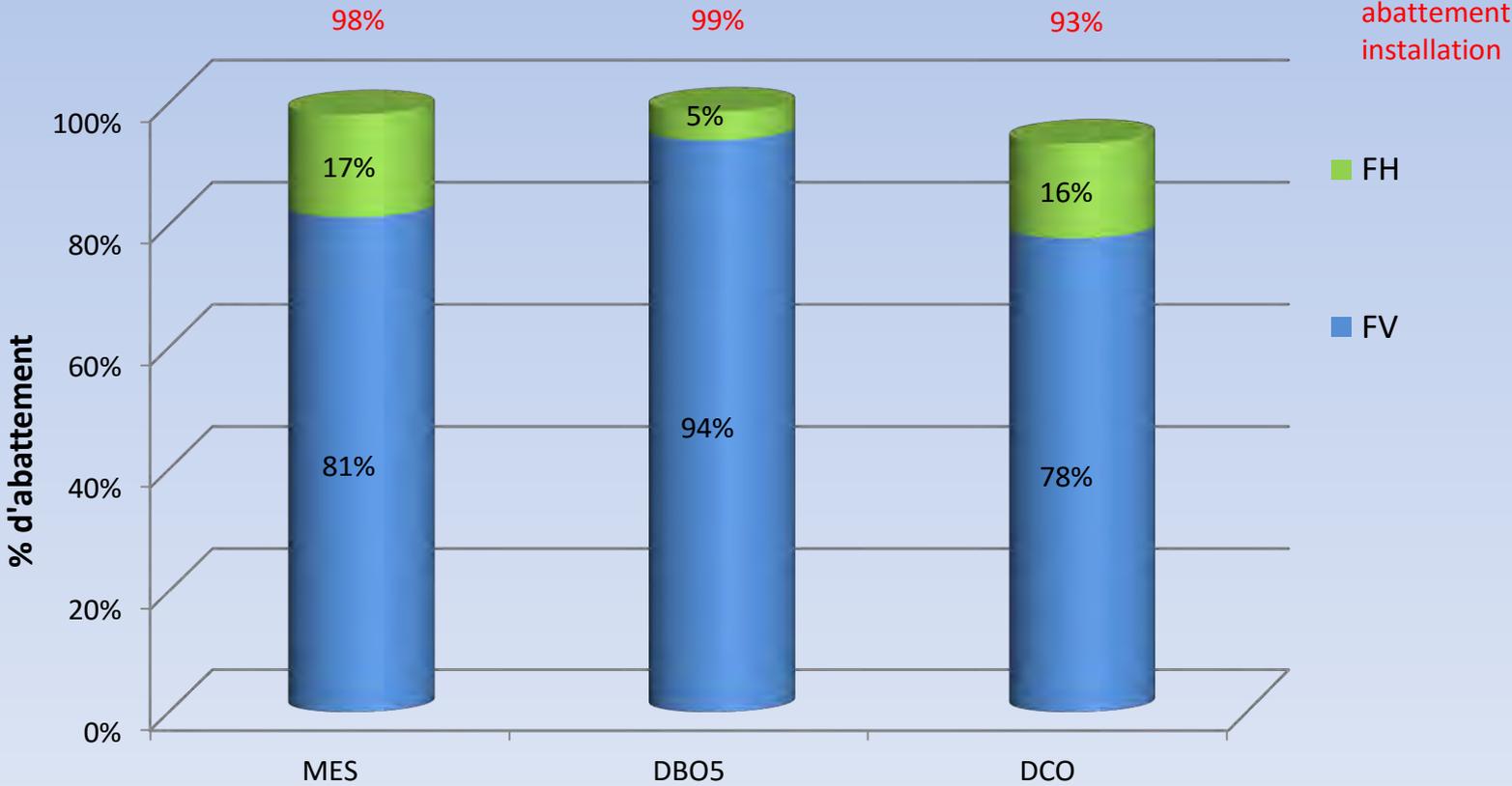
Résultats d'Analyse : concentrations



Analyses réalisées par le laboratoire EIBA

Résultats d'Analyse : Rendements épuratoires

Abattements calculés sur 7 stations FV+FH fonctionnant en charge nominale



Paramètres

Source : Aquatiris

Aspects sanitaires

La Règlementation



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Arrêté du 7 septembre 2009 (section 1 – Art. 2):

« Les installations mettant à l'air libre ou conduisant au ruissellement en surface de la parcelle des eaux usées brutes ou prétraitées doivent être conçues de façon à éviter tout contact accidentel avec ces eaux et doivent être implantées à distance des habitations de façon à éviter toute nuisance.[...] »

RISQUE/EXPOSITION/DANGER

Présence de germes en surface => RISQUE

EXPOSITION : contrôlable. Plusieurs moyens d'éviter le contact entre l'utilisateur et ses effluents

DANGER = RISQUE x EXPOSITION
Peut être nul

Source : Aquatiris



La problématique Moustiques



Organisme de
Formation
Eau fil
de l'Eau

Les Moustiques ...

Culex pipiens, le
moustique des
eaux urbaines



Ochlerotatus
caspius ou *detritus*
moustiques des
zones humides



Aedes albopictus,
moustique Tigre



Avaloirs, bouches
d'égoût, regards,
fosses septiques,
vides sanitaires, eaux
stagnantes, fossés,

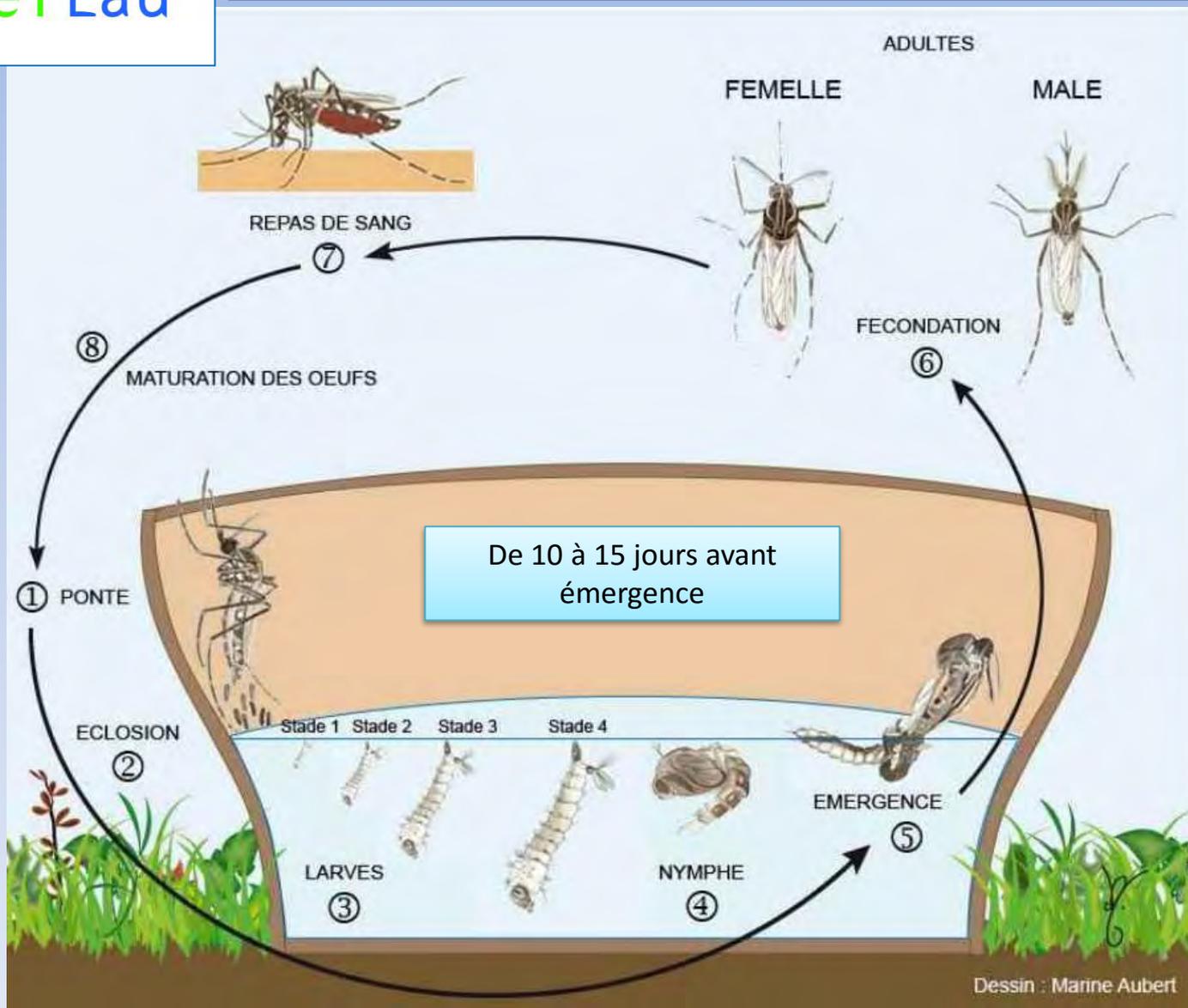
Sols inondables,
zones humides
littorales temporaires,
salicornes, joncs

Eaux stagnantes,
jardinières,
gouttières,
soucoupes, siphons,
réserves d'eau

Très invasif
Vecteur de la dengue et du chikungunya

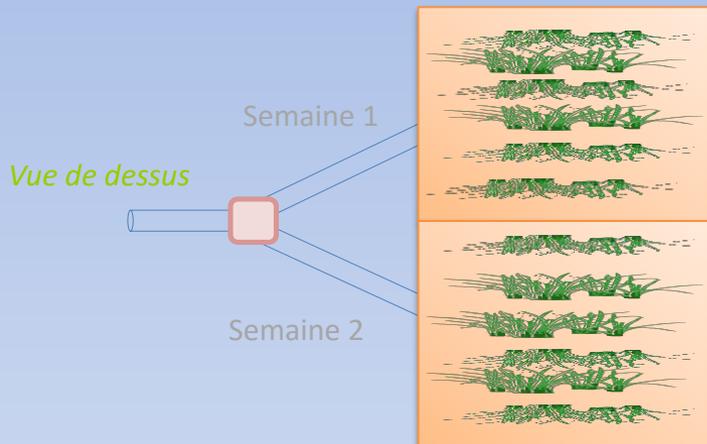


Aedes albopictus



QUALITE DE LA MISE EN OEUVRE

Alternance hebdomadaire d'alimentation



Décolmatage par les tiges de roseaux





S.A.S SAB
Labo-interne

Lieu dit le BEYNON 05 300 VENTAVON
Tél: 04.92.66.43.07 Fax: 04.92.66.45.16

FIGHE TECHNIQUE PRODUIT

Classe granulaire : **Sable filtration 0/4**
Norme : **DTU 64.1**
Code traçabilité : 159

Qualité du sable
Norme DTU 64-1 + Test de Grant

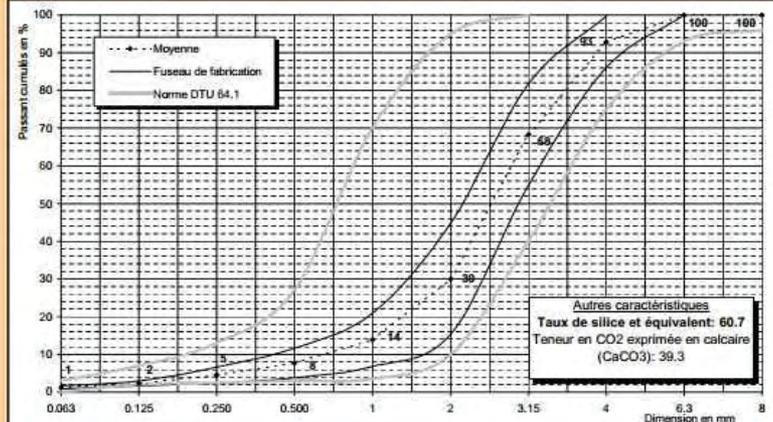
NATURE PETROGRAPHIQUE :
Alluvions complexes Silico Calcaire de la Moyenne Duranc

PARTIE NORMATIVE : valeurs spécifiées sur lesquelles le producteur s'engage

	Classe granulaire							Norme DTU 64.1				Code		
	0	4						D	1,4D	2D	W%	FM	F%	
Vss + u			0,063	0,125	0,250	0,500	1	2	3,15	4	6,3	8		
Vss			3	7	13	27	70	95	100	100	100	100		
Vsi			0	2	2,5	3	3,5	10	40	75	93	96		
Vsi - u					0		2,5	5				96		

PARTIE INFORMATIVE : Résultats de production

	résultats de production : Sable filtration 0/4 à DECEMBRE 2009												
	0,063	0,125	0,250	0,500	1	2	3,15	4	6,3	8	W%	FM	F%
Moyenne + 1,25 Ecart type	1,6	3	7	12	21	45	82	100	100	100			
Moyenne xf	1,2	2	5	8	14	30	68	93	100	100	3	4,4	1,2
Moyenne - 1,25 Ecart type	0,8	2	2	4	7	15	55	86	100	100			
Ecart type	0,3	0	2	3	6	12	11	5	0	0			
Nbre résultats	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	1	7



Autres caractéristiques
Taux de silice et équivalent: 60,7
Teneur en CO2 exprimée en calcaire (CaCO3): 39,3

L'entretien

Les Filtres plantés : L'entretien

FABRICANT	Alternance d'alimentation	Faucardage Désherbage	Curage vidange
AQUATIRIS	Alternance de lit d'alimentation du 1 ^{er} étage (manuel ou automatique)	Faucardage après l'hiver : couper les hélrophytes à la surface des filtres Désherbage 2 fois/an	Curage du 1^{er} étage : afin d'enlever les dépôts humifiés accumulés (20 cm environ sur toute la surface) tous les 10 ans environ
RECYCL'EAU	Pas d'alternance		Curage du 1^{er} étage tous les 10 ans environ
EPUR NATURE	Pas d'alternance		Vidange de la fosse tous les 4 ans ou 50% de la hauteur de fosse
JEAN VOISIN	Alternance automatique		Curage du 1^{er} étage tous les 8-10 ans environ

+ NETTOYAGE DE L'HYDRAULIQUE (poste de relevage, chasse etc etc)

Coûts des Installations sur 15 ans

Les Filtres plantés : Coûts des installations sur 15 ans

FABRICANT	Modèle	Chantier	Entretien	Curage	Renou- vellement	Coût sur 15 ans
AQUATIRIS	5 EH	8250 €HT	100 à 200€/an	200€/10 ans		~ 800-900 € HT/an
RECYCL'EAU	6 EH	7850 € HT	100 à 500€/an	350€/10 ans		~ 800-900 € HT/an
EPUR NATURE	5 EH	Non communiqué				
JEAN VOISIN	5 EH	9500 € HT	160 €/an	250 €/10 ans	Pompe : 370€/7 ans	~ 800-900 € HT/an

Sources : guides de l'utilisateur pour le modèle retenu de chaque Fabricant

Dispersion et valorisation des eaux usées traitées

Valorisation des Eaux usées traitées

Filière performante, fiable
et adaptée à l'habitat
individuel



Possibilité de prélever un
échantillon pour analyse en
sortie de filière

Dissipation et Infiltration des Eaux usées traitées



Noue plantée d'hélophytes



Saulaie

Exemple de fossé végétalisé (noue d'infiltration)



La mise en œuvre

La Mise œuvre d'un filtre planté en ANC :

Qui réalise la mise en œuvre d'un filtre planté ?

- ✓ Les entreprises de terrassement
- ✓ Les entreprises du paysage
- ✓ Les usagers



Mise en œuvre

Les différentes étapes :

L'implantation : Normalement, l'étude à la parcelle devrait déterminer l'implantation du dispositif sur la parcelle. Il est toutefois important de souligner l'intérêt de l'intégration paysagère du filtre planté sur la parcelle. Cette étape permet la matérialisation sur le sol des différents éléments de terrassement à effectuer.



Les différentes étapes :

Le terrassement : L'entreprise doit avoir une maîtrise parfaite de ces terrassements (données techniques figurant dans l'étude à la parcelle) car ils vont permettre de positionner les ouvrages, de définir l'altimétrie d'entrée et de sortie des canalisations, de définir les revanches.



Les différentes étapes :

Le terrassement :



Les différentes étapes :

Mise en place d'éléments d'étanchéité : Pour les filtres plantés créés in situ, une géomembrane est mise en place sur le fond de fouille prise entre deux géotextiles anti-poinçonnements.

Tous les éléments étanches de type « passage de paroi » permettent de garantir l'étanchéité des canalisations entrantes dans le filtre.



Mise en œuvre

Les différentes étapes :

Mise en place d'éléments d'étanchéité : Pour les filtres plantés préfabriqués, des ouvrages permettant de garantir l'étanchéité seront posés sur le fond de fouille ou l'on aura mis en place un lit de pose réalisé avec du sable ou de la gravette.



Les différentes étapes :

Mise en place des canalisations de collecte/ventilation :



Les différentes étapes :

Mise en place des différentes couches de granulats : La granulométrie peut avoir une certaine différence d'un dispositif à l'autre (définie par le rapport d'étude du dispositif)



Mise en œuvre

Les différentes étapes :

Mise en place des éléments permettant l'alternance des différents casiers :

Délimitation des casiers réalisée avec des éléments béton



Vannes guillotines permettant d'effectuer l'alternance



Mise en œuvre

Les différentes étapes :

Mise en place des canalisations permettant l'alimentation les différents casiers

Des canalisations « pression » sont disposées sur la couche de graviers, une canalisation de diamètre supérieur est utilisée pour la colonne d'alimentation.

Ce dispositif est alimenté par un poste de relevage.



Mise en œuvre

Les différentes étapes :

Mise en place de la couche de sable

Une couche de sable compatible avec le DTU 64-1 est mise en place. Il est disposé, autour des colonnes d'alimentation, une couche de graviers de granulométrie 20/40 qui aura pour rôle d'éviter l'affouillement et de favoriser la répartition des eaux usées brutes.



Mise en œuvre

Les différentes étapes :

Mise en place des végétaux



Mise en œuvre

les différentes étapes :

Mise en place des différents dispositifs de protection et de sécurité



Mise en œuvre

Les différentes étapes :

Dispositifs en fonctionnement depuis environ un an :



Conclusions et perspectives

Conclusions et perspectives

La Filière de filtres plantés est globalement :

- ✓ Très performante
- ✓ Bonne intégration paysagère
- ✓ D'un entretien simple et de type jardinier (peu coûteux)

Ses limites :

Couteuse

Traitement de l'Azote et du Phosphore

Abattement bactériologique sur les filières avec filtre vertical seul

Possibilité de valorisation des eaux usées traitées sur de l'irrigation souterraine des végétaux



Pour nous contacter :

Alexandre CRAS et Didier GAUTRAND
Association EAU FIL DE L'EAU

www.eaufildeleau.fr

*« Promouvoir les métiers de l'ANC par la Formation,
l'Education, l'Information, la Recherche & Développement »*

alexandreclas@eaufiledeleau.fr et didiergautrand@eaufiledeleau.fr