

ACCUEIL

EN PASSANT | 19 MAI 2015 | ADMIN

La Phytoépuration

POUR
LES NULS



Description et principe de fonctionnement d'un Filtre Planté de Roseaux (FPR)

Cet article développe les points suivants :

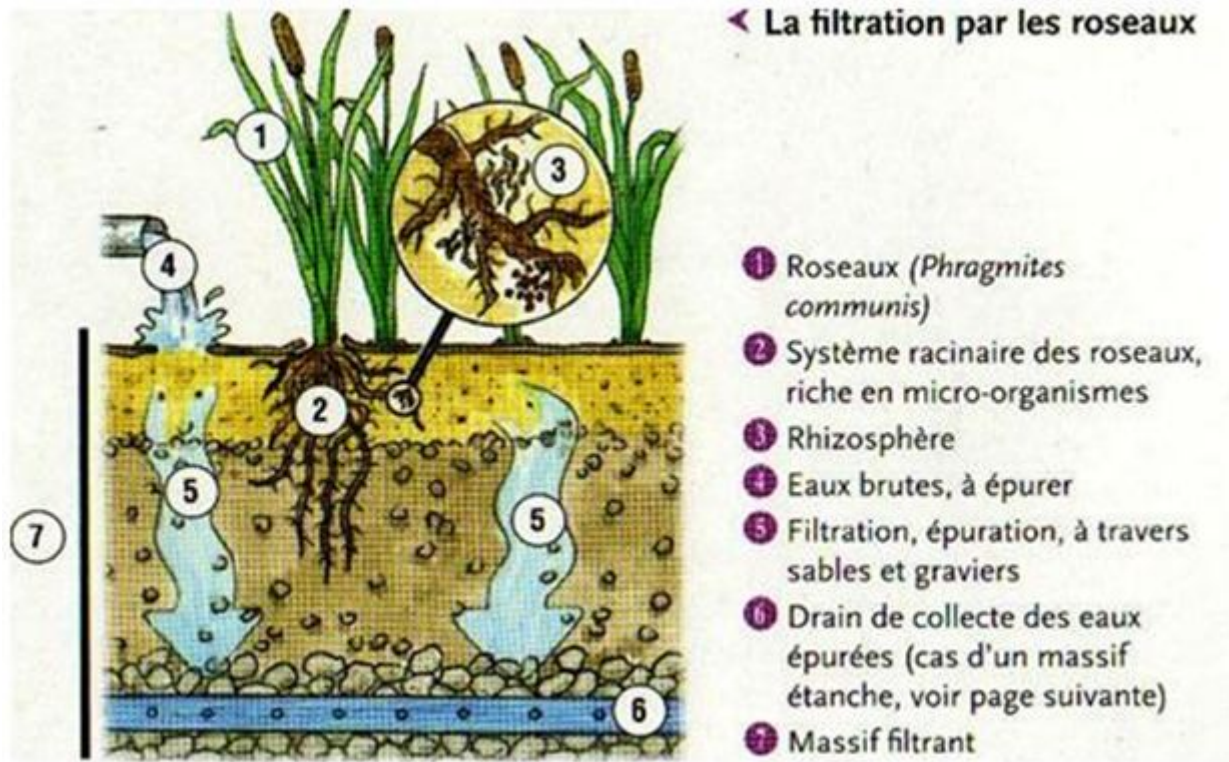
1. Quel est le principe de la phytoépuration ?
2. Pourquoi choisir les roseaux pour la phytoépuration ?
3. Principe de fonctionnement des Filtres plantés de roseaux à écoulement vertical (FPRV) ou horizontal (FPRH)
4. Dimensionnement
5. Gestion et entretien
6. Risques inhérents au système
7. Performances épuratoires
8. Avantages et inconvénients
9. Rappel de la réglementation

1. Quel est le principe de la phytoépuration ?

La phytoépuration comprend l'épuration par :

- Les **filières plantées de macrophytes**, qui favorisent la biodiversité des espèces végétales plantées dans les bassins. Une station d'épuration par filtres plantés de macrophytes fonctionne comme un marais naturel ;

Dans les deux cas, les eaux brutes (eaux grises et eaux vannes) passent à travers des bassins remplis d'un substrat minéral (sable, gravier, pouzzolane selon les cas) où sont plantés différents végétaux sub-aquatiques : roseaux, massettes, joncs, iris... (espèces locales de préférence car elles sont adaptées au climat). Ces plantes, et plus spécifiquement les roseaux (*Phragmites Communis* ou *Phragmites Australis*) ont la particularité de former un tissu racinaire et un réseau de galeries qui drainent, apportent de l'oxygène et servent de support aux bactéries aérobies. Ces bactéries, ainsi que la macrofaune du sol (lombrics...), ont un rôle de dégradation et de minéralisation de la matière organique, qui devient dès lors assimilable par les plantes. Ainsi le système ne produit pas de boues, lesquelles sont compostées et forment un humus sur place.



Source: CEMAGREF

2. Pourquoi choisir les roseaux pour l'épuration ?

Les roseaux ont un système racinaire très développé. Ces racines, spécialisées dans l'absorption de l'eau et des sels minéraux contenus dans le sol, accumulent des réserves et permettent à la plante de se fixer au substrat.

Au cours des processus d'absorption, les racines libèrent des glucides, des enzymes et d'autres nutriments, utilisables par les micro-organismes. L'intense réseau racinaire favorise donc la fixation des bactéries épuratrices sur les rhizomes. Elles abritent donc une flore bactérienne importante, qui se nourrit des effluents et dégrade la matière organique.

Toute une population de bactéries, champignons et autres micro-organismes se concentre ainsi autour de la racine : on estime que les bactéries, **dans cette zone privilégiée, sont 20 à 10000 fois plus nombreuses que dans un sol nu**. Ces micro-organismes vont favoriser la minéralisation de l'azote et du phosphore, qui seront alors disponibles pour la plante. Ainsi se crée une **étroite coopération entre plantes et micro-organismes**.

Cette partie du sol où des organismes vivants sont associés est appelée la **rhizosphère**. L'activité microbienne au niveau de cette rhizosphère dépend de différents facteurs, comme la teneur en eau et en oxygène. Les bactéries fixées au niveau de cette rhizosphère sont aérobies : elles ont besoin d'oxygène pour dégrader la matière organique.

Outre leur implication, via leur système racinaire, dans la dégradation de la matière organique, les roseaux ont une action mécanique : avec le vent, ils cassent la croûte qui se forme à leurs pieds (dans

le cas d'un filtre vertical seulement), ce qui permet de limiter les phénomènes de colmatage et de garantir la perméabilité du filtre en surface. Cette protection est possible grâce au mode de croissance très rapide des racines. La rhizosphère génère un **système décolmatant** grâce aux racines tubulaires (rhizomes traçants) et aux nouvelles tiges qui poussent à travers le massif filtrant et les boues accumulées. Les roseaux **colonisent la totalité des casiers dès la deuxième année** de fonctionnement. L'intense réseau racinaire favorise la fixation des bactéries épuratrices sur les **rhizomes**.

Enfin, les roseaux offrent également une **protection contre les faibles températures** et protègent les bactéries contre l'action des rayons ultraviolets du soleil, qui sinon les tueraient.

3. Principe de fonctionnement

On distingue deux types de filtres plantés :

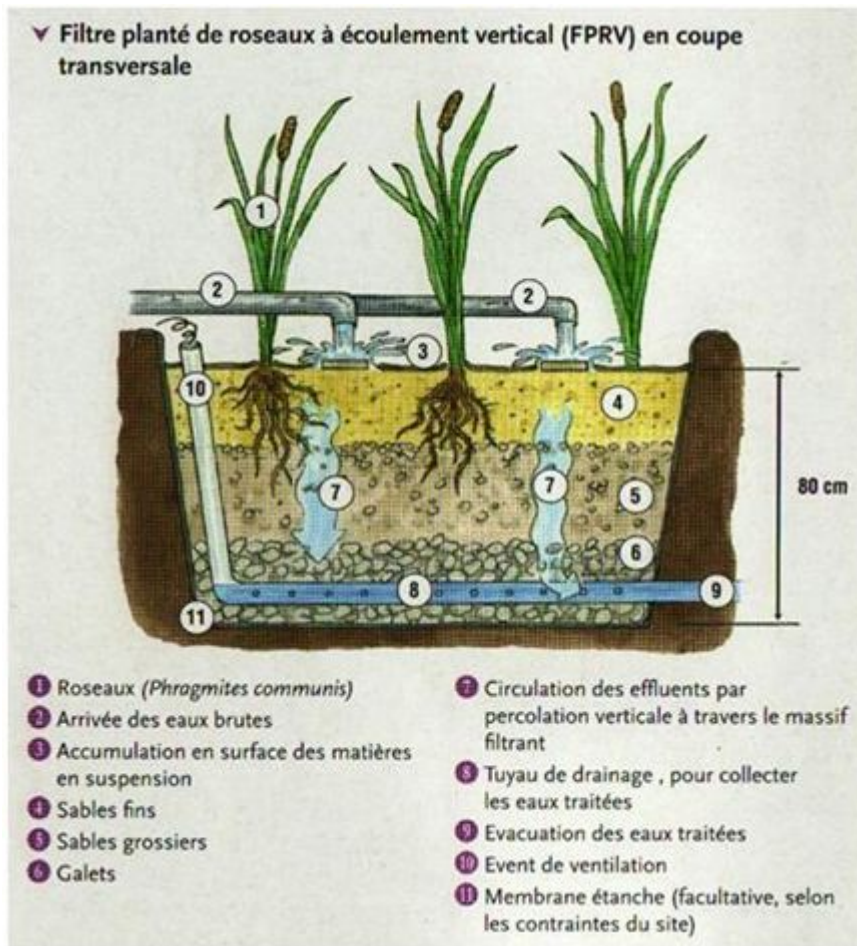
- Les filtres plantés de roseaux à écoulement vertical : l'eau s'écoule depuis la surface du lit vers l'intérieur, de manière verticale ;
- Les filtres plantés de roseaux à écoulement horizontal : l'eau s'écoule dans le lit de manière horizontale.

Dans les deux cas, les roseaux sont plantés dans les massifs filtrants constitués d'un substrat minéral d'une granulométrie soigneusement choisie. Ces massifs peuvent être étanches ou non. Un système non étanche permettrait aux eaux traitées de s'infiltrer dans le sol (par le fond du filtre), qui participe ainsi à l'épuration. Selon les contraintes du site – perméabilité du sol, présence ou non d'une nappe phréatique, etc – et la réglementation locale, on s'orientera vers un système étanche ou non.

Les stations de filtres plantés sont souvent des combinaisons de lits à écoulement vertical et/ou horizontal, en parallèle et/ou en série qui permettent d'assurer le prétraitement et le traitement des eaux usées.

3.1. Les filtres plantés de roseaux à écoulement vertical (FPRV)

Le filtre planté de roseaux à écoulement vertical (schéma ci dessous) est alimenté en surface. L'effluent circule par percolation verticale à travers un massif de graviers fins. Ce massif filtrant permet de retenir les matières en suspension à la surface du filtre, où elles s'accumulent. Par ailleurs, les micro-organismes y assurent les processus de dégradation de la matière organique, comme expliqué précédemment, et un début de nitrification y est observé. Un FPRV peut donc effectuer à la fois le prétraitement, en retenant les matières solides, et le traitement, grâce à l'action des micro-organismes.



Source: CEMAGREF

L'alimentation du filtre se fait généralement par bâchées : l'effluent s'accumule dans un réservoir en amont, puis un dispositif automatique d'alimentation permet de déverser un important volume d'effluents de façon séquentielle sur le filtre. Un système de distribution permet de répartir uniformément l'effluent sur toute la surface du lit. Ce type d'alimentation permet une utilisation optimale du volume du filtre.

Pour les massifs étanches, un système de drainage (par le fond du filtre) permet à la fois de récupérer les eaux en sortie et d'assurer une oxygénation du filtre par passage d'air (schéma ci-dessus).

Les filtres plantés de roseaux à écoulement vertical sont souvent constitués de deux étages en série, eux-mêmes constitués de plusieurs filtres en parallèle, qui fonctionnent en alternance : on alimente un seul filtre durant trois à quatre jours, puis un autre filtre en parallèle encore trois à quatre jours, pendant que les autres sont « au repos ». Les phases de repos doivent avoir une durée au moins égale à celle de la phase d'alimentation. Elles sont nécessaires pour favoriser l'aération et l'apport d'oxygène à l'intérieur du massif afin d'y maintenir des conditions aérobies et pour réguler la croissance de la biomasse fixée. Elles permettent également aux dépôts de matière organique accumulés à la surface du lit de se déshydrater et de se minéraliser.

3.2. Les filtres plantés de roseaux à écoulement horizontal (FPRH)

Le filtre planté de roseaux à écoulement horizontal est saturé en eau. L'alimentation se fait en continu et la circulation de l'eau est horizontale, sous la surface du substrat. Un système de siphon en sortie permet de régler la hauteur d'eau dans le filtre, afin que ce dernier soit toujours rempli d'eau. En maintenant ainsi des conditions anaérobies, favorables au processus de dénitrification, un filtre planté de roseaux à écoulement horizontal permet d'assurer le traitement secondaire des effluents (**élimination des nitrates**).

Notons cependant que le filtre planté de roseaux à écoulement horizontal ne peut recevoir que des eaux prétraitées, ou très peu chargées en matière en suspension. Cela permet d'éviter tout risque de colmatage du massif filtrant.

L'aération de ce type de milieu filtrant, saturé en eau, résulte simplement de l'apport d'oxygène par les racines des plantes. Cet apport est donc faible, et l'action des bactéries aérobies est ici réduite, contrairement à celle des bactéries anaérobies qui sont très actives. Or les mécanismes anaérobies participent à la transformation des formes réduites de l'azote NO_3^- (nitrates) en azote gazeux. L'étape de dénitrification peut donc avoir lieu, à condition qu'il y ait eu une première étape de nitrification. C'est pourquoi ces filtres sont souvent utilisés en aval des filtres plantés de roseaux à écoulement vertical.

Le filtre planté de roseaux à écoulement horizontal est plus sensible aux températures froides car il y a une lame d'eau permanente à la surface du filtre et cette eau peut geler à partir d'une certaine altitude. Des mesures préventives sont prises pour éviter le gel (filtre en mode vidange l'hiver, paillage)

4. Dimensionnement

La superficie des filtres est fonction de la quantité d'effluents à traiter. Les valeurs suivantes sont en général préconisées :

D'après le Cemagref, ce procédé peut être implanté pour 3 à 2 000 EH. Il est particulièrement bien adapté aux petites communes rurales, hameaux, campings, groupement immobilier (gîtes...). Par contre, au-delà de 2000 EH, l'installation de filtres plantés de roseaux n'est plus complexe du fait du volume important à traiter. Pour ce type de dimensionnement, les FPR sont utilisés pour le traitement des boues (dépollution, séchage, minéralisation) et/ou pour le traitement de finition.

5. Gestion et entretien

Une fois par an, en automne, il faut couper la partie végétative des roseaux. Cette opération qu'on appelle le faucardage, permet d'apporter de l'oxygène aux bassins. En effet, en hiver, les roseaux sont secs et ne peuvent plus apporter de l'oxygène par leurs racines. En revanche les rhizomes étant creux et toujours en place quelque soit la saison, l'air circule à l'intérieur et c'est ainsi que se fait l'aération des bassins essentielle aux bactéries.

Les roseaux doivent être coupés au minimum à 20-30 cm de la surface du bassin, afin que les effluents n'entrent pas dans les tiges coupées (si l'eau gèle à l'intérieur des tiges, elle les fera éclater).

Il faut savoir que les FPRV sont compatibles avec les climats rigoureux, alors que les FPRH, plus sensibles au froid demande des précautions particulières (l'eau contenue dans le filtre étant susceptible de geler).

6. Risques inhérents au système

Les stations d'épuration utilisant les filtres plantés de roseaux présentent des risques professionnels classiques que l'on retrouve sur les autres procédés d'épuration. Nous ne détaillons ici que le risque bactériologique, qui est le plus important dans la filière que nous avons dimensionnée dans la mesure où elle ne comporte pas de poste de relevage, d'équipements électriques etc...

Risques bactériologiques :

Les installations traitant des eaux usées, les risques d'infection sont présents. L'intervention de maintenance, de vérification et de nettoyage des systèmes de bâchées ainsi que les opérations d'analyse de la qualité de l'eau traitée sont autant d'interventions où le contact direct avec les effluents ou matières contaminées est possible. La prévention de ce risque particulier renvoie notamment à des principes d'hygiène générale lors des opérations d'exploitation : port des gants et de bleus de travail, nettoyage de ces habits, présence d'un point d'eau potable sur le site, interdiction de fumer et de manger sur le site.

7. Performances épuratoires

Si ces systèmes d'assainissement sont correctement dimensionnés, ils permettent de bonnes performances épuratoires (niveau D4).

Un très bon rendement est obtenu sur les MES, en fonction de la granulométrie du milieu (plus la granulométrie est fine, meilleur est l'abattement des MES).

La flore bactérienne développée au niveau du système racinaire permet la dégradation de la matière organique (rendement moyen de 98% sur la DBO₅ et les MES).

La diminution des populations de bactéries fécales se fait grâce au temps de séjour dans le filtre : un temps de séjour de trois jours permet un bon abattement de ces populations bactériennes qui ne trouvent pas dans le filtre les conditions nécessaires à leur développement.

Dans tous les cas, les rendements sur le phosphore ne sont pas suffisants pour des zones sensibles à l'eutrophisation. Il est donc nécessaire d'y associer d'autres procédés pour capter le phosphore.

D'après les études faites par le Cemagref, les performances épuratoires des deux systèmes sont liées aux conditions d'alimentation des filtres : charge hydraulique sur le filtre et séquence d'alimentation. Par exemple, sur les filtres verticaux, une alimentation trop longue par rapport à la phase de repos entraîne une mauvaise oxygénation du massif filtrant et donc une moindre efficacité.

A l'heure actuelle, on commence à avoir un bon retour d'expériences concernant cette technique. Les fabricants connaissent les performances de leurs produits mais pas forcément les différentes combinaisons possibles. De par son expérience, Julien HENRIET a pu suivre de nombreuses combinaisons et connaît les meilleures solutions en fonction des effluents traités (domestiques, pluviaux, agricoles, industriels, baignade).

8. Avantages et inconvénients

+

Très bonnes performances épuratoires

Pas de production de boues mais d'un compost de qualité

Valorisation des végétaux faucardés

Aucun risque d'odeurs

Bonne intégration paysagère

Faible coût d'exploitation

Faible technicité de la maintenance (pas de la conception ! 😊)

Bonne adaptabilité aux variations de charges

Sensibilise et responsabilise les usagers vis a vis de leurs eaux usées



Avez-vous trouvé le FPR ?? Réponse : à droite derrière le barbecue !

Source : Aquatiris

-

Surface inutilisable (dispositif visible, intégré au paysage, et même joli mais non enterré)

Visite hebdomadaire nécessaire (quelques minutes, sauf si absence totale d'effluents)

Besoin d'un entretien minimal régulier :

- coupe annuelle des roseaux,
- désherbage biannuel des abords,
- curage décennal des boues en surface sur 20-30cm

9. Rappel de la réglementation

Auparavant, ce système n'était pas encore autorisé pour les particuliers pour un traitement des eaux brutes. Depuis 2011, il existe des professionnels qui se sont fédérés en réseau pour obtenir l'agrément ministériel nécessaire : le **réseau Aquatiris**, plus de 40 bureaux d'études et 100 installateurs agréés qui travaillent en binôme sur chaque projet.

Contactez moi pour en savoir plus !