## Récupération d'eau de pluie et phyto-épuration / bio-filtres

Présentées par Benjamin Lisan.

Date création du document : 21/05/2015. Date mise à jour : 21/05/2015. Version V1.



## Document en cours de rédaction (inachevé)

L'objet de ce document concerne la collecte d'eau pluviale et la petite phyto-épuration domestique.

#### Nous remercions:

- a) François, un spécialiste en plantes, qui a aidé l'auteur à rédiger ce document.
- b) Franck Nathié, <u>www.laforetnourriciere.org</u>

#### Qu'est-ce que la phyto-épuration ?

C'est l'épuration des eaux usées (domestiques) via les bassins peuplés de plantes, "épuratrices" (joncs, iris, phragmites, massettes...) accompagnées d'algues, de bactéries et autres microorganismes (Source : <a href="http://educatif.eau-et-rivieres.asso.fr/">http://educatif.eau-et-rivieres.asso.fr/</a>).

La phyto-épuration est un système de traitement des eaux utilisant des plantes macrophytes, des substrats et des microorganismes au sein d'une zone humide artificielle nommée « constructed wetland » en anglais. Les systèmes de phyto-épuration peuvent être composés d'un ou plusieurs filtres plantés ((Source : Wikipedia).

## Comment ça fonctionne?

Elle fait appel aux cycles biologiques qui se développent naturellement dans les zones humides :

- processus physiques : sédimentation et filtration; Certaines plantes retiennent mécaniquement dans leur racine, les polluants (massettes, phragmites ...).
- processus chimiques : décomposition avec et sans oxygène;
- processus biologiques: décomposition à l'aide des bactéries, et leur capacité (ainsi celle des plantes et des algues etc.) de se nourrir des éléments des molécules obtenus. Ainsi ils les transforment en molécules inertes à l'environnement (élimination de la matière organique, des nitrates, des phosphates). Certaines plantes absorbent les nitrates comme les Azolla(s) (exemple, fougère d'eau ou fausse-fougère (Azolla filiculoides) ...).

#### Source: http://educatif.eau-et-rivieres.asso.fr/

## Les différents systèmes

Le lagunage est une technique consistant à reproduire l'écosystème d'une zone humide. Les intérêts sont multiples, puisqu'en plus d'épurer l'eau, ce système offre à la faune sauvage un abri, constituant alors une véritable oasis de biodiversité. Toutefois le lagunage n'est pas la meilleure solution de phyto-épuration afin d'obtenir une qualité d'eau convenable. Source : <a href="http://fr.wikipedia.org/wiki/Lagunage">http://fr.wikipedia.org/wiki/Lagunage</a>

## **Lagunage**

# Filtres plantés de macrophytes

À la différence de la <u>lagune</u> à macrophytes, le filtre planté met en œuvre un média filtrant (sables gravillons, graviers). Deux catégories de filtres existent : le **filtre à écoulement vertical** et le **filtre à écoulement horizontal**.

#### Filtres à écoulement vertical

L'eau est répartie à la surface du filtre et percole dans le massif filtrant. Il n'y a donc pas de phénomène de stagnation d'eau ou de photosynthèse mise en jeu, contrairement à une lagune.

L'activité microbienne est fortement mise en jeu. Les plantes privilégiées pour ce genre de filtre sont généralement des plantes aquatiques à fort pouvoir racinaire (iris, massettes), leur rhizosphère favorise la circulation de l'air lors des périodes d'assec et permettent de maintenir dans le temps la conductivité hydraulique du massif filtrant (décolmatage). Ceci intensifie donc l'activité bactérienne. Les matières organiques retenues en surface s'humidifient et se minéralisent.

La flore bactérienne mise en jeu dans ce filtre est donc une flore de type aérobie hétérotrophe, qui se fixe sur le milieu.

## Filtres à écoulement horizontal

Le filtre à écoulement horizontal a un écoulement similaire à celui d'une lagune, puisqu'un niveau d'eau est maintenu dans le bassin, et que l'eau en excès sort du bassin par un système de trop-plein. Toutefois, le bassin contient également un média filtrant (sables et graviers), et le niveau d'eau est inférieur au niveau de la couche de sable. Aucun phénomène de photosynthèse n'a lieu dans ce filtre. La flore bactérienne se fixe sur le milieu granulaire, et des phénomènes d'anoxie sont mis en jeu, ce qui peut favoriser une dénitrification partielle si ce filtre est mis en œuvre après un filtre à écoulement vertical. De plus, une diminution du phosphore, des médicaments et des hormones est possible.

### Pourquoi plusieurs bacs?

- · Car l'eau a tendance à circuler vers le rejet du bac. En construisant plusieurs bacs, on coupe cette trajectoire directe, on permet une meilleure répartition de l'eau dans le bac, on renforce le mélange des eaux ce qui implique une meilleure épuration.
- · Les bacs peuvent être reliés soit par des tuyaux enterrés soit par voie aérienne (pour une meilleure oxydation et pour l'esthétisme) en formant une cascade.

# En quoi consiste ce bac?

- Une bâche étanche pour éliminer les fuites éventuelles d e l'eau polluée
- Des matériaux filtrants comme les graviers, la pouzzolane, le sable de grands grains etc.
- Les plantes hydrophiles (aimant l'eau) :
- > qui avec les matériaux filtrants font le support pour les organismes décomposeurs
- qui aèrent le "substrat"
- > qui utilisent les éléments dissous pour bâtir leurs corps...

Les éléments techniques permettant une meilleure répartition de l'eau dans le bac et éventuellement son transfert entre les différents bacs.

(Source: http://educatif.eau-et-rivieres.asso.fr/).

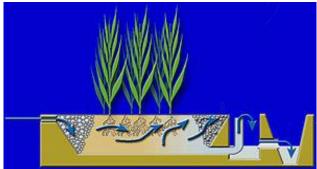
# Autres systèmes

Par extension, le terme phyto-épuration peut également désigner d'autres systèmes tels que les bosquets épurateurs ou zones tampons boisées. Il s'agit ici de faire ruisseler l'eau au travers des <u>racines</u> de plantations d'arbres à même le sol, éventuellement des saules traités en taillis coupés en courte rotation (Taillis à courte rotation).

D'autres types de traitement comme des bambouseraies sont également recherchés. La rhizosphère du bambou offre les mêmes capacités que celle des plantes aquatiques en matière d'oxygénation et de décolmatage du substrat. Le bambou a également une capacité d'absorption des micropolluants bien plus importante que pour celle des plantes aquatiques.

# Principes physiques, chimiques et biologiques

Les eaux usées qu'elles soient d'origine domestique ou industrielle, peuvent contenir de nombreux pathogènes, molécules biodégradables et polluants chimiques : azote (sous ses nombreuses formes), phosphates, métaux lourds... Ces éléments peuvent être décomposés puis utilisés par la flore et la micro-faune de l'écosystème mis en place. Les racines des plantes émettent un peu d'oxygène, permettant ainsi le développement de micro-organismes aérobies. L'ensemble des micro-organismes aérobies et anaérobies permettra une dégradation optimale de la matière organique.



Coupe d'un bassin de filtre planté de macrophyte à écoulement horizontal

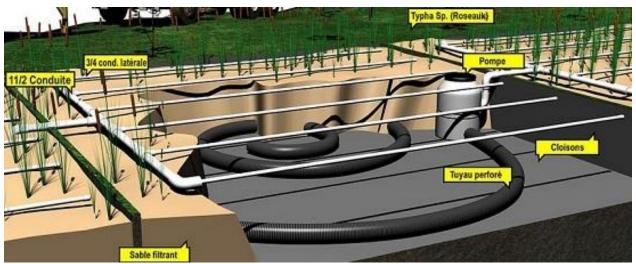


Schéma de principe d'un filtre planté à écoulement vertical compartimenté avec typhas plantés sur sable filtrant.

## Est-ce efficace?

Oui sous condition de leur bon fonctionnement :

- les systèmes verticaux éliminent environ 8 5 % des matières oxydables ;
- souvent une faune sauvage aquatique s'installe spontanément dans les bassins de finition
- l'eau dans les bassins de finition atteint souvent une qualité de l'eau épurée conforme aux normes des eaux de baignade
- même en hiver, les microorganismes présents et certaines plantes continuent d'être actifs.

(Source: http://educatif.eau-et-rivieres.asso.fr/).

# 2) Récupération d'eau de pluie, pompage d'eau et potabilisation

# Récupération de l'eau de pluie pour la consommation personnelle de la famille

On peut parvenir à l'autonomie en eau de la famille, avec l'eau de pluie. Pour l'eau de cuisson, il faut 2 litres d'eau, par jour et par personne.

Note: En Ardèche, il y a moins d'eau de pluie (et de pluies). Peut-être, il faut recourir aux eaux de forage.



Récupérateur d'eau 1000L, type IBC, 119,90 €, <a href="http://www.castorama.fr/store/Recuperateur-deau-1000L-prod1580011.html#promo=TG">http://www.castorama.fr/store/Recuperateur-deau-1000L-prod1580011.html#promo=TG</a> jardinbati 576654



citerne souple stockage d'eau 1 m3 - 1000 litres, 497,66 €,

<a href="http://www.cdiscount.com/maison/bricolage-outillage/citerne-souple-stockage-d-eau-1-m3-1000-litres/f-11704141106-abe2009954651830.html">http://www.cdiscount.com/maison/bricolage-outillage/citerne-souple-stockage-d-eau-1-m3-1000-litres/f-11704141106-abe2009954651830.html</a>



récupérateur à eau de pluie jarre 1000 litres, 382 € 80,

<a href="http://www.cdiscount.com/maison/bricolage-outillage/recuperateur-a-eau-de-pluie-jarre-1000-litres-t/f-11704141106-auc2009962551665.html">http://www.plantes-et-jardins.com/p21134-recuperateur-deau-beige-en-jarre-1000-litres-bellijardin</a>



Récupérateur d'eau pluviale 320L Jardipolys - Berger, 249 €,
<a href="http://www.cdiscount.com/maison/bricolage-outillage/recuperateur-d-eau-pluviale-carre-en-bois-320-l/f-1170420-auc3517238300712.html">http://www.cdiscount.com/maison/bricolage-outillage/recuperateur-d-eau-pluviale-carre-en-bois-320-l/f-1170420-auc3517238300712.html</a>

## Exemples de récupérateurs d'eau

Eventuellement, on pourrait fabriquer ce récupérateur d'eau de pluie (en géotextile étanche, en polyéthylène, en éthylène-propylène-diène monomère (EPDM), jarre en céramique, cuve en acier ...), à moins qu'on puisse le récupérer d'occasion sur place.

# Bio-filtres pour la potabilisation :

Bio-filtration pour les eaux usées.

Phyto-épuration, avec bac dégraisseur (boîte).

Il faut mettre peu de graisse au compost, parce qu'elles se dégradent mal.

Solution de l'écumoire en osier, de filtre à graisse en paille.

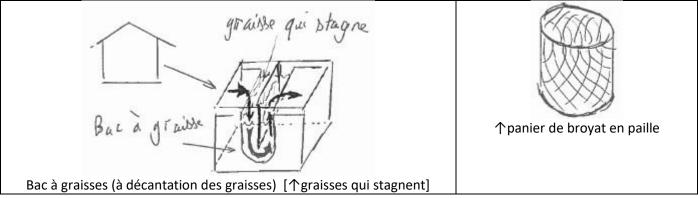
Panier en broyat de bois, sciure de bois.

L'eau sans graisse peut aller au bassin.

Il faut des produits vaisselles écologiques.

Si trop de savon => gras (?).

L'eau la plus pure en aval (?).



Source : inspiré de dessins de Franck Nathié, <u>www.laforetnourriciere.org</u> et de dessins trouvés sur des sites sur la Permaculture.

Selon, *Joseph* Országh, il ne faut pas mettre de dégraisseurs. Il était chercheur à l'Université de Mons-Hainaut. Il a inventé toilette sèche à litière bio-maîtrisée. Cf. : <a href="http://bonne-eau-bonne-terre.over-blog.com/article-la-toilette-seche-a-litiere-biomaitrisee-video-par-joseph-orszagh-104636520.html">http://bonne-eau-bonne-terre.over-blog.com/article-la-toilette-seche-a-litiere-biomaitrisee-video-par-joseph-orszagh-104636520.html</a>

Point de vue d'Anne Rivière : ... ???

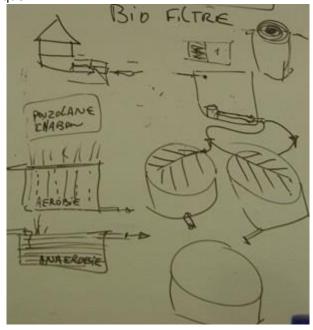
Anne RIVIERE docteur en sciences de l'environnement a créé, en septembre 1997, l'association Eau Vivante.

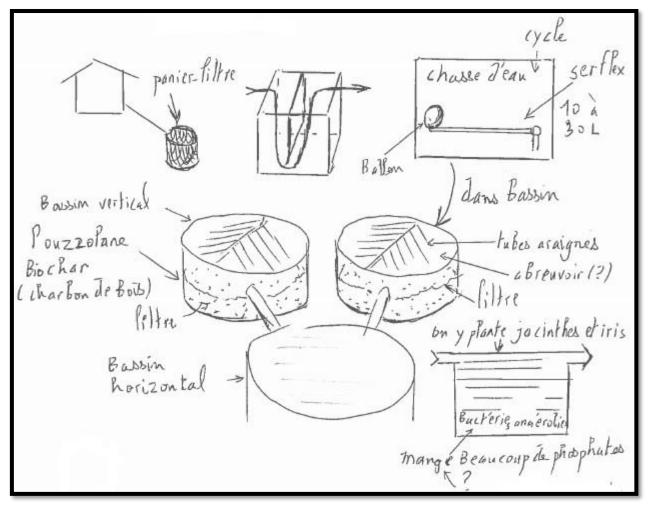
Site: http://eauvivante.net

Le caca des toilettes sèches => pour les champignons.

Il ne faut pas de caca dans l'eau.

Si toilette humide => Fosse septique.

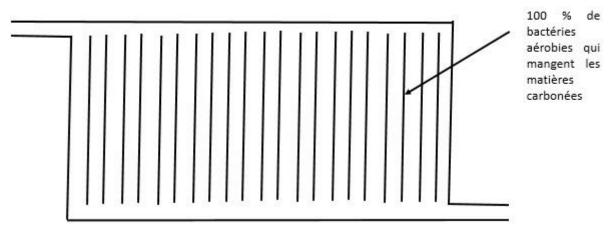




Retranscription des commentaires sur le dessin ci-dessus : panier filtre, ballon, chasse d'eau, cycle, serflex, 10 à 30 L dans le bassin, pouzzolane, biochar (charbo de bois), bassin vertical, abreuvoir, on plante jacinthe et iris, bassin horizontal, tubes araignées, anaérobie, mange beaucoup de phosphates.

Source : inspiré de dessins de Franck Nathié, <u>www.laforetnourriciere.org</u> et de dessins trouvés sur des sites sur la Permaculture.

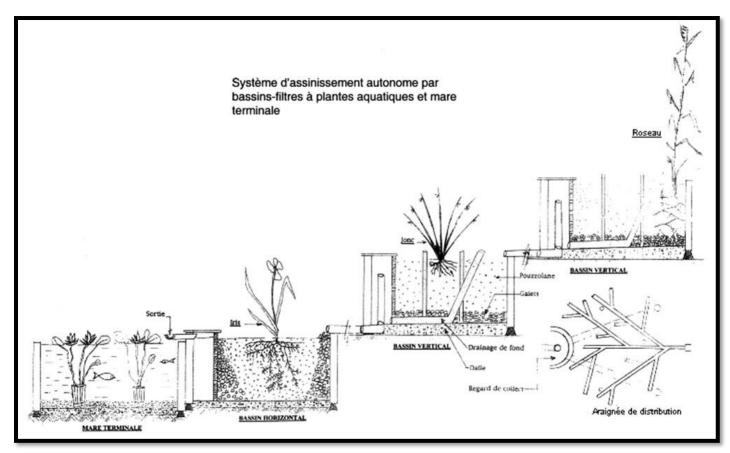
Charbon actif, très poreux, qui servira de nids à bactéries Ou des plantes type roseaux communs (phragmites).



A couper tous les ans.

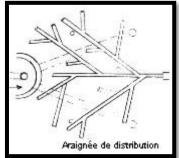
Retranscription des commentaires sur le dessin ci-dessus : charbon actif très poreux, on plante des roseaux phragmites (à couper tous les ans), 100% bactérie aérobie, mange matières carbonées.

Source : inspiré de dessins de Franck Nathié, <u>www.laforetnourriciere.org</u> et de dessins trouvés sur des sites sur la Permaculture.



Système d'assainissement autonome par bassins-filtres à plante aquatique et mare terminale. Coupe transversale d'un exemple de dispositif de <u>lagunage</u> familial. Source : Eau vivante, <a href="http://www.wikiwater.fr/a22-l-assainissement-familial-par.html">http://www.wikiwater.fr/a22-l-assainissement-familial-par.html</a>





Araignée de distribution. Source :

http://mamaisonbioclimatic.free.fr/dotclear/index.php?post/2008/11/01/phytoepuration



Succession de petits bassins d'épuration naturelle par des plantes Photo Eau et habitat / Mr et Mme Billet, <a href="http://www.wikiwater.fr/a22-l-assainissement-familial-par.html">http://www.wikiwater.fr/a22-l-assainissement-familial-par.html</a>

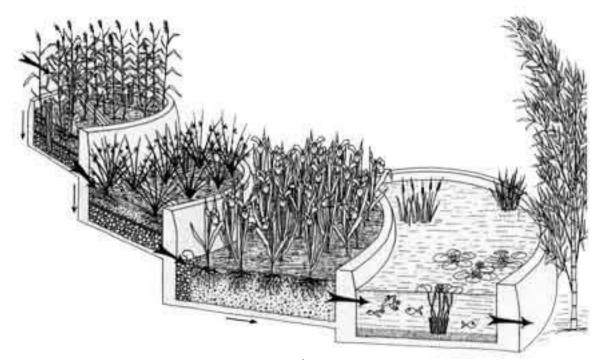
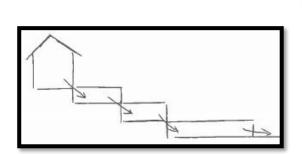


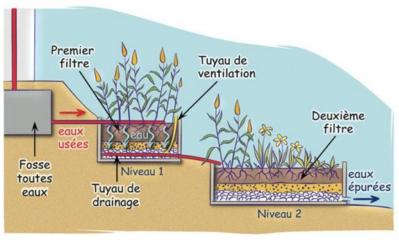
Image Anne Rivières. Source: <a href="https://decroissons.wordpress.com/alimentation/une-eau-saine/la-phyto-epuration/">https://decroissons.wordpress.com/alimentation/une-eau-saine/la-phyto-epuration/</a>

Anne Rivière obtient une eau plus pure que l'eau du robinet (on peut le constater par des tests de sédimentation en pharmacie). Avec le système d'Anne Rivière, on obtient 1 m2 d'eau pure / personne. Avec AQUATERIS : 2 m2 / pers.

L'organisme le SPANC (Le Service Public d'Assainissement Non Collectif) conseille et accompagne les particuliers dans la mise en place de leur installation d'assainissement non Collectif. Mais, à chaque fois, ses conseils coûtent 350 € (voir le site : <a href="http://www.assainissement-non-collectif.developpement-durable.gouv.fr">http://www.assainissement-non-collectif.developpement-durable.gouv.fr</a>).

Il faut un dévers (?) [dévers : Inclinaison de ce qui penche d'un côté].





Ou il faut que l'eau, provenant de la cuisine et de la salle de bain, soit en hauteur par rapport aux bassins de phyto-épuration ci-dessous.

Note: Sur la phyto-épuration, voir la page: http://www.hydrorestore.fr/la-phytoepuration.html

Note: en Ardèche, l'on est souvent en plein vent. Pour s'en protéger, aménager une ombrelle à kiwi.

Il existe des filtres pour rendre l'eau potable, par osmose inverse :

Version filtre lent (réserve + bac de réserve) : ~ 100 €.

Version avec surpresseur : entre 300 et 500 €.

Il faut savoir [qu'avec l'osmose inverse], il y a 1 litre d'eau gaspillée, pour 1 litre d'eau filtrée.

De plus, pour que l'osmose inverse marche (filtre), il faut de la pression en amont.

Elle déminéralise l'eau (des bicarbonates, du magnésium, du sel ... Et il faut les « remettre » pour avoir une eau potable).

Une membrane [pour l'osmose inverse] coûte ~ 150 €.

Pour éviter une eau sale (« crade »), il faut décanter les eaux de forage. Il est préférable de pomper l'eau de surface (?).

La cartouche de ??? coûte 8 €.

Il existe des filtres en céramique que l'on brosse.

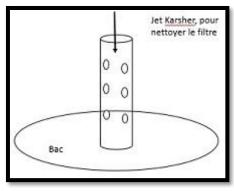
Il existe le filtre Doulton, un filtre à charbon actif (utilisé en Afrique). Filtre Doulton : 3 mm (?).

Il faut une pression d'un bar, pression en général amené par la colonne [ou la hauteur] d'eau.



Filtre Doulton. Osmoseur.

Pour nettoyer le filtre (lequel ? le bio-filtre ?), on y passe un jet de Karsher, pour ôter la mauvaise odeur de vase des algues humides (?).

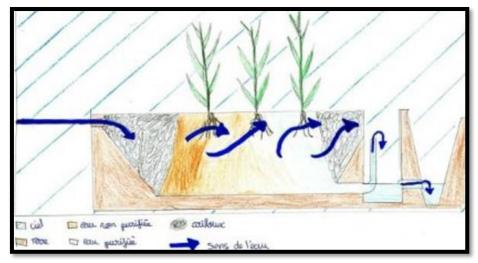


Nettoyage du filtre (?)

S'il y a trop de pression, l'on place un dépresseur [ou régulateur] de pression d'eau :

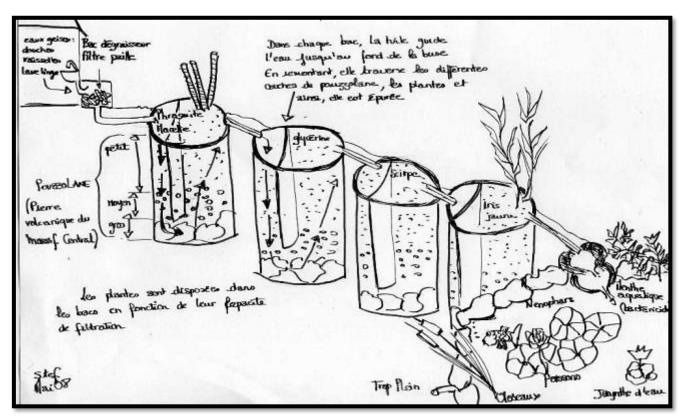


Dépresseur [ou régulateur] de pression d'eau. Sources : a) <a href="http://www.leroymerlin.fr/v3/p/produits/chauffage-plomberie/circuit-d-alimentation-en-eau/regulation-de-la-pression-de-l-eau-l1308217466">http://w4-plomberie/circuit-d-alimentation-en-eau/regulation-de-la-pression-de-l-eau-l1308217466</a>, b) <a href="http://w4-web125.nordnet.fr/rdp/guid">http://w4-web125.nordnet.fr/rdp/guid</a> app rdp.htm



Coupe d'un bassin de phyto-épuration : ciel, eau non purifiée, cailloux, trou, eau purifiée, sens de l'eau.

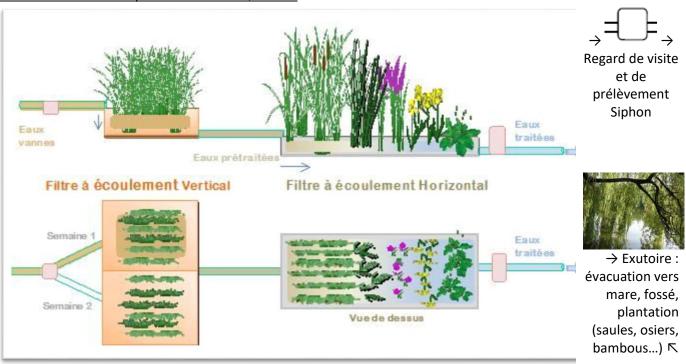
Source : inspiré de dessins de Franck Nathié, <a href="https://www.laforetnourriciere.org">www.laforetnourriciere.org</a> et de dessins trouvés sur des sites sur la Permaculture.



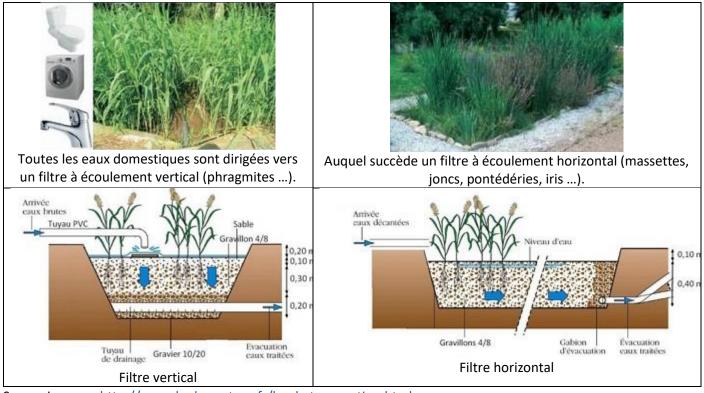
Retranscription des commentaires sur le dessin ci-dessus : PHYTO-EPURATION : eaux grises : douches, vaisselle, lavelinge, Bac dégraisseur, filtre paille. Dans chaque bac, la tuile guide l'eau jusqu'au fond de la buse. En remontant, elle traversera les différentes couches de pouzzolane, les plantes et ainsi, elle est épurée. ... Pouzzolane (Pierre volcanique du massif Cantal). Petit, moyen, gros. Les plantes sont disposées dans les bacs en fonction de leur capacité de filtration. Phragmite, massette, glycérine (+), scirpe, iris jaune, nénuphars, menthe aquatique (bactéricide), trop plein, roseaux, poissons, jacinthe d'eau ...

Source : <a href="http://maison.julesetstef.free.fr/mai\_2008-1.html">http://maison.julesetstef.free.fr/mai\_2008-1.html</a> (+ A moins que l'on parle de la Glycérie flottante (*Glyceria fluitans*)?

# Présentation de la conception des filtres AQUATIRIS :



↑ Massette, Jonc, Salicaire, Iris, Menthe aquatique (ou *Reine-des-prés* (?)).



Source images: <a href="http://www.hydrorestore.fr/la-phytoepuration.html">http://www.hydrorestore.fr/la-phytoepuration.html</a>

Avantages	Inconvénients
Dispositif d'épuration efficace (très bonnes	Il faut y consacrer une surface inutilisable pour autre chose
performances épuratoires)	
Pas de production de boues	Ce dispositif n'est pas encore réglementaire (normalisation
	en cours, cf. Rappel de la réglementation)
Valorisation des végétaux faucardés, production de	Visite régulière nécessaire pour alterner l'alimentation des filtres
compost de qualité	verticaux et vérifier que tout fonctionne bien
Aucun risque d'odeurs	Besoin d'un entretien minimum régulier (faucardage des
	roseaux chaque année)
Bonne intégration paysagère	
Entretien facile	
Faible coût d'exploitation (pas de besoin en énergie ni	
en produit chimique)	
Faible technicité de la maintenance (entretien facile)	
Bonne adaptation aux variations de charges	
Sensibilise et responsabilise les usagers vis-à-vis de leurs	
eaux usées, puisque ce système est visible.	

Tableau : Avantages et inconvénients de la filière des filtres plantés de roseaux. Source : <a href="http://hmf.enseeiht.fr/travaux/CD0809/bei/beiere/groupe3/node/195">http://hmf.enseeiht.fr/travaux/CD0809/bei/beiere/groupe3/node/195</a>



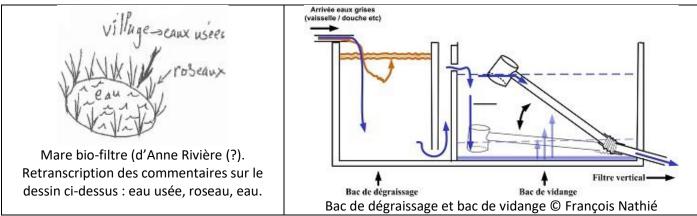
Phyto-épuration résidentielle. Photo la Voix du Nord.

On coupe les roseaux à l'autonome, qui serviront pour le compost ou le paillage.

Anne Rivière a installé des mares à phyto-épuration, très simples, comme sur le dessin ci-dessous, en Indonésie. Elles sont des lieux d'accueil et de bien-être (?). Pas de pompe (?). Les pompes ont une durée de vie de 5 à 6 ans. Attention, avec le caca, les fosses des bio-filtres se bouchent tout le temps (?).

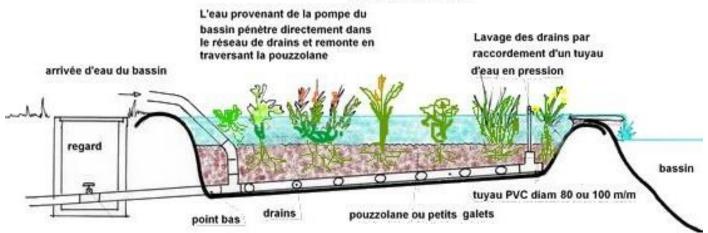
Il ne faut pas place les bio-filtres trop loin, car risque, sinon, de tuyau encrassé (?).

Les béliers hydrauliques s'encrassent souvent (?). Avec un bélier hydraulique et avec 1 m de chute, on arrive à envoyer de l'eau à 10 m de haut.



Source : inspiré de dessins de Franck Nathié, <u>www.laforetnourriciere.org</u> et de dessins trouvés sur des sites sur la Permaculture.

#### Principe d'un lagunage

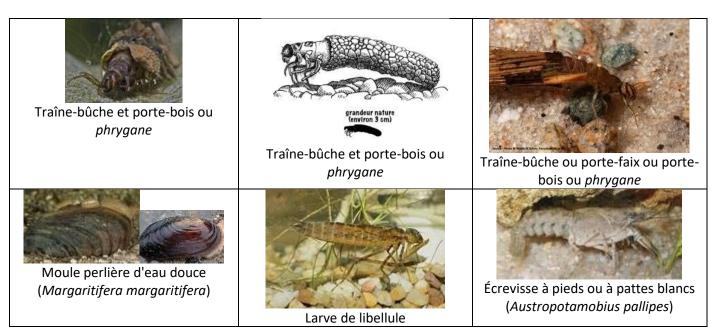


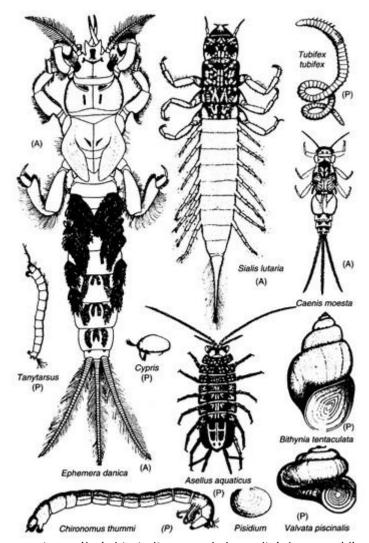
Système de lagunage des eaux usées. Source : Tozzi Green, <a href="http://fr.slideshare.net/TozziGreen/comment-travaillons-nous">http://fr.slideshare.net/TozziGreen/comment-travaillons-nous</a>

# Les espèces bio-indicatrices :

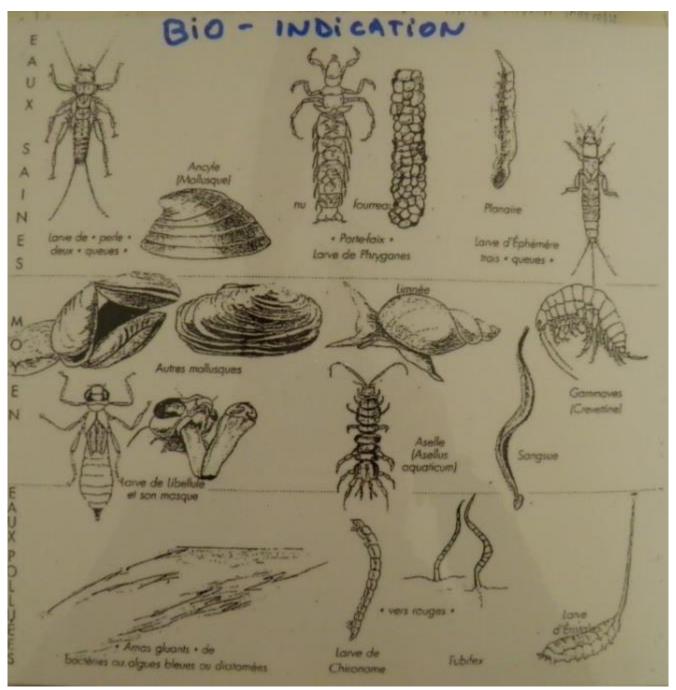
Un **bioindicateur** est un <u>indicateur</u> constitué par une <u>espèce végétale, fongique</u> ou <u>animale</u> ou par un groupe d'espèces (groupe éco-sociologique) ou <u>groupement végétal</u> dont la présence ou l'état renseigne sur certaines caractéristiques écologiques (c'est-à-dire physico-chimiques, microclimatique, biologiques et fonctionnelle) de l'environnement ou sur l'incidence de certaines pratiques. Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Bioindicateur

Quelques exemples : moule d'eau douce, larve de libellules, écrevisses, truites, traîne-bûche ou porte-bois ou porte-faix (*phryganes* : exemple *Phryganea grandis*) (insectes), batraciens et salamandres.





Principaux groupes de macro-invertébrés bio-indicateurs de la qualité des eaux (d'après Hynes, op. cit. p 60). Introduction à l'écotoxicologie : Fondements et applications, François RAMADE, Ed. Lavoisier, 2007. Hynes HBN (1960) The biology of polluted waters, Liverpool University Press.



Espèces bioindicatrices aquatiques. Source : inspiré de dessins de Franck Nathié, <u>www.laforetnourriciere.org</u> et de dessins trouvés sur des sites sur la Permaculture.

## **Précautions**

Pour ceux dont le terrain est petit, il est important de prendre en compte les vents pour positionner les bassins et ne pas être gêné par les odeurs la première année. Si leur bassin est trop près, sous 10m, les odeurs peuvent être dérangeantes. Dans ce cas, il faut peut-être envisager de mettre un claustra avant le bassin pour justement couper le vent.

# Entreprise d'installation et de maintenance de bio-filtres :

AQUATERIS, <a href="http://www.aquatiris.fr">http://www.aquatiris.fr</a>
MACROPHYT, <a href="http://www.macrophyt.com">http://www.macrophyt.com</a>
<a href="http://www.macrophyt.com">http://www.macrophyt.com</a>/phyto%C3%A9puration-et-filtres-plant%C3%A9s/

## Bibliographie:

A22 - L'assainissement familial par lagunage ou par filtres plantés de macrophytes, <a href="http://www.wikiwater.fr/a22-l-assainissement-familial-par.html">http://www.wikiwater.fr/a22-l-assainissement-familial-par.html</a>

Phytoépuration, http://fr.wikipedia.org/wiki/Phyto%C3%A9puration

http://www.consoglobe.com/phytoepuration-une-solution-d%E2%80%99epuration-individuelle-naturelle-cg

http://www.terrevivante.org/497-une-solution-alternative-la-phytoepuration.htm

http://www.recycleau.fr/fr/phytoepuration

Reine des prés

http://www.recycleau.fr/fr/phytoepuration-assainissement-par-filtres-plantes

http://www.passerelleco.info/rubrique.php?id rubrique=4

http://www.aggraconcept.com/phytoepuration%20en%20assainissement%20individuel.php

http://www.lejardindeau.com/jardindeau/2033/plantes\_phytoepuration.htm

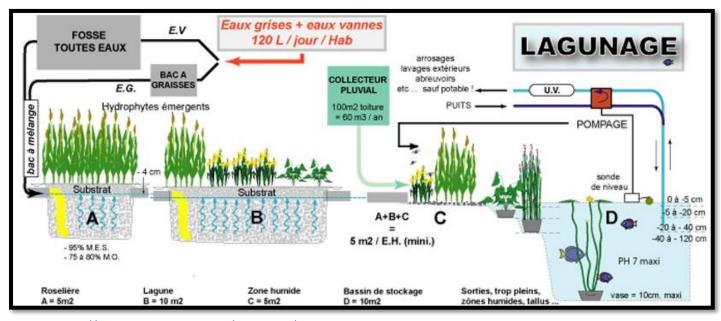


Plantes aquatiques utilisées par la phytoépuration

Le roseau, la massette (typha), l'iris, la jacinthe d'eau, le scirpe, le nénuphar, le saule blanc, et le myriophylle sont des plantes pour la phyto-épuration. Sources : a) <a href="http://www.autre-logis.fr/?p=44">http://www.autre-logis.fr/?p=44</a>, b) <a href="http://blog.crdp-versailles.fr/semainedeleau42/index.php/post/26/03/2010/La-phyto-%C3%A9puration">http://blog.crdp-versailles.fr/semainedeleau42/index.php/post/26/03/2010/La-phyto-%C3%A9puration</a>

<u>Note</u> : l'indication de la « sauge bleue » est une erreur (car la sauge pousse sur des terrains calcaires souvent secs).

La plante ressemble à une Pontédérie à feuilles en cœur (*Pondeteria Cordata*).



Source: http://www.geocaching.com/geocache/GC5HKFN la-lagune-eds2015

Roselière	Lagune	Zone humide	Bassin de stockage	Sorties, trop pleins.	
A = 5 m2	B = 10 m2	C = 5 m2	D = 10m2	Zones humides,	
				tallus	
Roseau (Phragmites)	Jonc des chaisiers	Reine des prés	Potamot		
Iris des marais	(Scirpus lacustris)	Potimce ??? d'eau	(Potamogeton	Saule (Salix sp.)	Chasmanthium
(à maintenir hors	Laîches (Carex sp)	(°) (Potamot ?)	crispus)	Aulne (Alnus sp.)	latifolium
gel)	Rubaniers	Salicaire	Cornifle émergée	Peuplier (Populus	Leymus arenarius
	(Sparganium	Cassissier	(Ceratophyllum	sp.)	Pomme de
BIOTOPE	erectum)	Menthe aquatique	Demersum)	Bouleau (Betulus	kangourou
	Jonc fleuri (Butomus	Houblon	Nymphea ( <i>Nymphea</i>	alba tortuosa)	(Solanum
Dytiques	umbellatus)	Laîche des marais	alba)	Laurier sauce	laciniatum)
Libellules	Elodée du Canada	Berce	Sagittaire à feuilles	(Laurus nobilis)	ou aviculaire
Salamandres		Consoude	en flèche (Sagittaria	Orties	Arums
Crapauds	Lentilles d'eau =	Lycope d'Europe	sagittifolia)	Hostas	Agapanthes
Grenouilles	protéines pour les	Eupatoire chanvrine	Rubaniers	Gunneras	Nerines
Couleuvres	poules (ex. race	Lysmaque	(Sparganium	Acanthes	Iris unguicularis
Poissons:	Ardennaise).	Elodée	erectum)	Thalia dealbata	Lierre
Gambusies		Myriophylles	Jonc fleuri (Butomus	Equisetum	Pervenches
Epinoches		Hippuris	umbellatus)	Alocasia	Héliotrope d'hiver
Ablette		Potamot	·	Papyrus	(Petasites fragrans)
Hâble de Heckel		(Potamogeton		Hibiscus moscheutos	Plumabago rampant
Bouvière		crispus)		Iris versicolor	(Ceratostigma
		Laitues d'eau		"Kermesina"	plumbaginoïdes)
				Cannas glauca	Chlorophytum
				"endeavour",	clatum
				"erebus", "Ra"	Canne de Provence
					Bambous divers

<sup>6</sup> à 8 plantes au m2 - 0,4m2 de plantation / 1m3 de bassin - 1 poisson au m3 et/ou 0,80m long cumulée / m3 - Substrat 15/25 en fond sur 20/30 cm - 5/15 sur 20 cm en surface.

<sup>(°)</sup> Ou bien Ecuelle d'eau (*Hydrocothyle verticillata*) ou bien populage des marais ou Potamot crépu (*Potamogeton crispus*) ?

Voir liste des plantes d'eau douce, <a href="http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste">http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste</a> des plantes d%27eau douce

# Liste de plantes aquatiques préconisées pour la phyto-épuration en climat tempéré :

Dans le filtre à phyto-épuration, on peut utiliser : a) jonc de chaisier (*Scirpus lacustris*), b) lentille d'eau (*Lemna minor*) etc. Les plantes préconisées pour les climats tropicaux (ou subtropicaux) sont indiqué avec « tropic. ».





Jonc de chaisier (*Scirpus lacustris*) (phytoépurative).



Lentille d'eau (*Lemna minor*) (tempérée et tropicale), fourrage (phytoépurative).



Scirpe maritime (Bolboschoenus maritimus). Résiste au sel (phytoépurative).



Scirpe des marais ou Souchet des marais (*Eleocharis palustris*) (phytoépurative).



Iris aquatique ou iris des marais ou iris jaune (phytoépurative).



Jonc épars ou spiralé (*Juncus effusus*) (phytoépurative).



Nénuphar (temp. Et tropic.). Comestible (phytoépurative).



Nénuphar jaune (Nuphar luteum), comestible (phytoépurative).



Menthe aquatique (adventice), comestible (phytoépurative).



Menthe poivrée (adventice), comestible (phytoépurative).



Massette ou quenouilles (*Typha latifolia*) Massette (*Typha Laxmannii*), comestible (phytoépurative).



Roseau commun (*Phragmites australis*). (~un peu invasif) (phytoépurative).



Carex ou laîches (*Carex*)
Exemple, Laiche à épis
pendants (*Carex pendula*)
(phytoépurative).





Reine-des-prés (Filipendula ulmaria) (~ comestible).



Epilobe hirsute ou épilobe à grandes fleurs (Epilobium hirsutum) (phytoépurative).



Prêle d'hiver ou prêle géante ou prêle de l'Himalaya (Equisetum hyemale) (phytoépurative).



Salicaire commune (Lythrum salicaria) (phytoépurative).



Plantain d'eau commun (Alisma plantago-aquatica) (phytoépurative).



Sagittaire à larges feuilles (Saggitaria latifolia). (Comestible) (phytoépurative).



Rubanier d'eau ou rameux (Sparganium erectum) (phytoépurative).





Saule blanc (Salix alba) (phytoépurative).



Cornifle émergée (Ceratophyllum Demersum) (phytoépurative) (eaux calmes ou faiblement courantes).





Riz sauvage ou zizanie des marais (Zizania palustris) (climat tempéré) (comestible) (phytoépurative).



Riz sauvage (Zizania aquatica) zone de rusticité USDA: 5-9 (comestible) (phytoépurative).



Élodée du Canada (Elodea canadensis) (Invasive) (phytoépurative).



Pontédérie à feuilles en cœur (*Pondeteria Cordata*) (très résistante aux gelées).



Acore Calame, acore odorant ou jonc odorant (*Acorus calamus*) (phytoépurative).



Eupatoire chanvrine (Eupatorium cannabinum)



Lycope d'Europe (*Lycopus europaeus*) (phytoépurative)



Lysimaque commune (*Lysimachia vulgaris*) (phytoépurative).



Cassissier (*Ribes nigrum*) (sol humide)



Consoude officinale (Symphytum officinale)



Pesse vulgaire (*Hippuris vulgaris*) (phytoépurative).



Canne de Provence (*Arundo donax*) (phytoépurative) sol humide et plutôt sablonneux, supporte la salinité des sols (potentiel pour biocarburant).



Heliotrope d'hiver (*Petasites fragrans*) (alle peut devenir envahissante).



Bambou moyen (*Phyllostachys heteroclada*) (sols lourds, innondés) 5-7 m. -18°C. brisevent. Racine rhizomateuse traçante. (phytoépurative).



Renouée aquatique, persicaire amphibie (*Polygonum amphibium*) (envahissante).

# Liste de plantes aquatiques préconisées pour la phyto-épuration en climat tropical ou subtropical :



Laitue d'eau (*Pistia stratiotes*) (invasive) (tropic.) (phytoépurative).



Thalie blanchie (*Thalia dealbata*). (tropic.) (phytoépurative). Originaire du sud des USA. Elle est gélive, au moins pour son feuillage, le rhizome pouvant résister à -7°C.



Papyrus (cyperus papyrus ou Cyperus alternifolius) (tropic.) (phytoépurative).



Myriophylle en épis (*Myriophyllum spicatum*) (invasive) (tropicale et subtropicale) (phytoépurative).



Jacinthe d'eau (invasive) (tropic.) (phytoépurative).



Arum de virginie (*Peltandra* virginica) (invasive) (tropic.) (phytoépurative).



Bambou (*Phyllostachys*) (peut être invasif) (temp. Et trop) (phytoépurative).



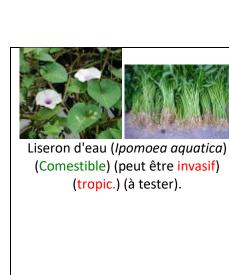
Calumet (*Nastus borbonicus*) En altitude à la Réunion. (tropic.) (à tester).

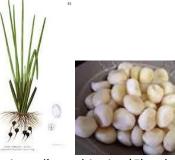


Hibiscus des marais (*Hibiscus moscheutos*) (tropic.).



Canna aquatique (*Cannas* glauca) (tropic.) (phytoépurative).





Châtaigne d'eau chinoise (*Eleocharis dulcis*) bioaccumulatrice, eaux stagnantes, équateur, comestible.



Mâcre nageante ou châtaigne d'eau indienne (*Trapa natans*) (tropic.). Eau calme ayant jusqu'à 5 m de profondeur (invasive) (tropic.). (à tester).



Lotus sacré ou Lotus d'Orient ou nelumbo (*Nelumbo nucifera*) (tropic.) (Comestible) (phytoépurative).



Taro, songe, madère, chou chine ou dachine (*Colocasia esculenta*) (tropicales humides) (comestible) (peut être invasif). Conditions innondées avec eau fraiche.



Fougère d'eau ou faussefougère (Azolla filiculoides) (subtropicale et tropicale) (invasive) (phytoépurative).



Coriandre perpétuelle (*Houttuynia Cordata*) (envahissante).



Gunnère du Brésil (*Gunnera manicata*)

A tester.

Source donnant une liste de plantes aquatiques « phyto-épuratives » : <a href="http://www.ecologs.org/vegetation/plantes-filtrant-leau-pour-le-traitement-en-phytoepuration-et-les-piscines-ecologiques.html">http://www.ecologs.org/vegetation/plantes-filtrant-leau-pour-le-traitement-en-phytoepuration-et-les-piscines-ecologiques.html</a> (Voir aussi liste de plantes aquatiques dans : a) <a href="http://www.aqua-passion.com/fiches\_plantes/index.php?liste=P">http://www.aqua-passion.com/fiches\_plantes/index.php?liste=P</a>, b) <a href="http://www.aqua-passion.com/fiches\_plantes-aquatiques-aquat

# Plantes utilisables en phyto-épuration

Plante	Valeur épuratoire (0-100)	Zone d'implantation (distance surface de l'eau / fond)	Origine
Acorus calamus	25	0 à -10 cm	Asie
Acorus calamus cv. Variegatus	25	0 à −10 cm	Asie
Alisma plantago-aquatica	35	0 à -30 cm	Hémisphère Nord
Apium inudatum	50		·
Aponogeton distachyus	35	-30 à -60 cm	Afrique du Sud
Calthapalustrisethybrides	30	+10 à −10 cm	·
Carex(touteslesespèces)	30	+10 à −10 cm	Europe
CyperuslongusetAsper	50	0 à – 30 cm	Europe
Glyceriamaximaetcv.Variegata	75	+10 à −10 cm	Europe
Hippurisvulgaris'	85	-10 à -30 cm (oxygénante)	·
hispseudocorusetov.	50	0 à −10 cm	Europe
Variegata,versicolor,laevigata			Lurope
Juncusconglomeratus, inflexus	50	+10 cm à 0	Europe
Jussiaea grandiflora	100	0 à -30 cm	Sud des Etats Unis
MenthaaquaticaetMentha aquaticarubra	75	0 à −10 cm	Europe
Menyanthestrifoliata	75	0 à −10 cm	Europe
Nupharlutheaetsp.	90	-40 à – 200 cm	Europe
Nymphaea	50	-10 à −30 cm	Europe ou cultivars
Oenanthe aquatica et fistulosa	70	0 à −10 cm	Eurasie
Phragmitesaustralişstabnifera,karkacv. Variegata	70	0 à −30 cm	Europe
Ranunaulusflammula, Ranunauluslingua	80	+10 à – 10 cm	Europe
Sagllaitjipporia;saglifict; braficta	80	-10 à –30 cm	Japon, Chine
Saururus cemuus	70	+10 à – 10 cm	Canada
Sairpusholoschoenus, lacustris,		120 0 20 0	
tabemaemontanietcv. Albesaens	50	0 à + 10 cm	Europe
Sparganium ramosum	60	0 à – 30 cm	Europe
Stachyspalustris	80	0 à – 10 cm	Europe
Typha latifolia, angustifolia, minima	70	0 à – 30 cm	Europe
Zzorialatifala	70	-10 à – 50 cm	Asie
Ceratophyllum,chara.elodea,	, 0	10 0 30 011	, 1310
tillea, myriophyllum,	100	- 60 cm et plus	
potamogeton, stratiotes			
Azolla, hydrocharis, lemna, trapa	90	Plante flottante	Amérique tempérée
Pontederia cordata	50	-10 à –30 cm	Amérique centrale
Butomus umbellatus	50	0 à - 30 cm	Europe
Phalarisarundinaæacv.Pieta	70	0 à + 10 cm	Europe
Prestiacervina	50	+10 à – 10 cm	Eurasie
Veronica beccabunga	70	+ 10 cm à −10 cm	Europe
Villarsia nymphoides	70		

Autres : Lythrum salicaria (Salicaire)

	LES INDISPENSABLES			
	nom latin nom commun lien avec la fiche de la plante	densité au m²	intérêt	
1	PHRAGMITES australis Roseau commun		c'est la toute première plante. Elle est seule dans le premier bac filtrant, c'est par elle que commence le processus.	
2	TYPHA latifolia TYPHA angustifolia TYPHA gracillis Massettes	I I	Indispensable elle continue le processus dans le second bac en mélange avec les autres plantes.	
3	IRIS pseudacorus Iris des marais		Vient en 3ème position parmi les plantes les plus utilisées pour filtrer. Floraison jaune intéressante !	

les complémentaires à utiliser en mélange			
nom latin nom commun lien avec la fiche de la plante	densité au m²	intérêt	
ACORUS calamus Acore odorant	6	Feuillage d'iris vert brillant.	
<u>ALISMA plantago</u> <u>Plantain d'eau</u>	6	Un nuage de petites fleurs blanches !!	
<u>CAREX acuta</u> Syn. CAREX gracilis <u>Laîche</u>	5	Feuillage vert bleuté.	
GLYCERIA maxima Glycérie des marais	4 à 5	Feuillage souple vert foncé.	
JUNCUS effusus Jonc commun	5	Port différent des précédentes : tiges raides vert foncé, épillets bruns.	
<u>LYTHRUM salicaria</u> <u>Salicaire</u>	4 à 5	Apporte de la couleur tout l'été avec ses grands épis mauves.	
MENTHA aquatica Menthe aquatique	4 à 5	Feuillage odorant, fleurs rose mauve.	
SCHOENOPLECTUS lacustris Syn. SCIRPUS lacustris <u>Jonc des chaisiers</u>	5	Belles tiges tubulaires vert foncé.	
SPARGANIUM erectum Rubanier	5	Feuillage vert foncé, inflorescences rondes et vertes, originales.	

Source: LE JARDIN D'EAU, http://www.lejardindeau.com/jardindeau/2033/plantes phytoepuration.htm

# Quelques "trucs"

- •Ne pas hésiter à bien s'informer et se former (stages, chantiers participatifs, etc.) avant de se lancer dans la réalisation !
- Bien penser son installation pour éviter les risques de colmatage.
- Prévoir la surface nécessaire : 2 à 5 m2/habitant selon les cas.
- Bien choisir l'emplacement : en contrebas de la maison, si possible en pente et au soleil.
- S'assurer de l'étanchéité du dispositif.
- Choisir soigneusement la granulométrie (diamètre) des granulats employés pour le substrat, et veiller à ce que ces granulats soient roulés (et non concassés), non calcaires et lavés (pour se débarrasser des particules fines).
- Soigner le circuit de l'eau en prévoyant notamment des pentes suffisantes afin d'éviter toute stagnation.
- Coût de réalisation : proche de celui d'une filière classique. Il peut être bien amoindri lorsque l'on a des toilettes sèches et que l'on met la main à la pâte ! Les coûts d'entretien sont généralement moins élevés que pour des stations d'épuration classiques.

Source: http://terre-humanisme.org/wp-content/uploads/2014/04/Fiche peda Phyto-epuration 18-2.pdf

## **Bibliographie**

http://www.2012un-nouveau-paradigme.com/pages/Vivre en autonomie une realite-7804500.html Plantes phyto-épuratives, Le jardin d'eau,

http://www.lejardindeau.com/jardindeau/2033/plantes\_phytoepuration.htm

Plantes filtrant l'eau pour le traitement en phyto-épuration, <a href="http://www.ecologs.org/vegetation/plantes-filtrant-l-eau-pour-le-traitement-en-phytoepuration-et-les-piscines-ecologiques.html">http://www.ecologs.org/vegetation/plantes-filtrant-l-eau-pour-le-traitement-en-phytoepuration-et-les-piscines-ecologiques.html</a>

Plantes filtrant l'eau pour le traitement en phytoépuration, <a href="http://www.ecologs.org/vegetation/plantes-filtrant-l-eau-pour-le-traitement-en-phytoepuration-et-les-piscines-ecologiques.html">http://www.ecologs.org/vegetation/plantes-filtrant-l-eau-pour-le-traitement-en-phytoepuration-et-les-piscines-ecologiques.html</a>

L'épuration des eaux usées par les plantes - Arehn, <a href="http://www.arehn.asso.fr/publications/cpa/cpa26.pdf">http://www.arehn.asso.fr/publications/cpa/cpa26.pdf</a> La phyto-épuration Fiche N°18, Kevin Quentric, Terre et Humanisme, 2009, <a href="https://terre-humanisme.org/wp-content/uploads/2014/04/Fiche peda Phyto-epuration 18-2.pdf">http://terre-humanisme.org/wp-content/uploads/2014/04/Fiche peda Phyto-epuration 18-2.pdf</a>

Plantes utilisables en phyto-épuration - Alter EcoH, <a href="http://www.alterecoh.fr/IMG/pdf/listing\_plantes\_photos.pdf">http://www.alterecoh.fr/IMG/pdf/listing\_plantes\_photos.pdf</a>
A20 - Les filtres plantés de macrophytes - Wikiwater, <a href="http://www.wikiwater.fr/a20-les-filtres-plantes-de.html">http://www.wikiwater.fr/a20-les-filtres-plantes-de.html</a>
Phytoépuration wikipedia, <a href="https://fr.wikipedia.org/wiki/Phyto%C3%A9puration">https://fr.wikipedia.org/wiki/Phyto%C3%A9puration</a>

Lagunage wikipedia, https://fr.wikipedia.org/wiki/Lagunage

Installation de filtres plantés, http://eauvivante31.free.fr/install bassins/index.html

PhytoEpuration et gestion écologique des eaux usées, <a href="http://www.passerelleco.info/rubrique.php?id">http://www.passerelleco.info/rubrique.php?id</a> rubrique=4
Site proposant une liste de solutions en relation avec l'eau, <a href="http://www.wikiwater.fr/">http://www.wikiwater.fr/</a>

#### Tableau des espèces bio-indicatrices :

Les bio-indicateurs d'une pollution aquatique, <a href="https://sites.google.com/site/svtlagrangeleclerc/activites-5eme/les-bio-indicateurs-d-une-pollution">https://sites.google.com/site/svtlagrangeleclerc/activites-5eme/les-bio-indicateurs-d-une-pollution</a>

## <u>Vidéos</u>:

Traiter ses eaux usées par les plantes, mode d'emploi plantes phytoépuration, http://www.youtube.com/watch?v=MNuOyiHol4s



Les <u>trichoptères</u> (larves, adultes) font partie des indicateurs de bonne qualité des eaux douces. Ils sont utilisés pour mesurer le chemin à parcourir pour atteindre le « <u>bon état écologique</u> » demandé pour <u>2015</u> par la <u>Directive cadre sur l'eau</u>. Source : <a href="https://fr.wikipedia.org/wiki/Bioindicateur">https://fr.wikipedia.org/wiki/Bioindicateur</a>

# ONG, associations:

Eau vivante: phytoépuration, <a href="http://eauvivante31.free.fr">http://eauvivante31.free.fr</a>

Graine d'eau : phytoépuration, toilettes sèches, <a href="http://www.grainedeau.eu/">http://www.grainedeau.eu/</a>

Exemples de cabinets indépendants spécialistes en projet de phyto-épuration :

AQUATIRIS, <a href="www.aquatiris.fr/">www.aquatiris.fr/</a> AQUALOGIK, <a href="www.aqualogik.fr/">www.aqualogik.fr/</a> RECYCLEAU, <a href="www.recycleau.fr/">www.recycleau.fr/</a> EPURSCOP, <a href="www.epurscop.fr/">www.epurscop.fr/</a>

#### Exemple de cas pratique :

## Expression du besoin:

Je cherche une compétence en traitement de l'eau, surtout une compétence en phyto-épuration, pour une mission (ou projet) pour un industriel malgache. Ce projet doit respecter les principes de permaculture et d'écologie. Le volume d'eau polluée à traiter est de 50 M3 / J avec un débit moyen de 2,6 M3 / H en flux continu. Il faudra voir si la phyto-épuration peut répondre aux contraintes de performance à atteindre ... Précision ultérieure : l'eau de lavage provient d'une centrifugeuse (lavage de fioul lourd). La centrifugeuse (de marque Alfa Laval) permet de supprimer, par centrifugation, les éléments tels Na, K et autres. L'idée est de régénérer cette eau en **éliminant les éléments**. On sépare d'abord et on **élimine après**.

#### Réponse de l'auteur de ce document :

J'ai écrit ce document là sur la phyto-épuration, en espérant qu'il pourra t'aider : <a href="http://benjamin.lisan.free.fr/developpementdurable/recuperation-eau-pluie-et-phyto-epuration.docx">http://benjamin.lisan.free.fr/developpementdurable/recuperation-eau-pluie-et-phyto-epuration.docx</a>

Dans "ma bible technique" en ligne, il y a une trentaine de documents pdf à télécharger, dans ce répertoire "on line" : <a href="http://www.doc-developpement-durable.org/file/eau/gestionEauxUsees-EauxGrises-Lagunage/">http://www.doc-developpement-durable.org/file/eau/gestionEauxUsees-EauxGrises-Lagunage/</a>

Il faut faire le tri dans ces documents, pour trouver les bons, c'est à dire ceux qui concernent spécifiquement la phyto-épuration.

Tout dépend de la plante aquatique présente sur le site de cet industriel malgache :

- a) si c'est du papyrus, mieux vaut prendre du papyrus,
- b) si c'est du typha [c'est-à-dire le "roseau massette" [vündzu] (Typhacées, *Typha angustifolia* L. (ou bien *Typha latifolia* ?), enfin l'un des typhas présents à Madagascar) ], mieux vaut du typha,
- c) si c'est de la jacinthe d'eau, mieux vaut la jacinthe d'eau (mais on peut aussi combiner ces trois plantes, la plus invasive étant la jacinthe d'eau ... donc cette dernière a utiliser avec prudence \_ ne pas en mettre dans une région où elle n'existe pas \_)

On utilise les espèces disponibles à Madagascar en veillant à circonscrire l'expansion pour éviter toute invasion éventuelle (en utilisant des espèces locales, si possibles non invasives, on respecte les principes de permaculture et d'écologie).

Des bassins de phytoépuration prennent une surface aux sol beaucoup plus grande que des bassins de décantations d'une station d'épuration classique, pour le même volume en m3 d'eau usée (par contre, c'est économe en énergie). En atmosphère tropicale, la phytoepuration est plus efficace, mais je ne connais pas le chiffre du rapport entre m3 à traiter par jour et surface de bassin par type de plante. Je ne sais où l'on peut trouver ces chiffres. Sur internet ? Ou bien auprès d'une société spécialisée agissant sur Afrique (Afrique du sud ?), Asie ?

Après il faut voir quel type d'eau usée (si l'eau est de l'eau grise d'un grand hôtel, d'une usine, si c'est l'eau de lavage contaminée d'une mine (Ni \_ nickel \_, Cd \_ cadmium \_, Cr \_ chrome \_, Mn \_ manganèse \_, Pb \_ plomb \_ ...), d'une usine de traitement d'une matière qui pollue (tannage du cuir, production de papier ...)).

# Concernant l'eau de lavage d'une centrifugeuse (lavage de fioul lourd). :

Pour des eaux polluées par les Hydrocarbures (?) ... cela doit être plus délicat.

Pour chaque type de polluant, il y a des plantes et des champignons spéciaux.

Pour la décontamination de sols pollués par les Hydrocarbures, il y a la technique de la « **phytoremédiation**<sup>1</sup> ». Pour les fiouls lourds, il y a des champignons spéciaux (pour cela, il faudrait, par exemple, contacter le spécialiste aux USA, Paul Stamets<sup>2</sup>. Mais il y en a d'autres, en France).

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Voir <a href="https://fr.wikipedia.org/wiki/Phytorem%C3%A9">https://fr.wikipedia.org/wiki/Phytorem%C3%A9</a> diation

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Cf. <a href="http://www.fungi.com/about-paul-stamets.html">http://www.fungi.com/about-paul-stamets.html</a>

#### Sinon, détruire les fiouls lourds est difficile.

Il est possible que la phyto-épuration risque de ne pas marcher (et la plante va peut-être mourir, s'il y a trop de fioul ?) ... Il faut peut-être alors choisir des bactéries spéciales mangeuses de fioul ... qui les transforme en protéines etc. \_ mais je ne suis pas spécialiste de ces domaines. Les grands groupes pétroliers doivent connaître ces bactéries et certaines enzymes [contenues dans certaines levures (?) pour traiter ces fiouls lourds.

(Bref, il ne faut pas que tes fiouls lourds, sous l'effet du soleil, se transforment en goudrons et donc **étouffent, à la longue, les racines de tes plantes aquatiques**, même s'il est vrai qu'elles se renouvellent au cours du temps et que tu dois faucher régulièrement tes plantes, et ensuite curer tes bassins, au bout de x années). Je sais que tes bassins demanderont un peu d'entretien avec un employé qui fait un travail semblable à celui du jardinier (et qui peut s'intégrer dans son travail de jardinier).

Il faut regarder sur Internet, car je sais qu'il existe des techniques de dégradations biologiques des fiouls lourds Voir par exemple : a) <a href="http://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCD\_T\_2004\_0188\_LEGLIZE.pdf">http://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCD\_T\_2004\_0188\_LEGLIZE.pdf</a>
b) <a href="http://decouverte.entmip.fr/lectureFichiergw.do?ID\_FICHIER=1243924156280">http://decouverte.entmip.fr/lectureFichiergw.do?ID\_FICHIER=1243924156280</a>

Par centrifugation, on peut séparer les différents éléments/constituants/composés chimiques (polluants ou non) alors pour chaque composé, il y a un traitement différent.

Eliminer chaque composé/molécule, cela veut dire la traiter ou la revendre si elle a un usage utile (par exemple, le K \_ potassium \_ est utile pour la fertilité des terres).

Je ne suis pas un spécialiste ... On peut éliminer les hydrocarbures, dans un lagunage lent, avec l'eau, les bactéries (de décomposition) et le soleil, mais c'est un processus lent ... (qui dit lagunage lent veut dire une grande surface exposée au soleil pour pouvoir traiter des quantités importantes d'effluents ...). Et il m'est possible de calculer la surface minimum pour que le système soit résilient et tienne le choc face à la toxicité de certains éléments (il faut voir des spécialistes). (Il faut demander simplement à ces cabinets consultants si c'est possible : <a href="www.aquatiris.fr/">www.aquatiris.fr/</a>, <a href="www.aquatiris.fr/">www.aquatiris.fr/</a>) <a href="www.aquatiris.fr/">www.aquatiris.fr/</a>, <a href="www.aquatiris.fr/">www.aquatiris.fr/</a>, <a href="www.aquatiris.fr/">www.aquatiris.fr/</a>, <a href="www.aquatiris.fr/">www.aquatiris.fr/</a>, <a href="www.aquatiris.fr/">www.aquatiris.fr

Puis, il faut envoyer un cahier des charges précis à l'un de ces bureaux d'étude (Aquaritis etc. ...), en indiquant lui la composition exacte, en composés chimiques, avec leur proportions (en %), de tes effluents.

Bref, mieux vaut demander l'avis d'un spécialiste, selon la nature de tes effluents industriels (ce n'est plus la petite phyto-épuration domestique, qui est l'objet de mon document).

29

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Ou bien à un consultant local, à Madagascar : Par exemple, M. Richard Rakotoarijama, ingénieur consultant malgache en traitement des eaux, habitant à Antananarivo : email : <a href="mailto:rkrichard@wanadoo.mg">rkrichard@wanadoo.mg</a>, tél : 00.261.2022.26445