

Les filtres plantés de roseaux en Provence-Alpes-Côte d'Azur



À TRAVERS CE DOSSIER TECHNIQUE, l'ARPE souhaite diffuser des informations relatives à la filière "filtres plantés de roseaux" afin d'améliorer le porté à connaissance des acteurs locaux dans ce domaine. Ces informations sont issues du suivi, spécifique à cette filière, réalisé par l'ARPE sur le territoire régional depuis 2004 et en collaboration avec les SATESE des départements alpins (Alpes de Haute-Provence, Hautes-Alpes et Alpes-Maritimes). Ce suivi est réalisé par l'unité "Assainissement et Milieux Aquatiques", dans le cadre de la **mission d'évaluation de techniques innovantes en matière d'assainissement**. Depuis la construction des premières stations d'épuration de ce type en 1998 – Roussillon Village (Vaucluse) et Ourres-les-Adrets (Hautes-Alpes) – la filière s'est largement répandue en Provence-Alpes-Côte d'Azur comme sur le territoire national. Dès lors que le suivi des premières installations a démontré l'efficacité et les avantages du procédé, l'ARPE a vivement encouragé son développement auprès des maîtres d'ouvrage lorsque le contexte était adapté. Elle a réalisé en 2006 un guide technique consacré à la conception des stations de type filtres plantés de roseaux (FPR), afin de contribuer à éviter les erreurs de conception les plus couramment rencontrées sur les premières installations. Ce dossier présente la filière, l'état de son développement sur le territoire régional, des éléments relatifs au curage et à la valorisation des boues et des notions de coûts pratiqués.

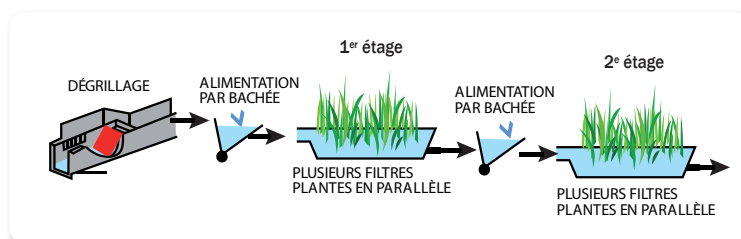
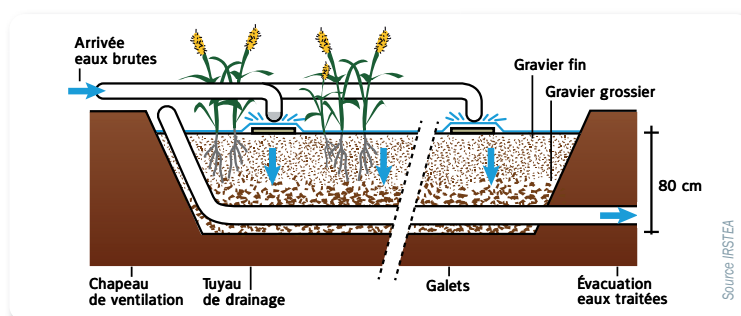
■ ■ ■ Présentation synthétique de la filière d'épuration

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Cette filière fait partie des systèmes épuratoires de type "cultures fixées sur supports fins". En effet, l'épuration s'opère d'une part par filtration mécanique au travers d'un massif et d'autre part, par transformation de la pollution par une biomasse épuratrice fixée se développant dans le matériau filtrant et la couche de boues accumulée en surface des filtres. Après un simple dégrillage permettant de retenir les matières les plus grossières, les eaux brutes sont directement réparties sur un filtre planté des roseaux de type *phragmites australis* ou *communis*.

La filière de traitement type est composée de deux étages de filtration :

- le premier étage, dont la couche filtrante est constituée de graviers relativement fins. C'est sur cet étage que sont stockées les boues déposées au fur et à mesure des années de fonctionnement de l'installation,
- le deuxième étage, dont la couche filtrante est constituée de sable de manière à affiner la filtration et garantir des niveaux de traitement poussés.



Téléchargement

- Guide ARPE et plaquette de présentation concernant les filtres plantés de roseaux : site de l'ARPE : <http://www.arpe-paca.org/environnement-paca.asp?ThNum=Th00000572>
- Guide "Pour un Cahier des Clauses Techniques Particulières" : Site de l'EPNAC http://epnac.irstea.fr/wp-content/uploads/2012/08/CadreguideCCTP_FPR1.pdf
<http://epnac.irstea.fr/eaux-usees/filtres-plantés-de-roseaux-2/>



AVANTAGES MAJEURS DE LA FILIÈRE

■ Un faible coût d'exploitation :

- Une exploitation simple et réduite : les tâches d'exploitation ne nécessitent pas de compétences techniques importantes. Attention, même réduites, les contraintes d'exploitation ne sont pas nulles et 2 à 3 passages par semaine en fonctionnement routinier sont nécessaires.

- Une gestion des boues facilitée : l'enlèvement des boues se fait tous les 10 à 15 ans en fonction des charges traitées par la station (Cf. paragraphe dédié au "curage des filtres"),

- Une consommation énergétique faible à nulle : le fonctionnement de pompes constitue la principale consommation électrique. Lorsque le dénivelé du terrain est suffisant (minimum d'environ 4 mètres entre l'entrée et la sortie), un fonctionnement entièrement gravitaire est possible. Dans ce cas, la consommation d'énergie est nulle.

■ Une robustesse du traitement beaucoup plus importante que toute autre technique d'assainissement à qualité d'épuration équivalente :

- acceptation de surcharges hydrauliques temporaires importantes puisque le traitement reste efficace pour des débits

représentant ponctuellement de 5 à près de 10 fois le débit journalier de temps sec (fonction de la hauteur de boues accumulée sur le premier étage),

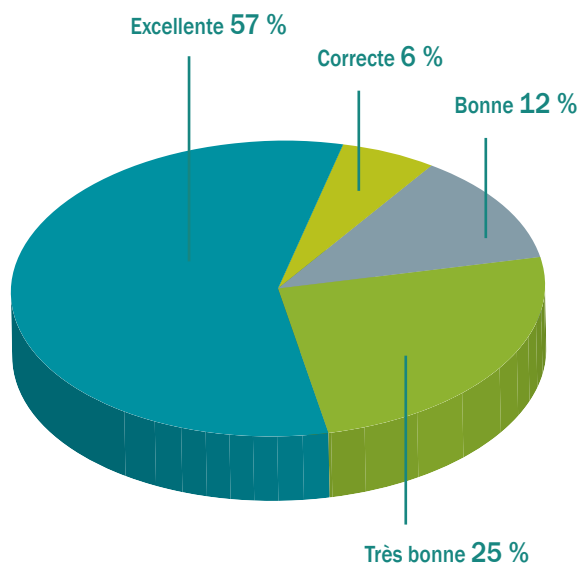
- acceptation d'une surcharge saisonnière polluante pouvant aller jusqu'à plus de 2 fois la capacité de traitement permanente. La surcharge saisonnière ne doit cependant pas durer plus de 1 à 2 mois.

■ Une très bonne intégration paysagère et des nuisances sonores et olfactives réduites.

■ Une excellente qualité de traitement et une réponse à la réglementation avec un traitement de l'azote et du phosphore envisageable (Cf. ci-après).

En effet, l'examen des résultats d'analyses réalisées sur l'effluent traité par 118 filtres plantés de la région (données d'autosurveillance réglementaire de l'ARPE et des SATESE des Alpes de Haute-Provence, des Hautes-Alpes et des Alpes-Maritimes), montre que **80 % de ces stations rejettent un effluent traité de très bonne à excellente qualité** (concentrations moyennes en DCO < 60 mg/l) et qu'**aucun rejet ne dépasse régulièrement le seuil de non conformité**.

Représentation de la répartition des classes de qualité atteintes



Caractérisation des classes de qualité choisies

Références de qualité	Concentrations des eaux traitées (mg/l)
Non conforme	DCO > 125
Correcte	125 ≤ DCO < 90
Bonne	90 ≤ DCO < 60
Très Bonne	60 ≤ DCO < 40
Excellente	DCO ≤ 40

LIMITES DU PROCÉDÉ

- **La surface nécessaire** à l'implantation de cette filière dimensionnée classiquement reste relativement importante. En effet, il faut compter une emprise au sol totale comprise entre 4 et 6 m²/EH (voirie incluse), dont une surface plantée de 2 m²/EH. Plusieurs constructeurs proposent toutefois des systèmes plus compacts ou des combinaisons de filières visant à réduire l'emprise au sol.
- **Les performances de traitement du phosphore** par cette filière peuvent être relativement poussées (engagements constructeurs jusqu'à moins de 1 mg P/l possible). Certains matériaux ont été retenus pour leur capacité à fixer les précipités phosphorés. C'est le cas notamment de l'apatite qui constitue à l'heure actuelle le matériau le plus efficace. Toutefois, même si les études montrent que la saturation des matériaux les plus purs n'aura lieu que tardivement, l'évolution des rendements dans le temps reste encore théorique et parfois le remplacement du matériau pourra être à prévoir (à définir au cas par cas)⁽⁴⁾.

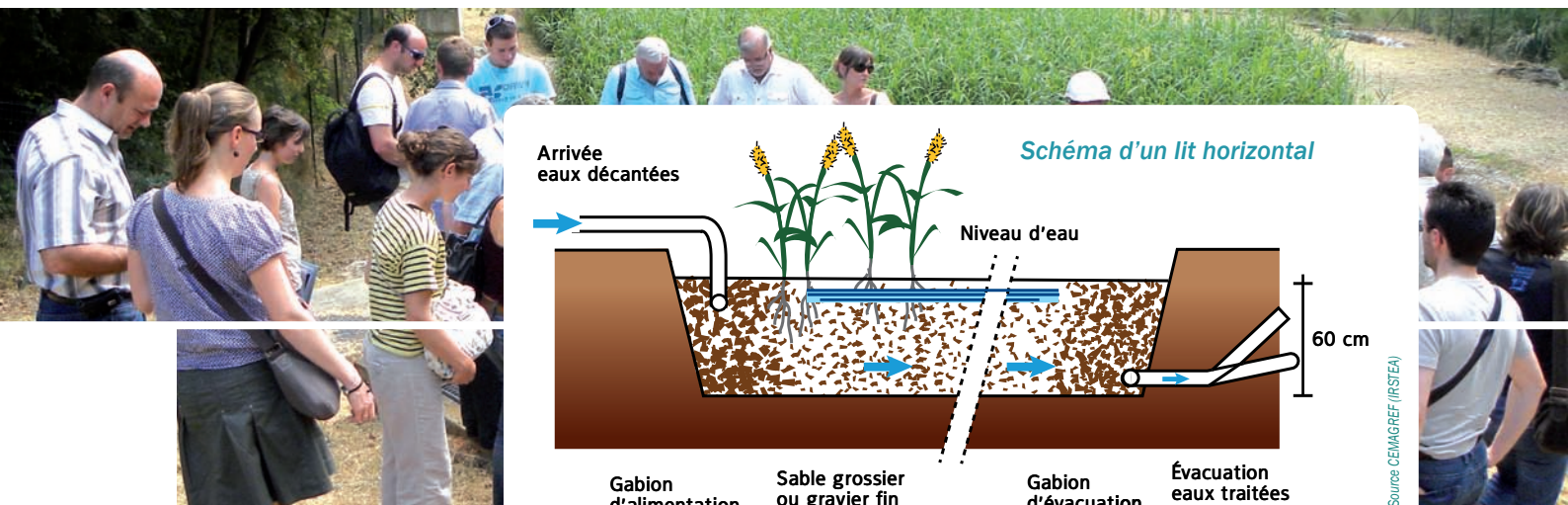
LES VARIANTES AU SYSTÈME CLASSIQUE

Au-delà de cette configuration la plus courante, il existe plusieurs variantes abordées ci après de manière non exhaustive :

- **Filtres à écoulement vertical saturés ou partiellement saturés.**
- **Filtres à étages superposés⁽²⁾** : lorsque la surface disponible ne permet pas l'implantation d'une station de configuration

classique, plusieurs constructeurs proposent de superposer les deux étages : la surface du deuxième étage se trouve sous la couche drainante du premier. Même si une vigilance particulière doit être apportée sur la qualité des matériaux filtrants employés, sur le dimensionnement appliqué et sur l'aération du système, ce type de procédé permet de garantir une bonne qualité de rejet. Toutefois l'acceptation des surcharges hydrauliques est moindre, tout comme probablement l'acceptation des surcharges organiques saisonnières.

- **Un seul étage avec recirculation⁽³⁾** : bien que plus économique et plus compact, le nombre de réalisation de ce type reste à ce jour marginal car le traitement est moins performant et ce système tolère beaucoup moins bien les surcharges hydrauliques, comme certainement les surcharges organiques.
- **Associations de filtres à écoulements vertical et horizontal** : pour éviter l'installation d'un poste de relevage lorsque le dénivelé du terrain est insuffisant, pour éviter l'emploi du sable (rare et coûteux) ou encore lorsqu'une dénitrification est recherchée, l'emploi de filtre(s) à écoulement horizontal en 2^e étage de traitement peut être envisagé. Un dimensionnement adapté et la mise en place de deux filtres de ce type au lieu d'un, limiteront les risques de colmatage inhérent à ce système.
- **Associations possibles avec d'autres procédés** tels qu'une décantation primaire, ou un traitement plus compact comme les lits bactériens voire avec des systèmes extensifs comme le lagunage ou une plantation de bambous.



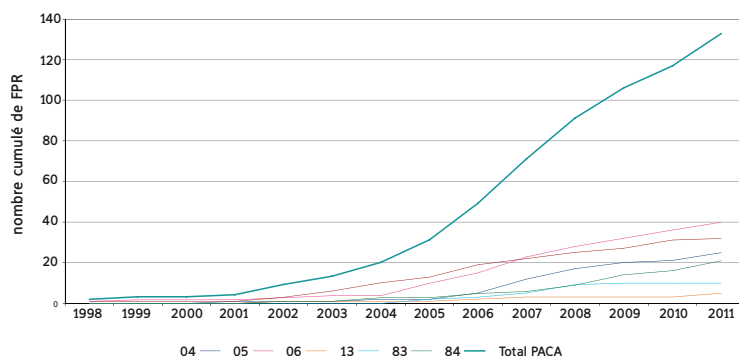
Téléchargement

- ⁽¹⁾ POUR TÉLÉCHARGER la fiche technique publiée par l'IRSTEA sur la déphosphatation, rendez-vous sur le site de l'EPNAC : <http://epnac.irstea.fr/wp-content/uploads/2012/08/Déphosphatation-des-eaux-usées-par-filtres-plantés-garnis-de-phosphorites-Recommandations-pour-le-développement-de-la-filière.pdf>
- ⁽²⁾ POUR TÉLÉCHARGER la note publiée par l'IRSTEA suite à l'étude menée sur une installation de ce type, rendez-vous sur le site de l'EPNAC : <http://epnac.irstea.fr/wp-content/uploads/2012/08/Superposition-de-deux-étages-de-filtres-plantés-de-roseaux-à-écoulement-vertical.pdf>
- ⁽³⁾ POUR TÉLÉCHARGER la fiche technique ONEMA/IRSTEA consacrée à ce système, rendez-vous sur le site de l'EPNAC : <http://epnac.irstea.fr/wp-content/uploads/2012/08/Usage-de-la-recirculation-sur-un-étage-de-filtres-plantés-de-roseaux-à-écoulement-vertical.pdf>

■ ■ ■ Développement de la filière en Provence-Alpes-Côte d'Azur

ÉVOLUTION DU NOMBRE D'INSTALLATIONS

Depuis 1998, le nombre de stations d'épuration de ce type a connu une progression exponentielle, pour atteindre plus de 140 ouvrages en service en mai 2012.



> POUR TÉLÉCHARGER la carte localisant l'implantation des filtres plantés de roseaux en région, rendez-vous sur le site de l'ARPE PACA : www.arpe-paca.org > Eau & Milieux aquatiques > Évaluation des techniques innovantes > Dossiers techniques.

RÉPARTITION DES RÉALISATIONS PAR CONSTRUCTEURS EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Nous présentons ci-après la répartition du nombre de stations par filtres plantés de roseaux **en service en mai 2012** réalisées par les différents constructeurs intervenant dans la région.

Entreprises	Nombre d'installations
EPUR Nature / SINT	81
SPE	21
SAUR	9
VALBIO	5
CSE	4
ERE	4
JT Régul Fluid	3
OdE	2
SIRFIA	2
SOERCO	2
Atelier REEB	1
Jean Voisin	1
SADE	1
SERPE	1
Subterra	1

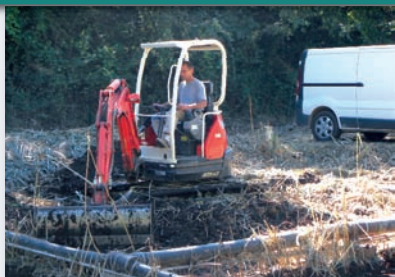
L'entreprise SINT, aujourd'hui implantée en Provence-Alpes-Côte d'Azur sous le nom d'EPUR Nature, est à l'origine des premières stations de ce type sur le territoire régional. Ceci explique en partie le nombre important de réalisations à son actif.

La Société Phocéenne des Eaux (SPE), bien qu'étant le deuxième constructeur de la région en terme de nombre de réalisations, a aujourd'hui déposé le bilan.

La société VALBIO existe toujours mais a fait le choix d'abandonner son activité liée à la construction de filtres plantés de roseaux et donc ne répond plus aux appels d'offres concernant cette filière.

Par ailleurs, de nouveaux constructeurs répondent régulièrement dans notre région et certains voient leur nombre de réalisations augmenter ces dernières années comme Constructeur de Stations d'Épuration (CSE) ou JT Régul Fluid.

> Pour obtenir la liste des constructeurs intervenant en région et leurs coordonnées : contact@arpe-paca.org



■ ■ ■ **Curage et valorisation des boues stockées sur le premier étage**

RETOURS D'EXPÉRIENCES DE CURAGES DE FILTRES PLANTÉS DE ROSEAUX EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

À ce jour, seulement 2 stations d'épuration de ce type ont été curées dans notre région. Il s'agit des stations de :

- Roussillon Village (710 EH): mise en service en 1998 et curée au bout de 13 années de fonctionnement,
- Eourres Ubac (20 EH): mise en service en 1999 et curée au bout de 10 années de fonctionnement.

Pour ces deux expériences, les filtres curés ont bien récupéré, et la qualité de traitement a été maintenue tout au long des opérations.

Les productions de boues journalières de ces deux sites, calculées à partir des quantités de boues évacuées et des charges reçues, passent de 30-35 g de MS/EH/j pour Roussillon, à environ 15 g de MS/EH/j pour Eourres.

Ces valeurs encadrent les données fournies par la littérature (données IRSTEA basées sur 5 retours d'expérience nationaux) qui sont de l'ordre de 20 à 25 g de MS/EH/j.

Les écarts importants relatifs aux productions de boues présentées ici peuvent s'expliquer par :

- les incertitudes de mesures et de prélèvements inhérents à l'estimation des quantités de boues extraites,
- les incertitudes liées à l'estimation des charges moyennes traitées durant la période de fonctionnement précédant le curage,
- l'étanchéité du réseau d'assainissement. En effet, l'intrusion d'eaux claires dans le réseau apporte en plus ou moins grande quantité des matières minérales (sables, graviers, terres...),
- l'apport plus ou moins important de matières organiques provenant de l'extérieur (feuilles d'arbres, débris de coupe de roseaux, débris de plantes adventices à cycle végétatif annuel ou bisannuel...).

La multiplication des expériences de curage permettra d'affiner ces ratios de production de boue.

**Pour ces deux stations,
les boues ont été valorisées
par épandage agricole.**

Une fois curées, les boues sont particulièrement bien adaptées à l'épandage agricole qui constitue la solution de valorisation la plus économique.

- Les boues sont complètement inodores car fortement minéralisées.
- Les boues sont pelletables et non collantes (siccités supérieures à 30 %). Ces caractéristiques permettent une bonne tenue en tas (condition indispensable pour un stockage éventuel en bord de champs) et un épandage facilité.
- Aucune repousse de roseaux n'a été observée dans les champs.

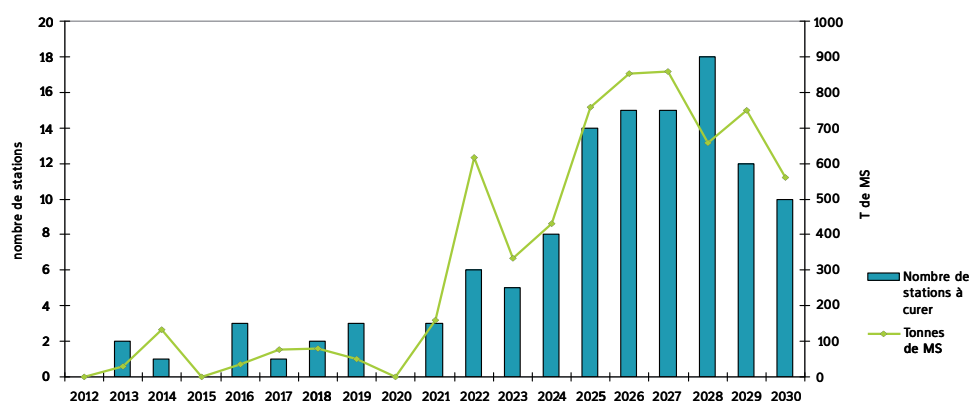
Téléchargement

- > POUR TÉLÉCHARGER la synthèse des opérations de curage et d'épandage de la station d'épuration du village de Roussillon, rendez-vous sur le site de l'ARPE : www.arpe-paca.org/files/20120621_TopooptionsRoussillon.pdf
- > POUR TÉLÉCHARGER les présentations de la journée de juin 2012 organisée par l'ARPE et portant sur le retour d'expérience du curage/épandage de la station du village de Roussillon : www.arpe-paca.org/webprint.asp?ThNum=Th00000576.paca.org/webprint.asp?ThNum=Th00000576.



ESTIMATION DU NOMBRE DE CURAGES PRÉVUS CES PROCHAINES ANNÉES EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

À partir des charges reçues actuellement et d'une production de boue retenue de 30 gMS/EH/j, nous avons estimé le nombre de stations et les quantités de matières sèches à curer. Bien entendu, ces estimations devront être réactualisées régulièrement.



Notions de coûts pratiqués en Provence-Alpes-Côte d'Azur

COÛTS LIÉS À L'INVESTISSEMENT

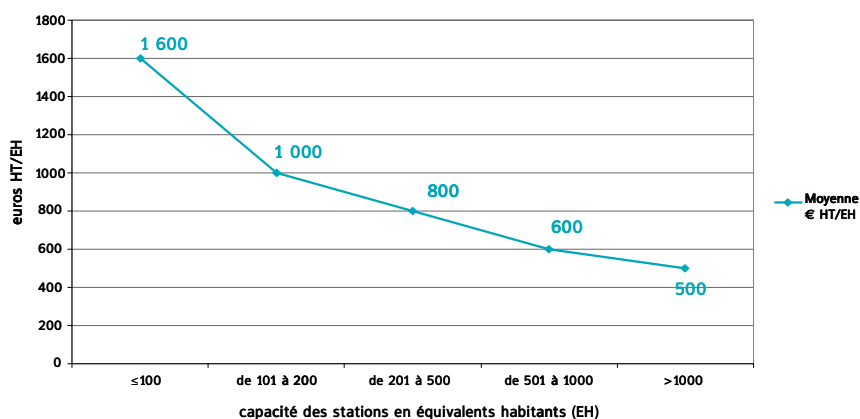
L'examen des coûts pratiqués en région depuis 1998 montre qu'en moyenne les coûts d'investissement ont plus que doublé depuis la construction des premières stations. C'est pourquoi nous avons choisi d'étudier les sommes investies par une vingtaine de maîtres d'ouvrage depuis 2010 seulement, afin de calculer un coût moyen rapporté à l'équivalent habitant pour différentes classes de capacité.

Les stations prises en compte sont de différentes configurations (fonctionnement gravitaire ou avec un ou deux poste de relevage, filière à étages superposés, etc.) et réparties sur l'ensemble du territoire régional, hors Alpes-Maritimes. En effet, les coûts pratiqués dans ce département sont nettement plus élevés en raison de coûts de terrasse-

ment importants dus à une topographie contraignante (forte pente) et à l'affleurement fréquent de la roche mère. De même, nous n'avons pas tenu compte de situations particulières liées à la géologie des sites ou à l'exigence de traitement plus poussé.

Les coûts, exprimés en hors taxes, ne tiennent pas compte des dépenses liées aux études préalables, ni à la maîtrise d'œuvre. Ils n'intègrent pas non plus les coûts liés à l'amenée des effluents jusqu'aux limites de la station.

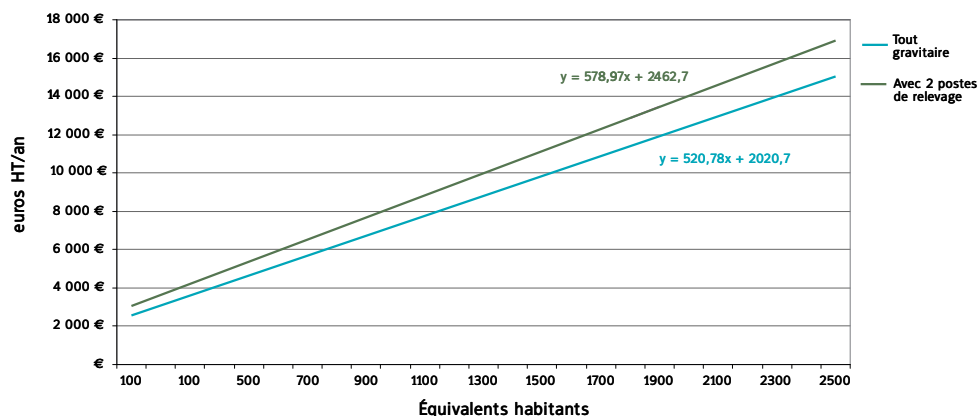
*Coûts d'investissement moyens
pour une station de type
Filtres Plantés de Roseaux*



COÛTS LIÉS À L'EXPLOITATION

À partir des tâches d'exploitation inhérentes au système, des retours que nous avons pu collecter auprès de personnes en charge de l'exploitation et d'éléments disponibles dans la littérature, nous avons estimé les temps de main-d'œuvre nécessaires et les consommations énergétiques induites.

À partir des taux horaires de main-d'œuvre retenus (20 € HT/h), du coût de l'énergie (0,11 € HT/Kw.h) et des coûts de curage et d'épandage pratiqués sur la station de Roussillon, nous présentons ici un graphique montrant l'évolution des coûts d'exploitation annuels estimés en fonction de la capacité des ouvrages.



Évolution des coûts d'exploitation annuels estimés en fonction de la capacité des ouvrages

Nous avons distingué deux cas :

- dans le premier, le fonctionnement de la station est complètement gravitaire ;
- dans le second, deux postes de relevage sont installés.

Les deux droites présentées ici constituent donc un minimum et un maximum.

Attention : ces coûts ne sont valables que pour une valorisation des boues curées par épandage (dans un rayon de 10 Km). Pour toute autre solution de valorisation, ces coûts devront être réévalués à la hausse.

Détail des estimations de temps et de consommations d'électricité pour 4 capacités différentes (coûts de valorisation agricole compris)

	100 HE	500 HE	1 000 HE	2 000 HE
Dégrillage / permutation / Nettoyage chasse	1h/semaine	1h/semaine	1h/semaine	1h/semaine
Arrachage mauvaises herbes	4 premières années : 2,7 h/sem. reste du temps : 0,3 h/sem.	4 premières années : 9,3 h/sem. reste du temps : 1,1 h/sem.	4 premières années : 17,7 h/sem. reste du temps : 2,1 h/sem.	4 premières années : 34,3 h/sem. reste du temps : 4,1 h/sem.
Faucardage annuel	5,2 h/an	18 h/an	34 h/an	66 h/an
Imprévus	16 h/an	16 h/an	16 h/an	16 h/an
Sous-total valorisation agricole des boues (€ HT/an) (plan d'épandage, curage, épandage et suivi réglementaire)	850 €	1 600 €	2 600 €	3 750 €
Total fonctionnement gravitaire (€ HT/an)	2 540 €	4 625 €	7 230 €	11 560 €
Entretien poste de relevage	0,5 h/semaine	0,5 h/semaine	0,5 h/semaine	0,5 h/semaine
Électricité (0,11 € HT/kWh)	529 kWh	2 645 kWh	5 290 kWh	10 580 kWh
Total fonctionnement avec 2 postes de relevage (€ HT/an)	3 040 €	5 360 €	8 250 €	13 170 €

Les filtres plantés de roseaux en Provence-Alpes-Côte d'Azur



CONTACTS

- Annelise FREIHAUT,
Coordinatrice de l'Unité "Assainissement et Milieux Aquatiques"
- Gilles MALAMAIRE,
Référént mission "Évaluation de Techniques Innovantes"
04.42.90.90.81 ■ g.malamaire@arpe-paca.org



Avec le concours financier de l'Agence de l'Eau
Rhône Méditerranée & Corse

