

Association lagunes – filtres plantés

Premiers retours d'expérience

■ A. PAULUS¹

Mots-clés : abattement microbiologique, eaux usées, filtre à sable, filtre planté, lagune, procédés extensifs, qualité des eaux traitées, traitement des eaux usées

Keywords: disinfection, waste water, sand filter, intermittent sand filters, reed bed filters, constructed wetlands, waste water stabilization pond, extensive treatment, effluent quality, sewage treatment

1. Historique

La technique du lagunage a connu un fort développement en Europe dans la seconde moitié du ^{xx}e siècle. En France, on compte quelque 3 000 installations actuellement [1]. L'évolution des charges en entrée (sous l'effet de la poussée démographique notamment), de la réglementation (normes de rejet plus restrictives), des contraintes de voisinage (exigences plus restrictives sur les bruits et les odeurs) imposent depuis quelques années une reprise de ces installations et placent les maîtres d'ouvrage devant un dilemme : que faire de ces vieilles lagunes ? Faut-il les conserver en l'état, les aménager, les supprimer ? Dans un premier temps, les lagunes ont été équipées d'aérateurs. Cette solution a cependant ses limites et d'autres voies ont été explorées, en particulier à Gensac-la-Pallue en Charente dans les années 1980, à Aurignac en Haute-Garonne en 2003, et plus récemment à Saint-Étienne-de-Tulmont et Nègrepelisse dans le Tarn-et-Garonne, à Creissan dans l'Hérault. Nous décrirons ces projets et nous en tirerons une première analyse.

1.1. Gensac-la-Pallue

À Gensac-la-Pallue [2], où l'objectif était d'accroître la capacité de traitement de la station, la solution a consisté à ajouter une filtration en amont du lagunage existant et une troisième lagune à l'aval. Depuis l'achèvement des travaux en 1987, la filière comprend un étage de filtres plantés de macrophytes (FPM) à

écoulement vertical de 1 915 m² (soit 1,13 m²/EH) et un second étage constitué de trois lagunes en série pour un total de 9 000 m² (soit 5,3 m²/EH) et 5 500 m³ (correspondant à un temps de séjour de 21 jours à charge nominale – 1 700 EH x 150 l/EH, jour). Les sept bilans réalisés à différentes saisons au cours des 7 années suivant la mise en service donnent des rendements sur les filtres de 65 à 70 % en demande chimique en oxygène (DCO) et en demande biologique en oxygène sur 5 jours (DBO₅) et des rendements sur l'ensemble de la filière de 86,4 % en DCO, 93 % en matières en suspension (MES), 56 % en azote total (NT), 64 % en phosphore total (PT). Cela, dans des conditions de charge hydraulique variable (du fait de l'importance des eaux parasites) : les débits entrants sont compris entre 40 et 210 % de la charge hydraulique nominale. Les résultats sont meilleurs pour les charges hydrauliques faibles.

1.2. Aurignac

Le cas d'Aurignac [3-6] est particulier puisque la station a été créée dans un objectif expérimental dans le cadre d'un programme européen Life. Les objectifs de recherche visaient à :

- faciliter la gestion des boues par l'introduction de lits de séchage de boues primaires, plantés de roseaux, associés à un décanteur primaire ;
- accepter et traiter les eaux de temps de pluie en utilisant le pouvoir tampon d'une lagune dont la hauteur d'eau pouvait varier sur 50 cm ;
- affiner le traitement pour compléter la nitrification et respecter les seuils de 125 et 25 mg/l pour la DCO et la DBO₅ respectivement.

¹ Ginger Environnement Infrastructures (GEI).
E-mail : a.paulus@gingergroupe.com

Conçue en 2002-2003 pour une capacité de 300 EH, la station comprend : dégrilleur automatique + décanteur primaire + lagune + six filtres en parallèle, garnis de granulats différents et de lits de séchage de boues plantés de roseaux pour les boues primaires. Des communications détaillent les résultats expérimentaux obtenus par le Cemagref^{2, 3, 4}.

Dimensionnements :

- décanteur : volume utile 1,5 m³ ;
- lagune : 2 100 m² (7 m²/EH à 300 EH) ;
- filtres de déshydratation des boues : 4 x 17 m² ;
- filtres tertiaires : 6 x 50 m² = 300 m² (1 m²/EH à 300 EH), dont deux filtres plantés constitués de sable de rivière d₁₀ = 0,25, CU = d₆₀/d₁₀ = 4,7, épaisseurs 25 (M25) et 65 cm (M65).

40 campagnes de mesures sur 24 heures chacune ont été menées au cours des 2 années suivant la mise en service, de septembre 2003 à octobre 2005 (soit un peu moins de deux bilans par mois), s'ajoutant aux mesures hebdomadaires sur cinq points : en entrée de station et en sortie des quatre ouvrages fonctionnels. Paramètres mesurés : DCO, MES, azote total Kjeldahl (NTK), N-NH₄, N-NO₃, PT, streptocoques fécaux (SF), *Escherichia coli* (EC).

L'étude montre que le traitement tertiaire permet de porter le niveau, en sortie, du D3 de l'ancienne appellation (niveau ordinaire des lagunages) au D4 avec une nitrification quasi-totale pour des charges hydrauliques ne dépassant pas 0,8 m/jour sur les filtres en fonctionnement. Elle met en évidence l'importance des séquences d'alimentation et de repos pour éviter le colmatage par les dépôts en surface d'algues en provenance de la lagune. Les rendements sont similaires pour tous les filtres, qu'ils soient plantés ou non. Les rendements sont meilleurs pour des hauteurs de sable de 65 cm (comparativement à 25 cm)

2 A. Torrens, P. Molle, C. Boutin, M. Salgot (2006a) : « Association of stabilization ponds and intermittent sand filters: an appropriate wastewater treatment system for small communities ». In 7th Specialised IWA Conference on small water and wastewater systems. Mexico, 2006.

3 A. Torrens, P. Molle, C. Boutin, M. Salgot (2006b) : « Upgrading pond effluent with vertical flow constructed wetlands and intermittent sand filters: Comparison of performances and hydraulic behaviour ». In 10th specialised IWA conference on wetlands systems for water pollution control. Sept. 23-29 2006. Lisbon, Portugal.

4 A. Torrens, P. Molle, C. Boutin, M. Salgot (2007) : « Removal of bacterial and viral indicators in vertical flow constructed wetlands and intermittent sand filters ». In International Conference on multiple roles of wetlands - multi-functions of wetland systems. June 26-29 2007. Legnaro-Padova, Italy.

et le sable concassé génère plus d'irrégularités dans la maîtrise des rendements.

1.3. Saint-Étienne-de-Tulmont

À Saint-Étienne-de-Tulmont [7-9], les lagunes existantes sont conservées (deux lagunes en série dimensionnées classiquement à 6 + 5 = 11 m²/EH pour une capacité nominale de 450 EH soit 4 940 m² au total) et intégrées de deux manières : en traitement des eaux brutes excédentaires, importantes en période de pluie, et en traitement complémentaire d'été. Les eaux brutes sont dérivées vers les lagunes dès que le



Figure 1. Station de Saint-Étienne-de-Tulmont (Tarn-et-Garonne)

La station d'épuration de Saint-Étienne-de-Tulmont

Objectif : création d'une station d'épuration de 1900 EH extensible à 2 300 EH

Maître d'ouvrage : communauté de communes Terrasses et Vallée de l'Aveyron (CCTVA)

Maître d'œuvre : Ginger Environnement Infrastructures (GEI)

Réalisation : Epur Nature

Procédé : filtres plantés de macrophytes + lagunes existantes

Coût des travaux station 1 900 EH : 0,76 M€ HT

Mise en service : décembre 2007

Norme de rejet : D4. Milieu récepteur : ruisseau pérenne sans usage particulier, affluent de l'Aveyron.

Eaux parasites très importantes, surtout en période de pluie

Programme des travaux :

– station proprement dite (deux étages de filtration à 1,2 et 0,8 m²/EH) ;

– liaisons hydrauliques permettant d'intégrer les deux lagunes existantes en différents points de la filière.

volume journalier entrant (compté à partir de 8 heures chaque matin) atteint le volume journalier nominal des filtres (intégrant une partie des eaux parasites, bien entendu, jusqu'à 0,25 m³/heure soit 360 m³/j). Un système de vannes et de postes de relevage permet d'envoyer les eaux vers l'une ou l'autre des deux lagunes depuis les sorties du premier et du second étage de filtration. Actuellement, deux filières sont pratiquées couramment :

- régime hiver : FPM1 + FPM2 ;
 - régime été : FPM1 + lagune 1 + lagune 2 + FPM2.
- Les filtres sont dimensionnés à $1,2 + 0,8 = 2,0 \text{ m}^2/\text{EH}$ soit une superficie utile totale de $1\,900 \text{ EH} \times 2 = 3\,800 \text{ m}^2$ de filtres plantés. Il est possible de renforcer le dispositif par l'adjonction de filtres en premier et deuxième étage.

Les mesures réalisées du 15 avril au 6 juin 2008, sous l'égide et le contrôle du Satese 82 montrent que l'intégration des lagunes entre les deux étages de filtres⁵ (filière FPR1 + lagune 1 + lagune 2 + FPR2) entraîne une légère dégradation du rendement global sur MES (- 5 %), une amélioration sur NTK (+ 8 %) et l'azote global (NGL) (+ 12 %). Ces résultats restent indicatifs dans la mesure où ils sont basés sur une expérimentation de courte durée (2 mois, deux bilans sur 24 heures), sur une station jeune (4 mois après mise en service), avec des apports pluviaux exceptionnels et des charges polluantes en entrée très inférieures à la capacité nominale de la station.

1.4. Nègrepelisse

À Nègrepelisse [10, 11], les lagunes existantes sont conservées également (deux lagunes en série dimensionnées à $6 + 5 = 11 \text{ m}^2/\text{EH}$ pour une capacité nominale de 1 400 EH soit 15 000 m² au total) et intégrées de deux manières : en traitement des eaux brutes en cas de dysfonctionnement général de la station (par suite d'une panne d'électricité, par exemple) et en traitement complémentaire d'été. Dans le premier cas, les eaux brutes en provenance du poste de refoulement général sont dérivées vers les lagunes par un système de vannes automatiques en cas de non-fonctionnement du poste de relevage de tête de la station. Dans le second cas, un système de vannes et de postes de relevage permet faire de circuler les eaux entre les



Figure 2. Station de Nègrepelisse (Tarn-et-Garonne)

La station d'épuration de Nègrepelisse

Objectif : création d'une station d'épuration de 4 000 EH extensible à 6 000 EH

Maître d'ouvrage : communauté de communes Terrasses et Vallée de l'Aveyron (CCTVA)

Maître d'œuvre : Ginger Environnement Infrastructures (GEI)

Réalisation : Epur Nature

Procédé : filtres plantés de macrophytes + lagunes existantes

Coût des travaux : adduction 0,4 M€ HT + station 4 000 EH 1,6 M€ HT = 2,0 M€ HT

Mise en service : février 2009

Norme de rejet : D4. Milieu récepteur : ruisseau non pérenne sans usage particulier, affluent de l'Aveyron

Eaux parasites importantes, surtout en période de pluie

Programme des travaux :

- adduction par refoulement 3,0 km ;
- station proprement dite (deux étages de filtration à 1,2 et 0,8 m²/EH) ;
- liaisons hydrauliques permettant d'intégrer les deux lagunes existantes dans la filière en entrée de station, en sortie du premier étage ou en sortie du second étage de filtration.

Le projet sera complété ultérieurement par un dispositif d'évapotranspiration de type épandage sur plantation avec deux objectifs : réduire le rejet dans le milieu naturel et contribuer à l'approvisionnement en combustible d'une installation de chauffage collectif.

lagunes et les sorties des deux étages de filtration (liaison vers chaque lagune en sortie de chaque étage de filtration et liaison de la sortie du lagunage vers l'étage 2 de filtration). Deux filières sont envisagées, comme à Saint-Étienne-de-Tulmont :

- régime hiver : FPM1 + FPM2 ;
- régime été : FPM1 + lagune 1 + lagune 2 + FPM2.

5 FPR : Filtre planté de roseaux.

Les filtres sont dimensionnés classiquement à $1,2 + 0,8 = 2,0 \text{ m}^2/\text{EH}$, soit une superficie utile totale de filtres de $4\,000 \text{ EH} \times 2 = 8\,000 \text{ m}^2$ (un peu plus en réalité pour anticiper le renforcement futur à $6\,000 \text{ EH}$). L'adjonction d'un filtre en premier étage et de deux petits filtres en second étage permettra si nécessaire de porter la capacité à $6\,000 \text{ EH}$. Mise en service : février 2009.

1.5. Creissan

À Creissan [12, 13], l'épuration était assurée au départ par trois lagunes en série dimensionnées à $6,0 + 2,5 + 2,5 = 11 \text{ m}^2/\text{EH}$ pour une capacité nominale de $1\,000 \text{ EH}$. Les eaux parasites étant peu importantes, la solution adoptée consiste à conserver la lagune 1, à créer un premier étage de filtration sur un terrain contigu, à installer le deuxième étage de filtration dans la lagune 2 et à transformer la lagune 3 en zone de dissipation végétalisée. Un système de vannes et de postes de relevage permet de fonctionner en deux filières :

- régime hiver : FPM1 + FPM2 + bassin de dissipation ;
- régime été : FPM1 + lagune 1 + FPM2 + bassin de dissipation.

Le filtre du premier étage est dimensionné à $1,2 \text{ m}^2/\text{EH}$ soit une superficie utile totale de $2\,000 \text{ EH} \times 1,2 = 2\,400 \text{ m}^2$ avec possibilité d'installer un filtre

supplémentaire portant la capacité à $3\,000 \text{ EH}$, par exemple. Le filtre de deuxième étage occupe toute l'ancienne lagune 2 avec une capacité de $2\,400 \text{ m}^2 : 0,8 = 3\,000 \text{ EH}$. Il est donc dimensionné dès le départ pour la capacité finale de la station. Une particularité : le filtre de deuxième étage est constitué par moitié de sable concassé classique et de sable de pouzzolane, moins coûteux dans les conditions particulières de ce site. Des campagnes de mesures permettront de comparer les comportements de ces deux matériaux et éventuellement d'admettre la pouzzolane comme matériau de filtration sur d'autres projets.

2. Enseignements

La conservation des lagunes existantes impose des acquisitions foncières dans le voisinage et si possible en continuité des emprises initiales. Elle augmente légèrement l'investissement initial et complique un peu l'exploitation. Elle permet en revanche de fiabiliser et d'améliorer le traitement, en particulier l'abattement bactériologique (§ 2.3).

2.1. Coûts

L'incidence foncière (acquisition de terrains supplémentaires pour les filtres plantés) est de l'ordre de 10 €/EH (pour un coût de réalisation de 400 €/EH),

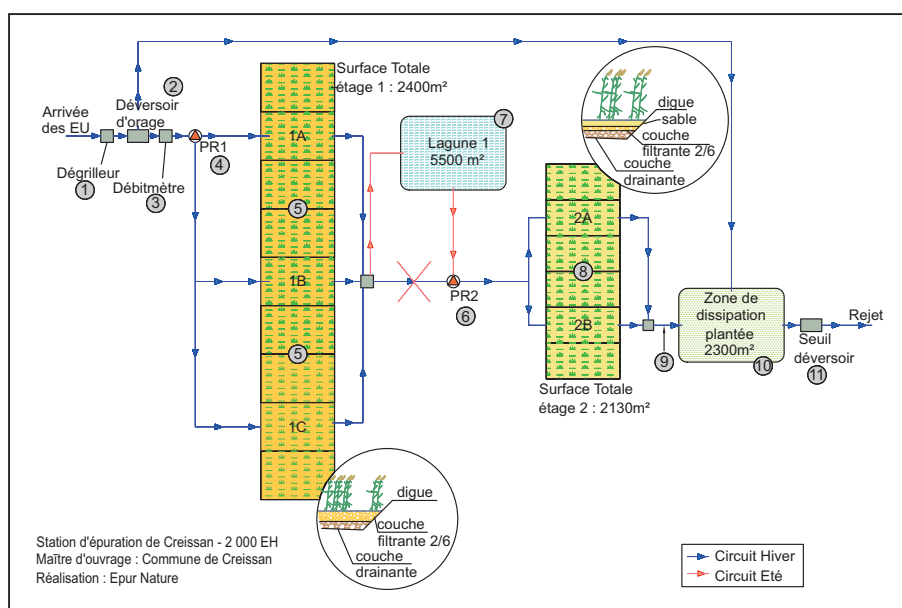


Figure 3. Synoptique de la station de Creissan (Hérault)

compensé dès le départ par la simplification du chantier, le lagunage existant restant en service jusqu'à l'achèvement des travaux.

L'intégration des lagunes entraîne une extension de l'automate, ainsi que la mise en place de canalisations et éventuellement d'un poste de relevage supplémentaire pour un coût approximatif de :

– à Saint-Étienne-de-Tulmont : 50 000 € HT pour un coût total station de 0,75 M€ HT (26 € HT/EH, 7 % du total) ;

– à Nègrepelisse : 100 000 € HT pour un coût total station de 1,6 M€ HT (17 € HT/EH, 6 % du total) ;

– à Creissan : 50 000 € HT pour un coût total station de 0,88 M€ HT (25 € HT/EH, 6 % du total).

Le surcoût d'exploitation dans ces trois cas est lié au relevage (éventuel) vers les lagunes. Le curage des lagunes n'est plus nécessaire ou du moins très exceptionnel, car les boues se déposent sur le premier étage de filtration. Compter 0,20 €/EH par an, soit 1 à 2 % du budget d'exploitation.

2.2. Fiabilisation du traitement

Les milieux récepteurs, on le sait, sont très affectés par les déversements d'eaux brutes, si occasionnels soient-ils. Les missions interservices de l'eau (MISE) en sont conscientes et encouragent les dispositifs permettant de les éviter. Les lagunes existantes offrent là une réponse économique puisqu'elles tamponnent le rejet au milieu en cas de dysfonctionnement du poste de relevage ou de temps de pluie excessif et assurent, pour des coûts de réalisation et d'exploitation très modiques, un traitement certes sommaire, mais non

négligeable, des eaux qu'elles reçoivent. En somme, elles permettent à moindres frais d'éliminer, dans une certaine mesure, le mot « *by-pass* » des plans de stations et ainsi de pacifier le débat sur le niveau de rejet. La dérivation des eaux brutes vers le lagunage peut être asservie à différents événements : dysfonctionnement du poste de relevage de tête de la station (comme à Nègrepelisse), dépassement du débit maximal admis sur la station (comme à Saint-Étienne-de-Tulmont), etc.

2.3. Amélioration du traitement

Les lagunes **abattent les nutriments** de 65 à 70 % en moyenne [14] (avec des variations saisonnières importantes) pour des installations à 50 % de leurs capacités nominales et conçues en trois bassins d'une surface totale de 11 m²/EH. Si l'autorisation de rejet est accordée sur la base des performances habituelles des filtres plantés, l'intégration des lagunes dans la filière permet dans un premier temps d'améliorer la qualité du rejet par rapport à la norme retenue, dans un second temps de différer la mise en œuvre de l'extension puisque la filière complétée assure la norme de rejet au-delà de la capacité nominale des filtres (autrement dit, les lagunes améliorent le rejet).

À Saint-Étienne-de-Tulmont, une première campagne de mesure (indicative) a montré que le passage par les lagunes porte le rendement à 44 % sur l'azote global et 37 % sur le phosphore quand le débit reste inférieur à 300 m³/jour.

Le *tableau I* collationne les quelques valeurs de rendements données par les études expérimentales, par

	Arrêté 2007 < 2 000 EH	Arrêté 2007 > 2 000 EH	FPM 1+2 Cemagref IWA 2004	Aurignac Lagune Tps sec	Aurignac Lagune Tps pluie	Aurignac Filtre M65	Aurignac Filtre M25	Gensac Filtres + lagunes
DBO ₅	60	70		69 - 69		89	76	
DCO	60	75	91	89 - 65	53	62	44	86
MES	50	90	95	76 - 65	74	78	63	93
NTK	–	–	85	70 - 55	45	78	69	56
NGL	–	(70)	–	–	–	–	–	–
PT	–	(80)	–	62 - 25	41	52	27	64

DBO₅ : demande biologique en oxygène sur 5 jours ; DCO : demande chimique en oxygène ; MES : matières en suspension ; NTK : azote total Kjeldahl ; NGL : azote global ; PT : phosphore total.

Arrêté : rendements minimums selon l'arrêté du 22 juin 2007. Les valeurs entre parenthèses sont applicables uniquement en zone sensible à l'eutrophisation.

FPM 1+2 IWA 2004 : filière FPM classique à deux étages, valeurs Cemagref annoncées au congrès IWA de 2004 sur la base de 233 bilans sur 81 stations françaises de 2 à 10 ans. Aurignac Lagune Tps sec : les deux valeurs correspondent à deux niveaux de charge : 40 % et 90 %. Aurignac M65 : filtre en sable de rivière, planté, épaisseur du granulat 0,65 m. Aurignac M25 : filtre en sable de rivière, planté, épaisseur du granulat 0,25 m.

Tableau I. Comparaison des rendements (exprimés en %) obtenus expérimentalement avec les rendements exigés par la réglementation

comparaison avec les rendements réglementaires (rendements en %).

Enfin, l'évaporation en surface des lagunes réduit les volumes rejetés au milieu récepteur et particulièrement au moment de l'étiage. Dans un contexte « rejet zéro », elle permet de réduire les superficies de plantation ou d'infiltration à mettre en place à l'aval du traitement.

2.4. Abattement microbiologique

Dans le cas où l'autorisation de rejet impose une qualité bactériologique (cas de rejet à l'amont d'une zone de baignade, d'un périmètre de protection de captage, d'un site de sports nautiques...), les lagunes existantes peuvent être conservées pour leur effet bactéricide. Rappelons les performances des procédés de désinfection en ordre de grandeur (en Ulog sur coliformes totaux et thermotolérants⁵) :

- décantation simple : 0 à 1 Ulog ;
- traitement physico-chimique : 1 à 2 Ulog ;
- boues activées : 0 à 2 Ulog ;
- cultures fixées : 0 à 2 Ulog ;
- lagunage tertiaire : 3 à 4 Ulog dans les meilleures conditions c'est-à-dire : une profondeur comprise entre 0,80 m et 2,0 m, deux à trois bassins en série, un temps de séjour > 30 jours, une surface relative > 5 m²/EH.

Si l'on admet que l'abattement sur deux étages de filtration est de l'ordre de 2 Ulog et la teneur des eaux brutes de 8 à 10 Ulog, l'abattement total sur une filière filtration + lagunage correctement dimensionnée sera de 4 à 5 Ulog et la teneur en sortie de 3 à 6 Ulog.

Des valeurs expérimentales ont été dégagées à la station d'Aurignac dans le cadre des campagnes de me-

sure du programme Life. L'abattement sur les paramètres microbiologiques (streptocoques fécaux et *Escherichia coli*) sur l'ensemble de la filière est compris entre 2 et 4 Ulog selon la saison, la charge hydraulique, l'épaisseur du filtre tertiaire, avec une perte de rendement de l'ordre de 0,5 Ulog entre le temps sec et le temps de pluie et de 1,0 Ulog entre 0,65 et 0,25 m d'épaisseur de filtre. Les concentrations en sortie de filière varient entre 1,2·10³ et 13·10³ U/100 ml selon la charge hydraulique, l'épaisseur de filtre et le paramètre considéré (SF ou EC). Résultat intéressant, résultant notamment du temps de séjour important dans la lagune.

Bien entendu, ces résultats ne sont pas transposables automatiquement à d'autres sites. Rappelons à cet égard quelques particularités de la station d'Aurignac :

- dégrillage et décantation primaire en tête de filière ;
- lagune unique dimensionnée à 7 m²/EH pour 300 EH (davantage au moment des mesures) ;
- filtres à sable classiques ;
- charges entrantes inférieures à la capacité nominale à l'époque des mesures.

L'abattement sur la lagune seule est compris entre 2 et 3 Ulog selon la saison et la charge hydraulique en entrée, avec une différence de 0,5 Ulog entre le temps sec et le temps de pluie. Les concentrations en sortie de lagune varient entre 2,7·10⁴ et 7,9·10⁴ U/100 ml.

L'abattement sur les filtres plantés seuls varie en fonction de la charge hydraulique et du fractionnement des bâchées. À la charge hydraulique de 80 cm/j sur le filtre en fonctionnement, les abattements varient entre 1 et 2 U log pour SF et EC (moyenne : 1,55 et 1,6 respectivement) suivant le fractionnement des bâchées pour une épaisseur de sable de 65 cm.

⁵ Lire TSM 1996, n° 2.

	Lagune-sec	Lagune-pluie	Filtres	L. sec + filtre	L. pluie + filtre	L. sec - L. pluie
Filtre FPM à 0,65 m de sable						
SF	2,5	2,0	1,55	4,0	3,5	0,5
EC	2,7	2,1	1,60	4,2	3,6	0,6
Filtre FPM à 0,25 m de sable						
SC	2,5	2,0	0,71	3,0	2,5	0,5
EC	2,7	2,1	0,62	3,3	2,6	0,7

L. sec : lagune par temps sec ; L. pluie : lagune par temps de pluie (charges hydrauliques importantes car réseau unitaire) ; Filtres : valeur inférieure des résultats sur les trois filtres à sable de l'épaisseur donnée (fourchette peu étendue, intervalle étroit autour de la moyenne) ; SF : streptocoques fécaux ; EC : *Escherichia coli*.

Tableau II. Abattements microbiologiques (en Ulog) à la station d'Aurignac pour des épaisseurs de filtre de 0,65 et 0,25 m

Quoi qu'il en soit, il ne peut être envisagé d'obtenir de manière fiable, sur un filtre planté garni de 65 cm de sable, des abattements supérieurs à 2 Ulog, compte tenu des temps de séjour réduits. Même pour des charges hydrauliques de 40 cm/j.

3. Quelle filière ?

Les stations combinant lagunes et filtres plantés sont encore rares et les retours d'expérience peu nombreux. La question de la position des lagunes dans la filière est donc ouverte : faut-il les mettre en fin de filière (comme à Gensac) et risquer une pollution du rejet par les algues ? En tête de filière (comme à Aurignac) au risque de colmater les filtres ? Entre les deux étages de filtration (comme à Saint-Étienne-de-Tulmont, Nègrepelisse et Creissan) ? La réponse est fonction du contexte.

Si l'objectif est d'**augmenter la capacité** de traitement, on mettra plutôt en tête de station des filtres plantés à écoulement vertical de type premier étage de la filière FPR qui réduiront les charges en entrée de lagunes, en particulier les surcharges organiques, génératrices de dysfonctionnements des lagunes. Les lagunes pourront recevoir également la surverse du *by-pass* d'entrée, en temps de pluie.

Si l'objectif est d'**améliorer la qualité** du rejet (MES, DCO, nitrification), on mettra plutôt en sortie de lagune des filtres à écoulement vertical de type deuxième étage dont le dimensionnement sera validé pour des charges hydrauliques ne dépassant pas 0,80 m/j sur le filtre en fonctionnement (hypothèse : trois filtres en parallèle) et des concentrations DCO en entrée ne dépassant pas 250 mg/l. Là encore, l'exemple d'Aurignac montre la possibilité de stocker les débits de temps de pluie sur les lagunes de tête en marnant leur niveau.

Pour des **objectifs multiples**, des associations plus complexes peuvent être envisagées (filtre 1 + lagune + filtre 2) au prix d'emprises au sol plus importantes.

L'intégration des lagunes dans la filière de traitement peut également être **saisonnnière** en fonction des objectifs recherchés : diminution des flux par évapotranspiration, abattement des germes pathogènes, amélioration de la déphosphoration ou de la dénitrifi-

cation, etc. Dans ce cas, le basculement entre les régimes été et hiver peut se faire par simple fermeture-ouverture de vannes manuelles. À Saint-Étienne-de-Tulmont, le dispositif permet en outre, dans un esprit de recherche-développement, de ramener en tête de lagunage les eaux en sortie de l'étage 2 et ainsi de comparer les teneurs en sortie dans deux cas de figure : intégration des lagunes entre les deux étages ou en sortie de deuxième étage. Une affaire à suivre, donc.

4. Incidences immatérielles

Outre ses effets quantifiables sur la fiabilité et la qualité du rejet en sortie (voir ce qui précède), le maintien des lagunes a des incidences positives sur des plans plus qualitatifs. Sur le plan de l'**histoire**, il conserve et valorise un équipement remarquable du patrimoine communal et sa trace dans le paysage. Sur le plan **naturel**, il maintient la faune et la flore, souvent intéressantes, parfois remarquables, inféodées aux lagunes, et étend le secteur protégé constitué *de facto* par la station d'épuration. Sur le plan **esthétique**, il préserve un élément marquant et agréable du paysage, et fournit un contrepoint plaisant aux étendues verdoyantes des filtres plantés. Sur le plan **foncier**, il constitue une réserve de terrains à côté d'équipements publics importants et ouvre une possibilité d'implantations à long terme, dans un secteur *a priori* peu sensible (pas d'habitation proche notamment), d'équipements nouveaux qui seraient imposés par des évolutions démographiques ou réglementaires inconnues aujourd'hui.

Conclusion

L'intégration de lagunes existantes dans une filière de filtres plantés permet d'améliorer le rejet (particulièrement en été, période de sensibilité accrue du cours d'eau récepteur) en termes de germes pathogènes et de nutriments et de minimiser les coûts d'extension de la station, moyennant une dépense faible, voire très faible tant en réalisation qu'en exploitation. En somme, une dépense minimale permet de valoriser un élément remarquable du patrimoine communal.

Le suivi des installations récentes permettra dans un proche avenir de quantifier ces effets en termes de rendements et de teneurs en sortie.

Bibliographie

- [1] RACAULT Y., BOUTIN C., MOLLE P. (2006) : *Le lagunage naturel en France. Retour d'expérience et évolutions de la technique*. Communication aux journées de l'Astee 2006.
- [2] LIÉNARD A., BOUTIN C., BOIS R., CHARLES P. (1994) : *Couplage de filtres plantés de roseaux et lagunes : un exemple en France*. Communication aux Journées d'information de l'eau. Poitiers, 09.1994.
- [3] MOLLE P. (2006) : *Association lagunage et infiltration*. Étude d'Aurignac. Rapport de vulgarisation, 2006.
- [4] TORRENS A., MOLLE P., BOUTIN C., SALGOT M. (2006) : « Association of stabilization ponds and intermittent sand filters: an appropriate wastewater treatment system for small communities, 2006 ». 7th Specialised Conference on small water and wastewater systems, Mexico 2006.
- [5] TORRENS A., MOLLE P., BOUTIN C., SALGOT M. : « Upgrading pond effluent with vertical flow constructed wetlands and intermittent sand filters: comparison of performances and hydraulic behaviour, 2006 ». 10th International Conference on wetlands systems for water pollution control, Lisbonne 2006.
- [6] Syndicat des eaux Barousse – Comminges – Save (2006) : *Traitement des eaux usées par association de lagunes et de systèmes d'infiltration-percolation*. Plaquette de présentation de la station d'Aurignac, 2006.
- [7] GEI (2007) : *Création d'une station d'épuration de 1 900/2 300 EH à Saint-Étienne-de-Tulmont*. Dossiers AVP, PRO, 2007.
- [8] EPUR NATURE (2007) : *Station d'épuration de Saint-Étienne-de-Tulmont*. Mémoire technique, 2007.
- [9] AUPIAIS G. (2008) : *Suivi épuratoire d'un couple lagune-filtre planté de roseaux, 06.2008*. Publication du Centre universitaire d'Albi. En association avec le Satese 82.
- [10] GEI (2008) : *Création d'une station d'épuration de 4 000/6 000 EH à Nègrepelisse*. Dossiers AVP, PRO, DLE, 2008.
- [11] EPUR NATURE (2008) : *Station d'épuration de Nègrepelisse*. Mémoire technique, 2008.
- [12] GEI (2007) : *Création d'une station d'épuration de 2000/2800 EH à Creissan*. Dossiers AVP, PRO, DLE, 2007.
- [13] EPUR NATURE (2008) : *Station d'épuration de Creissan*. Mémoire technique, 2008.
- [14] AGENCES DE L'EAU, ENSP, CEMAGREF, SATESE (1997) : *Le lagunage naturel, les leçons tirées de 15 ans de pratique en France*.

Résumé

A. Paulus

Association lagunes - filtres plantés. Premiers retours d'expérience

Les nombreux lagunages réalisés à partir des années 1960 ne répondent plus toujours aux besoins des collectivités, aux impératifs de qualité des milieux récepteurs ou aux exigences accrues des riverains. À côté des solutions courantes consistant à aérer les lagunes ou à les remplacer par des filtres plantés (dont le domaine d'application est similaire, 200 à 4 000 EH), apparaît une approche consistant à coupler les lagunes exist-

tantes, conservées en tout ou en partie, avec des filtres plantés neufs. Cette étude présente cinq réalisations, dont deux à caractère expérimental et trois plus récentes encadrées par les services d'assistance technique et d'étude aux stations d'épuration (Satese). L'intégration des lagunes dans la filière de traitement permet de fiabiliser et d'améliorer le traitement pour une augmentation marginale des coûts de réalisation et d'exploitation.

Abstract

A. Paulus

Coupling of new reed bed filters and existing ponds. First feedback experience

Treatment systems integrating vertical flow constructed wetlands and existing ponds are implemented in France since 1980 with good results in terms of effluent quality and project economy. This paper discusses potential combi-

nations of reed bed filters and ponds in terms of economy, water treatment, environmental incidence, patrimonial aspects, based on data from five French facilities built in 1980, 2003, 2007, 2009.