

Couplage de filtres plantés de roseaux et lagunes : un exemple en France

A. Liénard, Catherine Boutin, R. Bois, P. Charles

▶ **To cite this version:**

A. Liénard, Catherine Boutin, R. Bois, P. Charles. Couplage de filtres plantés de roseaux et lagunes : un exemple en France. JIE 94 Journées Information Eaux 11ème colloque, Sep 1994, Poitiers, France. pp.15. hal-02574794

HAL Id: hal-02574794
https://hal.inrae.fr/hal-02574794

Submitted on 26 May 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Conférence n° **41**

Thème : EAUX RESIDUAIRES URBAINES

JIE94

COUPLAGE DE FILTRES PLANTES DE ROSEAUX ET LAGUNES UN EXEMPLE EN FRANCE

A. LIENARD*, C. BOUTIN*, R. BOIS**, P. CHARLES***

* CEMAGREF -Division Qualité des Eaux
3 bis Quai Chauveau - CP 220 - 69336 LYON cedex 09
☎ 72 20 87 87 - Fax 78 47 78 75

** DDASS - Service Santé Environnement
1 rue des Argentiers - 16017 ANGOULEME cedex
☎ 45 97 46 00 - Fax 45 97 46 46

*** DDAF
Cité Administrative - 16017 ANGOULEME cedex
☎ 45 20 53 00 - Fax 45 95 79 32

COUPLAGE DE FILTRES PLANTES DE ROSEAUX ET LAGUNES : UN EXEMPLE EN FRANCE

A. LIENARD*, C. BOUTIN*, R. BOIS**, P. CHARLES***

* CEMAGREF -Division Qualité des Eaux
3 bis Quai Chauveau - CP 220 - 69336 LYON cedex 09
☎ 72 20 87 87 - Fax 78 47 78 75

** DDASS - Service Santé Environnement
1 rue des Argentiers - 16017 ANGOULEME cedex
☎ 45 97 46 00 - Fax 45 97 46 46

*** DDAF
Cité Administrative - 16017 ANGOULEME cedex
☎ 45 20 53 00 - Fax 45 95 79 32

INTRODUCTION

En traitement complet, la majorité du parc français de stations d'épuration par lagunage naturel est constituée d'une succession de 3 bassins (dits à microphytes), d'une surface totale au plan d'eau de 10 m^2 par équivalent habitant (Ministère de l'Environnement, 1979). Le temps de séjour moyen de l'eau usée dans de telles installations, conçues pour traiter 50 kg de DBO_5 à l'hectare, est d'environ 60 jours. On dénombre maintenant, en France, 2500 stations par lagunage naturel.

La plantation de végétaux aquatiques enracinés (*Typha, Juncus, Carex, Scirpus, Sparganium, Phragmites,* ...) dans le troisième ou (et) dans le second bassin a été recommandée dans les premiers documents de conception des installations pour limiter les rejets d'algues microscopiques en suspension (ombrage du plan d'eau, fixation du phytoplancton sur les tiges immergées) et affiner la qualité. D'après une récente enquête nationale, on peut estimer que 10% des seconds bassins et 25 % des 3ème bassins sont plantés. Les mesures permettant de juger du bien fondé de ces dispositifs, tant en ce qui concerne la diminution des matières en suspension que l'exportation des nutriments, sont peu nombreuses et leurs résultats controversés. Lorsqu'une quantité importante de boues y est accumulée, son évacuation est problématique. En outre, les contraintes d'exploitation liées au faucardage, chaque hiver, de la partie aérienne flétrie des végétaux, sont très lourdes. Peu de collectivités sont prêtes à les assurer correctement et durablement. Face à ce constat, la mise en place de lagunes à macrophytes enracinés (hélophytes), partiellement immergés, n'est plus aujourd'hui recommandée sur le plan épuratoire.

La station d'épuration expérimentale de Gensac la Pallue, présentée dans cet article, bien que comportant des ouvrages plantés, est très différente et unique en France. Des filtres drainés constitués de plusieurs couches de graviers roulés et lavés, plantés de roseaux et alimentés en alternance en constituent le premier étage.

Il est suivi de 3 lagunes en série qui complètent le traitement. Cette station a été conçue pour répondre à une demande spécifique de la commune qui souhaitait augmenter les capacités de traitement de sa station mais avec la volonté de confirmer expérimentalement, en taille réelle, les intéressantes potentialités des filtres plantés de roseaux déjà entrevues (Boutin C., 1987).

II DESCRIPTION DE LA STATION DE GENSAC LA PALLUE

La population raccordée au réseau d'assainissement est de 1700 équivalents habitants
Ce réseau est de type séparatif et comporte 9 postes de relèvement, des arrivées d'eaux parasites plus ou moins importantes sont toutefois observées à certaines périodes. Un quartier d'environ 60 habitants est par contre raccordé à un réseau séparatif étanche et un poste de relèvement spécifique. Il n'y a pas de dégrillage en tête de la station et les paniers de dégrillage, initialement installés dans les postes de relèvement, désormais équipés de pompes à large section de passage et à systèmes anti-blocage, ont été enlevés.
S'agissant d'une commune rurale, les eaux usées sont essentiellement d'origine domestique. Cependant en 1989, l'installation sur la commune d'une unité de production d'eau déminéralisée, par résines échangeuses d'ions, pour la fabrication du Cognac a induit une modification des eaux admises sur la station, lors d'importants dysfonctionnements en 1990.
Les normes de rejet doivent normalement répondre au niveau "d" de la Circulaire Interministérielle du 4 Novembre 1980, soit : MES ≤ 120 mg/l, DCO (sur échantillon filtré) ≤ 120 mg/l, DBO_5 (sur échantillon filtré) ≤ 40 mg/l.

II.1. Filtres plantés de roseaux

La conception des 8 filtres, totalisant une surface d'infiltration de 1915 m^2 (240 m^2 de surface moyenne unitaire), qui constituent le 1er étage de traitement (Figures 1 et 2) a été imaginée à partir de l'expérience acquise par le CEMAGREF sur des installations de type Max Planck Institute Process, initialement conçues par le Dr.SEIDEL en Allemagne (Liénard *et al.*, 1990). A Gensac, chaque filtre est alimenté pendant 24 heures (72 heures pendant les week end) puis il est mis au repos pendant 9 jours.

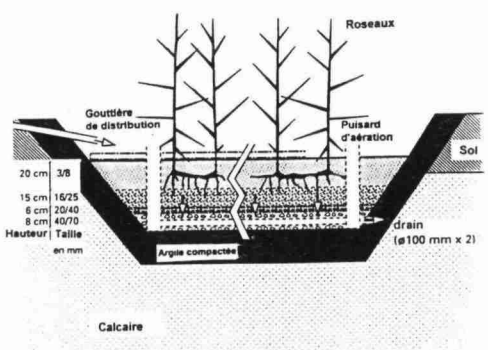


Figure 1 : Coupe longitudinale d'un filtre planté de roseaux

II.2. Lagunes

3 lagunes à microphytes, en série, totalisant une surface de 9000 m^2 constituent la 2ème partie du traitement. A cause de contraintes topographiques, elles se caractérisent par des formes complexes et surtout par une faible profondeur (55 à 70 cm). Le volume utile de ces lagunes est donc relativement faible puisqu'il ne représente qu'environ 5500 m^3.

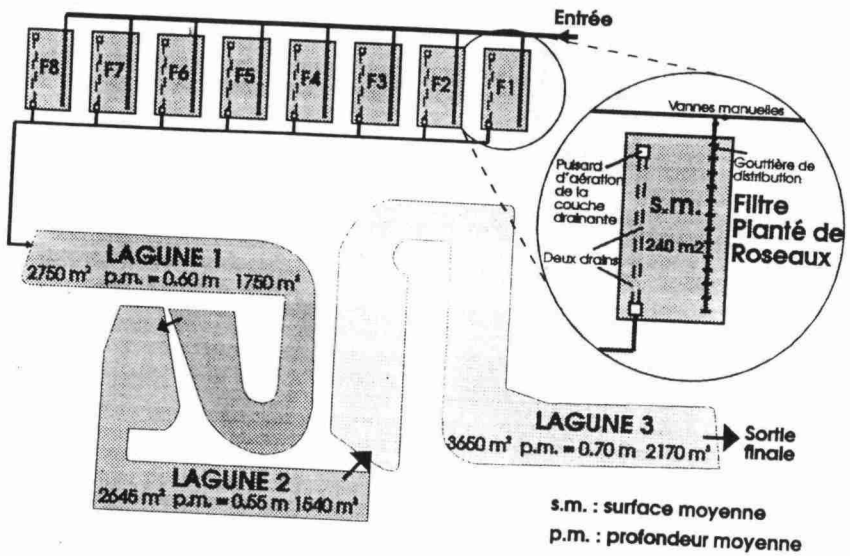


Figure 2 : Schéma de la station d'épuration

Par rapport à la conception usuellement recommandée du partage de la surface d'un lagunage en 3 bassins de proportion 1/2, 1/4, 1/4 de l'amont vers l'aval de la filière, on trouve ici un type original qui se rapproche de la proportion inverse, mais la 3ème lagune a été rajoutée aux 2 précédentes au cours des travaux d'extension de la station en 1986-87. Ramenée à l'équivalent habitant, la surface au plan d'eau des 3 lagunes n'est que de 5.0 m^2, dimension normalement requise pour des lagunages naturels de traitement tertiaire dans lesquels un temps de séjour moyen de 30 jours est considéré comme suffisant (Ministère de l'Environnement, 1979).

III MESURES REALISEES

5 campagnes de mesures de 48 heures chacune ont été réalisées par le CEMAGREF en septembre 1988, mars 1989, juin 1989, juin 1990 et novembre 1992.
2 campagnes de mesures de 24 heures ont été exécutées par la DDASS en novembre 1987 et juin 1991 qui a en outre procédé à 21 visites rapides entre janvier 1988 et décembre1993.

Les débits arrivant à la station sont mesurés à partir des temps de fonctionnement des pompes des 2 derniers postes de relèvement.
En sortie des filtres, un canal de comptage équipé d'un déversoir triangulaire couplé à un débitmètre bulle à bulle permet éventuellement de comptabiliser les débits entrant dans les lagunes. Un dispositif identique existe en sortie finale après la 3ème lagune.
Le contrôle du débit unitaire des pompes, les mesures de débits en sortie des filtres et des lagunes sont uniquement réalisés à l'occasion des campagnes de mesures de 24 ou 48 heures. Une quantification du débit journalier arrivant sur la station peut être faite à tout moment grâce au relevé des compteurs totalisateurs de fonctionnement des pompes, opéré par les services municipaux, les jours ouvrés.

Les prélèvements sont effectués à l'aide d'échantillonneurs automatiques, aux mêmes points et proportionellement avec les mesures de débits à l'occasion des bilans de 24 ou 48 heures. Des échantillons instantanés sont prélevés en sortie des filtres et en sortie finale lors des visites rapides.

IV CARACTERISTIQUES DES EAUX USEES

IV.1. Débits

Le tableau I présente les volumes moyens journaliers admis sur la station au cours de 925 jours répartis sur l'ensemble de la période étudiée. Ils ont été calculés à partir du dépouillement des temps de fonctionnement des pompes des 2 derniers postes de relèvement alimentant les filtres. Ces calculs ont été principalement accomplis dans le but d'appréhender les temps de séjours théoriques dans les lagunes qui seront présentés plus loin.

TABLEAU I : Variations journalières des débits

Statistiques	Toutes saisons	Eté**	Hiver***
Moyenne*	205.4	145.3	254.2
Ecart type*	132.2	33.3	161.5
Coefficient de variation	64	23	64
Maximum*	551	227	551
Minimum*	104	104	120
Nbre. de périodes étudiées	29	13	16
Nbre. de jours concernés	925	487	438

* en m^3 ** de mai à octobre *** de novembre à avril

Les arrivées d'eaux parasites affectent considérablement les volumes traités, surtout en hiver où la variabilité est sensiblement plus élevée. La valeur maximale de 551 m^3 représente la moyenne calculée entre le 1er et le 9 décembre 1992. Un pic de 900 m^3 l^{-1} a été mesuré durant 1 journée au cours de laquelle une des pompes du poste de relèvement a fonctionné de façon ininterrompue.

Lors du dernier bilan réalisé le 26 novembre 1992, un débit journalier de 544m^3 avait déjà été mesuré. Le mois de novembre 1992 a été très pluvieux, avec près de 100 mm comptabilisés à la station météorologique de Cognac. Ces forts débits résultent à la fois :

- de mauvais branchements, localisés et réparés début 1994 ;
- et de la destruction de canalisations en fibres de ciment à l'aval de l'unité de production d'eau déminéralisée, non encore restaurés.

La charge hydraulique nominale de l'installation est de 255 $m^3.jour^{-1}$ sur la base de 150 litres par équivalent habitant, elle correspond à la valeur moyenne des débits calculés en hiver. En été, on peut estimer que la station est souvent en sous charge hydraulique (60 % de la charge nominale).

IV.2. Concentrations

Les concentrations présentées sont issues d'analyses d'échantillons moyens journaliers proportionnels aux débits, prélevés à l'entrée de la station en novembre 1987, septembre 1988, juin 1989, juin1991 et novembre 1992 pour les eaux à dominante domestique.
Les résultats du bilan de juin 1990 ont été perturbés par des dysfonctionnements du système de neutralisation des solutions acides et alcalines destinées à la régénération des résines de l'unité de production d'eau déminéralisée. Ils sont isolés et présentés comme eaux à dominante industrielle.

IV.2.1. Eaux à dominante domestique

A l'exception des matières en suspension qui sont broyées lors des passages dans les postes de relèvement, ces eaux présentent en moyenne des concentrations environ 25 % moins élevées que celles mesurées à la sortie de réseaux d'assainissement séparatifs d'agglomérations de taille comparable.

TABLEAU II : Principales caractéristiques des eaux à dominante domestique

Statistiques	DCO	DBO	MES	N-NK	$N\text{-}NH_4^+$	P-PT	$P\text{-}PO_4^-$
Moyenne*	570	195	280	51.3	37.1	13.9	9.5
Ecart type*	277.8	99.5	137.7	24.8	23.3	6.4	4.2
Coefficient de variation	0.49	0.51	0.49	0.48	0.63	0.46	0.45
Maximum*	932	336	477	84.8	66.5	23.0	14.0
Minimum*	155	60	65	20.0	10.3	4.7	3.2
Nbre. de Valeurs	10	8	10	10	9	10	8

* concentrations en $mg.l^{-1}$

Les valeurs maximales ont été observées en septembre 1988 et juin 1991 et les valeurs minimales en novembre 1992, lorsque la dilution par des eaux de ruissellement était élevée.

IV.2.2. Eaux à dominante industrielle

Les concentrations plus élevées en matières organiques (DCO et DBO) sont certainement dues à un nettoyage et une solubilisation des dépôts organiques accumulés dans les canalisations et les postes de relèvement sous l'action des rejets industriels ayant varié à des pH compris entre 6 et 12.5.
Les teneurs en azote et phosphore sont peu différentes des valeurs maximales notées précédemment sur les eaux à dominante domestique compte tenu de la faible dilution par des eaux parasites en juin 1990.

TABLEAU III : Principales caractéristiques des eaux à dominante industrielle

	DCO	DBO	MES	N-NK	$N\text{-}NH_4^+$	P-PT	$P\text{-}PO_4^-$
27 juin 1990	1460	475	793	91.5	66.0	21.9	10.0
28 juin 1990	962		431	52.6	72.4	19.2	7.5

concentrations en $mg.l^{-1}$

Les eaux étaient également marquées par une très forte salinité (conductivité ayant atteint 20.000 $\mu S\ cm^{-1}$) qui a considérablement majoré les concentrations en matières en suspension dont la fraction minérale a représenté 70 % le 1er jour et 45 % le second (alors qu'elle n'était que de 15 à 25 % au cours des autres bilans). L'absence d'informations sur la fréquence des dysfonctionnements du dispositif de stockage temporaire, mélange et neutralisation, n'a malheureusement pas permis de tirer de conclusions sur la résistance des roseaux à l'agressivité de tels rejets.

IV.3. Charges reçues par la station

Calculée à partir des 7 bilans réalisés, la charge organique traitée par la station représente environ 60 % de sa capacité nominale en moyenne pour la DCO et la DBO. La charge en MES est supérieure aux ratios normaux, elle est à relier au nombre de postes de relèvement qui dilacèrent la majeure partie des MES normalement retenues par un dégrillage de maille 2 cm.

TABLEAU IV : Charges organique nominale et charge moyenne traitée

	DCO	DBO	MES	N-NK	P-PT
Charge nominale*	170	77			
Charge traitée*	121	43	60	11	3

* en $kg.jour^{-1}$

V FONCTIONNEMENT DES FILTRES PLANTES DE ROSEAUX

Il ne peut être correctement apprécié qu'à partir des résultats obtenus au cours des bilans de 24 ou 48 heures, compte tenu des variations de qualité dont sont normalement sujettes les eaux admises sur la station. Cependant, les résultats d'analyses des échantillons instantanés opérés par la DDASS sont également représentés à titre indicatif (Figure 3).

Les rejets industriels de juin 1990 ont considérablement perturbé le fonctionnement des filtres et l'abattement de la DCO a été nettement plus affecté que celui des MES (respectivement 28.9 et 77.4 %). La biomasse épuratoire fixée sur les graviers a été partiellement détruite par les solutions acides et basiques alors que le processus essentiellement physique de la filtration est naturellement beaucoup moins sensible. Les rendements calculés à partir des échantillons moyens journaliers en entrée et sortie des filtres, donnent une image plus juste et précise de leur fonctionnement (Tableau V).

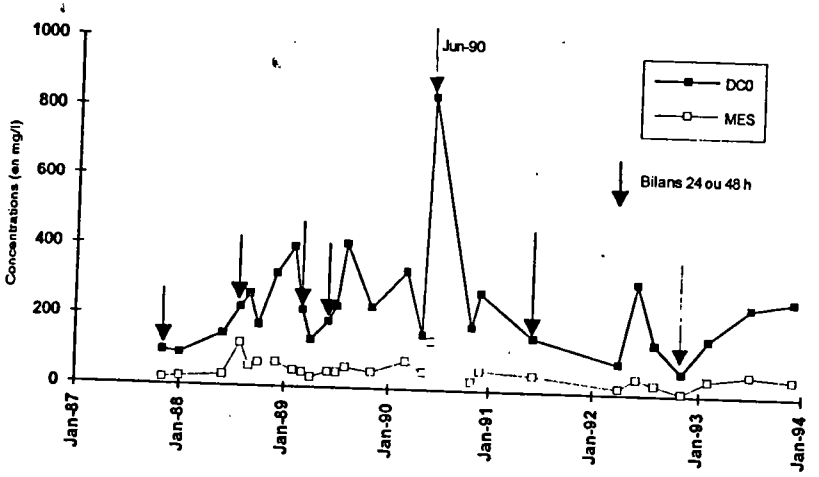


Figure 3 : Evolution des concentrations en DCO et MES en sortie de filtres.

Les abattements en azote et phosphore sont faibles et irréguliers. Ils correspondent essentiellement à la part de ces 2 éléments comprise dans la fraction particulaire des matières en suspension retenues à la surface des filtres. Ces modestes rendements sur les nutriments s'expliquent à la fois par la granulométrie grossière des graviers (3/8 mm, pour les plus fins), disposés sur une hauteur peu importante qui n'autorise que des temps de passage beaucoup trop brefs pour espérer une quelconque nitrification. La rétention des orthophosphates n'est en outre, pas compatible avec la minéralogie des granulats (silice).
En revanche, le fonctionnement est très satisfaisant en ce qui concerne les paramètres indicatifs de la dégradation de la matière organique. L'importante rétention des matières en suspension évite leur accumulation préférentielle dans le 1er bassin du lagunage. Malgré un temps de passage assez court, estimé à environ 1 heure, suite à des enregistrements de conductivité lors des pics de salinité observés en juin 1990, les rendements en DBO et DCO sont le fait d'une intense activité biologique des microorganismes fixés sur le support gravillonnaire ou présents dans la couche de dépôts superficiels. Elle contribue efficacement à réduire la charge organique admise sur les lagunes, éliminant ainsi tous risques de dysfonctionnements liés à la septicité ou (et) à des effluents trop concentrés (Racault, 1993).

TABLEAU V : Rendements des filtres pour les eaux domestiques

Statistiques	DCO	DBO	MES	N-NK	P-PT
Moyenne	68.1	72.3	87.2	28.9	22.0
Ecart type	6.3	6.4	2.3	8.9	14.6
Coeff. var.	0.09	0.09	0.03	0.31	0.66
Maximum	80.1	83.9	92.2	43.1	41.9
Minimum	58.1	60.4	84.3	19.8	0.0
Nbre. valeurs	10	8	10	10	10

Moyenne, Ecart type, Maximum et minimum en %.

Alors qu'un lit volontairement conservé non planté pendant 3 ans devait être débarrassé au moins une fois par an d'une "moquette" de résidus cellulosiques qui gênait l'infiltration des eaux, la hauteur des dépôts organiques accumulés sur les filtres plantés ne dépasse pas 5 à 7 cm après 6 années et demi de service, elle s'accroît en hiver et régresse en été. Les roseaux émettent, depuis les noeuds de leurs rhizomes (tiges souterraines), de nouvelles pousses qui viennent crever la surface et maintiennent des espaces libres par lesquels l'eau pourra s'infiltrer pour rejoindre la couche drainante.

Cette couche de dépôts superficiels est biologiquement très riche, des microorganismes cellulolytiques pourraient s'y développer en grande quantité par l'action indirecte des roseaux qui assurent ombrage et maintien d'une hygrométrie adaptée. La présence des rhizomes, racines, radicelles et d'une grande quantité de lombrics, garantit une minéralisation poussée des depôts, transformés en une sorte de terreau ayant une odeur caractéristique de terre humide, parfaitement aérée, et dont la perméablité reste élevée. Des charges hydrauliques comprises entre 0.5 et 2.2 $m^3.m^{-2}$.jour sur le filtre en service au moment des mesures, ont été constatées.

VI FONCTIONNEMENT DE LA FILIERE LAGUNAGE

Les équilibres entre diverses communautés phyto et zooplanctoniques dans un lagunage sont des phénomènes biologiques complexes qui ne peuvent s'établir pleinement qu'à la faveur d'un temps de séjour des eaux suffisamment long. Corrélativement, ce dernier est sous l'influence d'échanges avec l'atmosphère (bilan précipitations-évaporation) voire avec le sol (infiltration ou au contraire apport d'eau par le fond ou les côtés des lagunes). Une simple comparaison des concentrations en entrée et sortie ne suffit pas à renseigner de façon assez précise sur le fonctionnement, même si l'accumulation de données en sortie (y compris celles résultant d'analyses d'échantillons instantanés), peut en donner une image statistiquement intéressante.

Toutefois, une approche pertinente et assez précise des divers facteurs rapidement énumérés ici n'est pas aisée, sachant qu'il faut multiplier les observations à différentes saisons. De plus, sur la plupart des installations, les débits en sortie sont rarement mesurés sur des pas de temps assez longs pour intégrer un nécessaire lissage des fluctuations liées aux conditions météorologiques.

En revanche, l'alimentation des ouvrages par des postes de relèvement permet assez aisément de calculer les débits journaliers admis sur de longues périodes. Ils peuvent être utilisés pour déterminer un temps de séjour théorique dans les bassins et transformer les concentrations en charges journalières rejetées dans le milieu naturel.

VI.1. Temps de séjour moyens

La connaissance, même approchée, du temps de séjour permet d'affiner l'interprétation des performances constatées sur l'installation. Il a été montré que des bassins de lagunage se comportaient presque comme des réacteurs infiniment mélangés (Racault *et al*, 1984). Il est donc possible de calculer un temps de séjour théorique dans les lagunes à partir d'un cumul des volumes journaliers entrant jusqu'à ce qu'ils atteignent le volume de chacun des bassins et de leur somme.

TABLEAU VI : Temps de séjour théoriques dans les lagunes

Statistiques	Lagune 1	Lagune 2	Lagune 3	3 lagunes
		ETE (de mai à octobre)		
Moyenne*	11.2	9.2	17.5	**38.0**
Coeff.var. (%)	18	23	26	**21**
Maximum*	15.0	12.4	24.0	**50.8**
Minimum*	7.8	4.7	9.9	**23.3**
Nbre. valeurs		**13**		
		HIVER (de novembre à avril)		
Moyenne*	7.5	6.0	14.2	**27.8**
Coeff.var. (%)	50	57	54	**45**
Maximum*	12.0	11.4	33.5	**44.1**
Minimum*	1.6	2.0	4.5	**9.6**
Nbre. valeurs		**16**		

* en jours

Cette approche paraît à Gensac la Pallue d'autant plus pertinente que les bassins sont peu profonds, donc plus sensibles au brassage par le vent et moins influencés par les phénomènes de stratification thermique.
En outre, compte tenu du caractère drainant du réseau, les fluctuations de volumes journaliers constituent un des facteurs essentiels de variation du régime hydraulique, comme l'a montré l'analyse des débits admis sur la station (cf. Tableau I). La surface de plan d'eau, ne représentant que 50 % de celle d'un lagunage naturel en traitement complet, minimise en effet les apports ou pertes liés respectivement aux précipitations et à l'évaporation.

La délimitation saisonnière arbitrairement définie dans le Tableau VI répond au souci de dégager des périodes jugées homogènes sur le plan de l'ensoleillement et du développement phytoplanctonique.

Les temps de séjour minimum et maximum varient dans une fourchette extrêmement large allant de 10 à 50 jours. Le temps de séjour au débit nominal est de 21 jours, il est en général respecté (seules 4 périodes sur 16, en hiver, ont été marquées par des valeurs très inférieures liées à de fortes pluviosités).

VI.2. Concentrations, charges et rendements

En ce qui concerne les paramètres indicatifs de la matière organique (Figure 4), par rapport au niveau "d", on remarque surtout les faibles concentrations en MES ≤ 20 mg/l à l'exception d'un prélèvement instantané effectué en avril 1992 ayant atteint 50 mg/l.
La majeure partie du temps, de la mi-mars jusqu'à fin octobre, la pullulation de microcrustacés, consommateurs de phytoplancton, explique ce niveau de performances
En hiver, le développement des algues est vraisemblablement limité par le faible ensoleillement et les temps de séjour plus courts.
Seuls quelques échantillons ont des teneurs en DCO supérieures à 120mg/l dont les valeurs moyennes atteignent 95 mg/l en été et 70 mg/l en hiver.

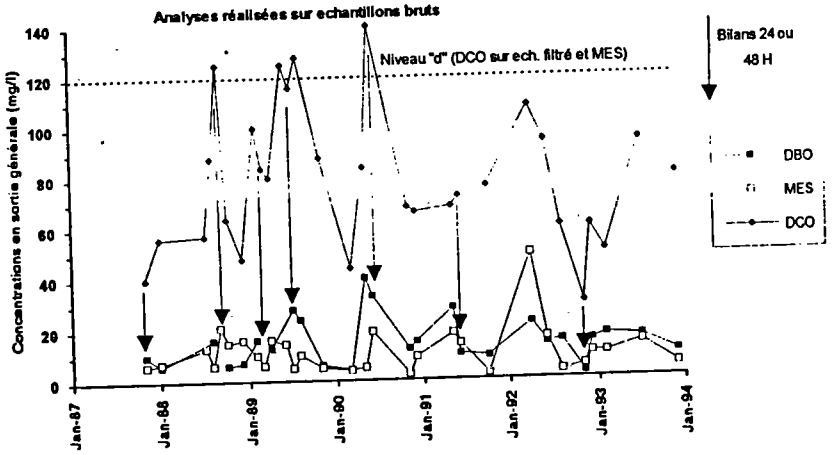


Figure 4 : Evolution des concentrations en DCO, DBO et MES à la sortie finale des lagunes

La représentation graphique des concentrations des diverses formes de substances azotées, constatées sur 28 prélèvements moyens et instantanés, révèle logiquement, des teneurs en nitrites et nitrates toujours basses. En revanche, les concentrations en azote Kjeldahl fluctuent considérablement et atteignent parfois des valeurs élevées. Les concentrations moyennes en sels ammoniacaux s'établissent à 20 mg/l en été et 26 mg/l en hiver avec des valeurs repectives en azote organique de 6 et 5 mg/l. L'éventuelle incidence de la pullulation du zooplancton, en saison estivale, sur les sels dissous n'est aujourd'hui pas connue.

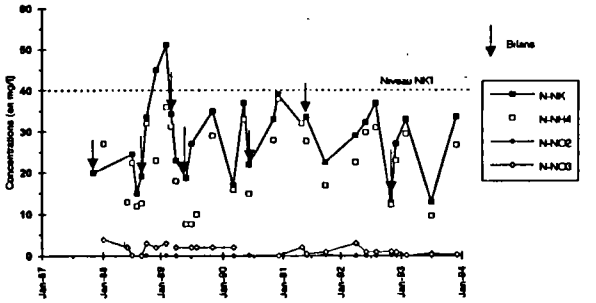
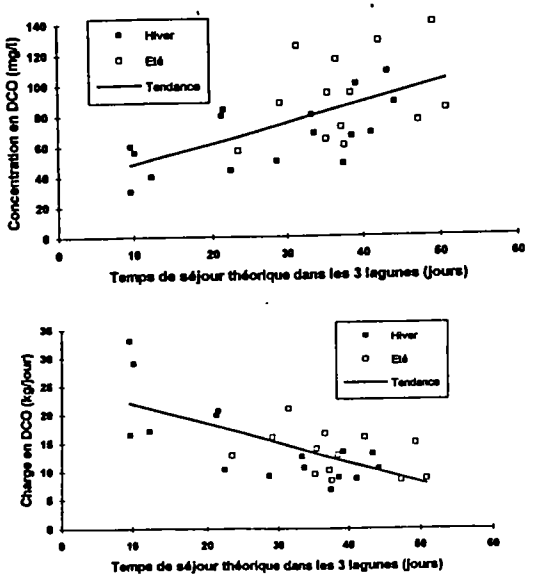


Figure 5 : Evolution des concentrations en azote à la sortie finale des lagunes.

Les figures 6 et 6bis mettent en évidence des tendances opposées selon que l'on examine l'évolution des concentrations ou des charges en DCO en fonction du temps de séjour théorique dans les lagunes. Pour les charges, le phénomène est très certainement encore amplifié puisque les débits mesurés en sortie finale, lors des bilans, étaient en général inférieurs aux valeurs calculées à partir du temps de fonctionnement des pompes. Des observations identiques peuvent être faites pour les nutriments, en revanche la variation apparaît de façon moins nette pour les MES dont les concentrations ont toujours été faibles.



Figures 6 et 6bis : Evolution comparée des concentrations et charges en DCO en fonction du temps de séjour théorique dans les lagunes.

Alors que durant la majeure partie du temps, la conductivité moyenne des eaux usées avoisine 1200 $\mu S.cm^{-1}$, la Figure 7 suggère une influence prépondérante des phénomènes de dilution ou à l'inverse de concentration, en fonction des conditions météorologiques. Ceci ne fait que confirmer l'importance d'une approche globale, prenant en compte autant que faire se peut, les précipitations et l'évaporation pour calculer les charges rejetées dans le milieu naturel.

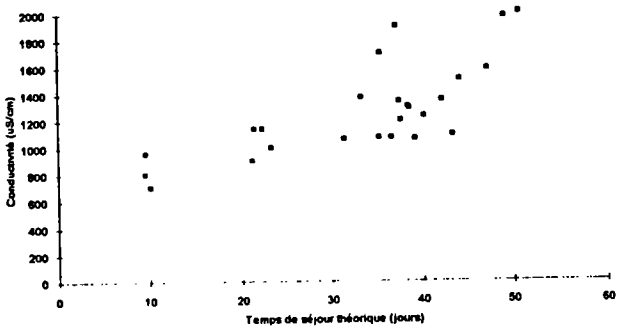


Figure 7 : Variations de la conductivité, mesurée sur les échantillons moyens et instantanés, en fonction du temps de séjour théorique dans les lagunes

A partir des débits moyens utilisés pour le calcul des temps de séjour, et des résultats obtenus sur les échantillons prélevés en sortie de chacun des bassins lors des bilans, les charges puis les rendements aux différents stades du traitement ont été calculés et rassemblés dans le Tableau VII.
En sortie de lagune 1, la pullulation du phytoplancton affecte négativement le rendement en matières en suspension. Il se redresse très logiquement dans les lagunes 2 et 3, grâce aux importantes populations de microcrustacés (*Daphnia*, notamment) déjà mentionnées.

TABLEAU VII : Rendements moyens des lagunes et de l'ensemble de la station.

%*	Lagune 1	Lagune 2	Lagune 3	3 Lagunes	Ensemble
DCO	29.4	27.5	19.4	**54.6**	**86.4**
MES	***-37.0***	43.2	65.5	**67.4**	**93.0**
N-NT	20.4	16.5	22.2	**35.1**	**55.9**
P-PT	51.7	15.1	1.5	**55.6**	**64.9**

* toutes saisons confondues.

Observée globalement l'élimination des nutriments atteint des taux enviables par rapport à d'autres filières de traitement moins rustiques. Les performances ont d'ailleurs été jugées très satisfaisantes par l'Agence de l'Eau Adour Garonne et la commune a reçu en 1993, une Aide au Rejet Minimum puisqu'elle se classait parmi les 53 agglomérations du bassin possédant un système d'assainissement capable d'atteindre un taux réel d'élimination de pollution au moins égal à 60 % et en réalité estimé à 72 % (taux moyen du bassin : 35 %).

VI.3. Abattement des germes tests de contamination fécale

Entre décembre 1992 et décembre 1993, une étude de la qualité bactériologique a été réalisée sur 3 séries de prélèvements en sortie générale, confirmant un niveau de qualité de type "baignade", déjà constaté sur des mesures antérieures, avec des dénombrements n'excédant pas 10^3 unités par100 ml.

Tableau VIII : Variation des germes tests de contamination fécale

	Eff. brut *	Sortie filtres		Sortie lag.1	Sortie lag.2	Sortie finale		
Germes	**Fev-93**	**Fev-93**	**Dec-93**	**Dec-93**	**Dec-93**	**Dec-92**	**Fev-93**	**Dec-93**
Coli. totaux *	$15\ 10^6$	$10\ 10^6$	$15\ 10^7$	$25\ 10^6$	$6\ 10^4$	$6\ 10^2$	50	$5\ 10^2$
Coli. fécaux	$4.8\ 10^6$	$3.2\ 10^6$	$10\ 10^7$	$21\ 10^6$	$6\ 10^4$	60	50	$5\ 10^2$
Strepto. fécaux **	$20\ 10^6$	$10\ 10^6$	$7\ 10^5$	$2\ 10^5$	$12\ 10^2$	$1\ 10^2$	$1\ 10^2$	$1\ 10^2$

* Coliformes ** Streptocoques

Aucun abattement significatif n'a jamais été constaté en sortie des filtres plantés de roseaux dans lesquels les temps de passage sont trop brefs. Les analyses réalisées sur les lagunes intermédiaires indiquent qu'il faut au moins compter sur un temps de séjour de l'eau dans les bassins d'environ 17 jours, en saison hivernale, pour que les dénombrements chutent de 3 unités logarithmiques.

VII EXPLOITATION-ENTRETIEN

La manoeuvre des vannes d'alimentation alternée des filtres, effectuée quotidiennement les jours ouvrés, ne demande qu'un 1/4 d'heure. Elle est en général couplée avec l'observation du fonctionnement d'un certain nombre de postes de refoulement.

Les filtres sont faucardés en moyenne chaque année en début d'hiver, cette tâche occupait 2 jours-homme par filtre. Des essais de faucardage une année sur deux ont aussi été réalisés sans inconvénients apparents.
Afin d'alléger encore l'exploitation, depuis 2 ans, les roseaux sont brûlés lorsque la partie aérienne est complètement flétrie et sèche, les reliquats de tiges sont coupés à la faux, le temps de travail est ainsi diminué d'un facteur 3.

Les abords des lits et des lagunes sont fauchés 4 fois par an avec un broyeur en rétro (également utilisé pour l'entretien de la voierie communale), ces interventions requièrent 12 jours-homme.
Le curage partiel de boues, accumulées en certains endroits des lagunes, est réalisé tous les 3 ans en moyenne, à l'aide d'une tonne à lisier, soit l'équivalent de 3 à 4 jours/an.

Pour résumer, l'exploitation en routine de cette station qui se caractérise par une grande simplicité, ne requiert que 30 à 35 jours-homme par an. Elle est entièrement assurée par du personnel communal.

L'apparition fortuite de lentilles d'eau au cours de l'été 1991, puis en 1992 a malheureusement occasionné une augmentation de 30 jours du temps d'exploitation pour procéder aux extractions rendues nécessaires. En 1993, un moindre développement associé à l'introduction de cygnes noirs, ont ramené le temps passé à ce poste, à environ 10 jours-homme.

VIII CONCLUSION - DISCUSSION

Les filtres plantés de roseaux de la station de Gensac la Pallue (Charente), dont le fonctionnement a été étudié lors de 7 bilans de mesures, sont d'une grande fiabilité de fonctionnement. Elle se traduit régulièrement par des rendements de 85 % sur les matières en suspension et de 65 à 70 % en DCO et DBO. En été, lorque les débits moyens traités ne dépassent guère 50 % de la charge hydraulique nominale (255 m^3 jour), les teneurs en MES mesurées sur échantillons moyens journaliers atteignent 340 mg/l. En hiver, le réseau collecte des volumes considérables d'eaux parasites qui occasionnent des pointes de charge hydraulique de 2 à 2.2 m.jour sur le filtre en service

Cependant, après 6 années et demi de service, aucun colmatage significatif n'est apparu et la hauteur des dépôts à la surface des filtres n'excède pas 5 à 7 cm. Ils ont l'apparence d'un terreau bien aéré et sont abondamment colonisés par rhizomes, racines et lombrics

La pratique d'une alimentation alternée, associée à un massif filtrant drainé et aéré est absolument fondamentale pour permettre la minéralisation aérobie des dépôts organiques retenus sur la plage d'infiltration et éviter le colmatage à plus ou moins long terme. Le roseau (*Phragmites communis*) apparaît, en l'état actuel des connaissances, comme l'espèce végétale la mieux adaptée à un régime hydrique très fluctuant au gré des phases d'alimentation et de repos. De surcroît, son important système racinaire, associé à la faculté d'émettre régulièrement de nouvelles tiges à partir des noeuds du rhizome, en fait un élément actif du maintien d'une perméabilité compatible avec des exigences épuratoires sur des surfaces de l'ordre du m^2 par équivalent habitant.

Par rapport à l'une des valeurs guides de dimensionnement d'un lagunage naturel en France (5 g de DBO.m^{-2}.jour), les lagunes de Gensac la Pallue ne reçoivent qu'une charge de 2.5 g de DBO.m^{-2}.jour (5.6 g de DCO.m^{-2}.jour). Le rôle principal qui leur est assigné est donc, outre un complément de dégradation de la matière oragnique, d'assurer l'élimination des nutriments. Ces lagunes, peu profondes (0.5 à 0.7 m), ont une surface cumulée de plan d'eau d'environ 5 m^2 par équivalent habitant ce qui leur confère un temps de séjour théorique moyen de 21 jours au débit nominal.

Les teneurs en phytoplancton à la sortie sont en général faibles (11 mg.l^{-1}en MES) et les DCO moyennes mesurées sur effluent non filtré, ne dépassent pas 95 mg.l^{-1} en été et 55 mg.l^{-1} en hiver. On note des concentrations résiduelles en azote Kjeldahl (principalement sous forme de sels ammoniacaux) moins élevées en été (26 mg.l^{-1}) qu'en hiver (31 mg.l^{-1}). Elles peuvent s'expliquer par un prélèvement plus faible pour la croissance du phytoplancton, moins abondant en hiver.

A cette saison, associées à des débits plus élevés, les concentrations supérieures en nutriments se traduisent par des charges plus conséquentes rejetées dans le milieu naturel. La réparation des désordres sur le réseau devrait solutionner ce problème.

L'exploitation, simple et aisée, de cette station est assurée par le personnel communal, elle ne requiert environ que 35 jours-homme par an.

L'expérience acquise sur le 1er étage de ce site devrait pouvoir être mise à profit pour concevoir des systèmes de filtration en vue de limiter les rejets de phytoplancton en sortie des lagunages naturels, en saison estivale. Ils pourraient utilement remplacer des lagunes à macrophytes contestées.

IX REMERCIEMENTS

La municipalité de Gensac la Pallue est remerciée pour l'intérêt et la confiance manifestée vis à vis de cette installation inédite et expérimentale. Les services techniques de la commune ayant en charge la surveillance et l'entretien des installations y sont associés pour leur sérieux et leur disponibilité.

X REFERENCES

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU CADRE DE VIE, AGENCE FINANCIERE DE BASSIN LOIRE-BRETAGNE (1979). Lagunage naturel et lagunage aéré. Procédés d'épuration des petites collectivités. *Etude Inter Agences*, 72 p.

BOUTIN C. (1987). Domestic wastewater treatment in tanks planted with rooted macrophytes : case study, descriptionof the system, design criteria and efficiency. *Wat. Sci. Tech., Vol.19*, N°10, pp. 29-40.

LIENARD A., BOUTIN C., ESSER D. (1990). Domestic wastewater treatment with emergent hydrophyte beds in France. In : Constructed wetland in Water Pollution Control. Advances in Water Pollution Control. *ed. Cooper PF et Findlater BC. Pergamon Press*, pp. 183-192.

RACAULT Y., BOUTIN P. (1984). Etude par traçage du comportement hydraulique d'une lagune d'épuration ; influence de la géométrie du bassin. *Rev. Fr. Sci. Eau, Vol.3*, N° 2, pp. 197-218.

RACAULT Y., (1993). Pond malfunction : Case study of three plants in the South-West of France. Preprints of Proceedings : 2nd International Specialized Conference on Design and Operation of Small Wastewater Treatment Plants. *ed. Ødegaard H.*, pp. 223-230.