Conception et performances des filtres plantés de roseaux pour le traitement des eaux de lavage de salles de traite

A. Lienard, D. Esser, D. Houdoy, P. Sabalcagaray

▶ **To cite this version:**

A. Lienard, D. Esser, D. Houdoy, P. Sabalcagaray. Conception et performances des filtres plantés de roseaux pour le traitement des eaux de lavage de salles de traite. Ingénieries eau-agriculture-territoires, 2003, 34, p. 57 - p. 67. hal-00466070

HAL Id: hal-00466070
https://hal.science/hal-00466070v1

Submitted on 22 Mar 2010

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.

Conception et performances des filtres plantés de roseaux pour le traitement des eaux de lavage de salles de traite

Alain Liénard [a], Dirk Esser [b], Denys Houdoy[c] et Pierre Sabalçagaray [c]

Les filtres plantés de roseaux constituent une filière techniquement et économiquement éprouvée pour traiter les eaux usées domestiques des petites collectivités rurales. En s'appuyant sur des mesures de performances épuratoires en situation réelle, cet article explique dans quelle mesure il est possible d'adapter cette filière au traitement des eaux de salle de traite. Ensuite, des éléments utiles sont fournis pour la mise en œuvre d'un traitement conjoint des eaux de lavage de salle de traite et des eaux usées domestiques, dans le cas ou l'unité d'habitation de l'exploitation agricole n'est pas raccordable à un réseau d'assainissement collectif.

En exploitation laitière, les eaux usées produites par le lavage de la machine à traire et de la cuve de réfrigération-stockage, souvent dénommée « tank à lait », sont appelées « eaux blanches » (EB). La charge polluante de ces effluents est donc très majoritairement constituée par les quantités résiduelles de lait, aussi minimes soient-elles, restant dans les équipements lors du démarrage de la procédure de lavage (qui est fréquemment automatisée). Les eaux provenant du lavage du sol et des murs de la salle de traite constituent les « eaux vertes » (EV). Ces eaux vertes sont souillés par les déjections, dont la majeure partie des solides doit être raclée préalablement au lavage.

Quand toutes les précautions ont été prises pour réduire les rétentions de lait dans les équipements et la quantité de parties solides des déjections, et qu'un soin particulier est apporté au lavage pour minimiser les volumes d'eaux usées générés, les concentrations sont en revanche souvent élevées (de l'ordre de 3,0 g de DCO/l d'effluent[1]). Cependant, eu égard aux faibles volumes précédemment mentionnés, la charge polluante journalière contenue dans ces eaux de lavage de salles de traite, par vache, est relativement faible par rapport à celle contenue dans les eaux usées domestiques produites quotidiennement par un habitant, puisqu'elles n'en représentent que le quart.

Les filières de traitement à la ferme évoquées dans cet article sont issues de celles déjà utilisées pour le traitement des eaux usées des petites communes rurales dont le réseau d'assainissement collecte parfois des dizaines voire des centaines d'habitations. Comme les possibilités d'investissement d'une exploitation agricole sont en général plus limitées que celles d'une collectivité publique pouvant de surcroît accéder à des taux d'aides financières supérieurs, la nécessité de minimiser les coûts de construction a naturellement conduit à une simplification de la conception des systèmes.

Cet article présente succinctement les principaux objectifs du programme national concernant la gestion des effluents de salles de traite qui fait lui-même partie du PMPOA (Programme de maîtrise des pollutions d'origine agricole) dont la finalité est plus large étant donné qu'il intègre l'ensemble des bâtiments d'élevage et leur « mise aux normes » afin de réduire l'impact environnemental des exploitations agricoles (Liénard *et al.*, 1997).

Ensuite, il explique et justifie les adaptations réalisées par rapport aux filtres plantés de roseaux initialement conçus pour traiter les eaux usées domestiques des petites collectivités rurales. Enfin, il expose les performances épuratoires obtenues sur 3 sites construits et suivis dans le cadre du programme national mentionné ci-dessus, et, pour terminer, il explore la possibilité d'un traitement

1. Se reporter au glossaire des abréviations page 66.

Contact
a. Cemagref, UR Qualité des eaux et prévention des pollutions, 3 bis quai Chauveau, CP220, 69336 Lyon Cedex 09
b. SINT (Société d'Ingénierie Nature et Technique), Le Bourg, 69610 Montromant
c. Institut de l'élevage, 149, rue de Bercy, 75595 Paris Cedex12

conjoint des eaux de lavage de salle de traite et des eaux usées domestiques de l'unité d'habitation d'une exploitation agricole quand celle-ci n'est pas raccordable à un réseau d'assainissement collectif.

En Bourgogne, sur le site de Frolois (photo 1), un premier essai a été conduit dès 1994. Compte tenu d'une faible dénivelée, la filière mise en place sur ce site est constituée d'un premier étage à écoulement vertical de 3 filtres en parallèle et d'un second à écoulement horizontal (Boutin *et al.*, 1999). Les 3 autres sites installés à partir de 1998, sont intégralement constitués de 2 étages à flux vertical et ils ne comportent plus que 2 filtres à chacun des 2 étages.

Ce choix, mené en étroite collaboration avec la SINT, actuellement principal constructeur de filtres plantés de roseaux en France, associée dès le début à cette étude, permet en effet respectivement de :

– **diminuer les surfaces nécessaires** en raison d'un meilleur transfert d'oxygène dans les filtres verticaux drainés dont les matériaux filtrants non saturés constituent le support de la biomasse épuratrice, essentiellement bactérienne ;

– **simplifier la gestion du système** en mettant alternativement en service et au repos chaque semaine une des deux lignes de filtres ;

– **réduire les coûts de construction**, surtout si elle est réalisée à l'aide d'une géomembrane, par rapport à celle des filtres de Frolois construits avec des parpaings en béton.

Le programme national de gestion des eaux de lavage de salles de traite

L'impact des activités agricoles sur la qualité des eaux est la conséquence des pertes de fertilisants (engrais chimiques, déjections et effluents d'élevages…) et des produits de traitement des cultures (produits phytosanitaires). Ces pollutions peuvent empêcher certaines utilisations de l'eau, notamment son emploi pour l'alimentation humaine et animale (eaux souterraines et superficielles), et entraîner une dégradation des milieux aquatiques. Le PMPOA a donc été élaboré pour rechercher des solutions permettant de réduire l'impact de ces produits et financer partiellement leur mise en œuvre dans les exploitations agricoles. Nous n'aborderons bien sûr ici que l'aspect eaux de lavage de salles de traite.

En raison de leur faible valeur fertilisante au regard de celle des purins et lisiers, les éleveurs ne sont pas intéressés par l'épandage des eaux blanches et vertes qui les obligent à construire des unités spécifiques coûteuses pour des capacités de stockage correspondant selon les régions, au volume produit en 4 ou 6 mois (par exemple, 200 m³ pour un stockage de 6 mois et un troupeau de 60 vaches laitières).

Si les capacités de stockage des déjections liquides sont excédentaires, un stockage commun conduit à une valeur fertilisante réduite du mélange et allonge considérablement le temps consacré à l'épandage. Ce dernier est estimé à 2,5 ou 3 minutes par m³ selon que la parcelle se trouve respectivement à moins de 500 m ou 1 km du lieu de stockage.

Une dilution n'est en fait souhaitable que pour des lisiers de bovins trop épais mais une telle situation est peu fréquente pour les troupeaux laitiers en France. Des dégagements d'odeurs nauséabondes voire d'émanations toxiques pour les animaux, lorsque ceux-ci sont logés au-dessus de fosses sur caillebotis, sont parfois aussi signalés et mériteraient d'être étudiés plus finement.

La mise au point de filières de traitement spécifiquement adaptées aux eaux blanches et vertes présente donc un intérêt certain. Après enquête, il a été facile de démontrer l'inadéquation de quelques dispositifs installés localement par simple transposition de solutions prévues pour les eaux usées domestiques d'une habitation en assainissement non collectif. Ainsi, des épandages souterrains sur sols en place ont rapidement colmaté pour diverses raisons, tenant notamment à une connaissance imprécise des charges induites par les eaux de lavage d'installations de traite et à une distribution mal adaptée pour des effluents sensiblement plus concentrés que les eaux usées domestiques.

▼ Photo 1 – Vue générale des filtres du 1er étage dans une ferme de Côte-d'Or.

Le programme d'études a démarré avec la caractérisation des eaux à traiter et une expérimentation visant à répondre à 3 objectifs principaux :

– mise en œuvre peu coûteuse ;

– gestion simple ;

– et performances fiables, même s'il pouvait être admis a priori qu'elles n'atteignent pas la même qualité de rejet final que celle résultant du traitement d'effluents domestiques moins concentrés.

Trois filières semblaient *a priori* correspondre à ces objectifs :

– **les fossés lagunants**, technique s'inspirant du lagunage naturel, développée initialement en Nouvelle-Zélande et qui se compose d'une série de 3 bassins dont le fonctionnement est aérobie, précédés d'une lagune de décantation profonde et, de ce fait majoritairement anaérobie ;

– **les filtres à sable** sous la forme de 2 massifs filtrants, garnis de sable alimentés en alternance, recouverts de graviers grossiers dans lequel est inséré le réseau de distribution ;

– **les filtres plantés de roseaux** à flux vertical dont le développement a vraiment démarré en France vers la deuxième moitié des années 1990 pour les eaux usées domestiques des petites communes rurales (Boutin *et al.*, 1998).

Cet article se focalise sur ce dernier dispositif, sachant qu'en 2001, à la fin du programme d'expérimentation, les filtres à sable n'ont pas été agréés à cause de l'apparition de colmatages précoces et que le fonctionnement des fossés lagunants n'est pas encore clairement établi faute d'un nombre suffisant d'installations construites selon les nouvelles recommandations, définies en cours de programme. En effet, il a été décidé de limiter la profondeur du 2e bassin à seulement 50 à 60 cm pour stimuler le retour à des conditions aérobies en sortie du 1er bassin fonctionnant en anaérobiose.

La validation par le CNS (Comité national de suivi) du PMPOA des filtres plantés de roseaux et des fossés lagunants pour traiter les eaux de lavage de salles de traite signifie que ces deux filières de traitement figurent sur la liste des travaux éligibles dans le cadre de la mise aux normes des bâtiments d'élevage et qu'elles peuvent donc constituer une alternative au stockage et à l'épandage de ces effluents seuls ou mélangés à d'autres déjections animales liquides.

Principales différences entre la filière eaux usées domestiques et effluents de lavage de salles de traite

La mise en place d'une fosse toutes eaux (FTE)

Une des raisons majeures de l'attrait que suscitent les FPR pour le traitement des eaux usées domestiques des petites communes rurales en France tient au fait que cette filière accepte des eaux usées brutes n'ayant subi aucune décantation préalable mais un simple dégrillage. Il n'est donc, dans ce cas, pas nécessaire de prévoir d'ouvrage spécifique de décantation et, corrélativement, il n'est pas produit de boues primaires dont la gestion est unanimement jugée comme problématique.

Pour les eaux usées provenant du lavage des salles de traite, plusieurs raisons ont rendu nécessaire l'installation d'une fosse toutes eaux en amont des filtres. Nous les présentons ci-après dans l'ordre qui a prévalu lors de la réflexion menée pour adapter le dispositif de traitement.

La difficulté de mettre en place une alimentation par bâchées

Au regard des très faibles volumes journaliers traités (485 à 680 litres en moyenne sur 3 des exploitations agricoles suivies), il n'était pas possible de miniaturiser un siphon auto-amorçant pour réaliser l'alimentation par bâchées sans risque de bouchages fréquents.

La nécessité de réduire la perméabilité superficielle

Une répartition satisfaisante sur les filtres du 1er étage passe nécessairement par l'ajout d'une couche de sable en surface pour limiter la perméabilité des graviers fins (2 à 6 mm) qui constituent normalement la couche filtrante superficielle la plus active des filtres en eaux usées domestiques.

La réduction des flux de MES

Dès lors qu'une couche de sable superficielle est ajoutée, une réduction des concentrations en MES des eaux usées s'impose pour minimiser, à ce niveau, les risques de colmatage sur un matériau sensible dont les caractéristiques granulométriques préconisées sont difficiles à trouver et dont le comportement n'est pas encore suffisamment connu.

Tamponner le pH des eaux de lavage

En raison de lavages successifs avec des produits alcalins pour désinfecter, puis acides pour éliminer les précipités dans les canalisations, le pH des eaux

peut varier dans une amplitude de 2 à 12. La fosse toutes eaux, avec des temps de séjour de 6 à 9 jours, respectivement pour les EB et le mélange (EB + EV) assure le pouvoir tampon nécessaire au rétablissement d'un pH plus proche de la neutralité et donc plus adéquat au traitement biologique.

Hydrauliquement, en dépit d'une tendance normale de la fosse à écrêter les pointes de débit quand le niveau du liquide s'élève de quelques centimètres à l'intérieur de l'ouvrage, les vidanges d'équipements par les programmes de lavage automatique (environ 70 litres à chacun des 3 cycles de prélavage, lavage et rinçage), suffisent néanmoins pour répartir convenablement l'effluent si la surface unitaire de filtre au 1er étage ne dépasse pas 15 m². Sur une surface plus importante, un auget basculeur (photo 2) ou une pompe commandée par des poires de niveau permettant d'apporter, en 1 ou 2 minutes, un volume unitaire équivalent à une hauteur d'eau d'une dizaine de mm, sur un des filtres du 1er étage est requis. La fosse toutes eaux agit donc comme une cuve tampon d'homogénéisation.

Les fosses préconisées sont comparables dans leur conception à celles conseillées en assainissement non collectif afin de ne pas grever les coûts d'investissement. On préférera cependant des ouvrages de forme allongée afin de limiter les courts-circuits hydrauliques entre les orifices d'entrée et sortie.

Prévoir un temps de repos avec deux lignes de filtres fonctionnant en alternance chaque semaine

En eaux usées domestiques, pour permettre la minéralisation des dépôts organiques retenus sur les filtres du 1er étage et conjointement, assurer la réoxygénation des filtres par diffusion, il est recommandé de prévoir une période de repos double de celle de l'alimentation. Pour ce faire, il faut disposer de 3 filtres dont l'alternance de l'alimentation est réalisée deux fois par semaine, ménageant ainsi 7 jours de repos pour 3 à 4 jours d'alimentation. En traitement d'eaux blanches et vertes, pour simplifier à la fois la mise en œuvre et la gestion, une filière de traitement comprenant seulement 2 lignes de filtres a été retenue (figure 1).

Le dimensionnement

Les volumes et charges rejetés par vache n'ont pu être estimés que sur un nombre réduit de mesures dans moins d'une dizaine d'exploitations agricoles au sein desquelles le matériel est différent et le soin apporté par les exploitants variable (quantité résiduelle de lait dans les canalisations de traite ou la cuve de stockage-réfrigération ; raclage plus ou moins soigné des déjections déposées sur le sol de la salle de traite avant que ne commence le lavage). Les volumes d'effluents journaliers produits, que ce soit pour les eaux blanches seules ou pour le mélange avec les eaux vertes, sont marqués d'une forte dégressivité passant respectivement, en moyenne, de 10 ou 15 litres par vache pour des troupeaux de 30 têtes à 5 et 9 litres pour 100 vaches. Ce constat s'explique notamment par des automates de lavage qui tendent à minimiser les volumes d'eaux de lavage au regard de la taille des machines à traire et par l'utilisation de nettoyeurs haute-pression pour les quais et murs des élevages de taille importante (au-delà de 80 têtes).

Au plan organique, pour prendre en compte l'azote essentiellement apporté par les déjections présentes dans les eaux vertes, le paramètre retenu pour le dimensionnement est la demande globale en oxygène (DGO, voir glossaire). La charge organique est proportionnelle au nombre de vaches, elle est estimée à 15 et 29 g de DGO par vache et par jour respectivement pour les eaux blanches et pour le mélange eaux blanches et vertes.

▼ Photo 2 – Auget basculeur installé après la sortie de la FTE dans une ferme de la Loire.

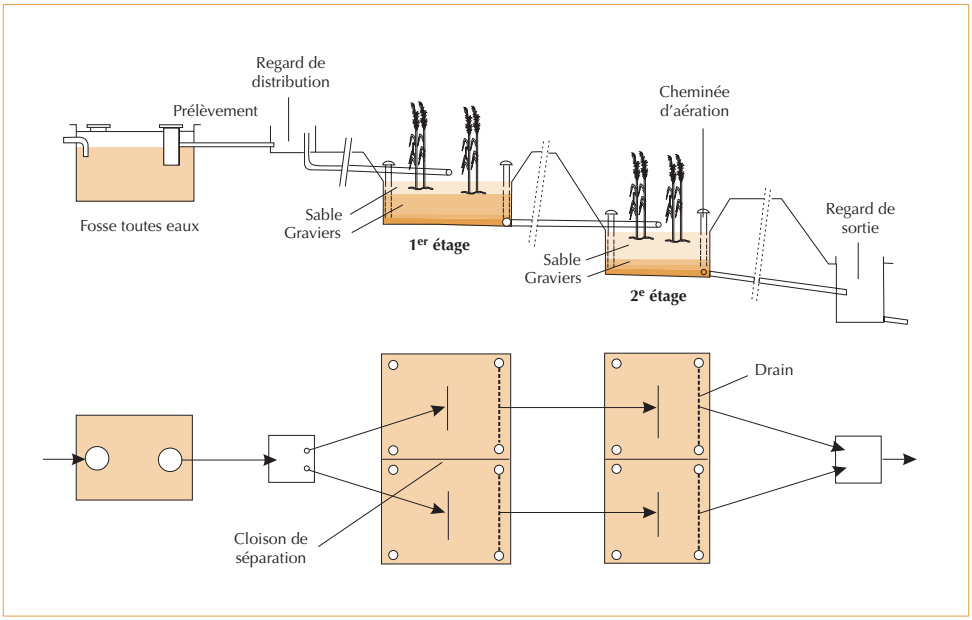


Figure 1 – Schéma de principe des FPR pour le traitement des eaux de lavage d'installations de traite.

Un abattement n'excédant pas 20 % sur la DGO dans la FTE est retenu à titre sécuritaire même si des valeurs supérieures ont pu parfois être observées en raison d'une bonne rétention des MES dans la FTE, sous la forme de substances flottantes piégées par les dispositifs siphoïdes ou de matières sédimentées au fond de l'ouvrage.

La détermination de la surface totale de filtres est calculée sur une charge surfacique maximale admissible de 70 g DGO m^{-2} j^{-1}. Cette surface est répartie à raison de 65 % sur les filtres du 1er étage et 35 % sur ceux du second.

Finalement, pour simplifier les procédures mises à la disposition des services techniques qui accompagneront la construction des installations chez les éleveurs, tout en offrant une certaine sécurité, le Cemagref et l'Institut de l'élevage ont décidé de retenir les critères de dimensionnement globaux qui sont énoncés dans le tableau 1.

Fosse toutes eaux	< 100 vaches	100-150 vaches
Eaux blanches	3 m^3	4 m^3
Eaux blanches + eaux vertes	6 m^3	9 m^3
Filtres plantés de roseaux	**1er étage**	**2e étage**
Eaux blanches	0,17 m^2 par vache	0,08 m^2 par vache
Eaux blanches + eaux vertes	0,27 m^2 par vache	0,13 m^2 par vache

Tableau 1 – Critères de dimensionnement de la filière de traitement des eaux de lavage de salles de traite.

Bannir systématiquement de la filière de traitement toute introduction non accidentelle de lait non commercialisable

À juste titre considéré comme un produit alimentaire de base et de grande valeur nutritionnelle, la charge polluante potentielle que représente un litre de lait est souvent mal perçue par les éleveurs. Le tableau 2 en résume les caractéristiques essentielles.

▶ Tableau 2 – Paramètres indicatifs de la charge polluante analysés sur du lait de vache cru (en $g.l^{-1}$).

DCO	221,1
DBO_5	109,6
Graisses	41,8
NK	5,0
DGO	243,7
PT	1,18

Il est évident que le dimensionnement de tous les systèmes étudiés dans le cadre du programme national mentionné ne peut prendre en compte les rejets intentionnels et réguliers de laits non commercialisables (colostrums, laits mammiteux et/ou provenant d'animaux soignés par antibiotiques, par exemple) qui pourraient représenter des charges aboutissant à des filières de traitement disproportionnées en taille, difficilement gérables et coûteuses en investissement.

Il est donc demandé aux éleveurs de prendre toutes dispositions utiles pour que ces flux de lait soient facilement dirigés vers les cuves de stockage des déjections liquides (lisiers, purins) ou le cas échéant solides (aspersion sur les aires d'entreposage de fumier) avec lesquelles ils seront épandus.

Prévoir des zones tampon pour éviter les rejets directs dans les petits cours d'eau

La simplicité voulue des installations ne permet pas de garantir un niveau de performances constant, notamment lorsque se produisent des pertes accidentelles de lait. Pour limiter les préjudices à un réseau hydrographique souvent de grande qualité en tête de bassins versants où se situent fréquemment des fermes dispersées, le rejet des effluents doit s'effectuer dans des zones naturelles ou aménagées qui assurent un rôle tampon, en cas de dysfonctionnement passager ou de traitement tertiaire pour améliorer les performances moyennes de la filière de traitement.

Selon les particularités de l'aval immédiat de la filière et l'avis du service de police des eaux, les dispositifs envisagés peuvent être :

– un fossé peu profond, végétalisé, long d'au moins une centaine de mètres ;

– une zone naturelle hydromorphe dans laquelle on s'efforcera de maximiser le temps de séjour et prévenir d'éventuels courts-circuits ;

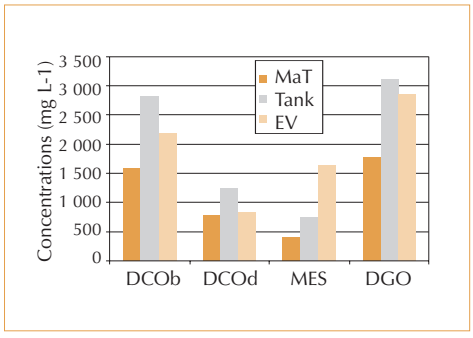
– un épandage souterrain si la perméabilité du sous-sol et ses caractéristiques hydro-géologiques le permettent. La majeure partie de la matière organique ayant été préalablement dégradée dans la filière de traitement, l'infiltration dans le sol risque beaucoup moins d'être diminuée par le développement bactérien qui se développe naturellement dans la porosité des matériaux filtrants ;

– une parcelle enherbée clôturée dont l'exportation végétale serait assurée exclusivement par fauchage pour éviter le piétinement des animaux.

Performances

À l'examen de la figure 2, présentant les concentrations des effluents mesurées en sortie de la salle de traite et de la laiterie (pièce dans laquelle est entreposée la cuve de réfrigération-stockage), on observe en moyenne sur les 3 fermes étudiées ayant mis en place des FPR, des concentrations sur les fractions carbonées plus élevées (DCOb et DCOd) en sortie de cuve de stockage-réfrigération du lait que sur les autres effluents.

▼ Figure 2 – Concentrations moyennes des eaux blanches et vertes issues de 3 exploitations agricoles.



Ce constat résulte de quantités résiduelles de lait plus importantes dans une des exploitations qui disposait de 2 cuves de stockage-réfrigération. La plus importante (6 000 litres) était vidangée par le haut 2 ou 3 fois par semaine, à l'aide d'une canne plongeante branchée sur le camion de ramassage du lait. Ce système ne permet pas toujours une vidange aussi complète que celle opérée avec une vanne en fond de cuve. La seconde cuve de 220 litres, utilisée pour la commercialisation directe du lait et la fabrication de fromage blanc est lavée chaque jour et, l'ensemble, regroupé sous l'appellation (Tank), a une influence marquée.

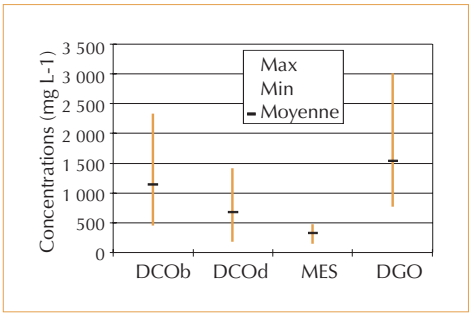
Les MES contenues dans les eaux de lavage des machines à traire (MaT) et cuves de réfrigération proviennent en partie de protéines (caséine, notamment) et de particules de graisses qui s'agglomèrent sous l'influence du pH élevé des eaux des lavages alcalins. La part prépondérante revient naturellement aux eaux vertes (EV). Les eaux vertes sont naturellement plus riches en MES et en azote organique qui vient aussi accroître la DGO dont on peut estimer que les concentrations sont au moins 2 à 2,5 fois plus élevées que celles d'eaux usées strictement domestiques.

La fraction carbonée dissoute (DCOd, mesurée sur échantillon filtré ou centrifugé) des eaux sortant des FTE en figure 3 est du même ordre que celle observée précédemment en figure 2. Les MES retenues dans cet ouvrage, avec un rendement moyen d'environ 55 %, relarguent donc peu de composés dissous. Ce constat s'explique par une consigne de vidange tous les six mois lorsque l'installation reçoit des eaux vertes et une fois par an pour les seules eaux blanches. Dans les deux cas, un tel délai laisse peu de temps pour que s'installent des processus efficaces de digestion anaérobie.

En dépit de temps de séjour hydrauliques importants (6 à 9 jours), les concentrations résiduelles en MES sont encore élevées (340 mg l^{-1} en moyenne) alors qu'avec des eaux usées strictement domestiques, les concentrations en sortie d'une FTE sont en général inférieures à 200 mg l^{-1}. Ce résultat révèle tout l'intérêt de la plantation de roseaux qui permet aux matériaux de garnissage des filtres, et principalement à la couche de sable superficielle, de conserver une perméabilité suffisante de l'ordre de 10^{-5} m.sec^{-1}. Rappelons que les filtres à sable (non plantés) n'ont pu être agréés dans le cadre du programme national suite au constat de colmatage observé sur plusieurs installations pourtant dimensionnées plus largement (0,45 à 1,0 m^2 par vache) et en service depuis moins de cinq années.

La figure 4 présente les principaux paramètres calculés à partir de 18 observations (6 mesures en sortie sur chacune des 3 exploitations agricoles).

Figure 3 – Concentrations des eaux en sortie de FTE.



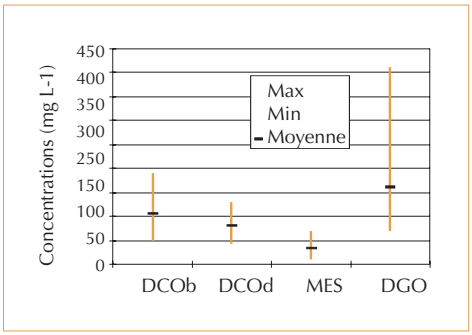


Figure 4 – Concentrations des effluents en sortie des filtres plantés de roseaux.

Les DCO en sortie ont toujours été inférieures à 200 mg l^{-1}, dont 80 % environ de la matière organique soluble représentée par la DCOd, ce qui traduit une capacité de traitement encore insuffisante à l'issue des 2 étages de traitement. Ce constat est confirmé par les concentrations sensiblement plus élevées en DGO qui trouvent leur origine dans des concentrations résiduelles d'azote ammoniacal pouvant atteindre 15 mg l^{-1} sur un des sites, alors qu'elles sont toujours inférieures à 10 mg l^{-1} sur les 2 autres.

La nitrification, révélatrice d'un potentiel redox aérobie dans les massifs filtrants, n'est pas complète, mais son importance témoigne cependant de conditions de fonctionnement satisfaisantes qui ne devraient pas être mises en péril par un colmatage rapide.

Un accroissement des surfaces, notamment des filtres du 2e étage, ne résoudrait pas le problème en raison d'une difficulté à répartir l'effluent sans rajouter à ce niveau un dispositif d'alimentation par bâchées. Une augmentation de la hauteur de

sable au-delà de 40 cm ne constituerait également pas une bonne solution en raison de la difficulté à maintenir des conditions aérobies dans un matériau de faible granulométrie comme le sable. L'aération des interstices de ce matériau n'est réellement effective que sur une trentaine de centimètres sous la surface grâce à la diffusion d'air atmosphérique par la plage d'infiltration lorsqu'elle est dénoyée.

Par le fond, la couche drainante de gravier grossier est certes aérée au moyen de cheminées d'aération, cependant, une frange capillaire crée à la base d'un massif de sable, même drainé et non saturé, une barrière qui nécessite une pression d'environ 35 mm d'eau pour être franchie sur un sable propre ayant un d10 de 0,34 mm et CU de 2,9. Ce phénomène, encore insuffisamment étudié, a été mis en évidence dans des travaux concernant la recharge de nappe et confirmé par des mesures de pression, non encore publiées, à la base de colonnes expérimentales de sable au Cemagref.

Il est en revanche plus efficace de porter la hauteur de gravier fin (2/6 mm) de 10 à 40 centimètres sous les 40 cm de sable déjà prévus dans les filtres du 2e étage qui ont pour fonction essentielle d'affiner le traitement de la matière organique résiduelle et de développer la nitrification. En dépit d'une augmentation de la dénivelée nécessaire à la construction, on peut penser que cet aménagement constitue un meilleur compromis, car la granulométrie du gravier fin ne permet pas à l'eau d'être retenue par capillarité, et ce matériau est donc accessible à l'aération passive par diffusion via la couche drainante des filtres connectée à l'atmosphère par les 4 cheminées d'aération mises en place dans les coins des filtres et le drain reliés à l'atmosphère.

Conclusion

Sous réserve de disposer à proximité de l'exploitation d'une parcelle de dimensions assez réduites (2 à 3 m² par vache laitière) et dotée d'une déclivité naturelle d'au moins 2,5 m entre l'arrivée et la sortie des effluents, une filière combinant fosse toutes eaux et filtres plantés de roseaux peut constituer une réponse techniquement adaptée au traitement des eaux de lavage d'installations de traite. Au plan économique, sur la base d'un amortissement de 15 ans pour la fosse de stockage et de 7 à 10 ans pour le traitement, cette dernière solution est moins onéreuse que celle du stockage-épandage, notamment lorsqu'il n'y a pas d'autres produits liquides à gérer sur l'exploitation.

Les contraintes d'exploitation représentent un temps indicatif d'une trentaine d'heures par an se répartissant comme suit.

L'intérêt de recourir au choix du traitement peut encore être accru si l'unité d'habitation de la ferme n'est pas raccordée à un réseau public d'assainissement. Une telle situation est fréquente en France pour les fermes isolées ou localisées dans des hameaux. Il est par conséquent opportun de

	Fréquence	Durée
Inspection générale des filtres	1 fois par semaine	5 à 10 minutes
Manoeuvre des vannes	1 fois par semaine	5 minutes
Vidange de la fosse toutes eaux	1 à 2 fois par an	1 à 2 heures
Entretien du dispositif d'alimentation	1 fois tous les 2 mois	15 minutes
Vérification de la distribution	1 fois tous les 2 mois	15 minutes
Nettoyage des regards de collecte	1 fois par an	30 minutes
Faucardage des roseaux	1 fois par an	3 heures
Entretien des abords	4 fois par an	4 à 6 heures

▲ Tableau 3 – Entretien de la filière FTE + FPR pour les eaux de lavage d'installations de traite.

Fosse toutes eaux	Ajouter 0,5 m³ par habitant, s'il s'agit d'un ouvrage unique	
Filtres plantés de roseaux	Ajouter 1,0 m² par habitant aux filtres du 1er étage	Ajouter 0,50 m² par habitant aux filtres du 2e étage

▲ Tableau 4 – Éléments de dimensionnement de la filière pour le traitement conjoint des eaux de lavage de salle de traite et des eaux usées domestiques.

profiter de la mise en place d'une filière de traitement des eaux de lavage des installations de traite pour établir un diagnostic global du système d'assainissement des eaux usées domestiques.

Le tableau 4 résume les critères de dimensionnement qui doivent être appliqués respectivement pour la fosse toutes eaux et les filtres lorsqu'ils doivent recevoir des eaux usées domestiques en complément des eaux de lavage d'installations de traite.

S'il n'est pas possible de regrouper les effluents dans une fosse toutes eaux unique, celle recevant les eaux usées domestiques sera dimensionnée selon les recommandations figurant en annexe de l'arrêté du 6 mai 1996, soit un volume minimal de 3 m³ pour un logement comprenant jusqu'à 5 pièces principales et 1 m³ supplémentaire par pièce au-delà.

Compte tenu des concentrations plus faibles des eaux usées domestiques (DCO en général comprises entre 800 et 1 000 mg l^{-1} et DGO de 1 100 à 1 400 mg l^{-1}), celles-ci diluent les effluents provenant de la salle de traite. Ainsi, même en considérant : a) les valeurs hautes des volumes journaliers indicatifs pour les eaux blanches seules et le mélange eaux blanches et vertes, soit 10 et 15 litres par vache respectivement, b) un rejet de 100 litres d'effluents par habitant dès lors qu'aucune eau parasite ne s'introduit dans le système d'assainissement, c) les surfaces spécifiques des filtres mentionnées dans le tableau 1 ; on note que les eaux usées domestiques apportent environ 1,0 g de DGO.mm^{-1} alors que ce ratio est au moins de 1,5 à 1,9 g de DGO.mm^{-1} pour les effluents provenant des installations de traite.

L'apport d'eaux usées domestiques, avec des doses de près de 70 mm par jour (100 litres sur 1,5 m²) et des pointes marquées correspondant aux divers usages dans une habitation individuelle, contribue aussi à une meilleure répartition sur la plage d'infiltration des filtres en service des 1er et 2e étages. Par conséquent, à rendements équivalents, le traitement conjoint d'eaux usées domestiques avec les effluents provenant des installations de traite devrait aboutir à des concentrations de rejet final plus faibles.

En l'absence de contre-indications d'ordre sanitaire, non fondées en l'état actuel des connaissances, lorsque l'agencement des divers bâtiments et la topographie des lieux le permettent, pour des raisons financières tout autant que de facilité de gestion, il est conseillé de regrouper les eaux usées et de les traiter conjointement avec les eaux de lavage d'installations de traite. Que les traitements soient conjoints ou non on rappellera toutefois, au titre des protections élémentaires, de s'assurer que le rejet final soit conforme aux règles de police de l'eau, et notamment qu'il ne puisse en aucun cas contaminer les eaux d'un puits ou captage destiné à la consommation humaine tout autant qu'à l'abreuvement des animaux. ❐

Résumé

Initialement conçus pour le traitement des eaux usées domestiques, les filtres plantés de roseaux (FPR) ont été modifiés pour étudier l'intérêt et la faisabilité du traitement des effluents issus des fermes bovines laitières, en alternative au stockage avec les déjections liquides (lisier, purin) et à leur épandage sur des terres agricoles, bien que cette dernière solution soit toujours possible après mise aux normes des bâtiments d'élevage dans le cadre du programme de maîtrise des pollutions d'origine agricole (PMPOA).

Classiquement utilisée en France pour les eaux usées domestiques, la filière « filtres plantés de roseaux », comprenant généralement trois filtres en parallèle pour chacun des deux étages de traitement en série, a été simplifiée afin de réduire les coûts d'investissement. Plusieurs sites expérimentaux de taille réelle dans des exploitations agricoles ont été construits et progressivement modifiés pour aboutir au système qui est aujourd'hui recommandé.

Mis en place après une fosse toutes eaux, le système le plus efficace est composé de deux étages en série chacun composé de deux filtres alimentés alternativement une semaine sur deux. La surface totale active est de 0,25 m^2 par vache laitière lorsque les effluents sont uniquement composés d'eaux blanches et de 0,40 m^2 par vache quand s'y ajoutent les eaux vertes. Les filtres du 1er étage occupent 65 % de la surface active totale.

Évaluées au cours d'un suivi réalisé dans trois fermes, les concentrations de sortie sont comprises entre 50 et 180 mg l^{-1} en DCO, 5 à 75 mg l^{-1} en DBO_5 et 10 à 60 mg l^{-1} pour les MES. La nitrification n'est pas complète mais cependant bien supérieure à celle obtenue dans des filtres à sable installés dans les mêmes conditions et dont certains se sont colmatés prématurément, ce qui n'a pas permis au comité national de suivi (CNS du PMPOA) d'agréer ce système.

Abstract

Initially designed for the treatment of domestic wastewater, Vertical Flow Reed Bed Filters [VFRBF] have been adapted for washing parlour effluents to study the feasibility of the treatment of such effluents instead of their storage and land spreading. This work has been done within the framework of the Programme of Control of Pollution of Agricultural Origin [PMPOA].

It was necessary to adapt the design of VFRBF to minimise the investment costs. Several experimental sites have been built, monitored and progressively adapted.

Following a septic tank of 3 to 9 m^3, the best design was considered to be: 2 stages of VFRBF in series each composed of 2 filters which are alternately fed on a weekly rhythm. The total active area is approximately equivalent to 0.25 m^2 per dairy cow for the washing effluent of the milking machine and milk-storage tank. It is increased to 0.4 m^2 per dairy cow when the washing effluents from the floor and walls of the milking parlour are added to the previous ones. The 1st stage filters takes up 65 % of the total area.

Based on a survey done in 3 farms, the concentrations achieved a range of 50 to 180 mgL^{-1} in COD, 5 to 75 mgL^{-1} in BOD_5, 10 to 60 mgL^{-1} in SS. The nitrification, which can be considered as a good indicator of the redox potential within the filter media, was not complete but much more effective than in buried intermittent sand filters [ISF] studied for the same purpose but some of them have clogged prematurely, which did not make to approve this system.

Bibliographie

BOUTIN, C., DUCHÈNE, PH., LIÉNARD, A., 1998, *Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités*, Document Technique FNDAE N° 22, Cemagref Éditions, 87 p.

BOUTIN, C., LIÉNARD, A., ESSER, D., 1999, Les stations d'épuration par filtres plantés de roseaux, *L'Eau, l'industrie, les nuisances*, n° 223, p. 45-52.

LIÉNARD, A., COILLARD, J., HOUDOY, D., ESSER, D., 1997, Les dispositifs de traitement adaptés aux différents effluents d'élevage, *Revue Travaux et Innovations*, n° 34, p. 15-17.

Des documents d'aide au choix du mode de gestion des effluents ainsi que des informations plus précises pour concevoir, réaliser et gérer les filières de traitement sont disponibles sur le site de l'Institut de l'élevage (http://www.inst-elevage.asso.fr/).

Glossaire

• **DCO :** demande chimique en oxygène

Elle quantifie globalement la pollution organique au moyen d'une oxydation chimique à chaud et en milieu acide concentré.
Le paramètre DCOb (DCO brute) représente la DCO pour l'ensemble des formes sous lesquelles se trouve la matière organique, qu'elle soit particulaire, colloïdale ou dissoute.
Le paramètre DCOd (DCO dissoute) caractérise la DCO pour la fraction organique dissoute (par exemple, résultant notamment du lactose).
Elle est mesurée :
– après centrifugation et filtration pour des effluents contenant une fraction particulaire importante ;
– après filtration sous vide sur membrane (voir aussi MES) lorsque le liquide n'est pas trop chargé en particules risquant de colmater rapidement la membrane.

• **DBO_5 :** demande biochimique en oxygène en 5 jours
Elle représente la partie biodégradable en 5 jours de la pollution organique, dite « carbonée ». Il s'agit d'une mesure de la quantité d'oxygène consommée, en 5 jours, par les micro-organismes placés dans des conditions de développement non limitantes en oxygène et nutriments, à 20 °C et dans l'obscurité.

• **MES :** matières en suspension
Ce paramètre permet de quantifier les particules présentes dans les eaux usées, qu'elles soient organiques ou minérales après séchage à l'étuve à 105 °C. Les matières en suspension sont isolées au préalable par centrifugation ou filtration sous vide sur membrane adaptée.
On peut aussi caractériser la matière sèche (MS), qui représente à la fois les MES et la matière dissoute (sels minéraux + matière organique dissoute dans le liquide). On fait alors sécher une partie de l'échantillon liquide à 105 °C, sans séparer préalablement les particules qu'il contient.

• **DGO :** demande globale en oxygène
Elle comprend la DCO telle que définie ci-dessus, à laquelle s'ajoute la quantité d'O_2 estimée nécessaire pour nitrifier la charge d'azote réduit sur la base de 4,5 g d'O_2.g^{-1} NK ou azote Kjeldahl qui comprend l'azote organique et les sels ammoniacaux.