

# Traitement des effluents de pulvérisation Suivi d'un dispositif biologique : les lits de roseaux

**RÉSUMÉ** Dans le cadre de la gestion des effluents phytosanitaires, de nombreux procédés sont à l'étude pour épurer les reliquats. Cette étude porte sur un dispositif extensif et rustique : le filtre végétalisé ou roselière. L'objectif est de disposer de références techniques, économiques et pratiques sur l'intérêt et l'efficacité d'un tel procédé. ITV France réalise depuis 2003, le suivi d'un système de filtre planté de roseaux, déjà en place chez un exploitant viticole de la vallée du Rhône. Des analyses des substances actives phytosanitaires, ainsi que des tests d'écotoxicité sont réalisés sur les effluents, en entrée et en sortie du dispositif, afin d'évaluer son rendement épuratoire. Les résultats obtenus sont très prometteurs et montrent un taux de dépollution de 100 %. Le système par filtre planté de roseaux répond bien aux besoins des agriculteurs : efficacité, simplicité, souplesse, rusticité du procédé.

## MOTS CLÉS

EFFLUENTS PHYTOSANITAIRES,  
FILTRE VÉGÉTALISÉ, DÉPOLLUTION

**ABSTRACT** In agrees him of the management of plant health effluents, numerous proceedings are under consideration to purify the remaining effluents. This study bears on an extensive and rusticates device : a vegetalised filter or "roselière". The objective is to dispose referential technicals, economics and practices on the interest and the efficacy of such device. ITV France studies for 2003 a system of filter, already in place to a wine producing exploiter, in Vallée du Rhône. Substances actives, as tests of écotoxicité are realized passed in and out him of the device in order to value his yield épuratoire. Obtained results are very promising and show a strong rate of dépollution. In choice farmers criteria, the system by set reedy filter , answers well to needs : efficacy, simplicity, suppleness, hardiness of the process.

## KEYWORDS

PLANT HEALTH EFFLUENTS, VEGETALISED FILTER,  
DEPOLLUTION

Magali GRINBAUM  
Joël ROCHARD  
Antoine FORTUMEAU  
IFV (Institut de la vigne et  
du Vin)  
[mgrinbaum@inter-rhone.com](mailto:mgrinbaum@inter-rhone.com)  
04 90 11 46 25

[joel.rochard@itvfrance.com](mailto:joel.rochard@itvfrance.com)  
03 26 51 50 90



Magali GRINBAUM



Joël ROCHARD



Antoine FORTUMEAU

# Traitement des effluents de pulvérisation Suivi d'un dispositif biologique : les lits de roseaux

4

**L**e nettoyage des pulvérisateurs s'impose le plus souvent à l'issue des traitements phytosanitaires. Les effluents qui en résultent, en aval de l'aire de lavage, peuvent être à l'origine d'une pollution ponctuelle.

Pour répondre aux interrogations des viticulteurs au sujet d'une gestion efficace et pratique de leurs effluents, ITV France a créé en 1999 le groupe national Ecopulvi. Ce groupe de travail mène conjointement une réflexion sur la réduction à la source des reliquats de pulvérisation par le rinçage à la parcelle et une étude sur les différentes techniques d'épuration des effluents. Dans un premier temps, l'étude a porté sur un procédé extensif de filtre végétalisé de type roselière, installé sur un domaine privé, disposant d'une aire de lavage.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### • Principe du filtre végétalisé

Une fosse étanche est d'abord remplie de graviers (granulométrie décroissante) puis de sol. Sur ce substrat est ensuite implanté un couvert végétal, généralement des roseaux (*Phragmites Australis*). Les effluents s'écoulent à travers le lit planté comme à travers un filtre. Les molécules sont dégradées par une biomasse aérobie se développant conjointement dans le substrat et sur le système racinaire des roseaux.

Une fois la roselière installée, les effluents sont traités directement sans stockage ni prétraitement, au fur et à mesure de leur production (figure 1).

### • Historique de la station de Mont Redon

Le Château Mont Redon est une exploitation viticole d'une superficie d'environ 200 hectares, qui produit approximativement 6 000 hectolitres de vin par an. Il est soumis à déclaration selon la réglementation sur les installations classées pour la protection de l'environnement. Soucieux de gérer ses rejets, le domaine a décidé de s'équiper de sa propre station d'épuration. La solution retenue

est l'utilisation de lits plantés de roseaux, conçus par la Société d'Ingénierie Nature et Technique (SINT) et réalisés par Epure Nature.

Le domaine a installé une station d'épuration biologique pour son exploitation, traitant séparément trois types d'effluents: domestiques, vinicoles et viticoles.

Le Château Mont Redon participe depuis 1999 au groupe ECOPULVI piloté par ITV France, qui travaille sur la gestion des pesticides pour minimiser leur utilisation et les déchets. Le propriétaire, Mr Jean Abeille, est donc très sensibilisé aux problèmes environnementaux, ce qui a permis de mettre en place différentes actions. En effet, en amont de la création du système de filtre planté de roseaux, il a été réalisé de nombreuses améliorations en vue de réduire les effluents viticoles :

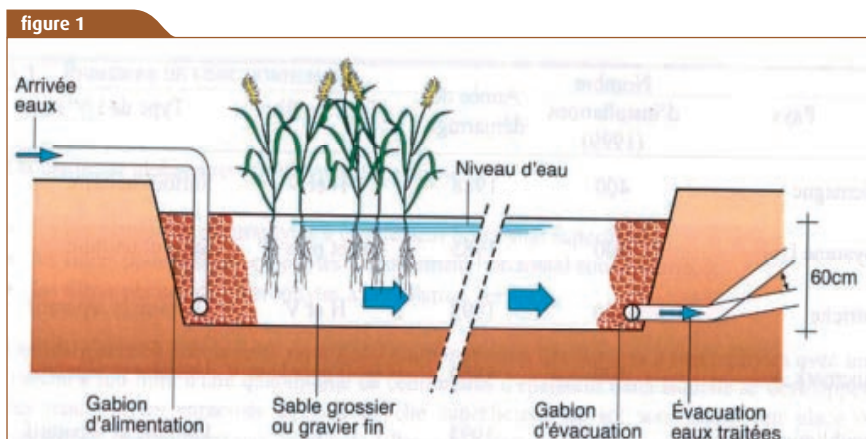
- adaptation des pulvérisateurs pour réduire le volume de fond de cuve,
- rinçage à la parcelle systématique des pulvérisateurs,
- mise en place d'une aire de lavage avec séparation des eaux pluviales.

Le filtre planté de roseaux est en fonctionnement depuis 2002.

Le lit horizontal de traitement phytosanitaire possède les caractéristiques suivantes :

- Macrophytes utilisés : phragmites *australis*
- Surface : 50 m<sup>2</sup> (9,8 m x 5,1 m)
- Profondeur varie de 0,6 m en entrée à 0,7 m en sortie
- Porosité du substrat : 0,35
- Volume total : 32,5 m<sup>3</sup> soit 11,4 m<sup>3</sup> de vide disponible pour les effluents
- Temps de séjour théorique (SINT) : 40 jours

Principe du filtre planté à écoulement horizontal



## Plant health effluents treatment. Study of a biologic process : a vegetalised filter



figure 2

Couverture du lit

Un coude placé en sortie du lit planté de roseaux permet la régulation du niveau d'eau.

### • Etude expérimentale du pilote

Les suivis réalisés en 2005 et 2006 viennent en complément des premières démarches entamées depuis 2003 sur le filtre du Château Mont Redon. L'objectif est d'obtenir, en conditions réelles, des références techniques sur le fonctionnement et l'efficacité épuratoire de la roselière, vis-à-vis de la gestion des effluents phytosanitaires. Sont ainsi effectués :

- La maîtrise et la quantification des arrivées d'eau dans le lit de roseaux,
- Le positionnement du coude à mi-hauteur (destiné à favoriser la fréquence des rejets et à garder une certaine réserve en eau pour ne pas assécher le lit),
- Le suivi de la qualité des rejets, avant et après traitement par le lit de roseaux : molécules phytosanitaires et tests écotoxicologiques.

### → Maîtrise et quantification des arrivées d'eau

Afin de pallier aux fortes pluies des mois d'automne (pouvant atteindre 200 mm/h) constatées lors des suivis précédents, une serre a été posée sur la totalité du lit de roseaux. Effective depuis le 24 juin 2005, c'est une couverture permanente de type serre tunnel, ouverte à ses extrémités et sur les bases latérales. La serre engendre une annulation des apports « naturels » d'eau dus aux précipitations.

Cette modification facilite également l'étude car les apports d'eau dans le lit ne peuvent maintenant provenir que de l'aire de lavage (figure 2).

Des compteurs d'eau sont placés sur chaque robinet, afin de contrôler et mesurer les débits introduits dans le filtre. Toutes les semaines, ainsi

que lors de chaque lavage, les compteurs sont relevés. Un tableau est installé dans l'atelier afin que chaque machiniste puisse noter le volume d'eau utilisé lors du lavage de sa machine.

Un dispositif de séparation des eaux de pluie et de lavage a été mis en place en aval de l'aire de lavage. Deux pompes permettent d'alimenter le filtre par l'aire, uniquement lors de lavages ou de remplissages. Le reste du temps, toutes les eaux s'écoulent vers le réseau pluvial. Un système de boudin déshuileur a également été installé en 2005, en entrée du lit de roseaux, afin d'éviter que les graisses et les huiles contenues dans les eaux de lavage ne perturbent le fonctionnement du lit planté. Lors de la campagne 2006, deux boudins déshuileurs ont été nécessaires. Ils sont à renouveler avant le début de la prochaine campagne.

### → Programme d'analyses des produits phytosanitaires

Les performances épuratoires ont été évaluées à partir des prélèvements réalisés à trois moments : début, milieu et fin de campagne phytosanitaire.

Trois substances actives utilisées par le domaine sont analysées, pour le suivi et la validation du procédé de traitement : quinoxifène (fongicide), diméthomorphe (fongicide), lufenuron (insecticide), molécules choisies notamment en fonction de leur temps de demi-vie et de leur Koc (facteur de rétention) importants.

Trois autres substances actives, n'ayant jamais été employées par le domaine, sont également introduites artificiellement dans le lit. Ceci permet de connaître la quantité exacte qui rentre dans le procédé. Selon les mêmes critères que ci-dessus (demi-vie et Koc), la sélection s'est portée sur la carbendazime (fongicide), le cyproconazole (fongicide) et l'endosulfan (insecticide). Les concentrations rajoutées sont déterminées afin que les molécules soient détectables par les techniques analytiques et dans des niveaux de concentration estimés représentatifs du nettoyage d'une cuve (1 mg/l en 2005 et 2,5 mg/l en 2006).

Les effluents caractérisant les eaux d'entrée dans le procédé, sont prélevés lors des nettoyages des pulvérisateurs, au niveau de l'aire de lavage.

# Traitement des effluents de pulvérisation Suivi d'un dispositif biologique : les lits de roseaux

## → Mise en place d'un bac pilote pour les herbicides

Etant donné le risque d'altération des roseaux par les herbicides, un bac pilote est mis en place pour l'étude de ces substances. Il est réalisé de manière similaire au filtre planté, avec toutefois quelques différences :

- le flux est vertical,
- le pourcentage de matière organique avoisine 20 % alors que le filtre réel n'en contient que 5 %.

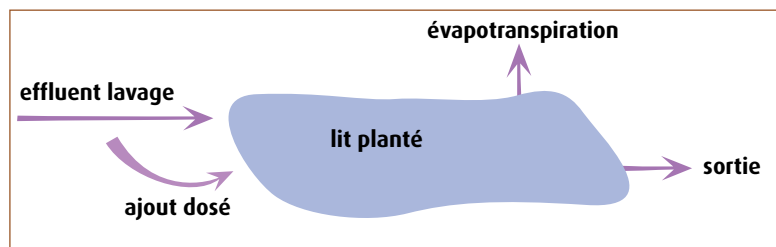


figure 3

Le suivi est réalisé uniquement sur une appréciation visuelle de l'effet des herbicides sur l'état des roseaux.

Schéma du bilan hydrique du lit de roseaux

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### • Régime hydrique du filtre

Le filtre étant une zone humide, le facteur fondamental est l'eau. L'étude du régime hydrique est très importante. Un bilan des flux entrant et sortant du lit de roseaux a été réalisé (figure 3).

### → Les effluents de l'aire de lavage

Les quantités employées sont très hétérogènes. Les valeurs moyennes observées varient entre 330 l/lavage et 122 l/lavage. Les pulvérisateurs sont souvent utilisés et le lavage n'est pas systématique, seul les filtres sont systématiquement nettoyés après chaque traitement. Les volumes d'eau sont plus importants lorsqu'il s'agit des derniers lavages de la saison, marquant la fin des pulvérisations. Ils se veulent souvent plus complets pour enlever toute trace de produits phytosanitaires avant les vendanges.

Sur la période suivie, le total des apports s'élève à 22,3 m<sup>3</sup> et la moyenne des eaux envoyées par l'aire de lavage (eau de lavage des pulvérisateurs + eau de nettoyage du matériel de l'atelier) est de 1,6 m<sup>3</sup> par semaine, soit environ 235 l par jour.

### → L'évapotranspiration

Grâce à l'annulation des précipitations par la serre tunnel, le bilan hydrique montre que, malgré une hauteur maximum d'eau placée à la moitié du substrat, le lit de roseaux peut fonctionner sans rejet. Toute l'eau ajoutée dans le procédé de traitement correspond donc à la valeur de l'évapotranspiration (ETP) des roseaux. Les valeurs de l'ETP sont fournies par le Centre d'Information Régional d'Agrométéorologie (CIRAME). En 2005, le coefficient cultural Kc du lit de roseaux a été estimé à 0,8, sur la période du 8 juillet au 12 septembre. La comparaison des valeurs de l'ETP réelle (ETR) calculées et des débits entrant dans le lit montre qu'un coefficient cultural de 0,8 correspond bien à ce type de conception de lit de roseaux.

Le volume d'eau entrant dans le lit correspond au volume d'eau sortant par évapotranspiration. En début de campagne il n'y a que très peu de traitement, ce qui explique la faible valeur du volume d'eau entrée au mois d'avril (figure 4).

Le rapport volume d'effluent à traiter/surface du lit mesuré est de 0,45 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.

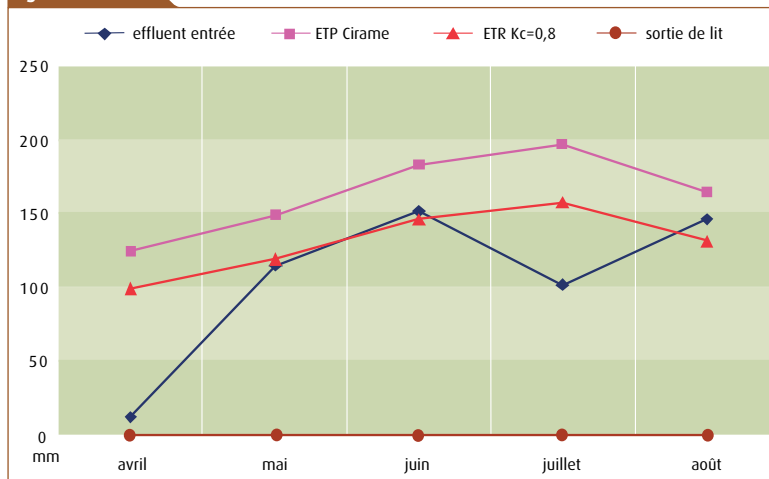
### • Les traitements herbicides (figure 5)

En 2005, après quatre injections dans le bac pilote de solution de diuron, à des doses progressives, allant de 0,2 jusqu'à 1,2 mg/l (en cumulé sur 4 semaines), aucune altération ou diminution de la pousse n'est constatée.

En 2006, un test des effluents phytosanitaires issus des traitements herbicides du domaine est réalisé sur le bac pilote. L'observation visuelle de l'aspect des roseaux est réalisée sur une période

Bilan hydrique du lit de roseaux

figure 4



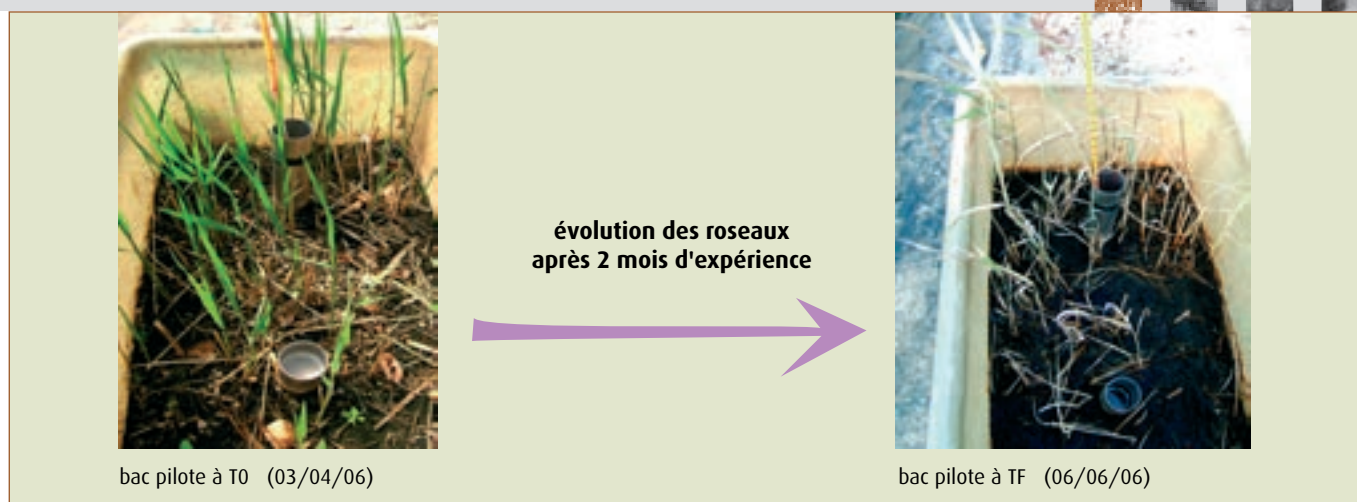


figure 5

#### Application d'herbicides sur le bac pilote

de deux mois, en gardant un niveau d'eau au maximum de la hauteur.

L'ajout de 100 l d'eau chargée en herbicides dans le bac pilote (0,05 mg/l diuron et 0,12 mg/l flumioxazine) a une action physiologique sur les roseaux. Après plus d'un mois, ils ont subi une dégradation totale. Toutefois, au bout de 6 mois, la croissance des roseaux redémarre.

La sénescence des roseaux, observée cette année sur le filtre test, nous montre qu'il est impossible de traiter les effluents issus des traitements herbicides dans le filtre de roseaux. Cette contrainte doit être confirmée et justifie une séparation de ces effluents, associée à une gestion spécifique (rinçage à la parcelle, prétraitement d'épuration, élimination en déchets industriels...).

#### • DCO et DBO5 (tableau 1)

La Demande Chimique en Oxygène, ou DCO, représente la quantité totale de pollution oxydable. La Demande Biochimique en Oxygène, ou DBO5, représente la quantité de pollution biodégradable. Ces deux paramètres physicochimiques sont de bons indicateurs de la pollution globale de l'effluent. Les valeurs obtenues sur l'effluent, au début et en sortie du lit, sont assez homogènes et surtout basses (dans les normes de rejet des eaux de station d'épuration : DCO = 300 mg/l et DBO5 = 100 mg/l). L'abattement,

#### Paramètres physico chimiques des effluents du domaine

	DCO (mg/l)	DBO5 (mg/l)
Effluent début lit 04/08/05	110.5	8
Effluent sortie lit 04/08/05	162.5	4
Eau de lavage - entrée 22/06/05	1105	63.5
Abattement	85 %	94 %

entre l'effluent de lavage entrant et l'effluent sortant du lit, montre une efficacité de 85 % sur la DCO et de 94 % sur la DBO5. Ces résultats sont plus que satisfaisants pour ces types d'installation et d'effluents.

#### • Les substances actives phytosanitaires

L'évolution de la concentration des trois molécules phytosanitaires utilisées par le domaine de Mont Redon, entre l'entrée et la sortie du lit de roseaux, indique la dégradation de ces molécules par le filtre planté de roseaux.

En sortie du lit, on ne retrouve aucun des produits présents dans les eaux de lavage. A chaque fois, la limite de quantification est atteinte et aucun résidu n'est décelé. Le rendement d'épuration est donc de l'ordre de 100 %.

Les résultats d'analyses des molécules introduites artificiellement dans le lit montrent également un fort taux d'abattement. La carbendazime et l'endosulfan ne sont plus retrouvés à la limite de quantification, dès le premier prélèvement effectué en sortie du lit, un mois après ajout, ni dans les autres prélèvements par la suite. Le cyproconazole se retrouve encore dans les effluents de sortie un à deux mois après ajout (traces de l'ordre de 0,07 mg/l). Toutefois, cette molécule n'est plus présente dans les effluents à chaque fin de campagne. Le taux d'abattement est donc voisin de 100 % pour ces trois molécules.

#### • Les tests d'écotoxicité

Ces tests permettent de compléter les paramètres analytiques et témoignent de l'impact biologique global de l'effluent.

# Traitement des effluents de pulvérisation

## Suivi d'un dispositif biologique : les lits de roseaux

	L2	L3	T4 (T3 + 3 mois)	L4	T5 (T3 + 3 mois)
	30 mai 06	14 juin 06	5 juillet 06	27 juillet 06	1 septembre 06
	effluent entrée	effluent entrée	effluent sortie	effluent entrée	effluent sortie
algues CE 50 (%)	7,3	3,7	56,2	0,07	NC
daphnies CE 50 (%)	1,29	0,14	80,2	0,06	> 90

**CE 50 = Concentration Efficace initiale immobilisant 50 % des daphnies ou des algues en 24 h.**

d'après le laboratoire, il est considéré	CE 50 > 90 %	pas toxique
	90 % > CE 50 > 10 %	peu toxique
	10 % > CE 50 > 1 %	toxique
	CE 50 < 1 %	très toxique

tableau 2

### Tests d'écotoxicité daphnies et algues (CE 50)

Ils sont réalisés sur les effluents en entrée et en sortie du lit de roseaux.

— Des tests de toxicité aiguë par inhibition de la mobilité de *Daphnia magna* selon la norme AFNOR NF EN ISO 6341.

— Des essais d'inhibition de la croissance des algues vertes unicellulaires, selon la norme NF T 90-375 ou NF ISO 8692.

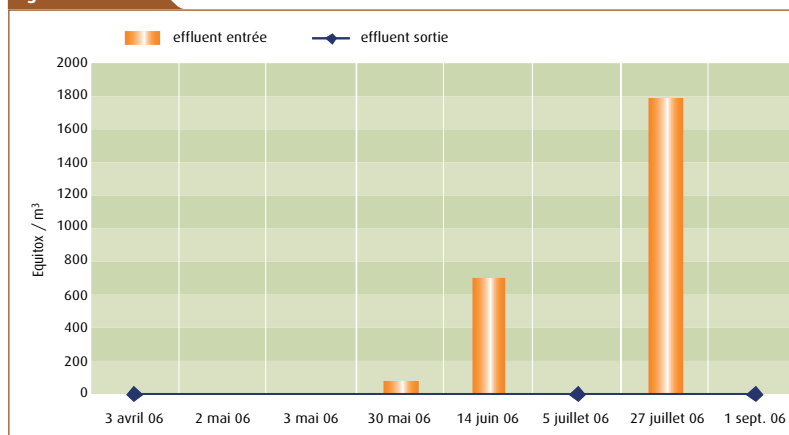
Le test daphnie permet de déterminer la concentration qui, dans les conditions standard, inhibe la locomotion de 50% des individus d'une population de jeunes daphnies en 24h (CE 50).

La charge polluante est très forte en entrée du lit de roseaux, puis, diminue très significativement en sortie du filtre planté. Par exemple, pour les eaux de lavage du 30 mai, seulement 1,29 % de l'effluent initial inhibe 50 % de la population de daphnies. En sortie du lit de roseaux, début juillet, cette pollution est nettement moins présente. En effet, 80 % de l'effluent final sont alors nécessaires pour inhiber 50 % de la population.

Globalement les CE 50 en sortie du lit de roseaux sont considérées comme peu ou pas toxiques pour l'environnement (tableau 2).

### Teneur en Equitox des eaux en entrée et sortie du filtre planté

figure 6



Afin de faciliter la lecture, les résultats sont également calculés en Equitox (Eq). L'Equitox est l'unité de mesure, définie par les Agences de l'eau, dans le cadre du calcul de la redevance de pollution de l'eau des industriels. Il correspond au pouvoir inhibiteur de 1 m<sup>3</sup> d'eau (ou ici d'effluent) dans lequel 50 % des daphnies sont immobilisées après 24 heures. Ce paramètre, inverse de la CE 50, est souvent repris dans la réglementation, pour qualifier les flux de pollution.

De très fortes valeurs d'Equitox sont observées en entrée du lit de roseaux (714 et 1786 Eq), ce qui montre un effet toxique significatif de l'effluent brut. Ces valeurs, mesurées sur les effluents en sortie du lit ne sont plus que de 1 (aucun effet toxique). A la fin de la campagne de traitement 2006, l'effluent en sortie du filtre planté de roseaux ne présente aucune toxicité pour l'environnement (figure 6).

### • Soufre

La quantité de soufre relevée le 5 juillet 2006 en sortie de lit est importante, de l'ordre de 1,17 g/l. Une quantité de soufre trop importante peut altérer les roseaux. Elle peut provoquer une coloration noire et une forte odeur de H<sub>2</sub>S (œuf pourri) dans l'effluent sortant du lit de roseaux. Pour tenter de pallier ce problème, l'installation d'une recirculation de l'effluent a été nécessaire à chaque début de campagne.

L'observation des roseaux n'a montré aucune intoxication. Aucune perte de roseaux n'a été signalée.

### • Cuivre

Le cuivre est un élément minéral qui n'est pas dégradé par les procédés biologiques. Il peut donc s'accumuler au sein de la matrice solide. La norme pour l'épandage est de 1000 mg Cu/kg de terre. D'après les calculs effectués au cours d'une précédente étude (Viat, 2004), à partir des programmes de traitements du Château, cette limite devrait être atteinte dans 36 ans, avec une progression de 29 mg/kg par an. La quantité de cuivre relevée dans le substrat en 2005 est de 82,7 mg/kg. Ces résultats confirment les calculs effectués qui prévoyaient pour 2005 une concentration de 87 mg/kg.

## CONCLUSIONS

Au vu de ces premiers résultats, le système par filtre planté de roseaux semble être une solution intéressante pour le traitement des effluents phytosanitaires. C'est un procédé facile à mettre en œuvre et particulièrement intéressant en terme de coût de fonctionnement. Il présente, en outre, d'autres intérêts par rapport au lit biologique :

- pas de retournement du substrat. En effet, les rhizomes des roseaux limitent le compactage du substrat et contribuent à des échanges gazeux favorables à l'activité bactérienne.

- La bonne intégration du dispositif dans le paysage et sa valorisation en terme d'image lors des visites de l'exploitation viticole.

Le fonctionnement en mode « zéro rejet » est simple et assure de ne rien rejeter dans l'environnement. Le rendement épuratoire pour les substances actives utilisées par le domaine ainsi que pour celles rajoutées artificiellement dans le lit est de l'ordre de 100%. L'abattement constaté peut être dû à la dégradation des molécules ou à leur adsorption sur le substrat du lit. Cependant, les tests d'écotoxicité réalisés au cours de l'étude, montrent que, dans le cas d'un rejet, celui-ci n'est pas toxique pour l'environnement. La présence de cuivre dans le substrat reste dans des proportions prévues. Elle n'est donc pas inquiétante dans un avenir proche.

Le fonctionnement, avec un faible niveau d'eau dans le lit, nous montre que les *Phragmites Australis* sont peu sensibles à la contrainte hydrique. De surcroît la forte teneur en matière organique apporte une bonne rétention d'eau assurant la bonne tenue de la végétation, avec un niveau plus bas. Laisser le niveau d'eau baisser aère aussi le support graveleux et réoxygène le milieu, ce qui n'est pas à négliger pour les performances épuratoires.

La couverture du lit est utile et s'avère tout de même intéressante afin de mieux gérer les flux entrants et faciliter la gestion de ce mode de fonctionnement. Au vu du bilan hydrique de cette année, le dimensionnement du lit (50 m<sup>2</sup>) correspond bien au volume d'effluent traité (22,3 m<sup>3</sup>).

Compte tenu de ces résultats, il est envisageable, pour la suite, de faire fonctionner le lit de

roseaux à son niveau maximum, et de laisser ce niveau évoluer en fonction des ajouts.

Quelques inconvénients peuvent être signalés :

- La mise en œuvre de ce type de procédé biologique extensif nécessite un investissement initial.

- Les herbicides ne peuvent pas être traités par ce système.

- Les effluents traités au cours de cette étude étaient faiblement concentrés, du fait de l'optimisation du rinçage à la parcelle. L'efficacité du procédé sur des effluents bruts, avec une charge polluante plus importante, reste à vérifier.

- Il reste également à prendre en compte l'analyse des roseaux après faucardage. En effet, si les roseaux ne sont pas toxiques, il sera possible de les broyer pour les épandre. Mais dans le cas contraire, ils devront être envoyés dans une usine de traitement des déchets spécifiques.

Une procédure de validation des protocoles a été mise en place par le ministère de l'écologie, associée à un suivi expérimental de trois années. Par conséquent, ce système ne peut pas prétendre actuellement à une reconnaissance. Des expérimentations complémentaires sont à mener pour finaliser sa validation.

## REMERCIEMENTS

Cette étude a été conduite grâce à la collaboration de Mr Jean Abeille, propriétaire du Château Mont Redon et au soutien financier de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse.

## BIBLIOGRAPHIE

- Abissy M., Mandy L. 1999. *Utilisation des plantes aquatiques enracinées pour le traitement des eaux usées urbaines : cas des roseaux, épuration par lit de roseaux des eaux urbaines*. Ed. Rev. Sci. Eau, pp. 235-315.
- Barriuso E. 2004. *Estimation des risques environnementaux des pesticides*. Ed. INRA.
- Brissaud F., Lazarova V. 2005. Intermittent filtration of bacteria and colloids in porous media, *Water Resour.*, vol. 41.
- Coulon T. et Grinbaum M., 2006. Caractérisation et maîtrise quantitative des effluents de pulvérisation, facteurs de pollution : l'exemple de la viticulture. *Rhône en V.O. de la vallée du Rhône*, Ed. Institut Rhodanien.
- Herbst M., Kappen L., 1999. The ratio of transpiration versus evaporation in a reed belt as influenced by weather conditions, *Aquat. Bot.*, vol. 63, pp. 113-125.
- ITV France, 2003. *Fiches thématiques Gestions des reliquats de pulvérisations*, Groupe de travail ECOPULVI.
- ITV France, 2005. *Cahier itinéraire « Bonnes pratiques de manipulation des produits phytosanitaires en viticulture »*.
- Jamet P. et al., 1988. *Aspects méthodologiques de l'étude de l'adsorption et de la désorption des herbicides dans le sol*, Proc EWRS Symp. Factors affecting herbicidal activity and selectivity.
- Kao et al., 2001. *Evaluation of atrazine removal processes in a wetland*, Ed. Water sc; and Tec., vol 44, 11-12pp, p 539-544.
- Ralf Schulz Peall SKC. Dabrowski JM., Reinecke AJ., 2001. *Current use insecticides, phosphates and suspended solids in the Lourens River, Western Cape, during the first rainfall event of the wet season*, Ed. Water SA., vol. 27, n° 1.
- Raoul C., Barriuso E., Bedos C., Benoît P., 2005. *Les pesticides dans les sols. Conséquences agronomiques et environnementales*, Ed. France agricole.
- Rochard J., 2005. *Traité de viticulture et d'œnologie durable*, Ed. Avenir œnologie.
- SINT, 1999. *Document des données techniques du lit de roseaux* ([www.sint.fr](http://www.sint.fr)).
- Topp. Valleys T., Soulas G., 1997. Pesticides : microbial degradation and effects on microorganisms, *Modern Soil microbiology*, chapter 18, pp.547-575.
- Viat J., 2004. *Le traitement des effluents de pulvérisation viticoles par des procédés biologiques extensifs*, Rapport de fin d'étude. Stage Ingénieur ESIGEC option Génie de l'environnement.