

Évaluation des traitements de boues d'épuration par lits de roseaux

Application aux boues vinicoles



Qualité & Environnement

Sous la direction de
Joël Rochard
Expert Environnement
ITV France

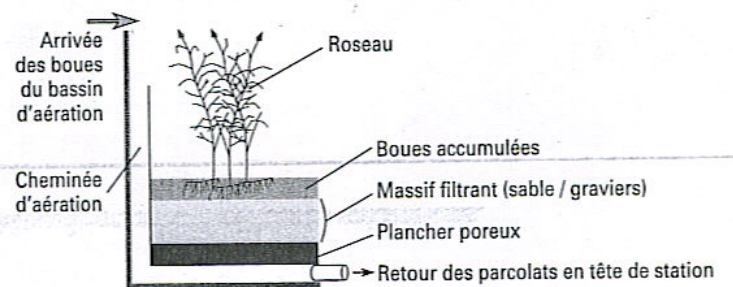
Z. Arnau, E. Emereau-Bodet, M. Pidoux, S. Khaldi & F. Jourjon
Laboratoire GRAPPE - ESA Angers - France.

Introduction

Au même titre que les activités industrielles, les activités vinicoles sont soumises à la réglementation liée à la protection de l'environnement et notamment à la préservation du milieu aquatique. La gestion ou l'élimination des déchets est donc impérative pour l'entreprise vinicole. Le laboratoire GRAPPE (Groupe de Recherche en Agro-industrie sur les Produits, les Procédés et leur Environnement) de l'ESA à Angers a su prendre en charge ce problème et a proposé de combiner son expérience sur les effluents vinicoles et sur le traitement des boues pour étudier l'amélioration du traitement biologique des boues vinicoles. En effet, le traitement par filtres plantés de roseaux *Phragmites australis* connaît depuis plusieurs années un développement croissant dans le domaine de l'épuration des eaux usées domestiques. Son aspect de technologie rustique et son intégration à l'environnement incite à l'adapter non seulement aux effluents mais aussi aux boues vinicoles. Les lits de roseaux sont des procédés très simples qui essaient d'imiter un processus naturel, communiquant ainsi une image « verte » et généralement bien acceptés, bien qu'il existe toujours des craintes liées au peu de recul que l'on a sur la méthode qui freinent le développement du système.

L'étude menée par le laboratoire Grappe en 2000 et 2001 comprend une première partie qui traite des lits de roseaux en général, et une deuxième partie qui étudie leur

■ Figure 1: Coupe d'un lit de roseaux.



application à l'épuration des boues vinicoles. Les objectifs en étaient les suivants :

- Compréhension du processus d'épuration des lits de roseaux
- Étude des limites du système, notamment le risque de repousse des roseaux en cas d'épandage des boues traitées
- Étude et adaptation des lits pour l'épuration des boues vinicoles

Méthodologie

Afin de comprendre l'intérêt du procédé sur le plan technique, économique et environnemental, nous avons donc commencé par l'étude du processus d'épuration des boues urbaines par des lits de roseaux.

Étude des lits de roseaux (figure 1)

Pour pouvoir appliquer le système à l'épuration des boues vinicoles, une bonne connaissance du procédé est impérative. Nous avons donc commencé par faire une synthèse bibliographique et par rencontrer des acteurs pour comprendre le fonctionnement général. Ces rencontres ont servi à faire un recensement de l'ensemble des préoccupations lors

de l'implantation du système. Une analyse des principales réticences a été effectuée afin de savoir si elles étaient fondées ou pas. L'analyse a été effectuée de la façon suivante :

• Analyse des nuisances olfactives

En effet, les odeurs constituent le premier motif de plainte, voire de refus de l'épandage de boues (CTP, 2000). Le nouveau système de traitement des boues résout-il le problème ?

L'acceptabilité des boues est évaluée par comparaison avec d'autres boues issues de différents systèmes de traitement de boues. Le protocole utilisé suit la norme AFNOR relative aux tests hédoniques. L'expérience, du type « test consommateur » a été faite au sein d'un laboratoire d'évaluation sensorielle. Les paramètres évalués étaient : l'appréciation hédonique de l'odeur et son intensité.

• Étude des repousses des rhizomes lors de l'épandage des boues

Après le traitement des boues dans les lits de roseaux, l'épandage est la solution la plus sou-

vent adoptée. Les boues issues du curage des lits comportent des rhizomes de roseaux susceptibles de se développer et d'entrer en compétition avec les plantes cultivées, ce qui pourrait mettre en cause la possibilité de valoriser les boues par épandage. En 2000 et 2001, le laboratoire a donc mené une étude sur l'effet de l'humidité des rhizomes et du sol sur la repousse des roseaux.

L'effet de l'humidité des rhizomes a été mesuré en plaçant des rhizomes de *Phragmites australis* qui ont subi différents niveaux de dessiccation dans des conditions favorables à leur développement. Les rhizomes ont été déshydratés à l'air libre, les témoins ont été plantés directement après leur prélèvement. Pour l'étude de ce facteur, deux modalités ont été créées :

- Humidité moyenne de 68 % ;
- Humidité moyenne de 23 % (et écart type de 4,32).

Afin d'obtenir le seuil d'humidité du sol à partir duquel les rhizomes ne sont plus capables de repousser nous avons créé quatre niveaux d'humidité du substrat distincts, maintenus constants pendant toute la durée de l'expérimentation :

- Humidité du sol > 70 %
- Humidité du sol de 60 % à 70 %
- Humidité du sol de 50 % à 60 %
- Humidité du sol de 37 % à 12 % (pas d'apport d'eau pendant toute l'expérimentation).

La repousse des roseaux a été mesurée selon trois critères : le nombre et la hauteur des pousses formées, ainsi que le nombre de

feuilles développées en un mois et demi.

Application des lits de roseaux au traitement des boues vinicoles

• Caractérisation de la boue avant et après traitement

Les observations réalisées sont représentées à la **figure 2**. Les analyses de la boue fraîche ont pour but sa caractérisation, afin de concevoir la plante pilote par rapport aux caractéristiques de la boue. Les analyses des lixiviats nous donneront le pouvoir d'épuration des lits. La boue traitée est généralement valorisée en agricul-

ture. Il conviendra donc d'étudier leur valeur agronomique surtout selon leur teneur en éléments fertilisants (N-P-K) mais aussi en éléments métalliques, notamment le cuivre, car les lits de roseaux sont susceptibles d'accumuler les métaux lourds (Zwara, 2000). L'observation des pourcentages de matière sèche et minérale de la boue traitée nous apportera des données sur l'évolution de la boue vinicole lors de son traitement. Les boues utilisées sont des boues issues du stockage aéré des effluents vinicoles.

Les analyses du pH, de la matière sèche (MS), de la matière volatile

(MV), de la matière en suspension (MES), de la demande chimique en oxygène (DCO) et de la flore microbienne sont faites selon les méthodes normalisées, tandis que pour les ions des méthodes approximatives de diagnostic rapide sont utilisées.

• Construction d'un essai pilote et analyse des résultats

Le pilote a la structure basique des lits de roseaux (**figure 1**) utilisés dans les stations d'épuration. Il est composé de deux bacs d'un mètre de diamètre. Les deux bacs ont la même structure et recevront la même charge de boues. Les bacs permettent de récupérer les lixiviats à la sortie.

L'apport de boue est effectué par cycles, alternant les périodes d'alimentation avec les périodes de repos, comme le conseille Liénard (1999), afin d'optimiser les résultats des lits. La charge en MES par m² et par jour augmente progressivement de 30 g par m² et par jour à 130 g par m² et par jour.

aider à diminuer les nuisances de ces boues par rapport aux boues de silos (Emereau et al, 2001).

• Repousses des rhizomes

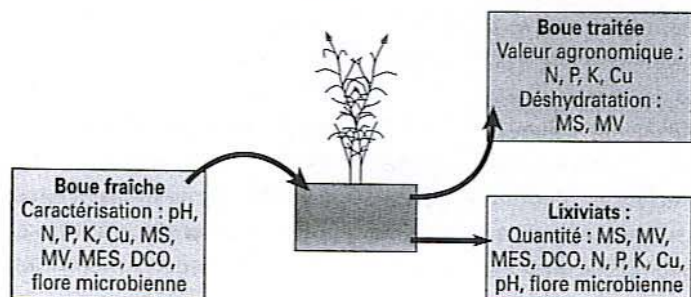
À partir de l'expérimentation en conditions contrôlées, nous avons pu démontrer que l'humidité des sols cultivés non hydromorphes, généralement inférieure à 40 % (humidité pondérale) limite le développement des roseaux: seules quelques pousses apparaissent, ce qui ne pose pas de problèmes de concurrence avec les cultures en place. Nous avons pu démontrer aussi que la déshydratation des rhizomes à un niveau de 23 % d'humidité réduit considérablement l'aptitude des rhizomes à générer de nouvelles pousses: seules quelques pousses sont apparues sur les sols d'humidité supérieure à 50 %. Les résultats les plus significatifs apparaissent dans les **figures 3 et 4** (Emereau et al, 2002).

• Concernant l'application de la méthode au traitement des boues vinicoles

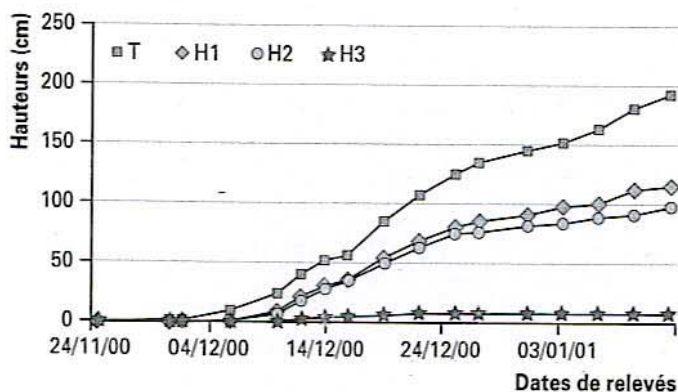
On peut dire en résumé: La boue traitée atteint des niveaux de siccité et de minéralisation plus élevés que ceux obtenus dans les stations d'épuration, mais cela peut être dû au fait que la charge polluante n'a pas été maximale dès le début. La boue traitée montre une réduction de l'azote kjeldhal de 38 %, ce qui correspond à une très bonne activité microbienne. L'azote ammoniacal a presque disparu dans la boue traitée, pour se transformer en nitrates grâce à une bonne oxygénation des bassins. Les taux de nitrates dans la boue traitée et les lixiviats sont très élevés, ce qui peut aider à valoriser la boue comme engrais mais peut poser des problèmes de gestion des lixiviats (**tableau 1**).

Comme on peut le constater dans le tableau, la concentration de cuivre est presque la même dans la boue fraîche et dans la boue traitée. Le cuivre n'est pas évacué

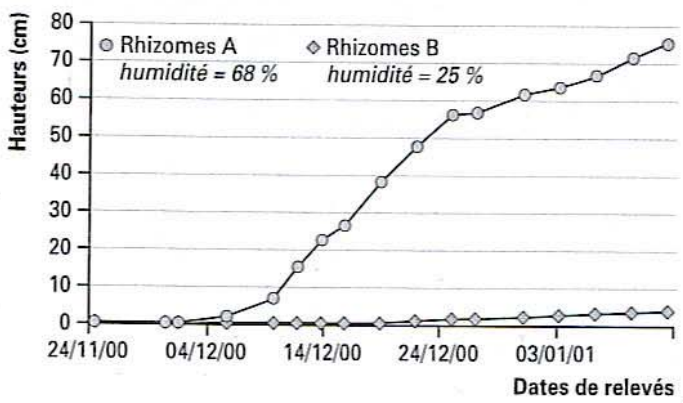
■ Figure 2: Analyses effectuées.



■ Figure 3: Somme des hauteurs de tiges par essai selon l'humidité de sol.



■ Figure 4: Somme des hauteurs de tiges par essai selon deux humidités de rhizomes.



Résultats

Les lits de roseaux apparaissent comme une solution intéressante pour stocker et traiter les boues des petites collectivités. Les performances en matière de diminution de volume initial sont intéressantes: les boues en sortie n'excèdent pas 10 % du volume initial.

Les inquiétudes mentionnées ne semblent pas fondées:

• Nuisances olfactives

À partir des tests réalisés, nous observons que les boues chaudes apparaissent comme les plus nuisibles sur le plan olfactif. Les odeurs des boues issues des lits de roseaux et de silos sont jugées comme acceptables. On ne peut pas distinguer une boue de l'autre. Le temps de stockage des boues semble cependant être un paramètre important pour la maîtrise des odeurs émises par ces boues. Une durée de stockage plus longue dans le cas d'un traitement par lits de roseaux pourrait donc

dans les lixiviats ni retenu par les plantes, ce qui confirme l'effet accumulateur des lits de roseaux (Arnaud, 2001). Les lixiviats ont des valeurs de MES et de DCO (51 et 72 mg/l respectivement) inférieures aux valeurs limites de rejet établies à l'arrêt du 15 mars 1999 (100 mg/l de MES et 300 mg/l de DCO; CIVC, 1999).

Les analyses de la flore microbienne permettent de voir que les lits de roseaux ont aussi une fonction de filtres pour certaines bactéries, comme par exemple pour *E. coli*, présente dans la boue utilisée mais pas dans les lixiviats. Le nombre de levures et de moisissures est diminué de deux puissances de 10, et la flore totale d'une seule puissance. À partir des données obtenues, nous avons essayé de proposer les dimensions des bassins de traitement pour des boues issues du stockage aéré des effluents vinicoles. Nous appuyant aussi sur les propositions d'extractions des boues des fabricants des dispositifs de stockage aéré (Vaslin Bucher), sur les indications d'A. Liénard (1999) et sur les études sur la production d'effluents vinicoles réalisées au laboratoire GRAPPE (Jourjon et al., 1998), on arrive à une surface nécessaire de $1,43 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ pour un litre de vin produit.

Conclusion

Une fois écartées les principales craintes liées à l'utilisation de ce

système et étudiées les performances techniques pour le traitement des boues vinicoles, on peut considérer ce système de traitement comme un système performant de déshydratation et de stockage des boues.

En effet, la méthode est simple et facilement acceptable, nécessite peu de manutention et ne pose pas de gros problèmes liés aux odeurs. Les résultats obtenus du traitement des boues issues du stockage aéré des effluents vinicoles font de ce système une alternative valable pour la déshydratation de ces boues. Il est capable de donner une boue traitée presque solide, facile à manipuler, de bonne qualité agronomique (les concentrations de cuivre restant à surveiller). Les repousses ne posent pas de problèmes si l'on veut épandre la boue finale, et il permet aussi le compostage ou l'incinération (en dernier ressort).

Les lixiviats obtenus sont généralement de bonne qualité. Il faut cependant surveiller les niveaux de nitrates, les lits y étant très perméables. Malgré sa simplicité technique, il faut en outre tenir compte du coût d'investissement, paramètre non négligeable dans le choix du système. ■

NDLR: Les références bibliographiques concernant cet article sont disponibles sur simple demande auprès de la Revue des Œnologues.

- Par courrier: joindre une enveloppe affranchie, avec les références de l'article
- Sur internet: www.oeno.tm.fr

■ Tableau 1

	Boue vinicole fraîche	Boue vinicole traitée	Lixiviats
MES mg/l	6300 mg/l	/	51 mg/l
DCO mg/l	6500 mg/l	/	72 mg/l
Azote Kjeldhal mg/l	500 mg/l ou 64666 mg/kg MS	25000 mg/kg MS	40 mg/l
Ammonium mg/l	7 mg/l ou 933,3 mg/kg MS	10,27 mg/kg MS	3,14 mg/l
Nitrates mg/l	35 mg/l ou 4666,6 mg/kg MS	1280 mg/kg MS	700 mg/l
Phosphore mg/l	50 mg/l ou 6666,6 mg/kg MS	730 mg/kg MS	5,5 mg/l
Potassium mg/l	100 mg/l ou 13333 mg/kg MS	860 mg/kg MS	< 250 mg/l
Cuivre mg/l	5 mg/l ou 133,3 mg/kg MS	100 mg/kg MS	< 5 mg/l

Traitement des boues par lits de macrophytes - Château de Montgueret, Neuil-sur-Layon (49)

D'après J.-N. Cronier, responsable traitement des eaux, Vaslin-Bucher et D. Grellier, œnologue du domaine.

Description de la cave

- Volume vinifié: 7500 hl,
- Volume d'effluents traités: 8000 m³
- Volume de stockage de la cuve de stockage: 10 000 m³
- Surface du filtre à sable: 50 m²
- Surface de filtre à roseaux: 30 m²

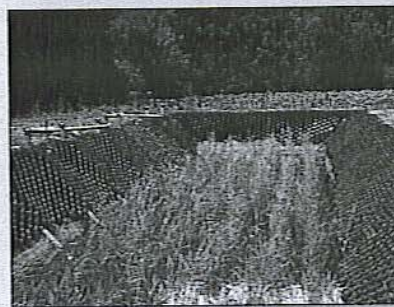


Photo d'un massif de lits de roseaux (source ESA).

L'installation du traitement des boues par lits plantés de roseaux a été mise en place en 2002. Le traitement des effluents du domaine est réalisé grâce au procédé « Cascade » de chez Vaslin-Bucher. Après dégrillage, les effluents sont stockés dans un bassin où ils sont brassés et aérés par un hydroéjecteur. L'aération forte permet le développement de microor-

ganismes qui vont consommer une grande partie de la matière organique de l'effluent. Puis après passage dans un décanteur, l'effluent clarifié est envoyé sur un massif de silice, tandis que les boues vont retourner dans le bassin d'aération. En sortie de massif de silice, la DCO mesurée est inférieure à 125 mg/l, l'effluent ainsi dépollué est rejeté dans le milieu naturel.

Pour ce type de traitement par stockage aéré, la quantité de boues représente environ 3 % du volume des effluents épurés. Les boues s'accumulent ainsi dans le bassin de stockage en attendant d'être traitées pendant la période estivale. Les boues obtenues grâce à ce procédé sont assez liquides (densité: 30 g MS/L). La superficie du massif de roseaux est de 30 m², et représente une capacité de 45 m³.

Durant toute la période de vinification et mise en bouteille, c'est-à-dire pendant neuf à dix mois de l'année, les boues vont être stockées dans le bassin d'aération, et ceci jusqu'à ce que la minéralisation soit satisfaisante. En été, le bassin est presque vide, il reste essentiellement les boues.

Les boues sont envoyées régulièrement, à raison d'un mètre cube à chaque injection sur le massif de roseaux. Les roseaux vont permettre la déshydratation des boues. La boue quasiment solide reste en surface des macrophytes, tandis que le filtrat retourne dans le bassin d'aération. Les boues se concentrant par gravité pendant la période hivernale jusqu'à une densité d'environ 300 g MS/L.

Le seul entretien du bassin consiste à s'assurer qu'il est toujours humide (environ 10 à 15 cm en surface). Le curage des lits de roseaux est à envisager lorsque la hauteur des boues sur les roseaux est trop importante. Compte tenu que le rapport volume des boues épaissies - volume des effluents est inférieur à 3 ‰, le curage est peu fréquent.

Le massif du Château de Montgueret est relativement récent et n'a donc pas encore été curé; le curage sera probablement à envisager dans les trois ou quatre ans à venir. Les boues pourront être épandues ou prises en charge par une entreprise de retraitement.

Ce procédé « rustique » de concentration des boues est naturel et biologique, il présente l'avantage de ne pas colmater contrairement à d'autres filtres (filtre sur sable). L'entretien d'un tel massif est peu contraignant. Par ailleurs, il présente un côté « esthétique » permettant une intégration paysagère compatible avec la proximité du caveau et l'accueil de clients.