Procédés de traitements des effluents de cave adaptés au secteur des vins biologiques : état des lieux et perspectives / Processes for wineries wastewater adapted to the sector of the biological wines: Prospect and inventory of fixtures

Joël Rochard

IFV (Institut Français de la Vigne et du Vin), 17 rue Jean Chandon Moët, 51200 Epernay, France

Résumé. Au-delà des itinéraires viticoles et œnologiques, la viticulture biologique doit également s'intéresser aux différents aspects de la viticulture durable concernant notamment le traitement des effluents de cave, avec une approche écologique. Parallèlement à la performance d'épuration, le traitement des effluents doit intégrer différentes orientations écologiques : faible consommation d'énergie et limitation des déchets (boues) de plus en plus difficile à gérer par voie agronomique. En complément, en liaison avec le concept d'éco-œnotourisme, une intégration harmonieuse de dispositif peut être envisagée, qui associe à la fois une limitation des nuisances olfactives et sonores, une valorisation paysagère et de la biodiversité ainsi qu'éventuellement une réutilisation des eaux traitées pour l'irrigation. Les techniques de lits ou massifs plantés ont prouvé leur efficacité dans le domaine de l'épuration des effluents d'origine domestique. Leur application aux effluents de cave qui fait l'objet de différentes recherches depuis plusieurs années, permet de valoriser l'environnement esthétique et écologique de la cave. L'objectif de la communication est de présenter le principe de l'épuration par lit planté de roseaux avec les différentes mises en œuvre envisageable au niveau des caves.

Abstract. Beyond the wine and oenological routes, the biological viticulture must also be interested in the various aspects of the durable viticulture relating to the liquid waste processing in particular of cellar, with an ecological approach. Parallel to performance of purification the liquid waste processing must integrate various ecological orientations: low energy consumption and limitation of waste (muds) increasingly difficult to manage by agronomic way. In complement, in connection with the concept of eco-wine tourism, a harmonious integration of device can be considered, which associates at the same time a limitation of smell pollutions and sound, a landscape and biodiversity valorization and possibly a re-use of the water treated for the irrigation. The techniques of beds or planted solid masses proved their effectiveness in the field of the purification of the effluents of domestic origin. Their application to the effluents of cellar which has been the object of various research for several years, makes it possible to develop the esthetic and ecological environment of the cellar. The objective of the communication is to present the principle of purification by planted bed of reeds with the various implementations possible to the level of the cellars.

1. Introduction

Issu d'un mouvement idéologique né au début du 20^{ème} siècle, l'agriculture et la viticulture biologiques s'appuient sur un lien étroit entre agriculture et nature, privilégiant les équilibres biologiques entre la plante cultivée et son environnement, le respect des rythmes naturels et excluant les produits de synthèse. Au-delà des itinéraires viticoles et œnologiques, la viticulture biologique doit également s'intéresser aux différents aspects de la viticulture durable concernant notamment le traitement des effluents de cave, avec une approche écologique.

Les rejets issus des pressoirs et des caves sont susceptibles de perturber l'équilibre biologique des rivières en particulier pendant la période des vendanges. En effet, les éléments organiques issus des activités vinicoles génèrent, dans un milieu aquatique, le développement de micro-organismes qui puisent l'oxygène dissous au détriment de la faune piscicole.

Les effluents de cave (0,5 à 5 litres/litre de vin) sont de nature organique (DCO de 5 à 30 g/litre) et sont rejetés majoritairement pendant la période de vendanges (2 à 8 semaines). Le traitement a généralement pour objectif, selon la réglementation locale de réduire la pollution un niveau de 125 à 300 mg de DCO par litre.

La lutte contre la pollution dans le domaine vinicole repose sur deux démarches complémentaires. En amont, une adaptation du processus d'élaboration doit être mise en œuvre pour réduire la charge polluante et assurer une gestion optimale de l'eau. En aval, le traitement des effluents de cave réalisé individuellement ou collectivement, peut être envisagé avec plusieurs techniques : évaporation, épandage, dispositifs biologiques [1,2].

Jusqu'à présent, les procédés de traitement les plus utilisés étaient basés sur des développements technologiques de procédés aérobies et dans une moindre

Figure 1. Comparaison d'une zone humide naturelle par rapport à un dispositif artificiel. Source Blueset.

Figure 2. Rôle épurateur des zones humides. Source: Les zones humides un patrimoine à préserver agence de l'eau RMC/ Région Rhône-Alpes.

mesure anaérobies. Les recherches actuelles ont pour objectif d'intégrer les orientations de développement durable dans le fonctionnement du dispositif de traitement. Le traitement des effluents doit intégrer différentes orientations : faible consommation d'énergie et limitation des déchets (boues) de plus en plus difficile à gérer par voie agronomique. En complément, en liaison avec le concept d'éco-oenotourisme, une intégration harmonieuse de dispositif peut être envisagée, qui associe à la fois une limitation des nuisances olfactives et sonores, une valorisation paysagère et éventuellement de la biodiversité. Bien évidemment, la gestion optimale de l'eau en amont s'impose afin de faciliter le traitement et dans une perspective de raréfaction de la ressource dans de nombreuses régions en liaison avec les changements climatiques.

L'épuration par le sol est un mécanisme utilisé depuis longtemps, notamment la technique d'épandage des effluents. L'épandage des effluents de cave est souvent utilisé sur des terrains agricoles ou de manière plus intensive sur des zones plantées avec des espèces à fort potentiel de développement végétatif (saule, bambou, eucalyptus).

Une autre approche consiste à utiliser le principe d'épuration naturelle des zones humides lié à des plantes dotées d'un fort potentiel racinaire, adaptées à des alternances de conditions sèches et humides [3]. Certaines de ces plantes (roseaux/*Phragmites Australis*) assurent parallèlement un transfert d'oxygène dans le sol par l'intermédiaire de la tige (Fig. 1).

Les filtres plantés de roseaux (ou «constructed wetlands») se classent parmi les filières de traitement biologique basées sur le principe de l'infiltration – percolation. Ce procédé reproduit la dynamique autorégulatrice d'un véritable écosystème : il comprend les interactions vivantes entre différentes espèces de bactéries, les racines des macrophytes, le substrat, l'air, le soleil, l'eau (Fig. 2).

Les techniques de lits ou massifs plantés ont prouvé leur efficacité dans le domaine de l'épuration des effluents d'origine domestique. Leur application aux effluents de cave a fait l'objet de différentes recherches depuis plusieurs années.

Figure 3. Inflorescence et vue en coupe d'un roseau (*Phragmites Australis*).

2. Principe du dispositif par lit planté de roseaux

Le processus reproduit d'une certaine manière le processus naturel d'épuration de l'eau dans les marais dans lesquels les eaux usées sont naturellement préfiltrées et débarrassées des particules solides, puis subissent des traitements naturels physiques, chimiques et surtout biologiques favorisés par des plantes aquatiques ayant au final pour effet de dégrader les matières organiques, de transférer vers les feuilles les composés métalliques, de filtrer et de réduire sensiblement les germes pathogènes des eaux usées.

La présence des végétaux induit de façon indirecte un certain nombre de mécanismes favorisant l'épuration : maintien de la structure du massif, apport d'oxygène dans le milieu filtrant et développement de la flore bactérienne.

Le massif filtrant est installé dans un bassin d'une profondeur généralement comprise entre 50 et 70 centimètres étanchéifié le plus souvent par une géomembrane pour éviter que l'eau non encore traitée ne s'infilte dans la nappe phréatique.

Pour le traitement d'eaux usées domestiques, le dimensionnement standard est de 1.5 m² par habitant soit environ 60 g DCO/m².j. Concernant les effluents vinicoles, compte tenu de la forte variabilité de la caractéristique des effluents selon les caves, le calcul de surface est à établir au cas par cas en fonction du type de mise en œuvre de ce procédé.

Les plantes aquatiques, et particulièrement les roseaux (Fig. 3) possèdent un tissu particulier permettant le transfert d'oxygène depuis les parties aériennes (tiges et feuilles), vers les parties souterraines : il est libéré au niveau des jeunes racines dans le film aqueux entourant le «chevelu racinaire» (Fig. 4). Les bactéries épuratrices présentes à proximité de ces racines sont ainsi alimentées en oxygène.

L'exploitation des capacités épuratoires des massifs filtrants plantés peut être mise en œuvre de deux façons :

- Soit par **infiltration de l'eau verticalement** dans des sols plantés de macrophytes et généralement drainés (filtre à flux vertical ou filtre vertical).

Le lit à flux vertical (Figs. 4 et 5) est un sol artificiel constitué de plusieurs couches de matériaux granulaires superposées dans lequel se développent les rhizomes. Pour favoriser l'oxygénation du filtre, les eaux à traiter sont injectées de manière séquentielle dans un réseau d'épandage placé à la surface du massif. Le réseau

Figure 4. Principe d'un lit planté vertical d'après J. Rochard.

Figure 5. Principe du lit planté vertical.

d'alimentation se trouvant en charge à chaque bûche, l'effluent est réparti de façon régulière, évitant ainsi la formation de zones de saturation.

Les effluents percolent par gravité jusqu'à des drains au fond du bassin et sont ainsi évacués en partie basse du système. Les tiges, par leurs oscillations, sous l'effet du vent maintiennent à leur base un anneau libre qui facilite la circulation hydraulique dans le massif et réduit le colmatage notamment lorsque les effluents sont très chargés en matière en suspension.

Le temps de séjour assez court et l'alimentation séquentielle préviennent la saturation, permettent l'aération du massif et favorisent les phénomènes de dégradation aérobies.

- Soit par **circulation de l'eau** dans la rhizosphère des macrophytes par cheminement horizontal sous la surface du sol (filtre horizontal).

Le lit à flux horizontal (Fig. 6) est un sol artificiel dont les granulométries sont échelonnées en barrières filtrantes selon un vecteur horizontal. Les eaux à traiter, injectées à l'une des extrémités du lit filtrant, pénètrent horizontalement dans la structure puis sont évacuées par drainage à l'autre extrémité.

L'alimentation est, en général, réalisée en continu, de manière à saturer en permanence les matériaux.

Seule une faible aération de surface, complétée par le transfert d'oxygène au travers de la tige des roseaux intervient. Ce dispositif exige de traiter des effluents avec une faible teneur en matière suspension. Le risque de colmatage impose de procéder à un dégrillage très fin.

Figure 6. Principe du lit planté horizontal.

Figure 7. Un exemple de valorisation écologique (biodiversité, paysages) du traitement des effluents de cave par lit plante de roseaux (dispositif Blueset en cours d'installation à la coopérative de Buzet dans le sud-ouest de la France).

Parallèlement à leur fonction épuratoire, l'implantation d'un lit planté de roseaux peut s'intégrer dans une démarche paysagère et de biodiversité dans l'environnement de la cave et servir de support à une démarche d'éco-oenotourisme (Fig. 7).

3. Application à la filière vitivinicole

3.1. Traitement des boues de procédés biologiques issus des dispositifs d'épuration biologique

Les boues peuvent faire l'objet d'un traitement par l'intermédiaire d'un lit spécifique. Comparativement à un séchage sur lit de sable, les plantes permettent une dégradation et une stabilisation des boues qui réduit le volume final de produit et ses nuisances olfactives. Ce phénomène est probablement accentué par la présence du couvert végétal qui limite le déplacement d'air et la dispersion des odeurs.

Les boues sont prélevées dans le bassin de stockage après traitement et vidange de l'eau épurée, et déposées par couches successives en surface des lits, selon les cycles d'alimentation et de repos.

Figure 8. Exemple de traitement des boues par un dispositif de lits plantés dotés de système d'aération naturelle par le dispositif Sint au Château Mont Redon à Châteauneuf-du-Pape.

Figure 9. Dispositif de traitement des effluents sur lit planté avec période de recyclage pendant les vendanges. Schéma adapté de www.plantepure.fr.

Au final elles sont extraites par curage et valorisées par épandage sur terres agricoles ou compostage (Fig. 8).

3.2. Traitement des effluents par recirculation

Le potentiel de biodégradation limité d'un lit planté (environ 1 gramme de DCO/litre), peut être surmonté par une recirculation de l'effluent à partir d'un bassin tampon de stockage fermé sans aération (Fig. 8). Ainsi, l'effluent est progressivement épuré au cours des percolations successives sur le dispositif (32m3 d'effluent pour une surface de 27 m² de lit planté de roseaux).

Des essais réalisés dans une petite cave de la région Bordelaise ont permis de montrer la faisabilité de ce dispositif.

Selon le niveau de DCO de départ, l'épuration peut être obtenue dans un délai de 4 à 6 semaines (Figs. 9–10).

3.3. Traitement de finition

La plupart des dispositifs de lits plantés de roseaux assurent le traitement d'effluent dont la teneur en DCO est proche de 1 gramme par litre pour atteindre les

Figure 10. Cinétique d'épuration d'un dispositif de lit planté par recirculation (Source : S. Kerner et J. Rochard).

Figure 11. Schéma d'un traitement associant un premier étage par stockage aéré et une finition par filtres plantés de roseaux. (Source : Agroenvironnement/ Syntea).

Figure 12. Exemple de traitement de finition par lit planté de roseaux après un premier étage aérobique (Cave Spier en Afrique du Sud) [5].

normes de rejets qui varient selon les régions de 125 à 300 milligrammes par litre [4]. Le lit planté est généralement disposé en aval d'un bassin aérobique ou éventuellement d'un dispositif anaérobique, associant selon les cas une épuration de 80 à 95 % pour atteindre un niveau proche de 1 à 1,5 gramme de DCO par litre. Dans ce cas, parallèlement au traitement de finition, le lit planté peut assurer une dégradation des boues du dispositif biologique amont (Figs. 11 et 12).

Cette approche classique de traitement par lit planté en finition impose de maintenir un bassin d'aération en amont, consommateur d'énergie est source potentielle de nuisance olfactive et visuelle d'où la recherche de

Figure 13. Une zéolithe, ou zéolite, est une roche formé d'un squelette microporeux d'aluminosilicate, dont les espaces vides permettent d'optimiser l'adsorption et les processus de biodégradation du système racinaire des roseaux (Source Zeofito®).

procédés susceptibles de traiter directement les effluents en associant bien évidemment des mesures en amont du processus d'élaboration pour limiter la charge et la concentration polluante.

3.4. Lit planté sur support de zéolithes

Une piste d'optimisation du procédé consiste à utiliser un matériau très adsorbant comparativement au sable ou gravier des filtres traditionnels (Fig. 13). Une expérimentation a été menée dans une cave de Barolo (Rochard et al.) en Italie avec un filtre composé de zéolite qui possède des propriétés intéressantes d'adsorption et d'échange cationique [6].

Les mesures réalisées pendant une campagne de vendange et de vinification ont montré la possibilité de traiter des effluents d'une teneur moyenne de 3 grammes de DCO avec une concentration moyenne de l'effluent traité proche de 100 mg/litre (Fig. 14).

À la suite de cette expérimentation de nombreuses caves, notamment en Italie, se sont équipées de ce dispositif en traitement direct sans bassin d'aération avec au préalable un dispositif de dégrillage/filtration et selon les cas éventuellement à une neutralisation (Fig. 15).

3.5. Lit planté intensifié par aération forcée

Le procédé Rhizosph'air[®] est un traitement végétalisé planté (roseaux, iris) et intensifié par aération forcée. Il vise à combiner, par insufflation d'air, la rusticité d'un premier étage de filtre alimenté en eaux brutes et une gestion intégrée des boues (Fig. 16). Parallèlement, l'apport d'oxygène, permet d'adapter le traitement aux variations de charges et à différents niveaux de rejets. L'aération forcée fonctionne à basse pression (faible hauteur d'eau dans le filtre), ce qui conduit, selon le concepteur, à une faible consommation énergétique (inférieure à 0,3 kWh/m³ d'eaux traitées), comparativement aux procédés intensifs pour lesquels, pour un niveau de traitement équivalent, la consommation énergétique liée

Figure 14. Teneur en DCO des effluents entrée après décantation (IMH) et sortie du dispositif avec massif de zéolithe Zeofito (traitement direct), (Rochard et coll.).

Figure 15. Traitement des effluents par lit planté de roseaux sur support de zéolithes avec le dispositif Zeofito® (cave Baroli dans le Piémont italien).

Figure 16. Schéma du traitement des effluents par aération forcée (Rhizosph'air®).

à l'aération est supérieure (généralement supérieure à 0,6 kWh/m³ d'eaux traitées).

4. Conclusion

Les lits plantés qui s'inspirent des écosystèmes de milieux humides, s'intègrent dans la diversité des dispositifs de traitement des effluents de cave et de pulvérisation.

La conception rustique, la simplicité de gestion, la faible consommation énergétique, la valorisation paysagère sont autant d'arguments qui intéressent les professionnels désireux de développer des démarches durables vis-à-vis des effluents de cave. Au-delà de la dimension esthétique, il est possible d'envisager de recréer des zones humides artificielles qui valorisent la biodiversité locale.

Le traitement de finition ou la gestion des boues des dispositifs issus du traitement des effluents domestiques est largement développé. Des développements plus novateurs (recyclage, traitement direct sur zéolite, dispositif d'aération forcée) offrent des perspectives intéressantes pour l'avenir.

Comme tout système écologique, le choix de ce type de traitement impose une gestion optimale de l'eau et des sous-produits (bourbes, lies, solution détartrage, terres de filtration, etc.). Parallèlement, si le fonctionnement de ces systèmes est simple et rustique, la réalisation doit être confiée à des spécialistes, avec si possible une bonne expérience du secteur vinicole, pour optimiser la conception et dimensionnement (en intégrant notamment la pointe d'activité pendant les vendanges).

References

- [1] J. Rochard, *Traité de viticulture et d'œnologie durables*, éditions Avenir œnologie (2005)
- [2] J. Rochard, F. Jourjon, Y. Racault, *Effluents vinicoles, gestion et traitements*, éditions Féret (2001)
- [3] J. Rochard, Innovation environnementale dans la gestion des effluents de cave : application des lits plantés de roseaux ? 32ème Congrès Mondial de la Vigne et du Vin, Zagreb, Croatie, 28 Juin – 3 juillet (2009)
- [4] Meunier et al., *treatment of winery effluent by a process combining an activated sludge reactor with reed bed filters*, winery waste and ecologic impacts management (2009)
- [5] A.R. Muldizi, *Winery and distillery wastewater treatment by constructed wetland with shorter retention time*, 5th international specialized conference on sustainable viticulture: winery waste and ecologic impacts management (2009)
- [6] J. Rochard, A. Oldano, D. Marengo, Zeofito™, *the active phytopurification system*, 5th international specialized conference on sustainable viticulture: winery waste and ecologic impacts management (2009)