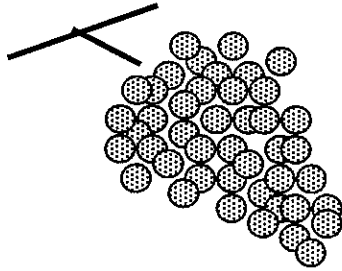
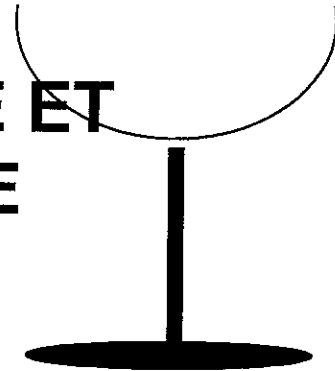




**OFFICE
INTERNATIONAL
DE LA VIGNE
ET DU VIN**



**CAHIER
SCIENTIFIQUE ET
TECHNIQUE**



*Gestion des effluents
de cave et de distillerie*

Ont participé à la constitution du Cahier Scientifique et Technique sur la gestion des effluents de cave et de distillerie les personnes suivantes (*) :

| | |
|---|-------------------------|
| Coordonateur : Monsieur J. ROCHARD | (France) |
| Professeur JC CABANIS | (France) |
| Monsieur M. MENIER | (France) |
| Professeur JL. CABIROL | (France) |
| Monsieur R. CANTAGREL | (France) |
| Monsieur Y. RACAULT | (France) |
| Docteur R. MOLETTA | (France) |
| Monsieur D.H. MÜLLER | (Allemagne) |
| Monsieur LJ. SERFONTEIN | (Afrique du Sud) |
| Monsieur E.M. GOLIATH | (Afrique du Sud) |
| Professeur COTEA VALERIU | (Roumanie) |
| Docteur S. MINGUEZ SANZ | (Espagne) |
| Docteur E. BARTRA | (Espagne) |
| Monsieur A. CAPUTI | (Etats-Unis) |
| Monsieur R.A. RYDER | (Etats-Unis) |
| Monsieur G. HODSON | (Etats-Unis) |
| Professeur E. D'ALMEIDA DUARTE | (Portugal) |
| Monsieur M.B. MARTINS | (Portugal) |

(*) Les coordonnées des experts sont précisés dans l'annexe 3

REMERCIEMENTS

- ✓ Arnold LAMBERT pour sa contribution à la réalisation d'une synthèse bibliographique sur le traitement des effluents de cave.

- ✓ Francis DESAUTELS, Marie-Noëlle VIAUD, Valérie MOUTON, Caroline POTTIN pour leur collaboration à la réalisation des schémas d'illustration.

- ✓ Bernard GALY pour sa contribution au chapitre "effluents de distillerie"

AVANT-PROPOS

Les cahiers scientifiques et techniques de l'O.I.V., créés en 1994 n'ont pas pour objet de présenter des études exhaustives mais simplement de mettre à la disposition des personnes intéressées, les études, documents et travaux des groupes d'experts qui, sans cette publication, feraient l'objet d'une diffusion restreinte alors qu'ils peuvent intéresser un grand nombre de lecteurs.

L'objectif de cette publication est de répondre aux questions que se posent les professionnels du secteur vitivinicole mondial confrontés au traitement des effluents de cave et de distillerie.

La protection de l'environnement est devenue au fil du temps, non plus une contrainte supplémentaire pour le secteur vitivinicole mais une étape logique dans les processus de vinification.

Ce document fait l'état des lieux complet sur la gestion des effluents de cave et de distillerie en indiquant comment évaluer la charge polluante et comment réduire, à la source, la quantité et la concentration des effluents.

Les nombreux travaux réalisés de part le monde et en particulier ceux des experts de l'Office International de la Vigne et du Vin ont permis de réaliser ce nouveau Cahier Scientifique et Technique, véritable synthèse dans le domaine de la gestion des effluents de cave et de distillerie.

Cette publication n'implique pas un engagement de l'O.I.V. ni de ses pays membres. En effet, seules les résolutions votées par l'Assemblée Générale ont un caractère officiel.

Georges DUTRUC-ROSSET
Directeur Général de l'Office
International de la Vigne et du Vin

Rappel des autres Cahiers
Scientifiques et Techniques diffusés :
- Le Plomb
- Le vin et les maladies cardiovasculaires

les cahiers scientifiques et techniques de l'OIV : gestion des effluents de cave et de distillerie

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|-----------|
| 1) PRESENTATION | 8 |
| 1.1. Caractéristiques des effluents vinicoles | 8 |
| 1.2. Action sur le milieu naturel..... | 9 |
| 1.3. Paramètres de pollution | 10 |
| 1.4. Analyse des effluents..... | 11 |
| 1.5. Variabilité des rejets au cours de l'élaboration..... | 12 |
| 1.6. Aspects réglementaires | 13 |
| 1.7. Management environnemental | 15 |
| 171. Principe de la norme ISO 14 001..... | 15 |
| 172. Application aux caves..... | 16 |
| 173. Application aux caves..... | 17 |
| | |
| 2) ADAPTATION DE L'ELABORATION DU VIN AUX CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES | 17 |
| 2.1. Aménagement des caves | 18 |
| 2.2. Hygiène | 18 |
| 221. Pressurage..... | 20 |
| 222. Soutirage | 21 |
| 223. Détartrage | 21 |
| 224. Techniques de clarification..... | 23 |
| | |
| 3) ETAPES PREALABLES AU TRAITEMENT | 24 |
| 3.1. Pré-étude..... | 25 |
| 3.2. Aspects économiques | 26 |
| 321. Critères d'analyse..... | 26 |
| 322. Stratégie de mise en œuvre..... | 27 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3. Sécurité | 28 |
| 3.4. Dégrillage..... | 30 |
| 341. Bac de décantation..... | 30 |
| 342. Panier-tamis..... | 31 |
| 343. Tamis statique incliné..... | 31 |
| 344. Tamis rotatif..... | 32 |
| 345. Dégrilleurs autonettoyants au fil de l'eau | 33 |
| | |
| 4) PROCEDES DE TRAITEMENT EXTENSIFS..... | 33 |
| | |
| 4.1. Epannage | 33 |
| 4.2. Evaporation | 35 |
| 421. Evaporation naturelle..... | 36 |
| 422. Evaporation forcée..... | 37 |
| | |
| 5) PROCEDES BIOLOGIQUES AEROBIES | 37 |
| | |
| 5.1. Principe | 37 |
| 5.2. Aspects microbiologiques | 38 |
| 521. Transfert de matière organique..... | 39 |
| 522. Caractéristiques de la biomasse..... | 41 |
| 523. Influence des facteurs physico-chimiques..... | 43 |
| 524. Ensemencement avec des micro-organismes sélectionnés..... | 44 |
| 525. Dispositifs de fixation des micro-organismes..... | 45 |
| 5.3. Lit de roseaux | 45 |
| 5.4. Lagunage | 46 |
| 541. Lagunage naturel | 46 |
| 542. Lagunage aéré..... | 46 |
| 5.5. Stockage aéré..... | 47 |
| 5.6. S.B.R. (Sequenced Batch Reactor) | 49 |
| 5.7. Boues activées..... | 50 |
| 5.8. Lit bactérien | 51 |

| | |
|---|-----------|
| 5.9. Disques biologiques..... | 52 |
| 5.10. Traitement associé aux effluents urbains | 53 |
| | |
| 6) AUTRES TECHNIQUES | 54 |
| | |
| 6.1. Biologique anaérobie | 54 |
| 611. Principe | 54 |
| 612. Bassin de méthanisation | 55 |
| 613. Procédé UASB..... | 55 |
| 614. Filtre à biomasse fixée..... | 56 |
| | |
| 6.2. Physico-chimique | 56 |
| | |
| 6.3. Physique..... | 56 |
| 631. Techniques membranaires | 56 |
| 632. Evapo concentration à condensation fractionnée (ECCF)..... | 57 |
| | |
| 7) EFFLUENTS DE DISTILLERIE | 58 |
| | |
| 7.1. Introduction..... | 58 |
| | |
| 7.2. Rejets de distillerie..... | 59 |
| 721. Distillerie en continu | 59 |
| 722. Distilleries type "Charentaises" | 59 |
| | |
| 7.3. Les techniques de traitement des effluents de distillerie | 60 |
| 731. Epanchage sur terrains agricoles | 60 |
| 732. Traitement anaérobie (Méthanisation)..... | 60 |
| 733. Traitement aérobie..... | 61 |
| 734. Concentration avec traitement aérobie | 62 |

ANNEXES

1) PRÉSENTATION

S'il est un secteur en constante évolution, c'est bien celui de l'environnement. Sous l'impulsion des grandes conférences mondiales (Rio, Kyoto...), nous assistons à l'émergence de règlements environnementaux qui concernent tous les secteurs d'activité. Les industries réputées les plus polluantes (chimie, sidérurgie, etc.) ont été les premières soumises à cette évolution. Maintenant, le secteur agroalimentaire est également concerné. Aussi, les caves n'échappent pas à cette évolution de la fin du XX^{ème} siècle.

Au delà des aspects réglementaires, l'environnement est également un enjeu vis-à-vis de l'image de la filière viti-vinicole. En effet, le consommateur intègre de plus en plus dans ses motivations d'achat une notion d'éthique, pour laquelle le respect de l'environnement est une composante importante. Cette préoccupation environnementale comporte plusieurs aspects. En premier lieu, une adaptation du processus d'élaboration destinée à réduire à la source la pollution ou à en faciliter le traitement. En second lieu, la pollution résiduelle doit généralement faire l'objet d'un traitement d'épuration dont les performances soient compatibles avec les caractéristiques du milieu récepteur et de la réglementation locale.

1.1. Caractéristiques des effluents vinicoles

La pollution liée aux effluents de cave provient soit des composants du raisin, du moût, ou du vin (pellicule, rafle, terre, sucre, acides, bourbes, alcool, polyphénols, levures, bactéries), soit des produits de détartrage et de nettoyage, soit encore de produits intervenant dans la vinification (média filtrant, colle, par exemple), (1,2).

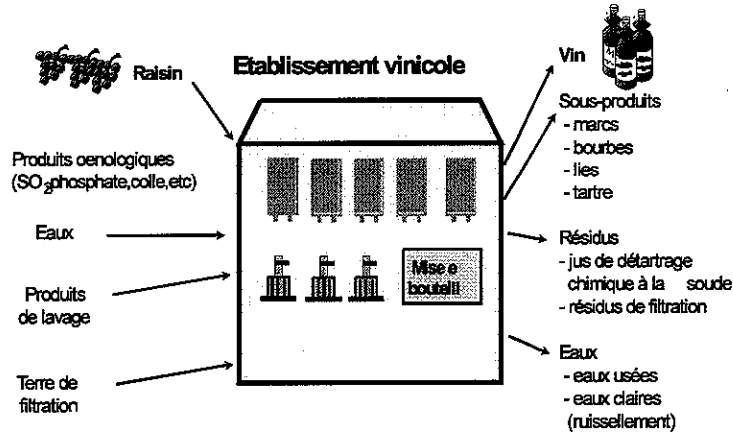


Figure 1. Flux d'eau et de matières dans la cave.

Source ITV France – CIVC

Pour l'ensemble de ces effluents, la matière organique représente la principale source de pollution. Egalement et de manière ponctuelle, des cas de pollution liés à des effluents toxiques peuvent être rencontrés (produits de nettoyage, de détartrage), (1,2).

1.2. Action sur le milieu naturel

La matière organique issue des eaux usées, lorsqu'elle est rejetée en grande quantité dans une rivière, un étang ou un lac, engendre la multiplication de micro-organismes qui assurent sa dégradation. Les micro-organismes puisent l'oxygène dissous dans l'eau, au détriment de la faune du milieu naturel. Par ailleurs, les éléments nutritifs contenus dans l'effluent (en particulier l'azote), peuvent favoriser le développement d'algues. Celles-ci, ainsi que les matières en suspension des rejets, limitent le passage de la lumière solaire indispensable à la photosynthèse, source d'oxygénation du milieu.

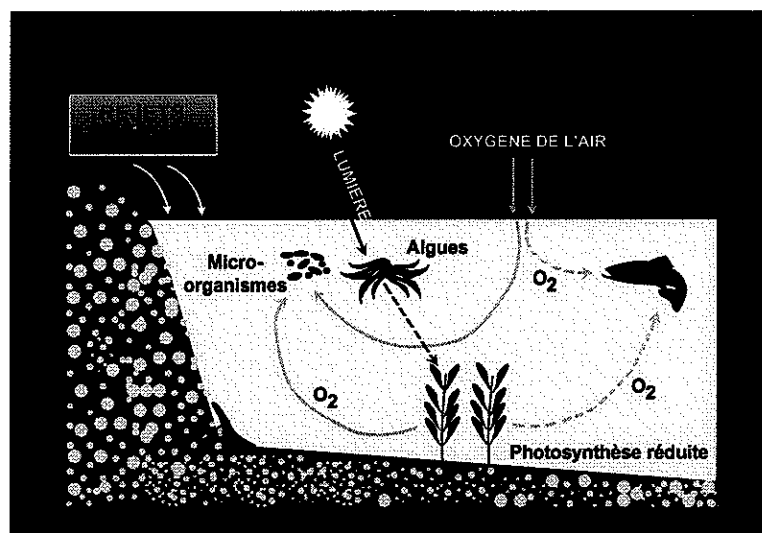


Figure 2. Actions sur le milieu naturel.

Source ITV France – CIVC

Parfois, les effluents vinicoles sont rejetés dans un réseau relié à une station d'épuration communale qui n'a pas été dimensionnée afin de pouvoir traiter le surcroît de pollution pendant les vendanges (augmentation de la population des villages, effluents des vendangeoirs). Dans ces conditions, en aval de la station, les eaux restent souvent très chargées. De plus, l'afflux de matière organique déstabilise le système biologique de la station, l'équilibre nécessaire au bon fonctionnement des installations d'épuration n'étant souvent rétabli qu'après plusieurs semaines, voire plusieurs mois (1,2).

1.3. Paramètres de pollution

Un certain nombre de paramètres permettent d'évaluer le niveau de pollution d'un effluent. Les principaux sont définis dans l'encadré ci-après.

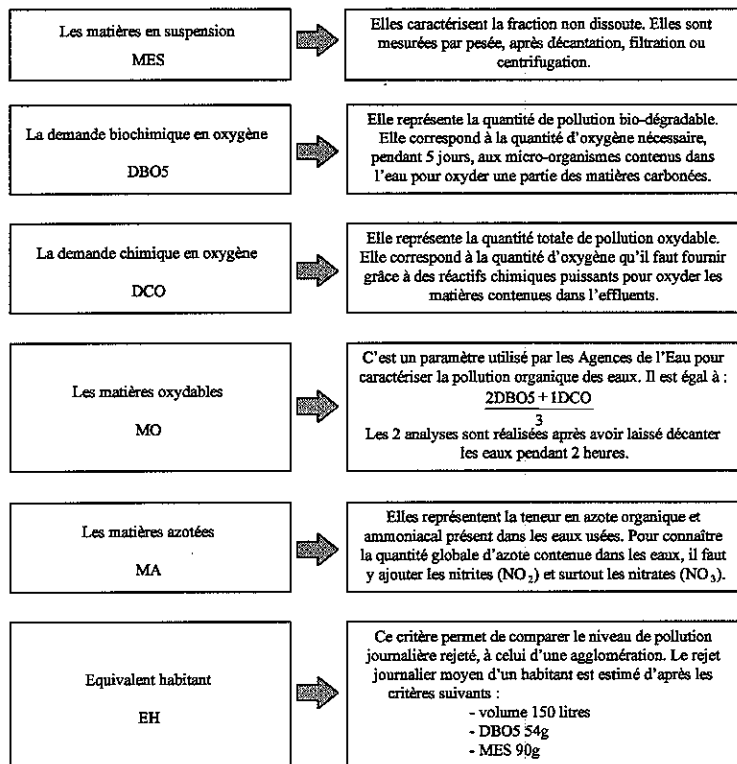


Figure 3. Principaux critères d'évaluation de la pollution.

La mesure de ces paramètres est un préalable indispensable à tout rejet d'effluent.

1.4. Analyse des effluents

Dans le cadre réglementaire, les analyses sont le plus souvent réalisées par un laboratoire spécialisé et agréé qui utilise les méthodes normalisées préconisées par les autorités du pays.

Au niveau de la cave, les analyses interviennent souvent au niveau du suivi technique du procédé.

Ces analyses de terrain sont généralement réalisées avec des microméthodes basées pour la DCO sur l'utilisation des tubes de

Le choix des solutions de traitement les mieux adaptées aux différentes caves, justifie une connaissance approfondie de leurs rejets sur l'ensemble de leur cycle d'activité⁴. L'une des grandes caractéristiques des effluents vinicoles est leur caractère saisonnier, l'essentiel du volume étant produit pendant les vendanges et au cours des deux mois suivants (soutirages). La pollution induite par l'activité vinicole varie selon les caves et dépend beaucoup de la façon d'opérer du personnel. Elle dépend aussi du mode de vinification, de la variété des vins produits et donc de la région où se situe la cave. Les caractéristiques des effluents ont été décrites dans de nombreuses régions viticoles : (1,4,5,6,7,8, 48, 49, 64, 65, 66).

| Paramètres | Concentration moyenne des effluents (*) |
|----------------------|--|
| VOLUME (l/hl de vin) | 30 à 300 |
| DBO5 (g/l) | 1 à 20 |
| DCO(g/l) | 2 à 40 |
| MES (g/l) | 1 à 4 |
| N (mg/l) | 150 |
| P (mg/l) | 50 |
| K | 300 |
| pH | 3 à 6 éventuellement 9 à 12 pendant les phases de détartrage |

Tableau 1. Caractéristiques moyennes des effluents de cave

() Les effluents vinicoles présentent une grande variabilité dans leurs caractéristiques. Les données de ce tableau n'ont de valeur qu'à titre indicatif.*

1.6. Aspects réglementaires

Au cours des trois dernières décennies, les pays industrialisés ont pris conscience du rôle primordial de l'environnement pour l'avenir de la planète. Le traitement et/ou la diminution des déchets, qu'ils soient solides, liquides ou gazeux, ont fait l'objet

de réglementations de plus en plus sévères⁹. Les industries les plus polluantes (chimie, métallurgie, ...) ont d'abord été prises en considération par le législateur du fait de la toxicité de leurs rejets. Dans le but d'améliorer encore la qualité de l'eau et du milieu naturel, les champs d'application des réglementations se sont élargis notamment aux industries agroalimentaires et les caves font désormais elles aussi l'objet de réglementations dont le principe varie selon les pays de production.

Selon les pays ou les régions, la réglementation porte sur plusieurs aspects :

- normes de rejets liées au milieu récepteur (type de milieu aquatique, réseau communal, sol);
- niveau de production de la cave.

Les aspects réglementaires concernent le plus souvent les critères suivants(10 à 13) :

- DCO, DBO5 et MES (teneur en mg/l ou charge en kg/jour);
- pH, température, conductivité;
- Teneur en azote et phosphore;
- Critères de toxicité (teneur en métaux lourds, écotoxicité).

Parallèlement à ces aspects réglementaires intervient souvent une incitation financière¹⁴ associant éventuellement des taxes (communales ou régionales) proportionnelles au niveau de pollution rejetée et des aides destinées aux caves qui mettent en œuvre des aménagements internes (diminution de la pollution, réduction de la consommation d'eau) et équipements d'épuration.

Compte-tenu de la diversité des législations environnementales dans les différents pays viticoles, il n'est pas possible dans ce document de présenter le détail des aspects réglementaires. Des renseignements complémentaires peuvent être obtenus auprès des organismes nationaux dont les coordonnées sont précisées dans l'annexe 4.

1.7. Management environnemental

C'est une démarche volontaire qui, bien qu'elle puisse être « suggérée » par les partenaires de la cave tel que les distributeurs, n'est pas liée à des contraintes réglementaires.

L'objectif minimum à atteindre à moyen terme est la mise aux normes des caves et des exploitations viticoles. Dans ce cadre, le management environnemental permet d'envisager la certification. Les institutions européennes ont développé la démarche Ecoaudit.

Sur le plan mondial, la norme ISO 14 001 permet de bénéficier d'une certification internationale (61).

Les normes ISO sur les techniques environnementales reflètent les 2 approches les plus courantes dans l'entreprise : l'organisation, c'est-à-dire la maîtrise des processus et le produit, par la gestion de son cycle de vie.

171. Principe de la norme ISO 14 001

Les normes ISO consacrées au management environnemental peuvent être classées en 2 groupes. Le premier groupe de normes propose des modèles simples pour l'organisation de l'entreprise qui souhaite maîtriser son impact sur l'environnement : il définit un système de management évalué et piloté par des audits, qui fixe les objectifs et les moyens de suivi des performances environnementales.

La norme ISO 14 001, norme phare du management environnemental, fait partie de cette série. Elle précise les spécifications et un guide d'utilisation du système de management et elle est bâtie sur 2 grands principes :

- L'engagement d'une politique environnementale;
- La mise en place d'un système auto-améliorant pour déployer cette politique (boucle d'amélioration continue).

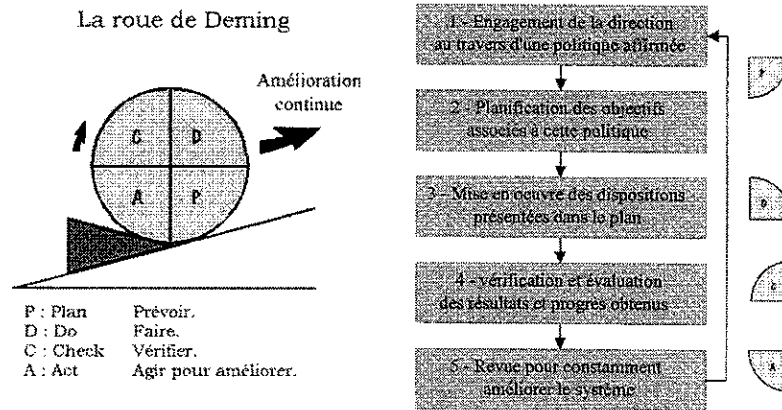


Figure 6. La roue de DEMING - Source ITV France

On peut remarquer qu'il existe des similitudes entre le système de management de la qualité (ISO 9000) et celui de l'environnement (ISO 14 000). Il est donc judicieux pour les entreprises certifiées ISO 9000 d'intégrer les procédures communes aux 2 systèmes afin de conserver les acquis de la démarche qualité.

172. Application aux caves

Vis-à-vis de l'environnement chaque cave est un cas particulier. Le positionnement géographique et la taille de la cave, les caractéristiques de ses installations, le type d'élaboration sont autant de facteurs à prendre en compte dans l'audit individualisé. Dans une approche globale, les points clés du management sont les suivants :

- Hygiène : optimisation des opérations de nettoyage (économie d'eau, utilisation rationnelle du produit de nettoyage);
- Sous produits (bourbes, lies, tarte et solutions de détartrage) : récupération et valorisation;
- Effluents de cave : suivi quantitatif et qualitatif et mise en œuvre d'un dispositif de traitement (individuel ou associé au traitement communal);

- Déchets (Emballages, média de filtration, etc...) : inventaire, mode de collecte et d'élimination;
- Energie : utilisation optimale (isolation, régulation).

173. Enjeux

Le management environnemental est une approche globale de la cave vis-à-vis des préoccupations environnementales. Une partie de la réflexion concerne la gestion des effluents vinicoles mais grâce à son caractère global, cette démarche dote l'entreprise vinicole de nombreux atouts :

- La maîtrise des coûts, notamment par une gestion efficace des matières premières, de l'énergie et des déchets ;
- La prévention des incidents plutôt que de les subir et la diminution de leurs impacts ;
- L'information des partenaires institutionnels (banques, assureurs, administrations) ;
- Le renforcement de l'image de la cave vis-à-vis de la prise en compte de l'environnement;
- L'acquisition d'un avantage concurrentiel, notamment en répondant précisément aux conditions réglementaires à l'exportation.

2) ADAPTATION DE L'ELABORATION DU VIN AUX CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES

Au cours de l'élaboration du vin, les opérations de nettoyage indispensables au maintien de l'hygiène des chais et du matériel sont à l'origine de rejets organiques et, ponctuellement, chimiques. Bien souvent, la mise en place d'un dispositif de traitement impose des mesures internes destinées à réduire à la source la charge polluante et à diminuer le volume des rejets sans

pour autant porter préjudice à l'hygiène, qui doit rester la préoccupation prioritaire des élaborateurs. Nettoyer avec des rejets moins importants et moins polluants est un impératif qui peut être atteint en prenant en compte à la fois la conception des chais, l'organisation du travail et le choix du matériel de nettoyage (17). Le traitement d'épuration des effluents sera d'autant plus facile et économique que la charge et le volume à traiter seront faibles.

2.1. Aménagement des caves

Les caves ont souvent une conception hétérogène du fait des modifications et extensions qu'elles ont pu subir. La conception des chais, souvent difficile à remettre en cause pour des bâtiments anciens, doit cependant être raisonnée pour les nouvelles constructions (extension par exemple) afin que soient facilitées la gestion et l'utilisation de l'eau (79). Malgré les contraintes propres à chaque installation et quelle que soit la technique d'épuration envisagée, la séparation des réseaux d'eaux usées et d'eaux de pluie est un impératif destiné à mieux maîtriser les volumes d'effluents.

D'autre part, la maîtrise de la température au cours de la fermentation alcoolique est encore très souvent réalisée par simple ruissellement d'eau, nécessitant entre 500 et 1000 l d'eau par hectolitre de vin pour maintenir une température de 18°C. Il est souhaitable dans ce cas de les séparer des eaux de lavage et d'envisager le recyclage. Par ailleurs, l'installation d'échangeurs thermiques internes ou externes permet de résoudre ce problème de rejet (18).

Le revêtement des sols doit être un compromis entre l'aspect sécurité (chute due à la glisse) et la facilité du nettoyage, qui sont deux paramètres en général inversement proportionnels. En fonction du danger de chute par glisse (pente, fréquence de passage), il peut être nécessaire de privilégier les revêtements de type antidérapant, malgré les difficultés de nettoyage. A l'inverse, dans des zones techniques, sans passage, il est possible de mettre en œuvre une surface très lisse.

2.2. Hygiène

Les impératifs qualitatifs associant étroitement la notion d'hygiène doivent être parmi les préoccupations prioritaires des élaborateurs. Mais dans le cadre de ces impératifs, il est possible d'assurer un nettoyage plus économe en eau prenant en compte à la fois l'organisation du travail, le choix du matériel de nettoyage et la conception des chais.

La formation et la sensibilisation du personnel associées éventuellement à des relevés réguliers des compteurs d'eau sont des mesures préalables indispensables de toute politique de gestion optimisée de l'eau.

Parallèlement les pertes inutiles peuvent être réduites par l'installation de dispositifs d'arrêt automatique.

L'optimisation des phases de nettoyage fait intervenir plusieurs facteurs :

- Type et concentration du produit de nettoyage ;
- Temps de contact ;
- Température de la solution ;
- Importance de l'effet mécanique.

Ainsi, selon le type de nettoyage à effectuer, il est possible d'obtenir un résultat équivalent, parfois même supérieur avec moins d'eau, par l'utilisation d'une technique adaptée.

Le canon à mousse, le lavage à l'eau chaude, l'utilisation de surpresseurs et de dispositifs d'arrêt automatique, conduisent souvent à une économie d'eau significative (18).

A titre d'exemple l'utilisation du lavage à haute pression a contribué au développement d'un nouveau procédé de nettoyage des drains de pressoirs pneumatiques. Il est basé sur l'automatisation du lavage par une buse introduite dans les drains, progressant grâce à un effet de réaction. Par rapport au procédé classique par lessivage des drains à fort débit, cette technique aboutit à une économie d'eau significative (60 à 100 l au lieu de 500 à 800 l), tout en améliorant la qualité du nettoyage (plus de

90% du dépôt éliminé contre 50% pour la technique par simple lessivage), (17,19).

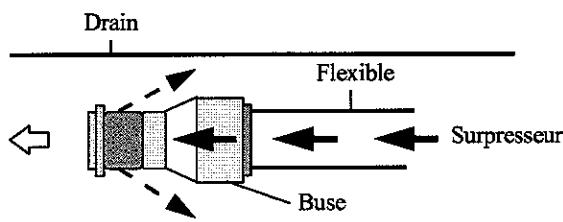


Figure 7. Principe de fonctionnement d'une buse à réaction
source ITV France – CIVC

2.3. Récupération et valorisation des sous-produits

231. Pressurage

Les opérations liées au pressurage sont à l'origine des rejets particulièrement polluants, notamment au cours d'une vinification en blanc pour laquelle les effluents générés par la production d'un hectolitre de moût sont équivalents à la pollution domestique quotidienne de 3 à 6 habitants. La récupération des bourbes issues de la sédimentation naturelle ou de la centrifugation des moûts, permet de réduire de 40 à 50 % le niveau polluant des rejets (1).

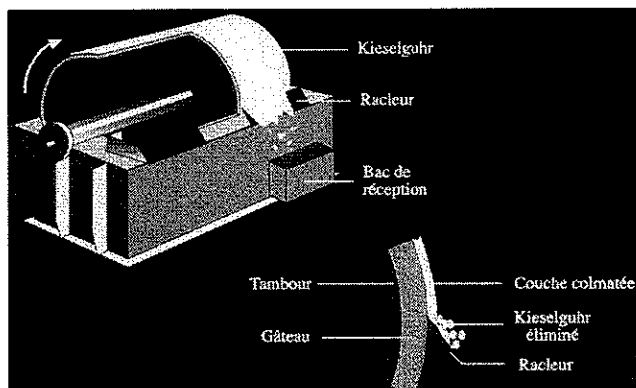


Figure 8. Principe d'un filtre rotatif sous vide
source ITV France – CIVC

Ces bourbes peuvent être valorisées par distillation ou éventuellement par épandage. Lorsque la législation le permet, celles-ci peuvent également faire l'objet d'une valorisation par l'intermédiaire de filtre-presse, ou de filtre rotatif sous vide (1).

Le stockage des marcs par effet d'autopressurage et de lessivage peut également être à l'origine d'effluents riches en composés avec des teneurs en DCO élevées. Ce risque de pollution organique peut être évité par la mise en place d'une aire de stockage étanche, reliée à une cuve de récupération des eaux d'écoulement. Celle-ci peuvent être valorisées par distillation ou épandage ou éventuellement traitées par un dispositif d'épuration adapté.

Les marcs font également l'objet d'une valorisation sélective de leurs composants (distillation de l'alcool, extraction d'huile de pépin, combustion des rafles). Une valorisation agricole peut également être envisagée dans le cadre de compostage.

Concernant la valorisation alimentaire, la complémentation des aliments pour bétail, avec les pellicules et pulpes est une voie assez courante (20). L'extraction de composés spécifiques du marc est une nouvelle approche dans le cadre de l'alimentation humaine, en liaison notamment avec les aspects vin et santé.

232. Soutirage

Bien que plus étalée dans le temps par rapport à la période de pressurage, cette étape de la vinification peut présenter un risque de pollution non négligeable. Les lies, dont le niveau de pollution est proche de celui des bourbes, doivent être récupérées. La valorisation la plus classique est la distillation éventuellement associée à une récupération du tartre.

233. Datartrage

Une fraction de l'acide tartrique, composant naturel du raisin, précipite au cours de l'élaboration sous forme de cristaux de bitartrate de potassium. Ceux-ci ont tendance à s'accrocher sur les

supports en contact avec le vin. Leur élimination impose le plus souvent l'utilisation de soude concentrée. Le rejet de cette solution de détartrage représente une source de pollution organique par la présence du bitartrate, et toxique en raison de la présence importante de sodium et d'un niveau de pH élevé (21).

| Analyses | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|------------|----------|------------|------------|------------|------------|
| pH | 12,05 | 12,30 | 12 | 11,9 | 11,95 | 11,6 |
| MES mg/l | 15 807 | 2 300 | 18 780 | 4 220 | - | 1 096 |
| DBO ₅ mg O ₂ /l | 50 000 | 19 900 | 77 000 | 132 000 | 67 500 | 122 000 |
| DCO mg O ₂ /l | 121 500 | 51 000 | 176 500 | 218 000 | 120 700 | 205 900 |
| NTK mg/l | 735 | 266 | 630 | 735 | 245 | 420 |
| PT mg/l | 192 | 96 | 740 | 1 000 | 653 | 1 046 |
| K mg/l | 48 500 | 20 000 | 58 750 | 93 500 | 41 000 | 78 750 |
| Fe mg/l | 15,2 | 5,8 | 4,9 | 6,1 | 3,0 | 5,3 |
| Cu mg/l | 3,5 | 1,2 | 13,9 | 17,2 | 6,8 | 17,0 |

Tableau 2. : Composition de différentes solutions de détartrage d'après J. ROCHARD

Concernant les équipements des nouvelles cuveries, il est important de préciser que les chaudronniers proposent plusieurs « finitions » d'inox, dont certains facilitent le décrochage des cristaux de bitartrate. L'utilisateur a également la possibilité de mettre en œuvre des dispositifs de lavage des cuves, qui accentuent l'effet mécanique, facilitant ainsi le décrochage des cristaux (17, 21).

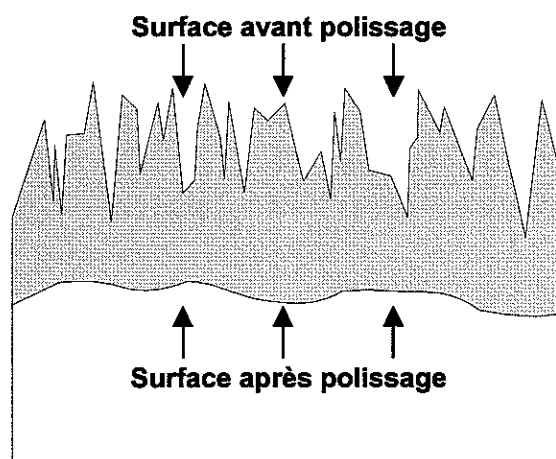


Figure 9. Vue microscopique d'un inox poli - source *ITV France – CIVC*

Ce décrochage est d'autant plus efficace que le lavage, réalisé à l'eau chaude, intervient rapidement après le soutirage de la cuve. Vis-à-vis du détartrage chimique, il est également possible de procéder à un recyclage des solutions de soude. Elle consiste à mettre à la disposition de l'utilisateur un container de soude qui est expédié après détartrage vers un centre spécialisé dans la récupération de tartre. La rentabilité de la récupération n'est envisageable qu'à condition de fournir au collecteur une solution de détartrage riche en bitartrate de potassium. La concentration est généralement suivie par densité ou conductivité tartrique (22).

234. Techniques de clarification

L'utilisation de média filtrants lors de la filtration par alluvionnage est à l'origine d'une pollution organique au cours de la phase de lavage. Les médias filtrants génèrent également un taux de matière en suspension susceptible de perturber par colmatage ou bouchage de canalisation les phases de transfert d'effluent.

Les nouveaux matériels proposés sur le marché dénommés « filtres écologiques » permettent de récupérer le « gâteau » de filtration sous forme d'une pâte peltable. L'assèchement partiel

des médias filtrants est obtenu par l'intermédiaire d'un gaz vecteur (azote).

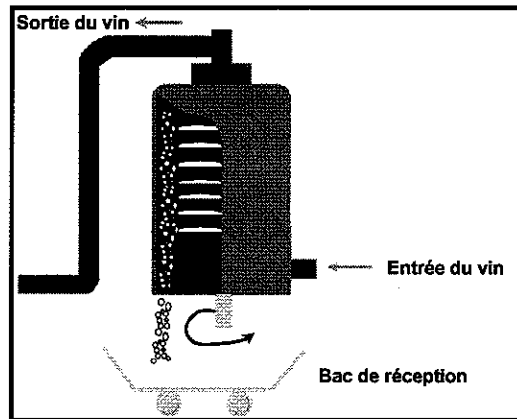


Figure 10. Principe de fonctionnement d'un filtre "écologique" à alluvionage - Source ITV France-CIVC

Une autre technique est également envisagée, basée sur l'utilisation d'un adjuvant régénérable (65).

La pâte est le plus souvent éliminée des plateaux de filtration par l'intermédiaire de la force centrifuge. Ces matériels présentent une plus-value significative par rapport aux filtres classiques, mais cet investissement complémentaire est souvent compensé par une diminution de la perte de vin.

Les techniques séparatives par centrifugation et filtration tangentielle évitent les difficultés de gestion des médias filtration. Cependant, les eaux de nettoyage, riches en matières organiques et éventuellement en détergeant et désinfectant doivent pouvoir s'intégrer dans la stratégie d'épuration de la cave.

3) ETAPES PREALABLES AU TRAITEMENT

Les technologies de traitement des effluents de caves s'inspirent des procédés classiques utilisés dans le secteur agroalimentaire. Cependant, le caractère saisonnier de rejet, l'hétérogénéité de la

filière tant vis-à-vis du mode de production (approche artisanale ou au contraire très industrielle) que du positionnement géographique (implantation urbaine ou très rurale) justifie une gamme de technique de traitement d'épuration très diversifiée.

Chaque cave est un cas particulier. Par conséquent, il n'existe pas de dispositifs de traitement universel. Une technique correspond à un choix optimal pour une situation donnée. Encore faut-il avoir pu déterminer l'ensemble des éléments liés aux spécificité de la cave.

3.1. Pré-étude

Elle doit intégrer à la fois une connaissance quantitative et qualitative des effluents avec une approche précise de la variabilité au cours d'un cycle de production, une estimation de la réduction de la pollution liée à la mise en place des mesures internes et une approche de la problématique locale (législation, contexte relationnel avec l'administration communale régionale et l'environnement local). Le choix définitif doit s'appuyer également sur des aspects technico-économiques associant l'investissement mais également le fonctionnement, pour lesquels il est souhaitable que le constructeur s'engage parallèlement aux objectifs de performances.

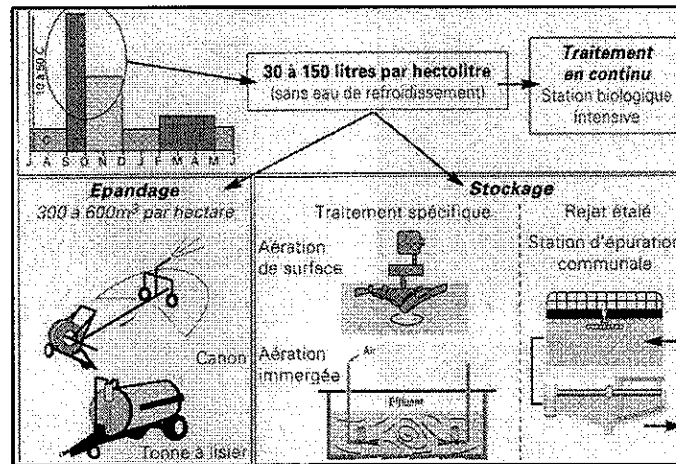


Figure 11. Principaux dispositifs de traitement des effluents de cave -
Source ITV France-CIVC

3.2. Aspects économiques

321. Critères d'analyse

Les procédés de traitement des effluents vinicoles proposés actuellement aux caves sont nombreux et imposent un choix. Certains s'éliminent d'office car ils ne sont pas adaptés aux conditions climatiques ou à la situation de la cave en fonction de l'environnement immédiat. Une fois le premier tri effectué, le choix définitif doit intervenir en fonction du prix du procédé. Si le coût à l'investissement oriente la décision, il ne faut pas négliger le coût au fonctionnement et la maintenance du procédé. Les dépenses liées à l'autocontrôle, parfois imposés par la législation, doivent également être prises en compte dans l'étude économique (29, 50).

Il faut garder à l'esprit qu'en période de vendange, la disponibilité du personnel est restreinte. Des systèmes rustiques doivent être préférés à des procédés sophistiqués nécessitant davantage de réglages et de surveillance. L'optimisation des systèmes d'épuration complique bien souvent la conduite de l'installation et augmente son prix. Cette intensification du procédé est souvent rendue nécessaire lorsque la surface disponible est limitée (situation urbaine).

| Procédés | Investissements (1) (2) | Fonctionnement |
|--|-------------------------|-------------------------|
| Stockage aéré individuel | 24 Fr./hl (3.66 euro) | 1 Fr./hl (0.15 euro) |
| Traitement biologique par boues activées double étage | 57 Fr./hl (8.69 euro) | 4.2 Fr./hl (0.64 euro) |
| Traitement biologique anaérobie de méthanisation | 4.28 Fr./hl (0.65 euro) | 2.05 Fr./hl (0.31 euro) |
| Traitement biologique aérobie en continu par boues activées | 3.42 Fr./hl (0.52 euro) | 2.71 Fr./hl (0.41 euro) |
| Traitement biologique aérobie à 1 ^{er} étage levurien | 6.03 Fr./hl (0.92 euro) | |
| Traitement physico-chimique par évaporation forcée | 0.60 Fr./hl (0.09 euro) | 0.20 Fr./hl (0.03 euro) |

Tableau 3. Présentation du coût à l'investissement et au fonctionnement de quelques procédés d'épuration utilisés dans des caves françaises, d'après J.D HERING 1995, (51).

(1) le coût à l'investissement s'entend pour une durée d'amortissement de l'installation de 10 ans

(2) Les prix annoncés s'entendent hors subventions et sont ramenés à l'hectolitre de vin. Ils sont donnés pour illustrer la variabilité que l'on peut observer en fonction de la problématique de chaque situation.

- ✓ Dans certains cas, des aides financières peuvent être envisagées. Les modalités d'aide sont très variables selon les pays ou les régions.

Le montant de ces aides permet ainsi de réduire le coût à l'investissement direct ainsi qu'éventuellement celui des aménagements annexes (réseau d'écoulement, économie d'eau, gestion des sous-produits, etc.).

322. Stratégie de mise en œuvre

Les réflexions préalables à l'investissement doivent également concerner la stratégie de mise en œuvre du traitement individuel ou collectif. Dans certains cas, ce choix est directement lié à la législation locale : interdiction de rejet dans le réseau communal ou au contraire, forte incitation des caves à une participation à un traitement collectif mixte.

Lorsque l'alternative existe, plusieurs aspects doivent être pris en considération :

- ✓ Aspects financiers : une gestion mixte doit théoriquement aboutir à une économie d'échelle dont devrait profiter la cave. Mais à l'inverse, la structure de vinification n'a pas la maîtrise de la gestion de l'ouvrage ce qui peut parfois aboutir à des dérives dans le coût des prestations. Par ailleurs, le calcul des contributions respectives des secteurs urbains et vinicoles est souvent difficile à établir, tant les caractéristiques des 2 types d'effluents sont différentes (niveau de pollution, répartition dans l'année).

- ✓ Gestion de l'épuration : le traitement collectif évite les contraintes de suivi au niveau de la cave pour la partie liée à l'épuration. Par contre l'adaptation de l'élaboration (économie d'eau, gestion des sous-produits), souvent intégrée dans la législation nationale ou la convention de raccordement, doit généralement être envisagée quelque soit la solution retenue. Pour les systèmes individuels, la gestion est étroitement liée au niveau d'intensification et d'automatisation du procédé.
- ✓ Responsabilité de la cave : Dans le cadre d'une gestion individuelle ou collective, la structure à l'origine des effluents assume généralement la responsabilité liée à un éventuel effet négatif sur le milieu naturel. Cependant, une gestion individuelle peut conduire à une mise en cause plus directe de la cave comparativement à une gestion mixte notamment à l'occasion d'un dysfonctionnement du système d'épuration.

3.3. sécurité

L'activité vinicole présente des risques en particulier lorsque le personnel est amené à pénétrer dans les cuves. Le dégagement de gaz carbonique lié à la fermentation est un phénomène bien connu par les praticiens, même si des accidents interviennent encore trop fréquemment. Par contre, les risques de formation de méthane et de sulfure d'hydrogène dans les cuves de stockage d'eaux usées sont moins coutumiers des professionnels du vin.

Toute intervention dans une cuve d'effluents vinicoles peut donc présenter un danger. C'est pourquoi, afin d'éviter que des accidents ne se produisent, il est indispensable :

- d'avoir une bonne connaissance des risques ;
- d'assainir l'atmosphère de la cuve par un système de ventilation ;
- d'être toujours accompagné par une personne restant à l'extérieur de la cuve.

Les risques d'accidents

Trois risques majeurs d'accident sont présents dans une cuve de stockage ou de traitement d'eaux usées :

les cahiers scientifiques et techniques de l'ONV : gestion des effluents de cave et de distillerie

- l'explosion, provoquée par la présence de méthane et de sulfure d'hydrogène. Lorsque ces gaz inflammables sont mélangés à l'air, la simple présence d'une flamme, d'une étincelle ou une température excessive peut amorcer une explosion ;

- l'asphyxie, liée à une diminution de la quantité d'oxygène, à cause de la présence d'autres gaz issus de réactions chimiques ou de fermentations. En dessous de 18 % d'oxygène, l'air devient asphyxiant, avec tout au long de l'asphyxie une manifestation de symptômes caractéristiques, qui vont de l'accélération du rythme cardiaque jusqu'à la perte de conscience et la mort ;

- l'intoxication, due à la présence de certains gaz tels que le sulfure d'hydrogène, le gaz carbonique... qui sont produits par la fermentation de matières organiques résiduelles dans la cuve.

L'assainissement de l'atmosphère de la cuve sera réalisé avec un ventilateur centrifuge par soufflage d'air sain qui repousse l'air pollué vers la sortie de la cuve. Ce dispositif devra être mis en place suffisamment longtemps avant l'intervention pour que l'air de la cuve soit totalement renouvelé avant l'entrée du personnel : le temps de balayage doit correspondre au **minimum à 6 fois** le volume de la cuve.

Dans le cas d'un séjour prolongé dans la cuve pour effectuer des réparations par exemple, la ventilation doit être maintenue durant toute la visite.

Il est possible d'utiliser des appareils de détection des gaz. Ils permettent de vérifier la qualité de l'atmosphère obtenue après la ventilation. Ces appareils de mesure ne donneront que des indications ponctuelles et locales des teneurs en O₂, CO₂, H₂S, gaz inflammables... Ils ne dispensent pas de l'application des règles de sécurité.

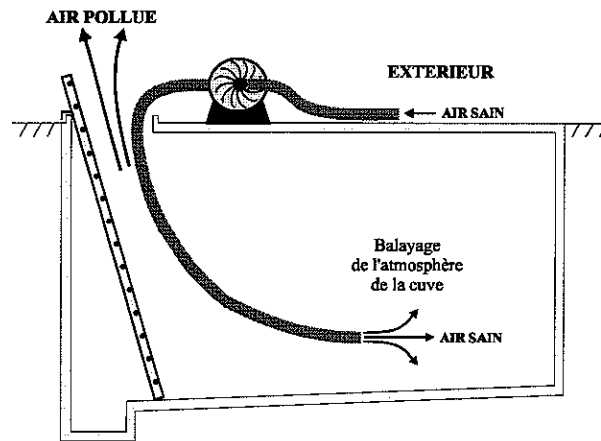


Figure 12. Dispositifs de ventilation d'une cave de stockage
 Source ITV France – CIVC

3.4. Dégrillage

Cette opération est un préalable souvent indispensable à la mise en place d'une technique d'épuration. Il permet d'éliminer les éléments solides tels que les rafles, pépins et pellicules qui contribuent au bouchage des canalisations ou à la détérioration des pompes.

Les principaux critères de choix des différents procédés sont les suivants (26) :

- ✓ Débit horaire à traiter ;
- ✓ Concentration en éléments grossiers dans l'effluent à traiter ;
- ✓ Finesse du dégrillage souhaité ;
- ✓ Possibilité de mettre en place un dégrillage au fil de l'eau (directement dans le canal d'écoulement des effluents) ;
- ✓ Contraintes d'entretien des différents matériels ;
- ✓ Risques d'odeurs ;
- ✓ Positionnement géographique de la cave (risque de gel).

341. Bac de décantation

Au cours du transfert dans un ou plusieurs bacs, les éléments en suspension se déposent progressivement selon leur taille par simple effet de gravité. L'eau brute est ainsi partiellement débarrassée des particules les plus grossières. Cependant, dans la pratique, l'efficacité de ces bacs s'avère très limitée. En effet, les périodes de rejets ont lieu lors de la pointe d'activité dans l'exploitation, période peu propice à l'entretien de ces bassins de décantation (vidange). Par ailleurs, les effluents riches en sucres pendant la période des vendanges fermentent rapidement, ce qui s'oppose à la sédimentation des matières décantables. La présence de ces bacs peut également favoriser la multiplication des divers insectes tels les drosophiles, vecteurs de la piqûre acétique. De plus, en cas d'entretien insuffisant, des odeurs nauséabondes risquent de se développer jusqu'à devenir une source de nuisances pour le voisinage.

342. Panier-tamis

Ces paniers réalisés en acier inoxydable ou en plastique sont généralement positionnés dans les regards ou au niveau des points d'écoulement d'eau. Ces dispositifs économiques nécessitent néanmoins une surveillance et un nettoyage réguliers afin d'éviter la perte d'efficacité par colmatage et débordement. Les mailles de ces paniers sont généralement comprises entre 5 et 20 mm.

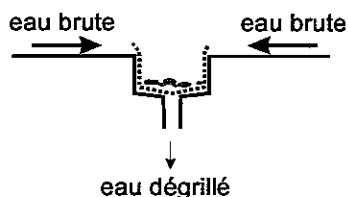


Figure 13. Principe d'un panier tamis

Source Leovin, Programme européen Leonardo da vinci

343. Tamis statique incliné

La conception globale de cet appareil se rapproche de celle d'un toboggan dont le plancher est remplacé par des lamelles transversales. Les eaux chargées ruissellent par débordement le long de ces lamelles, dont l'écartement est suffisamment faible pour empêcher le passage des matières solides. L'espacement entre lamelles de 0.5 mm à 1mm semble le plus adapté aux effluents vinicoles. La grille de certains modèles comporte plusieurs pentes, ce qui permet d'optimiser l'égouttage des matières solides.

Le principal intérêt d'un tel dispositif est l'absence de pièces en mouvement ce qui facilite la maintenance et augmente la robustesse du système.

Un lavage quotidien au surpresseur est nécessaire afin d'éviter le colmatage de la grille. Le décolmatage de certains appareils est parfois assuré par un dispositif de brosses, de vibreurs ou de rampe de lavage.

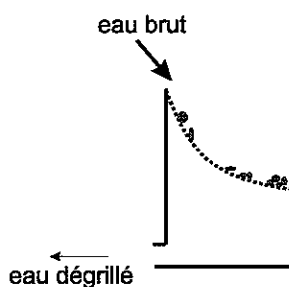


Figure 14. Principe d'un tamis statique incliné

Source Leovin, Programme européen Leonardo da vinci

- Procédés dynamiques : ils permettent de traiter des débits plus élevés mais nécessitent des investissements plus importants. Les appareils autonettoyants demandent peu d'entretien.

344. Tamis rotatif

Ce matériel est composé d'un tambour métallique grillagé qui retient les particules solides. Il existe deux types de matériels :

- L'un est traversé de l'extérieur vers l'intérieur avec récupération des déchets sur la périphérie du tamis ;
- L'autre fonctionne en sens inverse, l'effluent brut arrive au centre du tamis pour être dirigé vers l'extérieur. La progression des éléments solides est assurée à l'intérieure par une légère pente ou par une vis d'avancement.

Le décolmatage de ces dégrilleurs est généralement assuré par un brossage ou un lavage à partir des rampes latérales.

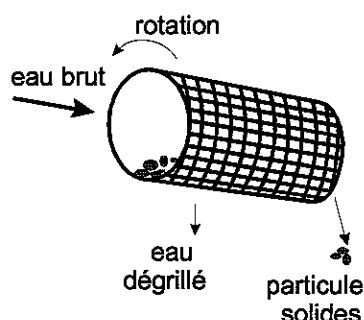


Figure 15. Principe d'un tamis rotatif

Source Leovin, Programme européen Leonardo da vinci

345. Dégrilleurs autonettoyants au fil de l'eau

Ce dispositif se compose de griffes dont l'écartement définit la finesse du dégrillage. La rotation continue des râteliers permet de relever les éléments grossiers à partir de la canalisation d'écoulement des effluents bruts, au fil de l'eau. Ce principe évite de réaliser un relevage des eaux brutes.

4) PROCÉDES DE TRAITEMENT EXTENSIFS

4.1. Épandage

Le traitement des effluents par épandage sur terres agricoles repose sur les capacités épuratoires du système sol - micro-organismes - plantes : il assure la filtration des matières en suspension, la fixation puis la dégradation des matières organiques et l'utilisation par les plantes des éléments minéraux alors libérés.

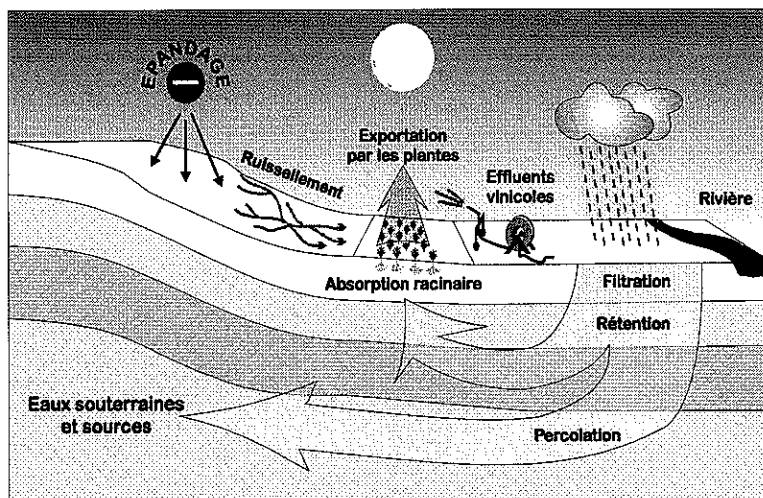


Figure 16. Schéma de principe d'épandage
source ITV France-CIVC

Pour être efficace vis à vis de la protection de l'environnement, l'épandage doit être raisonné et bien géré (19, 68, 80). Il est en effet indispensable d'ajuster le volume d'effluents aux caractéristiques physico-chimiques du sol et aux capacités d'exportation d'éléments minéraux par les cultures (23, 80). Une étude préalable à l'épandage doit donc être effectuée, visant à caractériser les effluents de l'établissement considéré, à sélectionner des parcelles susceptibles de recevoir des épandages (pente inférieure à 8%, distances par rapport aux habitations cours d'eau et captages, etc...) et à étudier les sols et le contexte agricole

(cultures mises en place, rotations, rendements moyens, travail du sol).

D'autre part, l'épandage peut représenter une source d'irrigation supplémentaire plutôt qu'une méthode de dépollution. Ainsi, en Californie (6), les effluents doivent être traités avant de servir à l'irrigation du vignoble. En Afrique du Sud, certaines caves et distilleries pratiquent l'épandage sur zones semi-arides, malgré quelques problèmes d'adaptation de la végétation à l'acidité des effluents épandus (24). En Australie (25, 66), la plupart des caves pratiquent l'épandage après rectification du pH et stockage court (< 7 jours) des effluents, mais certains établissements effectuent un prétraitement pour améliorer la qualité de l'eau avant épandage, permettant éventuellement la réutilisation de l'eau au sein de la cave.

Concernant l'épandage agricole, les effluents dégrillés sont stockés dans un bassin tampon dont la capacité varie en fonction de la cave et peuvent ensuite être épandus soit par aspersion à l'aide de canons fixes ou mobiles, soit par citernes de type tonne à lisier.

L'épandage par aspersion est réalisable du point de vue économique dès lors que la cave se trouve à proximité des champs d'épandage. L'installation mise en place après étude hydraulique doit comporter une pompe de mise en pression, un système de comptabilisation des volumes épandus, un réseau de canalisations fixes (enterrées ou non), et un ou plusieurs canons asperseurs, selon la taille du chantier d'épandage. Deux types de canons sont utilisables : fixe, ou mobile à enrouleur automatique (28). Les installations d'épandage par aspersion nécessitent un investissement important mais ont un coût de fonctionnement faible et nécessitent peu de main d'œuvre, même si une surveillance quotidienne doit être assurée.

L'épandage par citerne est une technique plus simple à mettre en œuvre mais nécessite plus de main d'œuvre que l'aspersion. Les principaux critères intervenant dans le choix de la citerne sont le volume, le nombre d'essieux, le type de pneumatiques, le revêtement interne de la citerne, le débit, et la puissance de traction requise (28). L'investissement nécessaire est relativement

faible, mais les coûts de fonctionnement sont importants et la répartition des effluents n'est pas toujours uniforme. De plus, en raison des incertitudes climatiques, un stockage tampon plus important doit être prévu. Néanmoins, il est possible de faire appel à des prestataires de services spécialisés dans ce domaine ou à des agriculteurs possédant déjà le matériel nécessaire, ce qui permet au personnel de la cave de se consacrer principalement à la vinification. Dans ce cas, un épandage collectif peut être envisagé.

4.2. Evaporation

Ce procédé repose sur l'évaporation de l'eau contenue dans les effluents et la valorisation par épandage des résidus d'évaporation (boues ou matières sèches). Deux techniques peuvent être mises en œuvre.

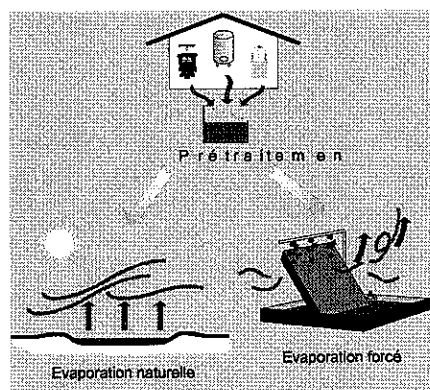


Figure 17. Principe du traitement par évaporation
Source Leovin, Programme européen Leonardo da vinci

421. Evaporation naturelle

Cette technique peut être utilisée dans les régions où le déficit hydrique annuel est important. L'effluent à évaporer est stocké, après dégrillage, dans des bassins étanches de faible profondeur (de l'ordre de la hauteur de l'évaporation annuelle nette du lieu soit environ 400 mm dans les zones Méditerranéennes) et dont la

surface totale est calculée en fonction du volume de rejets annuel. Pour éviter les infiltrations dans le sol, des études hydrogéologiques et géotechniques doivent être réalisées (30). Il est important que le remplissage des bassins soit progressif, permettant l'installation d'une aérobiose (grâce aux précipitations et au vent), de manière à limiter les mauvaises odeurs (31). L'évaporation réduit ainsi de près de 97% (30) le volume des effluents qui sont transformés en boues sèches.

L'évaporation naturelle est d'un coût d'exploitation assez faible et permet de supprimer totalement les rejets mais elle est réservée aux zones climatiques à forte évaporation et parfois génératrice de mauvaises odeurs. Il est de plus nécessaire de surveiller régulièrement l'étanchéité des bassins, dont la superficie est souvent importante.

422. Evaporation forcée

L'évaporation peut être optimisée par une pulvérisation séquentielle de l'effluent sur des panneaux alvéolés, type nid d'abeille, à surface spécifique élevée (52, 31, 52, 83). L'effluent ruisselle le long des alvéoles et forme un film sur la maille, ce qui augmente l'interface air/eau. Un dispositif de nettoyage séquentiel par détergeant désinfectant permet d'éviter le colmatage des panneaux alvéolés. La capacité d'évaporation par mètre carré occupé peut être alors jusqu'à 100 fois supérieure à l'évaporation naturelle, ce qui permet de diminuer de façon significative la superficie nécessaire au traitement des effluents ainsi que les nuisances olfactives. Plusieurs dispositifs sont installés dans la région méditerranéenne, propice à ce type de traitement (courant d'air naturel important). Pour des situations moins favorables, il existe des caissons dans lesquels sont placés des ventilateurs chargés de recréer les conditions favorables à l'évaporation à condition que l'air ambiant ne soit pas trop humide.

5) PROCÉDES BIOLOGIQUES AÉROBES

5.1. Principe

L'épuration biologique aérobie des effluents repose sur la dégradation, en milieu oxygéné, de la matière organique dissoute dans l'effluent par divers micro-organismes (levures, bactéries, protozoaires...), conduisant à la formation de dioxyde de carbone, d'ammoniaque, d'eau, et de boues biologiques. Ces boues peuvent ensuite être séparées de l'effluent traité par simple décantation puis, généralement, épandues. Les micro-organismes étant présents dans l'effluent brut, l'oxygénation est généralement suffisante au développement des boues. De nombreuses techniques d'épuration utilisent cette méthode dont le principe de base est l'oxygénation des effluents.

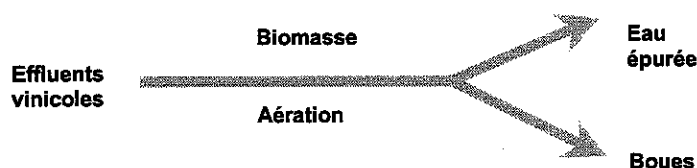


Figure 18. Principe de l'épuration aérobie
Source ITV France

5.2. Aspects microbiologiques

Depuis Pasteur, l'œnologie a progressivement intégré les connaissances microbiologiques afin de comprendre les étapes de la vinification et d'améliorer l'élaboration des vins.

L'utilisation de souches de levures sélectionnées sous forme de levures sèches actives et plus récemment la maîtrise par ensemencement de la fermentation malolactique, font partie des pratiques courantes de l'œnologie moderne.

Au delà de l'élaboration des vins, les contraintes environnementales justifient l'étude des aspects microbiologiques dans un nouveau domaine pour les caves : le traitement des effluents vinicoles, thématique qui s'intègre de plus en plus dans le cursus de formation et la pratique des œnologues.

A l'image d'une vinification, l'épuration des effluents de cave fait intervenir une véritable usine biologique dans laquelle les micro-organismes sont les acteurs des transformations métaboliques, qui aboutissent par anabolisme et catabolisme à la dégradation de composés organiques complexes (60).

La dégradation naturelle des matières organiques dans les cours d'eau est connue depuis très longtemps, cependant cette auto-épuration, progressive, ne s'est plus avérée suffisante pour faire face à l'augmentation des rejets issus à la fois du développement des agglomérations urbaines et de l'industrialisation. Ainsi, le traitement biologique des eaux usées urbaines puis des effluents industriels s'est progressivement développé après la deuxième guerre mondiale.

Dans le secteur agro-alimentaire, après les secteurs d'activité réputés très polluants (sucreries, distilleries), les caves ont été progressivement concernées par le traitement de leurs effluents, sous l'action notamment de pressions réglementaires et financières.

Mise à part les techniques rustiques de type épandage ou évaporation, le traitement des effluents vinicoles est le plus souvent réalisé par voie biologique aérobie.

521. Transfert de matière organique

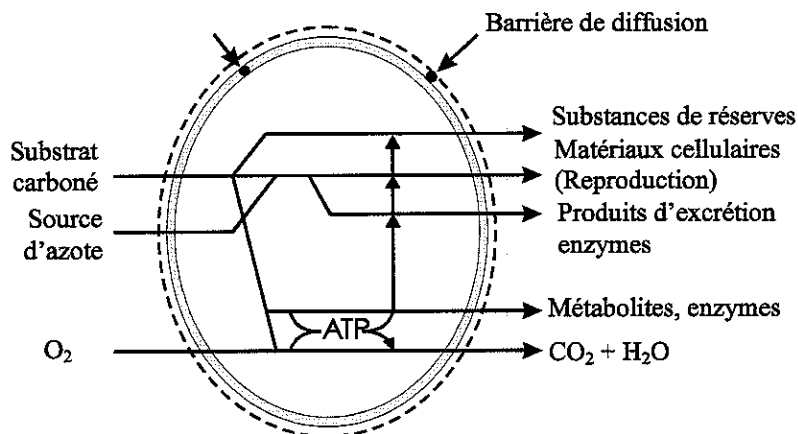


Figure 19. Représentation du métabolisme cellulaire (57) d'après LEVEAU et BOUIX (1993)

Le transfert des matières organiques vers la biomasse intervient selon le processus suivant :

- les particules fines et les grosses molécules sont adsorbées sur la biomasse du dispositif d'épuration. Fixés de façon exocellulaire, les composés issus de l'hydrolyse par les exoenzymes, ainsi que les composés de faible poids moléculaire, peuvent pénétrer dans les cellules des micro-organismes ;
- une fois pénétrés dans la cellule, les composés organiques sont transformés en réserve intracellulaire, en nouveau matériau cellulaire, ou encore oxydés fournissant ainsi de l'énergie pour la cellule.

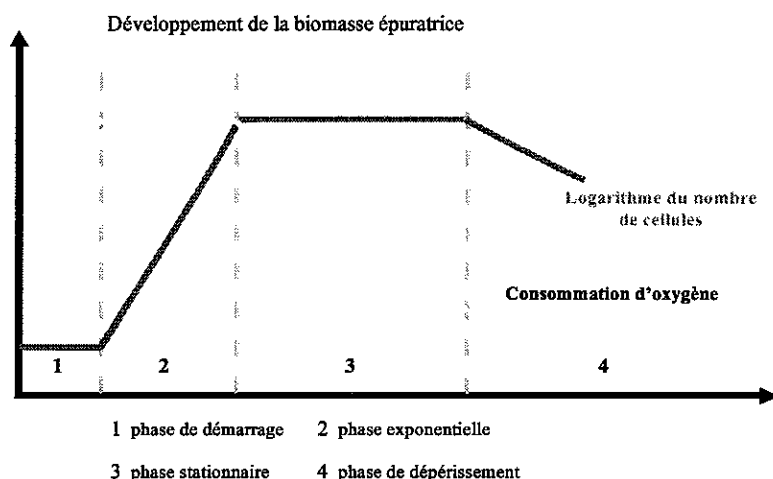


Figure 20. Développement de la biomasse épuratrice d'après SCHLEGEL (1976)

Ce processus aboutit au développement de biomasse et par la suite à la formation de boues constituées de biomasse et de matières organiques non hydrolysées .

Selon le temps de séjour, une part plus ou moins importante des micro-organismes s'autolyse, fournissant ainsi au milieu un nouveau substrat biodégradable. La matière organique est ainsi recyclée par mort et régénération successive, avec en parallèle une élimination sous forme de CO_2 et H_2O .

Ce processus microbiologique complexe qui intervient tout particulièrement lors des traitements extensifs, permet à la fois de réduire la quantité de boues à éliminer, d'améliorer leur aptitude à la décantation, et les stabiliser biologiquement, limitant ainsi les nuisances olfactives. D'un point de vue pratique, la biomasse nette produite est généralement comprise dans une fourchette de 0,3 à 0,45 kg de matières sèches par kg de DCO éliminée ce qui représente un volume de l'ordre de 3 à 5% lorsque les boues sont séparées par décantation.

522. Caractéristiques de la biomasse

Elle se compose le plus souvent d'une population complexe associant procaryotes et eucaryotes pour laquelle les bactéries constituent la base épuratrice.

La nature des composés organiques à dégrader et les conditions de milieu vont favoriser le développement d'une biomasse déterminée à un instant donné du traitement. L'évolution du milieu conditionne les caractéristiques de la biomasse pour laquelle une succession d'espèces peut être constatée.

A partir d'études menées sur des dispositifs conduits en batch (stockage aéré) sur des effluents de pressurage, un cycle d'épuration peut être décomposé schématiquement en quatre phases en fonction de l'évolution de la biomasse épuratrice et de l'évolution des caractéristiques physico-chimiques de l'effluent en traitement.

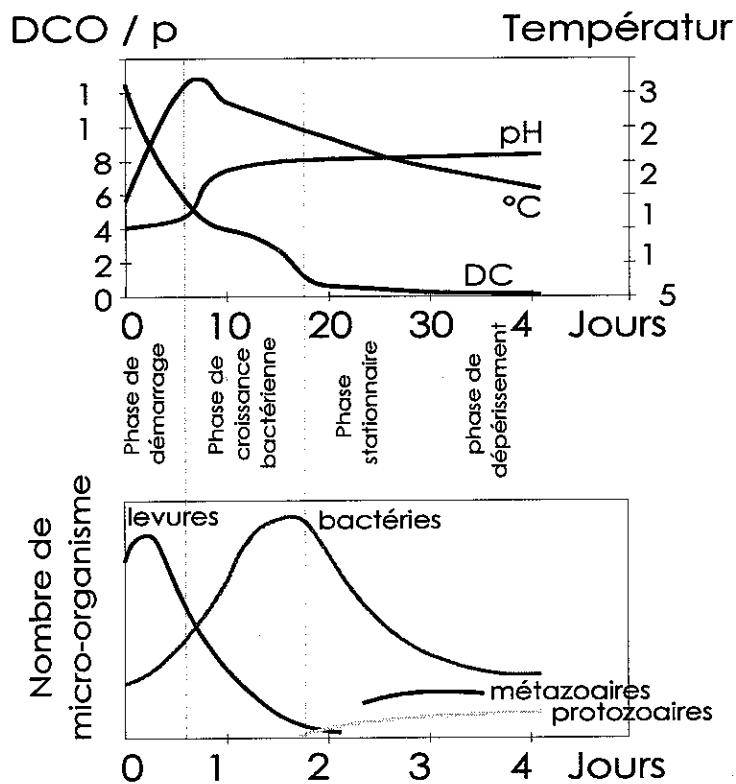


Figure 21. Evolutions schématiques des caractéristiques des effluents traités par stockage aéré et de la biomasse épuratrice (60) d'après J. ROCHARD, M.N. VIAUD, F. DESAUTELS, D. PLUCHART

❖ Phase de démarrage

Cette phase est caractérisée par une prépondérance des levures en raison d'une part de l'effet d'ensemencement des moûts et des conditions de développement favorables (pH, sucres, facteurs nutritifs).

Le développement levurien conduit à un abaissement de la DCO rapide avec pour conséquence une demande en oxygène très importante, et une élévation de température significative.

A ce stade, la séparation de la biomasse par décantation est difficile.

❖ Phase de croissance bactérienne

Progressivement, l'activité des levures diminue au profit de celle des bactéries. Cette évolution sensible est liée d'une part à l'augmentation du pH (oxydation des acides organiques) et d'autre part à l'élévation de température au cours de la phase de démarrage.

A ce stade de l'épuration, la biomasse se développe sous forme libre dans le liquide et de ce fait la décantation est très difficile.

❖ Phase stationnaire

Cette phase correspond à une stabilisation voire une diminution de la population bactérienne et à la formation des premiers floes en raison notamment de l'épuisement du milieu en substrat facilement biodégradable et la baisse de température liée à l'atténuation de l'activité biologique.

L'apparition de protozoaires généralement bactérivores correspond aux successions d'espèces de la chaîne écologique classiquement rencontrées dans l'épuration des effluents domestiques. On note toutefois une prédominance des paramécies qui est caractéristique des milieux carencés en azote, ce qui est le cas des effluents vinicoles.

A ce stade, la sédimentation des boues devient plus facile.

Le niveau de la DCO atteint à la fin de cette phase, permet généralement d'envisager un rejet en réseau, mais le niveau d'épuration est généralement insuffisant lorsque l'exutoire est un milieu naturel (fossé, rivière).

❖ Phase de dépérissement

La population bactérienne continue de diminuer en raison du faible niveau de substrat carboné biodégradable et d'une consommation par les espèces supérieures. A ce stade, les bactéries sont principalement sous forme de floes facilement décantables.

L'évolution des espèces supérieures est caractérisée au niveau des protozoaires par une prolifération des paramécies et l'apparition plus occasionnelle de vorticelles, d'amibes, On observe

ensuite, dans certains cas, la présence de métazoaires : rotifères, nématodes.

Ce stade correspond également à une dégradation très progressive de la fraction classiquement dénommée « DCO dure ». Bien que peu d'études aient été réalisées sur cette fraction des effluents de cave, on peut supposer qu'elle correspond à des composés à poids moléculaire élevé pour lesquels des phases d'hydrolyse complexes sont nécessaires avant leur assimilation microbienne. Cette phase termine le traitement des effluents qui peuvent généralement être rejetés au milieu naturel après une simple décantation.

C'est également à la fin de cette phase qu'apparaissent les microphytes dans les bassins ouverts, leur développement et l'apport d'oxygène pur qu'elles produisent permettent souvent de dépasser la saturation et sans doute d'accélérer le processus de dégradation de la DCO dure. Par contre, elles présentent l'inconvénient d'augmenter la concentration en MES aux rejets.

523. Influence des facteurs physico-chimiques

Les principales conclusions des études réalisées dans le cadre de micro-épuration en batch de 100 litres sont résumées ci-dessous°:

- Une complémentation des effluents en azote et phosphore a un effet significatif;
- La neutralisation présente de façon moindre un effet positif;
- La combinaison de la neutralisation et de l'ajout d'azote et de phosphore n'apporte pas d'amélioration supplémentaire par rapport à la seule complémentation en azote et phosphore;
- Le chauffage des effluents à une température de 35°C contribue à accélérer de manière significative le processus d'épuration.

Dans le cadre des applications technologiques, l'optimisation des conditions de milieu est surtout effective pour les systèmes intensifs. Cette optimisation porte notamment sur les aspects suivants : régulation du pH à 7, apport de facteurs nutritifs sur la

base d'un apport DBO5/N/P de 100/5/1 et éventuellement, maîtrise partielle de la température par isolation ou implantation souterraine du réacteur.

524. Ensemencement avec des micro-organismes sélectionnés

Au delà des performances épuratrices, l'ensemencement avec des micro-organismes peut être recherché afin d'obtenir une biomasse active dès le début de la pointe de pollution liée aux vendanges (effet biologique starter). En effet, dans la plupart des caves, il est difficile de maintenir une bonne viabilité de la biomasse en raison du manque de substrat carboné durant la période qui précède les vendanges. Dans ce cadre, des résultats intéressants ont été obtenus avec des boues activées de station d'épuration.

Cette étude a également porté sur des tests de souches commerciales, cependant, les résultats sont peu significatifs par rapport au témoin.

Un principe original basé sur le principe d'un premier étage de traitement où l'ensemencement est réalisé avec des levures (85) et un second étage à boues activées fonctionnant en aération prolongée est actuellement développé industriellement (40). Les performances épuratrices des levures associées à un niveau d'oxygénation important, permet d'obtenir un rendement d'épuration élevé pour un temps de séjour très court (3 à 4 jours). L'effet de compétition levures-bactéries, justifie la régulation du pH à 4 dans le premier réacteur.

Ce procédé particulièrement compact peut facilement s'intégrer en site urbain. Cette intensification poussée impose un suivi technique très pointu. D'autre part, la séparation des levures, difficilement décantables, justifie la mise en place d'un séparateur centrifuge horizontal. Par ailleurs, afin d'éviter la dissémination des levures dans les chais, un système de stérilisation de l'air des effluents, ainsi qu'un chaulage des boues ont été mis en place.

525. Dispositifs de fixation des micro-organismes

Classiquement, la biomasse épuratrice est mise en œuvre en culture libre. Cette technique est limitée par la concentration en micro-organismes admissible dans les bassins, conduisant à des volumes d'ouvrage important. Afin de palier à cet inconvénient, des procédés à culture fixée ont été développés. Ils sont basés sur la propriété qu'ont les bactéries à produire des exopolymères (à l'image de la maladie de la graisse des vins) permettant leur fixation sur un support sous forme d'un film.

De nombreux supports se différenciant par leur surface spécifique (m^2/m^3), leur forme, le type de matériau utilisé, ont été déjà testés ou sont en cours de développement.

5.3. Lit de roseaux

Des essais menés en Allemagne, aux Etats-Unis et en France ont porté sur l'utilisation d'une lagune dans laquelle est implantée des roseaux. Le principe de ce procédé repose sur la symbiose biologique entre les roseaux et les micro-organismes. Les effluents transitent dans un bassin contenant des plantes aquatiques, dont les rhizomes sont peuplés de micro-organismes dégradant la matière organique des effluents. Il semble que le traitement soit compatible avec des charges de 1600 kg de DCO/ha/jour et sans problème de nuisance olfactive (53, 70). Ces résultats, obtenus sur des volumes limités, doivent être, cependant, validés sur site.

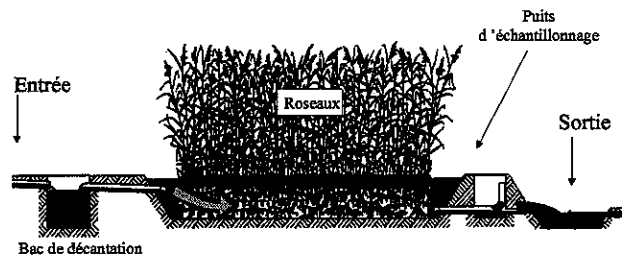


Figure 22. Schéma d'un lit de roseau - Source D.H. MÜLLER

5.4. Lagunage

541. Lagunage naturel

L'aération naturelle est la plus simple méthode d'épuration dans son principe et dans son fonctionnement. Il s'agit simplement de stocker les effluents, après dégrillage, dans un bassin étanche, l'aération n'étant assurée que par les phénomènes naturels de transfert d'oxygène. Dans ces conditions, l'aération est souvent insuffisante : le temps de dégradation des matières organiques est assez long et des nuisances olfactives liées au milieu réducteur se développent. D'autre part, la surface de bassin nécessaire est importante. Malgré tout, en raison de sa simplicité de mise en œuvre, cette technique est parfois retenue dans les zones éloignées des habitations et dépourvues de raccordement électrique.

542. Lagunage aéré

Afin de pallier aux problèmes d'odeurs et d'accélérer le processus d'épuration, on peut ajouter un ou plusieurs aérateurs de surface dans le bassin d'aération où ont été stockés les effluents. Le temps d'épuration est alors de l'ordre de quarante à cent jours, suivi d'une décantation dans un second bassin. L'exploitation de ce type d'installation demande peu de main d'œuvre mais nécessite la surveillance régulière des aérateurs et un curage régulier du bassin aéré ainsi que l'élimination des boues du bassin de décantation. Les investissements sont relativement faibles mais le coût de fonctionnement est plus élevé.

En Californie, les résultats obtenus par cette technique sont améliorés par l'utilisation de plusieurs bassins d'aération ainsi que d'un bassin de stockage des effluents épurés, dont l'eau sert ensuite à l'irrigation des cultures avoisinantes (6).

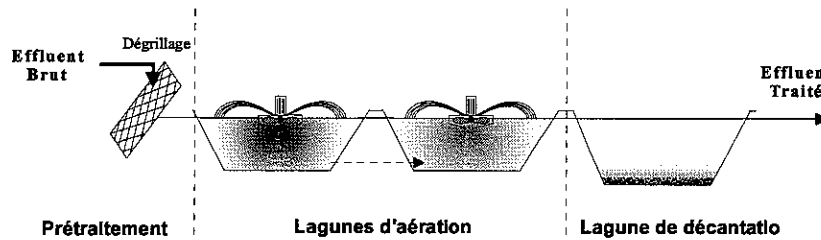


Figure 23. Schéma de principe du lagunage aéré
source ITV France

5.5. Stockage aéré

Le stockage aéré est une technique d'épuration aérobie extensive réalisée par batch. Les opérations suivantes sont réalisées dans une même cuve :

- stockage, après dégrillage, de l'ensemble des effluents de la vendange;
- aération et brassage séquentiels ;
- décantation des boues formées.

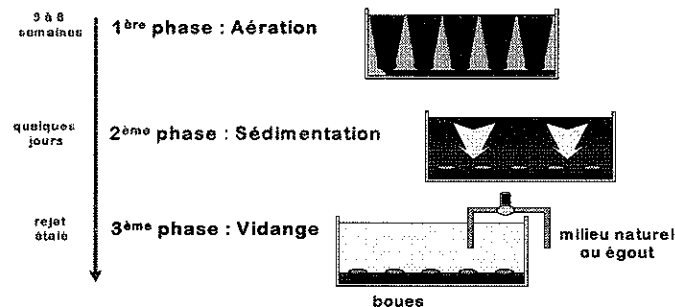


Figure 24. Schéma de principe du stockage aéré
Source ITV France – CIVC

Le temps nécessaire au traitement varie en fonction des objectifs de rejet fixés (72), selon que le rejet est effectué dans un réseau d'assainissement (environ 15 jours) ou dans le milieu naturel (30 à 40 jours), et avec le type d'installation (une ou plusieurs cuves

de stockage) et d'activité de la cave (effluents de vinification). Ce procédé est bien adapté aux variations saisonnières des caves.

Plusieurs types de cuves sont actuellement en service. Le plus souvent, il s'agit d'une cuve en béton enterrée, ce qui permet de s'affranchir du risque de gel et accélère par ailleurs le traitement en permettant d'atteindre une température assez élevée. Les effluents de cave étant acides, le béton doit subir un traitement spécifique afin d'éviter sa détérioration. De même, les cuves métalliques doivent être enduites d'un revêtement adapté. L'aération et le brassage sont souvent assurés par une ou plusieurs pompes immergées munies d'un hydro-éjecteur à effet Venturi. Dans le cas des bassins ouverts, on utilise généralement des aérateurs de surface ou des dispositifs Venturi externes (86) . Cette configuration limite le coût du stockage mais pose éventuellement le problème d'intégration esthétique et de nuisance olfactive et sonore. Ce procédé est bien adapté aux variations saisonnières des caves.

Le suivi se limite à une mesure périodique de la DCO et du pH, permettant d'établir la cinétique d'épuration. Une analyse plus complète doit généralement être réalisée avant la phase de vidange.

Un dispositif mis au point dans le cadre d'un projet européen comporte une deuxième étape de traitement sur lit de sable qui permet d'obtenir un rendement global supérieur à 98% (76).

5.6. S.B.R. (Sequenced Batch Reactor)

Le procédé S.B.R. est basé sur la conduite d'un réacteur aérobie par cycles, c'est à dire en mode séquentiel discontinu ou S.B.R. Les effluents sont stockés, après dégrillage, dans une ou plusieurs cuves équipées d'une pompe permettant le transfert vers le réacteur. Chaque jour, une quantité d'effluent varie généralement de 10 à 30% du volume de la cuve est aérée jusqu'à abattement de la pollution jusqu'au niveau souhaité. L'aération est ensuite stoppée afin de laisser décanter, dans le réacteur, les boues formées. Une partie du surnageant (effluent épuré et décanté) est alors évacuée puis remplacée par de l'effluent brut et un nouveau

cycle commence. Lorsque la proportion de boues devient trop importante, une partie de celle-ci est soutirée.

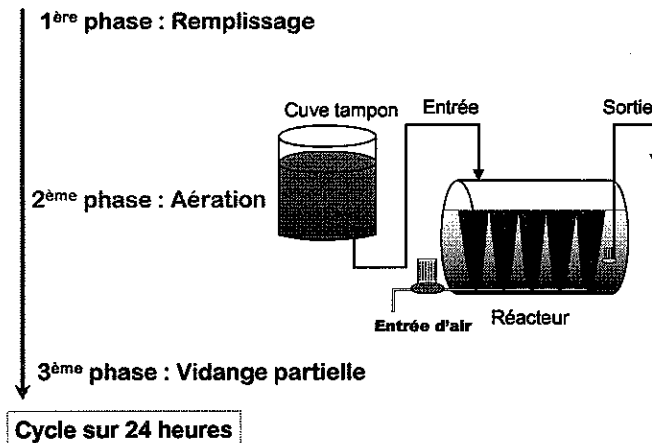


Figure 25. Schéma de principe du SBR - *source ITV France*

Ce mode de conduite permet de maintenir une biomasse importante et active assurant de bons rendements d'épuration. La difficulté est liée à la gestion des cycles d'épuration (alimentation, temps de séjour, décantation) notamment lorsque les effluents présentent une grande variabilité dans leur composition (35) ce qui justifie la mise en place d'un stockage tampon en tête afin de lisser les fluctuations.

5.7. Boues activées

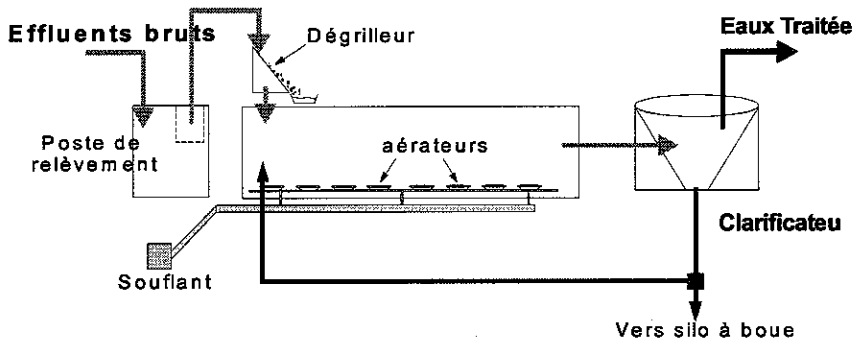


Figure 26. Principe de traitement par boues activées - *source ITV France*

Ce processus, très utilisé pour l'assainissement urbain, fait intervenir un traitement en continu avec séparation de la phase d'aération et de décantation. Après dégrillage, les effluents sont mis en contact avec une culture bactérienne contrôlée, dans un bassin brassé, avec contrôle de la concentration en oxygène ; puis, dans un clarificateur, les effluents épurés sont séparés des boues dont une partie est recyclée vers le bassin aéré. Les boues en excès sont extraites et traitées avant leur épandage. Souvent, l'épuration intervient dans un seul bassin (faible charge), éventuellement précédé d'un autre bassin (forte charge) pour la période de pointe (75). L'utilisation du procédé dit à faible charge entraîne un surdimensionnement de l'installation non négligeable mais peut être mis en œuvre lorsque une ou plusieurs cuves existantes dans la cave peuvent être utilisées comme bassins d'aération et de décantation. Dans le cas du procédé à forte charge, le bassin d'aération supplémentaire n'est utilisé que pendant la période de pointe et permet d'abaisser considérablement la charge de l'effluent avant qu'il ne soit envoyé vers le bassin faible charge (38). Il est aussi possible d'utiliser un système à lit bactérien comme dispositif forte charge préalable au bassin faible charge. Une autre variante consiste à fractionner en plusieurs cuves la phase d'aération avec pour conséquence des gradients de concentration en DCO associés à une biomasse spécialisée dans chacun des réacteurs (73).

Un dispositif continu très intensif a été développé industriellement. Il se compose d'un premier étage biologique levurien et d'un second bactérien de type boue activée en aération prolongée (55). Les performances épuratoires des levures, associées à un niveau d'oxygénation élevé, permettent d'obtenir un rendement dépuratoire important pour un temps de séjour très court (3 à 4 jours). L'effet de compétition levures bactéries impose une régulation du pH à 4 dans le premier réacteur.

Cette technique impose une main d'œuvre qualifiée pour assurer la régulation du processus biologique. Cette technique simple est souvent utilisée, généralement dans les caves de grande capacité.

5.8. Lit bactérien

Le principe consiste à faire ruisseler l'effluent sur un matériau de grande surface spécifique (garnissage plastique, granulats) servant de support à des micro-organismes qui forment un film. Cette surface dispose de nombreux vides qui vont permettre une oxygénation naturelle. Les effluents subissent d'abord un dégrillage fin de façon à ne pas boucher le système d'arrosage puis ils sont neutralisés à la chaux et complétés en azote et phosphore dans un bassin tampon. Ils sont ensuite amenés sur la surface du lit bactérien par un système d'arrosage rotatif. La biomasse excédentaire se détache du support et passe dans un clarificateur, entraînée par les effluents. Un traitement spécifique des boues résiduelles doit être prévu.

L'avantage de ce procédé est de détruire une fraction importante de la charge organique avec une faible dépense en énergie. Il constitue un système de prétraitement intéressant pour les caves ayant la possibilité de rejeter leurs eaux dans un réseau urbain. Cependant, cette technique demande une période d'ensemencement assez longue (15 à 30 jours), ce qui semble peu adapté aux variations saisonnières qui caractérisent les effluents de cave. De plus, l'installation réclame une bonne technicité de la part de l'utilisateur (régulation du pH, apport nutritif, ensemencement), (7).

5.9. Disques biologiques

Le principe consiste à faire tourner autour de son axe un cylindre garni de tubes creux dont les parois servent de support à des micro-organismes épurateurs qui forment un film. Le cylindre est immergé à environ $\frac{3}{4}$ de son diamètre dans un réacteur contenant l'effluent ainsi que des boues activées. Cette technique combine les procédés à boues activées et à lit bactérien en un seul réacteur. L'oxygénation du milieu est assurée par la rotation de système. Après passage dans le réacteur, les effluents sont séparés des boues dans un clarificateur. Une partie de ces boues recircule vers le réacteur, l'excédent devant faire l'objet d'un traitement

spécifique. L'efficacité de ce système est de l'ordre de 80 à 95 % sur la DCO (41, 43).

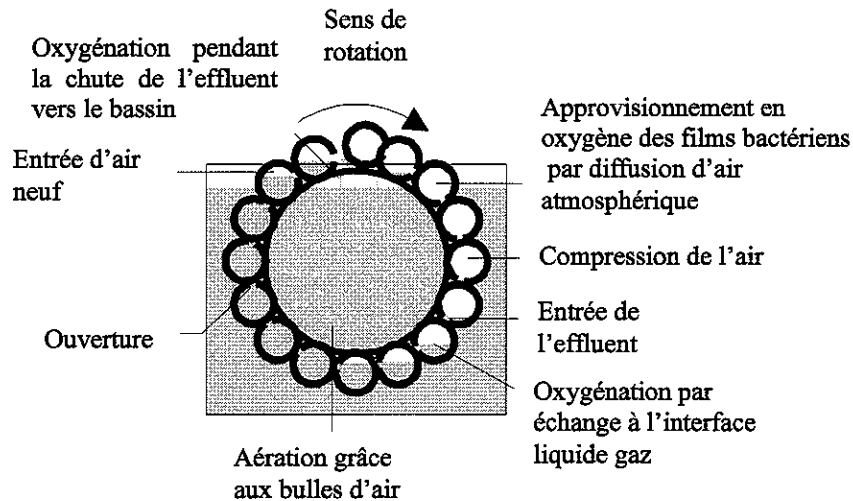


Figure 27. Schéma de principe des disques biologiques
Source D.H. MÜLLER

5.10. Traitement associé aux effluents urbains

Le traitement associé aux effluents urbains consiste à raccorder les exploitations viticoles au réseau d'assainissement de la commune, dont la station d'épuration a été raisonnablement surdimensionnée par rapport à la population urbaine sédentaire. En période de vendange, ils sont stockés dans des bassins étanches de grande capacité, en amont de la station, afin de ne pas surcharger le bassin d'aération, la tolérance de la flore bactérienne étant relativement limitée vis-à-vis d'une période de pointe. Parallèlement, les pompes de déstockage sont mises en service et alimentent le bassin d'aération à sa capacité maximale de traitement, le débit journalier d'injection étant déterminé par des mesures de DCO et de DBO₅. Une fois les vendanges terminées, les effluents stockés sont progressivement pompés vers la station, le déstockage pouvant s'étaler sur 6 à 10 mois. En dehors des périodes d'activité vinicole, les effluents domestiques sont dirigés directement vers la station (39, 71).

Ce type de traitement nécessite un investissement important de la part de la collectivité. Sur le plan administratif, il faut prévoir une convention entre la collectivité et les centres vinicoles, qui fixe les modalités de raccordement au réseau d'assainissement et de participation aux frais d'investissement et de fonctionnement. L'intérêt de cette technique est de régler collectivement les problèmes d'épuration de tous les centres de pressurage et de vinification d'un village à la fois, tout en garantissant la qualité de l'épuration.

Parallèlement aux effluents, il est possible d'utiliser les boues issues de la clarification des moûts, pour éliminer l'azote des effluents urbains (86).

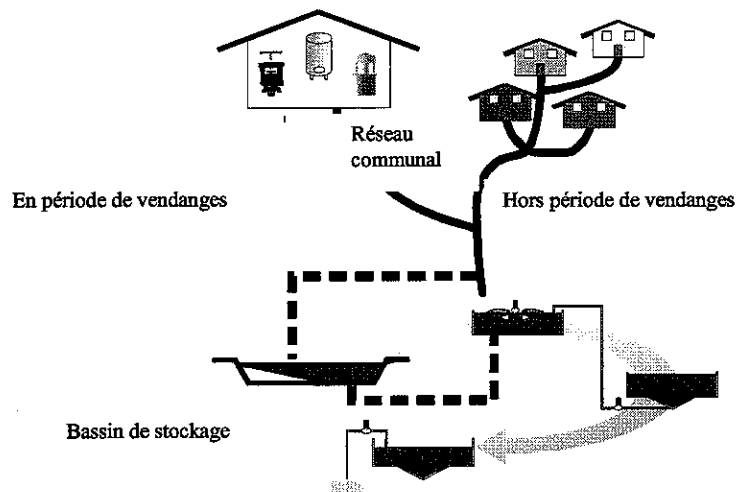


Figure 28. Procédés de traitement aérobique : traitement collectif mixte
Source Leovin, Programme européen Leonardo da vinci

6) AUTRES TECHNIQUES

6.1. Biologique anaérobie

611. Principe

Le traitement biologique anaérobie des effluents, aussi appelé fermentation anaérobie ou méthanisation, est basé sur la transformation des matières organiques en méthane et dioxyde de carbone par des micro-organismes fonctionnant en absence d'oxygène.

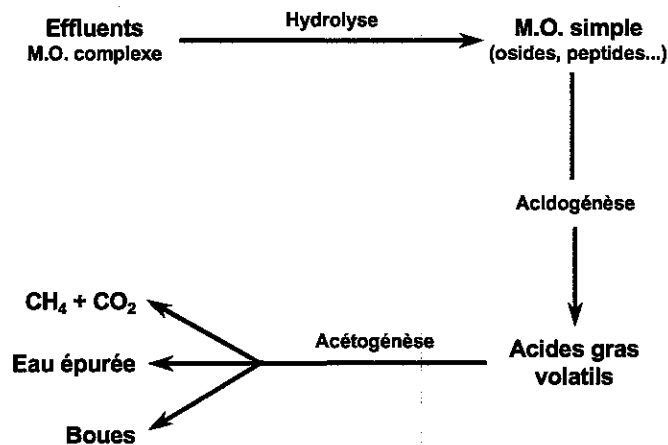


Figure 29 Principe de dégradation par digestion anaérobie
Source ITV France

612. Bassin de méthanisation

C'est le système le plus simple qui consiste en un bassin de grand volume, profond, recouvert par une bache flottante. La biomasse se situant surtout dans le fond du bassin, le temps de séjour est assez long et le rendement DCO plutôt faible (44 %). Il est envisageable pour augmenter le rendement d'ajouter un dispositif d'agitation séquentielle dans le réacteur, ou bien d'y insérer un garnissage non colmatant afin de servir de support aux micro-organismes. Ce type de traitement n'autorise pas le rejet dans le milieu naturel mais sa simplicité de mise en œuvre et le faible

volume de boues produites en font un procédé bien adapté aux caves de plus de 10 000 hl (44).

613. Procédé UASB

Le procédé UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket, flux ascendant sur lit de boue) est très peu décrit dans la littérature. Il est constitué d'un réacteur anaérobieensemencé par des boues granuleuses. Le rendement DCO obtenu est de l'ordre de 75 à 95 %, et l'activité des boues est peu dépendante des conditions de charge du réacteur. Celles-ci peuvent semble-t-il supporter un arrêt total sans perte significative d'activité ou de structure, la reprise d'activité étant de plus rapide. Ce système présente plusieurs avantages : rapidité du traitement, faible consommation énergétique, valorisation éventuelle du méthane, faible production de boues, faible encombrement au sol, mais le fonctionnement nécessite une main d'œuvre qualifiée (45).

614. Filtre à biomasse fixée

L'aptitude des micro-organismes à adhérer à des supports (organiques, plastiques ou minéraux) permet une amélioration significative des performances cinétiques de dégradation, d'où diminution du volume des fermenteurs. Avec des supports en plastique (PVC) ou lignocellulosiques (copeaux de bois, rafles), les rendements d'épuration sont de l'ordre de 80 à 98 % sur la DCO. Ce type de réacteur présente les mêmes avantages que le procédé UASB, et son fonctionnement nécessite aussi une main d'œuvre qualifiée.

6.2. Physico-chimique

Ces procédés, dont le principe s'apparente au collage des vins, fait intervenir des produits floculants et coagulants permettant d'améliorer l'élimination des matières en suspension regroupées sous forme de floes. La phase de séparation peut intervenir par centrifugation, filtration ou flottation. L'effet visuel est souvent spectaculaire mais les rendements exprimés en DCO sont souvent

assez faibles (inférieurs à 30%). Ces techniques sont également utilisées en complément d'un procédé biologique aérobie afin de faciliter la séparation des boues.

6.3. physique

631. Techniques membranaires

Les propriétés d'épuration des membranes sont liées à leur sélectivité. La microfiltration tangentielle dont la porosité est généralement comprise entre 0.1 et 0.2 μ m, assure l'élimination des microorganismes et d'une partie des macromolécules (82). Mais les rendements d'épuration en DCO sont assez faibles (10 à 30%). Cette technique est également expérimentée pour séparer les boues après un traitement biologique aérobie (biomembrane). Les applications industrielles semblent se développer dans le secteur agroalimentaire, par contre dans le secteur vinicole, peu d'expériences à grande échelle ont été menées jusqu'à présent. Il en est de même pour les techniques membranaires de nanofiltration et d'osmose inverse.

632. Evapo concentration à condensation fractionnée (ECCF)

Le procédé repose sur le constat que plus de 90% de la DCO des effluents vinicoles est due à l'éthanol et aux sucres présents dans ces eaux usées. Ce procédé, fait intervenir un fractionnement par distillation (séparation de l'éthanol et des produits secondaires) et une concentration par évaporation (69).

Après dégrillage, les effluents vinicoles sont stockés dans des cuves où se produit une fermentation alcoolique des sucres présents dans les eaux de lavage en période de vendanges. Les effluents alcoolisés sont rectifiés sur colonne afin de séparer et concentrer l'éthanol, qui sera valorisé en distillerie. L'effluent désalcoolisé, recueilli en sortie de colonne, est concentré par évaporation.

Cette opération conduit à la production d'une eau épurée (distillat) pouvant être recyclée ou rejetée dans le milieu naturel et à un concentrât, riche en acide tartrique régénérable. L'intérêt de cette technique réside dans la valorisation des produits contenus dans les effluents.

Si le système paraît séduisant dans son principe, son intérêt pour les caves ne pourra être établi qu'après validation industrielle

associée à une approche économique liée à l'investissement et au fonctionnement.

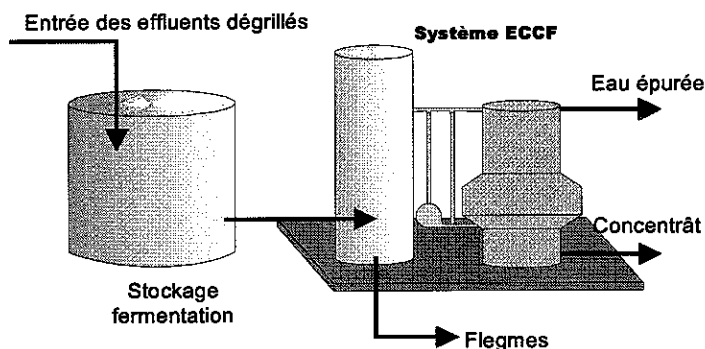


Figure 30. Dispositif d'évaporation à condensation fractionnée
Source : INRA de Pech Rouge

7) EFFLUENTS DE DISTILLERIE

7.1. Introduction

La production d'alcool est génératrice d'importants rejets chargés de matières organiques.

Les distilleries ont souvent été intégrées avant les caves dans les législations environnementales des différents pays producteurs de vins.

L'épandage des vinasses est souvent pratiqué sur vignes (3,46). Cette technique qui demande une gestion rigoureuse a l'avantage de concilier les obligation d'épuration avec les respects agronomiques du vignoble.

D'autres techniques d'épuration (30,37) peuvent être mises en place :

Traitement biologique :

- par stockage aéré;
- par lagunage aéré;
- par lit bactérien;
- en discontinu par aération séquentielle;
- par boues activées;
- par méthanisation.

Dans certains cas, l'épuration des vinasses est assurée dans des centres collectifs, par méthanisation.

7.2. rejets de distillerie

721. Distillerie en continu

La production d'alcool d'origine viniques peut s'effectuer dans des appareils en continu ; les vinasses sortent en pieds de colonnes et contiennent tous les composés présents dans le vin excepté l'alcool éthylique et les arômes. Généralement les flux hydrauliques sont importants ainsi que la charge organique, de plus la température de sortie de la colonne est de l'ordre de 100 à 105 ° C.

Les distillations de lies de vin présentent un caractère encore plus important au point de vue de la protection de l'environnement. Il faut alors tenir compte de la pollution dissoute et de la pollution contenue dans les matières en suspension.

722. Distilleries type "Charentaises"

Lors du procédé charentais de distillation "à repasse" on distingue les vinasses de vin et les vinasses de bonne chauffe.

Les vinasses de vin sont le résidu de la première chauffe en alambic charentais, elles représentent les 2/3 du volume de vin mis en œuvre et leur charge polluante est en moyenne de 30 g/l de DCO.

Les vinasses de bonne chauffe (ou deuxième chauffe) représente les 2/3 du volume du "brouillis" mis en œuvre, leur charge polluante est exclusivement soluble et se situe entre 2 à 4 g/l de DCO.

7.3. Les techniques de traitement des effluents de distillerie

Les rejets des distilleries présentent une forte charge de pollution

| | | DCO | DB05 | MES |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Vinasses "Charentaises" | | 30 g/l | 20 g/l | 1 à 3 |
| Vinasses "colonnes" | Lies | 50 à 60 g/l | 30 à 40 g/l | 20 à 50 g/l |
| | Vin | 20 g/l | 15 g/l | 1 à 2 g/l |

Il existe une très large panoplie des techniques d'épuration des effluents :

- l'épandage sur terrains agricoles ;
- le traitement anaérobie (méthanisation) ;
- le traitement aérobie (lagunage et stockage aéré) ;
- la concentration couplée avec un traitement aérobie des condensats ;
- les techniques à membranes ;
- l'aéroflottation.

Ces deux dernières techniques sont moins développées.

731. Epandage sur terrains agricoles

Cette technique est très utilisée par les bouilleurs de cru qui élaborent des distillats. Quelques bouilleurs de profession ainsi que des distilleries d'alcool d'état y ont aussi recours pour traiter leurs effluents.

732. Traitement anaérobie (Méthanisation ou fermentation méthanique)

La fermentation méthanique permet une valorisation énergétique des rejets, grâce à l'association de deux groupes de bactéries (de type "acidogène" et "méthanogène"), qui transforme la matière organique en biogaz (méthane et gaz carbonique).

Il existe deux types de méthanisation pouvant être utilisés pour le traitement des vinasses plus ou moins concentrées :

- Les vinasses de lies très concentrées peuvent faire l'objet d'une méthanisation du type "infiniment mélangé" caractérisée par une charge volumique appliquée de l'ordre de 3 à 4 kg de DCO/m³/jour et une production de biogaz d'environ 1 à 2 m³ de réacteur/jour ;
- Les vinasses de marcs et de vins moins concentrées peuvent être traitées par de nouvelles générations de fermenteurs appelés "lits fluidisés" ou "lits fixés" avec une charge

volumique bien plus élevée que dans le cas précédent, de l'ordre de 10 à 15 kg de DCO/m³/jour, pour une production de biogaz de 6 m³/m³ de réacteur/jour.

Les rendements de ce procédé peuvent atteindre, dans le cas d'un bon fonctionnement, 90 % sur la DCO brute à traiter.

La production de boues résultant de ce type de filière, inférieure à 0.5kg de MS par kg de DCO éliminée, est moins importante que celle résultant d'une filière aérobie.

En aval de ces deux étapes successives, l'effluent doit subir un traitement complémentaire avant le rejet dans le milieu naturel (lagunage aéré, traitement biologique).

Les rendements peuvent atteindre dans ces conditions des chiffres très élevés (99,5 pour la DB05 et 99 % pour la DCO).

Les boues récupérées après décantation peuvent être valorisées en agriculture. Le coût de traitement par un centre de dépollution est de l'ordre de 3 Fr. (0.46 euro) par hectolitre de vinasses, soit 25 à 30 F (soit 3.81 à 4.57 euro) par hectolitre d'alcool pur.

733. Traitement aérobie

Ce type de filière n'a pas été développé dans le bassin Adour-Garonne.

Lagunage aéré : Cette technique consiste à traiter un effluent peu concentré par voie biologique avec un faible apport artificiel d'oxygène dans des bassins de génie civil simplifiés (de l'ordre de 10 à 15 watts/m³). Elle se différencie des boues activées par l'absence de recirculation de boues, une concentration de ces boues dans les bassins non contrôlée et un temps de séjour relativement important (de l'ordre de 2 mois).

Précaution à prendre sur le lieu d'implantation des bassins, capacité et étanchéité des bassins.

Stockage aéré : Le stockage aéré fonctionne par alternance de 2 phases au sein du même ouvrage :

- une phase d'aération qui correspond au traitement de l'effluent (3 à 6 semaines) ;
- une phase de décantation en fin de cycle de quelques heures à quelques jours.

Il nécessite une capacité de stockage de la totalité des effluents produits pendant la campagne.

734. Concentration avec traitement aérobie

Cette technique est souvent mise en place dans des grosses unités de distillation.

Son principe repose sur la mise en place d'un évaporateur à flot tombant qui permet

- le recyclage de la vapeur sur les colonnes de distillation ;
- le recyclage des vinasses produites préconcentrées sur l'unité de diffusion des marcs.

Les condensats produits doivent ensuite subir un traitement aérobie complémentaire avant leur rejet au milieu naturel.

La préconcentration permet de réduire de 40 % la pollution engendrée par les activités de distillation.

Le coût de fonctionnement de ce type d'installation s'élève en moyenne à 20 Fr. (3.05 euro) par hl d'alcool produit.

ANNEXE 1**BIBLIOGRAPHIE**

- 1 Rochard J., Viaud M-N., Pluchart D., Desautels F. : Définition et traitement de la pollution d'origine vinicole. *OIV Uruguay, Novembre 1995.*
- 2 Rochard J. : Traitement et épuration des rejets vinicoles. *Revue des Œnologues, 1990 ; 58, 9-13.*
- 3 Désautels F. : Les caractéristiques des résidus de distillation charentaise, Actes du colloque sur les vins et spiritueux face à l'environnement, 1993, 115-123.
- 4 Racault Y., Lenoir A. : Evolution des charges polluantes de deux caves vinicoles du sud-ouest de la France sur un cycle annuel. *Actes du Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1994; 37-43.*
- 5 Cotea V., Sauciuc J : Effet polluant des activités vinicoles. *76^{ème} assemblée générale de l'OIV, Afrique du Sud, Novembre 1996, Œnologie.*
- 6 Ryder R.A. : Aerobic pond treatment of winery wastewater for vineyard irrigation by drip and spraysystems in California. *Actes du Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1994 ; 67-72.*
- 7 Bouet L, Picot B., Cabanis J-C. : Traitements des effluents vinicoles par boues activées multistade. *76^{ème} assemblée générale de l'OIV Afrique du Sud, Novembre 1996, Œnologie.*
- 8 Galy B., Cantagrel R., Ferrari G. : Caractéristiques et traitements des effluents vinicoles. *76^{ème} assemblée générale de l'OIV Afrique du Sud, Novembre 1996, Œnologie.*
- 9 Rochard J., Didier C., Moncomble D. : Inventaire des déchets de la filière viti-vinicole Champenoise. *76^{ème} assemblée générale de l'OIV, Afrique du Sud, Novembre 1996, Economie.*

- 10 Rochard J., Kerner S., Finazzer E. : Réglementations relatives aux effluents vinicoles dans les principaux pays producteurs de vin. *76^{ème} assemblée générale de l'OIV Afrique du Sud, Novembre 1996, Economie.*
- 11 Goliath E.M. : The treatment of wine industry effluent in an environment friendly way. *76^{ème} assemblée générale de l'OIV Afrique du Sud, Novembre 1996, Œnologie.*
- 12 Caputi A.Jr. : Aperçu des conditions requises en matière d'environnement pour les caves de vinification en Californie. *OIV, Groupe d'experts "Technologie du vin".*
- 13 Katsiri A.& al, Dalou F. : Wine and distillery effluents in Greece. Main results of the SPRINT/AQUANET programme. *Actes du Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1994 ; 25-30.*
- 14 Massette M. : Les caves vinicoles face à la réglementation. *Actes du Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1994 ; 13-18.*
- 15 Müller D.H. : Analyse de la situation actuelle relative au problème des effluents vinicoles en Allemagne. *Levin Leonardo Da Vinci, 1997.*
- 16 Müller D.H : Le traitement des effluents vinicoles en Allemagne. *Revue Française d'œnologie, 1997, 163; 33-36.*
- 17 Rochard J., Viaud M-N., Moncomble D. : Hygiène dans les caves et environnement. *76^{ème} assemblée générale de l'OIV, Afrique du Sud, Novembre 1996, Œnologie.*
- 18 Rochard J. : Environnement et œnologie, une élaboration respectueuse de l'environnement, *Revue des œnologues, 1993, 67; 19-24.*
- 19 Rochard J., Viaud M-N. : Contribution à la réduction de l'eau dans les caves : Application au lavage des pressoirs. *Actes du Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1994 ; 53-57.*

- 20 Spranger-Garcia M.I., Caldeira I., Belchior A.P. : Valorisation des marcs par récupération de colorants et évaluation de sa charge polluante. *70^{ème} assemblée générale de l'OIV, URSS, 1990.*
- 21 Rochard J. : Réduction de la charge polluante liée au détartrage des cuves. *Groupe d'experts « technologie du vin », OIV, 1994.*
- 22 Faure J-P., Mourgues J., Bouvier J-C. : Collecte et traitement des solutions alcalines de détartrage des cuves à vin pour la récupération des sels tartriques. *Actes du Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1994 ; 45-52.*
- 23 Mathys L. : Raisonement de l'épandage, études préalables. *Actes du Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1994 ; 267-271.*
- 24 Serfontein L.J. : Experience with the treatment of effluent resulting from wine distillation and grape juice concentration at KWV South Africa. *Actes du Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1994 ; 159-164.*
- 25 Chapman J.A., Lee T.H. : Management of winery wastewater in Australia. *Groupe d'experts "Technologie du vin", OIV, 1994.*
- 26 Rochard J., Desautels F. : Le dégrillage. *VITI, 1995, 196.*
- 27 Desautels F., Rochard J. : Epandage agricole des effluents vinicoles. *76^{ème} assemblée générale de l'OIV, Afrique du Sud, Novembre 1996.*
- 28 Desautels F., Rochard J., Viaud M-N. : Mise en œuvre de l'épandage. *Actes du Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1994 ; 273-278.*
- 29 Cabirol J.L. : Effluents vinicoles : contexte réglementaire ; étude technique et économique. *76^{ème} assemblée générale de l'OIV, Afrique du Sud, Novembre 1996, Economie.*

- 30 Chabas J.J., Bories A., Moletta R., Mourgues J., Flanzky C. :
Épuration des eaux résiduaires de distillerie. 70^{ème} assemblée
générale de l'OIV, Yalta, 1990.
- 31 Bondon D., Crabos J.L., Pietrasanta Y., Sambuco J.P. :
Traitement des rejets vinicoles par un procédé innovant :
l'évaporation forcée. *Actes du Congrès International sur le
Traitement des Effluents Vinicoles, 1994 ; 171-178.*
- 32 Rochard J., Pluchart D. : Environnement et œnologie,
techniques d'épuration des rejets vinicoles. *Revue des
Œnologues, 1993, n°68, 35-41.*
- 33 Rochard J., Desautels F. : Traitement. biologique : quel
aérateur choisir ? *Viti, 1995, n°204, 40-41.*
- 34 Rochard J., Viaud M-N., Moncomble D., Pluchart D.,
Desautels F. : Traitement des effluents de cave par stockage
aéré, mise en œuvre et optimisation. 76^{ème} assemblée générale
de l'OIV, Afrique du Sud, Novembre 1996, *Œnologie.*
- 35 Moletta R. : Le procédé S.B.R. appliqué à la dépollution des
effluents vinicoles. *Groupe d'experts "Technologie du vin",
OIV, 1994.*
- 36 Forgeat J.C., Delons L. : Traitement des eaux résiduaires de
caves viticoles en Aquitaine. *Actes du Congrès International
sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1994 ; 79-85.*
- 37 Morais M.H., Oliveira J.S. : Réduction of pollution from wine
distilleries by the A-B process. *Actes du Congrès
International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1994 ;
73- 78.*
- 38 Lefeuvre B., Bernard J.F., Audoin L. : Traitement des
effluents vinicoles, station d'épuration traditionnelle ou à
géométrie variable. *Actes du Congrès International sur le
Traitement des Effluents Vinicoles, 1994 ; 119-125.*
- 39 Montbrun F. : Traitement collectif mixte des effluents
vinicoles. *Actes du Congrès International sur le Traitement
des Effluents Vinicoles, 1994 ; 279-284.*

- 40 Ehlinger F., Durocq L., Mossino J., Holst T. : Vinipur : un nouveau procédé d'épuration des effluents vinicoles. *Actes du Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 111-118.*
- 41 Müller D.H. : Cleaning wastewater by a rotation system. *Actes du Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1994 ; 103-109.*
- 42 Müller D.H. : Neue wege, das deutsche weinmagazin, n°31, 1994, 12-16.
- 43 Gatti G., Cadonna M., Silvestri S., Odorizzi G., Nardelli P. : A biological filter for the treatment of wastewater from wineries, the experience of the Autonomous Province of Trento. *Actes du Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1994 ; 95-101.*
- 44 Moletta R., Raynal J. : Traitement de la pollution effluents vinicoles par des réacteurs biologiques rustiques. *Groupe d'experts "Technologie du vin", OIV, 1994. 76^{ème} assemblée générale de l'OIV, Afrique du Sud, Novembre 1996*
- 45 Boulenger P., Galdeano P., Driessen W. : Epuration des effluents de caves vinicoles en réacteurs préfabriqués du type UASB à boues granuleuses. *Actes du Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1994 ; 145-150.*
- 46 Cantagrel R., Lacouture J., Menier M. : L'emploi des vinasses de distillerie à Cognac : leur valeur fertilisante, leur potentiel énergétique via la méthanisation., *Actes de la 70^{ème} assemblée générale de l'OIV, Yalta, 1990.*
- 47 Grasmick A., Diaz J.F., Lasserre J.C., Bouisson X., Lamaze B., Amblard P. : Essais de nanofiltration dans le traitement des effluents vinicoles. *Actes du Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1994 ; 193-198.*
- 48 Viaud M.N., Rochard J., Deasutels F., Badie F., Pluchart D., : Oeno 2000 caractérisation des effluents vinicoles champenois, *Actes du Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998 ; 25-32.*

- 49 Rozzi A., Malpei F., Padoani L. : *Evaluation de la charge polluante des caves vinicoles du Nord Est de l'Italie*, Actes du Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998 ; 33-40.
- 50 De Bort S. : *Traitement des effluents vinicoles par épandage au château Beycherelle (vinification en rouge)*, mémoire d'ingénieur E.S.A.P., 1996; 132p.
- 51 Hering J.D. : *Traitement des effluents vinicoles, expérimentation de deux procédés d'épuration biologique aérobie et anaérobie des rejets de cave en Alsace*, mémoire d'ingénieur E.S.A.P., 1995; 128p.
- 52 Duarte E., Neto, I : *evaporation phenomenon as a waste management technology*, water science an technology 33 (8), 1996; 33-61.
- 53 MÜLLER D.H. : *pflanzenklarandagen, die grüne alternative*, Rheinische bauernzeitung, n°29, 1994; 22-23.
- 54 Daigger G.T., Grady C.P.L : *The dynamics of microbial growth on soluble substrate*. *Water Res.*, 1982 ; 16-365.
- 55 Ehlinger F., Durocq L., Mossimo J., Holst T., Vinipur® : *Un nouveau procédé d'épuration des effluents vinicoles*. *Actes du congrès international sur le traitement des effluents vinicoles, publication CEMAGREF, Paris, 1994 ; 111-118.*
- 56 Fantei I., Strumia F., Soprani S. : *Microbiologia e depurazione*. *Caffaro, Milan, 1993 ;145p.*
- 57 Leveau J.Y., Bouix M. : *Cinétiques microbiennes*. *In Biotechnologie, Editions Tech Doc Lavoisier, Paris, 1993 ; 181-210.*
- 58 Rochard J., Viaud M-N., Moncomble D., Pluchart D., Desautels F. : *Traitement des effluents de caves par stockage aéré, Mise en œuvre et optimisation*. *Actes de la 76^{ème} assemblée générale de l'OIV Cape Town 10 -18 novembre 1996.*

- 59 Viaud M-N., Rochard J., Gerland C., Desautels F., Pluchart D. : Optimisation du traitement biologique aérobie des effluents vinicoles. *Actes du congrès international sur le traitement des effluents vinicoles, Paris, 1994* ; 87-92.
- 60 Rochard J., Viaud M-N., : Aspect microbiologique du traitement des effluents vinicoles. *Revue des œnologues, n° 91, 1999*.
- 61 Rochard J., Leroy F., Chatelain C., Desautels F., Mouton V., Guillemot J.M. : Application de la démarche qualité au respect de l'environnement, démarche ISO 14 001, *Revue française d'œnologie, n°171, 1998, 30-32*.
- 62 Lemiere J.P, Cisse Z., Olsson A., Coquille J.C. : Bilan et analyse des flux polluants dans deux exploitations bourguignonnes au cours des vendanges, *Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998* ; 41-49.
- 63 Duarte E.A., Martins M.B., Carbalho E.C., Spranger I., Costa S. : Un essai intégré pour évaluer l'impact de l'industrie vinicole sur l'environnement au Portugal, *Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998* ; 61-69.
- 64 Goliath E.M. : La gestion des effluents de l'industrie vinicole, une perspective sud-africaine, *Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998* ; 70-78.
- 65 Salame D., Jacquet X., Cottureau Ph., Berger J.L. : Adjuvant regenerable comme alternative à la filtration sur diatomées, *Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998* ; 79-86.
- 66 Chapman J. : Utilisation des effluents de caves vinicoles pour l'irrigation des vignes, *Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998* ; 99-104.
- 67 Jourjon F.: L'épandage des effluents vinicoles : impact et principaux critères technico-économiques et environnementaux d'évaluation des pratiques, *Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998* ;105-112.

- 68 Müller D.H., Heil M. : Epannage sur le sol des eaux usées vinicoles ; études sur l'écotoxicologie, Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998 ; 113-120.
- 69 Bories A., Conesa F., Boutolleau A., Peureux J.L., Tharrault P. : Nouveau procédé de traitement d'effluents vinicoles par fractionnement des constituants et thermoconcentration, Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998 ; 125-133.
- 70 Shepherd H.L. : Evaluation des performances d'un lit planté de roseaux à l'échelle pilote pour traiter les effluents vinicoles, Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998 ; 155-163.
- 71 Badie F. : Raccordement et traitement collectif mixte des effluents vinicoles, Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998 ; 164-170.
- 72 Rochard J., Desautels F., Viaud M.N., Pluchart D. : Traitement des effluents par stockage aéré : mise en œuvre et optimisation, Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998 ; 171-177.
- 73 Canler J.P., Alary G., Perret J.M., Racault Y. : Traitement biologique aérobie par bassins en série des effluents vinicoles, Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998 ; 178-188.
- 74 Houbron E., Torrojos M., Moletta R. : Application du procédé SBR aux effluents vinicoles : résultats de trois années de suivi, Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998 ; 189-196.
- 75 Racault Y., Cornet D., Vedrenne J. : Application du traitement biologique aérobie double étage aux effluents vinicoles : évaluation de deux procédés lors des vendanges en Bordelais, Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998 ; 197-206.
- 76 Orditz D., Lakel A., Cronier J.N. : Traitement de finition des effluents vinicoles par géoépuration sur massif siliceux, Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998 ; 207-214.

- 77 Müller D.H. : Traitement des effluents vinicoles à l'aide d'un processus UASB : capacité et rentabilité, Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998; 227-234.
- 78 Torrijos M., Moletta R. : Traitement des effluents vinicoles par un bassin de méthanisation à garnissage, Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998; 235-242.
- 79 Desautels F., Rochard J., Viaud M.N : Conception et aménagement des caves, Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998 ; 324-329.
- 80 Drevon N. : Etude préalable à l'épandage, cas de la Champagne, Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998 ; 352-357.
- 81 Faure J.P., Roux M. : Ecotartes : collecte et valorisation des solutions alcalines de détartrage des cuves à vin, Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998; 358-361.
- 82 Noilet P., Serrano M., Mietton-Peuchot M. : Traitement des effluents vinicoles par techniques membranaires, Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998; 369-374.
- 83 Stock Ph., Capelle B. : Traitement des rejets vinicoles par évaporation naturelle accélérée :le procédé Nucléos, le module DH équipé d'un ventilateur, Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998 ; 375-380.
- 84 Pluchart D. : Traitement des effluents de vendanges et de vinification par stockage aéré en bassin ouvert, Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998; 381-386.
- 85 Lefebvre X. : Les levures, un vecteur potentiel de fiabilisation et d'intensification du traitement des effluents de vendange par une boue activée, Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998 ; 409-418.

- 86 Malthaner K. : Elimination de l'azote compris dans les effluents domestiques à l'aide de boues provenant des effluents vinicoles, Congrès International sur le Traitement des Effluents Vinicoles, 1998 ; 425-430.

ANNEXE 2**OUVRAGES DE REFERENCE**

- ❖ Congrès International sur le traitement des effluents vinicoles, INRA, CEMAGREF, CIVC, 1994
Diffusion : CEMAGREF, 50, avenue de Verdun, B.P.3, 33611 Gazinet
Tél. (33) 05 57 89 08 00 – Fax. (33) 05 57 89 08 01

- ❖ 2^{ème} Congrès International sur le traitement des effluents vinicoles, INRA, CEMAGREF, ITV France, 1998
Diffusion : CEMAGREF, 50, avenue de Verdun, B.P.3, 33611 Gazinet
Tél. (33) 05 57 89 08 00 – Fax. (33) 05 57 89 08 01

- ❖ Fiches techniques des filières d'épuration des effluents vinicoles Groupe techniques "effluents de cave", 1995
Diffusion : ITV France, 19, rue du Général Foy, 75008 Paris,
Tél. (33) 01 44 69 97 97 – Fax. (33) 01 44 69 97 97

- ❖ Gérer ses effluents de cave, BASF-ITV, 1998
ITV France – Station Régionale Champagne, 2, esplanade Roland Garros, B.P.235, 51686 Reims cedex 2,
Tél. (33) 03 26 77 36 36 – Fax. (33) 03 26 77 36 30

- ❖ Œnologie, fondements scientifiques et technologiques, coordinateur : Claude FLANZY, 1998
Diffusion : Technique et documentation Lavoisier, 11, rue Lavoisier, 75384 Paris cedex 8
Tél. 01 42 65 39 95 – Fax. 01 47 40 67 02

- ❖ Mémento technique de l'eau, Tome 1 et 2, DEGREMONT, 1989
Degremont, 183; avenue du 18 juin 1940, 92508, Rueil Malmaison cedex

- ❖ L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 8^{ème} édition, Jean RODIER, 1996

- ❖ Winery Utilities, planning, Design and opération, David R. STORM, 1996
Chapman and Hall, Dept. BC, 115 fifth Avenue, New-york
10003

 - ❖ MÜLLER D.H., ROCHARD J., BARTRA E.,
LEOVIN Abwasser management in weibau / gestion des
effluents vinicoles, gestion de los efluentes vinicolas. Fiches
pédagogiques sur CD Rom (SLFA, ITV France, INCAVI).
Programme européen Leonardo da Vinci, 1999
- Diffusion :
- version française : ITV France –Station Régionale Champagne,
2, esplanade Roland Garros, B.P.235, 51686 Reims cedex 2,
Tél. (33) 03 26 77 36 36 – Fax. (33) 03 26 77 36 30
- version allemande : SLFA, Weinbau, Breitenweg 71, 67435
Neustadt an dem weinstrasse Allemagne
Tél. (49) 6321 6713 48 – Fax. (49) 6321 6712 22
- Version espagnole :INCAVI, Amalia Soler, 29, 08720 Vilafranca
del Penedes, Espagne
Tél. (34) 3 890 00 78 - Fax. (34) 3 890 02 11
- ❖ MÜLLER D.H. : Abwassertechnik im weinbau, KTBL –
Schift 368, Darmstadt, 1995.

ANNEXE 3

| |
|---|
| COORDONNEES DES MEMBRES DU GROUPE REDACTIONNEL DU CAHIER SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE |
|---|

Coordonnateur : Monsieur J ROCHARD

ITV France – Station Régionale Champagne
2, esplanade Roland Garros - B.P. 235
51686 REIMS cedex 2 (France)
Tel. 03 26 77 36 31 - Fax 03 26 77 36 30

Professeur JC CABANIS

Faculté de pharmacie
Avenue Charles Flahault
34060 Montpellier cedex 1 (France)
Tel. 04 67 54 45 20 - Fax 04 67 54 52 25

Professeur JL CABIROL

Centre d'oenologie de Toulouse
75, voie du TOEC
31076 Toulouse cedex (France)
Tel. 05 61 15 30 30 - Fax 05 61 15 30 00

Monsieur. A CAPUTI

California wine institute
P.P. box 1130
Modesto, CA 95363 (Etats-Unis)
Tel. 12 09 34 13 22 8 – Fax. 12 09 34 17 06 6

Monsieur R CANTAGREL

Station Viticole du BNIC
69, rue de Bellefonds
16100 Cognac (France)
Tél. 05 45 35 61 00 - Fax 05 45 82 84 54

Professeur Valeriu COTEA

Universitatea agronomica IASI
Laboratorul de oenologie
Aleea Sadoveanu n 9
6600 IASI (Roumanie)
Tel. (40) 32 21 46 82 – Fax. (40) 32 14 16 01

Professeur Elisabeth d'ALMEIDA DUARTE

Instituto Superior de Agronomia
Departamento de quimica agricola e ambiental
Tapada da Ajuda
1399 LISBOA CODEX (Portugal)
Tel.e Fax (01) 3637970

Monsieur E.M GOLIATH

KWV
P.O box 528
7624 Suider paar (Afrique du Sud)
Tél. (27) 22 11 73 082 – Fax. (27) 22 11 63 36 29

Monsieur G. HODSON

California wine institute
P.P. box 113
Modesto, CA 95363 (Etats-Unis)
Tel. 12 09 34 13 22 8 – Fax. 12 09 34 17 06 6

Monsieur M. MENIER

REVICO S.A
Le buisson
16100 Saint laurent de Cognac (France)
Tel. 05 45 82 49 99 - Fax 05 45 82 49 99

Docteur S.MINGUEZ SANZ

Estacion de Viticultura y enologia
Amalia soler, 27
08720 Vilafranca del penedes (Espagne)
Tel. (34) 38 90 00 78 – Fax. (34) 38 90 03 54

Docteur R MOLETTA

Laboratoire de biotechnologie de l'environnement des IAA
Avenue des étangs
11110 Narbonne (France)
Tel. 04 68 42 51 52 - Fax 04 68 42 51 60

Monsieur D.H. MULLER

Staatliche Lehr und Forschungsanstalt für Weinbau
SLFA Neustadt
Breitenweg 71
67486 Neustadt (Allemagne)
Tél. (49) 63 21 67 13 48 – Fax. (49) 63 21 67 12 22

Monsieur Y RACAULT

Cemagref
3 bis, quai Chauveau
69336 LYON cedex 09 (France)
Tél. 05 72 20 87 87 – Fax 05 78 47 78 75

Monsieur R.A RYDER

Kennedy Jenks consultants
Marathon plaza, 10th floor
303 second street
San Francisco, CA 94107 (Etats-Unis)
Tel. 14 15 24 32 15 0 – Fax. 14 15 89 60 99 9

Monsieur LJ SERFONTEIN

KWV
P.O box 528
7624 Suider paarl (Afrique du Sud)
Tél. (27) 22 11 73 082 – Fax. (27) 22 11 63 36 29

M. VILLETAZ

Ecole d'ingénieur du Valais
47, route du Rawl (Suisse)
SION 2
Tél. (41) 27 32 43 111 – Fax. (41) 27 32 43 215

Edition Décembre 1999



Office International de la Vigne et du Vin
18, rue d'Aguesseau - F - 75008 Paris - France
Tél: +33 (0)1 44 94 80 80 - Fax: +33 (0)1 42 66 90 63

Les Cahiers Scientifiques et Techniques de l'O.I.V.: Gestion des effluents de cave et de distillerie

Conformément à la jurisprudence (Cour de Toulouse 14/01/87), l'O.I.V. décline toute responsabilité pouvant résulter des erreurs ou des omissions involontaires qui, malgré les soins apportés à la rédaction de l'ouvrage, auraient pu se produire. La reproduction des textes publiés dans cet ouvrage sont la propriété de l'O.I.V. qui se réserve le droit de reproduction et de traduction dans le monde entier. La loi interdit les copies ou reproductions destinées à une utilisation collective. Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite par quelque procédé que ce soit sans le consentement de l'O.I.V. est illicite et constitue une contrefaçon.