

Rencontres œnologiques

XXV^{ÈME} JOURNÉE DE L'ASSOCIATION DES ŒNOLOGUES DE MONTPELLIER



Gestion de l'eau
nouveau défi œnologique

Etat des lieux des ressources en eau

■ Monsieur Jean-Michel CLERC, Transferts LR
 954 Avenue Jean Mermoz, 34000 Montpellier
 clerc@transferts-lr.org

Le Languedoc Roussillon est un territoire en mutation qui présente des particularités remarquables.

On dénombre plus de 30 000 Km de cours d'eau, dont la moitié du linéaire est constituée par des cours d'eau temporaires de régime méditerranéen et dont 60 à 80 % du linéaire de cours d'eau permanents sont en bonne, ou très bonne, qualité chimique et micro biologique (DIREN 2006).

Des dégradations importantes sont néanmoins constatées dans les cours inférieurs. Particulièrement en période estivale, en aval des principales agglomérations, lorsque les capacités de certaines stations d'épuration sont dépassées et à l'occasion de l'accroissement des prélèvements.

Au regard des objectifs de la Directive Cadre Européenne, 32 % des cours d'eau régionaux atteindront le bon état à l'horizon 2015. Mais la grande majorité des cours d'eau côtiers (22 % de l'effectif) ne l'atteindra pas compte tenu des pressions d'origine urbaine et agricole et des pratiques de gestion en vigueur aujourd'hui.



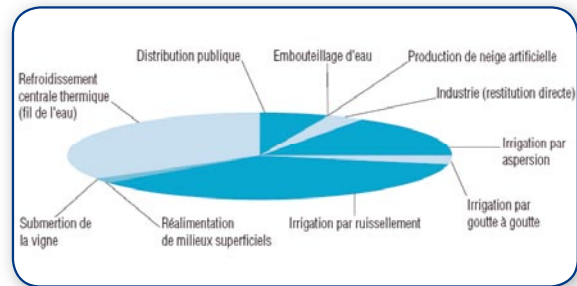
Carte 1 : Risque de non atteinte du bon état pour les masses d'eau superficielles



Carte 2 : Principales ressources en eaux souterraines et enjeux AEP. (source : DIREN 2006)

Compte tenu des contextes géologiques et hydrogéologiques, le territoire est également caractérisé par une diversité des masses d'eau souterraine (alluviale en relation avec les cours d'eau, dominante sédimentaire, systèmes composites en zones plissées de montagne, socle, imperméables en grand localement aquifères, selon le découpage SDAGE (AERMC 2005)).

Ces ressources aquifères fournissent la majorité des prélèvements pour l'alimentation en eau potable. Plus de la moitié des volumes prélevés provient des aquifères alluviaux (Aude, Hérault...), les karts (Lez notamment) contribuant largement à la satisfaction des besoins des agglomérations alors que les aquifères profonds constituent des ressources stratégiques (nappe Astienne, Roussillon...).



Répartition des prélèvements en eau superficielle déclarés par usage en Languedoc Roussillon (1,2 Milliards de m³ en 2004 ; dont 51 % pour l'irrigation et 42 % pour le refroidissement des centrales thermiques- Source DIREN 2006 et AERMC)

Les ressources peu profondes, faciles d'accès, s'avèrent très vulnérables aux micropolluants (nitrates, résidus de pesticides, autres substances organiques, chlorures consécutifs à une contamination par des eaux minéralisées) et aux contaminations microbiennes. En domaine littoral, les prélèvements intensifs en été, la multiplication des forages privés et les ouvrages défectueux mal réalisés aggravent les risques de détérioration.

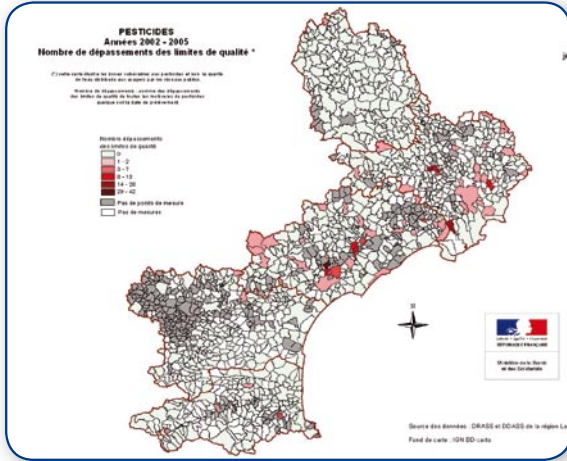


Carte 3 : Risque de non atteinte du bon état pour les masses d'eau souterraines

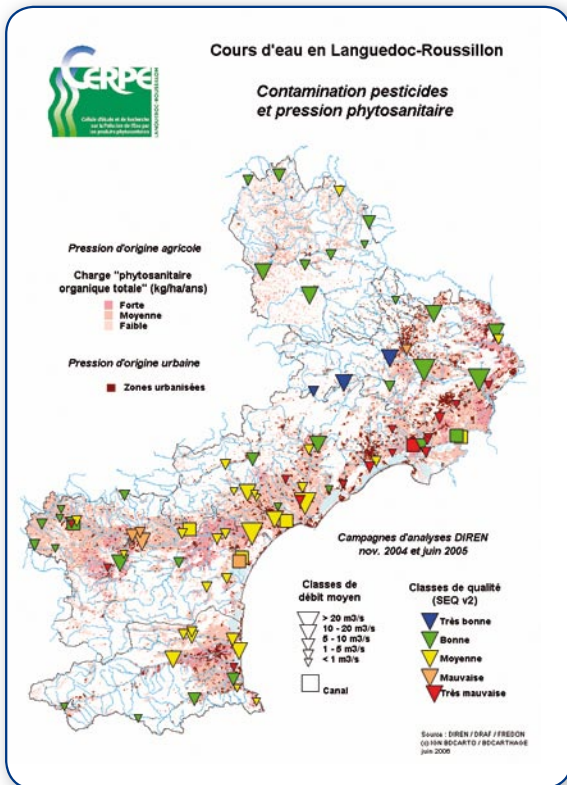
15 % des masses d'eau souterraines régionales, représentant plus de 50 % des prélèvements AEP, n'étaient pas en bon état qualitatif

en 2003 (pollutions par les nitrates et les pesticides – DIREN 2006). Elles ne pourront atteindre ce bon état en 2015, avec les pratiques actuelles.

En 2004 et 2005, près de 300 des captages analysés (environ 900) présentaient des traces de pesticides et 130 étaient en dépassement des limites de qualité.



Carte 4 : Pesticides captage



Carte 5 : Cours d'eau et pesticides

Les eaux lagunaires (eaux de transition au sens de la DCE) et marines revêtent une importance particulière en raison de leurs valeurs écologiques (36 000 Ha de lagunes, et 23 000 Ha de zones humides périphériques), halieutiques et touristiques (3,8 milliards d'Euros de dépenses touristiques, soit près de 8 % du PIB régional (Mission Littoral 2006).

Les mesures effectuées montrent une qualité globalement bonne des eaux marines. La situation est par contre préoccupante sur certaines lagunes soumises à l'eutrophisation (Etang de l'Or, Etangs Palavasiens Est) ; 22 % de ces masses d'eau risquent de ne pas atteindre le bon état en 2015 (voir carte 3).

Sur un plan quantitatif, la demande actuelle en eau d'adduction publique se situe à 277 Mm³/an.

- Gard : 85 Mm³ assurés à 40 % par l'eau du Rhône,
- Hérault : 112 Mm³ assurés à 50 % par aquifère karstique,
- Aude : 30 Mm³ assurés à 40 % par aquifère alluvial,
- Pyrénées Orientales : 42 Mm³ assurés à 80 % par l'aquifère plio quaternaire,
- Lozère : 9 Mm³ issus de captages en eau de surface, forages et sources (BRL 2006).

Pour les 24 000 Km de canalisations de desserte, les "pertes" (volumes prélevés non facturés) sont évaluées à 85 Mm³.

La demande en eau agricole atteint quant à elle 300 Mm³.

Les flux de pollution nets rejetés en Languedoc Roussillon ont été évalués à 30,95 T/j de Matières Organiques issues des collectivités urbaines, 26,90 T/j de MO pour le secteur industriel et 5,82 T/j pour les activités d'élevage (année 2004, DIREN 2006).

L'évolution démographique (+ 30 000 habitants/an) et la fréquentation touristique estivale (1,5 M de touristes) constituent les principales menaces pour l'équilibre écologique des ressources en eau de la Région.

L'évolution climatique risque d'accroître la fréquence et la gravité des épisodes d'inondations et de sécheresse (et par conséquent les conflits d'usage qui apparaissent déjà sur certains secteurs).

Pour limiter la dégradation des ressources, contraindre les risques de non atteinte de bon état en 2015, une évolution des comportements individuels et collectifs comme la concertation entre les différents acteurs de la gestion de l'eau est nécessaire.

La mise en place de structures locales de gestion (seize SAGE ont été prescrits) constitue ici un des moyens d'atteindre une gestion équilibrée des ressources en eau. Il en est de même pour la démarche prospective "Aqua 2020" (initiative commune de la Région Languedoc Roussillon et des cinq départements, en concertation avec l'Etat, l'Agence de l'Eau RMC et les acteurs de l'eau) qui a fait émerger une vision régionale prospective à l'horizon 2020.

Un point réglementaire : la législation de l'eau

■ Madame Pascale MARTY, ECO-RAIDER
Z.A de la Cigalière Lot n°1 84250 LE THOR
p.marty@ecoraider.fr

1. La réglementation "eau"

1.1 Loi 92-3 du 03/01/92 (Loi sur l'eau) † Livre II Titre 1^{er} du Code de l'Environnement

Les enjeux :
Préservation quantitative et qualitative de la ressource.

- Les objectifs :
- Limiter les prélèvements,
 - Mettre en œuvre les Meilleures Techniques Disponibles,
 - Préserver ou restaurer la qualité des milieux aquatiques naturels,
 - Surveiller les rejets en fonction de leur nature et de leurs flux,
 - Prévenir les risques de pollution accidentelle,
 - Surveiller les effets des émissions sur le milieu,
 - Surveiller la qualité des eaux souterraines.

Pour atteindre ces objectifs, le législateur prend en compte les eaux de procédés, les eaux pluviales, les phénomènes accidentels pour envisager une réduction de l'utilisation à la source et des procédés de traitement adaptés.

1.2 Décrets 93-742 et 93-743

- En complément de la loi cadre, ils ont permis de :
- Déterminer une nomenclature pour des activités relatives à l'eau,
 - Définir les procédures à mettre en œuvre lorsqu'on relève de l'une des rubriques déterminées précédemment.

Ils procèdent par deux régimes de classement : Déclaration et Autorisation.

Exemple de rubrique

2.1.5.0. Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant :

- 1° Supérieure ou égale à 20 ha (A) ;
- 2° Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (D).

2. La réglementation "ICPE"

2.1 Loi du 19 juillet 1976

- Définition d'une ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
- Instauration d'une nomenclature de classement des ICPE
- Modalités de réalisation du dossier de demande d'autorisation
- Dispositions générales applicables aux ICPE soumises à autorisation
- Dispositions générales applicables aux ICPE soumises à déclaration
- Sanctions pénales et administratives

2.2 Décret n°77-1133

- Etabli pour permettre l'application de la loi de 1976, il détermine :
- Les modalités de constitution des dossiers de déclaration et de demande d'autorisation d'exploiter
 - Les modalités d'élaboration des études de dangers

3. La réglementation "ICPE" dans le domaine du vin

3.1 Arrêté du 15 Mars 1999

Fixe les modalités d'exploitation d'une installation de préparation et/ou de conditionnement de vin d'une capacité de production comprise entre 500 hl et 20 000 hl/an

En annexe 1, paragraphe 5 sont notamment fixées les exigences relatives à l'eau (consommation et rejets d'eaux usées) à respecter.

3.2 Arrêté du 03 Mai 2000

Fixe les modalités d'exploitation d'une installation de préparation et/ou de conditionnement de vin d'une capacité de production supérieure à 20 000 hl / an.

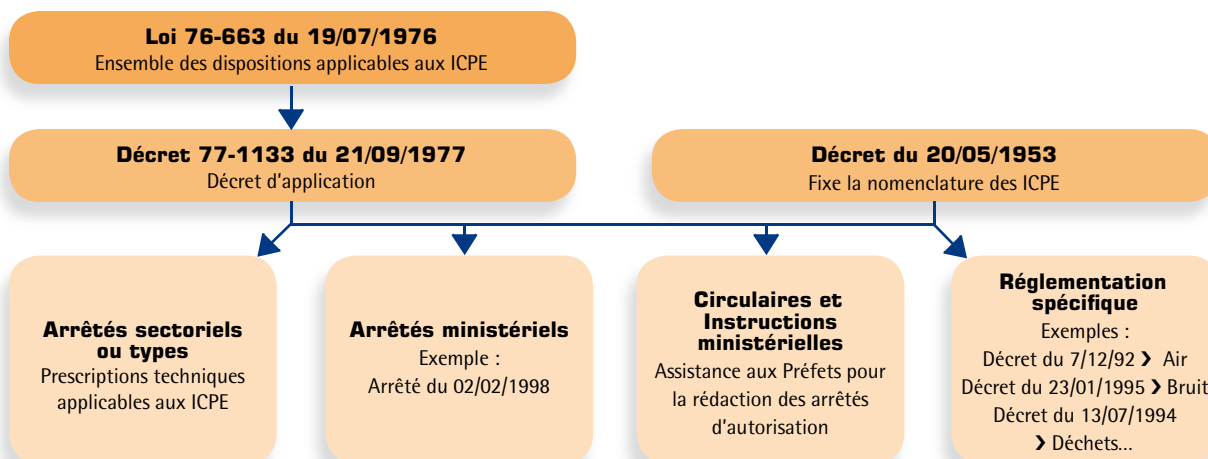
Chapitre III : Prélèvements et consommation d'eau

Chapitre IV : Traitement des effluents

Chapitre V : Valeurs limites d'émission

Section 3 : Pollution des eaux superficielles

Section 4 : Epandage



4. Prélèvements d'eau des ICPE

Les installations doivent :

- Mettre en place des moyens appropriés de mesure et d'évaluation des prélèvements qu'elles effectuent dans les eaux superficielles ou souterraines
- Limiter leur consommation en eau
- Conserver les données relatives à l'évaluation de leurs prélèvements et les tenir à disposition de l'autorité administrative
- S'acquitter de la redevance aux Voies Navigables de France en cas de prélèvements dans les eaux du domaine public fluvial
- En cas de sécheresse, respecter les prescriptions préfectorales
- Respecter les objectifs fondamentaux de la loi du 3 Janvier 1992 :
 - Préservation des écosystèmes aquatiques,
 - Répartition de la ressource en eau
- Porter à la connaissance du préfet toute modification ou adaptation des installations
- Si les installations sont soumises à autorisation :
 - Respecter les limitations de prélèvements
 - Indiquer dans l'étude d'impact les niveaux et conditions de prélèvement d'eau, les effets de l'installation sur les ressources en eau
 - Munir les installations de prélèvement d'un dispositif de mesure totalisateur
- Si les installations sont construites dans le lit d'un cours d'eau :
 - Maintenir un débit minimal d'eau garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces peuplant les eaux
 - Mettre en place des dispositifs assurant la circulation des poissons migrateurs
- En cas de captage des eaux souterraines :
 - Prendre des dispositions pour prévenir toute pollution de la nappe,
 - Réaliser une étude hydrologique préalable

Les installations ne doivent pas :

- Effectuer de prélèvements d'eau dans le milieu sans autorisation ou déclaration préalable
- Prélever l'eau sur le réseau incendie
- Si elles sont soumises à autorisation : gêner le libre écoulement par leurs ouvrages de prélèvements
- Utiliser des systèmes de refroidissement ou réfrigération en circuit ouvert sauf autorisation contraire

5. Prélèvements des installations soumises à la loi sur l'eau

Les entreprises doivent :

- Obtenir une autorisation ou faire une déclaration en préfecture avant toute opération mentionnée dans la nomenclature de la loi sur l'eau (Décret 93-743 du 29/03/93)
- Inclure dans le dossier un document indiquant les incidences de l'opération sur la ressource en eau
- Être pourvues de moyens appropriés de mesure ou d'évaluation des prélèvements
- Présenter une seule demande d'autorisation pour l'ensemble des travaux ou installations appartenant au même établissement
- Présenter une demande d'autorisation pour toute installation située dans le périmètre rapproché des points de prélèvements d'eau pour alimentation humaine
- Si les eaux prélevées sont destinées à la consommation humaine, présenter un descriptif technique sur la qualité de la ressource, sa vulnérabilité, les risques de pollution, les caractéristiques des ouvrages de prélèvement, les installations de traitement et de surveillance, les mesures de sécurité.

- Présenter une demande d'autorisation pour toute installation située dans le périmètre de protection des sources minérales
- Présenter une demande d'autorisation pour les installations situées dans les zones de croissance, d'alimentation ou de réserve de nourriture de la faune piscicole
- Porter à la connaissance du préfet toute modification ou adaptation des installations
- S'acquitter de la redevance "prélèvement" due à l'Agence de l'Eau
- S'acquitter de la redevance "prélèvement" due aux Voies Navigables de France en cas de prélèvement dans les eaux du domaine public fluvial

Les entreprises ne doivent pas :

- Mettre en place ou exploiter des ouvrages sans autorisation préalable
- Fonctionner sans respecter les prescriptions de leur arrêté préfectoral
- Gêner le libre écoulement des eaux
- Réaliser un ouvrage ou démarrer une activité soumise à autorisation sans attendre la réponse positive

6. Rejets des eaux usées et traitement des effluents

6.1 Raccordement sur un ouvrage communal

Autorisation de rejet

Pour déverser les effluents dans le réseau collectif (art. L35-8 du Code de la Santé Publique), cette autorisation fixe les caractéristiques de l'effluent pouvant être reçu et détermine si le réseau et la station sont aptes à traiter l'effluent.

La collectivité peut refuser le raccordement, ou imposer un pré-traitement

Si l'entreprise est une ICPE, elle se doit de respecter les valeurs de sa réglementation propre.

Convention de raccordement

Signée entre l'industriel, le gestionnaire du réseau, la collectivité propriétaire du réseau, elle introduit la notion de "redevance spéciale assainissement", mais ne vaut pas autorisation ICPE.

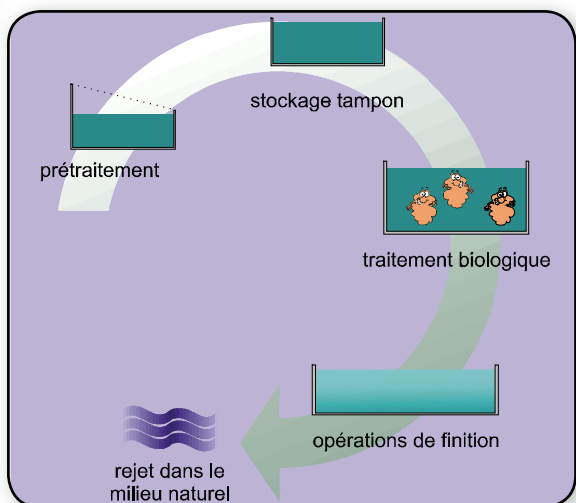
6.2 Création et gestion d'un ouvrage autonome d'épuration

Les installations doivent :

- Entretien leur ouvrage et le maintenir en bon état de marche
- Respecter les valeurs d'émission fixées par l'arrêté d'autorisation d'exploiter ou par l'arrêté type et notamment :
 - $4,5 < \text{pH} < 8,5$
 - Température inférieure à 30°C
 - DCO < 300 ou 125 mg/L
 - DBO5 < 100 ou 30 mg/L
 - MES < 100 ou 35 mg/L
- Pour les installations soumises à autorisation, suivre la quantité et la qualité des eaux rejetées, c'est-à-dire :
 - Mettre en place un programme de surveillance des rejets
 - Transmettre les résultats à l'inspecteur des ICPE

Les installations ne doivent pas :

- Diluer leur rejet
- Pour les installations soumises à autorisation
 - Entraîner une augmentation de température telle que les utilisations du milieu soient modifiées (élevage de poissons, alimentation humaine...)
 - Entraîner un accroissement supérieur à 30 % des matières en suspension et une variation supérieure à 10 % de la salinité pour les eaux conchylicoles.



Le traitement biologique des effluents, aérobique ou non, comprend plusieurs grandes étapes distinctes : un prétraitement, un stockage tampon facultatif, le traitement proprement dit et des opérations de finition (souvent une décantation), avant le rejet.

6.3 Epandage sur des terres agricoles

Les installations doivent :

- Avoir une capacité de stockage d'au moins 5 jours de production d'effluents
- Disposer d'un plan d'épandage qui précise :

- L'emplacement, la superficie et l'utilisation des terrains disponibles,
- La fréquence et le volume des épandages sur chaque parcelle.

- Tenir un cahier d'épandage mentionnant :

- Les dates d'épandages,
- Les volumes d'effluents,
- Les quantités d'azote épandu,
- Les parcelles réceptrices et la nature des cultures.

Les installations ne doivent pas épandre :

- À moins de 50 m d'un local habité, des terrains de camping agréés et des stades
- À moins de 50 m de tout point de prélèvement d'eau destinée à l'alimentation humaine, à moins de 200 m des lieux de baignades, à moins de 500 m en amont des sites d'aquaculture, à moins de 35 m des cours d'eau et plans d'eau.
- Sur sol gelé ou enneigé, par fortes pluies ou lorsqu'il y a des risques d'inondation,
- En dehors des terres régulièrement travaillées et des prairies exploitées,
- Sur les sols dont la pente est importante,
- Par aéro-aspersion au moyen de dispositifs générateurs de brouillard fin,
- Des effluents dont le pH est compris entre 4 et 5,5.

NOTES

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Les flux d'eau en cave

■ Joël ROCHARD & Sébastien KERNER

Institut Français de la Vigne et du Vin

Pôle National durable - 17, rue Jean Chandon Moët - 51200 Epernay

www.itvfrance.com

1. Introduction

L'eau est un intrant essentiel dans l'élaboration des vins ; en effet, l'utilisation de l'eau dans les différentes phases de nettoyage des équipements et des sols permet de garantir une hygiène optimale indispensable au respect des règles les plus élémentaires de sécurité alimentaire.

Afin de garantir ces règles de sécurité, l'eau utilisée pour le maintien de cette hygiène doit être de qualité dite "potable".

Mais à l'instar des ressources énergétiques d'origine fossile, les réserves en eaux ne sont pas illimitées ; en conséquence, il est nécessaire, voire indispensable, de rationaliser son utilisation à la cave, en intégrant dans les protocoles d'élaboration différentes mesures visant à limiter les besoins en eau, tant par une conception optimisée des chai, en terme de construction et de choix des équipements et des matériaux, que par les pratiques même des opérateurs.

Enfin, une bonne gestion de l'eau mène implicitement à la réduction des volumes d'effluents qu'il faudra, en aval, gérer.

2. Eau potable

Dès lors que des équipements sont susceptibles d'être mis en contact avec du moût ou du vin, l'eau requise pour le nettoyage des équipements doit être potable.

De manière générale, l'eau potable recouvre :

- les eaux destinées à la consommation, conditionnées ou non, à l'exclusion des eaux minérales naturelles ;
- les eaux utilisées dans les entreprises agroalimentaires (dont les eaux de process utilisées dans les caves vinicoles) à des fins de fabrication, de traitement, de conservation ou de mise sur le marché de produits ou de substances destinés à être consommés par les humains ;
- les eaux affectant la salubrité des denrées alimentaires finales (les eaux de lavage, en l'occurrence).

Les principaux textes de référence relatifs à la qualité de l'eau sont les suivants :

- Directive 98/83/CE du Conseil de l'Union Européenne, du 3 novembre 1998, relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine ;
- Décret 89-3 du 3 janvier 1989 modifié par le décret 2001-1220 du 20 décembre 2001, relatif aux eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales naturelles ; pour être considérée comme potable, l'eau utilisée doit avoir des caractéristiques qui répondent aux exigences de qualité définies à l'annexe I.I du décret.

3. Gestion raisonnée de l'eau

3.1 Mesures d'économie

Réduire les consommations d'eau ne doit pas remettre en cause la qualité du nettoyage et de l'hygiène générale de la cave. Cependant, la sensibilisation du personnel est un facteur important, surtout durant les périodes de vendanges, pendant lesquelles la main-d'œuvre

opérationnelle est souvent constituée de personnels temporaires peu qualifiés. Ne pas laisser un robinet ouvert inutilement, réaliser des pré-nettoyages à sec (raclette, balai, brosse), contrôler les installations de manière à s'assurer qu'aucunes fuites visibles ou masquées n'entraînent de pertes d'eau inutiles, sont autant de gestes élémentaires permettant l'économie de l'eau. Le résultat est avant tout lié au souci permanent du personnel d'encadrement de limiter le gaspillage.

3.2 Optimisation des nettoyages

Un pré-nettoyage à sec, à l'aide de brosses, de raclettes ou de balais, permet d'éliminer les résidus et les débris solides qui peuvent, d'une part entraîner un colmatage des canalisations, et d'autre part augmenter les quantités de matières organiques rejetées.

Ce pré-nettoyage réduit la charge polluante, tout en diminuant considérablement les volumes d'eau à utiliser ultérieurement.

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

- nature et concentration du produit de nettoyage
- temps de contact
- température de la solution
- nettoyabilité du support
- importance de l'effet mécanique

Ainsi, selon le type de nettoyage à réaliser, le respect des consignes d'utilisation des produits d'hygiène, couplé à ces mesures, permet d'obtenir un résultat équivalent, voire même supérieur, tout en utilisant moins d'eau.

3.3 Dispositifs de nettoyage

■ **Surpresseurs** : le lavage à haute pression, grâce à un effet mécanique puissant, permet de faciliter l'élimination des souillures au niveau du sol et du matériel tout en consommant une faible quantité d'eau ; une application dérivée de cette technique de lavage à haute pression a été développée pour nettoyer les canalisations et les drains des pressoirs (furet ou buse à réaction).

■ **Canon à mousse** : cet équipement permet de générer de la "mousse" à partir du produit de nettoyage (parfois additivé d'un adjuvant) sous l'action d'injection de gaz ; cette mousse va avoir pour effet de s'accrocher à la surface à nettoyer et ainsi d'augmenter le temps de contact et l'efficacité du lavage, notamment dans le cas des parties verticales.

■ **Utilisation d'eau chaude** : la généralisation des circuits d'eau chaude va dans le sens d'une optimisation des nettoyages en utilisant moins d'eau et souvent moins de produits de nettoyage ; l'eau chaude permet également le décrochage du tartre des parois des cuves, limitant ainsi le recours à des solutions basiques de détartrage ; l'emploi d'eau chaude doit cependant être raisonné en prenant en compte, outre l'économie d'eau et de produits d'hygiène, la consommation énergétique et la sécurité de l'utilisateur.

■ **Système d'adoucesseur** : la dureté de l'eau résulte principalement du contact des eaux souterraines avec les formations rocheuses ; l'effet de dissolution est accentué par le CO₂ issu de l'activité

bactérienne des sols ; d'une manière générale, un traitement d'adoucissement peut être envisagé lorsque la dureté est supérieure à 150 mg de CaCO₃ par litre ; à l'inverse, une eau dont la dureté est inférieure à 30/50 mg de CaCO₃ par litre est corrosive, notamment pour les canalisations galvanisées.

Au-delà de l'aspect visuel (film blanchâtre), le dépôt peut parfois atteindre une épaisseur telle que le fonctionnement des matériels est gêné (dispositif de chauffage) ; parallèlement, les phénomènes d'échanges thermiques sont perturbés (refroidissement des cuves par ruissellement) ; l'utilisation de produits de nettoyage acides est généralement indispensable (système de canon à mousse).

La teneur en calcium intervient sur les propriétés tensioactives de l'eau rendant ainsi plus difficile l'élimination des souillures et diminuant l'efficacité des opérations de nettoyage ; l'adoucissement est généralement réalisé par des résines échangeuses d'ions ; il est également possible de procéder à une carbonatation de l'eau par adjonction de gaz carbonique ; cette application est notamment intéressante dans le cadre du rinçage après détartrage des cuves.

■ **Traitement à l'ozone** : l'ozone, parfois appelé "oxygène activé", est un composé naturel présent dans l'atmosphère à faible concentration ; utilisé pour les opérations de nettoyage et de désinfection des chais, l'ozone présente plusieurs propriétés : désinfectant (levures, moisissures, bactéries, virus, protozoaires), élimination des mauvaises odeurs des eaux brutes (élimination du sulfure d'hydrogène), destruction des composés phénolés, des détergents.

La mise en œuvre la plus courante, qui s'inspire de la formation liée aux éclairs (effet CORONA), consiste à faire passer un courant d'air (ou d'oxygène) entre deux électrodes ; cette opération peut-être réalisée par un dispositif mobile que l'on branche directement sur un générateur.

Pour une action désinfectante, la teneur en ozone dans l'eau est généralement comprise entre 0,4 et 1 gramme par litre ; cette opération peut être réalisée par un générateur mobile, qui se branche directement sur une vanne d'eau ; plusieurs applications peuvent être envisagées : nettoyage des barriques, stations de nettoyage en place, nettoyage des surfaces (sols, murs, plafonds) ; cette technique, alternative ou complémentaire selon les cas aux méthodes classiques, peut permettre de limiter l'utilisation des produits chimiques, ainsi que la quantité d'eau (peu voire pas de rinçage).

■ **Auto-laveuse** : employée dans le nettoyage industriel, leur utilisation dans les industries agro-alimentaires est en plein essor ; ces appareils permettent l'application d'un produit de nettoyage tout en apportant un effet mécanique par des brosses ou des disques ; l'aspiration et le recyclage des solutions de nettoyage limitent les consommations d'eau et les rejets d'effluents.

3.4 Nettoyabilité des supports

Un support est d'autant plus facile à nettoyer qu'il présente une surface lisse. Par exemple, le revêtement des surfaces en ciment avec des résines époxydiques, le type de finition de l'inox, ont une incidence sur toutes les opérations de nettoyage des cuves. En outre, la facilité à nettoyer des surfaces et des équipements réduit le temps d'intervention de la main d'œuvre requise.

Ainsi, la nettoyabilité doit être intégrée dans les outils d'aide à la décision, dans le cadre d'un programme d'investissements.

4. Pollution d'origine vinicole

4.1 Principales sources de pollutions industrielles

Le terme pollution recouvre bien des acceptions et qualifie une multitude d'actions qui dégradent l'environnement. Ainsi, plusieurs types de mécanismes peuvent intervenir :

- Pollution décantable : elle est liée aux éléments non solubles ou matières en suspension contenus dans les effluents. Ces matières décantables finissent par recouvrir les végétaux

aquatiques et empêchent la lumière de pénétrer dans les eaux, limitant ainsi la photosynthèse, source d'oxygénation des milieux.

- Pollution organique : elle se présente souvent sous forme dissoute ; elle est liée aux matières oxydables qui sont consommées, en présence d'oxygène, par les micro-organismes du milieu ; ce mécanisme de pollution mène à l'asphyxie du milieu naturel.
- Pollution azotée et phosphorée : elle contribue, en présence de matières organiques, à l'eutrophisation des cours d'eau, c'est-à-dire au développement incontrôlé de végétaux qui déséquilibrent les milieux aquatiques ; les effluents vinicoles sont cependant faiblement chargés en matières azotées et phosphorées.
- Pollution toxique. Elle est liée à des substances nocives pour les organismes vivants, à court ou moyen terme (pesticides, métaux lourds, solvants, détergents, ...)

4.2 Caractérisation quantitative de la pollution

■ pH

■ **MES (Norme AFNOR T 90-105)** : la méthode normalisée de détermination des MES (Matières En Suspension) repose sur leur quantification après filtration et dessiccation à 105°C, en fonction du volume initial.

■ **Les matières décantables** : leur teneur correspond à la quantité d'éléments décantables en deux heures ; elle est définie en millilitres décantés dans une éprouvette conique d'un litre ; cette mesure peut-être facilement réalisée sur le terrain.

■ **DCO (Norme AFNOR T 90-10)** : la mesure de DCO (Demande Chimique en Oxygène) correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans les effluents, indépendamment de leur origine minérale ou organique ; le principe de la méthode officielle repose sur une oxydation par un excès de bichromate de potassium en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure, l'excès de bichromate étant dosé par le sulfate d'ammonium. Fondée sur l'oxydation des matières organiques par le bichromate de potassium en milieu acide et à chaud, la méthode rapide, plus couramment utilisée par les caves, diffère de la méthode normalisée par un dosage colorimétrique de l'excès de bichromate de potassium ; on utilise un bloc chauffant de minéralisation avec des tubes prêts à l'emploi contenant les réactifs ; le colorimètre, adapté à ce type de tubes permet une lecture directe de la DCO ; la précision de ces mesures dépend de la gamme de lecture et des incertitudes liées à la dilution des échantillons : cette méthode, peu onéreuse, permet de suivre facilement les traitements et les rejets.

■ **DBO5 (Norme AFNOR 90-103)** : le principe de cette mesure repose sur une mesure de l'oxygène consommé en cinq jours par un échantillon dilué avec une eau saturée en oxygène,ensemencée avec des germes, puis placée dans une enceinte thermostatée à 20°C et à l'obscurité. La mise en œuvre et la maîtrise de cette méthode normalisée sont particulièrement délicates ; pour les réaliser, mieux vaut s'adresser à un laboratoire agréé.

A la cave, des méthodes rapides, non normalisées peuvent être appliquées. Parmi celles-ci, on distingue :

- les méthodes fondées sur une mesure respirométrique : la DBO5 est obtenue par lecture directe, sur un manomètre, du gaz carbonique dégagé par la respiration des microorganismes, lui-même proportionnel à la quantité d'oxygène consommée ;
- les méthodes fondées sur la consommation d'oxygène : la DBO5 est déterminée par différence entre la quantité d'oxygène présent avant et après 5 jours d'incubation. L'oxygène dissous est mesuré par des méthodes colorimétriques visuelles ou titrimétriques.

Parallèlement aux analyses classiques de la pollution organique, d'autres mesures peuvent être réalisées :

- Matières inhibitrices (Norme AFNOR 90-301) : détermination de l'inhibition des daphnies (*Daphnia magna Strauss*) ;
- Azote réduit (Norme AFNOR 90-110) : mesure de l'azote Kjeldhal
- Phosphore total (Norme AFNOR T90-023) : dosage des orthophosphates, des phosphates hydrolysables et du phosphore total
- Micro-polluants (pesticides, métaux lourds, composés organiques volatils, ...) : ces composants sont analysés par des laboratoires spécialisés et agréés avec des méthodes normalisées adaptées à chaque micropolluant.

4.3 Caractérisation des effluents vinicoles

La pollution contenue dans les effluents vinicoles provient soit des composants même du raisin, du moût ou du vin (pellicule, rafle, terre, bourbes, sucres, acides, alcools, polyphénols, polysaccharides, macroprotéines, micro-organismes, ...), soit des produits de détartrage et d'hygiène, soit encore des produits intervenant dans la vinification (média de filtration, colles, ...).

Lorsque ces effluents sont rejetés dans le milieu naturel, une rivière par exemple, la matière organique dissoute est dégradée par les micro-organismes des effluents et du milieu naturel qui vont consommer l'oxygène dissous dans l'eau et en priver la faune en général. Parallèlement, les éléments nutritifs (azote, carbone, ...) sont utilisés par certaines algues pour se développer. La multiplication de ces algues et la présence de matières en suspension (générées par la multiplication des micro-organismes) entraînent une opacité du milieu : la lumière solaire ne parvient plus aux plantes aquatiques et la photosynthèse, source importante d'oxygénation du milieu, est inhibée. Par conséquent, il y a appauvrissement du milieu en oxygène. Dans les cas les plus graves, ce phénomène peut aboutir à la mort des poissons par asphyxie.

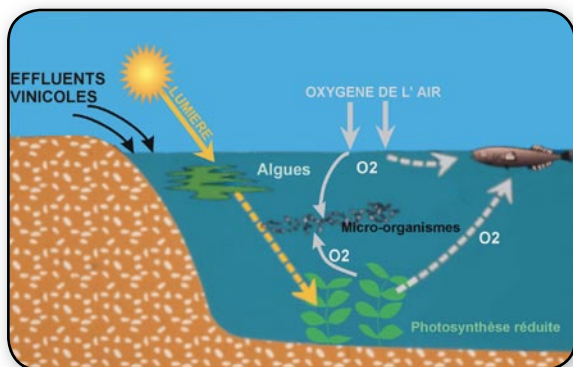


Figure 1 : Mécanisme de la pollution organique sur un milieu aquatique

Les caractéristiques des effluents vinicoles sont les suivantes :

Volume d'eau (litres d'eau/litre de vin produit)	0,2 à 20
pH	3,5 à 13
DCO (mgO ₂ /L)	2000 à 20000
DBO ₅ (mgO ₂ /L)	1000 à 13000
MES (mg/L)	500 à 3500

Ces valeurs issues, d'une enquête nationale (I.T.V. France et al., 1999-2000), montrent qu'une des caractéristiques majeures des effluents vinicoles est leur grande variabilité ; celle-ci est due à de nombreux paramètres :

- mode de vinification (blanc, rouge, rosé) ;
- région viticole ;
- équipements mis en jeu (fouloir, érafloir, pressoir, filtres, cuves, ...) ;

- pratiques des opérateurs (prise de conscience ou non de la nécessité de réduire les quantités d'eau mises en jeu et de la diminution de la charge polluante potentiellement rejetée) ;
- saisonnalité : la saisonnalité de la production est, en effet, très importante, puisque 40 à 60 % des effluents sont générés pendant la seule période des vendanges et des vinifications.

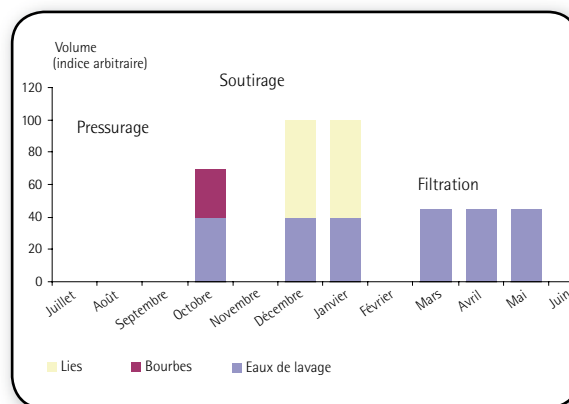


Figure 2 : Flux d'eau et de rejets liquides pendant les vendanges en Champagne – Source : C.I.V.C.)

5. Conclusion

Dans un souci de sécurité de santé du consommateur, l'hygiène en cave est indispensable ; ainsi, les nettoyages doivent être effectués avec de l'eau potable.

En est cependant nécessaire de limiter les prélèvements d'eau, et ce grâce à diverses mesures de réduction de la consommation faciles à mettre en œuvre, la première étant l'information de l'ensemble des opérateurs dans le but de les sensibiliser à cette nécessité d'économie.

Mais ces mesures de réduction de la consommation d'eau doivent également s'accompagner de mesures de réduction des charges organiques potentiellement polluantes, notamment l'optimisation de la récupération des sous-produits (éléments solides, bourbes, lies) et des produits de nettoyage (solutions de soude en particulier). Ainsi, la mise en place d'une solution visant à procéder au traitement épuratoire des effluents vinicoles n'en sera que simplifiée.

Bibliographie

Articles

- Rochard Joël, Mouton-Ferrier Valérie, Viaud Marie-Noëlle ; *La gestion des effluents : en quoi la vinification est-elle une activité polluante ? 1999, 6^{ème} colloque professionnel des vins de Bourgogne, L'eau, la vigne et le vin, 73-79, BIVB*
- Rochard Joël, Viaud Marie-Noëlle, Desautels Francis ; *Réduction de la charge polluante liée au détartrage des cuves, novembre 1995, Revue des Œnologues, n°77s*
- Rochard Joël, Viaud Marie-Noëlle, Moncomble Dominique, Desautels Francis ; *Hygiène dans les caves et environnement, 1996, Assemblée de l'OIV, Œnologie*
- Rochard Joël, Viaud Marie-Noëlle, Pluchart Dominique, Desautels Francis ; *Définition et traitement de la pollution d'origine vinicole, 1995, Assemblée de l'OIV, Uruguay, Œnologie 2B*

Ouvrages

- CIVC, *Gestion de l'eau et des effluents vinicoles en Champagne : guide pratique, 1999*
- ITV France, *Filières d'épuration des effluents vinicoles, 2000*
- ITV France, *Hygiène en œnologie, nettoyage, désinfection, HACCP, Editions Dunod, 2004*
- Jourjon Frédérique, Racault Yvan, Rochard Joël ; *Effluents vinicoles. Gestion et traitement, Editions Féret, 2001*
- Rochard, Joël ; *Traité de viticulture et d'œnologie durables ; Collection Avenir Œnologie, 2005*

La cave "idéale" ou comment l'architecture intervient dans les économies d'eau

■ Monsieur Bruno LAPOSTAT, architecte DPLG & géobiologue
7, rue des liserons 34070 MONTPELLIER
bruno@lapostat.net

*"A l'échelle de l'Univers, l'eau est bien plus rare que l'or."
Hubert Reeves*

1. La cave "idéale" existe-t-elle ?

D'après le traité le plus ancien que nous connaissions sur le sujet, De *Architectura* de Vitruve (1^{er} siècle avant J.-C.), l'architecture repose sur une combinaison harmonieuse et équilibrée de trois principes : la beauté, la solidité, l'utilité.

Si l'utilité est bien entendu primordiale lorsque l'on parle de bâtiment d'activité, il n'en reste pas moins vrai que les deux autres aspects sont, eux aussi, importants : ce n'est pas par hasard que l'étiquette de nombreux grands vins représente le "château" qui devient alors l'emblème du domaine...

Au-delà de ce simple aspect médiatique de la cave de vinification, elle doit aussi répondre à un usage : que serait le plus beau bâtiment qui serait impropre à son usage, par la disposition des lieux, par l'utilisation de certains matériaux ? C'est pourtant ce seul usage que cette réflexion prend en compte, nous parlons de construction plus que d'architecture...

Le travail de l'architecte est d'écouter les besoins de son client, et de les mettre en espace, au mieux, et non de lui proposer un "idéal" absolu qu'il détiendrait, par on ne sait quel savoir d'érudit !

Par ailleurs un bâtiment est inscrit dans un site, lequel a ses spécificités : sa topographie, ses accès, son orientation (le soleil, le vent...), etc. avec lesquels il faut composer.

L'architecture est donc une réponse imparfaite à un ensemble de contraintes, un compromis : le résultat d'un choix de priorités.

Enfin, l'activité n'est pas figée dans le temps : un local n'accueille jamais une fonction unique, l'activité évolue... C'est ainsi que de nouveaux matériels, de nouvelles méthodes, l'élaboration d'un vin différent, feront que l'on devra s'adapter au lieu, ou l'adapter à l'activité.

Un bâtiment d'activité est par essence un objet organique, vivant, susceptible d'évolution(s) !

La cave "idéale" est donc un leurre, elle n'existe pas.

2. Les dispositions couramment acceptées

2.1 La gravité

Dans l'atelier de vinification, c'est la gravité qui permet, parmi les solutions généralement acceptées, les plus grandes économies d'eau...

Elle réduit la mécanisation des transferts de vendange, ainsi que la longueur des réseaux : la gravité n'est jamais en panne, elle ne nécessite pas de nettoyage, elle est naturelle et "douce".

Le principe en est simple : la vendange arrive au-dessus des cuves ou du pressoir, elle est égrappée, foulée ou pas, et tombe directement dans les cuves de vinification.



Figure 1 : cave gravitaire simple

Une trappe donne accès au-dessus de chaque cuve, ou même l'ensemble de la façade s'escamote pour libérer tout l'accès. La vendange est ainsi respectée et les possibilités sont multiples : vendanges mécanisée ou pas, égrappage ou pas, vinification traditionnelle ou macération carbonique...

Au décuvaage le pressoir est amené devant la cuve, le marc est transféré à la sauterelle ou à la pompe, puis le pressoir est emmené hors de l'atelier de vinification, soit dans un local spécifique, soit sous un auvent. Les opérations les plus salissantes (l'égrappage, le pressurage) sont ainsi repoussées hors de l'atelier de vinification.

Une disposition plus aboutie permet même un écoulage et un décuvaage en gravitaire: une simple manche relie la cuve de vinification à la cuve d'écoulage, lequel est "doux" et s'effectue sans que l'on ne s'en préoccupe plus. Le marc, parfaitement sec est alors poussé dans une goulotte vers le pressoir placé au-dessous.

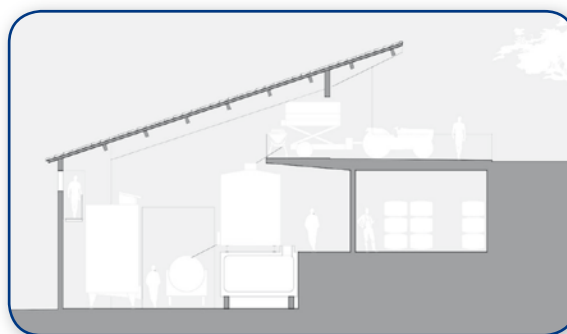


Figure 2 : cave gravitaire totale

2.2 Le traitement des sols

Le carrelage

Contrairement à une idée largement répandue, le carrelage n'est pas ce qui se fait de mieux dans un atelier de vinification.

C'est une solution coûteuse, fragile (le passage d'un matériel sur roulettes provoque à chaque joint un choc qui finit par desceller le carreau : cette solution a d'ailleurs pratiquement été abandonnée dans les grandes surfaces), et bien peu hygiénique : chaque joint est un nid à bactéries en même temps qu'une partie plus fragile que le reste.

La résine

Les sols en résine sont assez facilement nettoyables... lorsqu'ils sont neufs. Coûteux, ils sont aussi extrêmement fragiles. Or le sol d'un atelier de vinification est très sollicité au matériel roulant, chocs des raccords des manches, d'outils... Le moindre trou dans la couche de résine (et plus la couche est mince plus le trou est vite fait) mène à un décollement : l'eau s'infiltré dessous, forme une poche, une plaque de résine finit par s'arracher...

Par ailleurs la résine est soit glissante, soit chargée de granulats qui la rendent rugueuse donc difficile à nettoyer.

Le béton

Le béton reste un bon compromis : surface lisse et solide, peu coûteux, facilement réparable...

Il sera préféré fini à l'aide d'un traitement de surface qui le rendra lisse, dur, et les pores bouchés...

Les couleurs sont à éviter : pas toujours stables à la lumière, et la plupart du temps peu résistantes au vin, qui est un produit très agressif, car acide, coloré et qui contient un solvant naturel, l'alcool.

Le béton est facilement nettoyable, le passage d'une raclette caoutchouc le laisse sec.

Ses inconvénients sont qu'il est assez difficile à mettre en œuvre : une pente inférieure à 1cm/m ne permet pas une évacuation naturelle de l'eau, même lorsque l'on respecte les tolérances maximales de mise en œuvre.

Des sols facilement nettoyables sont aussi des sols dégagés de tout ce qui peut les encombrer... On préférera de ce point de vue des locaux aux géométries simples, et une disposition des réseaux (électriques, basse tension et même eau) "en parapluie" : les réseaux arrivent du haut.

Et pourquoi pas aller jusqu'à des prises de courant suspendues au bout de leur fil ? C'est d'ailleurs plus souple pour l'utilisation, la maintenance, la modification des installations, sans compter la circulation facilitée par un sol bien dégagé.

2.3 Les caniveaux

Les caniveaux servaient autrefois pour le travail du vin : la faible mécanisation nécessitait l'écoulement du vin dans un conquêt qui servait de volume tampon, et de là était repris à la pompe. Puis les caniveaux ont servi à collecter les eaux de lavage, leur utilité et leur disposition ne sont pas toujours remis dans une juste perspective...

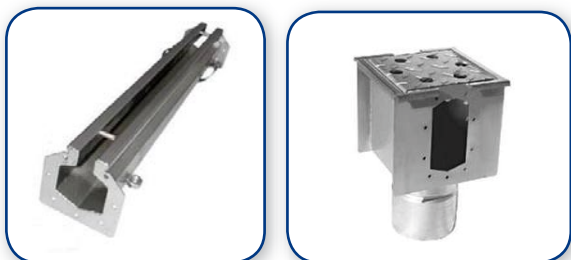
Les caniveaux ouverts, difficilement compatibles avec les matériels mobiles de plus en plus nombreux et lourds, sont à proscrire.

Le caniveau recouvert d'une grille, quelle qu'elle soit, présente l'inconvénient d'être difficilement nettoyable (les grilles, les feuillures...) et aussi d'être fragile : les grilles sont souvent "tuillées" (déformées) par le passage d'un matériel roulant (le pressoir, une pompe lourde, un élévateur...).

Les siphons de sol, que l'on trouve assez facilement dans une bonne qualité, ont l'inconvénient de nécessiter des pentes dans les 2 sens : difficilement compatibles avec du matériel mobile.

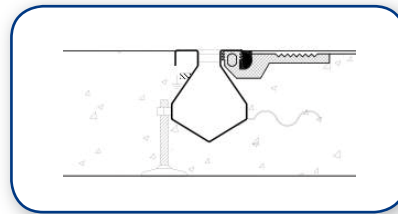
Le caniveau inox "à fente"

C'est un caniveau en inox profilé qui incorpore une pente très faible (jusqu'à 1mm/m), la conception et l'inox faisant qu'une excellente évacuation reste possible la moindre goutte est acheminée jusqu'au siphon collecteur.



Caniveaux à fente et siphon de raccordement. Crédit photo Imcoma

Il existe plusieurs fabricants de caniveaux à fente inox, certains modèles sont dits "à profil visible" : toutes les parois sont visibles depuis l'extérieur, y compris celles du dessus. Ce sont ces modèles qu'il faut préférer. Le nettoyage est facile : au quotidien, un coup de jet ou de Kärcher tout du long, et une ou deux fois par an, on peut le mettre en charge avec un produit désinfectant.



Caniveau à fente à profil visible. Crédit Aco

Mais quel que soit le système adopté (caniveau à grille, à fente, siphon de sol...) le point faible reste le siphon : l'utilisation discontinue des caves, avec parfois plusieurs mois sans alimentation de ce siphon, fait que la garde d'eau devient insuffisante, l'atmosphère des réseaux est alors en continuité avec celle des locaux.

2.4 Egrapper à la vigne

Lorsque l'on fait des vendanges mécaniques c'est bien évidemment la solution pour ne pas avoir à nettoyer dans les locaux les salissures de l'égrappage !

2.5 Elevage : nettoyer en place

La méthode traditionnelle d'élevage (vider, laver, sécher tous les fûts une fois par an) est fortement consommatrice d'eau, et ne garantit pas un bon séchage.

Préférer le cycle : vidange, sulfitage sans nettoyage, puis lorsqu'il faut à nouveau remplir les fûts, lavage en place, aspiration, et remplissage immédiat. Cette façon de travailler est par ailleurs en adéquation avec des fûts gerbés sur 2, 3, 5 niveaux...



Domaine de l'Arjolle.

L'élevage "tout à plat" est consommateur d'espace bâti et n'est pas aussi efficace en terme de comportement thermique du local : le vide favorise les écarts de température, le plein les atténue, nous avons donc intérêt à avoir un chai d'élevage plein comme un œuf !

3. Les dispositions plus radicales, en forme de conclusion

- Egrapper, presser dehors, sous auvent.
- Utiliser du matériel facilement nettoyable : pompes péristaltiques, cuves inox poli-miroir, conquêts mobiles.
- Nettoyer les cuves, les réseaux en circuit fermé depuis le conquêt mobile.
- Les réseaux fixes sont difficiles à nettoyer : utiliser la gravité ou lorsque ce n'est pas possible, encuver par le bas, les cuves sont équipées de grosses vannes, les pompes raccordées par des réseaux mobiles et courts.

Notes de la Table Ronde

- Au cours de la Table Ronde, le thème de l'influence de la qualité de l'eau sur les gestes œnologiques sera abordé, parmi d'autres. Le texte ci-dessous, rédigé par Messieurs Jean-Michel CLERC (Transferts LR) et H. HICHLI, (Biofaq Laboratoires) en présente un résumé.

L'eau devant être utilisée dans l'établissement vinicole pour l'ensemble des gestes œnologiques est par définition une eau potable (Code Santé Publique), qui peut être issue du réseau d'adduction publique et/ou d'un captage autorisé faisant l'objet d'un suivi analytique.

Volumes disponibles et qualité physico-chimique et microbiologique de cette eau dépendent de nombreux paramètres :

- d'origine naturelle : caractéristiques de la ressource aquifère captée, régime hydrologique et météorologique
- d'origine anthropique : mode d'exploitation de l'aquifère, pollutions diffuses (résidus de pesticides, nitrates et phosphates, substances organiques et métalliques issues des activités humaines et des infrastructures de transports..) et rejets ponctuels (stations d'épuration urbaines ou industrielles), pollutions accidentelles, qui affectent le bassin versant,
- intrinsèques au process de traitement de l'eau (clarification, oxydation, filtration, désinfection qui auront des rendements variables sur l'élimination des substances organiques) et au réseau de distribution publique (ancienneté, longueur, hydraulique, inter-connexions estivales, pathologies subies...),
- intrinsèques au réseau de distribution intérieure à l'établissement vinicole (matériaux et dispositifs de protection mis en œuvre, dimensionnement, organisation des réseaux, vitesses et températures...) et aux éventuels traitements d'affinage opérés (adoucissement ou reminéralisation, filtration ou désinfection complémentaire...).

De fait, elle fait l'objet de contrôles tant sur la ressource captée, qu'au point de mise en distribution et au point de puisage (Décret 2001-1220 et textes suivants). Néanmoins, un réseau intérieur peut être long (plusieurs kilomètres suivant l'importance de l'établissement), complexe (variabilité des sections et des matériaux des canalisations, interconnexions multiples), et présenter des pathologies (corrosion/entartrage, colonisation par des biofilms) qui vont affecter la qualité de l'eau et nuire à sa potabilité.

Vitesse et type de corrosion (électrochimique, piqûres, érosion...) sont influencées par les caractéristiques initiales de l'eau (agressive) et du milieu (oxygène, chlorures, sulfates), avec pour conséquences un passage d'éléments métalliques dans l'eau (ions fer, cuivre, zinc, particules d'alliage fer-zinc, sels de plomb).

L'entartrage dépend également des caractéristiques initiales de l'eau (TH, TAC, équilibre calco-carbonique) et de la conception du réseau intérieur (températures, états de surface des canalisations, position du retour de boucle sur ECS...).

Outre la réduction de section des canalisations et l'obstruction progressive des équipements, les dépôts carbonatés calciques vont induire : une perte de rendement des échangeurs de chaleur, des dépôts sur les surfaces (bouteilles, cuves...), un percement des éléments chauffants.

L'adoucissement par résines implique d'utiliser des résines agrées, du sel conforme à la norme NFT 90-612, et de compléter l'adoucissement par un traitement anti-corrosion pour les installations en acier galvanisé.

Vis-à-vis des gestes œnologiques, la qualité physico-chimique de l'eau apparaît avoir une incidence :

- directe, au travers notamment des micropolluants organiques mais aussi métalliques qui peuvent se retrouver directement dans le produit final.
- indirecte sur les process d'élaboration, au travers des opérations de nettoyage, de lavage de cuves, filtres, procédés membranaires, et également sur le process d'embouteillage.

La flore microbienne des réseaux intérieurs est influencée par les contaminations externes à l'établissement (qui peuvent survenir après un orage, des fuites ou travaux sur le réseau de distribution, une inter connexion de ressource durant l'été), et également les conditions hydrauliques et les températures, le choix et la qualité des matériaux mis en œuvre, et également les opérations d'entretien qui sont (ou ne sont pas) assurées.

Cette charge microbienne composée de cocci et de bacilles (*Enterococcus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Légionella*...), levures (dominées par *Candida*, *Cryptococcus*, *Rhodotorula*), moisissures, micro-algues), contribue à la formation de biofilms sur les surfaces.

Ces biofilms peuvent être définis comme des agrégats de micro-organismes qui adhèrent aux surfaces et qui sont enfouis dans une matrice de substances extra cellulaires composées de polymères (SEP) et de dépôts minéraux (carbonates, oxydes notamment).

La formation de biofilms suit l'évolution de l'activité au sein de l'établissement vinicole. La contamination des surfaces des tubes latéraux et collecteurs progresse ainsi au cours de la saison. C'est un phénomène important qu'il convient de bien intégrer, car la structure du biofilm protège les cellules vis-à-vis des traitements (nettoyage, désinfection, sanitation) qui vont être opérés par injections de produits chimiques ou élévation de température. Les protocoles de nettoyage et désinfection doivent être adaptés en conséquence, avec un contrôle microbiologique par des méthodes analytiques adaptées.

En production d'eau chaude sanitaire, comme dans le refroidissement par tour aéro réfrigérante (TAR), la charge microbienne peut générer un réel risque sanitaire vis-à-vis du personnel au travail. Notamment au travers de la prolifération de bactéries pathogènes comme *Legionella pneumophila* par exemple, qui est une bactérie aérobie d'origine hydrique présente dans les eaux de surface, les eaux de forages, les boues humides. Elle se développe entre 25°C et 45°C (maximum de croissance autour de 37°C) et elle a un potentiel d'interaction avec des parasites de type protozoaires (amibes, etc.).

