

ALTÉRATIONS MICROBIENNES

Etude de la microflore des raisins de Chenin en Val de Loire et des moûts de Pinot noir et Chardonnay en Bourgogne

Contexte

Les microorganismes indigènes présents au cours de l'élaboration des vins (de la parcelle à la mise en bouteilles) sont souvent responsables de modifications des paramètres physico-chimiques et des caractéristiques organoleptiques des vins.

Si, pour les inconditionnels de la notion de « terroir », l'expression de ces microorganismes indigènes est bénéfique, il convient aujourd'hui de prendre clairement la mesure de cet effet positif ainsi que celle des risques liés à la non-maîtrise de cette microflore.

Les études précédemment menées à ITV France faisaient état des risques liés aux développements de flores indésirables après FA, au cours de l'élevage des vins. Un des exemples les plus médiatisés de risques liés à la non-maîtrise des microorganismes indigènes reste le développement de *Brettanomyces* et la production de phénols volatils au cours de l'élevage des vins.

Ce sujet constitue, à l'heure actuelle, un axe de recherche prioritaire pour ITV France et de nouveaux résultats sont attendus pour 2005.

L'originalité des études menées en 2002 en Val de Loire et en Bourgogne, réside dans le fait que les microorganismes sont étudiés, sur baies et sur moûts, avant l'accomplissement de la fermentation alcoolique, étape clé durant laquelle la diversité des espèces

fongiques et bactériennes est drastiquement réduite.

Etude de la microflore des raisins de Chenin en Val de Loire et des moûts de Pinot noir et Chardonnay en Bourgogne

L'amélioration des connaissances de la microflore des raisins de Chenin est étroitement liée à la thématique particulière des goûts moisi/terreux ; ce défaut ayant été rencontré de façon récurrente sur les millésimes antérieurs de certains vins issus de ce cépage.

L'étude est réalisée à partir de baies prélevées à différents stades de maturité : une semaine avant vendange, au moment des vendanges, une à deux semaines après vendange en fonction de l'état sanitaire des baies.

Pour chaque prélèvement, les analyses définissent le pourcentage des différentes familles de microorganismes susceptibles d'être présentes sur les baies : levures, moisissures (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Botrytis*), bactéries lactiques, bactéries acétiques et bactéries filamenteuses (*Streptomyces*).

Ces analyses microbiologiques sont réalisées conjointement à des micro-vinifications pour déterminer l'influence des microorganismes retrouvés sur les cinétiques fermentaires et les qualités physico-chimiques et sensorielles des vins finis. Le principal marqueur sensoriel retenu pour cette étude est le **goût « moisi-terreux »**.

En 2002, l'étude est donc axée sur la comparaison de la microflore de deux types de parcelles :

- 1 parcelle témoin **VB2** n'ayant jamais donné de vins présentant une déviation aromatique de type « moisi/terreux »

- 5 parcelles essais d'appellations différentes ayant déjà donné des vins avec déviations aromatiques de type « moisi/ terreux » : **VB1, V3, V4, M1 et M2**

Le **tableau 1** présente les résultats des analyses microbiologiques réalisées sur les baies au moment de la récolte.

Tableau 1 : bilan des analyses microbiologiques réalisées au moment de la récolte

		Moisissures	Levures	Bactéries lactiques	Bactéries acétiques	Bactéries filamenteuses
M1	Population* (Diversité)**	7.10 ⁵ (12)	2.10 ⁴ (7)	8.10 ² (5)	1.10 ¹ (3)	3.10 ² (1)
M2	Population* (Diversité)**	4.10 ⁵ (9)	1.10 ⁴ (9)	3.10 ² (5)	6.10 ¹ (2)	- (-)
VB1	Population* (Diversité)**	2.10 ⁵ (14)	4.10 ⁴ (8)	4.10 ³ (3)	- (-)	- (-)
VB2-Témoin	Population* (Diversité)**	8.10 ⁵ (20)	8.10 ⁴ (10)	2.10 ³ (7)	6.10 ¹ (6)	1.10 ¹ (1)
V3	Population* (Diversité)**	5.10 ⁵ (10)	5.10 ⁵ (5)	1.10 ³ (3)	2.10 ¹ (1)	7.10 ¹ (3)
V4	Population* (Diversité)**	3.10 ⁵ (19)	8.10 ⁴ (8)	6.10 ¹ (3)	1.10 ² (3)	1.10 ² (2)
Moyenne	Population* (Diversité)**	5.10⁵ (14)	1.10⁵ (8)	1.10³ (4)	4.10¹ (3)	8.10¹ (2)

*Population : Exprimé en ufc/ml. Dénombrements sur milieu gélosé après lessivage des baies

**Diversité : Nombre de type de colonies ayant des caractéristiques morphologiques différentes

Quelle que soit la parcelle, les microorganismes les plus représentés sur les baies de raisin de Chenin au moment de la récolte sont les moisissures puis les levures. Les populations fongiques sont 100 fois plus importantes que celles des bactéries lactiques. La proportion est identique entre les bactéries lactiques et les bactéries acétiques et filamenteuses.

Qualitativement, les moisissures présentent la plus grande diversité avec 14 types de colonies différentes en moyenne contre respectivement 8, 4, 3 et 2 pour les levures, les bactéries lactiques, acétiques et filamenteuses (*Streptomyces*).

D'une parcelle à l'autre, les résultats quantitatifs et qualitatifs sont proches, mais les observations concernant les moisissures et les levures sont variables en fonction du degré de maturité.

Evolution des moisissures

Botrytis est présent sur les baies dès le début des suivis (une semaine avant récolte) en

quantité variable en fonction des parcelles et des appellations.

Les fréquences de *Botrytis* s'échelonnent entre 27 et 90 % en fonction des appellations. La parcelle VB2 Témoin présente une fréquence de *Botrytis* estimée à 41 %.

Ces fréquences de *Botrytis* s'accroissent continuellement au cours de la maturité des baies avec une apparition concomitante de moisissures vertes suspectées d'appartenir aux genre *Penicillium* ainsi que des moisissures de l'espèce *Aspergillus niger*.

Parallèlement, le rapport glycérol/acide gluconique, indice de la qualité de la pourriture, diminue ; notifiant ainsi un appauvrissement de la pourriture noble au profit de la pourriture grise.

Evolution des levures

Au cours de la maturation, on observe une évolution croissante de la pourriture acide avec le développement de levures comme *Kloekera*, *Metschnikowia*...

Sur les baies, *Saccharomyces cerevisiae* n'est pas fortement représentée. Cet état de fait est généralement inversé dans les 48h suivant l'encuvage.

Influence de la maturité et de la microflore sur la qualité des vins finis

Des différences physico-chimiques sont observées entre les moûts en fonction du degré de maturité (augmentation des teneurs en sucres réducteurs). De même, les cinétiques fermentaires ne varient pas en fonction des parcelles. Cependant, plus la date de prélèvement est avancée, plus le temps de latence avant le départ en FA est long et plus la vitesse d'accomplissement de la FA est lente. Ces différences ne peuvent être directement corrélées à la microflore.

Après vinifications et dégustations, le marqueur aromatique de type moisi/terreux n'a jamais été mis en évidence par le jury sur les vins de Chenin du millésime 2002. Par contre, pour ce millésime, les vins issus de Gamay ont été fortement touchés par ce défaut.

Etude de la microflore des moûts et vins de Pinot Noir et Chardonnay de Bourgogne Millésime 2002

L'élaboration d'un vin fait intervenir deux grands types de micro-organismes (indigènes ou commercialisés) : les levures *Saccharomyces cerevisiae* pour la fermentation alcoolique et les bactéries lactiques *Oenococcus oeni* pour la fermentation malo-lactique.

Ici, l'étude est focalisée sur les microorganismes indigènes autres que *S. cerevisiae* et *O. oeni* présents au cours de l'élaboration des vins, en particulier durant les phases de préfermentation alcoolique et d'élevage. Ces micro-organismes ont été recherchés et isolés de 20 cuvées de Pinot noir et 11 cuvées de Chardonnay prélevées dans 9 domaines ne pratiquant pas les ensemencements levuriens et bactériens. Les 31 cuvées étudiées regroupent 17 appellations qui s'échelonnent de Marsannay en Côte de Nuits à Puligny-Montrachet en Côte de Beaune.

Etude de la microflore levurienne

D'un point de vue quantitatif, il n'y a pas de différence significative entre les moûts de Pinot noir ($2 \cdot 10^5$ ufc/ml) et ceux de Chardonnay ($1 \cdot 10^5$ ufc/ml). L'évolution en cours de FA est semblable pour les 2 cépages et en fin de FA (densité < 0.995), les niveaux de populations levuriennes sont équivalentes ($3 \cdot 10^6$ ufc/ml).

Sur le plan qualitatif, la flore majoritaire des moûts est composée de *Kloekera apiculata* (40% des levures identifiées sur moût). Cette espèce est présente dans tous les domaines, dans les moûts de Pinot noir et Chardonnay à hauteur de 10^4 ufc/ml en moyenne. Néanmoins cette levure n'est jamais mise en évidence après FA.

Les levures du genre *Candida* sont très présentes dans tous les moûts (31% des levures identifiées sur moût) mais elles sont plus facilement mise en évidence dans les moûts de Pinot noir. Les espèces identifiées sont : *C. fragi*, *C. inconspicua* et *C. stellata*. En moindre quantité, on trouve aussi *C. magnoliae*.

Saccharomyces cerevisiae est présente de façon non négligeable dans les moûts (26% des levures identifiées) alors que les cuvées ne sont pas levurées. Cette espèce, théoriquement minoritaire sur les baies, se multiplie donc très rapidement dès les premières heures de cuvaision.

A ces levures majoritaires, s'ajoutent des espèces minoritaires mises en évidence dans quelques cuvées, en particulier des cuvées pour lesquelles le vinificateur n'a pas utilisé de SO_2 : *Debaryomyces hansenii*, *Hansenula anomala*, *Issatchenkia terricola*, *Metschnikowia pulcherrima*, *Pichia membranaefaciens*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Torulasporea delbrueckii*.

L'analyse des levures du millésime 2002 ne met donc pas en évidence de différences quantitative ou qualitative significative entre des moûts issus de Pinot noir ou de Chardonnay, ou en fonction des appellations et des domaines.

Les variations observées entre cuvées sont essentiellement dues aux itinéraires techni-

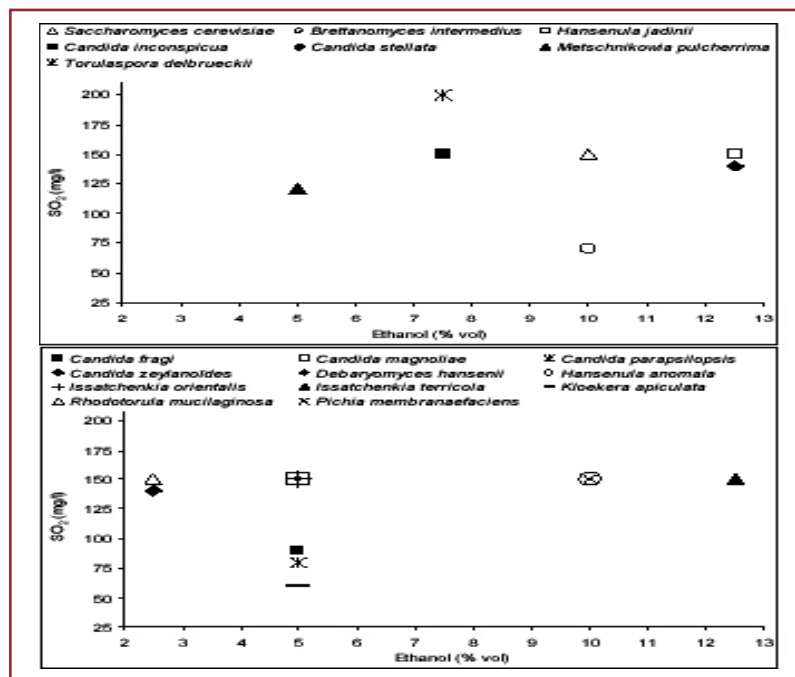
ques de vinification, en particulier à l'utilisation plus ou moins importante du SO₂. Une étude menée sur des cultures axéniques de levure en jus de raisin a permis d'étu-

dier les capacités fermentaires des souches isolées ainsi que leur aptitude à développer certaines altérations. Dans un second temps, l'étude de la résistance de ces souches à

Figure 1 : doses de SO₂ et d'éthanol maximales supportées par les levures en cultures pures dans du jus de raisin (mesure de la croissance par turbidimétrie)

A : levures fermentant partiellement (*C. inconspicua*, *C. stellata*, *M. pulcherrima*, *T. delbrueckii*) ou totalement (*S. cerevisiae*, *H. jadinii*, *B. intermedius*) les sucres

B : levures non fermentaires



l'éthanol et au SO₂ a permis d'élaborer les diagrammes présentés en **figure 1**.

On constate ainsi que *Kloekera*, levure fortement acétigène et majoritairement présente dans les moûts avant FA est inhibée rapidement par le SO₂ et l'éthanol. Un sulfitage correct au moment de l'encuvage peut donc limiter leur activité durant la phase pré-fermentaire.

A contrario, de nombreuses levures résistent à des doses de SO₂ supérieures aux doses classiquement utilisées en vinification (*Torulaspora delbrueckii* à 200 mg/L).

Dans la plupart des cas, ces levures sont rapidement inhibées par l'alcool sauf les espèces *Brettanomyces intermedius*, *Candida stellata*, *Hansenula jadinii*, *Hansenula anomala*, *Issatchenkia terricola* et *Pichia membranaefaciens* qui résistent à une teneur en éthanol supérieure ou égale

à celle de *S. cerevisiae* dans les conditions expérimentales.

Excepté le cas très étudié de *Brettanomyces*, nul ne sait si l'éventuel maintien de ces levures dans le vin après FA a un impact réel sur les qualités du produit.

Etude de la microflore bactérienne

Sur moûts, les populations sont identiques en Pinot noir (1*10³ ufc/ml) et Chardonnay (2*10³ ufc/ml). Par contre, un écart important est observé entre les 2 cépages en fin de FA. Dans les vins de Pinot noir, les bactéries lactiques se multiplient en cours de FA (200 fois) alors que les populations restent stables dans les vins de Chardonnay.

Ce résultat corrobore les observations de terrain qui montrent que, généralement, les FML s'enclenchent plus rapidement dans les Pinot noir que dans les Chardonnay.

Avant FA, les populations de bactéries lactiques se partagent de façon équitable entre *Lactobacillus* (*L. brevis*, *L. casei*, *L. cellobiosus*, *L. desidioidus*, *L. pentosus*, *L. plantarum*) et *Oenococcus*. Les bactéries du genre *Pediococcus* ne sont pas mises en évidence à ce stade par les techniques de microbiologie classique.

Par contre, après FML, *O. oeni* reste la bactérie majoritaire et les lactobacilles ne sont plus mis en évidence mais *Pediococcus damnosus* et *P. pentosaceus* sont présents dans de nombreuses cuvées.

Contrairement aux idées reçues, les caractéristiques physico-chimiques des vins de Bourgogne (pH faibles, acidités élevées...) ne constituent pas une protection suffisante face au développement de *Pediococcus damnosus*, agent de la maladie de la graisse.

Pourtant, les vins de Bourgogne ne sont pas particulièrement sujet au développement de cette altération.

Conclusion - perspectives

Les investigations en matière de flores indigènes des raisins ou des moûts sont souvent

limitées par les techniques de microbiologie classique (dilution des échantillons, temps d'incubation...).

Néanmoins, les résultats obtenus en Val de Loire et Bourgogne tendent à confirmer les travaux menés antérieurement en pays Nantais : rien ne permet d'accréditer la thèse des flores de terroir.

Les travaux se poursuivent donc en Bourgogne sur une étude plus approfondie des microorganismes déjà collectés en 2002 et conservés en collection. Les recherches portent sur l'influence des différentes espèces de levures sur les qualités aromatiques des vins de Pinot noir et Chardonnay et sur le développement et les conditions de production de la maladie de la graisse par *Pediococcus* (essais 2003 – 2004).

En Val de Loire, les travaux menés sur Chenin sont élargis sur Gamay et spécifiquement orientés vers la connaissance des flores productrices de goûts moisi/terreux. Cette thématique est développée à Tours en collaboration avec les centres ITV France de Villefranche/Saône, Nantes, Montpellier et Beaune.

HYGIÈNE EN OENOLOGIE : INFLUENCE DU NIVEAU D'HYGIENE

Contexte

Les récents travaux initiés par ITV France mettent en avant la diversité de la microflore qui gravite autour du raisin ou du vin. Si la flore d'altération mise en évidence pour les goûts terreux ou les goûts phénolés notamment, est de mieux en mieux cernée, il reste qu'on a du mal encore aujourd'hui à déceler sa présence sur le raisin ou le moût de raisin et que, souvent, la mise en évidence survient quand le mal est fait...

L'intérêt croissant de la profession pour l'utilisation d'une flore indigène, souvent malheureusement à tort appelée flore du terroir, met en exergue encore plus, par les différents travaux effectués, les équilibres, phénomènes de concurrence qui sont à la base des processus fermentaires mais également des déviations organoleptiques.

Les travaux sur la qualité de la matière première ont ainsi montré le rôle de la composition microbiologique et biochimique sur la qualité du produit final. Sur un pressoir, un égrappoir ou sur les parois d'une cuve, l'importance du niveau d'hygiène est un des paramètres sur lesquels il nous appartient de travailler, pour une meilleure maîtrise des phénomènes de contamination, à la base de problèmes fermentaires ou déviations organoleptiques, qui surviennent le plus souvent après les phases fermentaires.

La synthèse de travaux réalisés dans le sud de la France (unité ITV France de Narbonne) doit nous renseigner sur l'influence du niveau d'hygiène au stade préfermentaire et d'en tirer les conclusions sur le plan pratique pour le viticulteur. Grâce à une collaboration avec l'Institut de l'Élevage, dans le cadre d'un programme ACTA, des travaux ont vu le jour en Val de Loire (unités ITV France de Nantes et Tours) pour caractériser la flore issue de la vendange mais, surtout, détecter la présence de micro-organismes

sous forme de biofilms sur le matériel en contact avec le raisin, le moût et le vin. Les objectifs sont de mieux connaître ces biofilms microbiens, de mesurer leur rôle dans la contamination des moûts et de réfléchir à des stratégies sélectives de désinfection dès les vendanges, afin de limiter les risques de développement d'une flore d'altération (bactéries acétiques, levures du genre *Brettanomyces*) et ses conséquences fâcheuses (acidité volatile, goûts phénolés). Des travaux au laboratoire sont lancés pour reproduire de façon standardisée un biofilm mono ou multi-souche pour que, dans un deuxième temps, l'efficacité de plusieurs types de désinfectants utilisés dans le milieu viti-vinicole soit appréciée dans ces conditions standardisées. Les flores mises au banc d'essai (et issues des biofilms récupérés sur site) seront constituées de levures oxydatives sans intérêt technologique connu, d'une levure fermentaire de type *Saccharomyces cerevisiae* (flore positive) et d'une levure du genre *Brettanomyces* (flore d'altération, indésirable).

Résultats des travaux

Influence du niveau d'hygiène en phase préfermentaire

La comparaison de deux niveaux d'hygiène sur les matériels utilisés avant les phases fermentaires a pu être validée au moyen de l'ATP-métrie. Grâce à un bon étalonnage au préalable, l'utilisation de l'ATP-métrie a montré ses avantages. Si le niveau d'hygiène (stricte ou normale) ne semble pas avoir d'incidence sur les qualités organoleptiques du vin (5 origines différentes), il convient de souligner son influence sur les aspects microbiologiques suivants et leurs conséquences œnologiques :

- l'application d'une hygiène stricte fait diminuer la population de levures indigènes après encuvage et avant la phase fermentaire. On peut expliquer

- ces résultats par un ensemencement naturel du raisin ou du moût par du matériel moins bien nettoyé
- la vendange issue d'une hygiène stricte, par rapport à celle issue d'une hygiène « normale », favorise la multiplication des levures apportées sous forme de Levure Sèche Active (LSA) qui, à mi-fermentation, sont significativement plus nombreuses. La moindre concurrence avec une flore indigène importante explique en partie cette observation. La population reste d'ailleurs plus nombreuse jusqu'en fin de fermentation alcoolique
 - l'application d'une hygiène stricte en phase préfermentaire fait apparaître de façon significative une population moins élevée avant la fermentation malolactique (FML), de bactéries lactiques et acétiques. Sans ensemencement bactérien, une population plus faible en ferments lactiques a augmenté les durées de la FML dans le cas d'une hygiène stricte
 - l'hygiène stricte a permis de maîtriser l'augmentation de l'acidité volatile dès la fin de la fermentation alcoolique jusqu'à la mise en bouteilles.

Pour conclure, l'application d'une hygiène plus stricte en phase préfermentaire a permis une meilleure implantation des levures apportées (sous forme de LSA), en diminuant la concurrence avec les levures indigènes. Il en a été de même avec les populations de bactéries acétiques, ce qui permet de diminuer les teneurs finales en acidité volatile. La population de bactéries lactiques est également moindre et cela peut apparaître comme un handicap (biomasse trop basse) pour la bonne conduite de la FML.

Un bon niveau d'hygiène est favorable à une bonne élaboration des vins. Cependant, le fait d'élever le niveau d'hygiène, peut avoir des conséquences dans le déroulement des fermentations alcooliques et malolactiques que l'œnologue devra maîtriser par le bon usage d'ensemencements contrôlés quand ils s'avèrent nécessaires.

Caractérisation des biofilms et de la diversité de la flore issue du raisin

Sur des sites de vinification en rouge (région de Touraine) et en blanc (Pays Nantais), des

prélèvements sont effectués sur le matériel avant la période des vendanges et les micro-organismes isolés de ces biofilms sont identifiés. Les mêmes écouvillonnages sont réalisés le jour des vendanges, en même temps qu'est déterminée la microflore issue du raisin. Enfin, une deuxième série d'écouvillonnages, après les vendanges (et désinfection des matériels) permet d'avoir connaissance des biofilms encore présents.

Les résultats montrent la présence de micro-organismes, sous forme de biofilms, sur la plupart des matériels, avant les vendanges. En fonction du type de matériel, la contamination est plus ou moins importante ; tuyaux et éraffoir semblent les plus contaminés. Cette population est principalement constituée de levures à caractère oxydatif (site vinifiant en rouge) ou de moisissures (sites vinifiant en blanc). Aucune souche du genre *Brettanomyces* n'a été mise en évidence. Pendant la période des vendanges, la flore présente sur les matériels prolifère malgré les opérations de nettoyage régulières.

La présence de biofilms est de nouveau démontrée après la période des vendanges. La population de bactéries est beaucoup moins diversifiée que celle des levures.

Sur le raisin, la flore levurienne est surtout composée de levures à caractère oxydatif (*Rhodotorula*, *Candida*, *Kloeckera*), que l'on retrouve également sur les matériels. Les cinétiques fermentaires varient peu entre la modalité conduite avec la flore indigène et celle conduite après ensemencement (LSA du commerce), même si un cas de fermentation alcoolique très languissante a été observé sur un des sites vinifiant en rouge. De même, dans la moitié des cas, un jury de professionnels a mis en évidence une différence significative entre les deux modalités, où le vin issu de la fermentation dirigée a été préféré à celui conduit par la flore indigène.

Cette étude montre la présence de biofilms sur un certain nombre de matériels dont on peut penser qu'une hygiène défectueuse ou insuffisante leur a été appliquée. Cette première approche montre également la complexité de la flore indigène des moûts malgré la présence de souches majoritaires à chaque stade. Si aucune souche du genre *Brettanomyces* n'a pu être isolée sur le matériel ou le moût, on en retrouve sur le

vin dans les deux sites vinifiant en rouge. Un autre phénomène a été mis en évidence, particulièrement dans le cadre de la vinification en blanc ; des souches de levures de type industriel ont été retrouvées dans des cuvées non ensemencées. Ces phénomènes de dissémination confirment les travaux antérieurs (A. POULARD).

Les premiers travaux menés au laboratoire ont permis de reconstituer de façon standardisée des biofilms avec les 3 types de levures (oxydative, fermentaire, d'altération). Grâce à l'utilisation d'un support mis au point par l'équipe de l'INRA de Theix, les paramètres ont pu être validés pour reconstituer et récupérer vivant un biofilm mono ou multi-souches.

Il semblerait que les levures du genre *Saccharomyces cerevisiae* sont celles qui s'accommodent le moins de la compagnie des autres quand elles sont simultanément en contact sur le biofilm. Au contraire, les levures du genre *Brettanomyces* semblent les plus bénéficiaires d'une telle cohabitation.

Perspectives

L'influence du niveau d'hygiène sur le matériel est confirmée. Les travaux engagés à Narbonne ont permis de mettre en évidence cette influence sur les populations initiales en micro-organismes, ainsi que la conséquence sur les processus fermentaires. Il est clair que l'application d'un bon niveau d'hygiène permet une meilleure maîtrise des phases fermentaires, en sachant toutefois remédier quand il le faut (par un ensemencement) à une flore trop peu nombreuse (cas des bactéries lactiques).

L'influence du niveau d'hygiène sur les teneurs en acidité volatile est significative. Cela doit encourager le vinificateur à imposer un niveau d'hygiène suffisant afin de maîtriser les phases fermentaires et diminuer

les risques d'altérations organoleptiques sur le vin. Nos efforts, en collaboration avec les techniciens de terrain, doivent dorénavant porter sur la nature des procédures et produits à mettre en œuvre pour obtenir un tel résultat. Si les risques existent en phase préfermentaire, ils demeurent également au niveau des phases d'élevage, où les flores d'altération sont plus aptes à se manifester. Il faudra donc développer de nouveaux travaux dans ce sens : hygiène des cuves, pompes, jusqu'au matériel de filtration.

La diversité et complexité de la flore présente sur le raisin vient s'ajouter à la présence récurrente des biofilms sur le matériel viti-vinicole. Les résultats obtenus montrent la nécessité de poursuivre nos efforts sur l'identification d'une flore d'altération, très minoritaire mais capable d'influencer la qualité du produit quand le terrain est plus dégagé (en phase d'élevage). Les futurs travaux devront prendre en considération les risques bien présents à tous les stades d'élaboration.

Quand on connaît la diversité des matériaux et matériels rencontrés dans la filière, chaque étape demande une réponse pratique au niveau des risques d'altération possibles. Seuls des travaux d'ampleur nationale sur la flore gravitant autour du chai et la spécificité de tous ces matériaux (inox, ciment, bois,...) et matériels pourront donner une aide pratique à tout élaborateur qui ne voudra pas mettre en péril le travail effectué à la vigne.

Publications

Caboulet D., Poupault P., ITV France, Morard J.Y., Jonhson Diversey, Sadirac Lise, Lemarchand E., stagiaires ENSIA Massy : Influence de l'hygiène au cours des phases fermentaires sur l'élaboration et la qualité du vin. Revue Française d'Oenologie, mars-avril 2004 p. 12-18.

TECHNOLOGIE VINICOLE



Axe stratégique
n° 11

CHOIX DES ITINÉRAIRES TECHNIQUES EN OENOLOGIE

- Itinéraires techniques en vinification en blanc
- Techniques des vinifications en rouge
- Elevage des vins rouges
- Connaissance des vins rosés et amélioration des techniques de vinifications



ITIOENO

En préambule

Tous les projets mis en œuvre au niveau de cet axe stratégique suivent un objectif majeur qui peut être énoncé ainsi : adapter et optimiser les itinéraires techniques pour obtenir le vin recherché conformément aux caractéristiques initiales des raisins et à l'objectif produit final.

La prise de conscience de la nécessité de répondre aux attentes sociétales impose d'acquiescer des références sur les pratiques œnologiques pour juger de la qualité des produits mais sans oublier d'intégrer des critères d'évaluation autres, tels que le respect de l'environnement, la sécurité du consommateur et celle du producteur, le coût de production ...

Toutes ces préoccupations sont reprises dans le référentiel national des pratiques œnologiques intégrées. On pourrait résumer les objectifs du référentiel par un certain nombre de messages simples :

- * aucun risque pour la santé du consommateur, ni pour celle du producteur et de son personnel
- * pour chacun des choix à effectuer, à qualité produit identique, préférer les solutions ayant un impact sur l'environnement le plus faible possible, en réduisant au strict nécessaire les intrants
- * maîtriser et orienter sa production vers des objectifs clairement définis et assurant la pérennité de l'entreprise.

Cette approche est mise en œuvre dans le cadre des trois projets qui rentrent dans l'axe stratégique : « choix des itinéraires techniques en œnologie ». Ces trois projets sont fonction des trois grands types de produits – rouge – rosé – blanc.

Amélioration de la qualité des vins blancs

L'objectif du projet est de mettre à disposition des viticulteurs, des références leur permettant de déterminer la technique de vinification la plus qualitative, en fonction :

- * des potentiels viticoles de l'exploitation (interaction avec les projets «Agronomie»)
- * de la structure de l'exploitation (aspect technico-économique)
- * du type de vin à produire (vin de garde, de cépage, de terroir,...)
- * mise en œuvre de pratiques œnologiques intégrées

Un groupe de travail national, soutenu par l'ONIVins travaille particulièrement sur la stabilité protéique des vins

Amélioration de la qualité des vins rosés

Cinq axes de recherche sont étudiés :

- * déterminer le bon équilibre rondeur/acidité par le choix du ou des cépages, et de la date de récolte
- * maîtriser les contacts avec l'oxygène avant la fermentation et au cours des phases d'élaboration du produit
- * maîtriser l'extraction des constituants polyphénoliques et leur conservation dans le temps
- * favoriser l'expression aromatique des rosés
- * modifier les itinéraires techniques pour élaborer différents types de rosé (garde, primeur, de terroir, de cépage...)

L'ITV coordonne un groupe national encouragé par l'ONIVins sur ces différents thèmes.

Amélioration de la qualité des vins rouges

L'objectif de ce projet est de déterminer, partant des données connues sur les raisins, les techniques de vinification ou pratiques œnologiques les plus adaptées pour valoriser le potentiel de la vendange. A terme, deux thèmes d'études seront privilégiés :

- * acquérir des références sur les techniques d'extraction des constituants de la pellicule, avec une quantification et évaluation communes à tous les acteurs du projet
- * utiliser des outils d'évaluation prédictive des caractéristiques de la vendange, afin de piloter les extractions lors des vinifications. Une forte relation avec l'axe stratégique METHODOENO est nécessaire pour la réalisation de ce second thème

Un travail plus spécifique est réalisé sur l'**élevage des vins rouges**, notamment vis à vis de la maîtrise de l'apport d'oxygène par la technique de micro-oxygénation. Cette action actuellement rattachée à ce projet sera individualisée en nouveau projet pour les prochaines campagnes, grâce à la mise en route d'un groupe de travail national.

Cet axe stratégique ITIOENO s'inscrit dans la suite des projets développés sur vigne. La relation avec la viticulture par l'intermédiaire du terroir, du sol, des pratiques culturales est une évidence. L'utilisation d'outils nouveaux, soit des matériels mieux référencés, soit de nouvelles techniques (« adaptation des équipements œnologiques aux itinéraires des vins »), entraînera sans doute l'évolution du contenu de ce projet en fonction des résultats obtenus.

PHILIPPE COTTEREAU
Responsable axe stratégique
ITV France - Unité de Nîmes-Rodilhan

VOS CONTACTS

VINIFICATION EN BLANC

E. MÉISTERMANN, ITV France - Unité de Colmar, *Chef de projet*

collaboration

F. BÉNESTEAU, Ph. CHRÉTIEN, ITV France - Unité d'Angers-Beaucouzé
F. CHARRIER, A. PAIN, ITV France - Unité de Nantes-Vertou
P. POUPAULT, L. GUÉRIN, ITV France - Unité de Tours
Ph. COTTEREAU, D. SOLANET, ITV France - Unité de Nimes-Rodilhan
D. CABOULET, J.M. JARLOT, ITV France - Unité de Narbonne-Pech-Rouge
F. DAVAUX, J.L. FAVAREL, ITV France - Unité de Gaillac
C. LIADOUZE, E. VINSONNEAU, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort

VINIFICATION EN ROUGE

E. VINSONNEAU, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort, *Chef de projet*

collaboration

C. LIADOUZE, F. HUGUENIOT, M. VERGNES, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort
V. LEMPEREUR, B. LABARBE, ITV France - Unité de Villefranche/Saône
P. POUPAULT, L. GUÉRIN, ITV France - Unité de Tours
Ph. COTTEREAU, D. SOLANET, J.M. DESSEIGNE, ITV France - Unité de Nimes-Rodilhan
D. CABOULET, J.M. JARLOT, ITV France - Unité de Narbonne-Pech-Rouge
F. DAVAUX, J.L. FAVAREL, ITV France - Unité de Gaillac
V. GERBAUX, B. VINCENT, C. BRIFFOX, ITV France - Unité de Beaune
Ph. CHRÉTIEN, F. BÉNESTEAU, ITV France - Unité d'Angers-Beaucouzé

VINIFICATION EN ROSÉ

L. CAYLA, ITV France - Antenne de Vidauban, *Chef de projet*

collaboration

Ph. COTTEREAU, D. SOLANET, ITV France - Unité de Nimes-Rodilhan
D. CABOULET, J.M. JARLOT, ITV France - Unité de Narbonne-Pech-Rouge
F. DAVAUX, J.L. FAVAREL, ITV France - Unité de Gaillac
Ph. CHRÉTIEN, F. BÉNESTEAU, J. MARSAULT, ITV France - Unité d'Angers-Beaucouzé
G. MASSON, M. CONRATH, N. POUZALGUES, Centre Provençal de Recherche et d'Expérimentations sur le vin rosé - Vidauban

ELEVAGE DES VINS ROUGES

C. LIADOUZE, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort

collaboration

E. VINSONNEAU, F. HUGUENIOT, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort
L. GUÉRIN, P. POUPAULT, ITV France - Unité de Tours
V. LEMPEREUR, B. LABARBE, ITV France - Unité de Villefranche/Saône
L. CAYLA, ITV France - Antenne de Vidauban
F. MIGNOT, P. GUÉRIN, CIVRB
J.C. CRACHEREAU, Chambre Agriculture de la Gironde
F. DAVAUX, ITV France - Unité de Gaillac
P. VUCHOT, Institut Rhodanien
L. BLATEYRON, ICV

ITINÉRAIRES TECHNIQUES EN VINIFICATION EN BLANC

Contexte

Parmi les priorités de la filière viti-vinicole figurent l'amélioration constante de la qualité des produits et parallèlement la diminution des intrants tant sur le plan viticole qu'œnologique. Dans le cadre de la vinification en blanc, la recherche de ces objectifs exige une bonne adéquation entre le type de vin souhaité et la qualité de la matière première, une maîtrise parfaite des itinéraires techniques afin de valoriser le potentiel qualitatif du raisin en réduisant les interventions correctives et des connaissances précises sur les interactions entre les différentes étapes de l'élaboration du vin.

Cette approche de la vinification est à l'opposé d'une œnologie technologique qui consiste à prendre le raisin tel qu'il est et à appliquer les traitements nécessaires pour obtenir le type de vin souhaité.

C'est dans cette optique que les expérimentations réalisées dans le cadre de ce projet se centrent autour des trois axes suivants :

- **qualité du raisin et qualité du vin** : définition des types de vin blanc, caractérisation de la matière première (cépages, maturité, état sanitaire...) et ses relations avec le type de vin recherché
- **étude des itinéraires techniques** : techniques de vinification étudiées dans le contexte global de la vinification en blanc, interactions avec les autres paramètres et relation avec le type de vin
- **gestion des produits œnologiques** : utilisation raisonnée des produits œnologiques (opportunité, mise en œuvre, détermination de la dose)

Le regroupement des résultats obtenus dans le cadre de ces essais et la réalisation de synthèses bibliographiques devront permettre de constituer une base de données pour

le choix des itinéraires techniques et mettre en évidence les carences en références techniques.

Travaux réalisés en 2002 et principaux résultats

Qualité du raisin et qualité du vin : date de récolte

L'incidence de la date de récolte sur la qualité des vins a été étudiée en 2002 en Muscadet sur vins blancs secs et en Anjou sur vins effervescents. Les résultats obtenus confirment en partie ceux des années antérieures. En Muscadet, l'idée généralement admise de récolter précocement afin de préserver l'acidité et de produire des vins plus aromatiques n'est pas vérifiée. La maturité technologique actuellement retenue pour la récolte représente un minimum à atteindre. Il peut être recommandé de récolter au-delà, en particulier pour la production de vins de « garde ».

En Anjou, les caractéristiques particulières du millésime avec à la fois des richesses en sucres et des acidités très élevées, ont conduit à une préférence des vins effervescents issus de raisins récoltés plus tardivement lorsque l'état sanitaire de la vendange ne s'est pas détériorée.

Etude des itinéraires techniques : osmose inverse et élevage

Les études « Itinéraires techniques » réalisées en 2002 concernent les techniques soustractives d'enrichissement et les conditions d'élevage des vins blancs secs.

Les résultats d'enrichissement par osmose inverse obtenus en Alsace sur vins secs et en Anjou sur vins secs et moelleux montrent que les vins obtenus présentent une qualité organoleptique équivalente voire légèrement supérieure à ceux enrichis par chaptalisation. Sur le plan analytique, l'en-

richissement par osmose inverse s'accompagne d'une concentration en de nombreux constituants du vin.

* Le gain qualitatif obtenu par les techniques soustractives d'enrichissement est moins important en vinification en blanc qu'en vinification en rouge.

Les essais « Elevage » réalisés en Alsace consistent à comparer des profils d'oxydo-réduction obtenus en jouant sur la présence ou non de lies et la gestion du SO₂. (sulfitage différé après fermentation alcoolique, maintien du SO₂ libre à 60 ou 30 mg/L en cours d'élevage). Des mesures de potentiel rédox en cours d'élevage ont montré que ce paramètre n'est pas pertinent pour suivre les conditions d'oxydo-réduction des vins. Le suivi des vins au cours de leur conservation en bouteilles indique que l'évolution des vins dépend beaucoup des conditions d'élevage. Le sulfitage différé donne des vins plus fruités la première année mais qui évoluent plus rapidement. A l'inverse, l'élevage sur lies est plus adapté aux vins de garde. L'élevage avec une teneur élevée en SO₂ libre donne des vins plus pâles qui sont peu appréciés les deux premières années voire au-delà.

* Les conditions d'oxydo-réduction jouent donc un rôle important sur la qualité des vins blancs et leur capacité de vieillissement en bouteilles mais la mesure du potentiel rédox n'est pas un outil pertinent pour conduire l'élevage.

Gestion des produits œnologiques : stabilité protéique

En 2002 ont été obtenus les premiers résultats du groupe de travail national, réuni sous l'égide de l'ONIVINS, pour l'étude de la stabilité protéique des vins blancs et rosés et l'utilisation de la bentonite. Les expérimentations sont réalisées sur différents cépages dans les unités de Blanquefort, Colmar, Nantes, Narbonne, Nîmes et Vidauban, ainsi qu'à la Chambre d'Agriculture de la Gironde. Cette étude comporte deux axes.

Axe 1 – Détermination de l'instabilité protéique au niveau du moût

L'objectif est d'améliorer les méthodes d'évaluation de l'instabilité protéique en les adaptant au moût voire aux contrôles de maturation. Il s'agit ensuite d'évaluer le test de stabilité protéique par rapport au devenir des vins dans les conditions de stockage de la pratique. En 2002, une centaine de moûts ont été suivis jusqu'à la mise en bouteilles. Le test à la chaleur sur moût après débouillage permet d'avoir une idée de la stabilité du vin futur. Les résultats des tests de stabilité protéique ont permis d'établir une stratégie de stabilisation (Tableau 1). Appliqué aux échantillons étudiés en 2002, cette méthode donne 22 % de vins traités inutilement à la bentonite et seulement 7 % de vins instables qui n'ont pas été stabilisés. Cependant ces résultats devront être validés sur d'autres millésimes. Il semble qu'avec les fortes instabilités observées en 2003, les seuils de stabilité définis ne soient pas les mêmes.

Test à la chaleur	Seuil 1 50 NTU		Seuil 2 150 NTU
	Sur moût	vin stable à priori pas de bentonite	vin faiblement instable à priori pas de bentonite
Test à la chaleur			
Sur vin après FA	stable pas de bentonite	instable (sauf en Alsace) bentonite (sauf en Alsace)	instable bentonite

Tableau 1 : stratégie de stabilisation protéique établie pour le millésime 2002

Axe 2 – Minivinifications avec utilisation raisonnée de la bentonite

L'objectif est de valider l'utilisation des tests de stabilité protéique sur moût et sur vin, d'optimiser l'utilisation de la bentonite et d'apprécier son incidence sur la qualité organoleptique des vins.

Compte-tenu des faibles instabilités protéiques observées en 2002, les doses de bentonite utilisées ont été assez faibles. Elles n'ont pas eu d'incidences négatives sur les qualités organoleptiques de la majorité des vins. Les doses de bentonite déterminées d'après les tests de collage se sont généralement avérées trop élevées. Il reste un travail important à réaliser sur la détermination précise de la dose de bentonite sur vin. Ces expérimentations ont également mis en évidence le rôle du bouchon en liège sur le déclenchement de la casse protéique en bouteilles.

Perspectives

La caractérisation de la matière première est un élément essentiel de la définition des itinéraires techniques adaptés au type de vin recherché. Ces études sont fortement dépendantes des conditions de productions régionales. Les études sur les dates de récolte arrivent à leur terme en Val de Loire. D'autres études sont envisagées, notamment en Alsace, afin de déterminer des critères de sélection de la vendange autres

que la richesse en sucre.

Les travaux réalisés sur l'élevage des vins blancs (élevage sur lies, profils d'oxydo-réduction) ont montré l'importance de cette étape de la vinification sur les capacités de vieillissement des vins. Il est envisageable de mettre en place un programme national sur l'adaptation des conditions d'élevage aux types de vins (primeurs, vins de cépages, vins de garde) à l'instar de ce qui a été réalisé lors de l'étude des profils thermiques de fermentation alcoolique.

Il manque cependant des paramètres analytiques permettant de suivre les phénomènes d'oxydo-réduction des vins. Les teneurs en oxygène dissous sont très faibles. La mesure du potentiel redox (E_H) n'est pas suffisamment pertinente comme l'ont confirmé des chercheurs de l'INRA et des spécialistes de l'électrochimie lors d'un séminaire à Beaune en mars 2004.

L'étude de la stabilité protéique des vins blancs et l'utilisation de la bentonite constituent un premier travail sur l'optimisation des produits œnologiques. Les résultats obtenus en 2002 ont montré que l'évaluation du risque d'instabilité est possible avant fermentation alcoolique. Ils ont permis de définir une esquisse de stratégie de stabilisation protéique qui devra être améliorée lors des millésimes à venir, en particulier avec 2003 qui se caractérise par des vins fortement instables dans toutes les régions. D'autres approches seront également envisagées.

TECHNIQUES DE VINIFICATION EN ROUGE

Contexte

Les techniques de vinification en rouge varient selon les régions de production du vin à élaborer et selon les traditions. Le souci commun des vinificateurs réside dans l'exploitation optimum de la matière première (les raisins) dans le but de satisfaire un consommateur de plus en plus exigeant. L'évolution des goûts et des modes nécessite la modification des techniques d'élaboration, souvent empiriques, au profit de pratiques plus raisonnées permettant l'obtention de vins mieux personnalisés. Une connaissance plus approfondie et plus complète de la composition des raisins permet depuis peu, de prévoir leur comportement pendant la vinification et d'envisager à terme, une meilleure adaptation de la technique utilisée au vin à élaborer. Par ces nouveaux moyens, mis à la disposition de l'élaborateur, la vinification en rouge peut être mieux rationalisée.

Dans ce contexte, le but du présent projet est d'étudier les techniques les mieux appropriées à la valorisation d'une qualité de raisins bien caractérisée.

Quel que soit le produit considéré, les mots clés de la vinification sont les mêmes : température, remontage (ou pigeage ou délestage ou autre), macération et extraction. Les essais mis en œuvre sont complémentaires des études menées par ITV France dans le cadre du projet : Outils et méthodes de caractérisation du raisin et du vin.

Travaux réalisés en 2002

Sur ce millésime, l'incidence de la température comme facteur améliorateur a été de nouveau étudié, notamment l'intérêt de la macération préfermentaire à chaud (MPC) de la macération initiale à froid (MIF) et de la macération finale à chaud (MFC). Des

références ont également été acquises sur la gestion des remontages, sur l'effet de l'enzymage et, sur des équipements prévus pour faciliter l'extraction et sur différentes techniques soustractives d'autoenrichissement.

En Aquitaine, les expérimentations menées depuis cinq ans tentent de cerner le comportement de différents cépages (merlot noir, cabernet sauvignon, cabernet franc et tannat) en fonction du terroir et de la maturité phénolique, dans des conditions déterminées de vinification. Des essais en vraie grandeur ont été mis en œuvre dès le millésime en 2000 afin de juger de l'incidence de la gestion des remontages sur la valorisation du potentiel polyphénolique. Ces travaux ont été prévus afin de compléter et de valider les références acquises en mini vinifications sur des millésimes antérieurs.

Des travaux ont été également initiés sur l'incidence de différentes conditions de macération (enzymage, MPF, MPC) sur cépage merlot

Des expérimentations ont été conduites sur l'utilisation des équipements permettant la réalisation des remontages (cuve avec pompe immergée) ou des pigeages (robopigeur, cuve à pigeages automatisés).

En Rhône-Méditerranée, l'intérêt de la macération préfermentaire à chaud (MPC) sur l'extraction des composés phénoliques et la qualité organoleptique des vins a été abordé sur divers cépages

(syrah, grenache, merlot et cabernet sauvignon mourvèdre, caladoc, marselan). L'incidence de la durée de macération à chaud et de la durée de cuvaision en fonction de la qualité de la vendange ont été plus particulièrement étudiées.

Dans le Beaujolais, des essais réalisés en 2000 et 2002 sur gamay ont permis d'étudier l'incidence, de la macération préfer-

mentaire à chaud. La température et la durée de la macération à chaud ainsi que la température de fermentation de la durée de cuvaison ont été évaluées.

Dans le val de Loire, les performances de différentes techniques de concentration (l'évaporation à pression atmosphérique, évaporation sous vide, osmose inverse), ont été contrôlées. L'incidence de ces techniques sur la composition analytique et les qualités organoleptiques des vins par rapport à un enrichissement traditionnel (chaptalisation) a été également évaluée sur différentes matières premières et une synthèse de l'ensemble des résultats 1999 et 2001 vient d'être rédigée.

Principaux résultats obtenus et diffusés en 2002

La gestion des remontages

Dans le Bordelais, les essais mis en œuvre dès 2000 portent essentiellement sur l'étude de la gestion des remontages en relation avec la qualité de la matière première (maturité polyphénolique) et le type de vin souhaité (moyenne ou longue garde). Pour cela, un programme d'expérimentations en réseau, coordonné par l'ITV, a été engagé en Aquitaine en collaboration avec les chambres d'agriculture de chaque département.

En 2002, les essais ont été mis en œuvre sur merlot, cabernet sauvignon et cabernet franc et tannat. Les différentes matières premières traitées sont parvenues, dans la majeure partie des cas, à maturité technologique et phénolique. Les raisins sont sains dans l'ensemble avec une richesse naturelle en sucres et un potentiel polyphénolique satisfaisants voire très satisfaisants.

Le positionnement des remontages, le fractionnement des remontages et le délestage ont été plus particulièrement étudiés cette année.

Les résultats des essais sur des raisins de merlot et cabernet sauvignon de bon potentiel montrent qu'à partir d'une même matière première, le positionnement des remontages en cours de macération a une incidence marquée sur les qualités organoleptiques des vins.

En ce qui concerne le fractionnement des remontages, deux essais ont été réalisés sur des raisins de merlot (bon potentiel et potentiel moyen) et les résultats montrent que cette technique a un impact plutôt positif sur la valorisation du potentiel polyphénolique des raisins mais son incidence est plus ou moins importante selon la qualité de la matière première. Ces essais seront reconduits en 2003.

La mise en œuvre de délestages en début de fermentation a été étudiée sur quatre cépages : merlot, cabernet sauvignon, cabernet franc et tannat. Deux modalités sont comparées par essai mais des délestages sont réalisées sur l'une d'entre elles en début de fermentation, en remplacement d'un remontage d'un volume à la pompe. L'ensemble des résultats fait apparaître que l'effet du délestage n'est pas sans conséquences mais son incidence varie selon le cépage et nécessite d'être approfondie par la mise en place, en 2003, d'essais complémentaires en réseau au sein de l'ITV dans différentes régions viticoles.

Le pigeage a été étudié au travers de deux équipements permettant la réalisation de cette opération : le Robot pigeur de la Société Seguin Moreau (cf. **photo 1**) équipement mobile semi-automatique et la cuve à pigeages automatisés de la Société Defranceschi (cf. **photo 2**).

Photo 1 : Robot pigeur Seguin Moreau (source ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort)



Photo 2 : Cuve à pigeage Defranceschi
(source Defranceschi)



Un essai par équipement a été suivi sur site en vraie grandeur, sur cépage merlot.

Par essai deux modalités sont composées : la modalité témoin sur laquelle les remontages sont réalisés à la pompe et la modalité dite traitée sur laquelle le pigeage est réalisé avec l'équipement prévu à cet effet, en prenant pour postulat qu'un pigeage complet du chapeau de marc équivaut à un remontage d'un volume de la cuve à la pompe. Dans les conditions de ces essais, le vin de la modalité pigeage est analytiquement et organoleptiquement peu différent du vin témoin.

Un système de remontage automatisé de la Société Oenocontrôle, a été évalué sur cabernet franc en 2002. Il se compose d'une pompe immergée en suspension dans la cuve, d'un asperseur d'un système d'oxygénation du moût et d'un bloc de contrôle. Cet équipement permet d'automatiser la réalisation des remontages. Il est possible de programmer le moment et la durée des remontages, ainsi que la quantité d'oxygène apportée.

L'essai a été conduit en vraie grandeur, deux modalités sont étudiées : le remontage traditionnel à la pompe est comparé au remontage réalisé avec cet équipement. Le même programme est appliqué aux deux modalités, seule la technique varie.

Les résultats sont encourageants et montrent dans les conditions de l'essai, que l'extraction obtenue avec la pompe immergée est

quantitativement et qualitativement proche de celle du témoin. En effet les deux vins sont analytiquement et organoleptiquement très proches. Cet équipement encore à l'état de prototype en 2002 semble pouvoir permettre de faciliter la réalisation des remontages et sera étudié de nouveau en 2003.

Maîtrise des conditions de macération

Dans le Bordelais, différentes techniques sont étudiées sur cépage merlot en mini-vinifications, l'enzymage, la macération préfermentaire (MPF, 4 jours à 16°C), la macération finale à chaud (MFC, 2 jours fin fermentation à 40°C) ainsi que ces deux dernières techniques couplées à l'enzymage. La matière première traitée présente un potentiel polyphénolique moyen, les anthocyanes sont peu extractibles mais la maturité des pépins est satisfaisante.

Les résultats montrent qu'au niveau analytique, toutes les conditions de macération étudiées, ont permis d'obtenir des vins ayant une teneur en anthocyanes et une intensité colorante plus élevées que celles du témoin, avec globalement une extraction plus importante, si l'on se réfère à la valeur de l'indice des polyphénols totaux. L'enzymage seul a eu peu d'impact sur la composition analytique des vins et sur leur qualité organoleptique. La macération préfermentaire (MPF) avec ou sans enzymage, permet dans les conditions des essais, d'augmenter significativement la teneur en composés phénoliques totaux, avec des tanins plus réactifs vis à vis des protéines et plus condensés et une intensité colorante plus élevée.

Au niveau organoleptique, la MPF seule a eu peu d'impacts sur la qualité des vins. La macération finale à chaud avec ou sans enzymage n'a pas eu d'incidences très importantes au niveau analytique si ce n'est une valeur en IPT sensiblement plus élevée. Cependant, au niveau organoleptique, les vins sont mieux appréciés surtout au niveau gustatif et globalement mieux notés.

En Rhône Méditerranée la macération préfermentaire à chaud (MPC) a été étudiée sur plusieurs cépages grenache, syrah, merlot et cabernet sauvignon et sur différentes qualités de vendange.

Cette technique consiste à amener rapidement la vendange à 65°C et à maintenir cette température pendant 12 heures.

Les résultats des essais confirment que la MPC modifie peu l'équilibre acide des vins mais favorise significativement l'extraction des polyphénols (IPT + 30% par rapport au témoin), de plus cette extraction est stable dans le temps.

Elle est quantitativement plus importante lorsque l'élévation de la température à 60°C est obtenue rapidement avec un procédé industriel par exemple (jus chauffé par un échangeur).

Cette extraction est plus importante sur la vendange de bon potentiel et son incidence qualitative semble variable selon le cépage. Dans les conditions des essais 2002, la MPC semble avoir permis une meilleure valorisation des cépages merlot et cabernet sauvignon.

Au niveau organoleptique, les différences entre les vins MPC et les vins témoins sont significativement peu importantes, bien que analytiquement les différences d'extraction constatées soient significatives. Les vins obtenus par MPC sont souvent jugés plus fruités, moins végétaux et plus tanniques mais sans excès.

Cette année la durée de chauffage de la vendange et la durée de cuvaison en phase solide après chauffage ont été plus particulièrement étudiées, sur syrah et grenache. L'incidence d'une durée de chauffage (7h ou 14h) est moins importante que la durée de cuvaison en phase solide après chauffage (0j et 5j). Sur syrah et grenache, la MPC suivie d'une macération en phase solide de 5 jours permet d'obtenir une extraction plus importante des polyphénols mais organoleptiquement même si les différences et préférences sont peu significatives, les vins vinifiés en phase liquide après MPC semblent mieux appréciés sur ces cépages. Au niveau olfactif ils sont jugés plus intenses et fruités et globalement mieux notés.

Dans le Beaujolais, la macération préférentielle à chaud est également étudiée sur Gamay, comparativement à la vinification traditionnelle Beaujolaise.

En 2000 et 2002, l'incidence de la température et de la durée de chauffage de la vendange, et l'impact de la température de fermentation et de la durée de cuvaison en phase solide après chauffage, ont été évalués.

Les résultats montrent que dans les conditions des essais, la MPC permet d'obtenir un vin significativement plus riche en composés phénoliques et plus coloré, bien apprécié organoleptiquement plus intense, plus fruité et plus tannique, qualitativement proche des vins de presse vinifiés séparément.

Les meilleurs résultats sont obtenus avec une température de chauffage suffisante de 65°C. Cette élévation de température doit être obtenue rapidement et maintenue sur une durée de 10 heures. Après chauffage, une macération de 3 jours à une température de 25°C permet une bonne valorisation du potentiel polyphénolique de la vendange.

Techniques soustractives d'enrichissement de la vendange

Dans le Val de Loire de 1999 à 2001 des essais ont été réalisés afin d'évaluer les performances et l'incidence qualitative de différentes techniques soustractives d'enrichissement (évaporation à pression atmosphérique, osmose inverse, évaporation sous vide, (cf. photo 3).

Photo 3 : Evaporation sous vide matériel Entropie (source ITV France - Unité de Tours)



Ces essais ont été menés sur cépage cabernet franc sur des vendanges saines et de maturité suffisante. Les méthodes soustractives ont été utilisées sans excès, en privilégiant

un travail de qualité et dans une optique de remplacement de la chaptalisation et non pour palier à une déficience de maturité.

La synthèse des références obtenues sur trois ans a été réalisée et les résultats montrent que l'auto-enrichissement des moûts, quelle que soit la technique utilisée est un procédé fiable et relativement aisé à mettre en oeuvre ; la clarification du moût est néanmoins indispensable. Appliqué sur cabernet franc en Val de Loire et sur 3 millésimes, il confirme, pour un gain recherché de 1% en alcool probable, une concentration plus ou moins variable des anthocyanes, polyphénols et intensité colorante, sur les vins obtenus issus des AOC Chinon, Saumur-Champigny et Anjou. Dans la grande majorité des cas, l'acidité totale subit peu de variation.

L'incidence organoleptique sur les vins après embouteillage a été mise en évidence par les jurys de professionnels mis en place sur ces appellations et par le jury expert constitué par l'unité ITV France d'Angers. Les vins issus des moûts enrichis par concentration sont généralement plus complexes (richesse accrue en tanins et anthocyanes) et mieux appréciés au niveau gustatif et global. Cependant, il n'est pas rare de voir ressortir, en fonction du vin, un côté astringent ou végétal plus marqué, qui se maintient au cours du vieillissement en bouteilles pouvant créer un déséquilibre qui pénalise le vin. L'autoenrichissement, réalisé à hauteur de 10 %, peut ainsi parfois mener à des vins dont le potentiel initial ne supporte pas une structure plus tannique ou acide.

C'est pourquoi, un tel investissement (réduction des volumes de 10 % en plus du coût de l'opération) doit pouvoir se raisonner en fonction du type de vin souhaité. Ceci d'autant plus que le contexte réglementaire limite (pour les appellations qui l'auront adopté), l'enrichissement à 1% en degré probable et n'autorise pas de chaptalisation en complément, l'objectif principal restant de palier à de fortes pluies avant les

vendanges. L'itinéraire technique jusqu'à la mise en bouteilles (macération, durée de l'élevage, ...) doit ainsi être adapté à cette pratique (mise sur le marché plus ou moins rapidement) dès la vendange, pour conserver au minimum le potentiel de la vendange et le profil sensoriel du vin obtenu.

Conclusions et perspectives

Les itinéraires techniques pouvant être choisis en vinification en rouge sont variés et n'ont pas le même impact selon les régions et le vin à élaborer. Les références obtenues ne sont souvent valables que pour un cépage ou un type de vin donné. Les résultats mettent en évidence l'importance de certains choix comme la gestion des remontages ou de la technique d'extraction pour l'élaboration des vins de garde, ou encore la maîtrise des conditions de macération.

Si des tendances se dégagent des divers résultats obtenus à ce jour, il est cependant nécessaire de poursuivre ces investigations pour tendre vers une meilleure adéquation entre le potentiel des raisins noirs et la technique de vinification.

Lors du millésime 2003, les travaux porteront plus particulièrement sur l'incidence de différentes techniques et équipements d'extraction. Des références supplémentaires seront obtenues sur la maîtrise des conditions de macération. Sur les techniques soustractives d'auto-enrichissement, un cahier itinéraires doit être édité en 2004, où seront synthétisées l'ensemble des références techniques et économiques obtenues par ITV France.

Les unités ITV prenant part à ce projet sont nombreuses. Les travaux en cours ont été souvent mis en place pour répondre à des problématiques régionales, aussi il sera mis en oeuvre en 2003, des essais en réseau au niveau national sur les techniques et équipements d'extraction notamment, avec des objectifs et des protocoles communs, pour une acquisition plus importante de références.

ELEVAGE DES VINS ROUGES

Contexte

Dans le cadre de l'élevage des vins, l'incidence de la micro oxygénation sur la qualité des vins rouges est plus particulièrement étudiée. Cette technique, se répand aujourd'hui largement dans différents vignobles. Actuellement, elle est mise en œuvre sur les sites de façon plus ou moins empirique, il n'existe pas en effet, de références sur la gestion des doses d'apport en relation avec la qualité des vins et les objectifs désirés.

Face à un développement de plus en plus conséquent de cette technique, il apparaît aujourd'hui important d'étudier précisément son incidence sur la composition analytique des vins et son impact organoleptique au cours du temps pour des vins de moyenne ou longue garde.

Dans ce contexte, l'objectif de ce projet est d'évaluer l'impact qualitatif de la micro-oxygénation sur les qualités physico-chimiques et organoleptiques des vins. Quel que soit le cépage considéré, le but de ces essais est de permettre au vinificateur d'acquérir une meilleure connaissance de la technique mais aussi de déterminer comment cette dernière peut être intégrée de manière optimale dans un itinéraire de vinification.

Travaux réalisés en 2002

Cette action a débuté en 2000 sur cépage cabernet sauvignon et a été reconduite depuis sur cépage merlot. En 2002, des essais sur vin rouges ont été réalisés sur la technique de micro oxygénation dans deux régions viticoles : le Bordelais et le Beaujolais. Deux cépages ont donc été plus particulièrement étudiés : le gamay et le merlot.

Les résultats des essais conduits par l'ITV de Villefranche sur Saône ne sont pas encore disponibles et seront diffusés lors du prochain millésime.

Dans le Bordelais, les essais ont été conduits sur merlot et la micro oxygénation a été réalisée à différents moments de la vinification et de l'élevage des vins. Les apports d'oxygène ont été positionnés en macération post fermentaire d'une part et en cours d'élevage (après FML) d'autre part.

Principaux résultats obtenus en 2002

D'un point de vue analytique, la technique de micro oxygénation n'a aucune influence sur les paramètres classiques de base (AT, AV, pH, TAV).

Par contre, sur les composés phénoliques, il apparaît un gain de couleur (Intensité Colorante) en fin de macération post fermentaire ; la technique est par contre sans influence sur les polyphénols totaux et les teneurs en anthocyanes. Le gain observé en intensité colorante après macération post fermentaire diminue cependant en cours d'élevage.

Au niveau de l'évolution microbiologique dans les conditions des essais 2002, la micro oxygénation a eu peu d'incidences sur le développement des micro-organismes.

D'un point de vue organoleptique, les résultats obtenus sont variables en fonction de la matière première étudiée. En effet, sur une matière première de potentiel moyen en anthocyanes (quantitativement et qualitativement), avec un potentiel en polyphénols totaux correct, il apparaît qu'une dose moyenne d'oxygène apportée (15 mL/L/mois) améliore qualitativement le produit fini.

Par contre, sur un vin marqué par les caractères végétaux, cette technique utilisée sous marc et en cours d'élevage permet de réduire les notes végétales et d'améliorer qualitativement l'examen olfactif.

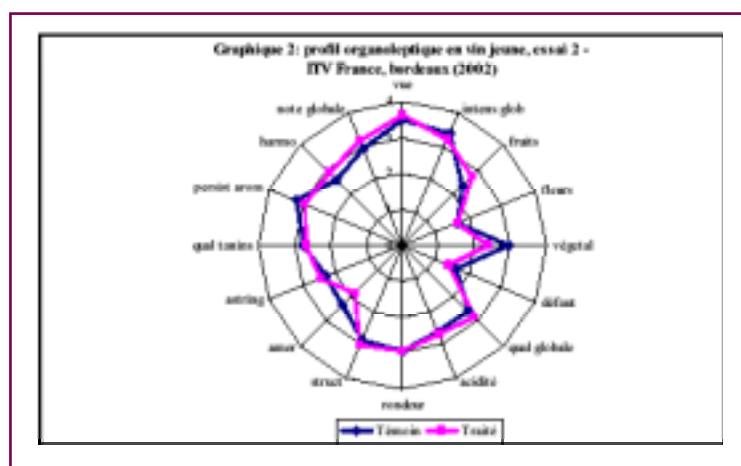
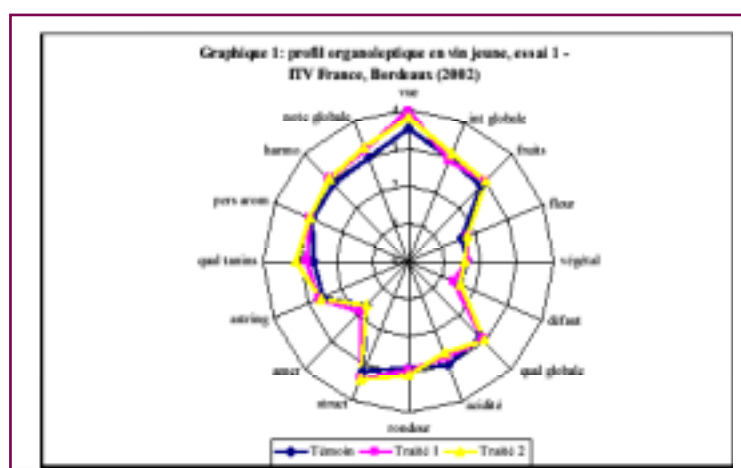
Conclusion-perspectives

En 2003, un groupe de travail sur la micro oxygénation des vins a été créé au niveau national (projet ONIVINS). L'objectif de ce travail en réseau est d'étudier, sous un protocole commun, l'impact de cette technique sur différents cépages et à différents moments de l'élaboration des vins. Cette action est menée dans l'objectif d'acquérir des références sur cette technique (modifications analytiques et organoleptiques, outils de mesures, indicateurs de pilotage...) mais aussi de déterminer quels sont les cépages les plus adaptés et quel est le positionnement le plus adéquat en relation avec le type de produit souhaité par le vinificateur.

L'impact de la micro oxygénation sur les qualités des vins apparaît différent en fonction de la qualité de la matière première, et aujourd'hui, malgré un recul de quelques

années, nous ne pouvons évoquer que des tendances. Il est notamment observé des modifications des caractéristiques organoleptiques (ITV Bordeaux, 2002 et ITV Villefranche, 1999) et une meilleure stabilisation de la couleur (ITV Villefranche, 1999).

Les essais engagés dès 2003 au niveau national avec différents partenaires doivent permettre d'obtenir des données quantitatives et qualitatives sur l'incidence de la micro oxygénation sur la composition analytique et les caractéristiques organoleptiques des vins, ceci en fonction des cépages. Parallèlement, des références plus complètes seront acquises sur l'évolution de la microflore en fonction de différents apports d'oxygène. Par une meilleure connaissance de la technique, cette dernière pourra être mieux positionnée au sein d'itinéraires de vinification en fonction des objectifs souhaités.



CONNAISSANCE DES VINS ROSÉS ET AMÉLIORATION DES TECHNIQUES DE VINIFICATION

Contexte

Les Vins Rosés séduisent de plus en plus de consommateurs et se portent donc plutôt bien dans le contexte économique actuel. Les progrès techniques et la meilleure connaissance de ces vins concourent à ce succès avec l'amélioration constante de la qualité. Les producteurs, conscients de la difficulté d'élaboration des vins rosés, s'interrogent davantage sur les techniques à mettre en œuvre. Le nombre de participants aux communications données au cours des deux dernières années, montre combien les praticiens sont en attente de références techniques.

Pourtant en 5 ans :

- bien que l'ONIVins Paris ait financé un programme technique spécifique sur les vins rosés qui a réuni les expérimentateurs de toutes les régions (coordination ITV-France)
- que certaines régions allouent des budgets conséquents pour l'étude des vins rosés
- que le Centre de Recherche et d'Expérimentation sur le Vin Rosé dédié à l'étude de ces vins dégage les premières conclusions de ses travaux expérimentaux ...

la connaissance des vins rosés a progressé mais de très nombreux axes de recherche restent encore inexplorés. L'effort consenti jusqu'à présent doit se poursuivre.

Un document de synthèse des expérimentations sur la date de récolte et les techniques préfermentaires est disponible auprès des centres techniques. Ces essais sont conduits, en fonction des problématiques régionales, par différentes unités d'ITV France (Angers, Gaillac, Narbonne, Rodilhan, Bordeaux et Vidauban). Ce travail est mené en collaboration avec le Centre de Recherche et d'Expérimentation

sur le Vin Rosé de Vidauban (83), Inter Rhône, l'ICV, le CIVAM Corse, la Station Viti-Vinicole en Roussillon et la Chambre d'Agriculture de la Gironde. Le programme expérimental porte essentiellement sur les conditions d'obtention du moût, étapes clés dans la vinification en rosé. En fonction des régions, d'autres thématiques peuvent être étudiées.

L'impact de la couleur sur l'acte d'achat et sur le jugement même du produit est essentiel. Aussi, une grande part de nos travaux tend à mieux caractériser la couleur et à comprendre les phénomènes physico-chimiques qui régissent son évolution.

Connaissance de la couleur des vins rosés

Plusieurs méthodes à disposition pour évaluer la couleur

L'Unité Val de Loire a été sollicitée pour évaluer la diversité de couleur des vins rosés de la région Anjou. Sur un échantillonnage de 60 vins rosés « commerciaux » des millésimes 98, 99 et 2000 représentant les AOC Rosé de Loire, Rosé d'Anjou et Cabernet d'Anjou, différentes méthodologies d'évaluation de la couleur ont été mises en œuvre :

- spectrophotométrie, mesure des absorbances à 420, 520 et 620 nm et calcul de l'intensité colorante et de la teinte
- colorimétrie, mesure des L, a et b dans le référentiel Cielab* représentant respectivement la clarté, la quantité de rouge et de jaune
- appréciation visuelle par un jury expert à l'aide du nuancier papier (présenté dans le CRAP 2000)

Les dosages des anthocyanes, du SO₂ libre et total complètent ces analyses.

Plusieurs résultats sont à retenir :

Le SO_2 libre est important pour maintenir de bonnes conditions de conservation et limiter les oxydations des arômes et de la couleur. Les quantités varient fortement d'un vin à l'autre et sont parfois insuffisantes pour assurer une bonne protection. L'intensité de la couleur peut par contre être sous évaluée en présence d'une forte dose de SO_2 libre. Les analyses de couleur par spectrophotométrie et colorimétrie fournissent globalement la même information. Les grandeurs mesurées sont plus ou moins corrélées entre elles. Par contre ces analyses ne permettent pas de discriminer statistiquement les vins par appellations (sur la base des moyennes et écart types). La représentation des vins sur le nuancier fait, au contraire, apparaître 3 zones correspondant à chacune des appellations. Les Rosés de Loire sont plutôt intenses alors que les Cabernets d'Anjou sont jugés plus clairs. L'utilisation du nuancier est aisée et permet une représentation originale de la couleur des vins.

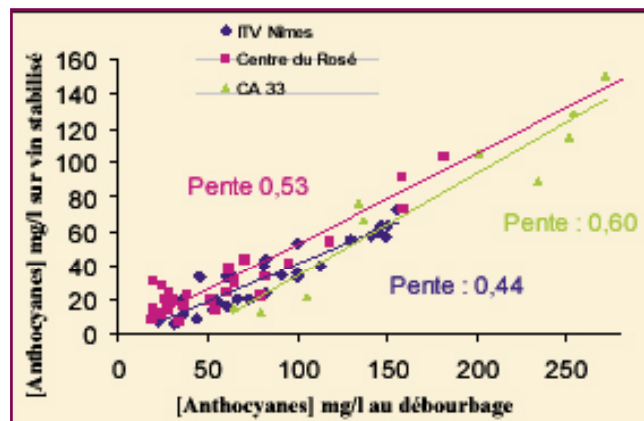
Prévision de la couleur des vins à partir du moût

Tous les travaux expérimentaux s'attachent à mesurer l'impact de la qualité de la ven-

dange et des itinéraires techniques sur la couleur et son évolution. Les professionnels voudraient prévoir la couleur du vin final dès la fin des étapes de macération. Nous avons démontré (CRAP 2001) que 60 à 80 % de la couleur est perdue au cours de la vinification, notamment en début de fermentation alcoolique. La chute de couleur est inéducable mais ne peut être prévue avec précision. A partir de la mesure de la couleur du moût, on ne peut donc pas augurer de celle du vin, quelle que soit la méthode mise en œuvre, spectrophotométrie ou colorimétrie, avec les précautions d'usage (vis à vis du SO_2 libre).

Les pistes jusqu'ici explorées pour comprendre ces pertes de couleur ne permettent pas à elles seules de justifier l'ensemble des cas rencontrés. Le cépage ou le mode d'élaboration n'ont pas une influence prépondérante. Toutefois, la chute de couleur est d'autant plus forte que la couleur du moût est élevée. Les sulfitages, collage ou apport d'autres produits œnologiques et le choix de la souche de levure n'expliquent pas non plus tous les cas de figure.

Figure 1 : corrélation entre la concentration en anthocyanes sur moût et vin en bouteille - CA de la Gironde (2002) - ITV France - Unité de Nîmes (2000 à 2002) Centre du Rosé (2002)



Par contre, si la chute de couleur est imprévisible, la perte de matière colorante semble invariable. En effet, la concentration en anthocyanes diminue de moitié du stade moût au vin. La perte d'anthocyanes est constante et évaluée à 50% dans le cadre de nos essais (figure 1). Ce résultat est d'autant plus robuste qu'il se répète sur les 3 centres expérimentaux qui ont réalisé les mesures (ITV Nîmes, ITV Viduban Centre du Rosé

et Chambre d'Agriculture de la Gironde). Ainsi, quel que soit le cépage considéré (syrah, grenache, cinsault, merlot ...), l'origine de la vendange, sa maturité, les techniques d'obtention du jus (pressurage, macération ou saignée) ..., il est possible de prévoir très précisément la quantité d'anthocyanes du vin connaissant celle du moût (dosage des anthocyanes décolorables au SO_2 , méthode Stonnestrest).

La perte constante de 50% des anthocyanes entre les stades moût et vin n'a pas pour conséquence une chute proportionnelle de couleur (perte de 60 à 80% de la couleur). Comprendre et expliquer ces différences d'expression de la couleur des vins rosés est un objectif. La modification des propriétés spectrales des anthocyanes et autres pigments colorés des moûts en présence d'alcool pourrait justifier une toute petite part des pertes de couleur (10%). Il faut donc définir quels sont les facteurs qui sont susceptibles d'influencer l'expression de la couleur des vins rosés.

Conditions d'obtention des moûts

Les premières étapes de la vinification ont une influence considérable sur les qualités organoleptiques des vins. Nos essais sont donc consacrés à l'étude des différents facteurs pouvant faire varier les conditions d'obtention des moûts.

Après avoir évalué l'incidence de la température et de la durée de macération sur les principaux cépages de nos régions ; depuis de 2002, l'intérêt des préparations enzymatiques est étudié. Les premiers résultats démontrent qu'elles peuvent faciliter le pressurage. L'activité pectolytique des enzymes exogènes assure une plus grande déstructuration des parois cellulaires et une meilleure extraction naturelle des jus. Pour des conditions de pressurage identiques (même durée, sur presseur pneumatique de 3hl), l'enzymage de la vendange se traduit par une augmentation du volume de jus. Les rendements en jus, notamment en jus de goutte sont améliorés. L'effet est plus ou moins important (tableau 1) selon les cépages et l'intensité du pressurage. La résistance des parois cellulaires et le rapport pulpe sur pellicule peuvent expliquer ces écarts.

	Grenache				Syrah			
	Témoin Press Léger	Témoin Press Max	Enz Press Léger	Enz Press Max	Témoin Press Léger	Témoin Press Max	Enz Press Léger	Enz Press Max
Durée du pressurage (mn)	40	165	40	165	60	90	60	90
Volume de jus total (1/100 kg)	63.2	75.5	69.2	78.6	62	71	65	76

Tableau 1 : Caractéristiques des pressurages - cas de la Syrah et du Grenache - ITV Nîmes (2002)

Perspectives

Les progrès dans la connaissance des produits et des techniques œnologiques sur la vinification en rosé sont conséquents en 4 années d'expérimentation. Toutefois les questions des professionnels dans ce domaine sont si nombreuses que toutes les réponses n'ont pu encore être apportées. Mais les différentes unités d'ITV-France engagées dans ces actions et leurs partenaires œuvrent pour l'acquisition de références fiables dans les meilleurs délais.

Dernières communications

Euroviti – SIVAI d'Angers, janvier 1999. Colloque Vin Rosé.
P. Cottereau, avril 2002. Entretiens Rhône Méditerranée, Narbonne. Synthèse des étu-

des « vins rosés », influence sur la couleur des principaux paramètres de vinification. G. Masson, mai 2002. Forum AREDVI, Aix en Provence. La diffusion de couleur à partir du raisin, mise au point de deux méthodes d'analyses adaptées à la vinification en rosé.

Centre de Recherche et d'Expérimentation sur le Vin Rosé – 5 numéros de Rosé.com en février et juillet 2002, 2003 et février 2004.

Journée technique, Les Soirées du Rosé, juillet 2002, Vidauban. Un Vin, des couleurs.

Journée technique, Les Soirées du Rosé, juillet 2003, Vidauban. Typicité des Vins Rosés.

Dossier spécial Vins Rosés : se débarrasser des préjugés – Janvier 2004 – RFOE 204



Axe stratégique
n° 12

UTILISATION RAISONNEE DES INTRANTS EN OENOLOGIE

- Maîtrise du sulfitage en vinification en blanc
- Maîtrise du mutage des vins à sucres résiduels avec réduction des doses de SO₂
- Etude des tanins oenologiques
- Etude des préparations enzymatiques commerciales présentes sur le marché oenologique



ADDOENO

En préambule

La pratique de l'œnologie moderne intègre l'utilisation de différents additifs ou adjuvants pour les opérations de transformation du raisin, la maîtrise des processus microbiologiques... La toxicité liée à l'utilisation de ces intrants demeure à priori limitée et se pose essentiellement pour le plus ancien d'entre eux, et le plus universellement utilisé, à savoir l'anhydride sulfureux (SO₂).

Parallèlement, l'image véhiculée par le vin, à savoir un produit authentique et naturel, impose de justifier du bien fondé des pratiques œnologiques appliquées, sans pour autant occulter les avancées scientifiques et technologiques. De ce fait, dans un souci de transparence des procédés d'élaboration d'une part, de maîtrise des coûts de production et des risques environnementaux ou sanitaires d'autre part, l'utilisation raisonnée de l'ensemble des intrants employés en œnologie est aujourd'hui un impératif. L'objectif final est ainsi de privilégier les procédés susceptibles de réduire au strict nécessaire leur ajout.

Les recherches entreprises au sein d'ITV France sur la thématique « utilisation raisonnée des intrants en œnologie » ont pour but de répondre, dans un délai raisonnable, aux interrogations de la filière vitivinicole vis-à-vis de tel ou tel intrant, non pas en terme de toxicologie, mais en matière d'efficacité technique, de bonne pratique œnologique, de conséquences économiques.

A cet effet, au cours de l'année 2003, différents sujets ont été développés :

- *utilisation du SO₂ en vinification de raisins blancs
- *procédés conduisant à une réduction des doses de SO₂ dans les vins blancs à sucres résiduels
- *aptitudes technologiques des tanins dits œnologiques.
- *utilisation raisonnée des enzymes en œnologie

Ces différents programmes apportent au praticien des éléments objectifs sur l'intérêt de la mise en œuvre de ces intrants.

FRÉDÉRIC CHARRIER
Responsable axe stratégique
ITV France - Unité de Nantes-Vertou

VOS CONTACTS

MAÎTRISE DU SULFITAGE EN VINIFICATION EN BLANC

F. CHARRIER, ITV France - Unité de Nantes-Vertou, *Chef de projet*

collaboration

P. COTTEREAU, ITV France - Unité de Nîmes-Rodilhan
D. CABOULET, ITV France Unité de Narbonne-Pech-Rouge
A. PAIN, ITV France - Unité de Nantes-Vertou

MAÎTRISE DU MUTAGE DES VINS À SUCRES RÉSIDUELS AVEC RÉDUCTION DES DOSES DE SO₂

P. POUPAULT, ITV France - Unité de Tours, *Chef de projet*

collaboration

F. BÉNESTEAU, ITV France - Unité d'Angers-Beaucouzé
E. VINSONNEAU, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort
E. MÉISTERMANN, ITV France - Unité de Colmar
J. BONNET, Vaslin Bucher
B. DONÈCHE, Faculté d'Oenologie de Bordeaux
M. BOUX, Laboratoire de Microbiologie de l'ENSIA Massy

ETUDE DES TANINS OENOLOGIQUES

V. LEMPEREUR, ITV France - Unité de Villefranche sur Saône, *Chef de projet*

collaboration

GROUPE DE TRAVAIL NATIONAL «TANINS» financé par l'Onivins

ETUDE DES PRÉPARATIONS ENZYMATIQUES COMMERCIALES PRÉSENTES SUR LE MARCHÉ OENOLOGIQUE

L. GUÉRIN, ITV France - Unité de Tours, *Chef de projet*

collaboration

P. COTTEREAU, **D. SOLANET**, ITV France - Unité de Nîmes-Rodilhan
E. VINSONNEAU, **C. LIADOUZE**, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort
E. MÉISTERMANN, ITV France - Unité de Colmar
D. CABOULET, **J.M. JARLOT**, ITV France Unité de Narbonne-Pech-Rouge
F. CHARRIER, **A. PAIN**, ITV France - Unité de Nantes-Vertou
V. LEMPEREUR, **B. LABARBE**, ITV France - Unité de Villefranche sur Saône

MAITRISE DU SULFITAGE EN VINIFICATION EN BLANC

Contexte

L'anhydride sulfureux (SO_2) est l'intrant le plus traditionnellement et largement utilisé en œnologie. Pour autant, sa toxicité pour le consommateur, mais également pour l'utilisateur, est avérée. De ce fait, la rationalisation de son emploi, et si possible la réduction des quantités contenues dans les vins à la consommation, sont devenues des impératifs majeurs. Pour cela, il convient d'agir efficacement à tous les stades de l'élaboration des produits en mettant en œuvre des pratiques « économes » en SO_2 . C'est dans ce contexte que des travaux ont été poursuivis par ITV France pour trois points critiques de la vinification en blanc : la protection des vendanges contre l'oxydation pré-fermentaire, le niveau de sulfitage des vins durant l'élevage et au moment de leur conditionnement.

Contenu de l'étude

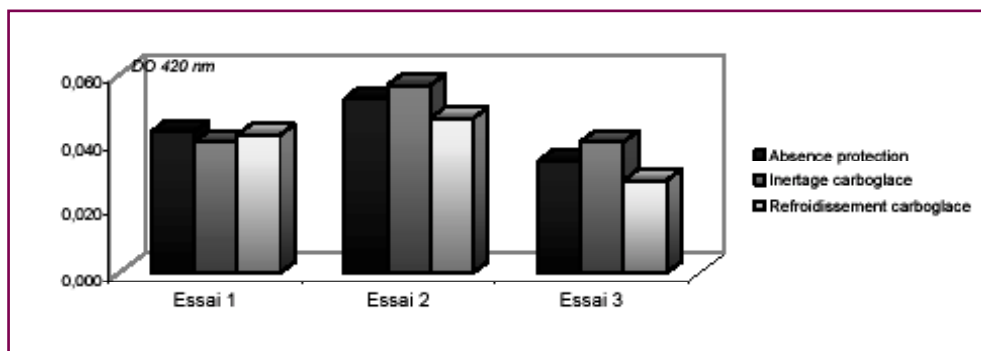
L'étude expérimentale a été menée dans le cadre de la production de Muscadet (vin blanc présentant un pH inférieur à 3.5). L'emploi de dioxyde de carbone

(CO_2) sous forme de sticks de carboglace a été testé, en substitution du SO_2 , pour la protection des vendanges mécaniques contre l'oxydation pré-fermentaire.

L'efficacité de cette technique implique la mise en œuvre de quantités importantes de carboglace (de l'ordre de 10% en poids), de sorte que la température de la vendange soit significativement abaissée (dizaine de degré) et ainsi les mécanismes d'oxydation enzymatique ralentis ou stoppés.

Par contre, l'intérêt d'un apport de faibles quantités de carboglace en surface à des fins d'inertage paraît fortement discutable, probablement du fait que le transport et le transfert de la vendange de la vigne au chai est réalisé en milieu ouvert. Sur le plan analytique, comparativement à l'ajout d'acide ascorbique sur vendange, cette technique n'engendre pas d'augmentation de l'instabilité de la couleur et des teneurs en SO_2 total dans les vins.

*Protection de la vendange blanche contre l'oxydation pré-fermentaire :
impact sur la couleur des vins après mise en bouteilles - exemple du Muscadet
Résultats expérimentaux ITV France - Unité de Nantes-Vertou - 2002*



En pratique, l'emploi de sticks de carboglace sur vendange mécanique est à réserver à des situations particulières (régions chaudes, cépages sensibles tel le sauvignon). Les contraintes de mise en œuvre sont significatives : planification des approvisionnement, répartition dans la vendange. Son coût est de l'ordre de 1 €HT/kg.

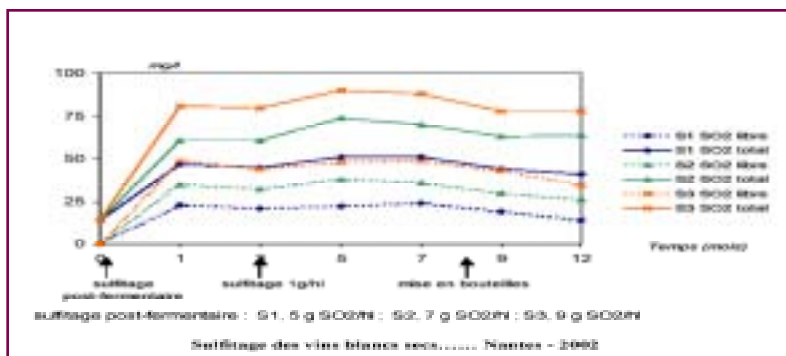
Par ailleurs, différentes doses de sulfitage lors de l'élevage et au conditionnement des vins ont été expérimentées.

Ces travaux montrent qu'il est possible de produire, sans apparition de défauts analytiques ou organoleptiques (par exemple la fermentation malo-lactique

dans le cas présent) des vins blancs secs avec des teneurs en SO₂ libre de l'ordre de 20-25 mg/l. Dans ce cas, les quantités de SO₂ total sont comprises entre 50 et 70 mg/l (environ 30% de la limite réglementaire).

Pour cela, il suffit d'appliquer des règles de production viticoles et œnologiques simples et parfaitement connues : raisins sains, maîtrise des processus pré-fermentaires et de la fermentation alcoolique, hygiène des contenants, suivi analytique régulier. Indépendamment du choix d'une dose de SO₂ libre à la mise en bouteilles, ces principes œnologiques de base déterminent grandement les quantités de SO₂ nécessaires pour stabiliser le vin.

Sulfitage des vins blancs secs : conséquences sur les teneurs en SO₂ dans les vins durant l'élevage et après conditionnement - exemple du Muscadet
Résultats expérimentaux ITV France - Unité de Nantes-Vertou - 2002



Après conditionnement, que la température de conservation des bouteilles soit contrôlée ou pas, les vins dont les teneurs en SO₂ sont les plus conséquentes ne se sont pas mieux jugés (évolution similaire de la couleur, pas de différence organoleptique).

Une incertitude demeure pour les vins faiblement sulfités dans le cas de consommations différées dans le temps, des écarts sensoriels avec le témoin ayant été parfois détectés. Ceci peut être attribué au fait que le seuil de 10 mg/l de SO₂ libre, minimum admis pour une protection suffisante contre l'oxydation, est plus rapidement atteint avec ces faibles doses (pas de marge de sécurité).

En fait, l'évolution des produits en bouteilles tient très probablement beaucoup plus à la qualité du bouchage et aux conditions de stockage appliquées entre la cave de production et la consommation qu'aux teneurs en SO₂ présentes dans les vins (sous réserve de respecter malgré tout une richesse minimale).

En pratique, pour concilier la nécessaire réduction des quantités de SO₂ contenues dans les vins à la consommation et une indispensable marge de sécurité (précision du dosage par exemple, même si le suivi régulier des vins permet de relativiser ces imperfections), une teneur en SO₂ libre de l'ordre de 30 mg/l dans les vins blancs secs à la mise en bouteilles, et en particulier le Mus-

cadet, constitue un objectif œnologique réaliste.

Perspectives

Les travaux expérimentaux entrepris ces dernières années sur la thématique « SO₂ au sens large » (acide ascorbique ou carboglace sur vendange blanche, doses de sulfitage) sont globalement terminés. Pour la plupart, ils ont fait l'objet de communications régionales ou nationales.

La réduction des teneurs en SO₂ dans les vins demeure pour autant une priorité, sachant qu'il n'existe pas de véritable solution de substitution à cet additif : produire des vins sans SO₂ demeure une impasse technique, sauf à accepter une modification substantielle de la qualité organoleptique des vins. Par contre, l'impact des pratiques

viticoles et surtout œnologiques sur les teneurs en SO₂ doit effectivement devenir un critère privilégié dans les choix techniques du praticien, mais aussi dans la réflexion de l'expérimentateur de nouvelles technologies.

Compte tenu de l'importance du sujet, une veille permanente est mise en place sur toutes les questions liées à cet additif.

Communications 2003

CHARRIER F. et COTTEREAU P. Protection des vendanges blanches contre l'oxydation par emploi d'acide ascorbique, résultats expérimentaux. *Revue Française d'œnologie*, 201, 12 – 15.

CHARRIER F. La maîtrise de l'usage et des doses de SO₂ en œnologie. *Journée Techniques Nationales de l'ITAB*. Cognac, 15 et 16 décembre 2003.

MAÎTRISE DU MUTAGE DES VINS A SUCRES RÉSIDUELS AVEC RÉDUCTION DES DOSES DE SO₂

Contexte

Les travaux entrepris de 1999 à 2001 dans le cadre du programme national Aliment Qualité Sécurité (AQS) ont mis en évidence qu'une réduction des teneurs en SO₂ dans les vins à sucres résiduels, ne pouvait être envisagée qu'avec une meilleure connaissance de la matière première et de sa qualité.

Il apparaît en effet que le pouvoir combinant d'un vin au mutage est très étroitement lié à la qualité du moût initial ; intensité et qualité de la pourriture instaurent un potentiel de combinaison du SO₂ qui est acquis dès la vendange. Ce potentiel initial, s'il peut varier avec la teneur en sucre ou le pH, semble essentiellement reposer sur l'évolution de *Botrytis cinerea* et de tout ce qui « gravite » autour de ce champignon.

Le 5-oxofructose par exemple, serait responsable à lui seul d'au moins la moitié du taux de combinaison d'un vin issu de raisins botrytisés ; le rôle des bactéries acétiques dans le métabolisme de cette molécule est primordial (J.C.BARBE, 2003).

Si le rôle de la levure dans la cinétique fermentaire semble déterminant pour la maîtrise du point de mutage, seule une gestion optimisée du SO₂ à ce stade doit permettre la stabilisation pérenne et efficace du vin jusqu'à la mise en bouteilles.

C'est à ce moment en effet que doit être assuré un apport de SO₂ suffisant pour la maîtrise microbiologique (reprise de fermentation) mais aussi physico-chimique (oxydation). Le choix de la dose nécessaire à ce stade conditionne la teneur finale en SO₂ du vin à la mise.

Dans un contexte social où le consommateur recherche un produit le plus naturel avec le moins d'additifs, la bonne gestion

du SO₂ dès le mutage s'impose dans une viticulture raisonnée.

Contenu de l'étude

Les travaux entrepris en 2002 confirment l'intérêt de l'utilisation de la Microfiltration Tangentielle (MFT) dans le cadre de la maîtrise du mutage.

Cette technique permettant d'éliminer la quasi-totalité des micro-organismes, permet de diminuer (de l'ordre de 10% en moyenne) les doses de SO₂ utilisées en économisant sur son action anti-levurienne dès le mutage.

Elle permet ainsi d'optimiser l'action du SO₂ au niveau de la stabilisation du vin au cours de l'élevage, à condition qu'une hygiène très rigoureuse soit mise en œuvre.

L'économie en SO₂ sur les vins après mise en bouteilles paraît bénéfique sur le plan organoleptique, même si les différences sur un vin muté traditionnellement (froid + SO₂) restent non significatives quelques mois après la mise.

Les résultats de 2000-2001 sont ainsi confirmés ; la MFT apparaît comme une technique intéressante pour la maîtrise du mutage et permet une réduction de la teneur en SO₂ total, même si la plus grande partie du potentiel de combinaison du SO₂ est inévitablement acquis à la récolte.

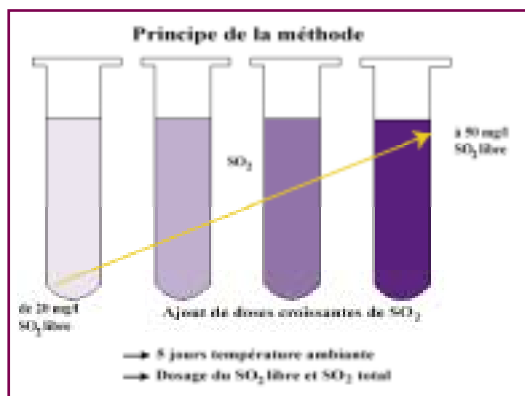
A ce titre, il apparaît important de rappeler les conseils permettant de limiter ce potentiel :

- éviter de récolter une vendange trop détériorée (pourriture grise) si le gain en sucres attendu est faible
- éviter la prolifération du complexe microbiologique parasitant la baie, par une maîtrise de l'intégrité de la vendange et de la température de récolte

- éviter les phénomènes d'oxydation (qui « gaspillent » quelques grammes de SO_2 en plus) par une arrivée rapide de la vendange au chai sans trituration et une bonne maîtrise du pressurage

- éviter de trop sulfiter la vendange ou le moût en sortie de pressoir (réaction de défense de la levure qui produit de l'éthanal, molécule combinant le SO_2)

Graphique : principe du test de combinaison



Perspectives

Si le mutage des vins à sucres résiduels sans SO_2 reste inconcevable, son apport doit être raisonné et adapté au moût dont on recherche l'équilibre sucre/éthanol. Les tests de combinaison ont montré un grand intérêt dans le choix de la dose optimale à apporter au mutage ; ils doivent être mis en pratique dans les chais afin d'éviter des apports massifs ou, au contraire, insuffisants. L'ajout doit être raisonné. Le pouvoir combinant du vin, acquis à la récolte, doit être connu dès le mutage, pour ne pas le sous-estimer (problèmes de stabilisation microbiologique) ou le surestimer (SO_2 excédentaire). Dans les deux cas, les doses maximales légales peuvent être dépassées et de plus, la qualité du vin peut diminuer. L'utilisation du test de combinaison sur d'autres cépages que le Sémillon ou le Chenin, voués à l'élaboration de vins à sucres résiduels, doit être envisagée, tout comme il paraît important de suivre l'évolution des teneurs en SO_2 dans ce type de vin après la mise, quelque soit l'itinéraire technique suivi.

La stabilité de la fraction libre du SO_2 dans ces vins diminue parfois fortement après la mise en bouteilles, alors que le produit était considéré comme stable. Une stabilité acquise dès le mutage et consolidée à la mise en bouteilles pourrait limiter ces évolutions ; de nouveaux travaux semblent nécessaires. Ces nouveaux travaux tenteront de valider l'intérêt de techniques comme

la MFT ou la Thermoflash pour une maîtrise plus importante du mutage et un gain effectif en SO_2 total dans les vins : ces techniques devront s'intégrer dans un itinéraire technique visant à une plus grande maîtrise du mutage et de la qualité des vins. Si un additif comme le Dicarbonate de Diméthyle (DMDC) ne peut remplacer complètement le SO_2 , son action antilevurienne pourrait permettre une association avec le SO_2 et faire baisser, par conséquence, les doses de ce dernier. Enfin, si le rôle de la levure dans la cinétique fermentaire peut, comme on l'a montré, faciliter l'approche du point de mutage (et donc la stabilisation du vin à ce stade), des travaux sont nécessaires pour apprécier un effet éventuel de la souche sur le pouvoir combinant à ce moment-là. D'autres souches devront être explorées en prenant en compte ces deux aspects : pouvoir combinant et cinétique fermentaire.

Publications

P. Poupault, Gestion de la fermentation alcoolique et des opérations de mutage ; optimisation de la gestion du mutage du point de vue microbiologique - Montpellier, conférence Sitevi, 25 nov 2003 - publication orale

E. Vinsonneau, Gestion de la fermentation alcoolique et des opérations de mutage : utilisation de la Microfiltration Tangentielle Montpellier, conférence Sitevi, 25 nov 2003 - publication orale

ÉTUDE DES TANINS OENOLOGIQUES

Contexte

Le tanisage est une pratique ancienne et empirique pour laquelle il existe très peu de données expérimentales. Après être tombé en désuétude pendant une période de 20 à 30 ans, l'usage de tanins œnologiques redevient de plus en plus courant. Suite à ces constats faits par l'Union des Œnologues de France en 1997 auprès de l'ONIVins, la DGCCRF et l'OIV, **un groupe National de travail sur les tanins œnologiques** est créé fin 1998 à la demande de l'ONIVins et coordonné par ITV_{France}. Différents organismes y participent : expérimentateurs, chercheurs (INRA, DGCCRF et facultés d'œnologie), prescripteurs (UOEF), revendeurs (UFLIO) ainsi qu'un représentant de l'INAO et de l'OIV.

L'objectif est de mettre en place un programme d'expérimentations sur les tanins œnologiques de manière à mieux cerner leurs propriétés technologiques réelles et les intérêts œnologiques qu'ils peuvent présenter. Les six propriétés suivantes sont travaillées : stabilisation de la couleur, interaction avec les protéines, activité anti-laccase, effet bactériostatique, activité anti-radicalaire et maîtrise des odeurs de réduction.

Dans un premier temps, début 1999, les grandes familles de tanins sont caractérisées par électrophorèse capillaire. Parmi 19 préparations, un tanin représentatif est sélectionné par origine botanique : pépins de raisin, pellicules de raisin, noix de galle, quebracho, chêne, châtaignier. A partir des vendanges 1999, des essais en laboratoire, minicuvée et grands volumes sont mis en place dans différents organismes d'expérimentation, membres du groupe de travail. Les protocoles des essais sont communs. Les préparations de tanins œnologiques sont les mêmes.

Résultats

Une partie des résultats des essais menés dans le cadre du groupe national de travail sur les tanins œnologiques est publiée.

Effet bactériostatique des tanins œnologiques

Trois années d'essai ont permis d'étudier l'effet bactériostatique des 6 tanins œnologiques sélectionnés par le groupe, sur des vins blancs, rouges et rosés (Blateyron, 2002). Il a été montré, que lorsque les vins rouges sont élaborés dans le respect des bonnes pratiques permettant d'assurer la maîtrise de la fermentation malolactique, l'emploi des tanins œnologiques en fin de fermentation alcoolique, à des doses courantes d'usage, est sans effet sur le déroulement de cette fermentation malolactique. Seules des doses d'emploi très importantes (200g/hl) permettent de retarder l'activité bactérienne. Dans les mêmes conditions, sur les vins blancs et rosés, un effet des tanins œnologiques sur le développement bactérien est noté dès l'emploi de 50g/hl de préparation. Parmi les tanins, celui dont l'effet est systématiquement le plus important est le tanin de noix de galle. Au contraire, les tanins de pellicules de raisin restent, même à d'importantes doses d'emploi, sans effets. L'emploi des tanins de noix de galle en association avec du SO₂ est apparu une piste intéressante pour bloquer les FML, en utilisant une dose modérée de SO₂. Des travaux complémentaires sont programmés pour vérifier l'intérêt véritable de cette technique.

Effets instantanés du tanisage sur la couleur

L'effet de l'ajout de tanins œnologiques sur un moût et sur une solution synthétique (vin modèle) a été mesuré par spectrophotométrie. L'étude de l'absorption en

ultraviolet à 280 nanomètres montre que les préparations ont une bonne solubilité. L'analyse des absorbances à 420, 520 et 620 nanomètres indique que l'augmentation de la couleur lors d'un tanisage sur moût est due non seulement à la coloration propre des tanins, mais également à leur capacité à renforcer la couleur naturellement présente, ce qui peut s'expliquer par le phénomène de copigmentation (Labarbe *et al.*, 2002).

Effet du tanisage sur l'élimination des composés soufrés

Dans la première phase de ce travail (Cayla *et al.*, 2003), l'élimination des composés soufrés responsables des odeurs de type « réduit » a été modélisée par de l'éthanthiol et étudié dans un vin rouge et un rosé en cours d'élevage. L'efficacité des préparations tanniques est évaluée dans le temps (30 et 60 j) en tenant compte de l'apport éventuel d'oxygène et de la dose d'ajout. La disparition des composés soufrés est mesurée par un bilan matière de l'éthanthiol et du diéthylsulfure, son produit d'oxydation. Il apparaît, dans nos conditions expérimentales, que la durée de conservation et l'aération sont les moyens les plus efficaces pour éliminer l'éthanthiol. Certaines origines botaniques de tanins à la dose de 200 mg/L pourraient permettre toutefois, quand l'aération ne peut s'envisager et que le vin ne peut attendre, d'éliminer une proportion plus grande de composés soufrés. Dans un deuxième temps, les différents tanins œnologiques sont apportés sur un vin de Chasselas dans le but de corriger le caractère de « stress » perçu dans les vins issus de raisins provenant de vignes ayant souffert d'une concurrence hydro-azotée importante. Les résultats montrent que l'apport de tanins, quel qu'en soit l'origine botanique, à 1 ou 4 g/hl n'atténue pas ce défaut gustatif.

L'ensemble de ces résultats a été présenté à l'oral et sont accessibles sur www.itvfrance.com sur le site régional du Val de Loire (Lempereur, 2004).

Perspectives

Les travaux du groupe national sont en cours d'achèvement, et se clôtureront par une communication des résultats. Deux publications sont actuellement en cours : la caractérisation des tanins et l'effet du tanisage sur la stabilisation de la couleur.

Au-delà des propriétés physico-chimiques étudiés sur ces additifs et de leurs effets, certains usages engendrent de fortes modifications organoleptiques des vins, pouvant soulever des interrogations par rapport à la définition traditionnelle du vin.

L'ITV souhaite mettre en place des études complémentaires sur l'effet structurant des tanins œnologiques, et d'éventuelles modifications des profils aromatiques des vins traités. Dans le cadre des « pratiques œnologiques intégrées », nous souhaiterions à terme définir des critères objectifs pour justifier l'emploi des tanins œnologiques.

Ce projet doit à terme conduire à une utilisation optimale, rationnelle et raisonnée des tanins œnologiques dans les itinéraires techniques d'élaboration des vins.

Publications

Blateyron, L., «Effet bactériostatique des tanins œnologiques», *Revue Française d'Oenologie*, **2002**, n°196, pp.23-27.

Cayla, L., Masson, G., Blateyron, L., Cuenat, P., Lorenzini, F. et Lempereur, V., «Effet du tanisage sur l'élimination des composés soufrés», *Revue Française d'Oenologie*, **2003**, n°199, pp.18-21.

Labarbe, B., Saucier, C., Kelebek, H. et Glories, Y., «Effets instantanés du tanisage sur la couleur», *Revue Française d'Oenologie*, **2002**, n°196, pp.27-29.

Lempereur, V., «Tanins œnologiques : effets sur les bactéries, les composés soufrés et la couleur.» *In* France, ITV (coord.) *Euroviti*, Angers, 15/01/04, **2004**, pp.35-43.

ÉTUDE DES PRÉPARATIONS ENZYMATIQUES COMMERCIALES PRÉSENTES SUR LE MARCHÉ OENOLOGIQUE

Contexte

L'utilisation de préparations enzymatiques commerciales, afin d'accélérer et/ou faciliter les opérations technologiques telles que la clarification, le débouillage, le pressurage, l'extraction de couleur, l'élevage sur lies,... est une pratique de plus en plus répandue sur l'ensemble des régions viticoles françaises. Cependant, celles-ci ne sont pas toujours utilisées à bon escient, en termes d'application, de doses et de choix. Suite à ces constats, un groupe national de travail sur les enzymes en œnologie est créé en juin 2002 avec l'aide de l'ONIVINS et coordonné par ITV France. Différents organismes y participent : expérimentateurs (ITV France, CA 33, InterRhône, Centre des Rosés), chercheurs (ENSAM,...).

L'objectif est de mettre en place un programme d'expérimentations sur les enzymes œnologiques afin de mieux cerner la relation entre l'effet technologique attendu et/ou annoncé et la et/ou les activités enzymatiques responsables.

Ceci afin d'orienter les vinificateurs et prescripteurs : pourquoi ajouter des enzymes, lesquelles, quand et à quelle dose ?

Afin de réaliser cette étude, 3 axes complémentaires sont développés :

- détermination du profil d'activités des préparations enzymatiques commerciales, en fonction des activités enzymatiques les plus représentatives en œnologie

- efficacité technologique des préparations enzymatiques commerciales dont le profil d'activités a été précédemment déterminé
- détermination et évaluation d'indices liés au substrat « raisins » caractérisant son aptitude à la vinification

Résultats

Sur l'année 2002, première année du projet, l'évaluation enzymatique des préparations commerciales ainsi que l'expérimentation en minicuverie et en grands volumes ont été mises en place.

Détermination des profils d'activités enzymatiques des préparations commerciales présentes sur le marché œnologique

Pour la détermination des profils d'activités enzymatiques de préparations commerciales, il a été défini de mesurer les 6 activités suivantes :

- parmi les pectinases : pectine méthyl-estérase (PME), pectine lyase (PL), polygalacturonase (PG) (endo- et exo-)
- parmi les cellulases : β -D-glucosidase, endo-(1 \rightarrow 4)- β -D-glucanase
- parmi les hemicellulases : endo-(1 \rightarrow 4)- β -D-xylanase

Les méthodes de dosage sont données dans le tableau n° 1.

Tableau 1 : Méthodes de dosage

Activité enzymatique	Mesure	Substrat	T°C	pH
Pectine Méthyle Estérase (PME)	Dosage du méthanol libéré (méthode de Klavons & Bennet)	Pectine de citron à 0.5% (degré d'estérification élevé = 63 - 66%)	30	4.5
Pectine Lyase (PL)	Dosage des composés insaturés (mesure des doubles liaisons formées à la DO = 235 nm)	Pectine de citron à 1% (degré d'estérification élevé = 63 - 66%)	25	6
Polygalacturonase (PG)	Dosage des sucres réducteurs libérés (méthode de Nelson)	Acide poly-galacturonique à 0.4%	40	4.2
Endo-(1→4)-β-D-xylanase		Xylane d'avoine à 2%	40	4.2
Endo-(1→4)-β-D-glucanase		CMC (carboxy-méthylcellulose) à 2% (degré de substitution de 65 à 95%)	40	4.2
β-D-glucosidase	Dosage du <i>para</i> -nitro-phénol libéré (absorbance à 400 nm)	<i>p</i> NP-β-D-glucopyranoside 4 mM	30	4.2

Suite aux mesures réalisées sur 43 préparations enzymatiques commerciales, il a été constaté des distinctions très nettes entre les différentes activités technologiques en fonction des niveaux des activités enzymatiques mesurées.

En effet, il s'avère que les activités pectolytiques sont prépondérantes, en importance décroissante, pour les activités technologiques de clarification-débourbage, pressurage, filtration, extraction-macération et libération d'arômes (Figure n°1), à l'inverse des niveaux d'activités dites secondaires ou co-latérales (Figure n°2).

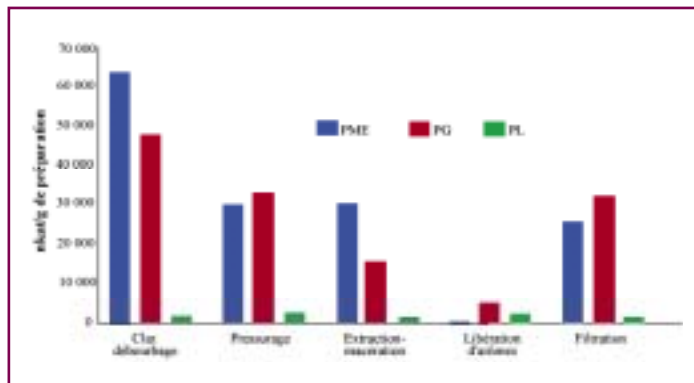
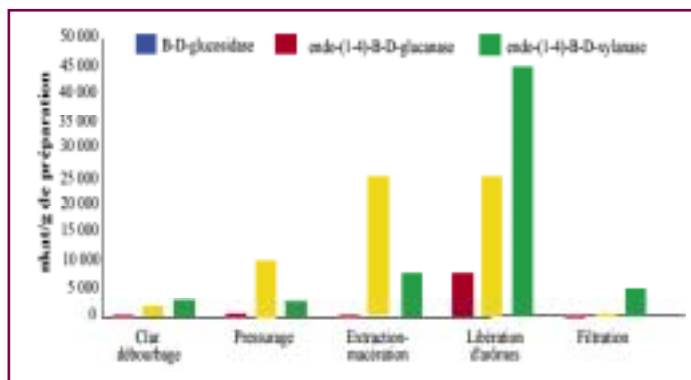


Figure 1 : activités pectolytiques pour l'ensemble des préparations enzymatiques testées

Figure 2 : activités secondaires ou co-latérales pour l'ensemble des préparations enzymatiques testées



Ces différences observées sont corrélées avec l'activité technologique annoncée et/ou attendue des préparations enzymatiques commerciales. Cependant, pour les activités très spécifiques, telles que la libération d'arômes et la filtration, nous pourrions observer des écarts plus importants par rapport aux autres activités si nous avons dosé des activités telles que :

- * libération d'arômes :
 - α -L-arabinofuranosidase
 - α -L-rhamnosidase
 - β -D-apiofuranosidase
 - (β -D- xylosidase)
- * filtration :
 - exo-, endo--(13) glucanase
 - endo- (16) glucanase

A partir de l'ensemble des profils d'activités enzymatiques déterminés pour les 43 préparations commerciales classées par activités technologiques (clarification – débouillage (20) / pressurage (2) / extraction-macération (15) / libération d'arômes (2) / filtration (2)) quatre préparations commerciales ont été

choisies pour réaliser les essais de vinification. Deux préparations commerciales présentant des profils enzymatiques différents, pour les activités technologiques « extraction de la couleur » pour les vinifications en rouge et « clarification – débouillage » pour les vinifications en blanc, ont été choisies.

Relation entre les profils d'activités enzymatiques déterminées et l'efficacité technologique attendue et/ou annoncée

Vinifications en rouge

Les protocoles des essais sont communs et les préparations enzymatiques testées par chaque partenaire sont les mêmes. L'objectif premier étant de mesurer, à l'aide de paramètres et/ou de mesures déjà existantes, l'efficacité des préparations pour l'activité technologique recherchée, mais également pour d'autres activités liées aux enzymes pectolytiques.

L'ensemble des vinifications réalisées est récapitulé dans le tableau n° 3.

Tableau 3 : Vinifications en rouge

Cépages	Nombre de vinifications	Vol/poids vendange	Origines
Gamay	6	30 l (40 kg)	2 origines de moût
Syrah	6	45 l (55 kg)	1 origine de moût avec une répétition de la totalité des modalités
Merlot	4	45 l (55 kg)	1 origine de moût avec répétition du témoin

Les modalités étudiées sont l'utilisation de 2 enzymes de macération (E1 et E2) à 3 g/100 Kg et une vinification sans ajout d'enzymes.

- sur l'ensemble des essais réalisés, l'effet des deux préparations enzymatiques commerciales (E1 et E2) sur l'extraction de la couleur (représentée par les mesures de l'IPT [Indice des Polyphénols Totaux] = DO280, de l'ICM [Intensité Colorante Modifiée] = DO420, 520, 620, des anthocyanes et des tanins), n'a été mis en évidence que sur l'une des deux origines de moût de Gamay. Ces différences se retrouvent sur l'ensemble des mesures liées à la couleur et à la

structure. Cependant, il n'est pas mis en évidence de différences d'efficacité entre les préparations enzymatiques commerciales utilisées

- l'effet des préparations commerciales sur le rendement en jus de goutte est significatif par rapport au Témoin, pour l'ensemble des essais. Il semble que dans les conditions de l'essai, il soit difficile de parler d'un gain de rendement au pressurage
- on peut constater également l'effet des préparations enzymatiques commerciales sur la clarification et sur la filtrabilité. Les différences observées pour l'essai mené sur l'une des deux origines de moût de Gamay

sont toujours les plus remarquables, bien que pour les essais sur Merlot les différences sur les mesures liées à la clarification sont également très significatives

- des dégustations ont été réalisées sur l'ensemble des essais. Ainsi, les dégustateurs pour les essais de Gamay perçoivent des différences d'intensité tannique mise en évidence à l'analyse chimique. C'est aussi le cas pour l'une des origines de Gamay où en plus, les différences de couleur sont perçues.

Les analyses réalisées sur les vins indiquent que les teneurs en phénols volatils (4-éthylphénol et 4-éthyl-gaiacol) pour l'ensemble des essais est inférieure à 10µg/L et l'analyse des composés aromatiques du Merlot met en évidence des différences qu'il serait intéressant de confirmer.

Suite à ces analyses aromatiques, il semble que l'action de l'enzyme E2 est prononcée (+ 15% et 25% respectivement) sur la β -ionone et le furanéol, qui sont les marqueurs spécifiques de l'expression aromatique du Merlot, tels que les arômes de violette et de

fraise – caramel respectivement. L'enzyme E1 permet une augmentation de 7% de la concentration en β -ionone mais pas de furanéol. Il semblerait qu'il y ait des différences non négligeables entre les deux enzymes et notamment par rapport au Témoin sans ajout d'enzymes. Cependant, ces différences observées notamment pour l'enzyme E2 paraissent contradictoires avec la dégustation réalisée sur le Merlot, en vins jeunes. Concernant les composés liés au vieillissement tels que le TDN et l' α -ionone, ceux-ci seront intéressants à suivre dans le temps.

Ainsi sur les essais réalisés en vinification en rouge, le constat est que pour un essai sur les quatre réalisés, on a pu constater l'effet des deux préparations commerciales choisies pour l'effet « extraction-macération » ; cependant, il n'a pas été trouvé de différence entre les deux préparations utilisées. Les résultats satisfaisants trouvés dans le cadre de l'un des essais sur Gamay, semblent liés à une maturité plus poussée de cette parcelle, notamment en termes de maturité phénolique.

Vinifications en blanc

L'ensemble des vinifications réalisées est récapitulé dans le tableau n°4.

Tableau 4 : Vinifications en blanc

Cépages	Nombre de vinifications	Vol/poids vendange	Origines
Muscadet	6 (x2)	10 hl	2 origines de moût avec répétition
Sylvaner	6	50 l	1 origine de moût
Chenin	6	25 l	1 origine de moût
Sauvignon Sémillon	8	50 l	1 origine de moût - pas de réajustement de la turbidité

Les modalités étudiées sont l'utilisation de 2 enzymes de clarification-débourbage (E1 et E2) à 2g/hl, avec ajustement ou non de la turbidité au niveau du Témoin (vinification sans ajout d'enzymes).

- l'efficacité des préparations enzymatiques commerciales sur le débourbage est indéniable, en termes de cinétiques et en termes de valeurs de turbidité atteintes en moins de 24 h. L'incidence de l'action des préparations enzymatiques sur la couleur et la structure des vins (dont l'ex-

pression est la mesure de l'IPT [DO280], de l'IC [DO420] et des tanins), paraît plus difficile à exploiter

- les mesures de filtrabilité indiquent qu'il y a une nette amélioration de la filtrabilité des vins enzymés non-compensés (ajustement ou non de la turbidité avant levage), pour les essais menés sur le Chenin, uniquement. On peut s'interroger sur l'importance de glucanes présentes à la filtration, cependant l'état sanitaire, ainsi que le test « glucanes » ne permet pas de pouvoir conclure dans ce

sens

- la totalité des vins a été dégustée et dans tous les cas, les vins issus de l'application de l'enzyme E1 sont jugés plus favorablement. Les analyses de phénols volatils réalisées n'ont pas mis en évidence d'éthyl-4-phénol et/ou d'éthyl-4-gaiacol

Les analyses de composés aromatiques réalisées sur le Muscadet, Sylvaner et Sauvignon, ont permis de mettre en évidence quelques éléments :

- concernant le Muscadet, il faut noter la forte influence de la variation de la turbidité entre les essais enzymés compensés ou non. Ceci transparait sur les valeurs d'acétate isoamyle, d'octanoate et hexanoate d'éthyle et le linalol. La teneur en β Damascénone semble être plus faible pour l'enzyme E1, mais non explicable à ce jour. Son évolution sera à suivre au cours du vieillissement, comme le TDN. Seules de grandes différences apparaissent pour l'homofuranéol (fraise-caramel) pour les lots enzymés
- pour le Sylvaner, il n'y a pas d'effet net sur les esters, ni sur le linalol et la β -Damascénone
- pour le Sauvignon, il semble que l'enzyme E1 augmente la teneur en esters des vins par rapport à E2, qui pourrait s'expliquer par la différence de niveau de turbidité. Concernant les thiols, la teneur en 3-mercaptoéthanol semble être doublée par l'action de l'enzyme E2 et légèrement par l'enzyme E1 ; ce composé correspond aux notes de pamplemousse (composé qui décroît proportionnellement au cours du temps).

Ainsi, sur les essais de vinification en blanc pour l'effet technologique « clarification-débourbage », on a pu constater l'action des enzymes des préparations enzymatiques, notamment sur les pectines. Cette action est visible à la fois en termes de cinétique et en termes de valeurs de turbidité atteintes après débourbage.

Par contre, l'action des enzymes sur les autres paramètres mesurés est moins concluante. Les mesures aromatiques réalisées dénotent plus des modifications dues à l'effet « turbidité », qui est une conséquence directe de l'action des enzymes, mais intervient de façon indirecte sur la cinétique fermentaire et dans le métabolisme des levures.

Conclusion – perspectives

Les résultats acquis au cours de cette première année ont permis, notamment sur la mesure des profils des activités enzymatique de clarifier la spécificité des préparations enzymatiques présentes sur le marché œnologique, mais cependant les méthodes de mesures sont encore à optimiser sur certains points et la différenciation des préparations enzymatiques entre elles pour une même activité.

Les résultats d'essais de vinification sont également riches en informations ; pour les rouges on a pu constater que l'effet technologique recherché était loin d'être évident, ce qui incite pour la deuxième année à travailler sur une matière première à deux dates de vendanges.

Pour les blancs, l'action des enzymes de débourbage est incontestable et il paraît intéressant de poursuivre sur les activités de pressurage et de débourbage.



Axe stratégique
n° 13

OUTILS ET METHODES DE CARACTERISATION DU RAISIN ET DU VIN

- Mise au point de méthodes de suivi des composés aromatiques des raisins et des vins
- Applications de la détermination du potentiel phénolique - résultats d'essais
- Mise au point d'un automate de préparation d'échantillons avant analyse IRTF-UV-VIS de la vendange (projet QUANALVI)



METHODOENO

En préambule

L'année 2003 est marquée par la mise en place de collaborations dans le domaine des analyses fines entre ITVFrance et des laboratoires partenaires.

En particulier, une convention a été signée avec Inter-Rhône afin de mutualiser les compétences et les moyens analytiques entre notre Institut et les laboratoires de l'Institut Rhodanien. Cette convention permet d'élargir notre capacité analytique pour nos besoins expérimentaux. A titre d'exemple, les échanges actuels de compétences portent sur :

- * l'identification génétique des micro-organismes, le dosage des résidus agropharmaceutiques, l'appui technique pour le dosage de composés volatils et composés phénoliques, en ce qui concerne ITVFrance
- * le dosage des polysaccharides, des polychloroanisoles, de l'ochratoxine A, de l'histamine, en ce qui concerne Inter-Rhône

Au niveau d'ITVFrance, l'activité de mise au point méthodologique se poursuit, notamment sur le plan des composés volatils, avec le dosage des thiols variétaux (thèse en cours à l'INRA Montpellier), de la géosmine (molécule responsable d'un défaut aromatique de type *moisi-terreux*, thèse en cours à l'ENSIA Massy) et des pyrazines. Pour ces derniers composés, un transfert méthodologique avec un laboratoire de l'Institut National Polytechnique de Toulouse devrait bientôt donner lieu à un deuxième partenariat conventionné avec ITVFrance, et mettre ainsi en place un pôle de capacité analytique au service des vignobles du Sud-Ouest.

Bien souvent, l'analyse fine requiert des moyens et des modes opératoires lourds, coûteux et longs à mettre en œuvre, ce qui rend délicate l'utilisation des critères analytiques ainsi obtenus comme outils d'aide à la décision (notamment dans le cadre de l'œnologie raisonnée). Pour pallier cet inconvénient, des techniques rapides se développent depuis peu. Elles font notamment appel à la spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF).

Les méthodes fondées sur l'IRTF permettent d'accéder à plusieurs paramètres en quelques secondes (elles sont multiparamétriques). Elles nécessitent un étalonnage statistique avec un grand nombre d'échantillons réels analysés par des méthodes de référence. Une fois calibrées, elles s'avèrent performantes pour déterminer des critères classiques (AT, pH, sucres, alcool...) ou plus fins (polyphénols, arômes). En particulier, ITVFrance a développé une méthode d'analyse des précurseurs d'arômes glycosylés par IRTF.

L'IRTF permet également de réaliser une évaluation rapide de la qualité de la vendange, connaissance déterminante pour la sélection des apports en cave coopérative par exemple. Cette thématique est étudiée dans le cadre d'un projet européen CRAFT avec des partenaires industriels (QUANALVI). Avant analyse par IRTF, les raisins doivent subir une préparation qui a fait l'objet d'un gros travail de mise au point par ITVFrance, cette année.

Enfin, l'étude de la maturité phénolique des raisins par la *méthode Standard ITVFrance* en est à sa troisième année d'essai en réseau. L'examen des résultats acquis jusqu'à présent devrait permettre d'orienter les investigations futures dans cette thématique, afin d'aboutir à un outil de prédiction du potentiel phénolique des vins (couleur, tanins).

BENOIT LABARBE
Responsable axe stratégique
ITV France - Unité de Villefranche sur Saône

VOS CONTACTS

MISE AU POINT DE MÉTHODES DE SUIVI DES COMPOSÉS AROMATIQUES DES RAISINS ET DES VINS

R. GUÉRIN-SCHNEIDER, ITV France - Unité de Montpellier - UMR-SPO-INRA, *Chef de projet*

collaboration

F. CHARRIER, ITV France - Unité de Nantes-Vertou

F. DAVAUX, Th. DUFOURCQ, ITV France - Unité de Gaillac

C. PROUTEAU, Ensiacet, Laboratoire INPACT/CRAO - Toulouse

APPLICATIONS DE LA DÉTERMINATION DU POTENTIEL PHÉNOLIQUE - RÉSULTATS D'ESSAIS

B. LABARBE, ITV France - Unité de Villefranche sur Saône, *Chef de projet*

collaboration

Ph. COTTEREAU, ITV France - Unité de Nîmes-Rodilhan

F. DAVAUX, F. DIAS, J.L. FAVAREL, ITV France - Unité de Gaillac

J. MARSAULT, ITV France - Unité d'Angers-Beaucouzé

E. VINSONNEAU, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort

J. BÉGUIN, ITV France - Unité de Tours

L. CAYLA, ITV France - Antenne de Vidauban

J.M. JARLOT, ITV France - Unité de Narbonne-Pech-Rouge

MISE AU POINT D'UN AUTOMATE DE PRÉPARATION D'ÉCHANTILLONS AVANT ANALYSE IRTF-UV-VIS DE LA VENDANGE (PROJET QUANALVI)

F. DAVAUX, ITV France - Unité de Gaillac, *Chef de projet*

collaboration

F. DIAS, ITV France - Unité de Gaillac

Ch. ALARY, Bayelec Automation

JP. LEBOEUF, Cetim

MISE AU POINT DE METHODES DE SUIVI DES COMPOSES AROMA- TIQUES DES RAISINS ET DES VINS

Contexte

Les nombreuses études réalisées depuis une quinzaine d'années sur la composante aromatique des raisins et des vins ont permis d'accumuler de nombreuses connaissances concernant à la fois la composition aromatique des raisins et des vins et les effets des techniques culturales et œnologiques sur son expression. Cependant la grande variabilité de composition aromatique selon le cépage considéré, ainsi que le nombre important de facteurs viti-vinicoles susceptibles de la faire varier, font que les éléments de réponse apportés par les études fondamentales restent souvent fragmentaires et ne permettent pas aux professionnels d'appréhender pleinement la composante aromatique dans une optique de production intégrée. C'est pourquoi il est nécessaire de rendre accessible au plus grand nombre des techniques analytiques permettant d'estimer certains composants aromatiques.

Ces techniques, développées en premier lieu dans les laboratoires de recherche, sont difficilement transférables en l'état à des laboratoires œnologiques de terrain. Ainsi, ITV-France, a entrepris, à l'aide d'un partenariat renforcé avec l'INRA de Montpellier, ainsi que des collaborations plus ponctuelles avec d'autres organismes (Faculté d'œnologie de Bordeaux, ENSIACET de Toulouse), de mettre au point des méthodes de suivis des composés aromatiques simplifiées, adaptées à ses propres expérimentations, mais également transférables dans des laboratoires de terrain.

Contenu de l'étude

Vu le nombre important de composés contribuant à l'arôme des vins, seules certaines cibles ont fait l'objet d'un développement analytique. Le choix s'est naturellement porté sur celles nécessaires au suivi d'expérimentations de l'ITV. Parmi elles, nous en

développerons deux qui constituent de bons exemples de la possibilité de transfert de la recherche vers les acteurs de terrains de la filière : le dosage de la 3-isobutyl-2-méthoxypyrazine et l'estimation du potentiel glycosylé des raisins par IRTF

Dosage de la 3-isobutyl-2-méthoxypyrazine

Cette molécule, responsable de l'odeur de poivron vert de certains vins de Cabernet, Sauvignon et Chenin, a un seuil de détection olfactive de l'ordre de 10 à 15 ng/L suivant le type de vin. Ce seuil très bas fait que cette molécule, même à des concentrations faibles, peut déprécier la qualité du vin.

Ces faibles teneurs rendent son analyse complexe. Les méthodes utilisées jusqu'à présent nécessitaient des extractions par solvant et des concentrations poussées, opération longues et coûteuses, peu automatisables. Le nombre d'échantillon analysé restait ainsi limité, et un transfert en l'état vers des laboratoires de terrains délicat. Ainsi, ITV-France en collaboration avec l'INRA de Montpellier et l'ENSIACET de Toulouse, a mis au point une méthode d'analyse plus rapide et automatisable, afin d'en permettre le transfert vers des laboratoires d'analyse plus proches du terrain.

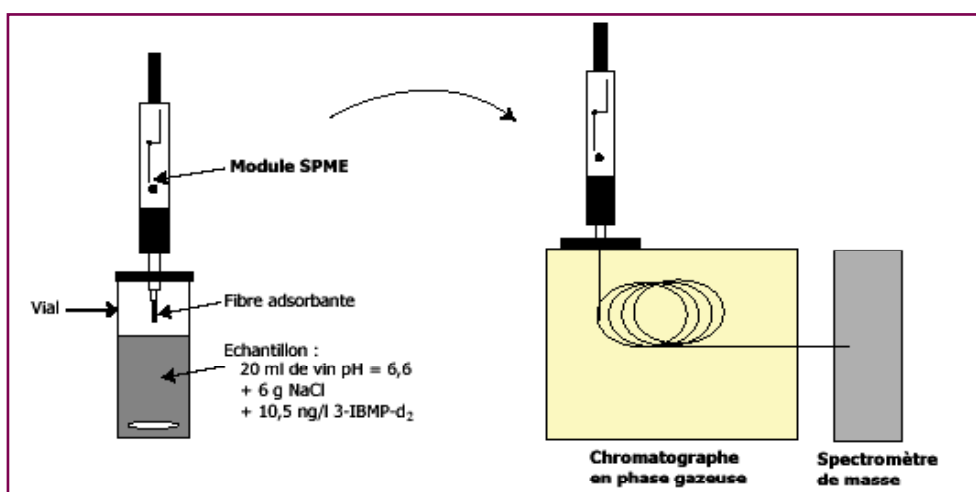
Cette méthode comporte une première étape d'extraction par SPME (Solid phase micro Extraction), technique basée sur une adsorption des composés sur un fibre recouverte d'un polymère adsorbant, et leur désorption directement dans les appareils d'analyses (chromatographes en phase gazeuse). L'optimisation des paramètres de cette étape, conjointement à l'optimisation des paramètres de cette étape, conjointement à l'utilisation d'une méthode de détection très performante (spectrométrie de masse en tandem) a permis d'atteindre la sensibilité et la répétabilité nécessaires

à son utilisation dans les moûts et les vins (limite de détection = 2 ng/L; répétabilité = 4%), en partant de faibles quantités d'échantillon (20 ml).

La seule limite à cette analyse est l'emploi d'un standard particulier, analogue marqué par des isotopes stables (3-IPMP deutérée d_2) qui permet d'obtenir la répétabilité et la justesse nécessaires à l'analyse de composés à l'état de traces (< au $\mu\text{g/L}$), comme la 3-isobutyl-2-méthoxy-pyrazine. Ce standard n'étant pas disponible dans le commerce, il

doit être synthétisé, ce qui limite le transfert de la méthodologie à des laboratoires suffisamment compétents en chimie analytique. Dans le cadre d'un partenariat avec l'INP de Toulouse, ce transfert a eu lieu, et l'analyse est désormais disponible pour les professionnels. Les résultats des dosages peuvent leur permettre d'adapter les techniques culturales et le mode de vinification afin de limiter l'impact négatif de cette molécule quant elle est présente en trop forte concentration.

Schéma de l'analyse de la 3-IPMP dans les moûts par SPME et chromatographie en Phase gazeuse, couplé à la spectrométrie de masse tandem



Estimation du potentiel aromatique glycosylé de la vendange par IRTF

Le potentiel aromatique glycosylé des raisins et des vins est constitué d'un ensemble de molécules, présentes dans les raisins à la récolte, et qui se retrouvent en grande partie dans les vins, qui au cours de l'élevage et du vieillissement, participent, pour de très nombreuses variétés de cuve, à la formation du bouquet des vins.

La maturité du raisin, le terroir, les conditions climatiques du millésime ainsi que certaines pratiques culturales (palissage, effeuillage) modifient la composition et la teneur totale de ce véritable réservoir d'arôme. Il en est de même de certaines pratiques œnologiques, et notamment la macération pelliculaire en vinification en blanc. La connaissance de ce potentiel peut donc être d'une grande aide pour le vigneron et le vinificateur afin d'orienter les pratiques culturales, d'optimiser la date de récolte ou d'orienter la vinification, en vue de l'obten-

tion de vins à potentiel aromatique de garde plus élevé.

Les techniques d'analyse de ces précurseurs d'arômes sont pour le moment réservées aux laboratoires de recherche. En effet elles nécessitent des techniques d'extraction, de préparation des extraits et d'analyse, à la fois longues et coûteuses, et qui réclament des compétences et appareillages particuliers. Vu l'intérêt, et la fréquence de leur contribution au bouquet des vins, il est apparu indispensable de mettre à la disposition d'un plus grand nombre d'acteurs de la filière, une analyse plus rapide de ce potentiel glycosydique. Parmi les méthodes d'évaluation globale (test à la vanilline, G-G), aucune ne semblaient donner entière satisfaction. C'est pourquoi, ITV-France, en partenariat avec l'INRA de Montpellier, a mis au point une nouvelle approche analytique, basée sur l'IRTF, dont l'utilisation se développe de plus en plus en œnologie.

Cette méthodologie, comme la plupart des dosages en IRTF, se base des corrélations statistiques obtenues sur une collection d'échantillons, entre les signaux IRTF acquis sur l'échantillon et les données quantitatives issus de son dosage par la méthode de référence (chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse, réalisée sur des extraits glycosidiques hydrolysés). Une fois les modèles statistiques construits et validés, et moyennant une actualisation régulière des banques de données, l'analyse se fait en utilisant uniquement un appareil IRTF, qui donne une réponse en l'espace de 2 à 3 minutes.

La faisabilité d'une telle approche a été étudié dans le cas de raisins de Melon B. (vignoble du Muscadet). Une trentaine d'échantillons provenant de différentes parcelles réparties dans le vignoble et/ou récoltés à différent degré de maturité ont été recueillis au cours des millésimes 2001 et 2002. Sur chacun de ces échantillons de rai-

sins, l'extraction des précurseurs glycosylés a été réalisée. Par la suite, l'analyse des précurseurs glycosylés contenus dans ces extraits ainsi que les signaux IRTF qu'ils fournissent ont été collectés. Les deux types de données ont ainsi pu être corrélées statistiquement et ont permis la construction de modèles prédictifs pour les grandes familles chimiques de précurseurs d'arôme. Pour les deux familles les plus importantes quantitativement et qualitativement (terpènes et norisoprénoides), les modèles de prédiction donnent des réponses tout à fait satisfaisantes (tableau 1). Les données calculées d'après le modèle sont similaires à celles issues de la méthode de référence, comme le montre la qualité de l'ajustement (R^2) et, la précision de prédiction est du même ordre de grandeur que celle de la méthode de référence. Pour les autres familles, la prédiction est moins bonne, même si elle reste satisfaisante pour les phénols volatils glycosylés.

Tableau 1 : Performances des modèles prédictifs construits sur Melon B

	R ² (%)	Incertitude de calibration (%)	Incertitude de prédiction (%)
Alcools	87	32	36
Acides	11	-	-
Composés en C6	86	22	28
C ₁₃ -norisoprénoides	94	10	14
Phénols	75	19	22
Monoterpènes	90	13	15

Il paraît donc que cette technique d'évaluation du potentiel glycosylé par IRTF soit pertinente. Elle permet, une fois les banques de données et les corrélations établies, de réaliser le dosage d'un plus grand nombre d'échantillons (environ 10 en 2 jours), en n'utilisant un appareil de mesure, l'IRTF, en tout point semblable à ceux employés dans les laboratoires œnologiques qui en sont équipés.

L'étape limitante reste l'extraction des glycosides, nécessaire vu leur faible concentration dans les moûts et les vins (de l'ordre du mg/L). Elle est cependant automatisable avec des appareils déjà disponibles sur le marché. Il faut par ailleurs garder à l'esprit que la constitution d'une banque de don-

nées comportant pour chaque échantillon de calibration, à la fois les spectres IRTF et les résultats quantitatifs issus de la méthode de référence, reste nécessaire. Des premières études semblent montrer que les modèles prédictifs ainsi construits sont spécifiques de chaque cépage, certainement en raison des proportions entre précurseurs glycosidiques différentes d'un cépage à l'autre.

Le développement de tels modèles sur de nombreux cépages, fournissant une estimation rapide du potentiel aromatique glycosylé du raisin et du vin, utile à la fois au producteur, à l'expérimentateur et au négociant, devrait permettre de pallier un manque en la matière.

Conclusion et perspectives

Le suivi de composés aromatique des raisins et des vins est un des paramètres important de la qualité qui reste peu accessible aux acteurs de la filière viti-vinicole. Cependant avec la simplification des techniques analytiques et l'augmentation, à coûts constants, des performances des appareillages, il est envisageable désormais de transférer certaines analyses vers des laboratoires de terrain, afin que certains paramètres de la qualité aromatique soient disponibles plus facilement. Les deux techniques présentées en sont un exemple probant.

Des travaux sont en cours afin d'étendre, notamment dans le cas des glycosides, le champs d'application pour le moment restreint, à d'autres cépages blancs, et à des cépages rouges, pour lesquels les bandes d'absorption dans l'infra-rouge des polyphénols, et notamment des anthocyanes, présents dans ces variétés à des teneurs très élevées, pourraient interférer avec celles des glycosides considérés dans les corrélations et rendre ainsi difficile la constitution de modèles prédictifs analogues à ceux obtenus avec le Melon B.

APPLICATION DE LA DETERMINATION DU POTENTIEL PHENOLIQUE

RESULTATS D'ESSAIS

Contexte

La méthode ITVFrance est un outil d'estimation de la richesse en composés phénoliques de la vendange rouge, validé sur le plan méthodologique et simple à mettre en œuvre (cf. CRAP 2001-2002). Comment utiliser la valeur *du potentiel en anthocyanes* pour adapter la vinification ? Pour entamer le travail qui répondra à cette question, il convient d'examiner s'il est possible d'ajuster un modèle de prédiction de la couleur du vin à partir du potentiel phénolique d'une part, d'évaluer le poids des facteurs *situation, cépage* et *millésime* d'autre part.

A cet effet, un essai en réseau a été initié en 2001. Il met en jeu six Unités ITV qui expérimentent selon un protocole commun sur un cépage Cabernet et des cépages régionaux. Pendant trois années et pour chaque site expérimental, quatre dates de récolte échelonnées sont positionnées à sept jours d'intervalle de manière à encadrer la période de maturité des raisins. Chaque lot récolté est vinifié et analysé selon un protocole rigoureusement identique. Les premiers résultats de l'étude sont présentés ici. Ils sont complétés par d'autres données issues d'expérimentations ITVFrance qui entrent dans le champ de la détermination du potentiel phénolique.

Facteurs *cépage* et *situation*

Avant toute étape de modélisation, un examen des données est nécessaire. Les variables explicatives retenues sur raisin sont la richesse en sucres ou degré probable, l'acidité totale, le pH et le potentiel en anthocyanes. La variable à expliquer est l'intensité colorante au stade FFML, qui a été retenue ici au bénéfice du nombre de mesures disponibles. La dispersion des observations sur raisin au point récolte se fait selon deux directions principales, visibles en ACP (Figure 1) :

- le 1^{er} axe oppose l'acidité totale au pH et au degré probable, il s'agit donc d'un axe de maturité technologique (rapport S/A)
- le 2^e axe est dirigé par la variable potentiel en anthocyanes

Il est bon de noter que ces deux premiers axes sont toujours présents lorsque l'on étudie des analyses de maturité de la vendange rouge. Outre la dimension explicative du positionnement sur ces axes des niveaux des différents facteurs, leur éloignement du barycentre traduit leur poids dans la dispersion des données. Ainsi, la Figure 1 montre que le facteur *millésime* est moins important que les facteurs *cépage* et surtout *situation*. Par la suite, les données issues de millésimes différents seront regroupées.

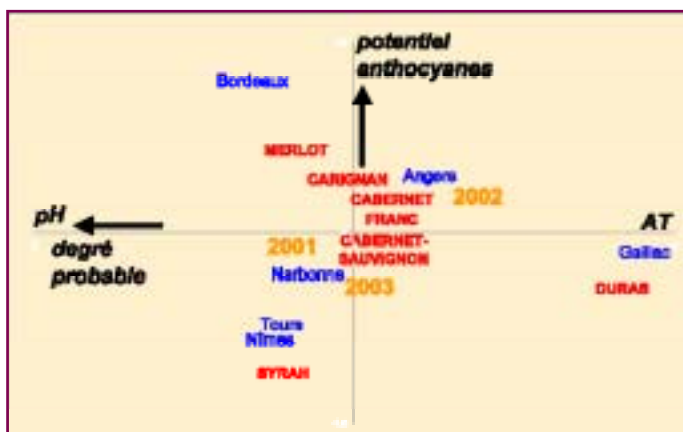


Figure 1 : analyse en composantes principales des données sur raisin de l'essai maturité phénolique ITV France 2001-2003

Prédiction quantitative de la couleur

L'intensité colorante du vin au stade fin FML est généralement corrélée positivement au potentiel anthocyanique du raisin. Ceci est vérifié sur les données prises dans leur ensemble et la dans la plupart des cas (*millésime x cépage x situation*). Cependant, l'ajustement médiocre du nuage de points à un modèle linéaire rend toute prédiction difficile ($R^2=0.12$). Afin d'utiliser au mieux les données disponibles dans l'essai, le potentiel anthocyanique est complété par les variables du potentiel technologique. L'intensité colorante fin FML du vin résultant est alors ajustée par un modèle de

régression PLS. La qualité de l'ajustement est estimée par l'erreur de prédiction (RMS, *Root Mean Square error*) déterminée par validation croisée lorsque chaque observation est prédite selon le modèle élaboré à partir de toutes les autres (méthode dite *Leave One Out*). Si toutes les données de l'essai sont utilisées pour bâtir le modèle, l'erreur la plus faible est de 31% (exprimée en coefficient de variation, RMS%). Afin d'améliorer la qualité de la prédiction, il est indispensable de contrôler les facteurs *cépage* et *situation*, ce qui permet d'obtenir des résultats corrects dans l'ensemble, voire assez bons, bien qu'une forte variabilité existe (Tableau 1).

Tableau 1 : Modélisation par régression PLS de l'Intensité Colorante sur vin en fin FML, à partir des paramètres analytiques de la vendange (essai ITV France 2001-2003 - maturité phénolique)

Situation	Cépage	FFML	RMS (LOO - CV)	
		IC moy	IC	% IC moy
Narbonne	Cabernet Sauvignon Carignan	5.9	0.9	15%
		9.6	2.2	23%
Nîmes	Cabernet Sauvignon Syrah	14.3	2.9	20%
		10.8	1.0	9%
Blanquefort	Cabernet Sauvignon Merlot	11.0	0.7	6%
		12.2	0.7	6%
Tours	Cabernet Franc	8.2	0.4	5%
Angers	Cabernet Franc	10.3	1.9	18%
Gaillac	Cabernet Sauvignon Duras	6.4	2.4	38%
		11.9	3.0	25%

Le choix du stade pour l'intensité colorante ne semble pas déterminant dans la mesure où les intensités colorantes à différents stades précoces sont très corrélées entre elles. Ainsi, la RMS% de prédiction de l'intensité colorante du vin fin FML est identique à celle obtenue pour le stade fin FA, soit 17% (données de Nîmes uniquement). De plus, sur ces mêmes données, la prise en compte des *anthocyanes facilement extractibles* et de la *durée de macération*, comme variables explicatives complémentaires, ne diminue pas l'erreur de prédiction. Toutefois, ces paramètres présenteraient un intérêt pour prévoir les cinétiques précoces de macération, notamment en vinification en rosé. En revanche, l'introduction de variables explicatives pertinentes sur raisin comme

les acides tartrique et malique, le potassium, l'azote ammoniacal, l'IPT et le poids des baies améliore la prédiction sur vin fin FML: de 22 à 14% pour l'IC, de 12 à 7% pour la teinte (*Observatoire du Gamay*, ITV Villefranche s/S, réseau de 15 parcelles, 2001-2002). Enfin, il est possible de modéliser à partir du raisin, par la méthode PLS, des paramètres sur vin autres que la couleur, comme l'acidité par exemple.

Rapprochement qualitatif à un millésime

Si l'on peut, chaque année au moyen d'un réseau de parcelles monocépages, acquérir des données de suivi maturation (donc, de points *récolte*), il est possible d'élaborer

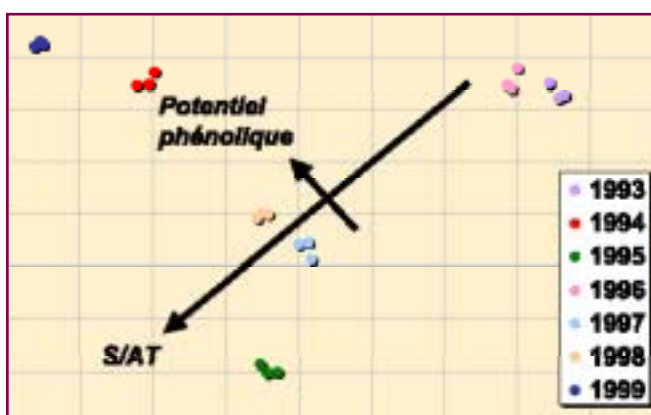
également des modèles qualitatifs qui peuvent s'avérer plus performants que certains modèles quantitatifs ajustés sur les mêmes données. D'autre part, il n'est pas utile de vinifier les parcelles du réseau afin d'acquies des données car la variable à expliquer est le *millésime* et non un paramètre sur vin comme la couleur.

Ainsi, sur un jeu de données (essai *maturation du Gamay*, ITV Villefranche s/S, 3 parcelles, 1993-1999), le modèle PLS quantita-

tif (prédiction de l'IC fin FML) donne une RMS=11% avec 4 variables explicatives (AT, pH, degré, potentiel en anthocyanes) qui ne s'améliore pas lorsque l'on rajoute le potentiel acide, l'IPT, le poids des baies et l'azote ammoniacal.

En revanche, le modèle AFD qualitatif (prédiction de l'appartenance à un millésime connu, Figure 2), donne respectivement des taux d'erreur de 24% pour 4 variables et de 0% pour l'ensemble des variables.

Figure 2 : Analyse Factorielle Discriminante des données sur raisin au point récolte de l'essai - maturation du Gamay (ITV France Villefranche/Saône - 1993-1999)



Le rapprochement à un millésime connu s'avère très intéressant puisque l'on peut tirer profit de toutes les particularités connues de celui-ci pour conseiller le professionnel sur l'itinéraire technique à adopter en fonction de sa matière première (et pas seulement d'un paramètre comme la couleur).

Perspectives

En l'état actuel de nos connaissances, il est impossible de développer des modèles déterministes de prédiction de la couleur sur vin à partir de paramètres sur raisin. La voie statistique s'impose donc pour l'instant. Qu'elle soit quantitative ou qualitative, elle peut donner de très bons résultats à condition de se donner les moyens de l'étalonner correctement au niveau de chaque vignoble, à savoir :

- disposer d'un réseau de parcelles, par cépage, couvrant l'ensemble de la région viticole
- réaliser chaque campagne des suivis de maturité technologique et phénolique, selon des protocoles d'échan-

tillonnage et d'analyses identiques d'une année sur l'autre

- multiplier les paramètres explicatifs pertinents sur raisin (en tirant profit par exemple des appareillages IRTF et/ou UV-VIS qui fournissent une information très complète sur la composition physico-chimique de l'échantillon)
- acquies des données analytiques et sensorielles sur les vins produits dans le vignoble selon différents itinéraires
- le cas échéant, vinifier les parcelles du réseau selon un itinéraire standardisé, identique d'une année sur l'autre

En effet, les modèles nécessitent beaucoup de données pour être étalonnés puis validés avant d'être opérationnels comme outils d'aide à la décision ou pour le conseil. Il faut donc accumuler des données *intelligemment* sans tarder. En 2004, c'est ce que va initier ITVFrance dans plusieurs vignobles.

MISE AU POINT D'UN AUTOMATE DE PRÉPARATION D'ÉCHANTILLON AVANT ANALYSE IRTF-UV-VIS DE LA VENDANGE (PROJET QUANALVI)

Contexte

L'appréciation de la qualité de la vendange est un enjeu majeur pour le technologue qui doit raisonner et adapter l'itinéraire technique le plus approprié pour la vinification. En particulier, les responsables techniques des caves coopératives sont confrontés au problème de la sélection qualitative des apports de vendange. Outre le suivi parcellaire de maturité et la notation visuelle sur le terrain et à la cave, très peu de critères analytiques sont applicables, principalement à cause de la rapidité avec laquelle le résultat doit être obtenu au moment de l'apport. La disponibilité récente en œnologie d'outils analytiques rapides et performants tels que les analyseurs IRTF (spectromètres infrarouges à transformée de Fourier) rend possible l'utilisation de paramètres analytiques variés compatibles avec une prise de décision rapide.

Dans cette optique, des PME (CETIM, BAYELEC, caves coopératives) ont fait appel à des partenaires de recherche (dont ITVFrance) pour développer un automate d'analyse de l'échantillon adapté à l'évaluation qualitative rapide de la vendange, dans un contexte d'apport en quai de réception. Ce développement a lieu dans le cadre d'un projet européen CRAFT qui s'intitule *Qualitative ANALysis of grape Vintage using Fourier transformed infrared, ultra violet and visible spectrometry* (QUANALVI).

Le défi technique à relever consiste à réaliser un prélèvement représentatif d'un apport de vendange, à extraire son potentiel qualitatif (potentiels sucre, acide et polyphénolique), à l'analyser au moyen d'un instrument IRTF-UV-VIS et à exploiter les résultats sous forme d'indice(s) qualitatif(s) qui fonderont la décision finale du classement de l'apport...tout ceci en moins de cinq minutes !

L'état des travaux sur les différents modules de l'appareillage est présenté ici.

L'échantillonnage

Le module de prélèvement des échantillons doit répondre à trois objectifs :

- permettre un échantillonnage représentatif de l'apport global de la vendange
- sur une vendange mécanique, obtenir un échantillon homogène équilibré entre jus et matières solides (pellicules et pépins)
- être également adapté aux vendanges manuelles

Il existe à ce jour deux systèmes de prélèvement utilisés dans les caves coopératives : la carotteuse et le système d'aspirateur.

Le prélèvement par carottage est généralement commandé par un opérateur placé dans une tour de réception. Ce système facilite l'échantillonnage aléatoire dans la benne mais laisse s'écouler du jus alors que les grains sont prélevés.

Le prélèvement par aspiration se compose d'un aspirateur industriel relié à une perche de prélèvement dépourvue de crépine à son extrémité. Ce système permet une bonne aspiration des jus et des baies, qui facilite grandement l'extraction de la matière colorante, réalisée par un appareillage dédié.

Ce système présente cependant deux inconvénients :

- il est difficilement automatisable
- l'échantillonnage dans la benne n'est pas toujours réalisé de façon totalement aléatoire. En effet, l'opérateur positionné en un point donné, ne peut pas atteindre facilement toute la surface de la benne

La solution technique qui sera finalement retenue dans le projet est encore en cours d'étude. Elle devrait concilier les avantages

des deux systèmes en limitant les principaux inconvénients de chacun d'eux. Les systèmes automatiques de bras articulés déjà présents dans les caves seront utilisés et équipés par le nouveau module de carottage (Photo).



Les systèmes actuels de carotteuses automatiques munies de vis ne permettent pas de réaliser un prélèvement respectant le rapport moût/parties solides de la vendange

L'extraction

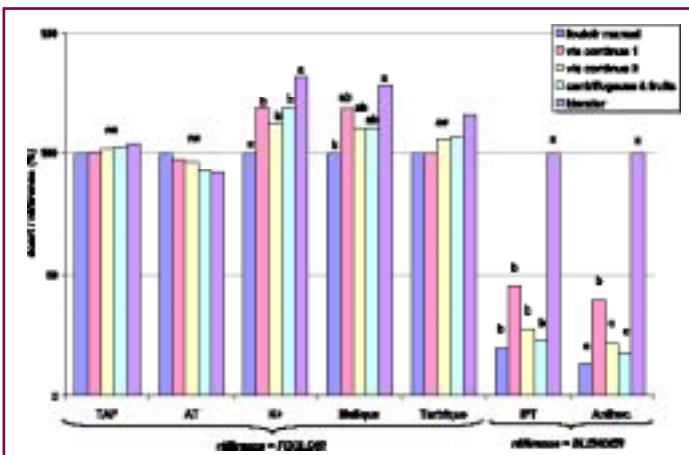
Les différents analytes de la vendange peuvent être classés en deux catégories, en fonction de leur compartimentation dans la baie. Ainsi, les composés du potentiel technologique (sucres, acides) sont présents dans la pulpe alors que ceux du potentiel phénolique (anthocyanes, tanins) sont concentrés dans la pellicule. Si un simple foulage des baies est suffisant pour les premiers, une extraction plus poussée s'impose

pour les seconds (par exemple au *Blender* ou mixeur), d'autant que l'extrait doit être obtenu très rapidement. Les conditions nécessaires pour atteindre ces objectifs paraissent contradictoires : il faut donc rechercher un compromis.

Différents systèmes d'extraction ont été testés au laboratoire sur des échantillons homogènes de vendange à maturité :

- le fouloir (dans sa configuration manuelle pour les essais au laboratoire)
- l'hélice de broyage (*Blender* ou mixeur)
- la centrifugeuse à fruits
- un presseur continu à vis de pas constant (vis 1)
- un presseur continu à vis de pas variable (vis 2)

Les paramètres analysés participent des potentiels technologique et polyphénolique. Différentes analyses sont réalisées, après centrifugation des jus extraits (Figure). Le *Blender* est optimal pour l'extraction du potentiel phénolique mais il extrait trop d'acide malique et de potassium. Toutefois l'acidité totale extraite ne diffère pas significativement du foulage manuel. Le presseur continu disposant d'une vis à pas constant extrait le plus de couleur tout en ne modifiant pas trop les paramètres de sucre et d'acidité. Quel que soit le mode d'extraction utilisé, les turbidités des jus sont élevées (> 1000 NTU). Seule la modalité *foulage manuel* présente une turbidité significativement plus faible (- 30%), due à l'absence de trituration des raisins. La valeur de la turbidité du jus de raisin nécessite cependant une clarification par filtration pour une utilisation en spectrométrie IRTF et UV-Visible.



Comparaison de plusieurs systèmes d'extraction des potentiels technologique et phénolique de la vendange avant analyse IRTF

La clarification

L'étape de clarification représente le point d'achoppement le plus important du projet, bien avant l'extraction et l'échantillonnage. En effet, si la mesure IRTF peut se satisfaire d'un échantillon moyennement clarifié, l'enregistrement du spectre UV-Visible nécessite une clarification poussée (1 μ m dans l'idéal, 5 μ m dans le cahier des charges). Plusieurs solutions ont été étudiées sur le plan de la faisabilité technico-économique afin d'obtenir 20ml de jus clair dans le temps minimum (moins de 1mn) :

- centrifugation discontinue ou continue
- filtration frontale sur cartouches ou filtres avec ou sans adjuvant
- filtration tangentielle

La première difficulté tient à la forte viscosité des jus à filtrer. Une autre difficulté réside dans la très forte hétérogénéité des extraits. Ceux-ci ont un pouvoir colmatant plus ou moins élevé à cause de la présence de colloïdes qui jouent également le rôle d'adjuvants de filtration : c'est notamment le cas des vendanges botrytisées. Il est donc important de maîtriser la reproductibilité de la clarification tant au niveau de la turbidité atteinte que de la perte de couleur que peut occasionner cette étape. Une des alternatives qui donne de bons résultats (plus de 20ml de turbidité <100 NTU en moins de 1mn) est en cours de perfectionnement avant l'étape de validation finale en 2004.

L'analyse et son exploitation

L'instrument de mesure (CETIM *Multispec*) fournit le spectre UV-Visible-Moyen IR de l'échantillon clarifié. A partir de ce spectre sont prédits les différents paramètres de la vendange, y compris le potentiel phénolique. Des modèles d'étalonnage quantitatif reliant réponse de l'instrument et analyses de référence sont déjà intégrés au logiciel de pilotage du *Multispec*. Le projet QUANALVI est l'occasion de compléter les bases existantes par de nouveaux étalons issus de cépages distincts et de régions viticoles d'Europe différentes (Sud-Ouest de la France, Espagne, Italie et Hongrie). Egalement, de nouveaux algorithmes de modélisation sont testés afin d'améliorer la qualité de la prédiction (régression PLS couplée à un

réseau de neurones par exemple). La synthèse des paramètres obtenus sous forme d'indices qualitatifs permettant de trier les apports en trois ou quatre classes n'est pas chose facile. En effet, la qualité de la vendange ne peut se résumer en une fonction mathématique simple des analytes. D'autre part, la traduction d'un spectre complexe en un nombre fini de paramètres constitue une perte d'information. La modélisation qualitative (analyse discriminante) permet de prendre en compte toute l'information contenue dans le spectre et de prédire l'appartenance à une classe donnée, sans étape intermédiaire. L'élaboration de tels modèles fait intervenir l'expertise humaine pour attribuer une note de qualité aux échantillons servant à l'étalonnage. Afin de prendre en compte les facteurs *situation*, *millésime* et *cépage*, de tels modèles pourraient être étalonnés chaque année, pour chaque cave et chaque cépage, à partir des prélèvements de suivi maturation des parcelles des coopérateurs. De tels suivis sont en outre généralisés par les caves actuellement.

Perspectives

Le développement d'un appareil de mesure de la qualité de la vendange permettra de conforter la démarche œnologique raisonnée. En effet, en contribuant à une meilleure connaissance du potentiel qualitatif de la vendange, il fournira des critères pour adapter les itinéraires de transformation et optimiser la qualité des produits. Le système étant modulaire, il sera possible d'utiliser indépendamment les fonctions d'échantillonnage, d'extraction, de clarification et d'analyse. Ainsi, le produit développé pourra être utilisé, en partie ou dans son ensemble, au niveau des caves coopératives bien sûr, mais également des caves particulières, des laboratoires œnologiques et des centres de recherche.

Communications

Davaux Fr., Dias Fl., Favarel J.-L. 2003. L'échantillonnage adapté pour l'analyse IRTF. *Euroviti, 14^e colloque viticole et œnologique*, Montpellier, 26-27 novembre 2003, pp 155-160.

Davaux Fr. 2004. Mesures du potentiel en couleur de la vendange. Pas facile de bien échantillonner. *Réussir Vigne*, n°93, pp 44-45.

ENVIRONNEMENT



Axe stratégique
n° 14

PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT DANS LE VIGNOBLE

- Gestion, Protection et Valorisation des paysages viticoles
- Caractérisation des effluents de pulvérisation et leur réduction à la source
- Gestion des déchets générés par la filière viti-vinicole en Champagne



ECOVITI

En préambule

Les démarches de viticulture raisonnée ou intégrée sont réfléchies depuis de nombreuses années. Avec tour à tour la parution du référentiel Production Intégrée de l'ITV en 2000 puis les référentiels régionaux le déclinant, l'objectif était de passer du concept aux pratiques sur le terrain.

Cependant, au vignoble, la mise en œuvre à grande échelle tarde à se mettre en place pour plusieurs raisons :

- * les objectifs sont clairement définis élément par élément mais les modalités pratiques pour atteindre ces objectifs sont dans certains cas mal identifiés ou peu expliqués. Une mise à disposition d'outils pratiques s'impose désormais rapidement. Le développement de la mise en œuvre du rinçage à la parcelle constitue un exemple (outils d'aide à la mise en place)
- * certains éléments des référentiels constituent de réelles impasses techniques. Dans ce cas de figure, il est urgent pour la crédibilité de la démarche de donner des solutions pratiques aux viticulteurs. La gestion des rejets solides ou liquides de l'activité de production viticole est dans ce cas de figure

Les travaux de l'équipe ECOVITI visent précisément à développer des solutions pragmatiques aux freins du développement de la viticulture raisonnée. Par ailleurs, ces travaux anticipent sur le renforcement à venir de la pression réglementaire.

Un des axes majeurs de nos activités porte sur la gestion des reliquats de pulvérisation. Sur ce thème, le projet Ecopulvi améliore les connaissances sur la caractérisation des effluents et sur la réduction à la source de la concentration et des volumes d'effluents en intervenant sur l'adaptation du pulvérisateur et la mise en œuvre des bonnes pratiques phytosanitaires.

Compte tenu de l'obligation réglementaire imminente de traiter les reliquats de pulvérisation (parution d'un arrêté envisagé avant la fin de l'année 2004), les travaux du projet ZERO Déchet ont porté cette année sur l'acquisition de références techniques, économiques et pratiques sur les systèmes de traitement des effluents existants à ce jour.

Enfin, les démarches de production intégrée proposant une approche globale de l'exploitation dans son environnement, un document de communication (film) a été créé cette année afin de développer les enjeux environnementaux, sociétaux et économiques liés à la gestion et à la valorisation des paysages viticoles.

*JEAN-LUC DEMARS
Responsable axe stratégique
ITV France - Unité d'Epernay*

VOS CONTACTS

GESTION, PROTECTION ET VALORISATION DES PAYSAGES VITICOLES

A. LASNIER, ITV France - Unité d'Epernay, *Chef de projet*

collaboration

J. ROCHARD, ITV France - Unité d'Epernay
GROUPE NATIONAL «ECOPULVI»

CARACTÉRISATION DES EFFLUENTS DE PULVÉRISATION ET LEUR RÉDUCTION À LA SOURCE

JL. DEMARS, ITV France - Unité d'Epernay, *Chef de projet*

collaboration

GROUPE DE TRAVAIL NATIONAL «ECOPULVI»
ONIVINS - CPER PHYTO (RÉGION CHAMPAGNE-ARDENNES)

GESTION DES DÉCHETS GÉNÉRÉS PAR LA FILIÈRE VITI-VINICOLE EN CHAMPAGNE - Z.E.R.O. DÉCHET

J.L. DEMARS, ITV France - Unité d'Epernay, *Chef de projet*

collaboration

CIVC - CPER PHYTO (RÉGION CHAMPAGNE-ARDENNES) - SRPV CHAMPAGNE-ARDENNES - MAPAAR -
INRA - CRITT VERSEAU - ITV FRANCE - UNITÉ DE BORDEAUX

GESTION, PROTECTION ET VALORISATION DES PAYSAGES VITICOLES

Contexte

Les travaux du projet «Paysages Viticoles» ont été orientés en 2003 vers une phase plus technique d'aide aux actions de protection, de gestion et de valorisation des paysages viticoles.

Les objectifs poursuivis sont de :

- continuer la capitalisation d'outil de sensibilisation à cette thématique
- acquérir des connaissances paysagères pratiques en se confrontant à une étude de cas (caractérisation et méthodologie paysagères appliquées à un village viticole)

Les paysages de vignobles

Le paysage est une relation entre des formes et la perception que nous avons de celles-ci. C'est ce rapport entre ces deux composantes qui le fait exister et qui lui confère toute sa pertinence et sa richesse en tant qu'approche territoriale :

- discipline transversale, il intègre les notions d'hydrologie, de géographie, d'histoire, de culture, de sociologie, d'économie... et ce tant à l'échelle d'une exploitation que d'un regroupement de communes
- fondement identitaire fort d'un territoire, il permet notamment de comprendre les différents regards que portent les personnes sur un paysage, de fédérer les acteurs de ce territoire et de susciter des démarches collectives

Un paysage viticole n'est qu'un paysage particulier, centré sur une activité culturelle forte.

Il est le développement, l'expression et la valorisation d'un cadre de vie, d'une identité locale, d'une culture commune, d'un travail des hommes et d'un attrait pour un lieu. Il fait transparaître la qualité d'un ter-

roir et le respect du milieu. C'est un capital social, culturel, touristique, économique et médiatique pour la filière viticole qu'il convient de prendre en compte dans les itinéraires techniques et lors de toute action territoriale.

Cela nécessite alors de créer des moyens de sensibilisation à cette thématique, d'identifier, de caractériser les paysages viticoles et de développer des méthodologies de projets paysage afin que les différentes démarches mises en œuvre puissent à terme intégrer ce thème des paysages et servir de base à différents projets de protection ou de valorisation du vignoble.

Sortie d'un document de sensibilisation sur l'intérêt des paysages de vignobles.

Un film développant les enjeux environnementaux, sociétaux et économiques liés à la gestion et à la valorisation des paysages viticoles a été créé par ITV France en 2003.

Le premier objectif est de sensibiliser la filière viticole (syndicats, techniciens chambres, groupes de développement, interprofessions et viticulteurs) à l'importance et au rôle des paysages en terme de gestion-valorisation-protection : notions de préservation de l'environnement, d'identité, de patrimoine, de multi-fonctionnalité et de valorisation économique.

Le second objectif est de démontrer le rôle déterminant des viticulteurs vis-à-vis du paysage, et que les pratiques culturelles ont aussi un impact esthétique et participent à l'image du vin auprès du consommateur. Aussi les viticulteurs doivent être impliqués dans la réflexion et la réalisation des projets collectifs d'aménagement paysagers des vignobles.

Ce film est un documentaire pédagogique et d'introduction aux paysages viticoles fran-

çais. Il décrit le spectacle du paysage, son authenticité et ses clés de connaissance. Il précise les différents regards qui sont portés sur le paysage selon ses usagers : l'esthète, l'initié et le viticulteur.

Les rôles et la valeur des paysages viticoles sont rappelés, à savoir un atout économique et social, et un élément de la valorisation de la filière. L'auteur insiste sur les actions des viticulteurs en termes de préservation, de gestion des paysages et de protection de l'environnement dont les répercussions ont un impact direct sur l'image des vins eux-mêmes. Le paysage : à déguster et à mémoriser avec un plaisir qui amplifie celui procuré par le vin.

Etude de ces pratiques sur une commune de la Marne

En complément de cet outil de sensibilisation, une méthodologie d'étude paysagère a été appliquée sur Reuil, village viticole de la vallée de la Marne. Les buts pratiques, de courts termes, de cette démarche étaient l'acquisition d'une méthodologie d'étude des paysages viticoles à l'échelle locale et l'acquisition de référence de valorisation des paysages viticoles pour le développement local. Les objectifs généraux, de plus long terme, sont de niveaux local et national : il est nécessaire de réfléchir à l'intégration de démarches et de chartes paysagères au sein de la profession et des collectivités territoriales par rapport à un enjeu touristique par exemple (niveau local). Mais il est également nécessaire d'y réfléchir au sein des institutions de la filière viticole, par rapport aux enjeux globaux de la consommation du vin, de la nécessité d'outils financiers et réglementaires ou du besoin de fédérer les différents partenaires viticoles.

La méthodologie générale d'un projet de paysage s'organise en trois principales phases :

- un diagnostic du paysage, validé par les élus et habitants
- la décision en concertation avec tous les acteurs des futures orientations et des futurs projets de territoire
- la mise en œuvre de ces derniers. Cette méthode repose sur un animateur du projet

La méthodologie mise en place pour Reuil, suit ces préceptes. Elle a été adaptée au contexte particulier de ce village et à la finalité de valorisation touristique du vignoble et du bourg. Un diagnostic paysager a été réalisé et les acteurs ont été consultés lors d'une journée organisée sur le terrain. Cette démarche, juste initiée, devra être poursuivie.

Désirant agir globalement et en cohérence sur ce territoire, sachant qu'il appartient aux vigneron, un projet de paysage, impliquant et responsabilisant les acteurs locaux est pertinent. La méthodologie suivie est appropriée à d'autres cas d'étude. La difficulté est d'adapter les préceptes généraux aux contextes et finalités des études.

Conclusions et Perspectives

L'utilisation de l'outil paysage viticole sur le territoire de Reuil nous a permis de conclure sur les éléments de reculs suivants : c'est un outil qui s'adapte au territoire, qui permet de le connaître objectivement mais également subjectivement, qui répond à différentes finalités et qui s'adapte à l'échelle territoriale. Il a permis de fédérer tous les acteurs de ce territoire.

Dans la continuité de ses actions paysagères, ITV France envisage d'élaborer un projet de gestion durable des territoires viticoles et de mettre à disposition des professionnels et des relais viticoles une «boîte à outil» de gestion durable du territoire viticole. Les objectifs sont de fournir à la filière viticole des moyens de formalisation et de réalisation d'une conduite de projet territorial, d'aider les viticulteurs à se positionner par rapport aux nouvelles problématiques territoriales (demandes environnementale, économique, sociale) et de recadrer les différentes échelles d'approche (régional, local, exploitation) dans une démarche cohérente.

La démarche intégrera la dimension multifonctionnelle du territoire viticole, elle valorisera les expérimentations et les retours d'expériences régionaux en s'appuyant sur l'expertise du groupe national «paysages viticoles».

Un document de synthèse traitant des méthodologies et des thématiques territoriales

durables (telles que ruissellement et érosion, biodiversité, paysages...) cohérentes aux différents niveaux (région, commune, exploitation) sera rédigé et illustré par des cas concrets.

Brochures et communication

ITV France, 2004. De la vigne aux paysages. Film, diffusion ITV France.

Lasnier A., 2003. Proposition d'une démarche d'étude des paysages viticoles. Cas de la commune de Reuil. Mémoire pour l'obtention du diplôme des Sciences Horticoles

Approfondies «Paysage et aménagement : méthodes et outils». INH, Angers. 39 p

Rochard J., Fourny N., Stevez L., 2003. Paysage et environnement : de nouveaux enjeux pour la filière. Colloque international Paysages de Vignes et de Vins. Patrimoine – Enjeux – Valorisation, Fontevraud 2, 3 et 4 juillet 2003. Ed Accentis. 313 p.

Rochard J., Stevez L., Fourny N., 2003. Les paysages viticoles de Champagne. In Revue des œnologues, n°107 S, avril 2003, p 61-63.

CARACTÉRISATION DES EFFLUENTS DE PULVÉRISATION ET LEUR RÉDUCTION À LA SOURCE

Dans le cadre de la viticulture intégrée, la prise en compte de l'environnement au niveau de la filière viticole justifie une gestion optimale de la manipulation des produits phytosanitaires. Avant de mettre en œuvre le traitement des reliquats, il est nécessaire de les réduire en volume et en concentration. Le programme ECOPULVI s'attache à acquérir des références pour atteindre cet objectif.

Contexte réglementaire

Plusieurs textes régissent la conception des pulvérisateurs. Les normes EN 907 et EN 1553 permettent de satisfaire aux exigences de la réglementation sur la sécurité de l'utilisateur. L'arrêté du 30 avril 2002 relatif au référentiel de l'agriculture raisonnée, aux points 41, 42 et 43, donne des exigences influençant la production des reliquats de pulvérisation.

Enfin, la norme EN 12761 propose des équipements permettant de limiter les risques vis à vis de l'environnement (comme toute norme, elle n'est pas obligatoire).

Le référentiel de l'agriculture raisonnée préconise la présence d'une cuve de rinçage (Cf. ci-après) et impose le diagnostic régulier de l'appareil avec mise en œuvre des réparations nécessaires.

Définitions

Afin de travailler sur des bases communes concernant la gestion des reliquats de pulvérisation, il est nécessaire de définir précisément la sémantique relative à ce sujet.

Lavage extérieur

Action de nettoyer l'extérieur du pulvérisateur.

Remarque : le terme « nettoyer » induit une action mécanique et / ou chimique.

Lavage intérieur

Action de nettoyer l'intérieur du pulvérisateur.

Remarque : le terme « nettoyer » induit une action mécanique et / ou chimique.

Le groupe ECOPULVI a décidé de ne plus utiliser le terme de rinçage qui correspond à une simple aspersion d'eau et non à un nettoyage du matériel.

Reliquat dans la cuve

Bouillie phytosanitaire restant dans la cuve du pulvérisateur quand le viticulteur décide de la fin du traitement.

Remarque : ce reliquat est caractérisé à la fois par son volume, par les substances qu'il contient et par leurs concentrations respectives.

Fond de cuve

Bouillie phytosanitaire restant dans la cuve du pulvérisateur à la fin du traitement qui, dans les conditions d'utilisation de l'appareil et pour des raisons techniques liées à sa conception, ne peut pas être pulvérisée. C'est la bouillie restant dans la cuve après désamorçage de la pompe. Le fond de cuve après désamorçage dépend de nombreux facteurs. En particulier, il présente une forte variabilité en fonction des conditions d'utilisation.

Eaux de lavage

Eaux issues du nettoyage de l'ensemble du pulvérisateur à poste fixe. Elles sont caractérisées à la fois par leur volume, par les substances qu'elles contiennent et par leur concentration respective.

Reliquat présent dans le circuit

Bouillie phytosanitaire restant dans le circuit de pulvérisation (distributeur, retour en cuve, pompe, tuyauterie, filtres...), hors

cuve(s) de bouillie à la fin du traitement. Il dépend directement de la conception du circuit de pulvérisation et des conditions d'utilisation de l'appareil.

A partir d'une première baisse de pression, le volume de bouillie présent dans le circuit de pulvérisation devient inférieur au volume du circuit de pulvérisation.

Désamorçage

Moment où la pompe de reprise de bouillie désamorce et où plus rien ne sort des rampes

Volume équivalent bouillie (Véq)

C'est une expression de la quantité de substance active phytosanitaire présente dans un effluent.

Caractérisation des eaux de lavage des pulvérisateurs

Quelques expérimentations menées par l'ITV (stations régionales Champagne et

Aquitaine) ont permis une première caractérisation des effluents de pulvérisation.

En pratique, le lavage extérieur du matériel est très variable en fréquence selon les viticulteurs. Certains le lavent après chaque traitement et d'autres seulement de une à quatre ou cinq fois au cours de la saison. Par contre, l'élimination des résidus à l'intérieur du pulvérisateur est une opération indispensable entre deux cycles d'application.

La composition des eaux de rinçage du pulvérisateur est inhérente aux produits utilisés lors du traitement phytosanitaire, des modalités du rinçage, du manipulateur et du matériel de pulvérisation. La charge en produits phytosanitaires pourra donc varier significativement d'un effluent à un autre.

Des tests réalisés dans le bordelais de 2001 à 2003 par la station régionale Aquitaine d'ITV France sur 19 appareils illustrent la dispersion des cas de figure (Cf tableau n°1).

Tableau 1 : évaluation des volumes d'effluent - ITV France

	Volume du fond de cuve	Reliquat de bouillie non utilisée	Volume d'eau de lavage intérieur		Volume d'eau de lavage extérieur
			Cuve	Circuit	
Valeur mini	0.2 litres	0.2 litres	9 litres	21.5 litres	11 litres
Valeur maxi	22.9 litres	41 litres	73.5 litres	94 litres	150.5 litres
Moyenne	≤ 5 litres pour la moitié des tests	-	Total : 50 à 100 litres		40 à 60 litres

Remarque : des essais menés sur trois pulvérisateurs champenois ont montré des volumes d'eau pour le lavage intérieur et extérieur proche en moyenne de 150 litres.

Le terme « fond de cuve » désigne le volume de bouillie qu'il reste dans la cuve du pulvérisateur lorsque la pompe de reprise de bouillie désamorce.

Le reliquat de bouillie non utilisé représente le surplus de bouillie préparé par le viticulteur pour se donner une marge de sécurité. Dans les conditions des essais, les viticulteurs ont le plus souvent réduit ce reliquat jusqu'au volume de fond de cuve.

Les écarts observés durant ces tests s'expliquent par l'incidence du type de matériel (longueur du circuit de distribution en particulier) et la pratique du viticulteur, qui a sa propre notion de la «propreté».

Par ailleurs, le volume d'eau utilisée varie également en fonction de la capacité de la bouillie à adhérer sur le matériel.

Ces résultats sont présentés à titre d'exemple. En effet, compte tenu de la diversité des matériels et des pratiques (technique, périodicité de lavage), ils ne peuvent être généralisés à l'ensemble des situations viticoles.

En connaissance des volumes d'effluents et de leurs concentrations respectives, nous pouvons évaluer les quantités de matières actives qui restent à éliminer. Afin de simplifier les résultats et d'en faciliter la lecture, nous avons transformé ces quantités en équivalent de volume de bouillie ainsi retrouvé dans les eaux de rinçage.

Sur l'ensemble des tests réalisés dans le bordelais, la variation de volume total d'équivalent bouillie est très grande. Ces volumes peuvent être faibles, quelques litres ou même moins d'un litre quand le reliquat de bouillie non utilisé est réduit au maximum. Dans le cas inverse, il peut devenir très important. Sur 19 modalités, nous constatons un espace de variation de 0,5 à 56 litres d'équivalent bouillie. Dans ces essais, le pourcentage représenté par le reliquat de bouillie non utilisée dans la quantité totale d'équivalent bouillie, varie de 3,8 à 87,5 %.

La réduction à la source des reliquats de pulvérisation

Le déchet le plus facile à éliminer étant celui que l'on a pas produit, la réduction à la source des effluents doit être une priorité. Ce point de vue est soutenu par les organismes officiels et par les démarches de production raisonnée qui encouragent notamment la pratique du rinçage à la parcelle.

Le volume de fond de cuve participe en grande partie à la charge polluante des effluents de pulvérisation : les essais sur les 19 pulvérisateurs bordelais ont révélé que la majorité de la charge en produits phytosanitaires des effluents provient du fond de cuve lorsque le matériel et les pratiques ne sont pas optimisés. A la fin du traitement phytosanitaire, il est donc primordial que le volume résiduel de reliquat dans la cuve avoisine le volume de fond de cuve de l'appareil.

Pour satisfaire cet objectif, lors de sa préparation, il est nécessaire d'ajuster au plus près le volume de bouillie à la surface de culture à traiter.

Par ailleurs, le volume de fond de cuve est totalement dépendant du matériel, notamment de la forme de la cuve du pulvérisateur

et du positionnement de la canne d'aspiration de la bouillie. Il faut préférer les cuves avec peu de découpes et dont le fond est en pentes convergent vers un puisard dans le fond duquel est disposée l'aspiration. Ainsi, lorsque la pompe du pulvérisateur désamorçe, il reste une quantité limitée de bouillie dans la cuve.

Le rinçage à la parcelle : une pratique à promouvoir

Le rinçage à la parcelle est une pratique reconnue par les pouvoirs publics. Elle consiste à diluer le volume résiduel de bouillie avec un volume d'eau au moins égal à 10% du volume nominal de la cuve ou au moins égal à 5 fois le volume résiduel diluable, puis de le pulvériser sur une parcelle déjà traitée.

Cette technique peut être facilitée en installant une cuve d'eau claire sur le pulvérisateur et être optimisée par l'installation de buses de rinçage dans la cuve du pulvérisateur. A titre indicatif, l'installation d'un équipement complet par un concessionnaire sur le matériel utilisé en Champagne est comprise entre 530 et 1 500 Euros HT (main d'œuvre incluse). L'adaptation d'une cuve de rinçage sur un appareil traîné est souvent délicate, elle est beaucoup plus aisée sur enjambeur.

Une expérimentation menée en collaboration avec le CIVC (Comité Interprofessionnel du Vin de Champagne) a permis d'évaluer l'efficacité de la cuve de rinçage.

L'essai a été mené à partir d'un pulvérisateur champenois et d'une bouillie à base de soufre (difficile à nettoyer). Un rinçage à la parcelle avec apport d'eau non fractionné permet de réduire la charge polluante d'un facteur 14. Lorsque la dilution est réalisée en 2 apports successifs, le facteur de dilution passe à 200. Dans le cas d'un fond de cuve de 25 litres, il reste 1 000 fois plus de résidus que dans un appareil rincé.

Des expérimentations complémentaires ont été réalisées dans le bordelais par la station régionale Aquitaine d'ITV France sur différents pulvérisateurs pneumatiques. L'objectif est d'estimer la réduction de la charge en produits phytosanitaires liée au lavage

entre un matériel ayant pulvérisé la bouillie jusqu'à désamorçage d'une part et le même matériel réalisant en plus le rinçage à la par-

celle. L'apport de l'eau de dilution n'est pas fractionné. Les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau n°2 : diminution de la charge polluante liée au rinçage à la parcelle

	Volume de la cuve de bouillie	Volume de fond de cuve vrai	Volume d'eau de dilution	Facteur de diminution de la charge polluante
Essai n°1	800 litres	4.75 litres	55 litres	10
Essai n°2	1400 litres	5 litres	80 litres	3
Essai n°3	800 litres	2.75 litres	16 litres	3 à 5
Essai n°4	1000 litres	5.5 litres	51 litres	5 à 7

La pratique du rinçage à la parcelle permet de réduire d'un facteur 3 à 14 (essai champenois), pour les essais suivis, la charge en produits phytosanitaires produite.

Conclusion

Une gestion inappropriée des reliquats de pulvérisation peut être à l'origine de pollutions ponctuelles du milieu naturel. Dans le cadre des bonnes pratiques phytosanitaires, il convient de limiter ces risques dès le début de la mise en œuvre des produits.

L'adaptation du matériel et des pratiques permet de diminuer très significativement

la charge polluante des effluents. En particulier, la réduction des volumes de fond de cuve et la mise en œuvre d'un rinçage à la parcelle optimisé sont des actions indispensables.

Cependant, les eaux de rinçage / lavage « ultimes » contiennent une certaine quantité de substances actives non négligeable. La réglementation relative à leur gestion doit être précisée dans les mois à venir.

Dans cette optique, ITV France, étudie également les procédés de traitement envisageables pour ce type d'effluent.

GESTION DES DÉCHETS GÉNÉRÉS PAR LA FILIÈRE VITI-VINICOLE EN CHAMPAGNE - ZERO DÉCHET GESTION DES EFFLUENTS ISSUS DES TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES

Le projet ZERO Déchet, mené en collaboration avec le C.I.V.C., a pour objectif d'établir «la boîte à outil» pour le viticulteur quant à la gestion des déchets qu'il génère. Focalisé dans un premier temps sur la gestion des déchets solides, l'accent a été placé cette année sur une impasse importante de la viticulture durable : la gestion des effluents issus des traitements de pulvérisation.

En effet, si la mise en œuvre d'une production intégrée permet de limiter l'impact environnemental de l'utilisation des produits de protection des plantes, certaines étapes doivent être encore améliorées. Les démarches de rinçage à la parcelle sont ainsi encouragées afin de gérer au champ les reliquats de pulvérisation. Le retour à l'exploitation se fait alors avec un effluent moins chargé et en moindre quantité mais dont l'agriculteur va se défaire. Plusieurs dispositifs sont actuellement proposés pour traiter les effluents de pulvérisation.

Contexte

Une réglementation en cours de rédaction

La gestion des reliquats de pulvérisation n'est pas actuellement soumise à une réglementation spécifique. Cependant, le code de la santé publique précise que «*les installations destinées à un usage autre que l'habitat (...) doivent être dotées d'un dispositif de traitement des effluents autres que domestiques, adapté à l'importance et à la nature de l'activité et assurant une protection satisfaisante du milieu naturel*» (Art. L1331-15). Par ailleurs, le code de l'environnement prévoit de sanctionner le fait de «*jeter, déverser ou laisser écouler dans les eaux (...) une ou des substances*

quelconques dont l'action ou les réactions entraînent, même provisoirement, des effets nuisibles sur la santé ou des dommages à la flore ou à la faune» (L216-6).

Actuellement, la seule solution réglementaire est de placer les effluents de pulvérisation en centre agréé pour la destruction des Déchets Industriels Spéciaux (DIS). Un arrêté relatif à l'épandage des effluents phytosanitaires devrait préciser prochainement le mode de gestion des reliquats de pulvérisation (parution envisagée pour la fin de l'année 2004). Les versions provisoires de ce projet de texte réglementaire comportent les éléments suivants :

- encouragement à la gestion des fonds de cuve par rinçage à la parcelle
- stockage des effluents phytosanitaires (eaux de lavage...)
- épuration des effluents via des procédés cités dans l'arrêté
- stockage annexe des effluents issus des process d'épuration
- pompage puis épandage de ces effluents sur une parcelle agricole

Si la publication d'un texte réglementaire est souhaitable afin de donner des solutions à une impasse actuelle de la viticulture raisonnée, les efforts demandés semblent cependant actuellement préjudiciables à un développement des solutions proposées.

Une demande émergente

Compte tenu des attentes sociétales et du constat de présence généralisée des produits de protection des plantes dans les eaux, la gestion des reliquats de pulvérisation fait l'objet de multiples demandes. Cette démarche s'inscrit de plus dans les réflexions d'agriculture raisonnée ou de production intégrée. Ainsi, au conseil de collecter les ef-

fluents de pulvérisation, succède la question non élucidée de la gestion de ces volumes d'effluents. Par ailleurs, sur ce thème plusieurs initiatives sont actuellement menées par différents pays (Suisse, Suède...).

Une offre difficile à caractériser

Face à ce marché émergent, plusieurs sociétés de traitement de l'eau proposent des systèmes de traitement des effluents phytosanitaires au monde agricole. Initialement limités, ces systèmes ne cessent de s'accroître en nombre et de se diversifier, avec des prestations différentes. Il est donc particulièrement difficile d'avoir une vision objective sur ces procédés concernant leurs performances techniques mais aussi leurs aspects économiques et pratiques. Par ailleurs, aucune validation n'existe pour ces procédés et les sociétés sont le plus souvent non assermentées pour gérer les Déchets Industriels Spéciaux que sont les effluents de pulvérisation.

La démarche d'ITV France au sujet des effluents viticoles

La démarche comporte deux étapes : identification des procédés d'épuration des reliquats puis test des dispositifs en conditions normalisées.

Les procédés d'épuration des effluents

Les systèmes de traitement existants ont été identifiés et consignés dans des fiches thématiques présentant le principe du système, le coût, le mode de fonctionnement, une analyse critique, les expérimentations réalisées et les protocoles de prélèvement. Ces fiches, rédigées en collaboration avec les services du ministère de l'agriculture, sont disponibles auprès des groupes régionaux phytosanitaires et d'ITV France.

La concentration des substances

La déshydratation

Le procédé de déshydratation OSMO-FILM® mis au point par la société Alyzée consiste à introduire l'effluent dans une sachette OSMOBAG®. La sachette est une membrane plastique sélective perméable à la vapeur d'eau et ne laissant pas passer les

molécules phytosanitaires. L'eau s'évapore dans la sachette et diffuse à travers la membrane. Après quelques semaines, la sachette ne contient plus que les produits phytosanitaires concentrés qui doivent être éliminés en centre agréé. Les sachettes (250L de volume) sont placées dans des casiers ajourés gerbables sur cinq hauteurs. Ce procédé semble convenir à des exploitations générant un faible volume d'effluents.

Evaporation

Concernant la technique de l'évaporation, deux procédés existent : celle naturelle et celle forcée. Cette technique est certainement l'une des plus anciennes mais à ce jour, des questions se posent sur le transfert des molécules dans l'air. À ce titre, ces procédés ne sont pas mentionnés dans le projet d'arrêté décrit précédemment.

La coagulation-floculation-filtration sur charbon actif

Ces procédés font intervenir un prétraitement (coagulation-floculation) pour agglomérer et précipiter les molécules. L'effluent est ensuite filtré sur charbons actifs afin d'adsorber les micropolluants.

Trois sociétés utilisent le principe de la coagulation-floculation, suivie d'une filtration sur charbon actif sous les noms commerciaux suivants :

- le procédé Sentinel® proposé à la vente par la société WMEC Limited
- le procédé BF Bulles de la société Agrosol Ecobulles proposé soit à la vente, soit en prestation de service
- le procédé Epumobil® proposé soit à la vente, soit en prestation de service par la société Zamatec

La mise en œuvre de ces procédés suppose un stockage des effluents de la campagne de pulvérisation. Le prétraitement s'effectue dans la cuve et le passage sur charbon actif dans une unité spécifique fixe ou mobile.

La filtration par osmose inverse

La société Michael Paetzold commercialise le procédé phytapur® qui utilise la coagulation-floculation suivie d'une filtration par osmose inverse. Un passage sur fibre de carbone activé est réalisé en fin de traitement. Les modalités de mise en

œuvre sont identiques aux dispositifs précédents. Phytopor est proposé en prestation et comporte une offre établie : signature d'un contrat, enlèvement des DIS compris, établissement d'un bordereau de suivi des déchets industriels...

L'électrocoagulation

La société AMP étudie le traitement des effluents phytosanitaires par le procédé d'électrocoagulation-électrofloculation. Les électrodes du dispositif vont provoquer la coagulation des molécules de l'effluent. De plus, l'électrolyse provoque des réactions d'oxydo-réduction permettant de dégrader en partie les substances actives. Après traitement électrochimique, l'effluent est décanté et filtré par filtre-presse. La Société AMP envisage ce dispositif par prestation, le traitement étant réalisé dans un camion suite à un stockage annuel des effluents.

La dégradation physico-chimique des substances

La dégradation physico-chimique des micro polluants peu biodégradables est généralement réalisée par les techniques d'oxydation avancées suivantes :

La photocatalyse

La photocatalyse est basée sur l'action conjointe d'un catalyseur et de rayonnements ultraviolets. Les radicaux hydroxyles OH° qui dégradent les polluants organiques par oxydation sont produits par le catalyseur sous énergie lumineuse. Le procédé de traitement des effluents phytosanitaires par photocatalyse est proposé par les sociétés Résolution et Agro-Environnement. La mise en œuvre du dispositif photocatalytique suppose un stockage intermédiaire des effluents car le procédé fonctionne par bâchées.

L'électrochimie catalytique

Le CNRS de Montpellier développe une méthode de dégradation par électrochimie catalytique. Dans ce cas de figure, les radicaux hydroxyles OH° qui dégradent les polluants sont produits sous énergie électrique. Comme le procédé précédent, l'électrochimie nécessite un stockage temporaire des effluents et fonctionne par bâchées. Après validation, ce procédé serait destiné à la vente.

L'ozonation catalytique

L'ozone est un oxydant très puissant qui permet de dégrader de nombreux polluants organiques. Le CNRS de Poitiers travaille sur un catalyseur afin de démultiplier les capacités oxydantes de l'ozone. Le procédé d'ozonation catalytique est en phase de recherche par la société Technavox.

La dégradation biologique des polluants

La dégradation biologique en milieu liquide

S'inspirant de ses modules de traitement des effluents de cave, la société Aderbio Développement a développé la station de traitement des effluents viticoles STBR2®. Des micro organismes spécifiques sont mis en culture dans un fermenteur et ajoutés séquentiellement à l'effluent à traiter dans un digesteur. L'effluent est ensuite décanté et filtré sur un lit de roches volcaniques.

STBR2 fonctionne par bâchées et nécessite un stockage tampon des effluents. Destiné à la vente, ce dispositif sera distribué par le groupe Soufflet.

Les lits biologiques

Le biobac, également appelé biobed ou phytobac® (Bayer Cropscience France) est basé sur le pouvoir épurateur du sol en conditions aérobies. Les reliquats de pulvérisation sont épandus dans une fosse étanche remplie d'un mélange terre-paille. Le lit biologique ne doit pas être gorgé d'eau et doit donc être couvert. Ce dispositif permet la fixation puis la dégradation des substances actives par les micro organismes présents naturellement dans le milieu. Le phytobac est un procédé autonome, rustique et simple à construire. Aucun rejet n'est évacué. La Société Bayer réalise actuellement un cahier des charges pour faciliter la conception et la mise en œuvre du Phytobac.

Les filtres plantés de roseaux

Les effluents sont déversés dans un massif étanche composé de terre-sol et planté de roseaux. (*Phragmites Australis*). Les effluents s'écoulent à travers le lit planté comme à travers un filtre. Les polluants sont dégradés par une biomasse aérobie se développant conjointement sur dans le substrat et sur le système racinaire des roseaux. Il

s'agit d'un système autonome et qui se situe en phase de test.

Approche comparative des procédés par ITV France

Actuellement, les procédés existant pour «traiter» les effluents de pulvérisation sont identifiés mais les connaissances à leur sujet sont rares et fragmentaires mais surtout non comparables.

Dans ce cadre, ITV France a mis en œuvre un banc d'essai comparatif national au sein duquel chaque système décrit précédemment a été testé. Ce banc d'essai a fait l'objet d'un protocole validé par un collègue d'expert. Les caractéristiques de ce banc sont les suivantes :

- pour pouvoir comparer les performances des systèmes, chaque procédé a été testé sur un même effluent
- l'effluent utilisé pour les essais est un effluent synthétique représentant le stockage des effluents de nettoyage d'un pulvérisateur (intérieur et extérieur) n'ayant pas été soumis au rinçage à la parcelle sur une campagne de pulvérisation composée de 14 traitements (herbicides inclus). L'effluent a été élaboré en considérant qu'à chaque pulvérisation, 15 litres de bouillie comprenant 10 litres de fond de cuve et 5 litres de volume mort restent dans l'appareil et que l'on utilise 120 litres d'eau par rinçage. L'effluent comprend également les eaux de lavage externe du pulvérisateur soit l'équivalent d'un litre de bouillie par traitement et 150 litres d'eau par lavage pour 4 lavages dans la campagne. L'effluent est composé au total de 23 spécialités commerciales, soit 27 substances actives
- les systèmes ont été testés sur un volume de 500 litres sauf pour les procédés totalement inadaptés à ce volume et dans la mesure où leur cinétique est proportionnelle au volume traité
- les analyses de l'effluent traité portent sur la recherche des substances

actives, un test écotoxicologique, et des analyses physico-chimiques (pH, matières en suspension, demande chimique en oxygène, demande biologique en oxygène sur cinq jours, carbone organique total, hydrocarbures, métaux lourds, azote, phosphore, composés halogénés).

Les résultats de l'étude attendus courant 2004 permettront la comparaison technico-économique des procédés et détailleront, en plus des performances épuratoires, la facilité de mise en œuvre, l'adaptabilité dans les exploitations, les méthodes de commercialisation (vente de matériel ou prestation de service) ainsi que leur coût.

Conclusion

Le traitement des effluents de pulvérisation est actuellement au cœur d'une réflexion intégrant réglementation, bonnes pratiques agricoles et demandes industrielles.

Si la réglementation permettra d'accompagner les initiatives des agriculteurs sur le terrain, plusieurs interrogations sur les systèmes de traitements subsistent :

- faisabilité de mise en œuvre des dispositifs sur le terrain ?
- accompagnement financier à déterminer et coût d'une telle démarche ?
- efficacité des dispositifs vis à vis des nouvelles molécules sortant sur le marché ?
- suivi de la performance du dispositif d'épuration en continu, sachant qu'un système défaillant aurait un impact important sur l'environnement

Compte tenu de ces incertitudes et du contexte juridique mouvant, la démarche de traiter des effluents doit rester actuellement au stade expérimental. Même si cette situation pourrait rapidement évoluer (réglementation à venir), la démarche amont de réduction à la source des volumes et des concentrations ne doit pas être omise et constitue toujours la priorité à mettre en œuvre.



Axe stratégique
n° 15

OENOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

- Consommation énergétique des installations de traitement des effluents vinicoles
- Traitement épuratoire par recirculation des effluents vinicoles sur massifs plantés
- Impact environnemental de différentes filières de filtration



ECOVINUM

En préambule

De plus en plus, les professionnels de la vinification doivent intégrer l'impact de leur activité sur l'environnement, en terme de rejets liquides, de déchets solides et de consommation énergétique.

A ce titre, les opérations de nettoyage des équipements d'élaboration des vins sont génératrices d'eaux usées pouvant potentiellement perturber le milieu naturel ; ainsi, il convient en premier lieu de caractériser ces effluents en volume et en charge, puis de procéder à un traitement de cette pollution, afin de limiter leur impact sur les écosystèmes en cas de rejet.

Si les caves de taille importante sont de plus en plus équipées de systèmes d'épuration de leurs effluents, les caves de taille plus modeste doivent faire face à des contraintes différentes en termes de volume de rejets, de place nécessaire à l'installation d'un outil d'épuration, de disponibilité des opérateurs. Parallèlement au dimensionnement, l'investissement et le coût de fonctionnement doivent être adaptés à leur taille.

Les étapes de filtration génèrent des eaux usées du fait du nettoyage des équipements ; soucieux de limiter l'impact des terres de filtration, les professionnels s'interrogent sur l'utilisation de techniques ne nécessitant pas de média filtrants, telle la filtration tangentielle. Dans une approche globale, au delà des rejets, la consommation d'eau, de produits de nettoyage et l'énergie doivent être pris en compte.

Si ITV France a participé à la connaissance des conditions d'utilisation des filtres plantés dans le cadre de la dépollution des effluents de cave (traitement de finition, gestion des boues issues du traitement biologique des effluents) ; nous avons en outre conçu une variante permettant l'épuration des effluents sans prétraitement par recirculation sur les massifs plantés ; cette installation répond aux contraintes rencontrées par les petites caves, de par sa simplicité et son dimensionnement.

Le Pôle Environnement d'ITV France a également entrepris une campagne de caractérisation des consommations électriques inhérentes au fonctionnement des stations de traitement des effluents vinicoles par stockage aéré ; cette campagne de caractérisation devra être poursuivie pour d'autres types de systèmes d'épuration.

Grâce à ces travaux, ITV France sera en mesure de proposer des outils permettant aux professionnels d'intégrer l'impact environnemental dans leur comparaison d'équipements ou d'itinéraires de vinification.

*SÉBASTIEN KERNER
Responsable axe stratégique
ITV France - Unité d'Epernay*

VOS CONTACTS

CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS VINICOLES

Y. GALAZZO, ITV France - Unité d'Epernay, *Chef de projet*

collaboration

S. KERNER, ITV France - Unité d'Epernay

N. ROBERT, Lycée Viticole de la Champagne - Avize

CAVES COOPÉRATIVES PARTENAIRES

TRAITEMENT ÉPURATOIRE PAR RECIRCULATION DES EFFLUENTS VINICOLES SUR MASSIFS PLANTÉS

S. KERNER, ITV France - Unité d'Epernay, *Chef de projet*

collaboration

V. MOUTON-FERRIER, YANN GALAZZO, ITV France - Unité d'Epernay

GROUPE NATIONAL «EFFLUENTS DE CAVE»

J.L. DEVERT, Syndicat des Vignerons Bio d'Aquitaine

F. HIVERT, CIVAM BIO 33

IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE DIFFÉRENTES FILIÈRES DE FILTRATION

S. KERNER, ITV France - Unité d'Epernay, *Chef de projet*

collaboration

V. MOUTON-FERRIER, R. SABATIER, Y. GALAZZO, ITV France - Unité d'Epernay

J.M. DESSEIGNE, M. GUILBAUDEAU, ITV France - Unité de Nîmes-Rodilhan

E. VINSONNEAU, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort

M.N. HAMOUDI-VIAUD, D. AUGÉ, M. VALADE, CIVC

GESTION, PROTECTION ET VALORISATION DES PAYSAGES VITICOLES

Contexte

Les travaux du projet «Paysages Viticoles» ont été orientés en 2003 vers une phase plus technique d'aide aux actions de protection, de gestion et de valorisation des paysages viticoles.

Les objectifs poursuivis sont de :

- continuer la capitalisation d'outil de sensibilisation à cette thématique
- acquérir des connaissances paysagères pratiques en se confrontant à une étude de cas (caractérisation et méthodologie paysagères appliquées à un village viticole)

Les paysages de vignobles

Le paysage est une relation entre des formes et la perception que nous avons de celles-ci. C'est ce rapport entre ces deux composantes qui le fait exister et qui lui confère toute sa pertinence et sa richesse en tant qu'approche territoriale :

- discipline transversale, il intègre les notions d'hydrologie, de géographie, d'histoire, de culture, de sociologie, d'économie... et ce tant à l'échelle d'une exploitation que d'un regroupement de communes
- fondement identitaire fort d'un territoire, il permet notamment de comprendre les différents regards que portent les personnes sur un paysage, de fédérer les acteurs de ce territoire et de susciter des démarches collectives

Un paysage viticole n'est qu'un paysage particulier, centré sur une activité culturelle forte.

Il est le développement, l'expression et la valorisation d'un cadre de vie, d'une identité locale, d'une culture commune, d'un travail des hommes et d'un attrait pour un lieu. Il fait transparaître la qualité d'un ter-

roir et le respect du milieu. C'est un capital social, culturel, touristique, économique et médiatique pour la filière viticole qu'il convient de prendre en compte dans les itinéraires techniques et lors de toute action territoriale.

Cela nécessite alors de créer des moyens de sensibilisation à cette thématique, d'identifier, de caractériser les paysages viticoles et de développer des méthodologies de projets paysage afin que les différentes démarches mises en œuvre puissent à terme intégrer ce thème des paysages et servir de base à différents projets de protection ou de valorisation du vignoble.

Sortie d'un document de sensibilisation sur l'intérêt des paysages de vignobles.

Un film développant les enjeux environnementaux, sociétaux et économiques liés à la gestion et à la valorisation des paysages viticoles a été créé par ITV France en 2003.

Le premier objectif est de sensibiliser la filière viticole (syndicats, techniciens chambres, groupes de développement, interprofessions et viticulteurs) à l'importance et au rôle des paysages en terme de gestion-valorisation-protection : notions de préservation de l'environnement, d'identité, de patrimoine, de multi-fonctionnalité et de valorisation économique.

Le second objectif est de démontrer le rôle déterminant des viticulteurs vis-à-vis du paysage, et que les pratiques culturelles ont aussi un impact esthétique et participent à l'image du vin auprès du consommateur. Aussi les viticulteurs doivent être impliqués dans la réflexion et la réalisation des projets collectifs d'aménagement paysagers des vignobles.

Ce film est un documentaire pédagogique et d'introduction aux paysages viticoles fran-

çais. Il décrit le spectacle du paysage, son authenticité et ses clés de connaissance. Il précise les différents regards qui sont portés sur le paysage selon ses usagers : l'esthète, l'initié et le viticulteur.

Les rôles et la valeur des paysages viticoles sont rappelés, à savoir un atout économique et social, et un élément de la valorisation de la filière. L'auteur insiste sur les actions des viticulteurs en termes de préservation, de gestion des paysages et de protection de l'environnement dont les répercussions ont un impact direct sur l'image des vins eux-mêmes. Le paysage : à déguster et à mémoriser avec un plaisir qui amplifie celui procuré par le vin.

Etude de ces pratiques sur une commune de la Marne

En complément de cet outil de sensibilisation, une méthodologie d'étude paysagère a été appliquée sur Reuil, village viticole de la vallée de la Marne. Les buts pratiques, de courts termes, de cette démarche étaient l'acquisition d'une méthodologie d'étude des paysages viticoles à l'échelle locale et l'acquisition de référence de valorisation des paysages viticoles pour le développement local. Les objectifs généraux, de plus long terme, sont de niveaux local et national : il est nécessaire de réfléchir à l'intégration de démarches et de chartes paysagères au sein de la profession et des collectivités territoriales par rapport à un enjeu touristique par exemple (niveau local). Mais il est également nécessaire d'y réfléchir au sein des institutions de la filière viticole, par rapport aux enjeux globaux de la consommation du vin, de la nécessité d'outils financiers et réglementaires ou du besoin de fédérer les différents partenaires viticoles.

La méthodologie générale d'un projet de paysage s'organise en trois principales phases :

- un diagnostic du paysage, validé par les élus et habitants
- la décision en concertation avec tous les acteurs des futures orientations et des futurs projets de territoire
- la mise en œuvre de ces derniers. Cette méthode repose sur un animateur du projet

La méthodologie mise en place pour Reuil, suit ces préceptes. Elle a été adaptée au contexte particulier de ce village et à la finalité de valorisation touristique du vignoble et du bourg. Un diagnostic paysager a été réalisé et les acteurs ont été consultés lors d'une journée organisée sur le terrain. Cette démarche, juste initiée, devra être poursuivie.

Désirant agir globalement et en cohérence sur ce territoire, sachant qu'il appartient aux vigneron, un projet de paysage, impliquant et responsabilisant les acteurs locaux est pertinent. La méthodologie suivie est appropriée à d'autres cas d'étude. La difficulté est d'adapter les préceptes généraux aux contextes et finalités des études.

Conclusions et Perspectives

L'utilisation de l'outil paysage viticole sur le territoire de Reuil nous a permis de conclure sur les éléments de reculs suivants : c'est un outil qui s'adapte au territoire, qui permet de le connaître objectivement mais également subjectivement, qui répond à différentes finalités et qui s'adapte à l'échelle territoriale. Il a permis de fédérer tous les acteurs de ce territoire.

Dans la continuité de ses actions paysagères, ITV France envisage d'élaborer un projet de gestion durable des territoires viticoles et de mettre à disposition des professionnels et des relais viticoles une «boîte à outil» de gestion durable du territoire viticole. Les objectifs sont de fournir à la filière viticole des moyens de formalisation et de réalisation d'une conduite de projet territorial, d'aider les viticulteurs à se positionner par rapport aux nouvelles problématiques territoriales (demandes environnementale, économique, sociale) et de recadrer les différentes échelles d'approche (régional, local, exploitation) dans une démarche cohérente.

La démarche intégrera la dimension multifonctionnelle du territoire viticole, elle valorisera les expérimentations et les retours d'expériences régionaux en s'appuyant sur l'expertise du groupe national «paysages viticoles».

Un document de synthèse traitant des méthodologies et des thématiques territoriales

durables (telles que ruissellement et érosion, biodiversité, paysages...) cohérentes aux différents niveaux (région, commune, exploitation) sera rédigé et illustré par des cas concrets.

Brochures et communication

ITV France, 2004. De la vigne aux paysages. Film, diffusion ITV France.

Lasnier A., 2003. Proposition d'une démarche d'étude des paysages viticoles. Cas de la commune de Reuil. Mémoire pour l'obtention du diplôme des Sciences Horticoles

Approfondies «Paysage et aménagement : méthodes et outils». INH, Angers. 39 p

Rochard J., Fourny N., Stevez L., 2003. Paysage et environnement : de nouveaux enjeux pour la filière. Colloque international Paysages de Vignes et de Vins. Patrimoine – Enjeux – Valorisation, Fontevraud 2, 3 et 4 juillet 2003. Ed Accentis. 313 p.

Rochard J., Stevez L., Fourny N., 2003. Les paysages viticoles de Champagne. In Revue des œnologues, n°107 S, avril 2003, p 61-63.

CARACTÉRISATION DES EFFLUENTS DE PULVÉRISATION ET LEUR RÉDUCTION À LA SOURCE

Dans le cadre de la viticulture intégrée, la prise en compte de l'environnement au niveau de la filière viticole justifie une gestion optimale de la manipulation des produits phytosanitaires. Avant de mettre en œuvre le traitement des reliquats, il est nécessaire de les réduire en volume et en concentration. Le programme ECOPULVI s'attache à acquérir des références pour atteindre cet objectif.

Contexte réglementaire

Plusieurs textes régissent la conception des pulvérisateurs. Les normes EN 907 et EN 1553 permettent de satisfaire aux exigences de la réglementation sur la sécurité de l'utilisateur. L'arrêté du 30 avril 2002 relatif au référentiel de l'agriculture raisonnée, aux points 41, 42 et 43, donne des exigences influençant la production des reliquats de pulvérisation.

Enfin, la norme EN 12761 propose des équipements permettant de limiter les risques vis à vis de l'environnement (comme toute norme, elle n'est pas obligatoire).

Le référentiel de l'agriculture raisonnée préconise la présence d'une cuve de rinçage (Cf. ci-après) et impose le diagnostic régulier de l'appareil avec mise en œuvre des réparations nécessaires.

Définitions

Afin de travailler sur des bases communes concernant la gestion des reliquats de pulvérisation, il est nécessaire de définir précisément la sémantique relative à ce sujet.

Lavage extérieur

Action de nettoyer l'extérieur du pulvérisateur.

Remarque : le terme « nettoyer » induit une action mécanique et / ou chimique.

Lavage intérieur

Action de nettoyer l'intérieur du pulvérisateur.

Remarque : le terme « nettoyer » induit une action mécanique et / ou chimique.

Le groupe ECOPULVI a décidé de ne plus utiliser le terme de rinçage qui correspond à une simple aspersion d'eau et non à un nettoyage du matériel.

Reliquat dans la cuve

Bouillie phytosanitaire restant dans la cuve du pulvérisateur quand le viticulteur décide de la fin du traitement.

Remarque : ce reliquat est caractérisé à la fois par son volume, par les substances qu'il contient et par leurs concentrations respectives.

Fond de cuve

Bouillie phytosanitaire restant dans la cuve du pulvérisateur à la fin du traitement qui, dans les conditions d'utilisation de l'appareil et pour des raisons techniques liées à sa conception, ne peut pas être pulvérisée. C'est la bouillie restant dans la cuve après désamorçage de la pompe. Le fond de cuve après désamorçage dépend de nombreux facteurs. En particulier, il présente une forte variabilité en fonction des conditions d'utilisation.

Eaux de lavage

Eaux issues du nettoyage de l'ensemble du pulvérisateur à poste fixe. Elles sont caractérisées à la fois par leur volume, par les substances qu'elles contiennent et par leur concentration respective.

Reliquat présent dans le circuit

Bouillie phytosanitaire restant dans le circuit de pulvérisation (distributeur, retour en cuve, pompe, tuyauterie, filtres...), hors

cuve(s) de bouillie à la fin du traitement. Il dépend directement de la conception du circuit de pulvérisation et des conditions d'utilisation de l'appareil.

A partir d'une première baisse de pression, le volume de bouillie présent dans le circuit de pulvérisation devient inférieur au volume du circuit de pulvérisation.

Désamorçage

Moment où la pompe de reprise de bouillie désamorce et où plus rien ne sort des rampes

Volume équivalent bouillie (Véq)

C'est une expression de la quantité de substance active phytosanitaire présente dans un effluent.

Caractérisation des eaux de lavage des pulvérisateurs

Quelques expérimentations menées par l'ITV (stations régionales Champagne et

Aquitaine) ont permis une première caractérisation des effluents de pulvérisation.

En pratique, le lavage extérieur du matériel est très variable en fréquence selon les viticulteurs. Certains le lavent après chaque traitement et d'autres seulement de une à quatre ou cinq fois au cours de la saison. Par contre, l'élimination des résidus à l'intérieur du pulvérisateur est une opération indispensable entre deux cycles d'application.

La composition des eaux de rinçage du pulvérisateur est inhérente aux produits utilisés lors du traitement phytosanitaire, des modalités du rinçage, du manipulateur et du matériel de pulvérisation. La charge en produits phytosanitaires pourra donc varier significativement d'un effluent à un autre.

Des tests réalisés dans le bordelais de 2001 à 2003 par la station régionale Aquitaine d'ITV France sur 19 appareils illustrent la dispersion des cas de figure (Cf tableau n°1).

Tableau 1 : évaluation des volumes d'effluent - ITV France

	Volume du fond de cuve	Reliquat de bouillie non utilisée	Volume d'eau de lavage intérieur		Volume d'eau de lavage extérieur
			Cuve	Circuit	
Valeur mini	0.2 litres	0.2 litres	9 litres	21.5 litres	11 litres
Valeur maxi	22.9 litres	41 litres	73.5 litres	94 litres	150.5 litres
Moyenne	≤ 5 litres pour la moitié des tests	-	Total : 50 à 100 litres		40 à 60 litres

Remarque : des essais menés sur trois pulvérisateurs champenois ont montré des volumes d'eau pour le lavage intérieur et extérieur proche en moyenne de 150 litres.

Le terme « fond de cuve » désigne le volume de bouillie qu'il reste dans la cuve du pulvérisateur lorsque la pompe de reprise de bouillie désamorce.

Le reliquat de bouillie non utilisé représente le surplus de bouillie préparé par le viticulteur pour se donner une marge de sécurité. Dans les conditions des essais, les viticulteurs ont le plus souvent réduit ce reliquat jusqu'au volume de fond de cuve.

Les écarts observés durant ces tests s'expliquent par l'incidence du type de matériel (longueur du circuit de distribution en particulier) et la pratique du viticulteur, qui a sa propre notion de la «propreté».

Par ailleurs, le volume d'eau utilisée varie également en fonction de la capacité de la bouillie à adhérer sur le matériel.

Ces résultats sont présentés à titre d'exemple. En effet, compte tenu de la diversité des matériels et des pratiques (technique, périodicité de lavage), ils ne peuvent être généralisés à l'ensemble des situations viticoles.

En connaissance des volumes d'effluents et de leurs concentrations respectives, nous pouvons évaluer les quantités de matières actives qui restent à éliminer. Afin de simplifier les résultats et d'en faciliter la lecture, nous avons transformé ces quantités en équivalent de volume de bouillie ainsi retrouvé dans les eaux de rinçage.

Sur l'ensemble des tests réalisés dans le bordelais, la variation de volume total d'équivalent bouillie est très grande. Ces volumes peuvent être faibles, quelques litres ou même moins d'un litre quand le reliquat de bouillie non utilisé est réduit au maximum. Dans le cas inverse, il peut devenir très important. Sur 19 modalités, nous constatons un espace de variation de 0,5 à 56 litres d'équivalent bouillie. Dans ces essais, le pourcentage représenté par le reliquat de bouillie non utilisée dans la quantité totale d'équivalent bouillie, varie de 3,8 à 87,5 %.

La réduction à la source des reliquats de pulvérisation

Le déchet le plus facile à éliminer étant celui que l'on a pas produit, la réduction à la source des effluents doit être une priorité. Ce point de vue est soutenu par les organismes officiels et par les démarches de production raisonnée qui encouragent notamment la pratique du rinçage à la parcelle.

Le volume de fond de cuve participe en grande partie à la charge polluante des effluents de pulvérisation : les essais sur les 19 pulvérisateurs bordelais ont révélé que la majorité de la charge en produits phytosanitaires des effluents provient du fond de cuve lorsque le matériel et les pratiques ne sont pas optimisés. A la fin du traitement phytosanitaire, il est donc primordial que le volume résiduel de reliquat dans la cuve avoisine le volume de fond de cuve de l'appareil.

Pour satisfaire cet objectif, lors de sa préparation, il est nécessaire d'ajuster au plus près le volume de bouillie à la surface de culture à traiter.

Par ailleurs, le volume de fond de cuve est totalement dépendant du matériel, notamment de la forme de la cuve du pulvérisateur

et du positionnement de la canne d'aspiration de la bouillie. Il faut préférer les cuves avec peu de découpes et dont le fond est en pentes convergent vers un puisard dans le fond duquel est disposée l'aspiration. Ainsi, lorsque la pompe du pulvérisateur désamorçe, il reste une quantité limitée de bouillie dans la cuve.

Le rinçage à la parcelle : une pratique à promouvoir

Le rinçage à la parcelle est une pratique reconnue par les pouvoirs publics. Elle consiste à diluer le volume résiduel de bouillie avec un volume d'eau au moins égal à 10% du volume nominal de la cuve ou au moins égal à 5 fois le volume résiduel diluable, puis de le pulvériser sur une parcelle déjà traitée.

Cette technique peut être facilitée en installant une cuve d'eau claire sur le pulvérisateur et être optimisée par l'installation de buses de rinçage dans la cuve du pulvérisateur. A titre indicatif, l'installation d'un équipement complet par un concessionnaire sur le matériel utilisé en Champagne est comprise entre 530 et 1 500 Euros HT (main d'œuvre incluse). L'adaptation d'une cuve de rinçage sur un appareil traîné est souvent délicate, elle est beaucoup plus aisée sur enjambeur.

Une expérimentation menée en collaboration avec le CIVC (Comité Interprofessionnel du Vin de Champagne) a permis d'évaluer l'efficacité de la cuve de rinçage.

L'essai a été mené à partir d'un pulvérisateur champenois et d'une bouillie à base de soufre (difficile à nettoyer). Un rinçage à la parcelle avec apport d'eau non fractionné permet de réduire la charge polluante d'un facteur 14. Lorsque la dilution est réalisée en 2 apports successifs, le facteur de dilution passe à 200. Dans le cas d'un fond de cuve de 25 litres, il reste 1 000 fois plus de résidus que dans un appareil rincé.

Des expérimentations complémentaires ont été réalisées dans le bordelais par la station régionale Aquitaine d'ITV France sur différents pulvérisateurs pneumatiques. L'objectif est d'estimer la réduction de la charge en produits phytosanitaires liée au lavage

entre un matériel ayant pulvérisé la bouillie jusqu'à désamorçage d'une part et le même matériel réalisant en plus le rinçage à la par-

celle. L'apport de l'eau de dilution n'est pas fractionné. Les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau n°2 : diminution de la charge polluante liée au rinçage à la parcelle

	Volume de la cuve de bouillie	Volume de fond de cuve vrai	Volume d'eau de dilution	Facteur de diminution de la charge polluante
Essai n°1	800 litres	4.75 litres	55 litres	10
Essai n°2	1400 litres	5 litres	80 litres	3
Essai n°3	800 litres	2.75 litres	16 litres	3 à 5
Essai n°4	1000 litres	5.5 litres	51 litres	5 à 7

La pratique du rinçage à la parcelle permet de réduire d'un facteur 3 à 14 (essai champenois), pour les essais suivis, la charge en produits phytosanitaires produite.

Conclusion

Une gestion inappropriée des reliquats de pulvérisation peut être à l'origine de pollutions ponctuelles du milieu naturel. Dans le cadre des bonnes pratiques phytosanitaires, il convient de limiter ces risques dès le début de la mise en œuvre des produits.

L'adaptation du matériel et des pratiques permet de diminuer très significativement

la charge polluante des effluents. En particulier, la réduction des volumes de fond de cuve et la mise en œuvre d'un rinçage à la parcelle optimisé sont des actions indispensables.

Cependant, les eaux de rinçage / lavage « ultimes » contiennent une certaine quantité de substances actives non négligeable. La réglementation relative à leur gestion doit être précisée dans les mois à venir.

Dans cette optique, ITV France, étudie également les procédés de traitement envisageables pour ce type d'effluent.

GESTION DES DÉCHETS GÉNÉRÉS PAR LA FILIÈRE VITI-VINICOLE EN CHAMPAGNE - ZERO DÉCHET GESTION DES EFFLUENTS ISSUS DES TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES

Le projet ZERO Déchet, mené en collaboration avec le C.I.V.C., a pour objectif d'établir «la boîte à outil» pour le viticulteur quant à la gestion des déchets qu'il génère. Focalisé dans un premier temps sur la gestion des déchets solides, l'accent a été placé cette année sur une impasse importante de la viticulture durable : la gestion des effluents issus des traitements de pulvérisation.

En effet, si la mise en œuvre d'une production intégrée permet de limiter l'impact environnemental de l'utilisation des produits de protection des plantes, certaines étapes doivent être encore améliorées. Les démarches de rinçage à la parcelle sont ainsi encouragées afin de gérer au champ les reliquats de pulvérisation. Le retour à l'exploitation se fait alors avec un effluent moins chargé et en moindre quantité mais dont l'agriculteur va se défaire. Plusieurs dispositifs sont actuellement proposés pour traiter les effluents de pulvérisation.

Contexte

Une réglementation en cours de rédaction

La gestion des reliquats de pulvérisation n'est pas actuellement soumise à une réglementation spécifique. Cependant, le code de la santé publique précise que «*les installations destinées à un usage autre que l'habitat (...) doivent être dotées d'un dispositif de traitement des effluents autres que domestiques, adapté à l'importance et à la nature de l'activité et assurant une protection satisfaisante du milieu naturel*» (Art. L1331-15). Par ailleurs, le code de l'environnement prévoit de sanctionner le fait de «*jeter, déverser ou laisser écouler dans les eaux (...) une ou des substances*

quelconques dont l'action ou les réactions entraînent, même provisoirement, des effets nuisibles sur la santé ou des dommages à la flore ou à la faune» (L216-6).

Actuellement, la seule solution réglementaire est de placer les effluents de pulvérisation en centre agréé pour la destruction des Déchets Industriels Spéciaux (DIS). Un arrêté relatif à l'épandage des effluents phytosanitaires devrait préciser prochainement le mode de gestion des reliquats de pulvérisation (parution envisagée pour la fin de l'année 2004). Les versions provisoires de ce projet de texte réglementaire comportent les éléments suivants :

- encouragement à la gestion des fonds de cuve par rinçage à la parcelle
- stockage des effluents phytosanitaires (eaux de lavage...)
- épuration des effluents via des procédés cités dans l'arrêté
- stockage annexe des effluents issus des process d'épuration
- pompage puis épandage de ces effluents sur une parcelle agricole

Si la publication d'un texte réglementaire est souhaitable afin de donner des solutions à une impasse actuelle de la viticulture raisonnée, les efforts demandés semblent cependant actuellement préjudiciables à un développement des solutions proposées.

Une demande émergente

Compte tenu des attentes sociétales et du constat de présence généralisée des produits de protection des plantes dans les eaux, la gestion des reliquats de pulvérisation fait l'objet de multiples demandes. Cette démarche s'inscrit de plus dans les réflexions d'agriculture raisonnée ou de production intégrée. Ainsi, au conseil de collecter les ef-

fluents de pulvérisation, succède la question non élucidée de la gestion de ces volumes d'effluents. Par ailleurs, sur ce thème plusieurs initiatives sont actuellement menées par différents pays (Suisse, Suède...).

Une offre difficile à caractériser

Face à ce marché émergent, plusieurs sociétés de traitement de l'eau proposent des systèmes de traitement des effluents phytosanitaires au monde agricole. Initialement limités, ces systèmes ne cessent de s'accroître en nombre et de se diversifier, avec des prestations différentes. Il est donc particulièrement difficile d'avoir une vision objective sur ces procédés concernant leurs performances techniques mais aussi leurs aspects économiques et pratiques. Par ailleurs, aucune validation n'existe pour ces procédés et les sociétés sont le plus souvent non assermentées pour gérer les Déchets Industriels Spéciaux que sont les effluents de pulvérisation.

La démarche d'ITV France au sujet des effluents viticoles

La démarche comporte deux étapes : identification des procédés d'épuration des reliquats puis test des dispositifs en conditions normalisées.

Les procédés d'épuration des effluents

Les systèmes de traitement existants ont été identifiés et consignés dans des fiches thématiques présentant le principe du système, le coût, le mode de fonctionnement, une analyse critique, les expérimentations réalisées et les protocoles de prélèvement. Ces fiches, rédigées en collaboration avec les services du ministère de l'agriculture, sont disponibles auprès des groupes régionaux phytosanitaires et d'ITV France.

La concentration des substances

La déshydratation

Le procédé de déshydratation OSMO-FILM® mis au point par la société Alyzée consiste à introduire l'effluent dans une sachette OSMOBAG®. La sachette est une membrane plastique sélective perméable à la vapeur d'eau et ne laissant pas passer les

molécules phytosanitaires. L'eau s'évapore dans la sachette et diffuse à travers la membrane. Après quelques semaines, la sachette ne contient plus que les produits phytosanitaires concentrés qui doivent être éliminés en centre agréé. Les sachettes (250L de volume) sont placées dans des casiers ajourés gerbables sur cinq hauteurs. Ce procédé semble convenir à des exploitations générant un faible volume d'effluents.

Evaporation

Concernant la technique de l'évaporation, deux procédés existent : celle naturelle et celle forcée. Cette technique est certainement l'une des plus anciennes mais à ce jour, des questions se posent sur le transfert des molécules dans l'air. À ce titre, ces procédés ne sont pas mentionnés dans le projet d'arrêté décrit précédemment.

La coagulation-floculation-filtration sur charbon actif

Ces procédés font intervenir un prétraitement (coagulation-floculation) pour agglomérer et précipiter les molécules. L'effluent est ensuite filtré sur charbons actifs afin d'adsorber les micropolluants.

Trois sociétés utilisent le principe de la coagulation-floculation, suivie d'une filtration sur charbon actif sous les noms commerciaux suivants :

- le procédé Sentinel® proposé à la vente par la société WMEC Limited
- le procédé BF Bulles de la société Agrosol Ecobulles proposé soit à la vente, soit en prestation de service
- le procédé Epumobil® proposé soit à la vente, soit en prestation de service par la société Zamatec

La mise en œuvre de ces procédés suppose un stockage des effluents de la campagne de pulvérisation. Le prétraitement s'effectue dans la cuve et le passage sur charbon actif dans une unité spécifique fixe ou mobile.

La filtration par osmose inverse

La société Michael Paetzold commercialise le procédé phytapur® qui utilise la coagulation-floculation suivie d'une filtration par osmose inverse. Un passage sur fibre de carbone activé est réalisé en fin de traitement. Les modalités de mise en

œuvre sont identiques aux dispositifs précédents. Phytopor est proposé en prestation et comporte une offre établie : signature d'un contrat, enlèvement des DIS compris, établissement d'un bordereau de suivi des déchets industriels...

L'électrocoagulation

La société AMP étudie le traitement des effluents phytosanitaires par le procédé d'électrocoagulation-électrofloculation. Les électrodes du dispositif vont provoquer la coagulation des molécules de l'effluent. De plus, l'électrolyse provoque des réactions d'oxydo-réduction permettant de dégrader en partie les substances actives. Après traitement électrochimique, l'effluent est décanté et filtré par filtre-presse. La Société AMP envisage ce dispositif par prestation, le traitement étant réalisé dans un camion suite à un stockage annuel des effluents.

La dégradation physico-chimique des substances

La dégradation physico-chimique des micro polluants peu biodégradables est généralement réalisée par les techniques d'oxydation avancées suivantes :

La photocatalyse

La photocatalyse est basée sur l'action conjointe d'un catalyseur et de rayonnements ultraviolets. Les radicaux hydroxyles OH° qui dégradent les polluants organiques par oxydation sont produits par le catalyseur sous énergie lumineuse. Le procédé de traitement des effluents phytosanitaires par photocatalyse est proposé par les sociétés Résolution et Agro-Environnement. La mise en œuvre du dispositif photocatalytique suppose un stockage intermédiaire des effluents car le procédé fonctionne par bâchées.

L'électrochimie catalytique

Le CNRS de Montpellier développe une méthode de dégradation par électrochimie catalytique. Dans ce cas de figure, les radicaux hydroxyles OH° qui dégradent les polluants sont produits sous énergie électrique. Comme le procédé précédent, l'électrochimie nécessite un stockage temporaire des effluents et fonctionne par bâchées. Après validation, ce procédé serait destiné à la vente.

L'ozonation catalytique

L'ozone est un oxydant très puissant qui permet de dégrader de nombreux polluants organiques. Le CNRS de Poitiers travaille sur un catalyseur afin de démultiplier les capacités oxydantes de l'ozone. Le procédé d'ozonation catalytique est en phase de recherche par la société Technavox.

La dégradation biologique des polluants

La dégradation biologique en milieu liquide

S'inspirant de ses modules de traitement des effluents de cave, la société Aderbio Développement a développé la station de traitement des effluents viticoles STBR2®. Des micro organismes spécifiques sont mis en culture dans un fermenteur et ajoutés séquentiellement à l'effluent à traiter dans un digesteur. L'effluent est ensuite décanté et filtré sur un lit de roches volcaniques.

STBR2 fonctionne par bâchées et nécessite un stockage tampon des effluents. Destiné à la vente, ce dispositif sera distribué par le groupe Soufflet.

Les lits biologiques

Le biobac, également appelé biobed ou phytobac® (Bayer Cropscience France) est basé sur le pouvoir épurateur du sol en conditions aérobies. Les reliquats de pulvérisation sont épandus dans une fosse étanche remplie d'un mélange terre-paille. Le lit biologique ne doit pas être gorgé d'eau et doit donc être couvert. Ce dispositif permet la fixation puis la dégradation des substances actives par les micro organismes présents naturellement dans le milieu. Le phytobac est un procédé autonome, rustique et simple à construire. Aucun rejet n'est évacué. La Société Bayer réalise actuellement un cahier des charges pour faciliter la conception et la mise en œuvre du Phytobac.

Les filtres plantés de roseaux

Les effluents sont déversés dans un massif étanche composé de terre-sol et planté de roseaux. (*Phragmites Australis*). Les effluents s'écoulent à travers le lit planté comme à travers un filtre. Les polluants sont dégradés par une biomasse aérobie se développant conjointement sur dans le substrat et sur le système racinaire des roseaux. Il

s'agit d'un système autonome et qui se situe en phase de test.

Approche comparative des procédés par ITV France

Actuellement, les procédés existant pour «traiter» les effluents de pulvérisation sont identifiés mais les connaissances à leur sujet sont rares et fragmentaires mais surtout non comparables.

Dans ce cadre, ITV France a mis en œuvre un banc d'essai comparatif national au sein duquel chaque système décrit précédemment a été testé. Ce banc d'essai a fait l'objet d'un protocole validé par un collègue d'expert. Les caractéristiques de ce banc sont les suivantes :

- pour pouvoir comparer les performances des systèmes, chaque procédé a été testé sur un même effluent
- l'effluent utilisé pour les essais est un effluent synthétique représentant le stockage des effluents de nettoyage d'un pulvérisateur (intérieur et extérieur) n'ayant pas été soumis au rinçage à la parcelle sur une campagne de pulvérisation composée de 14 traitements (herbicides inclus). L'effluent a été élaboré en considérant qu'à chaque pulvérisation, 15 litres de bouillie comprenant 10 litres de fond de cuve et 5 litres de volume mort restent dans l'appareil et que l'on utilise 120 litres d'eau par rinçage. L'effluent comprend également les eaux de lavage externe du pulvérisateur soit l'équivalent d'un litre de bouillie par traitement et 150 litres d'eau par lavage pour 4 lavages dans la campagne. L'effluent est composé au total de 23 spécialités commerciales, soit 27 substances actives
- les systèmes ont été testés sur un volume de 500 litres sauf pour les procédés totalement inadaptés à ce volume et dans la mesure où leur cinétique est proportionnelle au volume traité
- les analyses de l'effluent traité portent sur la recherche des substances

actives, un test écotoxicologique, et des analyses physico-chimiques (pH, matières en suspension, demande chimique en oxygène, demande biologique en oxygène sur cinq jours, carbone organique total, hydrocarbures, métaux lourds, azote, phosphore, composés halogénés).

Les résultats de l'étude attendus courant 2004 permettront la comparaison technico-économique des procédés et détailleront, en plus des performances épuratoires, la facilité de mise en œuvre, l'adaptabilité dans les exploitations, les méthodes de commercialisation (vente de matériel ou prestation de service) ainsi que leur coût.

Conclusion

Le traitement des effluents de pulvérisation est actuellement au cœur d'une réflexion intégrant réglementation, bonnes pratiques agricoles et demandes industrielles.

Si la réglementation permettra d'accompagner les initiatives des agriculteurs sur le terrain, plusieurs interrogations sur les systèmes de traitements subsistent :

- faisabilité de mise en œuvre des dispositifs sur le terrain ?
- accompagnement financier à déterminer et coût d'une telle démarche ?
- efficacité des dispositifs vis à vis des nouvelles molécules sortant sur le marché ?
- suivi de la performance du dispositif d'épuration en continu, sachant qu'un système défaillant aurait un impact important sur l'environnement

Compte tenu de ces incertitudes et du contexte juridique mouvant, la démarche de traiter des effluents doit rester actuellement au stade expérimental. Même si cette situation pourrait rapidement évoluer (réglementation à venir), la démarche amont de réduction à la source des volumes et des concentrations ne doit pas être omise et constitue toujours la priorité à mettre en œuvre.



Axe stratégique
n° 15

OENOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

- Consommation énergétique des installations de traitement des effluents vinicoles
- Traitement épuratoire par recirculation des effluents vinicoles sur massifs plantés
- Impact environnemental de différentes filières de filtration



ECOVINUM

En préambule

De plus en plus, les professionnels de la vinification doivent intégrer l'impact de leur activité sur l'environnement, en terme de rejets liquides, de déchets solides et de consommation énergétique.

A ce titre, les opérations de nettoyage des équipements d'élaboration des vins sont génératrices d'eaux usées pouvant potentiellement perturber le milieu naturel ; ainsi, il convient en premier lieu de caractériser ces effluents en volume et en charge, puis de procéder à un traitement de cette pollution, afin de limiter leur impact sur les écosystèmes en cas de rejet.

Si les caves de taille importante sont de plus en plus équipées de systèmes d'épuration de leurs effluents, les caves de taille plus modeste doivent faire face à des contraintes différentes en termes de volume de rejets, de place nécessaire à l'installation d'un outil d'épuration, de disponibilité des opérateurs. Parallèlement au dimensionnement, l'investissement et le coût de fonctionnement doivent être adaptés à leur taille.

Les étapes de filtration génèrent des eaux usées du fait du nettoyage des équipements ; soucieux de limiter l'impact des terres de filtration, les professionnels s'interrogent sur l'utilisation de techniques ne nécessitant pas de média filtrants, telle la filtration tangentielle. Dans une approche globale, au delà des rejets, la consommation d'eau, de produits de nettoyage et l'énergie doivent être pris en compte.

Si ITV France a participé à la connaissance des conditions d'utilisation des filtres plantés dans le cadre de la dépollution des effluents de cave (traitement de finition, gestion des boues issues du traitement biologique des effluents) ; nous avons en outre conçu une variante permettant l'épuration des effluents sans prétraitement par recirculation sur les massifs plantés ; cette installation répond aux contraintes rencontrées par les petites caves, de par sa simplicité et son dimensionnement.

Le Pôle Environnement d'ITV France a également entrepris une campagne de caractérisation des consommations électriques inhérentes au fonctionnement des stations de traitement des effluents vinicoles par stockage aéré ; cette campagne de caractérisation devra être poursuivie pour d'autres types de systèmes d'épuration.

Grâce à ces travaux, ITV France sera en mesure de proposer des outils permettant aux professionnels d'intégrer l'impact environnemental dans leur comparaison d'équipements ou d'itinéraires de vinification.

*SÉBASTIEN KERNER
Responsable axe stratégique
ITV France - Unité d'Epernay*

VOS CONTACTS

CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS VINICOLES

Y. GALAZZO, ITV France - Unité d'Epernay, *Chef de projet*

collaboration

S. KERNER, ITV France - Unité d'Epernay

N. ROBERT, Lycée Viticole de la Champagne - Avize

CAVES COOPÉRATIVES PARTENAIRES

TRAITEMENT ÉPURATOIRE PAR RECIRCULATION DES EFFLUENTS VINICOLES SUR MASSIFS PLANTÉS

S. KERNER, ITV France - Unité d'Epernay, *Chef de projet*

collaboration

V. MOUTON-FERRIER, YANN GALAZZO, ITV France - Unité d'Epernay

GRUPE NATIONAL «EFFLUENTS DE CAVE»

J.L. DEVERT, Syndicat des Vignerons Bio d'Aquitaine

F. HIVERT, CIVAM BIO 33

IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE DIFFÉRENTES FILIÈRES DE FILTRATION

S. KERNER, ITV France - Unité d'Epernay, *Chef de projet*

collaboration

V. MOUTON-FERRIER, R. SABATIER, Y. GALAZZO, ITV France - Unité d'Epernay

J.M. DESSEIGNE, M. GUILBAUDEAU, ITV France - Unité de Nîmes-Rodilhan

E. VINSONNEAU, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort

M.N. HAMOUDI-VIAUD, D. AUGÉ, M. VALADE, CIVC

CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DES INSTALLATIONS DE TRAITE- MENT DES EFFLUENTS VINICOLES

Contexte et objectifs

Les réglementations européenne et nationale en matière d'environnement s'intensifient et, après l'eau et les déchets, abordent le domaine de la maîtrise de l'énergie.

Les différents traitements d'épuration des effluents de cave nécessitent des systèmes d'aération, de brassage ou dans le cas de l'aérobie, une régulation thermique des réacteurs.

Ce projet doit permettre de lister les différents postes consommateurs, d'établir les consommations moyennes et de proposer des pistes pour les maîtriser.

Une première campagne de suivis a été effectuée lors de la vendange 2003 auprès de six systèmes de traitement biologiques (stockages aérés ouverts et fermés) en Champagne.

Un état des lieux permettra d'avoir une représentation de la situation actuelle et d'envisager les besoins en matériel comme en formation.

Optimiser sur les plans économique et environnemental, les consommations énergétiques du traitement des effluents vinicoles, revient à :

- connaître les besoins (consommations, temps de fonctionnement) de la station

par une étude qualitative et quantitative des besoins énergétiques aux différentes étapes du traitement de l'effluent, de la vendange à l'expédition

- recenser les possibilités d'économies d'énergie et d'utilisation d'énergies alternatives
- réaliser une expertise des rendements des appareils utilisés
- sensibiliser les acteurs de la filière (réalisation d'un document de synthèse à envisager)

L'objectif final est la prise en compte de l'impact environnemental de l'énergie utilisée.

Suivi énergétique de six stations d'épuration en Champagne

Le choix des sites

Six stations de traitement par stockage aéré sont réparties dans le vignoble champenois. Le vignoble de l'Aube n'est pas représenté car l'efficacité du suivi dépendait de la proximité géographique.

Répartition des stockages :

- site A en Côte des Blancs
- sites B, C et D (vignoble de la Marne) et site E (vignoble de l'Aisne), dans la Vallée de la Marne
- site F en Montagne de Reims

Description des sites

Caves	Conception	Capacité bassin(s)	Type d'aérateurs	Activité	Production de vin
A	bassin fermé	100 m ³	Venturi immergé	pressurage, vinification	550 hl
B	2 bassins fermés	320 m ³ 160 m ³ (non utilisé*)	2 Venturi immergés	pressurage, vinification	3400 hl
C	2 bassins ouverts	1500 m ³ 1000 m ³ (non utilisés*)	5 Venturi émergés	pressurage, vinification	7620 hl
D	bassin ouvert	1800 m ³	8 Venturi émergés	pressurage, vinification	8020 hl
E	bassin fermé	300 m ³	Venturi immergé	pressurage	5540 hl
F	bassin ouvert	1500 m ³	2 Venturi immergés	pressurage, vinification	8050 hl

* vendange 2003 atypique

Analyses réalisées

- matières En Suspension (MES)
- demande Chimique en Oxygène (DCO)
- demande Biologique en Oxygène à 5 jours (DBO5)
- pH

l'arrêté du 15 mars 1999, le rejet de l'eau traitée doit répondre aux normes suivantes :

- pH 4 à 8.5
- MES 100 mg/l
- DCO 300 mgO₂/l
- DBO5 100 mgO₂/l

Valeurs limites de rejet

La capacité de production des six caves suivies étant comprise entre 500 et 20 000 hl/an, elles sont soumises à déclaration ; selon

Synthèse des sites au 09/01/04

Moyenne/semaine

Sites	Moyenne	A	B	C	D	E	F
KWh/kg DCO	43.24	169.57	14.36	4.82	43.88	11.67	15.17
KWh/m ³	2.80	7.92	1.59	0.17	2.94	2.90	1.26
KWh/hl de vin produit	0.27	0.58	0.08	0.27	0.39	0.12	0.18

Les sites les moins consommateurs d'énergie sont le C et le E. Ces stockages aérés ne sont utilisés que pour l'épuration des effluents de la vendange et des soutirages.

Les autres sites ont une activité de vinification et il est donc normal de trouver une consommation beaucoup plus élevée. Les mesures sont susceptibles de varier car les traitements ne sont pas encore terminés.

Les consommations par volume sont comprises entre 0,17 et 7.92 kWh / m³. Ces

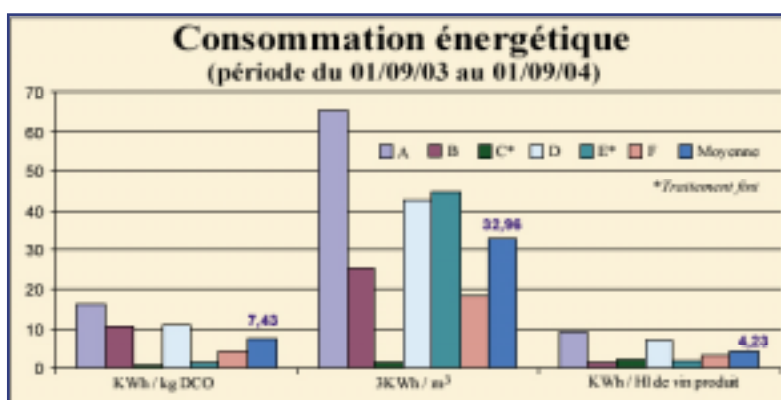
moyennes varient suivant la puissance électrique des installations, le temps de fonctionnement, et bien entendu le volume d'effluents à épurer.

Les moyennes en kWh / kg de DCO sont données à titre indicatif et ne caractérisent pas les différents fractionnements opérés.

Elles sont calculées à partir des valeurs positives visibles sur les graphiques de chaque site.

*Rendement énergétique moyen pour la période
« début de la vendange – mi-janvier »*

Sites	Moyenne	A	B	C	D	E	F
KWh/kg DCO	7.43	16.36	10.46	0.82	11.05	1.74	4.18
KWh/m ³	32.96	65.27	25.17	1.43	42.70	44.9	18.32
KWh/hl de vin produit	4.23	9.26	1.5	2.45	7.12	1.88	3.19



Les sites C et E sont dans la catégorie «stockages économes», avec une consommation inférieure à 2 kWh / Kg DCO. Ces valeurs sont inférieures à 2 / 3 kWh / Kg DCO («les filières d'épuration des effluents vinicoles», ITV France, 2000).

Le site F a pour le moment une consommation très faible. Depuis le début de l'épuration, ce site a un fonctionnement de 1h en marche et 3h en arrêt.

Les autres sites ont une consommation supérieure à 10 kWh / Kg DCO. La faible charge organique au départ (DCO) et la mise en route un peu tardive du fonctionnement en 1h de marche et 3 h d'arrêt en sont les causes.

Les consommations totales par rapport aux volumes sont relativement élevées. Les consommations d'eau pour le rinçage des cuves ont été faibles en raison d'une petite récolte, conduisant à un surdimensionnement de l'aération comparativement à la quantité d'effluent à traiter.

On peut considérer que la consommation moyenne par hectolitre est assez représentative ; elle se situe vers 2 kWh / hl de vin produit pour les stations spécifiques au

traitement des eaux de pressurage / débouillage, et de 4 à 5 kWh / hl de vin produit pour les autres stations.

La consommation énergétique moyenne liée à l'épuration est de 4,23 kWh / hl.

Les principales différences entre les sites sont dues à :

- la forme et le nombre de bassin (un ou deux bassins)
- le matériel d'aération installée (par conséquent, le rapport puissance / volume)
- le mode de fonctionnement des aérateurs
- leur situation géographique

Limites de l'étude ; perspectives

- cette étude donne une estimation des consommations électriques
- ces données doivent être considérées avec prudence, la vendange 2003 ayant été une année exceptionnelle en Champagne, en raison des conditions climatiques rencontrées tout au long de l'année (gelées tardives, grêle, canicule)
- par sa situation septentrionale et son mode d'élaboration du vin, les résultats ne peuvent pas être extrapolés dans d'autres vignobles que la Champagne

- ces résultats ne concernent que le stockage aéré ; il conviendra d'assurer le suivi d'autres types de traitement lors des prochaines campagnes

Grâce à cette étude, deux grands axes peuvent être dégagés :

Un gain énergétique :

- par une réduction plus rapide du temps de fonctionnement des appareils
- le fonctionnement en 3h / 1h est justifié dans notre essai

- par la suite, et en règle générale, un inversement du fonctionnement en 1h/ 3h serait souhaitable

Un gain financier :

- effectuer les mesures citées ci-dessus permet une baisse du coût de fonctionnement
- optimisation des cycles d'aération : privilégier les plages de tarification «heures creuses» lors de la programmation des cycles, en prenant soin d'éviter les nuisances sonores.

TRAITEMENT ÉPURATOIRE PAR RECIRCULATION DES EFFLUENTS VINICOLES SUR MASSIFS PLANTÉS

Contexte et objectifs

La diversité des procédés de traitement des effluents vinicoles a conduit au développement des divers systèmes dits de finition, qui viennent compléter la dépollution. Le retour d'expériences a permis de dégager trois grands types d'installations de finition : les membranes d'ultrafiltration, les filtres à sable, les filtres (ou lits) plantés. Ces trois techniques sont basées sur le principe de la filtration qui permet une séparation de l'eau traitée et des boues d'épuration (obtenues avec les systèmes biologiques classiquement utilisés) et un abattement supplémentaire sur les matières organiques.

Cependant, les massifs plantés peuvent également avoir d'autres applications que le traitement de finition.

Ainsi, lors de l'année 2003, notre action a porté plus précisément sur l'utilisation des massifs plantés de roseaux en traitement épuratoire direct par recirculation des effluents.

Traitement épuratoire par recirculation des effluents vinicoles sur massifs plantés

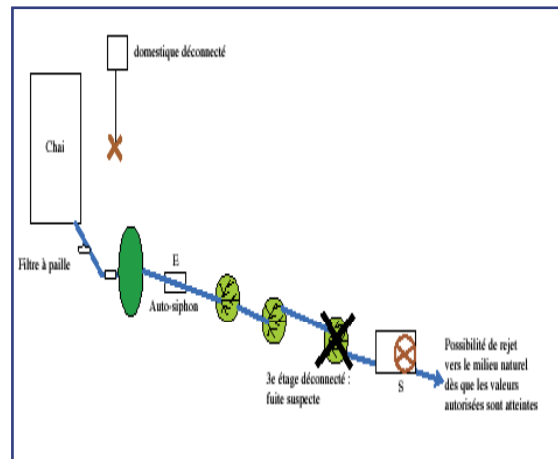
Ce suivi a été réalisé sur une exploitation de 12 ha, 600 hl vinifiés, environ 80 m³ d'effluents à traiter. L'installation d'épuration est composée d'un stockage tampon et de deux étages de filtres plantés ; les eaux sont totalement recirculées sur le stockage tant que les valeurs limites de rejet autorisées ne sont pas atteintes.

Les essais préliminaires effectués au cours de la campagne 2002/2003 ont été reconduits, en vertu des résultats encourageants alors observés. Les dernières constatations tendent à montrer que l'épuration des effluents de cave est possible par recirculation sur massifs plantés de roseaux.

Schéma de principe et points de prélèvement

E : prélèvement dans l'auto-siphon : entrée du système

S : prélèvement dans le bac de réception (en recirculation ou avant rejet vers le milieu naturel)



Valeurs limites de rejet en milieu naturel

- pH : 4 à 8.5
- DCO (Demande Chimique en Oxygène) : 300 mgO₂/l
- DBO5 (Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours) : 100 mgO₂/l
- MES (Matières En Suspension) : 100 mg/l

Données techniques relatives au fonctionnement de cette installation

Le débit d'alimentation des filtres est réglé par un auto-siphon : 1 bâchée de 300 litres toutes les 30 à 40 minutes, soit un *débit journalier de 10.8 à 14.4 m³ / jour*. La *surface filtrante* des deux premiers filtres est de 27 m². Le *volume de stockage* dans la citerne souple est de 40 m³.

Résultats et discussions

Les vendanges ont débuté le 22 septembre 2003, les premiers prélèvements ont été effectués le 24 septembre suivant.

Sur la période étudiée, l'essentiel des ef-

fluents a été collecté au 16 octobre.

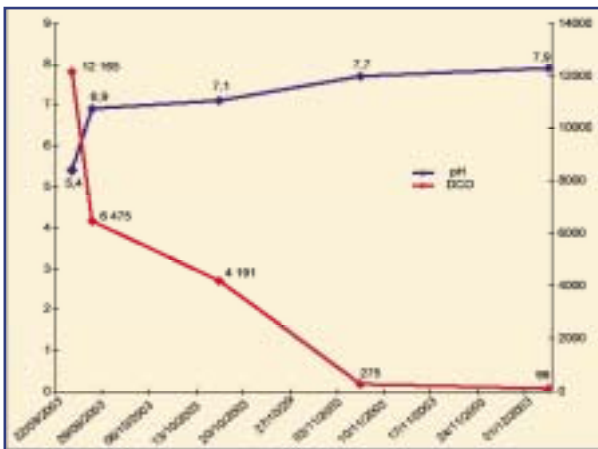
Le volume maximum traité au cours de l'expérimentation est de 32 m³.

Données analytiques

	24/09/2003		27/09/2003		16/10/2003		07/11/2003		04/12/2003	
	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S
pH	5.7	5.4	6.7	6.9	7.0	7.1	7.4	7.7	7.7	7.9
DCO	12365	12165	6620	6475	5035	4191	415	275	150	99
DBO5	4400	-	2800	2200	1600	1400	50	30	49	< 30
MES	604	-	93	62	151	< 30	235	< 30	< 30	< 30

Tableau récapitulatif des données analytiques

Les données relatives à la DBO5 et aux MES du prélèvement en sortie effectué le 24 septembre ne sont pas disponibles, suite à la perte de l'échantillon lors de la congélation de celui-ci.



Evolution du pH et de la DCO au cours du traitement

Le pH

On constate que le pH de l'effluent augmente très rapidement de 5.4 à 6.9 en 3 jours, pour se stabiliser en fin de traitement à valeur proche de 7.7 / 7.9 ; cette valeur de pH en fin de traitement est en adéquation avec les normes de rejet en milieu naturel.

La DCO

On constate que le 07/11/2003, la valeur de DCO était en dessous du seuil de rejet autorisé en milieu naturel (rappel : 300 mgO₂/l) ; ainsi, considérant que le traitement a débuté le 24/09/2003, on peut estimer que l'épuration s'est déroulée en 45 jours, soit un rendement épuratoire de 97.8 % sur la totalité du traitement, ou encore un abattement moyen de 268.7 mgO₂ / jour.

La DBO5

De part la méthode de détermination utilisée, les valeurs de DBO5 sont indicatives. Il apparaît cependant que l'abattement de la charge polluante permet l'obtention de valeurs inférieures ou égales à 30 mgO₂/l en sortie d'installation, c'est-à-dire très en deçà des valeurs limites de rejet en milieu naturel (rappel : 100 mgO₂/l), soit un niveau d'abattement de la DBO5 supérieur ou égal à 99 %.

Les MES

Les valeurs de MES observées seulement 4 jours après le début du traitement en sortie d'installation sont inférieures aux valeurs limites de rejet en milieu naturel (rappel : 100 mg/l), alors qu'elles sont supérieures en entrée du système ; cette constatation permet de mettre en évidence l'efficacité de la fonction «filtration» des massifs plantés

de roseaux, par rétention des matières solides à la surface des massifs. La forte valeur observée le premier jour de traitement (soit le 24/09/2003) est due à la charge solide n'ayant pas été retenue sur le filtre à paille ; ensuite, les valeurs de MES en entrée de système tendent à augmenter, ce qui est justifié par l'augmentation de la biomasse dans la citerne souple, preuve d'une dégradation aérobie dans la citerne. De plus, au moment de la prise d'échantillon au niveau de l'auto-siphon, il est probable que si la pompe de remontage de l'effluent filtré est en fonctionnement, des turbulences à l'intérieur de la citerne peuvent remettre en suspension les particules solides.

Interprétation des résultats

La qualité de l'épuration peut s'expliquer pour plusieurs raisons :

- le faible débit d'alimentation des filtres permet la réoxygénation des massifs et la multiplication des micro organismes épurateurs à la surface des racines des roseaux et des massifs gravillonnaires
- il a été constaté qu'un effet Venturi se produit au point de retour de l'effluent filtré avant le stockage (soit entre le filtre à paille et la citerne souple), ce qui favorise l'oxygénation de l'effluent ; ceci revient à procéder, avant la filtration, à un «stockage aéré» sans intervention d'un lourd dispositif de ventilation
- sur un volume aussi faible que celui du stockage suivi, et en vertu de l'alimentation permanente de l'auto-siphon depuis la citerne, le brassage relatif dans le stockage au moment du remontage de l'effluent filtré permet, par la remise en suspension des particules solides, l'élimination des boues susceptibles de se former au cours de l'épuration, mais aussi la recolonisation permanente des massifs par la biomasse épuratrice présente dans le stockage
- les particules solides participeraient

à la caractérisation de la DCO / DBO5 si elles n'étaient pas retenues sur les massifs ; leur rétention favorise donc un abattement supplémentaire de ces deux paramètres d'évaluation de la pollution

Conclusion et perspectives

Si nous considérons que les effluents présents dans la boucle de recirculation ont été traités en 1.5 mois (valeurs de DCO inférieures à 300 mgO₂/l atteintes début décembre), la vidange de l'installation à faible débit est largement possible avant la campagne suivante.

Ces résultats expérimentaux tout à fait encourageants sont à modérer, du fait que le volume de la citerne ne permet pas le stockage de l'intégralité des effluents de l'année ; seules les eaux de nettoyage liées aux activités de foulage-éraflage, encuvage, décuvage et pressurage ont été traitées sur cette installation.

ITV FRANCE se propose de poursuivre l'étude de l'épuration des effluents de cave par recirculation sur lits plantés de roseaux sur des sites non plus expérimentaux, mais industriels, qui seront implantés de manière à être opérationnels dès la prochaine vendange.

Valorisation en 2003

* Article : «Epuración des effluents de cave : sous le roseau, le traitement »

La Vigne, n° 140, février 2003, pp. 49-50

* Article : « Epuration des effluents de cave par filtres plantés »

Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin ; Hors Série « Effluents vitivinicoles », novembre 2003, pp. 45-47

* Actes et Conférence : « Perspectives d'application des lits plantés pour le traitement des effluents vinicoles »

Actes EUROVITI, 14^{ème} colloque viticole et œnologique, novembre 2003, pp. 87-93

IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE DIFFÉRENTES FILIÈRES DE FILTRATION

Contexte

L'objectif du projet est d'obtenir des éléments de comparaison des impacts environnementaux de différentes filières de clarification des vins (déchets solides, consommation d'eau, caractérisation de la pollution générée par les effluents dus au nettoyage des équipements). Dans le contexte actuel d'émergence des pratiques œnologiques intégrées et des divers cahiers de charges, ces connaissances permettront des prises de décision concertées, incluant bien sûr les aspects œnologiques mais également la protection de l'environnement.

Travaux réalisés en 2003

Lors de l'année 2003, notre action a porté sur l'acquisition de données relatives à la caractérisation des effluents générés par diverses techniques de filtration : filtre presse, filtre kieselguhr à débatissage hydraulique, filtre kieselguhr à débatissage mécanique, filtre tangentiel.

Pour chacune de ces études, nous nous sommes placés au plus proche des conditions de production, c'est-à-dire avec un matériel installé à la cave ou au cours d'une prestation habituellement réalisée. Nous avons choisi de ne pas réaliser d'essais sur lots réduits parce qu'ils ne permettent pas de mesurer la proportion réelle de déchets et rejets par cycle de filtration, ceux-ci étant volontairement restreints dans le cadre de l'essai.

Résultats et commentaires

Les études bibliographiques, les suivis sur sites de production et sur site expérimental montrent le fort impact environnemental des techniques de filtration des vins de par les consommations en eau, les quantités de rejets et de déchets, et les flux de matières polluantes.

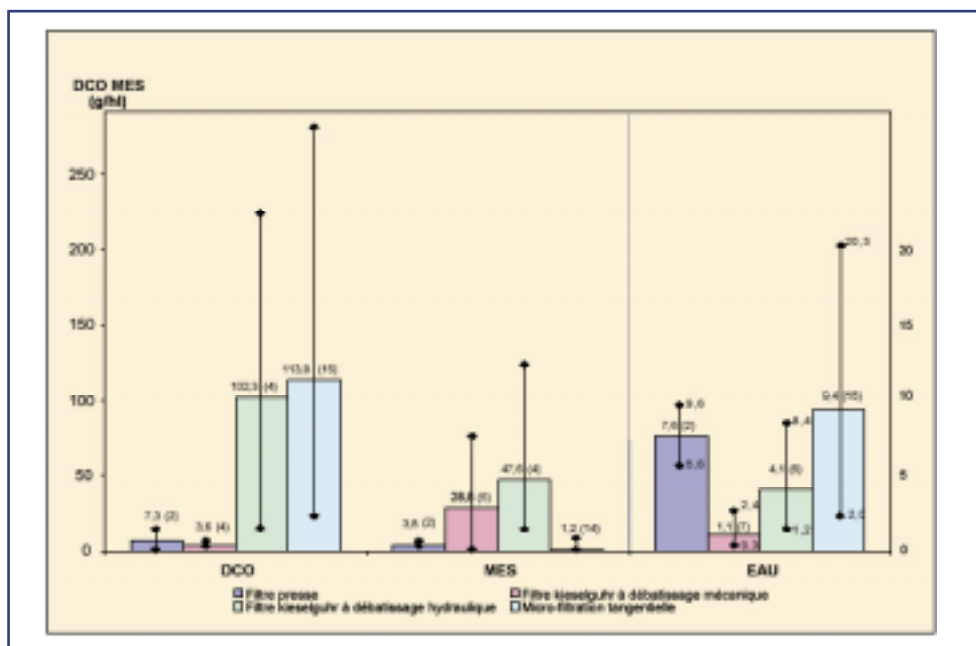
Les quatre filières sont comparées selon trois critères : le flux de Demande Chimique en Oxygène (DCO : pollution oxydable exprimée en grammes d'oxygène par hectolitre), le flux de Matières

En Suspension (MES : pollution solide exprimée en grammes par hectolitre) et la consommation en eau (exprimée en litres par hectolitre) ; afin d'être comparés, les résultats sont ramenés au volume de vin filtré entre deux étapes de nettoyage (un flux correspond à la charge de l'effluent par le volume d'effluent, ramenée à l'hectolitre de vin filtré).

La synthèse des résultats de cette étude est représentée dans le graphe 1 ; chaque valeur correspond à une moyenne, assortie du nombre de valeurs ayant permis sa détermination (X) ainsi que les valeurs maximale et minimale relatives à cette moyenne.

La première observation est la mise en évidence de la grande variabilité des résultats au sein même d'un groupe de valeurs, de part l'écart parfois très important entre les valeurs maximale et minimale. Ceci est dû à plusieurs facteurs :

- la variabilité des vins (couleur, cépages, historique technologique, ...) et les conditions physico-chimiques de l'opération de filtration, influant sur leur filtrabilité
- les conditions de suivis (expérimental ou industriel) ayant une incidence sur les fréquences de nettoyage
- la technologie de l'équipement, influant sur les quantités d'eau nécessaire au nettoyage, et donc sur les flux engendrés
- les habitudes de l'opérateur en terme de pratiques de nettoyage



Les deux types d'équipements les plus générateurs de pollution oxydable dissoute (DCO) sont le filtre kieselguhr à débatissage hydraulique et le filtre tangentiel (jusqu'à un facteur 30 entre les valeurs moyennes du filtre tangentiel et du filtre kieselguhr à débatissage mécanique) ; la fraction organique retenue sur les plateaux se retrouve intégralement dans les effluents de nettoyage, il est donc normal de constater une valeur élevée en terme de DCO ; par contre, en ce qui concerne la filtration tangentielle, on peut évoquer le colmatage de profondeur des membranes, que l'on ne peut résoudre que par un rinçage à l'eau chaude, voire un nettoyage chimique complet.

Les deux filtres kieselguhr sont les types d'équipements les plus générateurs de pollution solide (MES jusqu'à 40 fois supérieures entre les valeurs moyennes du filtre kieselguhr à débatissage hydraulique et du filtre tangentiel, et 25 fois supérieures entre celles du filtre kieselguhr à débatissage mécanique et du filtre tangentiel) ; ceci s'explique par le fait que ces deux types de filtres utilisent un adjuvant de filtration, que l'on peut retrouver dans les eaux de nettoyage ; ce pourrait être également le cas pour le filtre presse, mais lors de la séparation des plateaux, l'opérateur a les moyens d'op-

timiser la récupération du déchet solide, avant de procéder au nettoyage à l'eau.

Les deux types d'équipement nécessitant le plus d'eau sont le filtre presse et le filtre tangentiel. Vient ensuite le filtre kieselguhr à débatissage hydraulique, puisque ce type d'équipement requiert d'importantes quantités d'eau pour le débatissage. En revanche, la forte consommation d'eau pour le filtre presse s'explique moins facilement, puisque les différentes parties de l'équipement sont facilement accessibles ; on peut envisager une optimisation des procédures de nettoyage par la sensibilisation de l'opérateur. La forte consommation d'eau en filtration tangentielle est due à la nécessité d'un volume mort indispensable à une recirculation efficace dans l'ensemble du circuit.

Communications

Article «Clarification et environnement», Revue Française d'Oenologie, n° 206, mai-juin 2004, pp. 16-17.

Actes et Conférences «Clarification et environnement», 44e Congrès National des Oenologues de France, Epernay, matinée technique, 28 mai 2004.

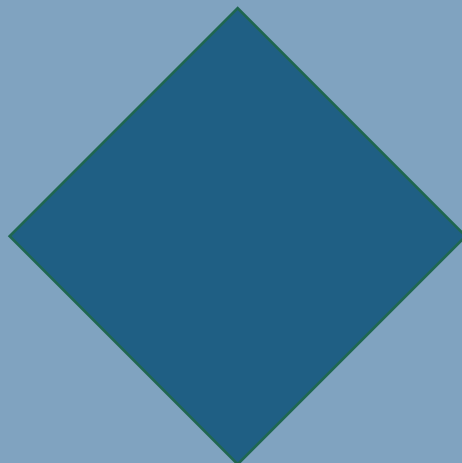
VIN, SÉCURITÉ ET SANTÉ



Axe stratégique
n° 16

VIN SECURITE ET SANTÉ

- Evolution de la contamination en ochratoxine A : du vignoble français au vin
- Collage des vins et réglementation de l'étiquetage
- Optimiser la protection de la sécurité des viticulteurs lors des traitements phytosanitaires
- Amines biogènes dans les vins



En préambule

Créé il y a un an au sein de l'ITV France, le secteur « Vin, Sécurité et Santé » a pour objectif de répondre aux nouvelles attentes des consommateurs tout en respectant les pressions réglementaires, actuelles et à venir, en matière de sécurité sanitaire des aliments.

Les problématiques engagées relèvent soit de l'axe *Vin et Santé*, soit de l'axe *Vin et Sécurité*.

Concernant la problématique *Vin et Santé*, l'objectif défini depuis 2002 consiste à analyser la bibliographie actuelle concernant l'ambivalence du vin. A la fois boisson décriée pour son alcool et louée pour ses bienfaits (antioxydants), le vin est étudié avec des approches différentes. ITV France a l'ambition de préparer une synthèse de toutes les études concernant les vins avant de lancer de nouveaux travaux si nécessaire. Pour cette raison, seules des actions de synthèse bibliographique sont actuellement engagées. Ces travaux ne seront pas présentés ci-après.

Le deuxième axe, *Vin et Sécurité*, est structuré autour des deux priorités que l'ITV France s'est fixées :

- * assurer la sécurité sanitaire des vins, par la lutte contre les molécules indésirables des vins (mycotoxines, traces d'allergènes, contaminants...) et contre les résidus de produits phytosanitaires dans les vins
- * assurer une protection optimale de la sécurité des opérateurs de la filière par une meilleure connaissance et compréhension de leurs habitudes de travail

Pour chacune de ces priorités, des groupes nationaux ont été mis en place afin d'avoir une vision globale et concertée de la problématique. C'est le cas, par exemple : pour les résidus de colle œnologique dans les vins ; pour la recherche sur les moyens de maîtrise de l'Ochratoxine A dans les vins ; pour la protection des viticulteurs pendant les traitements phytosanitaires. Ces groupes nationaux, créés et animés par l'ITV France, permettent d'obtenir une coordination efficace des moyens techniques nationaux. Nos partenaires dans ces actions sont l'ONIVins (Office Interprofessionnel des Vins), le CNIV (Comité National des Interprofessions des Vins à Appellation d'Origine), l'UCEF (Union des Œnologues de France), la MSA, l'INRA (Institut National de Recherche Agronomique), les Ecoles d'Agronomie (notamment les Agro de Paris et Toulouse)... Certains projets sont également réalisés avec des partenaires européens.

Les travaux présentés ci-après portent sur les projets suivants :

- * les moyens de maîtrise de l'Ochratoxine A dans les vins
- * les résidus de colles œnologiques animales dans les vins et leur éventuel pouvoir allergénique
- * les actions engagées afin d'optimiser la sécurité des viticulteurs pendant les traitements phytosanitaires

La maîtrise de la sécurité sanitaire des vins passe également par une bonne connaissance de tous les contaminants potentiels de la filière. Les molécules indésirables dans les vins sont pour certaines connues depuis longtemps : il s'agit par exemple du dioxyde de soufre, des amines biogènes, des métaux lourds. D'autres molécules ont été découvertes plus récemment suite aux progrès des méthodes d'analyse qui sont de plus en plus précises et fiables : dioxines, hydrocarbures aromatiques polycycliques... Pour assurer une maîtrise optimale de ces molécules dans les vins, il est nécessaire de réaliser des fiches de synthèse utilisables en cas de crise. Pour vous y aider les acteurs du secteur « Vin, Sécurité et Santé », réalisent ces fiches par type de dangers identifiés dans la filière. Vous trouverez ci-après un exemple de fiche concernant les amines biogènes. D'autres sont disponibles sur demande auprès de : caroline.lataste@itvfrance.com.

CAROLINE LATASTE
Responsable axe stratégique
ITV France - Unité de Tours

VOS CONTACTS

EVOLUTION DE LA CONTAMINATION EN OCHRATOXINE A : DU VIGNOBLE FRANÇAIS AU VIN

C. LATASTE, ITV France - Unité de Tours, *Chef de projet*

collaboration

M. COARER, ITV France - Unité de Nantes-Vertou

D. CABOULET, J.M. JARLOT, ITV France - Unité de Narbone-Pech-Rouge

B. MOLOT, D. SOLANET, P. COTTEREAU, ITV France - Unité de Nîmes-Rodilhan

L. GUÉRIN, J. BÉGUIN, ITV France - Unité de Tours

COLLAGE DES VINS ET RÉGLEMENTATION DE L'ÉTIQUETAGE

C. LATASTE, ITV France - Unité de Tours, *Chef de projet*

collaboration

D. TOMÉ, M. DUBARRY, INA PG

M. LEGUAY, C. MOUILLET, Onivins Paris

M. CAILLET, A. MASQUIN, UOEF

OPTIMISER LA PROTECTION DE LA SÉCURITÉ DES VITICULTEURS LORS DES TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES

C. LATASTE, ITV France - Unité de Tours, *Chef de projet*

collaboration

I. BALDI, ISPED

M. VERGNES, F. HUGUENIOT, M. ANNÉREAU, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort

M. RAYNAL, ITV France - Unité de Gaillac

AMINES BIOGÈNES DANS LES VINS

C. LATASTE, ITV France - Unité de Tours, *Chef de projet*

collaboration

V. GERBAUX, ITV France - Unité de Beaune

EVOLUTION DE LA CONTAMINATION EN OCHRATOXINE A : DU VIGNOBLE FRANÇAIS AU VIN

Contexte

L'ochratoxine A (OTA) est un contaminant alimentaire appartenant à la famille des mycotoxines (toxines provenant de formations mycéliennes). L'OTA a d'abord été identifiée en Afrique du Sud dans les céréales, les légumes, les oléagineux, les fruits, et plus récemment, dans les moûts et les vins.

Depuis 1998, de nombreuses pistes de recherches ont été lancées et permettent de répondre aux questions posées par les professionnels de la filière viti-vinicole. Les champignons producteurs d'ochratoxine A sont désormais identifiés et étudiés, l'évolution de la contamination en OTA est connue et des premiers moyens de lutte au vignoble ou pendant la vinification sont actuellement testés. L'objet de ce compte-rendu est de dresser un bilan des connaissances actuelles en rappelant les sources de contamination par l'OTA sur la vigne et en explicitant les traitements envisageables. Tous les résultats présentés ici émanent d'un groupe de travail national regroupant les acteurs de la filière viti-vinicole mobilisés sur le sujet.

Évolution réglementaire

En France, une limite maximale d'OTA a été définie pour les céréales et produits assimilés destinés à l'alimentation humaine par le CSHPF (Conseil Supérieur de l'Hygiène Publique de France). Au niveau communautaire, des propositions de limites maximales sont en cours de négociation notamment pour le vin et la bière. D'après le règlement CE n° 472/2002, une valeur officielle devrait être rapidement fixée. L'OIV (Organisation Internationale de la Vigne et du Vin) a fixé la teneur maximale en ochratoxine A dans les vins à $2\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ et, lors de la consultation des États membres par l'Union Européenne, a proposé que cette valeur soit prise comme limite maximale dans les vins mais à partir de 2005, temps nécessaire pour

affiner la méthode de dosage de l'OTA dans les vins. Le groupe d'experts français s'est aligné sur cette proposition.

Principales sources de contamination et moyens de lutte du raisin au vin

Les travaux menés depuis 2002, notamment par le Pr Lebrihi (ENSAT) et L. Sage (Université de Grenoble) ont montré que *Aspergillus carbonarius* est le seul champignon responsable de 96% de la production d'OTA. La quantité d'*A. carbonarius* augmente à partir de la véraison et jusqu'aux vendanges. Il est intéressant de noter que les champignons producteurs d'OTA sur baies de raisin ne sont pas les mêmes que ceux responsables des contaminations sur céréales (*Penicillium verrucosum* et *Aspergillus ochraceus*).

Évolution de la teneur en ochratoxine A sur baies de raisin

La production d'OTA par *Aspergillus carbonarius* augmente avec la maturité des grappes et devient maximale au moment de la vendange. La date des vendanges a donc une incidence importante sur la teneur en OTA des baies et donc du moût. En outre, les fréquences de contamination seraient élevées les années où la pluviométrie des mois d'août et septembre est forte.



Aspergillus sur baie
Source ITV France - B.Molot

Les vers de la grappe par leurs perforations et micro-morsures sur les baies créent des voies d'entrée pour les *Aspergilli* et sont également des vecteurs des champignons producteurs d'OTA. Il existe une bonne corrélation entre le nombre de perforations de vers de la grappe et la teneur en OTA des vins. Le champignon est en effet incapable de coloniser une baie intacte et nécessite soit la présence d'une blessure soit une dégradation pelliculaire par *B. cinerea* ou par une surmaturité. Les conditions climatiques particulières de 2003 ont permis de montrer que les baies grillées par une exposition directe au soleil ou simplement flétries par la sécheresse constituaient visiblement un excellent support nutritif pour *Aspergillus*. D'autres tests ont également permis d'isoler *A. carbonarius* dans des fumagines, posant ainsi les cochenilles et la cicadelle pruineuse comme possibles facteurs aggravants, tout comme le défaut d'éclaircissement de la zone fructifère.



Eudémis sur baie et sur blessure
Source ITV France - B. Molot

Moyens de lutte contre la contamination par l'OTA au vignoble

De nombreux essais montrent qu'une bonne maîtrise des vers de la grappe peut entraîner une réduction de 80% de la contamination en OTA par rapport à un vin témoin contenant plus de $2\mu\text{g.L}^{-1}$. La prophylaxie basée sur des traitements insecticides correctement réalisés est donc la première méthode de lutte à mettre en œuvre au vignoble. Ces traitements insecticides en préservant l'intégrité de la baie limitent fortement l'installation du champignon et donc contribuent à de faibles teneurs en OTA au moment de la vendange.

Ces méthodes prophylactiques pouvant parfois se révéler insuffisantes, l'étude des possibilités de lutte fongicide a été poursuivie en 2003 par l'unité ITV France de Nîmes en collaboration avec les unités de Nantes et Narbonne. Les observations ont porté sur la flore fongique des baies et sur les teneurs en OTA des moûts et vins issus de deux parcelles du pourtour méditerranéen : l'une contaminée artificiellement par une souche d'*A. carbonarius*, l'autre en conditions naturelles. Les traitements réalisés sont effectués soit avec des anti-Botrytis (procymidone, fenhexamide, pyriméthanil, fluazinam, mépanipyrim, séquences de pyriméthanil et de fluazinam, associations de diéthofencarbe et de carbendazime, de fludioxonil et de cyprodinil) soit avec des anti-mildiou (hydroxyde de cuivre ou association de folpel et fosétyl-Al). Les résultats obtenus font essentiellement ressortir l'intérêt contre *Aspergillus* des matières actives : fluazinam, pyriméthanil, fludioxonil et cyprodinil ; le fosétyl-Al utilisé avant véraison semblant également intéressant. Ces tendances sont globalement cohérentes avec celles obtenues par ailleurs dans le cadre du groupe de travail national. D'autres molécules (mépanipyrim, boscalid) semblent *a priori* actives mais demandent toutefois confirmation par un plus grand nombre d'essais.

De bons résultats ont par ailleurs été obtenus avec un effeuillage pratiqué sur une face au stade fin floraison, résultats là encore à confirmer.

Dernier constat mais non le moindre, l'interprétation de ces différents essais est considérablement gênée par la variabilité présente entre les différents laboratoires sollicités pour les dosages d'OTA, y compris pour ceux utilisant la méthode récemment normalisée. Cette variabilité, déjà constatée en 2002, est confirmée en 2003, y compris par des comparatifs BIPEA et FAPAS. Un nouveau comparatif en vue d'une amélioration des méthodes d'extraction et/ou d'analyse est, d'ores et déjà, décidé.

Évolution de la teneur en ochratoxine A durant la vinification

Un essai, mis en place conjointement par l'ITV France, l'IFBM (Institut Français des Boissons, de la brasserie Malterie), et l'Unité Mixte de Recherche sur les Xénobiotiques, confirme que l'OTA est partiellement éliminée lors des fermentations du moût de raisin artificiellement enrichi en OTA. Les essais ont été menés sur une matrice liquide (jus de raisin commercial), supplémentée en OTA à la dose de 4 µg.L⁻¹. L'effet de macération n'est donc pas pris en compte ici. Seules les teneurs en OTA durant la fermentation alcoolique du jus de raisin sont mesurées. On constate une chute d'environ 35% de la concentration en OTA au cours de la fermentation alcoolique du jus de raisin. Afin de rechercher dans quelles mesures l'OTA disparue peut correspondre à des métabolites, la molécule d'OTA a été marquée au tritium. En fin de fermentation alcoolique, la solution est filtrée et l'on détermine la radioactivité présente dans le filtrat et celle retenue sur le filtre. Les proportions relatives de la radioactivité retrouvée sont en moyenne de 65% et 35% et l'analyse radio-HPLC a permis de montrer que la totalité de la radioactivité était sous forme d'OTA inchangée. Il en résulte que la fermentation ne se traduit en aucune manière par une métabolisation de l'OTA. On suppose que la molécule d'OTA serait adsorbée par la paroi des levures. Le problème semble par ailleurs différent face à une macération classique de baies contaminées au vignoble car dans le cas des raisins issus des essais ITV et vinifiés de manière traditionnelle avec une macération de 5 jours, les vins sont plus contaminés que les moûts.

Cette augmentation de la teneur en OTA durant la macération en rouge peut être liée soit à une meilleure extractabilité de l'OTA en présence d'alcool, soit à une production d'OTA par *A. carbonarius* durant les premiers moments de la macération, lorsque la fermentation ne fonctionne pas en anaérobie stricte. ITV France a vérifié ces hypothèses durant la vendange 2003. Les premiers résultats montrent que même si des spores viables de *A. carbonarius* peuvent être aisément isolées jusqu'en fin de fermentation alcoolique (y compris en incluant une macération préfermentaire à chaud), celles-ci n'ont pas capacité à produire de l'OTA et l'augmentation de la teneur en OTA dans les premières phases de la macération est très probablement due à une extraction à partir des baies colonisées par *A. carbonarius*.

La connaissance de la biologie d'*Aspergillus carbonarius* mérite par ailleurs d'être approfondie sur de nombreux points, notamment en ce qui concerne le rôle de l'humidité ou de la température de la phase véraison jusqu'aux vendanges tant sur le développement du champignon que sur son pouvoir ochratoxinogène.

Moyens de lutte contre l'Ochratoxine A dans les vins

Plusieurs traitements de collage des vins ont été réalisés afin de diminuer les teneurs en OTA. Les adjuvants comme le charbon, le gel de silice, le gel de silice associé à de la gélatine, les levures inertées, la cellulose ainsi que d'autres types de colle ont été testés sur vins. Aucun traitement ne permet l'élimination totale de l'OTA contenue dans le vin, seul le charbon œnologique permet de diminuer de moitié la teneur mais son utilisation reste soumise à condition et impossible sur rouge. La dégradation organoleptique, conséquence de l'utilisation du charbon œnologique, limite également son emploi pour diminuer les contaminations en OTA.

En résumé, il faut retenir que :

- le champignon producteur d'OTA au vignoble est *Aspergillus carbonarius*
- au vignoble les mesures prophylactiques sont essentielles et passent nécessairement par une maîtrise parfaite

- des vers de la grappe, de la pourriture acide et probablement de l'oïdium. Certains fongicides anti-mildiou semblent susceptibles de freiner l'installation du champignon. La lutte fongicide directe est possible mais vouée à l'échec si la protection anti tordeuses laisse à désirer
- durant l'élaboration du vin les possibilités d'intervention sur les teneurs en OTA restent limitées mais des pistes favorisant les fermentations en phase liquide semblent intéressantes

Publication - communication

Articles publiés

- COARER M., WIEBER A., SOLANET D. Mise au point d'une technique de détection PCR des moisissures potentiellement ochratoxinogènes. *CENOLOGIE* 2003. VII^{ème} Symposium International d'œnologie . Editions TEC & DOC

- LATASTE C., GUERIN L., SOLANET D., BERGER J.L., COTTEREAU P., et MOLOT B. Évolution de la contamination en ochratoxine A : du vignoble français au vin. *Progrès Agricole et Viticole* , 3, 121, 57-64 (2004).
- LEROUX P., GRETT M., GUERIN L., BEGUIN J. et LEBRIHI A. Fongicides utilisés en viticulture et mycotoxines *Phytoma-LdV*, **553**, 28-31 2002.
- GUERIN L., BEGUIN J., MATHIEU F., LEBRIHI A., LEROUX P., Fongicides utilisés en viticulture, Article à paraître dans *Phytoma*

Communications orales

- VII^{ème} Symposium International d'œnologie, Bordeaux 19-23 juin 2003, intervention de Morvan Coarer
- Congrès BASF Saumur, 13 janvier 2004, présentation de C. Lataste,
- Congrès Syngenta, 5 février 2004, Montpellier, présentation de B. Molot

COLLAGE DES VINS ET RÉGLEMENTATION DE L'ÉTIQUETAGE

Contexte

Depuis janvier 2004, une modification de la réglementation concernant l'étiquetage pourrait concerner les vins et notamment l'étiquetage de produits ou traces de molécules allergènes. Pour les vins, on pense instinctivement à des molécules comme les amines biogènes ou le dioxyde de soufre. Mais, comme nous allons le voir, cette réglementation concerne plus particulièrement les résidus de protéines animales utilisées en œnologie. Les produits visés par la modification réglementaire, en sus du SO₂, sont les colles à base d'œuf, de poisson, de caséines.

Intérêts des colles œnologiques

Tout d'abord, rappelons brièvement l'intérêt des colles en œnologie. Celles-ci permettent de suppléer une clarification spontanée difficile, de stabiliser durablement un vin et d'en améliorer ses caractéristiques organoleptiques. Pour réaliser ce collage, divers produits sont utilisés : des protéines animales (gélatine, albumine, caséines, colle de poisson), d'autres produits d'origine organique (tanins, PVPP, charbons œnologiques) ou minérale (bentonites, dioxyde de silice ou ferrocyanure de potassium). Les colles agissent par interactions avec les composés du vin.

Des solutions alternatives au collage sont aujourd'hui recherchées mais aucun des procédés physiques, actuellement utilisés, ne permet de remplacer à la fois la clarification, la stabilisation durable des vins et l'amélioration de ses qualités organoleptiques obtenues par le collage. La seule alternative serait de faire vieillir les vins longuement avant leur mise en bouteille, mais cette solution n'est pas compatible avec les critères économiques actuels. Le collage reste donc une opération très utile pour l'œnologue.

Pourtant, suite à une évolution réglementaire concernant l'étiquetage des ingrédients alimentaires, l'utilisation de certaines colles protéiques pourrait être rendue délicate.

La Directive étiquetage 2000/13/CE et son amendement de compromis, directive 2003/89/CE

Le parlement européen, souhaitant obtenir un niveau élevé de la protection de la santé des consommateurs, prévoit de rendre obligatoire l'étiquetage de certains ingrédients précis. Certains pays comme l'Australie et la Nouvelle Zélande appliquent déjà des réglementations similaires. Les ingrédients visés en Europe sont précisés dans l'annexe 3 bis de la Directive 2000/13/CE. Cette liste mentionne notamment les produits à base de gluten, d'œuf, de poisson ou de lait, ainsi que ceux contenant plus de 10 mg/kg de SO₂. La mise en application de cette directive, normalement prévue dès janvier 2004, devait rendre obligatoire sur l'étiquette des bouteilles de vins la mention « contient des résidus d'œuf, poisson ou lait » en fonction des colles employées.

Suite à la mobilisation de la filière, et notamment celle de l'UEF (Union des Œnologues de France), et de l'UFLIO (Union Française des Laboratoires et Industries Œnologiques), le projet de Directive a fait l'objet d'un amendement de compromis. Cet amendement (directive 2003/89/CE) prévoit d'exclure provisoirement, certains ingrédients pour lesquels des études d'allergénicité sont en cours. Les résultats définitifs de ces études seront à fournir au plus tard le 31 décembre 2007.

Bien avant la publication de cet amendement, la filière s'était engagée dans une étude concernant l'allergénicité potentielle des résidus de colles animales dans les vins. Cette étude regroupe des partenaires d'horizons divers : le laboratoire de Nutrition

Humaine de l'Agro de Paris (INA P-G), le laboratoire Allergie et Environnement de l'École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles (ESPCI), l'Onivins, l'ITV France, l'UGEF, l'UFLIO, ainsi que pour le financement, le CNIV et l'ANIVIT.

Avant de détailler le protocole d'étude mis en place, il paraissait intéressant de rappeler brièvement le fonctionnement des allergies alimentaires.

La question d'allergènes potentiels utilisés lors de la préparation du vin

Les allergies alimentaires ont des origines variables et chaque aliment est potentiellement source d'allergènes. On identifie cependant des allergènes majeurs comme l'arachide mais aussi les œufs, le poisson, le lait. Ces ingrédients sont listés dans les réglementations européennes et internationales afin d'éviter aux consommateurs allergiques d'en ingérer à leur insu. En effet, les allergies alimentaires peuvent entraîner des symptômes respiratoires (rhinite, asthme), des eczémas, des troubles intestinaux, ou même des chocs allergiques et le décès du patient. Cependant, les allergies alimentaires concernent moins de 2,5% de la population française.

Le déclenchement du processus allergique serait dû à une réaction excessive du système immunitaire suite à un deuxième contact avec un allergène pour lequel l'individu s'est préalablement sensibilisé. En outre, le déclenchement de l'allergie n'est pas directement lié à la dose ingérée. Des traces d'allergènes suffisent à déclencher une

allergie chez les personnes sensibilisées. Ainsi, il devient nécessaire de savoir si la présence de résidus de colles œnologiques dans les vins peut déclencher des allergies alimentaires.

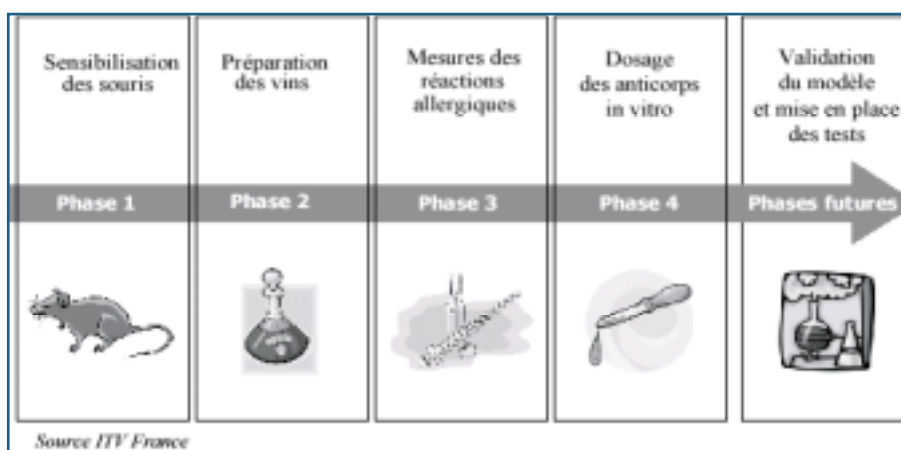
Évaluation des risques d'allergies liés à l'utilisation des colles issues d'œuf, de poisson ou de lait

Reste-t-il dans les vins des résidus allergènes ? telle est la question à laquelle l'ITV et ses partenaires tentent de répondre.

Afin de modéliser le déclenchement de réactions allergiques chez l'homme, des souris ont été immunisées avec des colles œnologiques. Ces souris, devenues allergiques aux colles, manifestent des signes de réactions allergiques (aphasie, pilo-érection, tétanie...) lorsqu'elles reçoivent des injections de colles œnologiques pures ou qu'elles en ingèrent. Parallèlement, des échantillons de vins ont été préparés. Trois vins différents ont été collés avec des colles d'origine animale, contenant de l'albumine, des caséines ou des colles de poisson. Les échantillons préparés ont alors été séparés en 3 modalités (mélange lies de colle et vin, vin collé puis soutiré, uniquement lies de colle) puis ont été ensuite lyophilisés. Ces lyophilisats seront injectés aux souris pour suivre leurs réactions. Des dosages immunologiques ont montré que les anticorps des souris réagissent par reconnaissance avec les colles œnologiques. La réaction allergique est donc à la fois observable et quantifiable par dosage in vitro.

Le schéma suivant illustre les différentes étapes de l'essai.

Les différentes phases de l'étude



Ces premiers résultats montrent donc que les souris modélisent bien le risque d'allergies aux colles œnologiques utilisées dans les vins. Par la suite, l'équipe de recherche envisage de tester différents protocoles de collage du vin, puis de transposer le modèle souris aux réactions humaines. Les prochaines phases de l'étude seront directement liées aux évolutions réglementaires. Néanmoins, le but final est d'obtenir un test permettant de prévoir le potentiel allergénique d'un résidu de colle œnologique dans les vins.

Perspectives

Dans le cadre de l'amendement de compromis, cette étude a été présentée à la Commission Européenne, qui décidera, à partir de janvier 2005, si, grâce aux résultats envisagés dans l'étude, il sera possible d'éviter l'étiquetage systématique des colles œnologiques sur les bouteilles de vins.

Réponse dans un an donc...

Publication-communication

Ce sujet a fait l'objet d'une conférence technique durant le SITEVI 2003 (Montpellier, le 25 novembre 2003).

Les intervenants étaient : Alain Razungles, enseignant chercheur à l'École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier (ENSAM), Marie-Madeleine Caillet, responsable de la commission technique de l'Union des Œnologues de France (UOEF), Daniel Tomé, enseignant chercheur à l'Institut National Agronomique de Paris-Grignon (INA P-G) et Caroline Lataste, ingénieur responsable du secteur Vin et Sécurité à ITV France.

A l'issue de la conférence, diverses revues ont repris les actes de la conférence, notamment Réussir Vigne, La Vigne, La journée Viticole, etc.

OPTIMISER LA PROTECTION DE LA SÉCURITÉ DES VITICULTEURS LORS DES TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES

Contexte

Il y a trois ans, une étude, visant à mesurer la contamination des viticulteurs lors des traitements phytosanitaires, a été lancée dans la région bordelaise. L'étude est menée par l'Institut de Santé Publique d'Épidémiologie et de Développement (ISPED), entité appartenant à l'Université de Médecine de Bordeaux. Le but du projet, baptisé PestExpo, est d'évaluer l'incidence d'une exposition répétée aux produits phytosanitaires sur la santé des viticulteurs par l'acquisition de mesures de contaminations.

L'étude PestExpo

L'étude PestExpo est basée sur l'observation de journées de traitements chez les viticulteurs dans les domaines de la région bordelaise. Ces viticulteurs portent, en plus de leur protection habituelle, des « patchs » directement posés sur leur peau et un filtre placé à hauteur des voies respiratoires. Ces compresses de gaz stériles (patchs) permettent la quantification de matière active en plusieurs endroits du corps.

Ce dispositif est retiré à l'issue de chaque phase du traitement phytosanitaire (préparation de la bouillie, application, rinçage du matériel d'application) et permet de quantifier la contamination externe des viticulteurs. Des analyses d'urine sont également réalisées à l'issue du traitement afin de mesurer la contamination interne des viticulteurs, due à l'absorption des matières actives par les voies respiratoires et cutanées. Les mesures de contamination ont été réalisées pendant des traitements utilisant des dithiocarbamates en 2001 et 2002 et du folpel en 2003.

Le partenariat ITV ISPED

Dans le cadre de ce projet PestExpo, l'ITV France a été sollicité pour ses contacts avec les viticulteurs bordelais. A la suite de

nombreux échanges entre les techniciens de l'ITV et de l'ISPED, les deux organismes ont souhaité développer une collaboration. Un essai a donc été mis en place conjointement afin de mesurer l'efficacité des matériels de protection utilisés par les agents ITV durant les campagnes de traitement, dans le cadre des Bonnes Pratiques d'Expérimentation (BPE).

L'essai consiste donc à simuler l'application d'un traitement de couverture contre le mildiou. Le traitement est réalisé à l'aide d'un appareil pneumatique porté à dos, avec du mancozèbe appliqué à la dose homologuée de 3.8 kg/Ha. L'essai compare deux itinéraires de réalisation du traitement, l'un suivant les consignes des BPE, (port de bottes, de gants latex, d'une combinaison en Tyvek® jetable, et d'un casque de protection), l'autre sans aucune protection individuelle de l'opérateur. Les observations et les mesures sont réalisées lors des phases de préparation (pesée du produit), d'application et de nettoyage du matériel.



Protection BPE
Source : ISPED



Sans protection
Source : ISPED

Résultats obtenus et perspectives de l'essai

La réduction du taux de contamination apportée par l'ensemble du dispositif de protection atteint 88% pendant la préparation des produits. Durant cette phase, la majorité de la contamination se situe au niveau des mains. Le port de gants latex permet d'éliminer 89 % de cette pollution.

L'application du produit a été réalisée par temps couvert et vent faible à modéré, ce qui n'a guère favorisé le retour d'embruns sur les opérateurs. Là encore, les résultats montrent l'efficacité élevée des matériels de protection et la nécessité de leur mise en œuvre. L'équipement de protection réduit de 99% la contamination globale enregistrée sur l'opérateur témoin.

Cependant, il a été observé que lors des phases de préparation et d'application, le thorax est la partie du corps la moins protégée. Dans le cadre de notre essai, le dispositif de fermeture éclair ne semble pas garantir l'étanchéité de la combinaison. Ce résultat est à prendre avec beaucoup de précautions car cette observation n'a pas été faite chez les autres viticulteurs inscrits dans l'étude.

Cet essai illustre bien l'importance du port des équipements de protection pendant les différentes phases du traitement. Cette protection doit obligatoirement se placer en complément d'un raisonnement permanent de toutes les opérations réalisées pendant le traitement et d'un entretien régulier du matériel d'application.

Perspectives

Fort de sa démarche en sécurité, ITV France a créé un groupe de travail spécifique destiné à réfléchir sur l'optimisation de la protection de la sécurité des viticulteurs pendant les traitements phytosanitaires. Le groupe se compose de représentants de différents secteurs d'expertise de l'ITV, de représentants de la MSA, de l'ISPED, de l'IUT Hygiène et Sécurité de Bordeaux, de l'UIPP (Union des Industries de la Protection des Plantes), du Ministère de l'Agriculture, de l'ACTA (Association pour la Coordination Technique Agricole) ainsi que des fabricants de matériel de protection et des distributeurs.

Ce groupe de travail s'est pour l'instant fixé deux objectifs :

- *décrire et comprendre les modes opératoires limitant l'intérêt de la protection* : Pour cela, une enquête sera envoyée à des viticulteurs afin de mieux comprendre leurs façons de travailler
- *acquérir des références techniques dans le domaine de la protection* en participant à des études comme Pest Expo et en accompagnant la rédaction de cahiers des charges par les fabricants de matériel (de protection et d'application de produits)

Publication - communication

Communications orales

Congrès de la CIETAP « Mieux traiter », 10 mars 2004, communication réalisée par M. Raynal.

AMINES BIOGÈNES DANS LES VINS

Définition / État des connaissances

Structure chimique des amines biogènes

Chimiquement, les amines sont des composés dans lesquels un ou plusieurs hydrogènes de l'ammoniac NH_3 sont remplacés par des radicaux carbonés.

Le mot biogène signifie « engendré par la vie ». Ainsi, on désigne par l'appellation d'amines biogènes les amines provenant du métabolisme de cellules vivantes, animales, végétales ou microbiennes. Les amines biogènes des vins sont toutes d'origine microbienne.

Les modes de formation des amines biogènes relèvent de plusieurs types de réactions chimiques. Dans les vins, la source prépondérante des amines biogènes est la décarboxylation d'acides aminés due à des décarboxylases exogènes. Celle-ci nécessite la présence d'acides aminés libres. Les protéases de la flore bactérienne de contamination, en agissant de concert avec les protéases endogènes, en procurent par la dégradation des protéines.

Rôle et origine des amines biogènes dans les vins

On retrouve des amines biogènes dans beaucoup d'aliments fermentés comme les fromages, les sauces ou dans certains poissons. Leur présence dans les vins est toujours inférieure à celle des aliments précédemment cités. Dans les vins, la synthèse des amines biogènes est liée à la fermentation malolactique (FML). Les amines biogènes sont synthétisées par les bactéries lactiques indigènes. Elles ne jouent aucun rôle particulier ni dans le processus d'élaboration du vin, ni dans ses caractéristiques aromatiques.

La synthèse des amines biogènes a souvent été imputée aux bactéries lactiques d'origines diverses comme *Oenococcus.Oeni* ou les *Lactobacillus*. Cependant, les études menées dans ce domaine sont contradictoires tant les conditions de culture peuvent influencer la synthèse. D'une manière générale, il a été montré qu' *Oenococcus.Oeni* et *Pediococcus sp* sont responsables de la formation de l'histamine, alors que la putrescine et la tyramine seraient produites par les *Lactobacillus*. Des études récentes remettent en question les connaissances actuelles. En effet, c'est *Lactobacillus 30a* qui semblerait être majoritairement responsable de la présence d'histamine dans les vins. Deux souches de *Lactobacillus*, (*Lb Buchnei* et *Lb 30a*) ont montré leur capacité à produire de la putrescine en quantité importante. Quant à la tyramine, elle serait formée par *Lactobacillus Brevis*. Enfin, l'ITV de Beaune a remarqué que les teneurs en histamine, putrescine et tyramine évoluent toujours de manière conjointe dans les vins. Cette observation laisse donc à penser que c'est l'évolution d'une même flore dans les vins qui régule les teneurs en amines biogènes pendant la fermentation malo-lactique et au cours de l'élevage.

Méthode de dosage disponible

La méthode de dosage des amines biogènes dans les vins a été décrite par Tricard en 1990. Le dosage est réalisé par HPLC (Chromatographie Liquide Haute Performance) avec dérivation des amines : dérivation pré-colonne soit par le chlorure de dansyle, soit plus souvent par l'orthophthalaldéhyde (OPA). La détection est ensuite réalisée par fluorimétrie.

Aucune méthode n'est indiquée dans le Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts de l'OIV.

Évaluation scientifique

Teneurs des vins en amines biogènes

Le tableau suivant donne les teneurs moyennes de 300 vins de Pinot noir en ami-

Amines biogènes	Moyenne (mgL ⁻¹)	Ecart-type (mg L ⁻¹)
Histamine	8.8	5.2
Tyramine	6.3	2.3
Putrescine	13.1	9.8
Isoamylamine	2.6	1.7
Phényléthylamine	2.4	1.4

Tableau 1 : teneurs moyennes en amines biogènes de 300 vins de Pinot noir source ITV France

Toxicité ou évaluation des risques allergiques

Élimination des amines biogènes

Les organismes vivants, dont le corps humain, sont capables d'éliminer les amines biogènes, par différentes voies cataboliques :

- désamination oxydative par des enzymes : la monoamine-oxydase (MAO) et la diamine-oxydase (DAO). Celles-ci existent dans la plupart des tissus, et en particulier dans la substance grise du cerveau pour la MAO, dans les intestins pour la DAO. Il s'agit du mécanisme le plus marquant
- N- et O-méthylation avec une transférase et de l'adénylméthionine
- N-acétylation avec des N-acétyltransférases et l'acétyl-CoA comme cofacteur
- Hydroxylation avec une hydroxylase et NAD⁺ comme cofacteur

Le corps humain possède une bonne aptitude à réguler son taux d'amines biogènes, sous réserve de ne pas en absorber trop, et, à condition que le système d'élimination ne soit pas affaibli par un désordre interne (colopathies, etc.) ou par certains traitements médicamenteux, comme les antidépresseurs. Toutefois, certaines personnes se plaignent de migraine suite à une consommation non excessive de vin, rouge en particulier. Les amines biogènes du vin ont souvent été montrées du doigt pour expliquer de telles réactions. Il s'agit essentiellement de l'histamine et de la tyramine.

nes biogènes. Ces chiffres sont des ordres de grandeur et il faut également noter que les écarts-types sont importants.

Effets physiologiques de l'histamine et de la tyramine

Les doses d'histamine que l'homme tolère par voie orale vont jusqu'à 100 mg et même bien au-delà. La littérature à ce sujet est assez abondante. Par exemple, selon Cabanis (1985) des doses de 200 à 500 mg ne modifient ni le pouls ni la pression artérielle. Ce dernier déclare également qu'une expérience par sonde duodéno-jéjunale a démontré chez un sujet sain l'innocuité d'une dose de 2.75 mg/kg de poids corporel, soit de 165 à 200 mg pour une personne de poids moyen, le seul signe étant une rougeur du visage apparaissant au bout de quelques minutes et disparaissant très vite. D'après le tableau 1, la teneur moyenne en histamine de ces vins était de 8.8 mg. L⁻¹. Il serait donc nécessaire de consommer plus de 20 litres de vin dans un court laps de temps pour voir apparaître une simple rougeur.

Il existe une grande variabilité des effets toxiques par voie orale. A dose d'histamine égale, d'un sujet à un autre, les réactions peuvent être très différentes. Les raisons en sont multiples mais il semblerait que la détoxification des amines biogènes par l'intestin a une efficacité plus ou moins grande en fonction des sujets. La relation entre tyramine et migraine a été très largement étudiée, mais peu d'études sont réellement concluantes. Toutefois, deux études montrent que l'ingestion de 125 mg de tyramine ne suffit pas pour déclencher des maux de tête chez des sujets sensibles ou non. Le dosage des amines biogènes dans les Pinots

noirs avait montré une teneur moyenne en tyramine égale à 6.3 mg L^{-1} , ce qui signifierait qu'une consommation de plus de 20 litres de vin ne suffirait pas à déclencher des maux de tête dus aux amines biogènes !

Toxicité des vins

Il est insuffisant de se baser sur des études testant des amines biogènes administrées dans des capsules pour se prononcer sur leur toxicité dans les vins. Il existe en effet dans les vins des composés qui aggravent leur potentiel toxique. Il s'agit en particulier de l'éthanol du vin, et de son dérivé par oxydation, l'acétaldéhyde, qui interviennent pleinement dans le métabolisme des amines biogènes. Ils déstabilisent l'épithélium intestinal, en diminuant les jonctions intracellulaires et permettent un transit des composés de l'alimentation vers le sang sans qu'ils subissent de catabolisme.

L'éthanol provoque également la dégranulation des mastocytes des tissus, créant un pool d'histamine endogène qui s'ajoute à celui exogène, et décuple ses possibilités métaboliques. L'intoxication histaminique peut en outre être due à l'inhibition des enzymes détoxifiantes (MAO, DAO et histamine-N-méthyltransférase (HMT), enzyme de méthylation de l'histamine). D'autre part, la putrescine, la cadavérine et la tyramine inhibent également la MAO, et la β -phényléthylamine, la putrescine et la cadavérine inhibent la HMT. Ces inhibiteurs potentialisent l'histamine en lui permettant de ne pas être dégradée dans l'intestin et ainsi de pénétrer intacte dans le circuit sanguin. Par exemple, chez le cobaye l'ingestion de putrescine ou de cadavérine multiplie par dix la toxicité de l'histamine administrée par voie orale (Hui *et al.*, 1985).

Réglementation

Aucun texte de loi ne fixe de quantités maximales en amines biogènes dans les vins. La fixation d'un seuil limite semble être difficilement envisageable car les études sont contradictoires et ne proposent aucun chiffre précis. Certains pays comme la Suisse ont fixé un seuil (10 mg.L^{-1}) mais il a été déterminé de manière arbitraire. Un texte de loi fixant un seuil limite d'aminos biogènes dans les vins ne semble donc pas être à l'ordre du jour.

Moyens de prévention et maîtrise

La production des amines biogènes a lieu lors de la fermentation malo-lactique et pendant l'élevage des vins. Les meilleurs moyens de prévention et de maîtrise des teneurs d'aminos biogènes dans les vins, résident donc dans les étapes suivantes.

- une excellente maîtrise de la fermentation malo-lactique avec l'utilisation de flores sélectionnées
- un bon suivi du déroulement de la fermentation malo-lactique pour éviter et prévenir toute évolution microbologique indésirable
- une bonne stabilisation microbiologique des vins à l'issue de la fermentation malo-lactique, afin de stopper les évolutions de flore

En outre, les concentrations finales en amines biogènes dans les vins dépendent fortement de la concentration initiale en acides aminés précurseurs. Or, certains cépages concentrent plus de précurseurs que d'autres, ce qui implique que certains vins contiennent davantage d'aminos biogènes que d'autres.