



HAL
open science

Les méthodes de lutte biologique ou biotechnique contre les insectes nuisibles à la vigne

Gilles Sentenac, Denis D. Thiery

► **To cite this version:**

Gilles Sentenac, Denis D. Thiery. Les méthodes de lutte biologique ou biotechnique contre les insectes nuisibles à la vigne. *Mondiaviti*, Dec 2008, Bordeaux, France. 163 p. hal-02754269

HAL Id: hal-02754269

<https://hal.inrae.fr/hal-02754269>

Submitted on 3 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

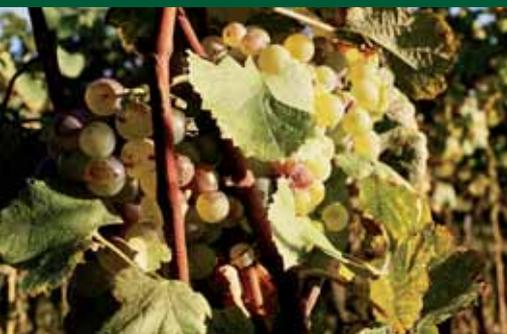
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

3 et 4 décembre 2008

MONDIAVITI

LE MONDIAL DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION VITI-VINICOLE
B O R D E A U X

Compte-rendu technique



Parc des Expositions de Bordeaux
Forum des Idées • Salon Vinitech

Organisé conjointement par



Sous le haut patronage de



MONDIAVITI

LE MONDIAL DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION VITI-VINICOLE
B O R D E A U X

3 et 4 décembre 2008

Compte-rendu technique



IFV (Institut Français de la Vigne et du Vin)
Domaine de l'Espiguette
30240 LE GRAU DU ROI
Tél. 33 (0)4 66 51 40 45
Fax 33 (0)4 66 51 59 28

Organisateur : Thierry Coulon
IFV
39, rue Michel Montaigne
33290 Blanquefort
Tél. 33 (0)5 56 35 58 80
Fax 33 (0)5 56 35 58 88



3 et 4 décembre 2008

est organisé par

IFV

Institut Français de la Vigne et du Vin

et

Vinitech

Salon Mondial des Equipements et Techniques
de la Vigne, du Vin et des Spiritueux

dans le cadre de **Vinitech 2008**

Ses organisateurs remercient tous les Organismes et Sociétés
qui ont bien voulu apporter leur soutien et leur concours.

- Communauté Urbaine de Bordeaux
- Conseil Général de la Gironde
- Conseil Interprofessionnel des Vins de Bordeaux
- Conseil Régional d'Aquitaine

Les firmes phytosanitaires

- BAYER CROPS SCIENCE FRANCE
- CEREXAGRI
- DOW AGROSCIENCE
- PHILAGRO
- PHYTEUROP
- SOFRALAB
- SYNGENTA AGRO

Sommaire

I. Le Grenelle de l'environnement : conséquences et mesures pratiques

- > Ne traiter que si nécessaire :
où en est-on de la modélisation des risques (*Marc RAYNAL - IFV*) 7
- > Mildium : conception et évolution d'un Processus Opérationnel de Décision
pour la gestion fongicide du mildiou et de l'oïdium de la vigne
(*Laurent DELIERE et Philippe CARTOLARO - INRA Bordeaux*) 19
- > Les méthodes de lutte biologique ou biotechnique contre les ravageurs
(*Gilles SENTENAC - IFV. Denis THIERY - INRA Bordeaux*) 29
- > La réduction maîtrisée des doses appliquées (*Alexandre DAVY - IFV*) 43
- > Viticulture de précision : perspectives pour une meilleure gestion des traitements
(*Vincent de RUDNICKI - CEMAGREF*) 51
- > Peut-on stimuler les mécanismes de défenses de la vigne ?
Une nouvelle méthode pour évaluer le potentiel des éliciteurs
(*Katia GINDRO – Agroscope Changins*) 59
- > Produits alternatifs et SDN pour protéger la vigne (*Nicolas AVELINE – IFV*) 69
- > Exemple de la résistance du matériel végétal (*Didier MERDINOGLU – INRA Colmar*) 79
- > Un label en Alsace. L'association Typlo : 11 années de viticulture intégrée
(*Daniel ANSEN – Chambre d'Agriculture du Bas Rhin*) 85
- > Etat des pratiques sur un réseau de fermes de référence et voies d'amélioration
(*Thierry COULON - IFV*) 91
- > Influence des dialogues professionnels sur les changements des pratiques des viticulteurs
(*Claude COMPAGNONE - ENESAD/INRA-SAD LISTO*) 103
- > Terra Vitis : la viticulture raisonnée en action
(*Jean-Henri SOUMIREU - CA 69. Natacha ELIA – CA 33*) 111
- > Production intégrée : une contribution au développement durable : La charte Vivre
(*Michèle VACHER - Cave des Vignerons de Beaumes Venise*) 115

II. Comment développer le marché des vins rosés ?

- > Un panorama mondial des vins rosés
Diversité de composition et de packaging (*Gilles MASSON - Directeur du Centre du Rosé*) 125
- > Le marché des vins rosés en France, en Europe et dans le Monde
(*Françoise BRUGIERE - Division Etudes et Marchés Viniflor*) 133
- > Un exemple de création de marque et d'innovation marketing pour surfer
sur la vague du rosé (*James DE ROANY - Directeur PGA Domaines-Provence*) 137
- > Etat des connaissances sur l'arôme des vins rosés (*Marie-Laure MURAT - Labo SARCO*) 141
- > Les cépages adaptés à l'élaboration des vins rosés :
approche internationale et prospective (*Christophe SERENO - IFV*) 149
- > Itinéraires d'élaboration des vins rosés (*Laure CAYLA - Centre du Rosé, IFV*) 153
- > Evaluation sensorielle des vins rosés, exemples d'application
(*Nathalie POUZALGUES - Centre du Rosé - Syndicat des Vins Côtes de Provence*) 165
- > Le rosé en Amérique : évolution ou révolution ?
(*Jeff MORGAN - Viticulteur/Journaliste – Napa Valley Californie*) 171

Chapitre I

Le Grenelle de l'environnement : conséquences et mesures pratiques

- > Ne traiter que si nécessaire : où en est-on de la modélisation des risques
Marc RAYNAL - IFV
- > Mildium : conception et évolution d'un Processus Opérationnel de Décision pour la gestion fongicide du mildiou et de l'oïdium de la vigne
Laurent DELIERE et Philippe CARTOLARO - INRA Bordeaux
- > Les méthodes de lutte biologique ou biotechnique contre les ravageurs
Gilles SENTENAC - IFV. Denis THIERY - INRA Bordeaux
- > La réduction maîtrisée des doses appliquées
Alexandre DAVY - IFV
- > Viticulture de précision : perspectives pour une meilleure gestion des traitements
Vincent de RUDNICKI - CEMAGREF
- > Peut-on stimuler les mécanismes de défenses de la vigne ?
Une nouvelle méthode pour évaluer le potentiel des éliciteurs
Katia GINDRO – Agroscope Changins
- > La résistance du matériel végétal
Nicolas AVELINE – IFV
- > La résistance du matériel végétal
Didier MERDINOGLU – INRA Colmar
- > Un label en Alsace. L'association Typlo : 11 années de viticulture intégrée
Daniel ANSEN – Chambre d'Agriculture du Bas Rhin
- > Etat des pratiques sur un réseau de fermes de référence et voies d'amélioration
Thierry COULON - IFV
- > Influence des dialogues professionnels sur les changements des pratiques des viticulteurs
Claude COMPAGNONE - ENESAD/INRA-SAD LISTO
- > Terra Vitis : la viticulture raisonnée en action
Jean-Henri SOUMIREU - CA 69. Natacha ELIA – CA 33
- > Production intégrée : une contribution au développement durable : La charte Vivre
Michèle VACHER - Cave des Vignerons de Beaumes Venise

Ne traiter que si nécessaire :

le point sur les travaux de modélisation des risques phytosanitaires appliqués par l'IFV au domaine de la protection du vignoble

Treat only if necessary:

point on the IFV modeling phytosanitary risk works applied on vineyard protection

Marc RAYNAL - Institut Français de la Vigne et du vin (IFV) 39 - rue Michel Montaigne - 33290 Blanquefort
 Christian DEBORD - Institut Français de la Vigne et du vin (IFV) 39 - rue Michel Montaigne - 33290 Blanquefort
 Sylvain GUITTARD - Institut Français de la Vigne et du vin (IFV) 39 - rue Michel Montaigne - 33290 Blanquefort
 Marc VERGNES - Institut Français de la Vigne et du vin (IFV) 39 - rue Michel Montaigne - 33290 Blanquefort
 Katell GRIAUD - Faculté œnologie - Université Bordeaux II - 351 cours de la libération - 33405 Talence
 Nicolas FERNANDEZ - ENSAT - av. de l'Agrobiopôle - BP 32607 - Auzeville-Tolosane - 31326 Castanet-Tolosan Cedex
 Serge STRIZYK - SESMA - 40 rue des frères Flavien - 75020 Paris
 Denis BOISGONTIER - CAP2020 - 2 allée du chemin neuf - 91720 Gironville sur Essone
 Jean CONGNARD - Météo France - 7 avenue Roland Garros - 33700 Mérignac
 Didier GRIMAL - Météo France - 7 avenue Roland Garros - 33700 Mérignac

RÉSUMÉ

Le vignoble français particulièrement soumis aux risques cryptogamiques contribue pour une part significative à la consommation nationale d'intrants phytosanitaires. Ces pratiques indispensables sont cependant néfastes aussi bien pour l'environnement que pour l'image du produit et de la viticulture. Dans l'objectif de maîtriser ces intrants, l'IFV s'est très tôt intéressé aux outils de modélisation tels que les modèles Potentiels Systèmes de S. Strizyk. L'amélioration de ces outils se heurte aujourd'hui à l'imprécision des variables climatiques et notamment à l'approximation de la pluviométrie. Pour y remédier, l'IFV teste depuis la campagne 2007, l'impact de données spatialisées à maille fine de l'ordre du kilomètre. L'évaluation met en évidence l'aptitude du modèle à déceler, sur des cellules pluvieuses très localisées, des foyers de contaminations délimités non détectés par les réseaux habituels. La spatialisation fine des informations météorologiques est ainsi un facteur de progrès structurant pour la démarche de modélisation.

Mots-clés : modélisation, aide à la décision, agro-météorologie, spatialisation, radar pluviométrique, maladies de la vigne, mildiou.

SUMMARY

The French vineyard is highly susceptible to cryptogamic diseases and so contribute at a significant level to the national consumption of chemicals. These necessary practices however have negatives effects on environment as well as on the product image. To minimize these chemical use, IFV works since several decades on the modeling of the vine disease with the "Potentiel Systeme models" developed by S. Strizyk (SESMA). The Improvement of these decision support system (DSS) is nowadays stopped by the imprecision of bio climatic data, rainfall mainly. Radar estimation given by Météo France at a km scale is so tested since 2007. The first results show the efficiency of the model to detect very limited cells of infections usually unseen with the usual meteo networks. Spatial climatic information at a small scale so reveals to be a structuring approach offering real perspectives of improvement for DSS.

Key words: modeling, decision support system, agro meteorology, spatialization, rainfall radar, vine diseases, downy mildew.

Travaux réalisés avec le soutien financier du Comité Interprofessionnel des Vins de Bordeaux (CIVB), du Conseil Régional d'Aquitaine (CRA), du Fond Européen de Développement en Espace Rural (FEDER)

La notion même du mot protection, issue du latin « couvrir en avant », indique l'aspect préventif de la très grande majorité des traitements pratiqués au vignoble. Cette précision étymologique classe au rang de pléonasmе, l'essentiel de nos préconisations faites pour enrayer les développements épidémiques par des « protections préventives » en réponse aux fortes pressions épidémiques, telles que celles que nous venons de connaître en 2007 et 2008 pour le mildiou.

Elle permet surtout de poser l'essentiel du problème quant à cette gestion préventive qui se veut aussi maintenant économe des produits de traitements. Ces deux notions sont a priori antagonistes et ne peuvent s'accorder que sous condition que la prévision météorologique, justifiant d'un traitement préventif, s'est effectivement réalisée. Nous verrons ce qu'il en est aujourd'hui.

Ce consensus sur la réduction des intrants phytosanitaires fut d'abord souhaité par les seuls mouvements écologistes. Il fait maintenant l'objet de thèses largement partagées au sein de la société. Il est cependant loin d'être total, en raison des problèmes nouveaux qu'il soulève pour la profession dans le contexte économique particulièrement délicat du moment. Cette réduction des intrants chimiques est cependant maintenant fixée par les pouvoirs publics comme l'objectif majeur à atteindre dans les années à venir.

Nul ne doute que les conclusions du récent Grenelle de l'environnement et le plan Ecophyto2018 qui en découle, vont profondément modifier le contexte de la production, et sans doute à terme la nature des produits viticoles. Le retrait en cours des services officiels de la protection des végétaux du paysage des avertissements agricoles, jusqu'alors assurés auprès de la profession symbolise la première manifestation de ces changements à l'œuvre. A défaut de pouvoir garantir les conditions nécessaires et le plus souvent suffisantes d'une parfaite maîtrise de la production, la participation de l'état au système de production à venir semble vouloir se limiter désormais à la (re)définition des pratiques autorisées et au contrôle de leur respect. Il y a fort à craindre, dans le contexte d'une limitation drastique du nombre des matières actives disponibles, que ce retrait n'augure des difficultés qui attendent la profession et des enjeux autour du thème de la prévision des risques phytosanitaires : il est possible qu'à l'avenir, les millésimes 2007 et 2008 attestent de ces difficultés probables, les conditions pratiques de réalisation d'une protection nécessaire s'avèrent parfois limites voire insuffisantes pour assurer les paramètres quantitatifs voire qualitatifs de la production.

L'enjeu est donc de taille ; d'autant que les modèles utilisés pour prévoir les risques sont pour la plupart basés sur le principe d'adaptation des parasites en leurs milieux naturels. La notion de changement climatique, longtemps controversée mais maintenant admise par la communauté scientifique, semble d'ores et déjà venir brouiller la donne en ajoutant des perturbations difficilement prévisibles à la lecture et l'interprétation de la stabilité des systèmes biologiques. Face à l'ampleur du défi qui incombe maintenant à la profession seule, où en est-on aujourd'hui des travaux conduits par l'IFV sur l'interprétation des risques parasitaires ?

LA THÉORIE DE LA VALIDATION OPÉRATIONNELLE

Le processus de modélisation est défini comme un triptyque entre un problème, un modèle conceptuel et un modèle numérique (Sargent 1998, Fernandez 2008) représenté dans la figure 1. Un modèle est une abstraction simplifiant la réalité en ignorant de nombreuses caractéristiques du système qu'il représente. Déterminer si un modèle représente correctement la réalité reste une démarche difficile. La validation suppose « qu'une application numérique possède, dans son domaine d'applicabilité, une correspondance satisfaisante rapportée à l'utilisation du modèle » (Schlesinger 1972, Fernandez 2008). Les tests de validation pratiqués dans différentes conditions expérimentales définissent le domaine d'applicabilité du modèle.

Le modèle conceptuel représente un système par des descriptions verbales, des équations, des relations fonctionnelles ou des lois naturelles. Le modèle numérique traduit la description informatisée de ce système. La validation est conceptuelle. Elle diffère de la vérification opérationnelle qui, elle, contrôle la représentation informatique du modèle conceptuel dans les limites d'une correspondance attendue.

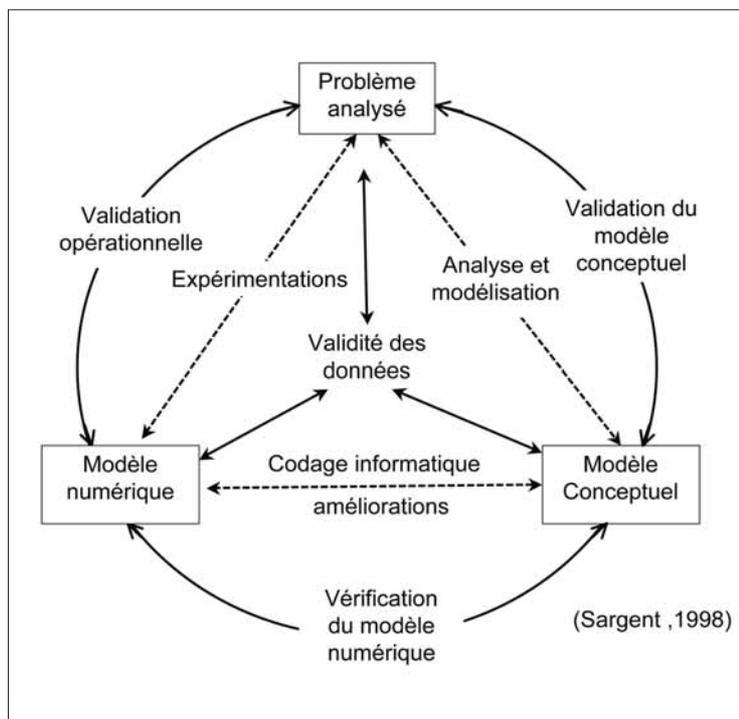


Figure 1 : Représentation du processus de modélisation
Modeling process representation

Appliquée à notre domaine d'activité, la modélisation porte sur la représentation de la virulence des épidémies des principales maladies du feuillage et des grappes causées dans nos vignobles par le mildiou, l'oidium et le black rot. Considérant que nous ne disposons ni du temps disponible pour établir nos propres modèles, ni des compétences internes pour en assurer le développement, l'IFV a jusqu'à présent volontairement limité son champ d'étude aux modèles Potentiels Systèmes proposés par la société SESMA de S. Strzyk.

Les modèles conceptuels propres à chacune de ces maladies, sont connus dans les grands principes. Le détail de l'écriture informatique, relevant du code de la propriété intellectuelle, reste lui confidentiel.

Les modèles Potentiels Systèmes sont des modèles systémiques. Ils visent à décrire les épidémies sur le vignoble, en s'appuyant sur les connaissances biologiques et épidémiologiques des agents pathogènes. Ils ne prétendent pas pour autant décrypter l'intégralité des mécanismes sous-jacents déterminant leur développement.

La démarche de validation conduite par l'IFV porte aussi bien sur certains des critères conceptuels fondateurs des modèles : ce fut le cas des études de génétique des populations conduites en partenariat avec l'école polytechnique de Zurich puis avec l'INRA de Bordeaux et Colmar. Au début des années 2000 ces travaux mettent en évidence le rôle majeur joué par les contaminations primaires dans la gravité des épidémies de mildiou. Même si certains schémas ne sont pas encore parfaitement décrits ni maîtrisés, le seront ils un jour ?, ces résultats convergent au point d'attribuer une importance majeure aux contaminations dites primaires : la très grande majorité des souches présente une faible virulence et une capacité de dissémination spatiale vraisemblablement beaucoup plus réduite que ce qui était jusqu'alors imaginé. Cette portée réduite, de l'ordre de quelques dizaines de mètres à chaque cycle, limite considérablement le pouvoir pathogène attribué jusqu'alors à la multiplication végétative. Ce faisceau d'indices apporte des éléments de validation au principal concept fondateur des

modèles EPI puis Potentiels Systèmes ainsi formulé depuis plus de 30 ans. De même, le rôle joué par la pluie dans la dissémination des contaminations de l'oïdium, ou l'étude de la dynamique des formes de conservation hivernale du black rot constituent également des éléments de validation conceptuelle respectivement rapportés par l'INRA et l'IFV de Bordeaux à la formulation et au calibrage de ces deux modèles Potentiels Systèmes.

De nouvelles hypothèses conceptuelles ont été plus récemment formulées dans l'écriture des modèles. Elles restent à valider même si elles ne sont pour l'heure pas mises en défaut par la validation opérationnelle. L'application de la théorie du chaos au comportement du mildiou (figure 2), est une hypothèse ainsi proposée pour expliquer certains épisodes de contaminations locales bien réels alors que pourtant jugés a priori peu probables. Cette théorie semble particulièrement séduisante pour expliquer, dans le cas du mildiou, des manifestations plutôt atypiques constatées ces dernières années qui pourraient constituer autant d'indices d'une phase d'adaptation en cours aux changements climatiques pressentis.

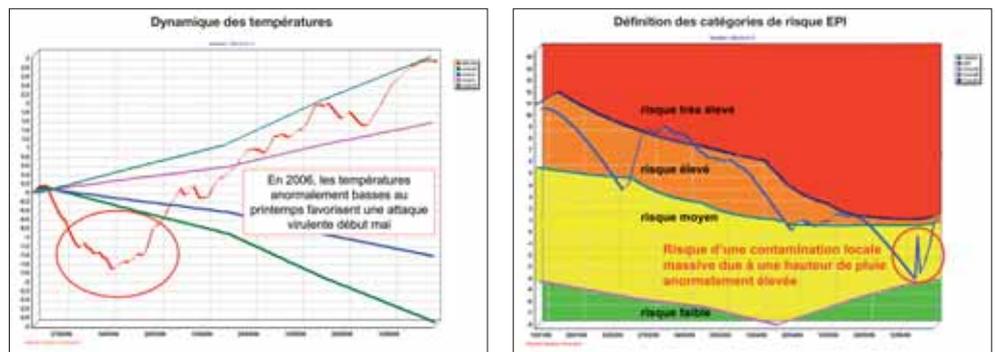


Figure 2 : Exemple d'hypothèses conceptuelles formulées dans le modèle Potentiel Système Mildiou.

Déficit thermique (figure de gauche) ou pluviométrie excessive (figure de droite) provoquent des contaminations chaotiques dans le modèle numérique

Example of conceptual hypothesis developed in the P.S. downy mildew model. Temperature deficit (left) or excessive rainfall (right) generate chaotic contaminations in the computerized model

Au plan opérationnel, la validation du modèle numérique détermine si oui ou non les simulations du modèle sont suffisamment précises pour réaliser l'objectif fixé *i.e.* fournir les éléments permettant d'évaluer objectivement de la nécessité de traiter ou non. L'utilisation de données historiques, technique la plus utilisée lorsque ces informations sont disponibles, permet de vérifier dans quelle mesure le modèle se comporte comme le système étudié.

Le travail de monitoring entrepris sur nos vignobles depuis près de vingt ans quantifie la fréquence et l'intensité des attaques des différentes maladies. Il nous permet de conduire une démarche subjective, exploratoire du comportement qualitatif du modèle et basée sur l'analyse graphique de l'évolution de l'épidémie modélisée et observée. Cette démarche est la plus couramment utilisée à ce jour.

Il nous laisse aussi l'opportunité de nous placer dans le cadre d'une démarche objective, par une comparaison quantitative des observations chiffrées des épidémies de mildiou et de leur modélisation. Différents indicateurs sont alors calculés qui permettent d'évaluer la performance des modèles opérationnels en regard de critères fixés par l'opérateur. Ce travail, complexe, est particulièrement lourd et difficile à mettre en œuvre. L'analyse complète des différentes facettes de l'évaluation nécessite de passer en revue une multitude de critères et implique au final la construction d'indicateurs synthétiques forcément imparfaits et sans lesquels l'appréciation globale du modèle repose à nouveau sur des appréciations subjectives.

Ces éléments d'évaluation restant d'une part très difficiles à mettre en œuvre et à restituer objectivement sous forme synthétique, et leur validité restant limitée au champ d'application du jeu des données historiques sur lesquels ils ont été calibrés, l'organisation retenue par l'IFV privilégie une validation permanente et en temps réel, gage de transparence qui offre en outre la possibilité à l'opérateur de soumettre les résultats des simulations à son propre système d'expertise. L'ensemble de ces informations simulées et observées est ainsi disponible pour l'ensemble des partenaires qui participent au fonctionnement des réseaux de validation sur la plate-forme EPICURE (www.vitidecid.com), comme illustré dans la figure 3.

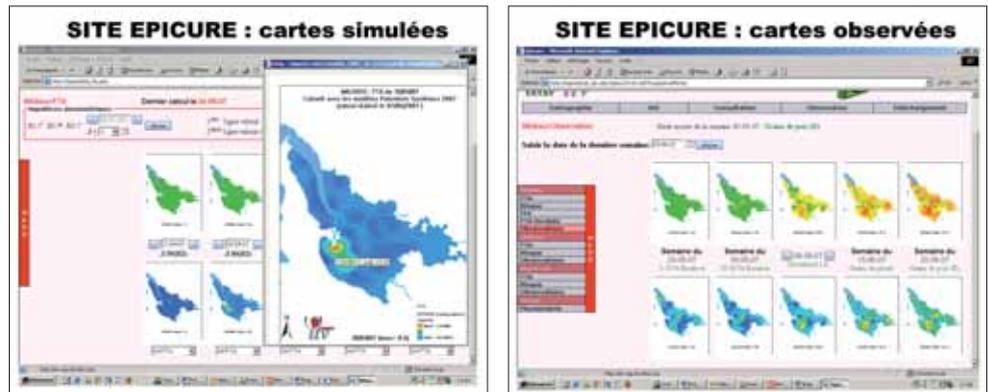


Figure 3 : Exemple de cartes du risque Mildiou simulé par le modèle Potentiel Système et observé sur le réseau de parcelles témoin non traitées réparties sur le vignoble de Gironde en 2007

Examples of downy mildew risks simulated by the PS model and observed on the monitoring untreated plots network displayed on the Bordeaux vineyard in 2007

ETAT DES LIEUX DU MODÈLE EN 2008

L'objectif de finalisation des modèles se focalise actuellement sur une utilisation à l'échelle de la petite région, soit à une maille se rapprochant de la taille de l'exploitation viticole. L'ambition affichée est ainsi de faire des modèles un véritable outil d'aide au pilotage de la stratégie de traitement intégrant notamment les particularismes de la météorologie locale. À cet égard, la pluviométrie constitue bien l'essentiel de la variabilité locale du climat.

L'exploitation des modèles se heurte ainsi depuis maintenant quelques années au problème de la représentativité des sites météorologiques (nombre et distribution des stations) et de la fiabilité des mesures. L'amélioration des modèles est ainsi tributaire d'une amélioration des données pluviométriques. C'est pourquoi, l'IFV s'est intéressé dès le début des années 2000 aux possibilités offertes par la mesure Radar et par ses applications en météorologie.

En 2006 une première maquette est réalisée à partir d'un jeu de données issu du Radar Hydrix à bipolarisation en bande X, développé par la société Novimet, jeune société émanant du CNRS. Ce travail nous permet alors d'évaluer, à partir de données fictives pour notre région, l'intérêt probable d'une spatialisation fine des données pluviométriques directement évaluées par le radar à l'échelle du kilomètre. Il montre en effet l'aptitude du modèle à déceler de fortes variations d'attaque en fonction des disparités locales des niveaux de pluie enregistrés.

En janvier 2007, un partenariat expérimental est développé avec Météo France qui permet à l'IFV de tester le produit Antilope ; cette pluviométrie provient de la fusion des données issues du réseau Météo France de Radars Aramis, et de celles des stations météorologiques au sol. Antilope fournit ainsi une donnée pluviométrique, localisée par le Radar à la maille de 1 km, et quantifiée par étalonnage de l'écho radar avec le réseau de pluviomètres de Météo France.

Ce nouveau type de donnée est maintenant intégré à notre dispositif de calcul EPICURE et nous en testons la validité depuis la campagne 2007. Ce travail porte sur l'évaluation de la donnée Antilope (6 000 points de calculs sur le vignoble du Bordelais et du Bergeracois) comparée aux relevés pluviométriques classiques (50 stations météo habituellement utilisées, soit un ratio de l'ordre de 1/20 km²). Il vise également à évaluer l'impact de ces données dans le modèle Potentiel Système Mildiou.

Le partenariat développé vise enfin à intégrer automatiquement la prévision météo dans la chaîne de calcul et à en mesurer l'impact sur nos calculs prévisionnels à J+8.

Les principaux résultats issus de ce travail sont ici présentés.

SPATIALISATION DES PLUVIOMÉTRIES

La figure 4 montre la différence de localisation des précipitations issues de la pluie stratiforme le 7 juillet 2007.

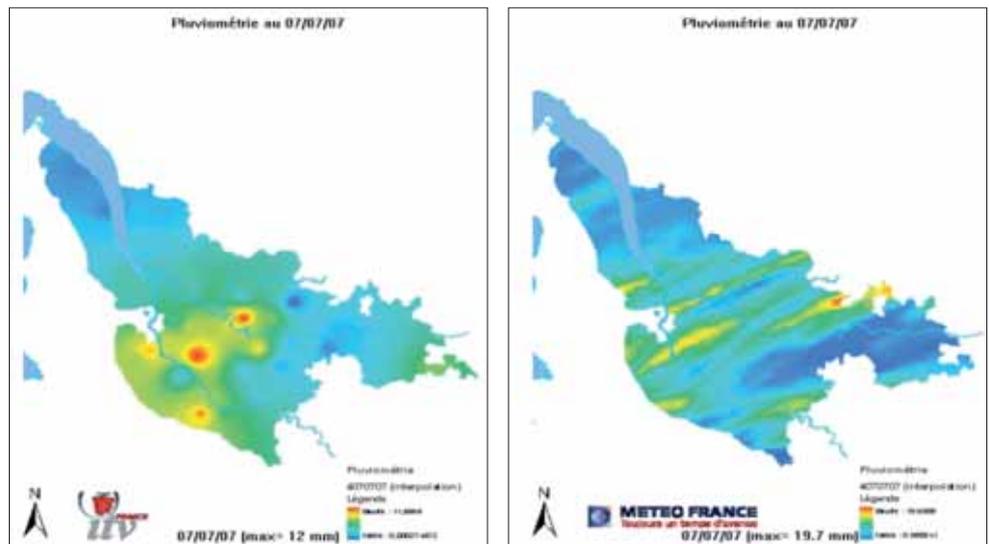


Figure 4 : Représentation cartographique de la pluie du 7/7/2007 par le réseau de 40 postes météo (gauche) et par Antilope (combinaison réseau Radar + données au sol)

Spatial representation of the July 7th rainfall according to the weather station network (left) and Antilope radar estimation

On observe dans la figure 4 tout l'intérêt que peut représenter la spatialisation fine de la pluviométrie : des variations significatives apparaissent très localisées sur les entrées de flux océaniques orientés d'ouest en est. La localisation précise des précipitations peut permettre le déclenchement sélectif de la protection sur les parcelles les plus arrosées seulement. Elle peut aussi indiquer les zones ayant reçu des précipitations supérieures à 20-25 mm et nécessitant le renouvellement d'un traitement après lessivage.

L'étude réalisée montre que la donnée Antilope est globalement bien corrélée avec les données pluviométriques issues des stations. Localement des variations sont cependant parfois observées pour les enregistrements extrêmes : par rapport aux mesures enregistrées sur les pluviomètres du réseau, la donnée Antilope tend à délivrer des valeurs plus fortes sur les très faibles pluies inférieures à 2 mm. A l'opposé, sur des épisodes orageux très localisés, nous avons pu observer qu'Antilope pouvait délivrer des valeurs nettement plus faibles que celles enregistrées sur nos pluviomètres. Cet écart est expliqué par la faible densité du réseau de stations utilisé par Météo France pour calibrer l'écho du Radar. Une étude conduite depuis, en 2008, permet à Météo France d'optimiser ce paramétrage.

CONCEPT D'ADAPTATION DU PARASITE AU MILIEU NATUREL : IMPORTANCE DES FICHIERS MÉTÉO HISTORIQUES

Le modèle mesure l'impact du climat sur le développement du parasite. Le modèle numérique contient les mêmes algorithmes de calcul, quel que soit le vignoble sur lequel il fonctionne. Seul le fichier météo historique, établi sur des séries climatiques de l'ordre d'une dizaine d'années minimum, permet d'assurer le paramétrage local du modèle. Celui-ci mesure donc l'impact supposé de l'écart enregistré entre les données météo du moment et celles espérées par le parasite pour assurer sa survie et son développement. La figure 5a montre l'étendue territoriale de ces référentiels météorologiques définie par le Système d'Information Géographique (SIG)

en minimisant les distances des points aux postes météo historiques. Ce zonage est effectué pour permettre les calculs du modèle en tout point du vignoble, représenté par une cellule de 1km². La figure 5b montre ainsi la Fréquence Théorique d'Attaque simulée par le modèle mildiou le 16 juin 2007.

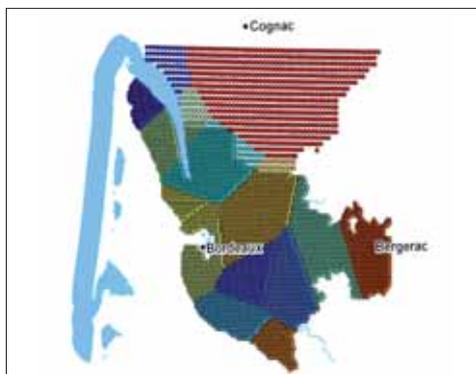


Figure 5a : Aire d'influence des différents référentiels météo historiques servant au calcul du modèle
Spatial influence of historical climatic references used by models calculation



Figure 5b : Fréquence théorique d'attaque (FTA) simulée par le modèle Potentiel Système Mildiou en 2007
Theoretical incidence of attack simulated by PS downy mildew model in 2007

La comparaison des deux cartes met clairement en évidence un motif similaire sur la zone allant de part et d'autre de l'estuaire de la Gironde, du bas Médoc au nord du Blayais. L'impact du référentiel historique, qui génère un taux de dégâts très élevé et proche de 100 % de FTA sur ce secteur est ainsi nettement révélé par contraste, artificiel, avec les zones voisines situées plus au nord et plus au sud.

La spatialisation fine des calculs a ainsi permis de mettre en évidence l'impact excessif de ce référentiel Médoc-Blayais, corrigé depuis pour atténuer cet effet. On remarque par ailleurs que les limites entre ces différents référentiels sont plutôt fondues, traduisant ainsi la remarquable stabilité spatiale du modèle à l'échelle du vignoble. Par le passé, les simulations réalisées à partir du seul référentiel de Bordeaux Mérignac, poste de Météo France sur lequel l'historique est le plus complet de Gironde, ont montré l'incapacité du modèle à décrire correctement la spatialisation des contaminations.

Ces observations, à défaut d'être des preuves, tendent tout de même à valider le concept de l'adaptation locale du parasite à son milieu. Si tel est réellement le cas, elles permettent aussi d'imaginer l'impact que pourraient avoir les modifications apportées par le changement climatique. Il est encore trop tôt pour savoir si celui-ci sera favorable ou non à l'extension de la maladie.

EVALUATION DU RISQUE POTENTIEL : IMPACT DE LA SPATIALISATION DES TEMPÉRATURES

La figure 6 représente la cartographie du risque potentiel de développement du mildiou, établie à partir de la courbe EPI (état potentiel d'infection) comme illustré par les différentes classes de risque dans la figure 2. La carte de gauche, établie à partir du réseau de stations météo (50 postes), tandis que celle de droite est élaborée à partir de 6 000 points de données de pluie et température fournies par Météo France.

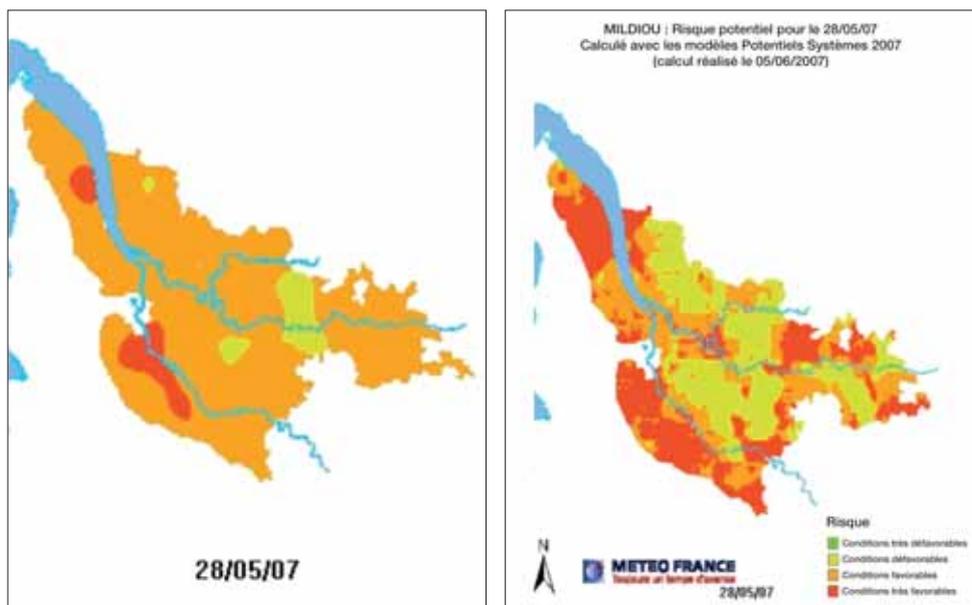


Figure 6 : Représentation du risque potentiel de développement du mildiou sur la Gironde et la Dordogne au 28 mai 2007 ; 6a à gauche, avec 50 postes météo ; 6b à droite, avec 6 000 points
Potential risk representation on the Bordeaux vineyard on may 28th 2007, calculated with 50 weather station (left) and 6 000 points (right)

On observe que la spatialisation de l'information n'est pas identique, une plus grande précision étant a priori apportée par le plus grand nombre de points de calcul.

La figure 6b montre en outre des motifs rectangulaires dispersés sur le vignoble. Ces rectangles de 8x6 km de côté correspondent très exactement aux dalles de températures uniformes fournies par Météo France dans le cadre de la prestation expérimentale passée avec l'IFV. Le SIG montre ainsi très nettement l'impact de la spatialisation des températures au printemps sur l'évolution des formes de conservation hivernale du parasite et l'évaluation du risque potentiel de développement des épidémies.

A partir des études sur la spatialisation des températures faites par le CNRS, les travaux en cours conduits par B. Bois, maître de conférences à l'université Dijon en partenariat avec la cellule agro-météo de Météo France, nous permettent d'envisager la spatialisation de ce paramètre à la maille du kilomètre dans un avenir proche. Ces progrès laissent ainsi espérer une amélioration de la spatialisation fine du risque potentiel.

ÉVALUATION LOCALE DES DÉGÂTS DE MILDIOU : IMPACT DE LA SPATIALISATION DES PLUIES

La figure 7 représente l'orage de grêle du 24 mai 2007. La donnée Antilope permet de visualiser à l'Est du vignoble, en Dordogne, un secteur très délimité sur lequel une précipitation de 106 mm est enregistrée. Au stade fermeture de la grappe, le 4 juillet, le modèle indique sur ce même secteur un niveau d'attaque nettement supérieur aux dégâts avoisinants. La FTA y atteint 60 % de destruction, alors que le modèle n'indique qu'un dégât moyen de 2 % à seulement 3 kilomètres à vol d'oiseau.

Le modèle traduit bien une attaque, réelle semble-t-il, bien qu'elle n'ait pu être vérifiée sur le terrain en raison de l'absence de témoin non traité sur ce secteur du vignoble. La couverture Radar donne une maille de calcul beaucoup plus fine, sur laquelle le modèle paraît apte à évaluer de fortes variations d'attaques sur de faibles distances.

Cette observation confirme ainsi in natura les bons résultats obtenus par la maquette lors de l'étude préalable réalisée en 2006 avec les données issues du Radar Hydrix de la société Novimet.

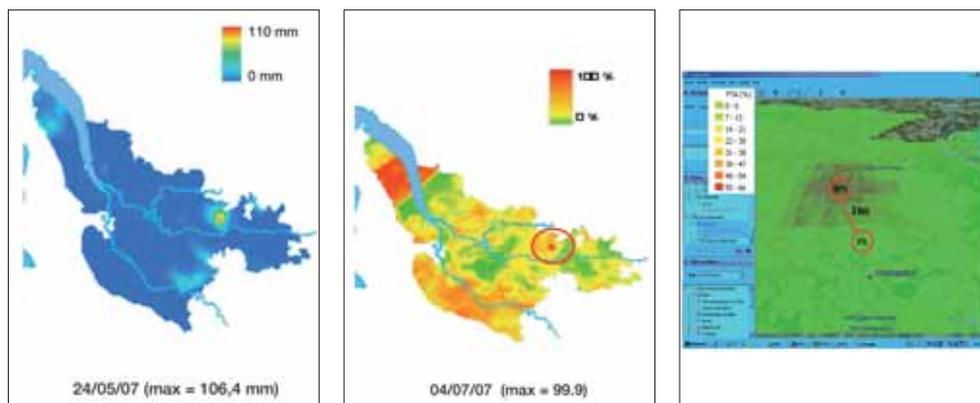


Figure 7 : Impact de la pluviométrie enregistrée le 24 mai 2007 sur la commune de Saint-Méard de Gurçon (24) sur la FTA simulée au stade fermeture de la grappe. A droite zoom sur la localisation de l'impact
Impact of the 24th may 2007 rainfall on Dordogne simulated incidence of attack at bunch closed stage

La spatialisation fine des calculs pose cependant le problème de la correspondance d'échelle avec les observations correspondantes sur le vignoble : à un point de calcul pour 100 hectares, le réseau d'observation actuel associe environ l'observation d'un site témoin non traité pour 20 km de côté, soit l'équivalent de 40 000 hectares. Encore faut-il préciser que la distribution de nos témoins est loin d'être régulière.

Les trois mesures suivantes sont adoptées pour tenter de combler cette limite :

- Mise en place en 2007 d'un protocole d'observation simplifié limitant la destruction de récolte à une piquetée de 5 ceps protégés avant chaque traitement par une bâche. Ce dispositif allégé nous permet de dupliquer certains sites chez des viticulteurs coopératifs, sans pour autant augmenter la perte économique causée par les destructions de récolte.
- Elaboration en 2008 d'un protocole d'enquête adapté à des opérations ponctuelles pour vérifier sur le terrain, en situation de production, la localisation précise d'un phénomène simulé tel que ceux décrits précédemment.
- Ouverture et implémentation de nos réseaux à tout technicien ou viticulteur souhaitant apporter sa contribution par des suivis phénologiques, pluviométriques, ou de maladies pour bénéficier en retour de l'accès à la globalité des données spatialisées sur le vignoble sur le site EPICURE.

Enfin, le phénomène inverse a aussi pu être observé : la maille fine des calculs montre, à l'intérieur du cercle de la figure 8, sur le secteur de Sallebœuf en Entre-Deux-Mers, une zone de moindres dégâts où le modèle indique des niveaux d'attaque simulés inférieurs à 10 %. Ce niveau d'attaque en l'absence de traitement est très faible compte tenu de la pression parasitaire globale observée en 2007.

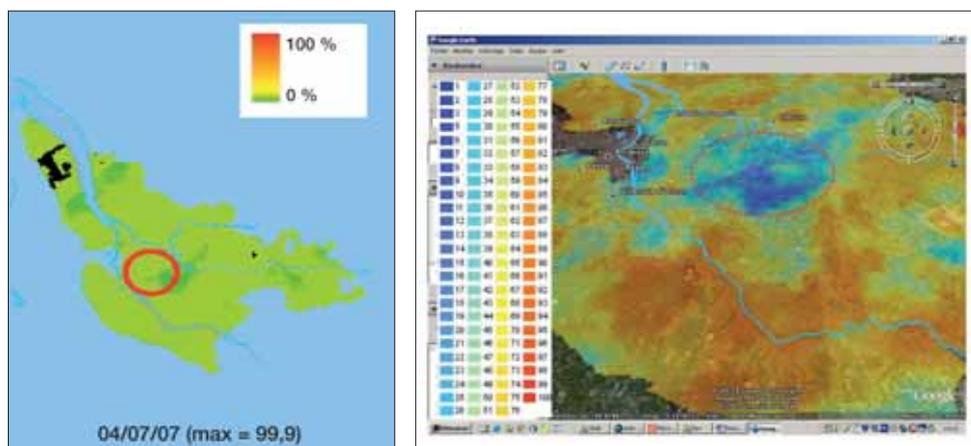


Figure 8 : Matérialisation d'une zone de moindres dégâts sur le proche Entre Deux Mers sur les communes de Sallebœuf et Pompignac
Less incidence disease zone representation on the two close area of Sallebœuf and Pompignac on the Bordeaux vineyard

Cette très faible attaque constatée en l'absence même de couverture fongicide a pu très nettement être évaluée par le suivi réalisé sur l'un des deux témoins non traités situés dans ce secteur du réseau, comme le montre le tableau I. A l'opposé, les dégâts observés sur la commune voisine de Pompignac, sur un témoin situé à seulement 2 kilomètres à vol d'oiseau sont très forts.

Le tableau I montre que le modèle retranscrit bien, à quelques pour-cent près, le contraste observé entre les deux parcelles pourtant très proches.

Fréquence d'attaque mildiou en %		30/05/07	15/06/07	30/06/07	15/07/07	30/07/07
Sallebœuf	simulée	1.1	6.7	6.7	7.4	14.8
	observée	0	0.01	1	2.7	7.7
Pompignac	simulée	2.2	13.4	42.8	64.2	74.9
	observée	0.01	3.5	62.5	96	-

Tableau I : Evolution des dégâts simulés et observés respectivement sur les stations météo et témoin non traités de Sallebœuf et de Pompignac en 2007 (en %)

Evolution of the theoretical incidence of attack compared to the untreated plots monitoring on Sallebœuf and Pompignac in 2007 (%)

La très bonne qualité de cette approche sur l'individualisation de ces deux secteurs n'est cependant pas aussi parfaite à l'échelle globale du vignoble lorsqu'il est représenté par le réseau des parcelles témoins non traitées. L'étude réalisée en 2008 montre une légère amélioration des corrélations entre simulations et observations : des facteurs insuffisamment maîtrisés entrent encore en ligne de compte.

PRÉVISIONS MÉTÉO : IMPACT DES SCÉNARIOS PRÉVISIONNELS SUR LA FIABILITÉ DES SIMULATIONS

Le partenariat expérimental développé avec Météo France depuis deux campagnes nous permet de bénéficier d'un envoi quotidien de prévisions météorologiques de pluies et températures. Ces prévisions sont établies par un analyste du jour J en cours jusqu'à J+2 pour des zones correspondant à six grands secteurs du vignoble. Au-delà du deuxième jour, trois scénarios prévisionnels probabilistes sont établis pour l'ensemble du vignoble ; le scénario médian, le plus probable est encadré par deux hypothèses extrêmes, fortes et basses, ayant une probabilité de dépassement de 10 %.

Dans l'étude suivante, seule l'hypothèse médiane est retenue pour présenter la stabilité des scénarios prévisionnels. Des calculs y sont réalisés pour simuler le risque mildiou réel et prévisionnel sur le secteur du blayais pour la campagne 2007.

La donnée réelle représente la moyenne des simulations établies à partir des données météo enregistrées sur les trois stations du secteur (Saint Trojan, Reignac, et Saint Seurin de Bourg). Les simulations numérotées de J0 à J+8 dans la figure 9 sont établies à partir de fichiers météorologiques prévisionnels sur ce même secteur : chaque donnée quotidienne du fichier J+1 correspond aux données prévues la veille. La donnée du fichier J+2 est ainsi celle de la prévision de l'avant-veille, et ainsi de suite jusqu'au fichier J+8 pour lequel les données servant aux calculs sont prévues 8 jours avant.

La figure 9 montre que l'EPI prévisionnel à J+2 montre une assez bonne similitude avec l'EPI réel calculé, bien que constamment légèrement au dessus. Le scénario prévisionnel établi trois jours à l'avance reste lui aussi proche de la réalité mais il sous-évalue quasi systématiquement le risque. Dans une moindre mesure, J+3 et J+4 reste également proches de J+3 ; au-delà, les scénarios établis 6 à 8 jours à l'avance montrent la plus forte divergence, ce qui est normal compte tenu du calcul des probabilités d'occurrence.

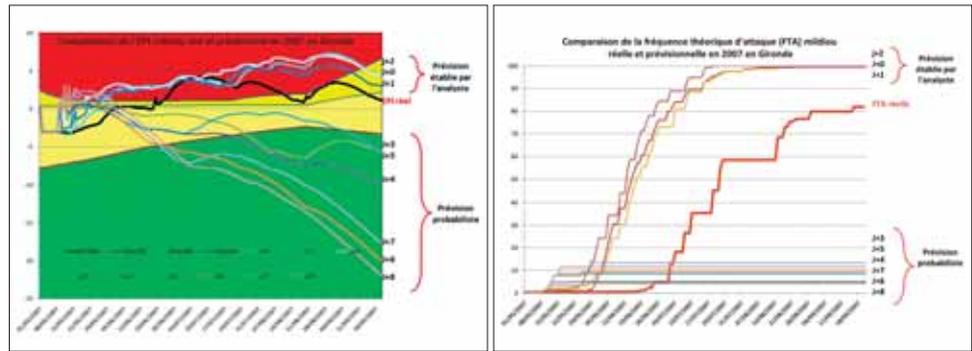


Figure 9 : Impact des scénarios météorologiques prévisionnels sur la stabilité des simulations du risque mildiou : EPI (graphique de gauche) et FTA (graphique de droite)

Impact of weather forecast scenarios on the simulation stability of downy mildew potential risk (left) and theoretical incidence of attack (right)

Le risque prévisionnel ainsi établi se traduit au niveau des dégâts par une très nette césure au-delà de J+2 : la FTA réelle simulée atteint les 80 %, niveau conforme à nos observations de terrains. Les scénarios établis par l'analyste de Météo France, légèrement trop pessimistes, anticipent de près d'un mois (fin mai / fin juin) la forte progression des attaques simulées par le modèle qu'ils amplifient au final de près de 20 %. Même si, d'après cette approche, cette prévision aura tendance à induire une surprotection, elle reste assez bien corrélée avec la réalité. Ce n'est plus le cas au-delà de J+2 car dès J+3, l'écart systématique et à la baisse de l'estimation des pluies, et dans une moindre mesure des températures, se traduit par un risque épidémique faible pour lequel le modèle ne détecte plus aucune contamination dès le seuil de 10 % atteint début juin.

L'exercice nous permet ainsi de mesurer la faculté d'anticipation qui nous est offerte par l'approche modélisée ; celle-ci est donc très clairement de l'ordre de 2 à 3 jours dans le cadre de notre étude.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ce rapide tour d'horizon sur notre travail de prévision des risques phytosanitaire sur le vignoble montre la richesse des concepts développés par la démarche de modélisation systémique proposée par S. Strzyk. Nul doute que d'autres modèles – ceux du Service de la Protection des Végétaux ? – pourraient apporter leur pierre à l'édifice et permettre d'enrichir l'analyse en temps réel des développements épidémiques. L'architecture de notre base de données EPICURE est ainsi prête à intégrer de nouvelles sources de calculs pour délivrer aux professionnels, dans un avenir proche l'information la plus exhaustive et la plus précise.

La spatialisation fine des données météorologiques de pluie et température révèle le caractère structurant de ce type de données pour notre démarche de prévisions des risques, aussi bien pour la validation conceptuelle des modèles qu'en termes de vérification opérationnelle sur le terrain. La très forte variabilité des attaques, déjà décelée par les modèles utilisés, justifie désormais l'objectif réaliste d'une prévision locale du risque à l'échelle de l'exploitation viticole. Dans le même temps, elle illustre parfaitement la difficulté de mise en œuvre d'une protection phytosanitaire réellement adaptée aux risques locaux. Seules les techniques de viticulture de précision permettront à l'avenir d'apporter aux viticulteurs des solutions concrètes leur permettant d'automatiser l'adaptation des traitements aux risques locaux pour atteindre un tel degré de finesse.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les équipes IFV ainsi que toutes les structures et partenaires associés, viticulteurs ou techniciens qui participent à ce projet et rendent cette étude possible.

BIBLIOGRAPHIE

BOIS B. 2006. Spatialisation des précipitations, Investigations sur l'utilisation des lames d'eau HYDRAM issues de l'imagerie radar comme outil de spatialisation des champs de pluie en Gironde. Etude préliminaire. Météo France, ENITA Bordeaux, INRA. 30p.

CIGOGNA A., DIETRICH S., GANI M., GIOVANARDI R. et SANDRA M., 2005. Use of meteorological radar to estimate leaf wetness as data input for application of territorial epidemiological model (downy mildew - *Plasmopora viticola*). *Physics and Chemistry of the Earth* 30 (2005). p201-207

Collectif Météo France, 2005. La mesure RADAR : principe et description. Documentation technique. Météo France. 10p.

GRIAUD K., 2007. Les données pluviométriques RADAR Antilope : évaluation et impact sur l'exploitation du modèle Potentiel Système mildiou dans le vignoble bordelais, mémoire de master viticulture-cœnologie de l'université Victor Ségalen Bordeaux 2, p39

FERNADEZ N., 2008, L'utilisation des relevés climatiques Radar ouvre la voie à la modélisation du mildiou à l'échelle de l'exploitation agricole. Mémoire de fins d'études ENSAT, p80.

SARGENT R., 1998. *Verification and validation of simulation models*. Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference. D.J. Medeiros, E.F. Watson, J.S. Carson and M.S. Manivannan, editors.

STRIZYK S., 2007. Potentiel Système généralisé chez la vigne, Décider dans l'incertain. SESMA. p44.

Mildium :

conception et évaluation d'un processus opérationnel de décision pour la gestion fongicide du mildiou et de l'oïdium de la vigne

Laurent DELIÈRE - INRA UMR Santé végétale - Villenave-d'Ornon

Philippe CARTOLARO - INRA UMR Santé végétale - Villenave-d'Ornon

Olivier NAUD - Cemagref UMR UMR ITAP - Montpellier

Bertrand LÉGER - INRA UMR Santé végétale - Villenave-d'Ornon. Cemagref UMR UMR ITAP - Montpellier

Jean-Pascal GOUTOULY - INRA UMR EGFV - Villenave-d'Ornon

Ludivine DAVIDOU - Chambre d'Agriculture de la Gironde - Blanquefort

Emmanuel BROSSE - Chambre d'Agriculture de l'Aude - Carcassonne

Marc GUISSSET - Chambre d'Agriculture des Pyrénées Orientales - Tressèzes

INTRODUCTION ET OBJECTIFS

Parmi le cortège des bio-agresseurs de la vigne, le mildiou (*Plasmopara viticola*) et l'oïdium (*Erysiphe necator*) sont les deux agents pathogènes engendrant le plus grand nombre de traitements pesticides. Plusieurs éléments expliquent cet état de fait (i) le caractère fortement polycyclique des épidémies et les dégâts quantitatifs et qualitatifs potentiellement engendrés (ii) une production dont le rendement est le plus souvent contraint par la réglementation (AOC particulièrement) (iii) un objectif de protection maximaliste visant le plus souvent l'absence de tout symptôme sur la vigne.

Dans ce contexte, les pratiques de protection phytosanitaire ont pour objectif de prévenir toute épidémie plutôt que de gérer un risque de pertes de récolte qui soit économiquement acceptable.

Les viticulteurs ont aujourd'hui plusieurs outils à leur disposition afin d'évaluer l'opportunité d'une intervention (modèles bioclimatiques de prévision des risques, données issues de réseaux d'observation...). Ces outils ont permis un progrès réel dans la réduction du nombre de traitements contre ces deux bio-agresseurs. Cependant, force est de constater que la variabilité interannuelle du nombre d'applications est plus faible que la variabilité entre les exploitations, ce qui permet de penser que les pratiques restent basées sur des traitements relativement systématiques. En effet, d'autres facteurs comme l'aversion aux risques des producteurs et les contraintes d'organisation du travail agissent fortement sur les pratiques de protection. Le contexte sociétal et réglementaire actuel, notamment les suites données au Grenelle de l'environnement, nécessite de repenser les pratiques de protection en fournissant aux opérateurs des méthodes et outils innovants. Notre objectif est d'accompagner le conseil au plus près du viticulteur, en définissant de nouveaux indicateurs accompagnés de procédures de décision explicites, opérationnelles sur toute la saison et validées avec la profession. Dans le cadre d'un projet financé par l'Agence National pour la Recherche (ANR), nous avons conçu, formalisé et mis à l'épreuve au vignoble une procédure de décision pour la lutte combinée contre mildiou et oïdium ayant pour objectif de réduire de manière significative la charge d'intrant (par la réduction du nombre de passages) tout en apportant un bon niveau de garantie sur la maîtrise des risques.

CONCEPTION DE LA PROCÉDURE DE DÉCISION

Notre objectif est de concevoir une procédure qui adapte le nombre et le positionnement des traitements contre le mildiou et l'oïdium, au développement des maladies observées à l'échelle parcellaire. Cette conception repose sur les connaissances acquises sur la biologie, l'épidémiologie et les méthodes de contrôle de ces deux bio-agresseurs ainsi que sur un certain nombre d'hypothèses qui représentent une simplification du système hôte/parasite/environnement.

L'objectif n'est pas de prendre en compte l'ensemble des paramètres régissant ce système mais ceux jugés prépondérant pour la maîtrise du risque.

Les épidémies d'oidium et de mildiou sont de type polycyclique : elles s'amplifient par épisodes successifs sur une période relativement longue de 2 à 3 mois. Il existe un lien très fort entre la précocité des épidémies et la sévérité des dégâts occasionnés sur les grappes (Calonnec *et al*, 2006 - 2008). Généralement issue des infections primaires de début de saison qui résultent des processus de conservation hivernale des agents pathogènes (la plupart du temps par voie sexuée), l'initiation des épidémies est une phase clé qui conditionne leur développement à venir. Ces processus sont à ce jour insuffisamment élucidés et donc peu prévisibles par voie de modélisation. L'évaluation des niveaux de maladie précoces constitue alors un indicateur capital pour l'appréciation des risques encourus localement sur la récolte et pour la mise en œuvre d'une protection optimale.

Tous les organes herbacés sont sensibles aux deux maladies, d'autant plus que les tissus sont jeunes et en phase de croissance active. Ainsi, la phase de croissance printanière de la vigne constitue un fort accélérateur des épidémies favorisant la constitution d'un stock important d'inoculum lors de la formation des baies. La sensibilité des grappes est très forte dès la sortie des grappes et jusqu'au stade grain de pois pour le mildiou, maximale aux stades floraison-nouaison pour l'oidium. Cette sensibilité diminue fortement après le stade grain de pois (Ficke *et al*, 2002, 2004, Gadoury *et al*, 2003), de façon plus ou moins variable toutefois selon les effets du climat sur la durée de la floraison (Kenelly *et al*, 2005). Au stade floraison-nouaison, la présence d'inoculum, même en quantité limitée, peut avoir un impact important sur la sévérité des maladies sur les grappes.

Les pluies sont les événements climatiques majeurs engendrant les contaminations par le mildiou. Leur occurrence et leur prévision constituent les indicateurs clé pour l'évaluation des risques et la gestion de la protection. Dans le cas de l'oidium, les prévisions de pluies et de températures ne permettent pas d'établir un niveau de risque pour la contamination et ne sont pas utilisées comme indicateurs.

L'impact du mildiou sur grappes est essentiellement quantitatif et peut conduire à des pertes conséquentes de récolte. Sur feuilles, l'effet est surtout d'ordre qualitatif sur la maturité de la récolte, si les défoliations qu'il génère sont précoces et importantes. Un affaiblissement des réserves des ceps n'intervient qu'en cas de fortes attaques sur plusieurs années. Concernant l'oidium, seuls les forts dégâts résultant d'attaques précoces sur les jeunes baies sont considérés préjudiciables en quantité et en qualité sur la vendange et sont donc à proscrire. Les faibles dégâts plus tardifs et plus superficiels qui n'altèrent pas la croissance et la maturité des baies sont sans effet nuisible (Darriet *et al*, 2001, Calonnec *et al*, 2004, Rousseau *et al*, 2008). Un seuil de 5 % de sévérité moyenne d'oidium sur grappes peut être considéré comme une limite maximale acceptable sur la vendange. Sur le feuillage, la présence d'oidium ne perturbe pas l'activité photosynthétique de façon significative, ni même, en fin de saison, n'aggrave pas les risques de contamination primaire pour l'année suivante.

Pour rendre la procédure de décision la plus opérationnelle possible, nous avons intégré dans sa conception des contraintes liées à la mise en œuvre par les opérateurs.

- Les pratiques actuelles reposent sur de nombreuses observations, coûteuses, mais dont l'objectif reste limité à l'évaluation des résultats de la protection. Dans le cas du mildiou et de l'oidium, très peu d'observations débouchent sur des décisions sauf pour la gestion des situations de crise. Notre stratégie est de réaliser un nombre restreint d'observations précises, positionnées à des stades clé du développement des maladies et dont les résultats sont intégrés à la procédure de décision.
- Lorsqu'elles sont nécessaires, les applications contre le mildiou et l'oidium doivent être couplées au maximum afin de réduire le nombre de passage. Ainsi à chaque étape de la décision, une priorité est donnée à l'un des deux agents pathogènes et la protection contre l'autre est facultative selon le risque parcellaire évalué.

LES PRINCIPES DU POD (PROCESSUS OPÉRATIONNEL DE DÉCISION)

Le POD surnommé Mildium est basé sur un nombre restreint de traitements « obligatoires » complété, selon les conditions, par des traitements dits « optionnels ». Les traitements

« obligatoires » - 2 pour le mildiou et 2 pour l'oïdium - ont pour objectif la maîtrise des épidémies « faibles », difficilement détectables par des observations. Par ailleurs, ils sont appliqués à des stades précis de la culture pour lesquels les conséquences d'une mauvaise estimation des risques seraient les plus dommageables pour la quantité ou la qualité de la récolte. Les indicateurs utilisés par le POD permettent d'identifier les situations nécessitant, pour maîtriser les risques, des traitements optionnels - 5 pour le mildiou et 3 pour l'oïdium.

Les principaux indicateurs utilisés sont basés sur l'observation à la parcelle des symptômes sur les feuilles ou sur les grappes. Le niveau de maladie affecté à la parcelle est une variable discrète à 2 ou 3 niveaux selon le bioagresseur et la date d'observation : (-) présence nulle à modérée (+) présence modérée à forte ; et éventuellement (++) présence très forte. Les valeurs seuils de ces différents niveaux évoluent en fonction du stade de développement de la vigne, ce qui permet d'actualiser la prise en compte du risque en fonction des conséquences de la maladie sur le développement de la vigne et les pertes de récolte potentielles :

Pour l'oïdium, c'est le seul type d'indicateur utilisé. Pour le mildiou, deux indicateurs complémentaires sont également pris en compte.

- Le niveau de risque local permet d'appréhender, sur une échelle géographique plus large que la parcelle, le risque de développement de la maladie. Il est évalué grâce à un réseau d'observations et à des modèles climatiques de risque, avec deux niveaux : (-) risque faible et (+) risque moyen à élevé.
- Les événements pluvieux annoncés par le service prévisionnel de Météo-France.

DESCRIPTION DU POD

La saison culturale est décomposée en 7 étapes (figure 1). L'entrée dans une étape peut être définie par différents événements : stade phénologique, observation ou délai depuis le traitement précédent. Lors de chaque étape, les différents indicateurs sont combinés afin de décider de l'opportunité d'application d'un traitement contre tout ou partie des bioagresseurs concernés.

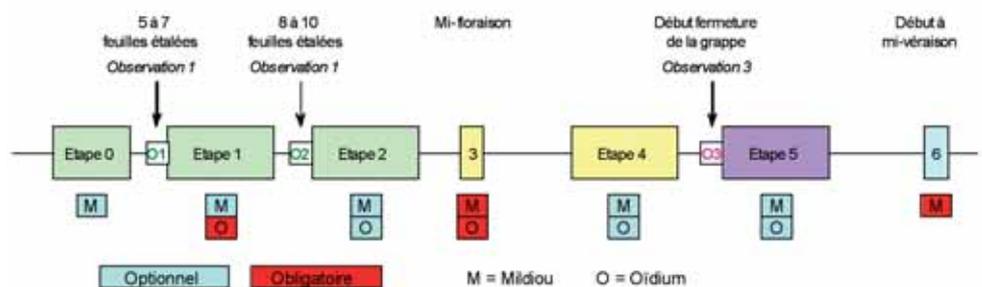


Figure 1 : Schéma du POD

La majorité des observations à la parcelle sont situées avant la floraison. Ainsi, les observations 1 et 2 ont pour objectif de détecter les épidémies sévères en quantifiant les manifestations précoces de la maladie sur le feuillage avant la période de forte sensibilité des grappes et de permettre la réalisation de traitements limitant la constitution d'un stock d'inoculum sur le feuillage. La première observation à la parcelle est réalisée au stade 5 à 7 feuilles étalées. Avant ce stade, une détection des symptômes de mildiou peut être réalisée si des taches de mildiou ont été découvertes dans la région de production. La seconde observation est réalisée environ deux semaines après la première et permet d'évaluer l'incidence des maladies sur le feuillage avant la floraison.

Les étapes 3 et 4 visent à protéger les grappes lors de leur grande sensibilité au mildiou et à l'oïdium. Cette période est couverte par un traitement obligatoire (mildiou et oïdium) au stade floraison puis par un traitement optionnel qui dépend des observations précoces ainsi que du risque local et des prévisions de pluie. Lorsque la sensibilité des grappes a fortement diminué, une troisième observation permet de faire un bilan sanitaire de la parcelle et de juger de l'opportunité de réalisation d'un traitement supplémentaire (étape 5). Le nombre de traitements positionnés après la fin de réceptivité des grappes est restreint car l'impact, à ce

stade, du développement de la maladie sur la quantité de récolte est très faible. Afin de limiter l'éventuelle progression des maladies sur feuilles en fin de saison et d'assurer ainsi une quantité de feuillage suffisante à la maturation des raisins quelles que soient les conditions climatiques, un traitement systématique avec un produit cuprique est réalisé au début de la véraison (Etape 6).

FORMALISATION DU POD

La modélisation, c'est-à-dire l'élaboration d'une expression mathématiquement rigoureuse, du POD a été une étape essentielle de gestion de connaissances pour cette recherche. Expérimenter dans de multiples lieux un processus de décision exige en effet précisément de rendre chaque étape de la décision intelligible sans ambiguïté par les expérimentateurs impliqués. Codifiée, chaque décision peut ainsi être enregistrée, comme on le fait pour toute donnée expérimentale.

Le POD est une méthode de contrôle de phénomènes qui évoluent dans le temps (croissance du végétal, évolution des maladies, climat). On peut représenter cet aspect temporel de la décision en référence à des événements passés ou prévus : pluies, changement de stade phénologique, dates d'observation, etc. Cette constatation nous a amenés à choisir un formalisme à base d'automates à événements pour la modélisation. Chaque étape du raisonnement est représentée par un état du système décisionnel. Ces états sont séparés par des transitions (flèches dans l'exemple figure 2) liées aux événements pertinents pour la décision : réception des informations climatiques ou phénologiques, collecte des valeurs des indicateurs résultants des observations, échéance de fin de rémanence, etc.

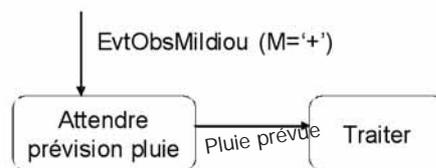


Figure 2 : Transitions et états d'un automate (exemple simpliste)

Pour que le modélisateur et les concepteurs du POD puissent travailler sur une représentation commune, nous avons opté pour les Statecharts, qui représentent les automates sous une forme graphique. Ainsi la procédure de décision a été recueillie par interviews en modifiant un schéma, avec calque et crayon. Après interview de chacun des concepteurs, chaque nouvelle version validée du schéma a ensuite été saisie informatiquement dans le langage des Statecharts, ce qui permettait d'en vérifier la cohérence mathématique, puis simulée. La modélisation permet également aux concepteurs de s'apercevoir d'éventuels cas imprévus pour lesquels il faut imaginer une solution en cohérence avec le reste de la procédure.

Le modèle obtenu a jusqu'ici été utilisé à deux fins. Il a tout d'abord été comparé par simulation avec les résultats des expérimentations. Notons qu'on ne simule pas la biologie de la parcelle de vigne, mais uniquement la décision sur la base des indicateurs et événements. Cette comparaison permet d'analyser la façon dont le POD est mis en œuvre en pratique. Ainsi, on a mis en évidence l'influence de l'organisation du travail sur les dates d'observations et de décision.

D'autre part, le modèle a servi de référence pour l'établissement du cahier de protocole expérimental 2008. Le cheminement de la décision et les conditions de déclenchement d'une étape (voir figure 1) sont ainsi très précisément stipulés. Grâce à cela, l'analyse critique des décisions préconisées par le POD dans les différentes situations expérimentales rencontrées devrait fournir le matériau pour des adaptations et des évolutions du POD.

En simulant l'évolution du POD sur les différentes parcelles d'une exploitation, il sera également possible de tester comment organiser les traitements par lots de parcelles tout en respectant au mieux la date optimale de traitement de chaque parcelle d'un point de vue biotechnique.

EXPÉRIMENTATION / MISE À L'ÉPREUVE AU CHAMP

Le POD Mildium a été évalué au vignoble depuis 2005. En 2005 et 2006, les expérimentations ont été conduites uniquement sur les domaines expérimentaux de l'INRA puis, à partir de 2007,

le réseau a été progressivement élargi grâce à la participation d'organismes de développement, de viticulteurs privés et de lycées agricoles (figure 3).

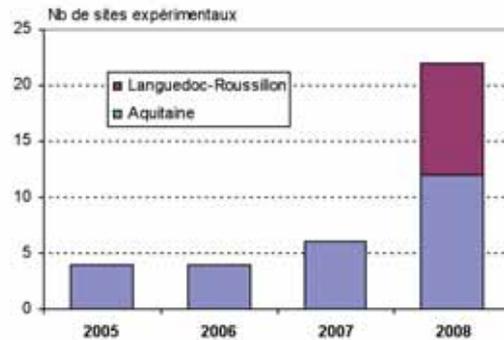


Figure 3 : Evolution du nombre de sites expérimentaux pour l'évaluation du processus Mildium

Le processus a été appliqué sur des parcelles homogènes, en production, d'une superficie variant de 0.25 à 1 ha. Les observations de terrains nécessaires aux prises de décisions ont été réalisées sur un échantillonnage de 100 ceps par parcelle.

Les différents indicateurs (observations, prévisions météorologiques, niveau de risque régional mildiou) ont été collectés par les expérimentateurs qui ont déterminé les décisions de traitement résultant du fonctionnement du processus. Ces décisions ont ensuite été transmises aux viticulteurs. Une décision de traitement peut être une période d'intervention plus ou moins précise : stade phénologique de la culture, plage de quelques jours, événement climatique. Le viticulteur a procédé à la mise en œuvre de l'application en ajustant la date d'intervention en fonction des contraintes d'exploitation (disponibilité humaine et matérielle, contraintes réglementaires).

L'objectif du processus n'étant pas d'éviter la présence de tout symptôme de maladie sur feuilles et grappes mais de préserver un potentiel de récolte conforme aux objectifs du viticulteur, sa performance a été évaluée selon plusieurs critères :

- le rendement agronomique de la parcelle,
- la maturité des raisins à la récolte (titre alcoométrique probable et acidité totale),
- la sévérité d'attaque sur grappes et, à la récolte, sur feuilles pour les deux maladies. Ces niveaux ont été évalués sur un échantillonnage de 3 % des ceps de chaque parcelle. L'objectif est de déterminer si les niveaux d'attaque enregistrés ont eu une influence sur les paramètres quantitatifs et qualitatifs de la récolte.

Le dispositif ne comportait pas de témoin non traité sur chaque parcelle, compte tenu de la taille des parcelles et de l'influence que ce témoin aurait pu avoir sur les symptômes observés sur les zones traitées et sur les décisions en découlant. Les caractéristiques de pressions parasitaires annuelles ont été évaluées à l'aide du réseau d'acquisition de références biologiques développé par l'IFV dans le cadre du projet Outils de diagnostics et d'aide à la décision.

RÉSULTATS

Comme le montre la figure 4, des niveaux de pressions parasitaires très différents ont été rencontrés en Aquitaine durant les quatre années d'expérimentation.

2005 : Très faible présence du mildiou et faible présence de l'oïdium avec néanmoins certaines parcelles touchées ponctuellement.

2006 : Pression moyenne du mildiou (assez forte sur le feuillage en fin de saison) et de l'oïdium (quelques parcelles très touchées ponctuellement).

2007 : Très forte présence du mildiou sur feuilles et sur grappes (quasiment généralisée à toutes les parcelles), très faible pression de l'oïdium.

2008 : A nouveau très forte présence du mildiou sur feuilles et grappes et faible présence de l'oïdium.

Dans l'Aude et les Pyrénées-Orientales en 2008, la pression mildiou a été faible à moyenne.

Ponctuellement, des situations avec de fortes attaques sur grappes, notamment autour de la floraison, ont été constatées. Concernant l'oïdium une forte présence de symptômes précoces sur drapeaux a pu être notée, générant une pression moyenne à élevée. Sur les autres cépages, la maladie a été peu présente. Ce millésime a par ailleurs été marqué dans ces deux régions par des accidents climatiques et physiologiques ayant eu des impacts négatifs sur le rendement dans certaines situations (gel de printemps sur certains secteurs, forte coulure sur certains cépages, stress hydrique en Languedoc-Roussillon).

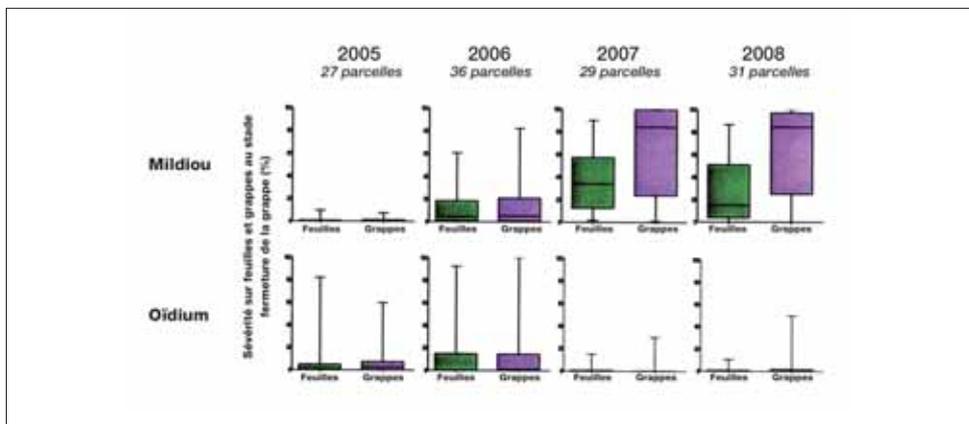


Figure 4 : Distribution des sévérités d'attaque sur feuilles et grappes (stade fermeture) sur un réseau de parcelles non traitées en Aquitaine (1^{er} et 3^e quartile, médiane - valeurs minimum et maximum).
Source : Réseau d'observation et d'acquisition de références biologiques développé par l'IFV dans le cadre du projet Outils de diagnostics et d'aide à la décision

Les figures 5 et 6 montrent les niveaux de maladie sur feuilles et grappes obtenus dans ce contexte avec le POD Mildium et le nombre de traitements réalisés, comparé aux pratiques d'un échantillonnage de viticulteur.

Concernant l'oïdium, un maximum de 4 traitements a été appliqué avec une très grande majorité des situations ne recevant que 2 traitements. En Languedoc-Roussillon en 2008, les parcelles expérimentées de cépage Carignan ont toutes reçu 4 traitements en raison de la présence d'inoculum précoce sous forme de drapeaux. Un bon contrôle de la maladie sur grappes a été observé dans toutes les situations. Une invasion plus importante du feuillage en fin de saison a été notée sur certaines parcelles, principalement en 2006 et 2007.

Pour le mildiou, 3 à 6 traitements ont été appliqués selon les années et les situations. Les niveaux d'attaque de la maladie sur grappes ont été nuls à très faibles en 2005 et 2006, faibles en 2007 et plus variables en 2008 avec plusieurs parcelles où des niveaux de destruction significative ont été enregistrés. En 2006, 2007 et 2008, des attaques de mildiou sur le feuillage ont été observées tardivement, à l'approche de la récolte dans le vignoble bordelais.

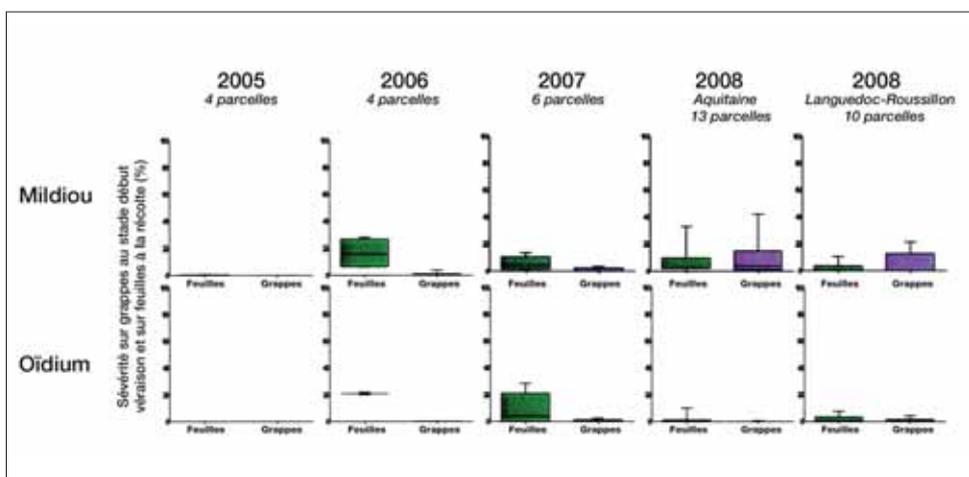


Figure 5 : Distribution des niveaux de maladies obtenus sur feuilles et grappes après application du processus Mildium (1^{er} et 3^e quartile, médiane - valeurs minimum et maximum)

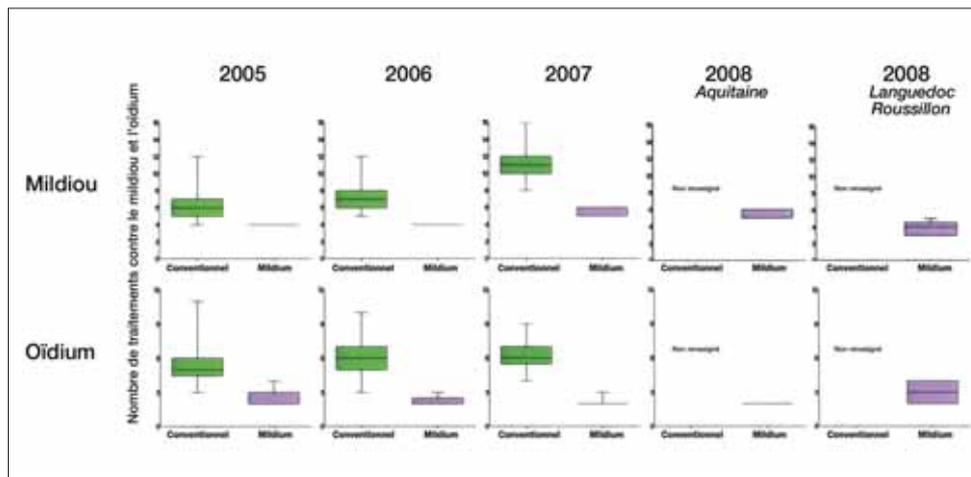


Figure 6 : Distribution du nombre de traitements contre le mildiou et l'oïdium avec Mildium comparé au nombre de traitements appliqués par un échantillonnage de viticulteurs (conventionnel) (1^{er} et 3^e quartile, médiane - valeurs minimum et maximum)

Au-delà des niveaux de maladies, il est nécessaire d'évaluer les performances agronomiques du processus au regard du potentiel de récolte obtenu par rapport aux objectifs fixés par les viticulteurs. Ces résultats ont été appréciés par le rendement agronomique (figure 7) et le degré potentiel à la récolte (figure 8). Quatre cas de figure peuvent être envisagés :

1. Les objectifs de récolte sont atteints quantitativement et qualitativement, avec un niveau de maladie faible.
2. Les niveaux d'attaque sont faibles mais les objectifs de récolte ne sont pas atteints. D'autres paramètres ont été prépondérants : gel, coulure, pourriture grise...
3. Les niveaux d'attaque sont élevés mais n'ont pas impactés de manière significative les objectifs de récolte.
4. Les niveaux d'attaques sont élevés et ont affecté de manière significative le potentiel de récolte.

Sur les quatre années, 55 % des parcelles ont montré un rendement supérieur ou égal à l'objectif et 85 % des parcelles un degré potentiel supérieur à 12 % vol (cas 1 et 3). Parmi ces parcelles 28 % ont montré un niveau d'attaque sur le feuillage supérieur à 5 % (cas 3).

30 % des parcelles ont montré des rendements inférieurs aux objectifs, malgré un niveau de destruction sur grappes inférieur à 5 % (cas 2). Ces situations ont été principalement rencontrées en 2008 où les dégâts de mildiou n'ont contribué que très légèrement aux dommages mais ont néanmoins pu s'ajouter aux autres pertes de récolte. Enfin, pour 15 % des parcelles, toutes en 2008, les dégâts causés sur grappes par le mildiou ont très fortement contribué aux pertes de récolte (cas 4).

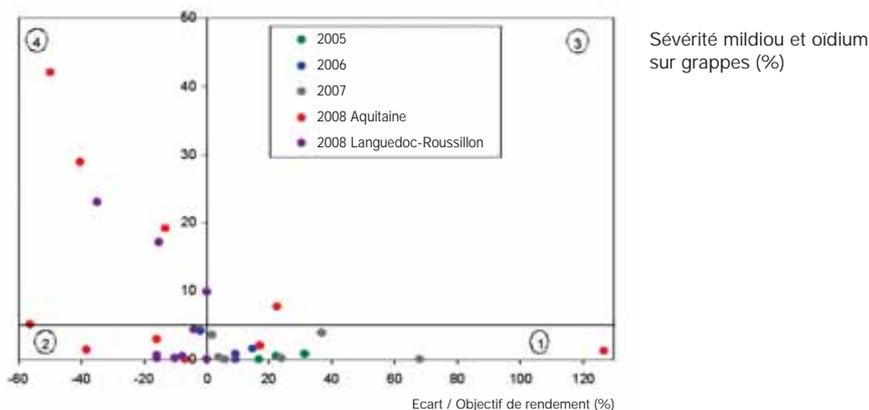


Figure 7 : Performance agronomique du processus Mildium : écart par rapport à l'objectif de rendement en fonction du niveau d'attaque du mildiou et d'oïdium sur les grappes.

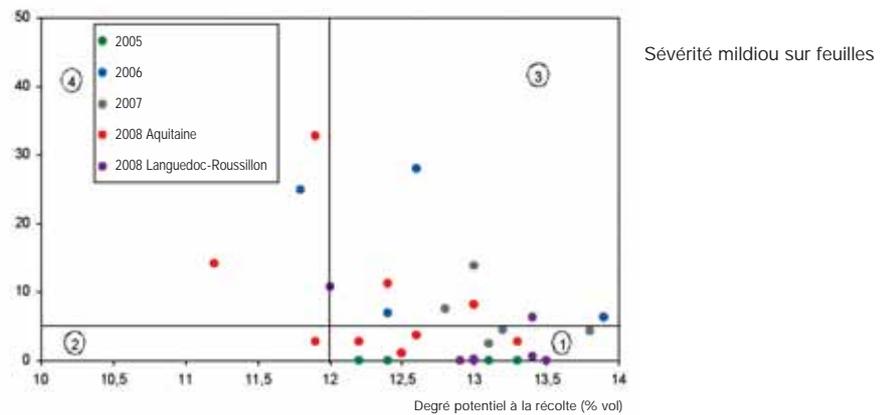


Figure 8 : Performance agronomique du processus Mildium : degré potentiel à la récolte en fonction du niveau d'attaque du mildiou sur les feuilles à la récolte.

BILAN

Les expérimentations menées depuis 2005 montrent la pertinence de la démarche et les bons résultats au stade expérimental de la procédure POD Mildium. En effet, la plupart des parcelles n'ont pas eu, suite à l'application du POD, de dommages préjudiciables à la qualité et quantité de la vendange, y compris dans certains cas de pressions parasitaires élevées, avec un nombre de traitements toujours inférieur aux pratiques habituelles. Néanmoins, les enseignements des années 2007 et 2008, nous amènent à soulever les points suivants :

- L'application du POD Mildium entraîne fréquemment des symptômes de maladies sur feuilles et/ou grappes (invasion du feuillage par l'oïdium en fin de saison par exemple). Ainsi, malgré une production conforme aux objectifs, les résultats ne sont pas toujours jugés visuellement satisfaisants par les viticulteurs. Le développement de tels outils doit donc s'accompagner d'un changement des mentalités et d'une évolution des critères d'appréciation des résultats de protection par les praticiens.
- Dans le cas d'événements impactant la quantité ou la qualité de la récolte (gel, coulure, maladie du bois...), des dégâts même mineurs dus au mildiou ou à l'oïdium peuvent avoir un impact économique significatif. Il convient donc de définir avec précision les objectifs de production de chaque parcelle ou groupe de parcelles afin d'ajuster l'objectif de protection et de le réviser si nécessaire en cours de saison.
- Ces deux années, où la pression mildiou a été très forte sur certaines parcelles, nous ont permis d'identifier un point faible dans la procédure pour la gestion du début de saison. En effet, si un fort risque mildiou est avéré de façon très précoce dans un secteur, et que les ressources humaines sont limitées, il pourrait être envisagé de réaliser un premier traitement mildiou avant une observation de la parcelle et préventivement à une pluie contaminante. Cependant, dans une année ordinaire, il convient de mettre la priorité à l'observation des parcelles afin de réduire les traitements.

La validation du POD Mildium doit être poursuivie à plus large échelle dans un maximum de situations agroclimatiques afin d'évaluer la variabilité de ses performances agronomiques et de pouvoir proposer in fine des processus adaptés aux différents contextes.

Un des enjeux majeurs est le passage de l'échelle parcellaire, pertinente au niveau du développement des maladies, à celle de l'exploitation, plus adaptée à la gestion économique des ressources. La faisabilité technique d'une telle démarche à cette échelle ainsi que les coûts associés et les conditions d'acceptabilités par les opérateurs doivent être évalués.

Ces points seront abordés à partir de 2009 dans le cadre d'un projet financé par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche et regroupant une dizaine d'organismes de recherche et de développement.

REMERCIEMENTS

Les auteurs, tiennent à remercier l'Unité Expérimentale Viticole de l'INRA de Bordeaux et l'ensemble des viticulteurs qui ont participé à cette étude, l'IFV de Bordeaux-Aquitaine pour les données de leur réseau de parcelles non traité ainsi que la direction inter-régionale sud-ouest de Météo-France pour la fourniture des prévisions en 2008. Ce travail a été réalisé grâce au soutien financier de l'Agence National pour la Recherche.

BIBLIOGRAPHIE

- Calonnec A, Cartolaro P, Poupot C, Dubourdieu D and Darriet P, 2004. Effects of *Uncinula necator* on the yield and quality of grapes (*Vitis vinifera*) and wine. *Plant Pathology*, 53, 434-45.
- Calonnec A, Cartolaro P, Deliere L and Chadoeuf J, 2006. Powdery mildew on grapevine: the date of primary contamination affects disease development on leaves and damage on grape. *IOBC/wprs Bulletin*, 29, 67-73.
- Calonnec A, Cartolaro P, Naulin J-M, Bailey D and Langlais M, 2008. A host-pathogen simulation model: powdery mildew of grapevine. *Plant Pathology*, 57, 493-508.
- Darriet P, Pons M, Henry R, et al., 2002. Impact odorants contributing to the fungus type aroma from grape berries contaminated by powdery mildew (*Uncinula necator*); Incidence of enzymatic activities of the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 3277-82.
- Ficke A, Gadoury D and Seem R, 2002. Ontogenic resistance and plant disease management: A case study of grape powdery mildew. *Phytopathology*, 92, 671-5.
- Ficke A, Gadoury D, Seem R, Godfrey D and Dry Ib, 2004. Host barriers and responses to *Uncinula necator* in developing grape berries. *Phytopathology*, 94.
- Gadoury D, Seem R, Ficke A and Wilcox W, 2003. Ontogenic resistance to powdery mildew in grape berries. *Phytopathology*, 93, 547-55.
- Kenelly M, Gadoury D, Wilcox W, Magarey P, Seem R, 2005. Seasonal Development of Ontogenic Resistance to Downy Mildew in Grape Berries and Rachises. *Phytopathology*, 95, 1445-52.
- Rousseau J, Blanc D, Jacus V, 2008. Influence de l'oïdium sur le rendement et la qualité des raisins et des vins. *Phytoma*, 615, 37-41

Les méthodes de lutte biologique ou biotechnique contre les insectes et acariens nuisibles à la vigne

Current biological and biotechnical tools to control grapevine pests and vectors

Gilles SENTENAC - Institut Français de la Vigne et du Vin - Beaune
gilles.sentenac@vignevin.com

Denis THIERY - Institut National de Recherche Agronomique - UMR Santé Végétale 1065 - Bordeaux
denis.thiery@bordeaux.inra.fr

RÉSUMÉ

La récente conférence "grenelle de l'environnement" a fixé comme objectif une réduction drastique des intrants phytosanitaires pour les 10 prochaines années. Suite à cette consultation nationale, le plan ECOPHYTO 2018, publié cet automne par le Ministère de l'agriculture et de la pêche fait état de 8 axes prioritaires dont 3 encouragent explicitement la diffusion, l'amélioration et la mise au point de méthodes alternatives de contrôle des populations d'organismes nuisibles, ainsi que le renforcement des outils et réseaux de surveillance des bio-agresseurs.

Nous tentons de faire un bilan des procédés alternatifs disponibles, ainsi que des perspectives qui pourraient se développer en viticulture. Nous analysons dans cet exposé les succès mais aussi les échecs et leurs causes ; mais aussi les perspectives d'avenir. Nous considérons les insectes les plus nuisibles au vignoble : les vers des grappes, les cicadelles, les cochenilles et les acariens.

Mots clés : Lutte biologique, protection intégrée, vigne, insectes, acariens, vecteurs.

SUMMARY

The french conference 'Grenelle de l'Environnement' stated a reduction of pesticide use of 2 times fold in the agriculture for the next 10 years. Following this conference, the recent action schedule named ECOPHYTO 2018 listed 8 major axes from which 3 encourage to develop alternative methods and to improve and reinforce management tools and the monitoring strategies of pest and diseases. We present here the current biological and biotechnical tools and approaches used in viticulture. Currently, mating disruption with sexual pheromones, sprays of Bt can be used in France. Biological control may reveal in future an interesting method. First assays were done using the egg parasitoid trichogramma sp., but larval parasitoids can be even more efficient at controlling pest or vector populations. We also discuss the novel techniques which could be developed soon by applied research (e.g. push-pull, sonic disruption in leafhoppers, oviposition deterring pheromones, new traps for monitoring pests).

Key words: Biological control, Integrated pest management, Grape, pests, vectors.

INTRODUCTION

Le Grenelle de l'environnement est une consultation nationale sous l'égide du ministère de l'Agriculture, il a pour objectif de définir une stratégie de développement durable permettant une lutte efficace contre le réchauffement climatique, une préservation de la biodiversité et une réduction des pollutions. Le vote de deux projets de loi d'orientation, Grenelle 1 et Grenelle 2, seront nécessaires pour initialiser sa mise en œuvre. Les mesures du plan d'action concernant l'agriculture, et particulièrement la viticulture, portent dans l'immédiat sur un retrait des produits phytosanitaires les plus préoccupants. Il envisage à court terme la réduction de moitié des usages des pesticides. Suite à cette consultation nationale, le plan ECOPHYTO 2018, publié cet automne par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche fait état de 8 axes prioritaires (Ecophyto 2018). Les axes 2, 3 et 5 de ce plan encouragent explicitement la diffusion, l'amélioration et la mise au point de méthodes alternatives de contrôle ainsi que le renforcement des outils et réseaux de surveillance des bio-agresseurs.

Dans cette communication, nous tentons de faire un point sur les procédés alternatifs disponibles, ainsi que sur les perspectives de nouveaux moyens de lutte contre les ravageurs qui pourraient se développer en viticulture et donc répondre à court ou moyen terme aux futurs impératifs environnementaux. Notre angle sera limité aux techniques ou méthodes qui nous semblent présenter un réel potentiel.

Nous analysons dans cet exposé les succès mais aussi les échecs et leurs causes ; mais aussi les perspectives d'avenir. Nous considérons les insectes les plus nuisibles au vignoble : les vers des grappes, les cicadelles, les cochenilles et les acariens.

ÉTAT DES LIEUX : DES RÉUSSITES ET DES ÉCHECS

Les viticulteurs disposent actuellement de moyens biotechniques ou biologiques pour contrôler les insectes ou acariens. Pour une compréhension plus aisée on limitera le vocable de lutte biologique aux méthodes utilisant des organismes vivants pour prévenir ou réduire les dégâts causés par des organismes nuisibles (OILB-SROP), le vocable de lutte biotechnique aux méthodes basées sur l'utilisation de produits issus d'agents biologiques (ex. molécules produites par des organismes vivants).

Lutte biologique ou biotechnique contre les tordeuses de la grappe

Lutte par confusion sexuelle

Elle concerne actuellement en Europe *Lobesia botrana* (Denis et Schiffermüller) et/ou *Eupoecilia ambiguella* (Hübner). Le principe de cette méthode repose sur la perturbation de la communication sexuelle chez les insectes (photos 1 et 2). Les femelles d'Eudémis et Cochylys produisent des bouquets relativement complexes de molécules phéromonales dont les composants majoritaires sont respectivement la E7, Z9 acétate de dodécadiényle et la Z 9 acétate de dodécényle. La méthode, homologuée en France depuis 1995, consiste à saturer l'environnement des tordeuses en phéromones sexuelles de synthèse dans le but de désorienter les mâles et de réduire les accouplements. La réduction du nombre d'accouplements entraîne celle du nombre d'œufs fertilisés et donc de chenilles qui rappelons-le est le seul stade à l'origine des dégâts. Pour ce faire on dispose en France 500 diffuseurs à l'hectare répartis de manière homogène avec des diffuseurs en tête de rangs assurant une sorte de ceinture. Trois types de diffuseurs sont homologués : RAK1 (cochylys), RAK2 (eudémis) et RAK1+2 (eudémis+cochylys). En Suisse, la concentration de 250 Diffuseurs x ha⁻¹ est parfois préconisée avec une ceinture renforcée. Jusqu'à 1 000 diffuseurs x ha⁻¹ sont parfois utilisés comme par exemple en production de raisins de table en Murcie.



Photo 1 :
Femelle d'Eudémis en position d'appel au crépuscule émettant par sa glande abdominale extrudée une faible quantité (quelques nanogrammes) de E7, Z9 acétate de dodécadiényle (Image S. Rausher).



Photo 2 :
Position typique d'accouplement de Cochylis, la femelle recouvre le mâle (Image D. Thiéry).

Le positionnement des diffuseurs est préconisé avant le début du premier vol sur une surface qui ne peut être inférieure à 5 ha. En deçà la probabilité que des femelles fécondées à l'extérieur du dispositif viennent pondre dans la zone protégée est élevée et le surcoût dû à la zone tampon est trop conséquent. L'efficacité de cette méthode dépend de la densité en insectes sur le vignoble. Dans des cas de fortes populations, les accouplements au hasard (sans l'aide de l'information phéromonale) peuvent suffire à générer des dégâts. Globalement l'efficacité obtenue avec la confusion est comparable à celle d'une protection insecticide à la condition de recourir à une intervention insecticide complémentaire lorsqu'on est en présence d'une forte pression. Une solution intéressante consiste alors à diminuer de temps en temps (voire en première génération) le niveau de population afin d'augmenter l'efficacité de la confusion. Un suivi des infestations en fin de première génération est donc nécessaire pour évaluer la qualité de la protection, il est également possible en 2^e génération mais beaucoup plus fastidieux. Cette technique présente des avantages : efficacité indépendante du mode d'application, absence de classement, respect de la faune auxiliaire, et pas de toxicité avérée pour les vertébrés. Ses inconvénients sont la nécessité de mettre en place une lutte collective, de traiter une surface minimale et d'effectuer des observations et parfois des traitements complémentaires. Son coût reste relativement élevé, de l'ordre de 145 à 250 € x ha⁻¹. En 2008, 17 000 ha (source BASF) étaient traités en confusion sexuelle, les deux tiers étant localisés dans les vignobles septentrionaux avec en tête la Champagne suivie par la Bourgogne et l'Alsace, le tiers restant correspondant aux vignobles de Bordeaux, du Languedoc-Roussillon et du Sud-Est.

Toxines de micro-organismes

Toxines de Bacillus thuringiensis Berliner (Bt)

La substance active de ce produit bio-technique est une toxine produite par des bactéries gram+ (*B. thuringiensis*) qui fabrique des protéines toxiques sous forme de cristaux. Cette toxine n'agit que sur les insectes et particulièrement les Lépidoptères. Les cristaux ingérés par les larves d'insectes sont solubilisés par le PH alcalin de leur suc digestif, puis les enzymes digestives activent une endotoxine qui tue les cellules de l'épithélium digestif. Il s'ensuit une vacuolisation des cellules et la perforation du tube digestif. La chenille meurt entre 24 et 48 h après ingestion des cristaux. Ce larvicide biologique, sélectif de la faune auxiliaire, est homologué en vignoble en pulvérisation contre les vers de la grappe, son positionnement est préconisé au stade tête noire. Il est utilisé par 30 % des viticulteurs en agriculture biologique (Source ITAB). L'efficacité est meilleure sur Eudémis que sur Cochylis. La faible persistance du produit, ainsi que la sensibilité de la toxine au rayonnement UV est un des facteurs limitant la généralisation de son usage. Le coût d'un traitement Bt est de l'ordre de 25 à 30 € x ha⁻¹ (source Coût des Fournitures 2008).

Toxine de Saccharopolyspora spinosa Mertz et Yao (Spinosad)

La bactérie *Saccharopolyspora spinosa* produit des toxines dénommées spinosynes A et D qui possèdent une très forte activité insecticide. Une fois absorbé par l'insecte, le Spinosad nom commercial donné au mélange des deux toxines, atteint le système nerveux central où il dépolarise les neurones qui commandent les muscles moteurs. Il en résulte une paralysie de l'insecte qui ne peut plus s'alimenter et meurt (source Dow AgroSciences). Le champ d'activité porte sur les Lépidoptères (Cochylis, Eudémis, Eulia et Pyrale), les Diptères (Drosophile) et les Thysanoptères (Thrips). Positionné au stade tête noire (mode d'action par contact mais surtout

par ingestion), cet insecticide d'origine naturelle présente une efficacité comparable aux références insecticides de synthèse, il respecte un grand nombre d'auxiliaire, en particulier *T. pyri* et *K. aberrans*. Une seule spécialité est homologuée sur vigne, le coût « produit » est de l'ordre de 36 € x ha⁻¹ (source Coût des Fournitures 2008).

Lutte biotechnique à l'aide d'extraits ou molécules extraites de plantes

Pyrèthre, pyrèthrine

Extrait de différentes espèces de chrysanthèmes cet insecticide de la famille des pyrèthrinoides présente une activité neurotoxique, il agit par contact et provoque la paralysie des insectes. Deux spécialités ont bénéficié pour l'usage cicadelle de la flavescence dorée (*Scaphoideus titanus*) d'une autorisation en 2008 pour une mise sur le marché et une utilisation de 120 jours avec une échéance le 28 août 2008.

Huile de neem (Azadirachtine)

L'huile de neem dont le principe actif majoritaire est l'azadirachtine est inscrite à l'annexe IIB du règlement CEE 2092/91 concernant le mode de production biologique de produits agricoles mais n'a pas d'autorisation en France. L'azadirachtine est une molécule qui peut être extraite du neem (*Azadirachta indica*), arbre asiatique dont l'huile des fruits peut contenir des teneurs élevées de cette molécule. Elle présente différentes actions chez les Lépidoptères : elle est anti appétante pour de nombreuses espèces de chenilles, bloque la mue, parfois inhibitrice de la ponte et aussi de la production de phéromone. Les premiers essais sur Eudémis et Cochylys se sont pour l'instant révélés décevants. Actuellement les huiles de neem disponibles contiennent des teneurs très variables en azadirachtine, ce qui est probablement un frein à l'utilisation de ce produit.

Molécule volatiles attractives pour les femelles

Différentes plantes sont attractives pour l'Eudémis et la Cochylys. Les femelles d'Eudémis sont attirées par différentes plantes hôtes qui peuvent servir de plantes pièges. Différentes plantes peuvent détourner les femelles de la vigne comme par exemple la tanaïsie (*Tanacetum vulgare*), ou l'urginée fausse scille (*Drimia maritima*) utilisée en Crète. Des chercheurs grecs postulent que le romarin peut jouer aussi ce rôle (Références citées dans Thiéry 2008). La fonction des arômes de tanaïsie a été bien étudiée chez l'Eudémis. Certains des monoterpènes produits par cette plante peuvent ainsi être utilisés comme leurres olfactifs dans des pièges à femelles. L'huile essentielle de tanaïsie repousse aussi la ponte de l'Eudémis (Gabel & Thiéry, 1994).

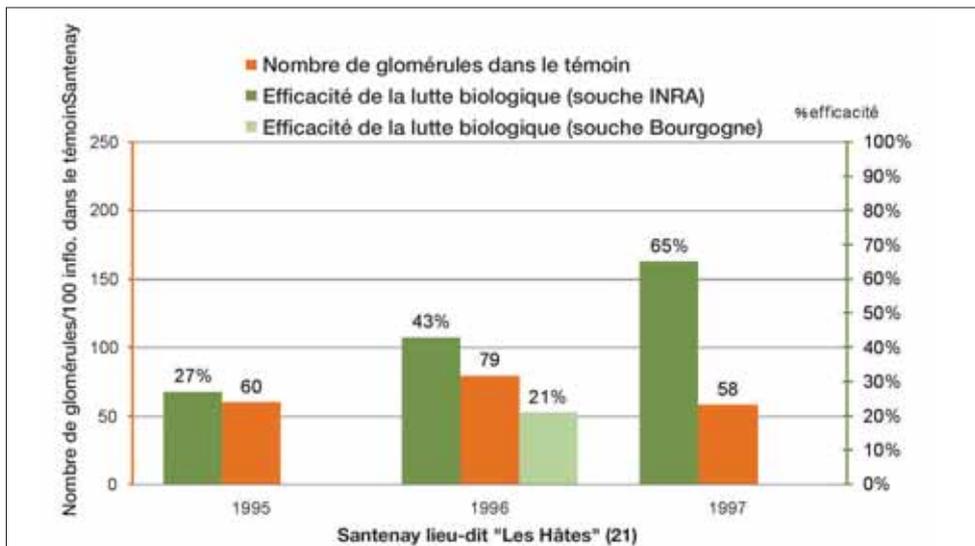
Huile de colza

Une spécialité commerciale est autorisée en vigne pour l'usage « Stades hivernants des ravageurs »

Lutte biologique à l'aide de trichogrammes

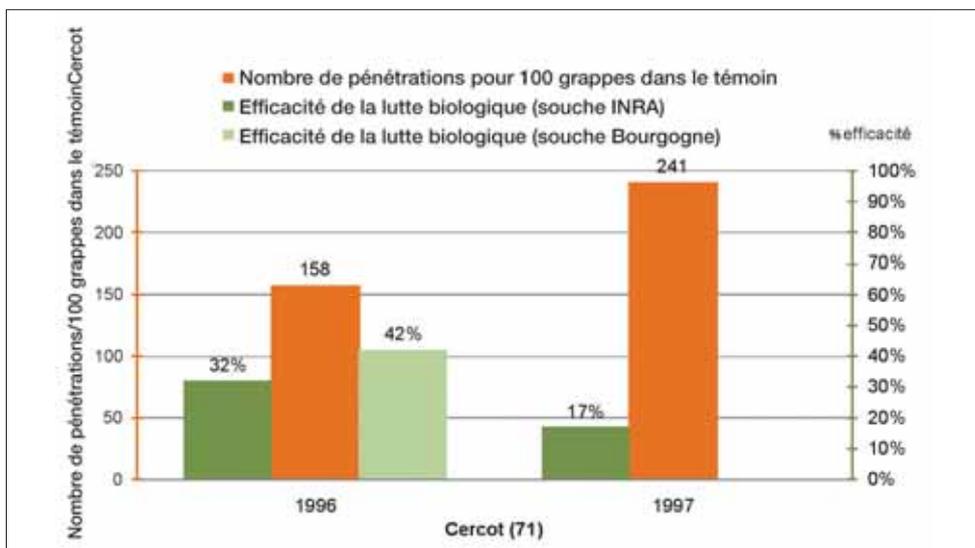
Les trichogrammes, micro-Hyménoptères appartenant à la famille des Trichogrammatidae, présentent une taille le plus souvent inférieure au millimètre. Ce sont des parasitoïdes oophages de nombreux insectes, en majorité des Lépidoptères. Les femelles de trichogrammes pondent dans les œufs de tordeuses. Elles peuvent se reproduire par voie sexuée ou par parthenogénèse thélytoque (absence de mâles). L'œuf hôte est tué très tôt et sert de nourriture à la larve de trichogramme. Différentes méthodes de captures montrent que les trichogrammes fréquentent les vignes, du mois d'avril au mois de novembre, c'est-à-dire durant une période qui dépasse grandement la durée du dépôt des pontes des tordeuses Cochylys et Eudémis. Environ une dizaine d'espèces de trichogrammes ont été trouvées dans les différents vignobles Européens (Thiéry, 2008), la plupart de ces espèces étant généraliste c'est-à-dire parasitoïdes d'œufs de plusieurs espèces de papillons. En France des essais de lâchers inoculatifs à grande échelle ont été tentés avec 2 espèces : *Trichogramma cacoeciae* Marchal et *Trichogramma brassicae* Bezdenko. Dans le cadre d'un projet porté par l'INRA d'Antibes et de Colmar, le CIVC, le SRPV de Bourgogne et l'IFV de Beaune des études ont été conduites de 1995 à 1997 afin d'évaluer l'efficacité de ces parasitoïdes utilisés comme agent de lutte biologique contre les tordeuses des grappes. Plusieurs souches de *T. cacoeciae* produites par l'INRA d'Antibes, ont fait l'objet de

lâchers sur différents sites exempts de protection insecticide, afin d'évaluer leur efficacité. Grâce aux connaissances du moment (cycle biologique, besoins thermiques, modèles de prévision) la coïncidence spatio-temporelle des lâchers et du dépôt de ponte a systématiquement été obtenue. Dans le meilleur des cas, la réduction de dégâts a été de 60 % par rapport à un témoin non traité (voir graphiques 1 et 2) mais il faut reconnaître qu'en moyenne le niveau d'efficacité est insuffisant, non compatible avec les exigences de la pratique car bien inférieur et plus irrégulier que celui obtenu au moyen d'une protection insecticide ou d'une lutte éco-éthologique.



Graphique 1 : Efficacité de la lutte biologique contre la première génération de Conchylis au moyen de lâchers de Trichogrammes

Plusieurs essais réalisés en Alsace, en Champagne ou en Bourgogne ont eu pour objectif de vérifier la pertinence d'utiliser des individus provenant de différentes origines, à développement continu ou ayant subi une diapause, d'augmenter le nombre de lâchers par génération de 3 à 12 tout en maintenant la densité de capsules à l'hectare à 500. Ces aménagements n'ont pas permis d'obtenir une efficacité techniquement et économiquement acceptable. Pour l'instant, cette technique ne constitue pas une alternative à la lutte chimique. Une meilleure connaissance de la dispersion et de la survie des trichogrammes en condition de plein champ, est nécessaire pour espérer améliorer les résultats. D'autres espèces de trichogrammes plus adaptées aux conditions difficiles du vignoble (ex : *T. evanscens*) mériteraient aussi d'être étudiées.



Graphique 2 : Efficacité de la lutte biologique contre la deuxième génération d'une population mixte d'Eumédis et de Cochylis au moyen de lâchers de Trichogrammes

Lutte biologique contre les acariens phytophages et les thrips

Les auxiliaires acariphages majeurs appartiennent à la famille des Phytoseiidae qui comprend à ce jour plus de deux mille espèces décrites (De Moraes et al., 2004). Seules quelques-unes d'entre elles sont considérées comme jouant un rôle dans la lutte contre les acariens phytophages de la vigne en tant que prédateurs de protection. Il s'agit de *Typhlodromus pyri* Scheuten (majoritaire dans tous les vignobles sauf ceux du pourtour méditerranéen, photo 3), *Kampimodromus aberrans* (Oudemans) (espèce prépondérante en région PACA et Languedoc-Roussillon), *Phytoseius finitimus* Ribaga (Corse) et *Amblyseius andersoni* (Chant) (recensé dans quelques situations du Sud-Ouest).

Ces Phytoseiidae ou typhlodromes dans le langage vernaculaire, représentent une réelle alternative à l'utilisation des acaricides, ils assurent une régulation naturelle des Tetranychidae : *Panonychus ulmi* (Koch), *Eotetranychus carpini* (Oudemans) et *Tetranychus urticae* Koch, des Eriophyidae : *Calepitrimerus vitis* (Nalepa) et *Colomerus vitis* (Pagenstecher). La prédation du thrips *Drepanothrips reuteri* Uzel complète le spectre d'action de *T. pyri*.

La connaissance des effets non intentionnels des produits phytopharmaceutiques sur *T. pyri*, *K. aberrans* et *P. finitimus* est sans nul doute à l'origine d'une amélioration significative de la situation faunistique du vignoble.



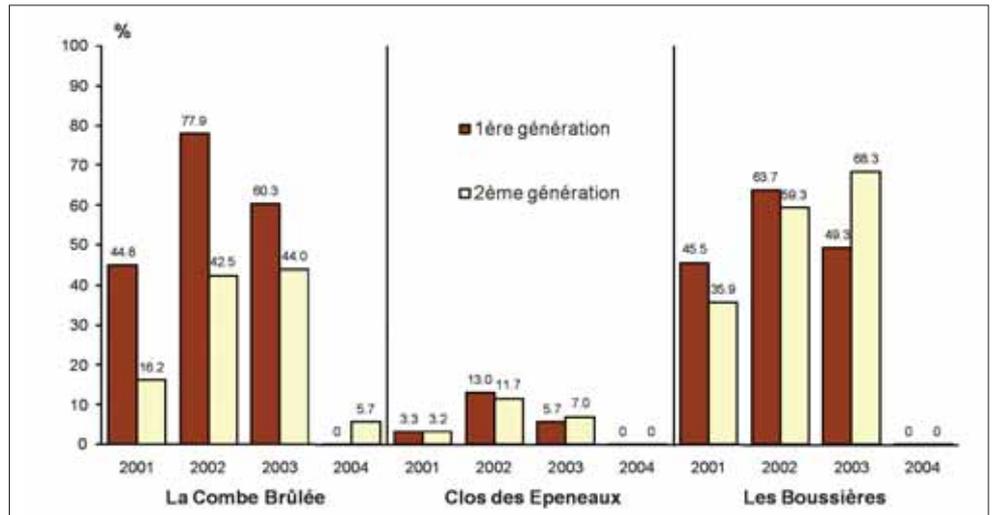
Photo 3 : Femelle de *Typhlodromus pyri* Scheuten (Ph. IFV - G. Sentenac)

En effet une utilisation rationnelle des produits phytosanitaires aux effets non intentionnels connus est une condition nécessaire au maintien ou au rétablissement du potentiel antagoniste naturel des acariens phytophages. Lorsque les Phytoseiidae de protection sont présents sur vigne, l'acarocénose offre un équilibre stable au sein duquel les tétranyques et les phytophages n'ont plus le statut de ravageurs. Pour permettre aux Phytoseiidae de se maintenir ou de recoloniser le vignoble afin d'exercer pleinement leur rôle d'agents naturels de régulation des populations d'acariens phytophages un schéma décisionnel a été proposé aux viticulteurs (Kreiter et Sentenac, 1995). Ce dernier permet d'établir un programme de traitement en adéquation avec les besoins phytosanitaires locaux tout en limitant autant que faire se peut l'emploi de spécialités ayant un effet toxique vis-à-vis des typhlodromes de protection. La lutte obligatoire contre *Scaphoideus titanus* Ball, cicadelle vectrice de la flavescence dorée, peut constituer une impasse technique puisque pour cet usage il n'y a pas à ce jour, d'insecticide sélectif homologué. Toutefois sans que l'on puisse considérer qu'il s'agisse d'une règle, des suivis de populations effectués au sein de périmètres de lutte obligatoire (Bourgogne, Aquitaine, Midi-Pyrénées) ont montré que les Phytoseiidae se maintenaient ou se rétablissaient.

Lutte biologique contre les cicadelles *Empoasca vitis* Göth, *Scaphoideus titanus* Ball

Lutte biologique contre *Empoasca vitis*

Les auxiliaires qui participent à la régulation des populations de la cicadelle des grillures sont nombreux : Salticidae, Chrysopidae, Dryinidae, Pipunculidae, Mymaridae. Celui qui sans nul doute a une action primordiale est le parasitoïde oophage de la famille des Mymaridae : *Anagrus atomus* Linné (Sentenac, 2004). Bien que son action ne soit pas régulière d'une année à l'autre, *A. atomus* peut être à l'origine d'un taux élevé de parasitisme des œufs d'*Empoasca vitis*, au mieux, 78 % des œufs de première génération, 68 % des œufs de seconde génération, sont naturellement parasités (voir graphique n° 3).



Graphique 3 : Taux de parasitisme des œufs *Empoasca vitis* par *Anagrus atomus* par génération et par site de 2001 à 2004

Malgré cette réelle activité des parasitoïdes autochtones, les essais de lutte biologique par augmentation mettant en œuvre 10 lâchers successifs de 270 *A. atomus* adultes/ha chacun, ou 9 lâchers successifs de 1730 *A. atomus* adultes/ha chacun, n'ont pas été couronnés de succès. Nous ne disposons pas actuellement de moyen d'action pour augmenter dans les situations qui le justifient, le taux de parasitisme des œufs d'*E. vitis*.

Lutte biologique contre *Scaphoideus titanus*

Grâce à un soutien financier de l'ONIVINS, l'INRA - Unité de Lutte Biologique du Centre de Sophia Antipolis a mené une prospection en 2001 et 2002 dans la région des Finger Lakes, région d'origine de *S. titanus*, afin d'identifier les auxiliaires spécifiques à cet Hémiptère. Le bilan des recherches d'agents de lutte biologique fut positif (Malauza, 2003), avec la mise en évidence de relations faisant intervenir des Dryinidae : *Lonchodryinus flavus* Olmi, *Anteon masoni* Olmi, *Gonatopus peculiaris* Brues, *Esagonatopus perdebilis* Perkins, *Esagonatopus niger* Fenton, des Pipunculidae et des Mymaridae du genre *Polynema*. Ces parasitoïdes introduits en quarantaine ont fait l'objet de beaucoup d'efforts pour tenter d'en pérenniser l'élevage en laboratoire, malheureusement efforts restés vains, aucune espèce n'a pu être maintenue en élevage.

Dans ces conditions, l'étude a été orientée vers un parasitoïde autochtone mis en évidence en 2003 en Languedoc-Roussillon : *Gonatopus clavipes* (Thunberg) (photo 4). Sa présence a été confirmée lors d'un inventaire faunistique réalisé de 2004 à 2007 sur plusieurs sites viticoles de Bourgogne, Languedoc-Roussillon et Provence Alpes Côte d'Azur, d'autres parasitoïdes ont également été mis en évidence, deux Dryinidae : *Gonatopus lunatus* Klug et *Anteon pubicorne* (Dalman), un Pipunculidae du genre *Eudorylas*. Les taux de régulation relevés sont très faibles, généralement nuls ou voisins de 1 %, exceptionnellement approchant les 5 %. Le parasitoïde le plus couramment rencontré est *G. clavipes*, son élevage présente des contraintes : faible fécondité, mortalité importante à tous les stades de développement, durée d'incubation des cocons non prévisible. Celles-ci sont peu compatibles avec les objectifs d'une lutte biologique par augmentation. Suite à trois années d'étude, de 2005 à 2007, il s'avère que *G. clavipes* n'est pas un agent de lutte biologique efficace contre *S. titanus*. La lutte biologique par augmentation contre *S. titanus* au moyen de ce parasitoïde ne constitue pas une alternative satisfaisante dans la mesure où elle n'a pas permis d'obtenir un niveau de régulation supérieur à celui que présente le parasitisme naturel.



Photo 4 : *G. clavipes* parasitant une larve de *S. titanus* (Ph. IFV - G. Sentenac)

Lutte biologique contre les cochenilles farineuses (Pseudococcidae)

Les stratégies mises à la disposition des viticulteurs pour lutter contre les cochenilles farineuses reposent sur l'emploi d'insecticides neurotoxiques. En l'absence d'alternative, nous avons évalué en conditions de plein champ l'activité biologique du prédateur *Chrysoperla lucasina* (photo 5) à l'égard d'une population de Pseudococcidae composée d'*Heliococcus bohemicus* et de *Phenacoccus aceris*. Les lâchers de printemps effectués sur les formes hivernantes de cochenilles en reprise d'activités, se sont révélés efficaces (Sentenac, 2008).



Photo 5 : Prédation in situ d'une femelle de Pseudococcidae par une larve de *Chrysoperla lucasina* (Ph. IFV - G. Sentenac)

La régulation opérée sur la génération n de cochenilles farineuses se répercute sur la génération n+1. En présence de fourmis et de femelles de *P. aceris*, il est nécessaire de placer un anneau de glu sur le tronc des ceps afin de protéger les larves de *C. lucasina* d'une agression qui leur serait fatale. L'unique lâcher réalisé en période estivale n'est pas opérant : les proies potentielles de petite taille sont trop diluées dans le feuillage et donc peu prédatées par les larves de chrysopes dont les captures sont aléatoires.

Le prix d'une boîte de quinze larves de *C. lucasina* étant de 5.50 € HT, la lutte biologique contre les Pseudococcidae mettant en œuvre ce prédateur généraliste ne peut raisonnablement s'envisager que sur des surfaces restreintes, limitées aux foyers qui doivent être repérés le plus tôt possible.

ÉTAT DES RECHERCHES PLUS OU MOINS AVANCÉES ET PERSPECTIVES

Amélioration des techniques de piégeage et des relations captures dégâts

Les pièges sexuels utilisés contre les vers de grappes sont maintenant au point et largement utilisés. Outre leur facilité d'utilisation, ils présentent l'inconvénient de capturer uniquement les

mâles. Ils sont normalement utilisés comme marqueurs de début de génération des tordeuses et la lecture des dynamiques de captures renseigne l'estimation des dates de ponte. Toutefois depuis quelques années plusieurs vignobles ont régulièrement des problèmes avec l'interprétation des résultats fournis par cet outil. On observe par exemple de plus en plus souvent des pièges qui commencent à capturer les mâles après l'observation des premiers œufs. En outre aucune corrélation entre niveau de capture et intensité des dégâts n'a pu être établie ni chez *Cochylis* ni chez *Eudémis*. Un ancien outil apparue en 1919 a été récemment amélioré. Le piège alimentaire attire en majorité des jeunes femelles, vierges ou en début d'activité de ponte (Thiéry et al, 2006). Les essais conduits depuis quelques années en vignobles de Cognac, des Pyrénées-Orientales ou du Bordelais montrent des niveaux de captures importants, mais aussi que les dates de début de captures permettent pratiquement toujours d'anticiper de quelques jours les dates de ponte d'*Eudémis* (Thiéry et al, 2006). Des résultats intéressants ont aussi été obtenus en surveillance des populations en Raisin de table en vallée du Rhône (Reynaud et Thiéry, 2007).

Actuellement nous pensons que le développement du croisement de la lecture du piège sexuel et alimentaire peut permettre une meilleure évaluation des dates de ponte chez l'*Eudémis*.

Le concept du push-pull appliqué aux vers de la grappe.

Des recherches ont permis de caractériser des molécules présentes à la surface des œufs dissuadent la ponte des autres femelles (Thiéry & Gabel, 1993 ; Gabel & Thiéry, 1996). Ces molécules sont des acides gras et esters dérivés et dissuadent efficacement la ponte. Toutefois comme toute méthode répulsive, elle n'exprime tout son potentiel que lorsqu'on laisse aux femelles de papillons des cibles non traitées. Ce concept ne sera vraiment efficace sur de grandes surfaces qu'en complétant la méthode par une attraction des tordeuses vers d'autres sites distants des grappes afin que les femelles y concentrent les pontes. L'objectif est concrètement de rendre les grappes répulsives et de rendre attractifs et stimulants des sites non sensibles aux dégâts (Schéma 1).

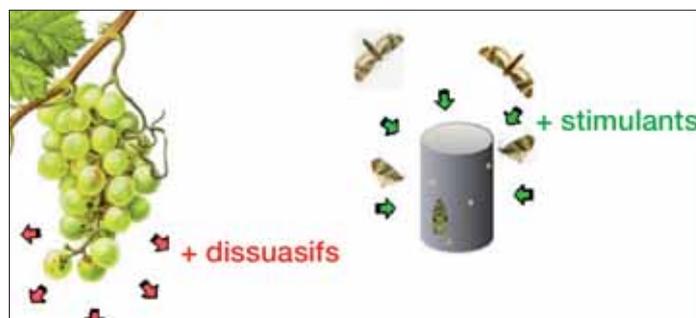


Schéma 1 : Exemple de gestion de stratégie de gestion du comportement de ponte telle qu'elle peut être proposée sur les vers de la grappe (*Eudémis*, *Cochylis* ou *Eulia*). Les grappes sont rendues dissuasives en les vaporisant par exemple avec des phéromones dissuasives de ponte et des leurres de ponte imprégnés de stimulants pourraient être accrochés dans les rangs de vigne. Une évolution consiste à augmenter aussi l'attractivité à distance de ces leurres en leur faisant diffuser des arômes de pièges alimentaires (voir "Amélioration des techniques de piégeage et des relations captures dégâts" ou des arômes de tanaisie, voir "Lutte biotechnique à l'aide d'extraits ou molécules extraites de plantes").

L'UMR Santé végétale INRA de Bordeaux travaille actuellement à la caractérisation de stimulants de ponte de l'*Eudémis* permettant de réaliser des leurres de ponte.

D'autres substances très dissuasives ont aussi été expérimentées. Des phytoecdystéroïdes ont montré des activités anti ponte appliqués à des doses très faibles sur les grappes (Callas et al. 2006).

Lutte biologique contre les tordeuses de la grappe au moyen de parasitoïdes larvaires et nymphaux ou de prédateurs

Au moins une vingtaine d'espèces d'insectes parasitent les larves de vers de grappes et les contrôlent naturellement, avec des efficacités variables (Thiéry, 2008). Quelques parasitoïdes de chenilles ont un très fort potentiel de contrôle et méritent une attention particulière (Thiéry et al, 2001). Le plus fréquemment rencontré dans les vignobles Européens est un Hyménoptère (*Campoplex capitator* (Aubert)) (photo 6). Il peut détruire plus de la moitié des chenilles dans

certains vignobles (ex Sauternais au printemps 2005) et jusqu'à 80 % des chenilles (Marchesini et Della Monta, 1994). Il semble aussi avoir un rayon d'action important, est actif dès le printemps et s'adapte bien sous différents climats (Xuéreb & Thiéry, 2006). Nous avons travaillé ces dernières années à décrypter la biologie et le comportement de cette espèce et d'un autre parasitoïde larvaire (*Dibrachys cavus* (Walker), Chuche et al., 2006). Un autre parasitoïde présent dans les vignobles chauds semble très efficace, il s'agit d'un diptère (*Phytomyptera nigrina* (Meigen))(photo 7)(Thiéry et al., 2006). Le développement d'une lutte biologique avec ces différents auxiliaires utilisés soit isolément soit en combinaison au cours de la saison présente de réelles perspectives en viticulture et mérite des études conséquentes à large échelle dans un futur proche.



Photo 6 : *Campoplex capitator* (Ph. IFV - G. Sentenac)



Photo 7 : *Phytomyptera nigrina* (ph. D. Thiéry)

Adjonction de phagostimulants aux formulations de Bt

L'adjonction de stimulants alimentaires des chenilles a été tentée afin d'augmenter la prise de nourriture, et donc la dose de *Bt* ingérée par les chenilles. Les essais ont porté principalement sur les sucres. Un intérêt immédiat est de toute évidence d'augmenter l'activité des formulations *Bt* contre la *Cochylis* que l'on suspecte avoir un comportement alimentaire différent de l'*Eudemis*. Globalement les avancées sur l'adjonction de phagostimulants aux formulations *Bt* se sont montrées décevantes.

Augmentation du contrôle naturel biologique par gestion de l'agrosystème

Il a été montré que beaucoup d'insectes parasitoïdes ou prédateurs voient leur efficacité améliorée par la présence de fleurs leur apportant nectar ou pollen, voire des sécrétions extraflorales (voir différents exemples dans Thiéry, 2008). Il faut toutefois se limiter à ce qu'on appelle la biodiversité fonctionnelle, c'est-à-dire se focaliser sur les auxiliaires qui ont un rôle majeur de régulation des populations de bioagresseurs. Les travaux concernant la vigne sont en fait assez rares (voir références dans Thiéry 2008). Le couvert végétal entre les rangs de vigne peut fournir des conditions microclimatiques favorables aux auxiliaires résidant dans le vignoble. Les auxiliaires de petite taille semblent particulièrement favorisés, ex : les *Trichogrammes* (Remund et Boller, 1991) ou *Orius sp.* (Altieri, 1998). Nous ne disposons actuellement pas de profils culturaux clairs favorisant les effets bénéfiques des auxiliaires et nous manquons en fait de recul afin de juger du rôle exact de la gestion du vignoble sur l'efficacité du contrôle biologique.

L' "Attract and kill"

Cette méthode est actuellement en expérimentation contre les vers de la grappe. Elle est dérivée de l'arboriculture où elle donne de bons résultats en particulier contre le carpocapse des pommes ou la tordeuse orientale du pêcher. Son principe consiste à imprégner un polymère de phéromone, fabriquant ainsi des fausses femelles en déposant sur les sarments des gouttes de ce polymère. Cet appât sexuel est traité avec un insecticide de contact afin de tuer les mâles. Une évolution de la méthode consiste à proposer des appâts sexuels sous forme de poudre à action insecticide de contact à action lente en cherchant à empoisonner les femelles lors de

l'accouplement. Actuellement les résultats de ces deux méthodes sont décevants en vignobles. L'efficacité dépendra évidemment du nombre de mâles que l'on est capable d'attirer, et qui reste actuellement faible, ainsi que des taux d'accouplement. En outre cette technique ne sera efficace que si les mâles attirés par le polymère traité à la phéromone de synthèse présentent ensuite un comportement normal d'accouplement avec les femelles, ce qui reste à démontrer.

Contrôle des cicadelles au moyen de la communication acoustique

La confusion sonore de la communication sexuelle n'est pas une idée nouvelle chez les cicadelles (Saxena & Kumar, 1980). Ces auteurs interrompaient la communication entre partenaires en générant des sons de 200Hz. Dans un travail très récent, Mazzoni et collaborateurs (2008) montrent que *Scaphoideus titanus* utilise des fréquences de l'ordre de 900Hz lors de ses comportements sexuels et que la rencontre des sexes peut être facilement perturbée en jouant sur les fréquences sonores. Différentes équipes de recherche étudient actuellement les possibilités d'une confusion sonore.

Dans un autre travail récent sur *Empoasca vitis*, la cicadelle verte, l'ingestion de pousses de thé traitées à l'huile de neem perturbait l'émission de vibrations par le mâle et réduisait la durée du comportement d'accouplement (Zhao Dong Xiang et al., 2005).

Lutte biologique contre les cochenilles (Coccidae et Pseudococcidae)

Dans le cadre d'un programme soutenu financièrement par Viniflor, L'INRA - Unité Expérimentale de Lutte Biologique - Centre de Sophia Antipolis et l'Institut Français de la Vigne et du Vin - Unités de Beaune et de Colmar se proposent de mettre au point des méthodes de lutte biologique contre les cochenilles présentes sur vigne. Ainsi le parasitoïde spécifique d'*Heliococcus bohemicus* Sulc, *Ericydnus sipylus* (Walker) (photo 8) est en cours d'évaluation. Des coccinelles prédatrices de Pseudococcidae et de Coccidae seront à l'étude dans un proche avenir, en principe dès 2009.



Photo 8 : Femelle d'*H. bohemicus* parasitée par *E. sipylus* (Ph. IFV - G. Sentenac)

Activité insectivore des auxiliaires vertébrés

Peu d'informations sont disponibles au sujet des prédateurs insectivores tels que les oiseaux et les Chiroptères. Dans un premier temps nous nous intéresserons à ces derniers. Les espèces de chauves-souris européennes sont quasiment toutes strictement insectivores. A ce titre peut-on considérer ces mammifères comme des auxiliaires des cultures en général, de la vigne en particulier ?

Pour répondre à cette question, nous allons entreprendre une étude préliminaire visant à identifier, au moyen de détecteurs à ultrasons portatifs, les espèces de chauves-souris qui fréquentent et chassent dans le vignoble. Si les premiers résultats obtenus l'autorisent, une recherche portant sur leur régime alimentaire ainsi que sur les éléments favorisant leur présence pourra alors être abordée au cours des années suivantes. Les premiers travaux effectués en 2008 montrent que huit espèces de chauves-souris fréquentent le vignoble de Côte-d'Or.

CONCLUSION

Hors situation de lutte obligatoire, ces vingt dernières années ont été le témoin d'une réduction significative du nombre de traitements phytosanitaires visant les ravageurs de la vigne, tant par la mise en application de la lutte raisonnée que par l'adoption des rares méthodes de lutte alternatives disponibles. Il est nécessaire de maintenir cette dynamique qui aboutira dans les années à venir à une palette de méthodes non polluantes pour l'environnement et ne présentant pas de risques pour le viticulteur. La viticulture doit aussi se préparer à accepter l'usage de méthodes à effets parfois partiels pour contrôler les bio-agresseurs. La combinaison de différentes méthodes complémentaires au cours du cycle du bio-agresseur sera certainement une voie d'avenir ; comme par exemple le push-pull (cf infra) ou des lâchers combinés d'auxiliaires intégrés dans des plans d'aménagements écologiques du vignoble. Elles seront utilisées en fonction de leur adaptation aux conditions du vignoble (notion de lutte de précision). L'avenir passe aussi par l'apport d'innovations dans le domaine de la diffusion ou de l'application de médiateurs chimiques régulateurs de comportements. La recherche et le développement devront ainsi étroitement collaborer pour que les marges de progression soient réelles.

Toutefois il serait illusoire d'occulter les inévitables coûts de certaines de ces méthodes d'avenir, et ce point doit être intégré en amont dans une stratégie de développement de méthodes nouvelles.

RÉFÉRENCES

- Callas D, Thiéry D, Marion-Poll F (2006) - 20-hydroxyecdysone deters oviposition and larval feeding in the European grapevine moth, *Lobesia botrana*. **Journal of Chemical Ecology**, 32, 2443-2454.
- Chuche, J., Xuéreb, A. and Thiéry, D. 2006 – Attraction of *Dibrachys cavus* (Hymenoptera, Pteromalidae) to its host frass volatiles. **Journal of Chemical Ecology**, 32 : 2721- 2731.
- De Moraes G.J., Mc Murty J.A., Denmark H.A., Campos C.B. 2004- A revised catalog of the mite family Phytoseiidae (pdf) ; **Zootaxa** 434 : 1-494
- Gabel, B. and Thiéry, D. 1994 - Non-host plant odor (*Tanacetum vulgare* ; Asteracea) affects the reproductive behaviour of *Lobesia botrana* Den. et Schiff. (Lepidoptera Tortricidae). **Journal of Insect Behaviour** 7:149-157
- Gabel, B. and Thiéry, D. 1996 - Oviposition response of *Lobesia botrana* females to long-chain free fatty acids and esters from its eggs. **Journal of Chemical Ecology**, 22, 161-171.
- Kreiter S. et Sentenac G. 1995 – Gestion des populations d'auxiliaires : recolonisation naturelle ou introduction de phytoseiides en vignobles ? Compte rendu de la journée d'informations sur les auxiliaires entomophages, Valence 15-XI-1995, F. Leclant and J.-N., Reboulet éd. Pub. Paris : 49-63.
- Malausa J.-C., Nusillard B., Giuge L., 2003. Bilan des recherches sur l'entomofaune antagoniste de *Scaphoideus titanus* en Amérique du Nord en vue de l'introduction d'auxiliaires en France. **Phytoma La Défense des Végétaux** n° 564, 24-27.
- Marchesini, E. and Della Monta, L.D. 1994 - Observations on natural enemies of *Lobesia botrana* (Den. et Schiff.) (Lepidoptera, Tortricidae) in Venetian vineyards. **Bolletín Zoologica Agraria Bachicoltura**, 26: 201-230.
- Mazzoni V., Presern J., Lucchi A. and Virant-Doberlet M. 2008- Reproductive strategy of the nearctic leafhopper *Scaphoideus titanus* Ball. (Hemiptera Cicadellidae). **Bulletin of Entomological Research**, in press.
- Reda Abd el Monsef, A.I. 2004- Biological control of grape berry moths *Eupoecilia ambiguella* HB. and *Lobesia botrana* Den. et Schiff. (Lepidoptera Tortricidae) by using egg parasitoids of the genus *trichogramma*. Thesis Universität Giesen, 103p.
<http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2004/1469/pdf/IbrahimReda-2004-03-29.pdf>
- Saxena K.N., and Kumar H. 1980- Interruption of acoustic communication and mating in a leafhopper and a planthopper by aerial sound vibrations picked up by plants. **Experientia**, 36, 933-936.
- Sentenac G., 2004 – Les antagonistes naturels de la cicadelle des grillures *Empoasca vitis* Goethe. Étude de faisabilité d'une lutte biologique par augmentation. MONDIAVITI, 1-2 décembre 2004 : 25-37

Sentenac G., 2008 – *Chrysoperla lucasina* (Lacroix) agent de lutte biologique contre les cochenilles farineuses sur vigne *Helicococcus bohemicus* Sulc et *Phenacoccus aceris* (Signoret). AFPP – In 8ème Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture. Montpellier. 22 et 23-X-2008.

Thiéry, D. 2005 - Les vers de la grappe. Les connaître pour s'en protéger. Guides techniques, Vignes et vins international publications, Bordeaux, France.

Thiéry, D. 2008- Les tordeuses nuisibles à la vigne, in Ravageurs de la vigne, Féret, Bordeaux.

Thiéry, D. and Gabel, B. 1993 – Interspecific avoidance of egg-associated semiochemicals in four tortricids. **Experientia**, 49, 998-1001.

Thiéry, D. and Xuéreb, A. 2003 - Relative abundance of several larval parasitoids of *Lobesia botrana* on different varieties of grapes. **IOBC/wprs Bulletin**, 26,135-139

Thiéry, D. and Xuéreb, A. 2004 - Vers une lutte biologique contre Eudémis (*Lobesia botrana*). In: Conf. Mondaviati Bordeaux, 47-52.

Thiéry, D., Rétaud, P., Dumas-Lattaque, L. 2006- Piégeage alimentaire de l'Eudémis de la vigne. Un outil intéressant et performant pour la description de la dynamique des vols et des pontes. **Phytoma – La défense des végétaux**, 592 : 27-30.

Thiéry, D., Xuéreb, A., Villemant, C., Sentenac, G., Delbac, L., Kuntzman, P. 2001 - Larval parasites of vineyards tortricids: a brief overview from 3 french vine growing areas. **IOBC/wprs bulletin**, 24,135-142.

Thiéry, D., Yoshida, T., and Guisset, M. 2006- *Phytomyptera nigrina* (Meigen) (Diptera, tachinidae) parasite of the first generation of the European grapevine moth larvae in several vineyards of the Roussillon area. **Tachinid times**, 19, 1-4.

Thiéry D., Rétaud P., Dumas Lattaque L. 2006 –Piégeage alimentaire de l'Eudémis de la vigne : un outil intéressant et performant pour la description de la dynamique des vols et des pontes. **Phytoma**, 592, 27-30.

Reynaud C. et Thiéry D. 2007- Eudémis sur raisin de table. Piégeage alimentaire et sexuel : le duo gagnant. **L'arboriculture**, 620 & 621. 44-46.

Zahao Dong Xiang, Gao Jinglin, Xu Hanhong and Chen ZongMao, 2005- Study on the influence of neem to acoustic communication of tea leafhopper *Empoasca vitis*. **Journal of Tea Science**, 25, 136-140.

La réduction maîtrisée des doses de produits phytosanitaires

Controlled reduction of doses of agricultural pesticides

Alexandre DAVY - alexandre.davy@vignevin.com

Yves HEINZLÉ - yves.heinzle@vignevin.com

Institut Français de la Vigne et du Vin (IFV)

RÉSUMÉ

Sous nos climats, l'utilisation de pesticides reste la plupart du temps incontournable pour produire du raisin de qualité. Mise à l'index par les consommateurs, leur utilisation devient de plus en plus réglementée. L'enjeu du projet consiste à proposer des stratégies économes en pesticides permettant de conserver un niveau de protection acceptable. L'adaptation de la dose à la situation (biomasse, pression parasitaire...) est une voie possible pour minimiser le recours aux intrants. Les essais conduits en réseau montrent qu'une économie moyenne d'intrants de l'ordre de 40 % est possible mais non dénuée de risques pour le producteur. En effet, si l'efficacité moyenne de la protection reste généralement bonne (de l'ordre de 90 %), elle n'en demeure pas moins inférieure à celle générée par l'application systématique de la dose homologuée. La réduction des doses va de pair avec celle des marges de sécurité. Dans ces conditions, l'utilisation d'un pulvérisateur performant et bien réglé devient impérative.

Mots-clés : Adaptation de l'intrant phytosanitaire - Modulation des doses - Matériel d'application - Qualité de pulvérisation - Mildiou - Oïdium

SUMMARY

For the production of quality grapes in temperate climates, the use of pesticides is in most cases not avoidable. Suspected by consumers, the use of pesticides is being put under more regulation. The stake is to offer low pesticide consuming strategies preserving an acceptable level of protection. The adaptation of the dose to the situation (biomass, parasites...) is one possible way to reduce the use of pesticides. Trails conducted in a network show that a medium reduction of around 40 % is possible but can lead to a risk for producers. Indeed, if the mean efficiency of the protection stays generally good (around 90 %), it is nonetheless lower than that obtained with a systematic application of the authorized dose. The reduction of the doses comes together with a reduction of the security margins. In these conditions, the use of a well set highly developed sprayer becomes necessary.

Key words: Modulation of the dose of chemical products - Sprayers - Quality of the spray - Downy mildew - Powdery mildew

Personnes participant au projet : C. Bernard**, FM. Bernard*, N. Bidou*, L. Caillaud**, JJ. Carrère**, M. Claverie*, S. Codis*, P. Crozier**, L. Davidou**, S. Devèze**, V. Fabreguette**, M. Girard**, C. Girardet***, Y. Heinzlé*, A. Michez*, L. Mornet**, JP. Perraud**, M. Raynal*, S ; Remenant*, D. Richy**, C. Rives**, D. Vergnes**, M. Vergnes*

* Institut Français de la Vigne
** Chambre d'Agriculture
*** Fredon PACA

Travaux réalisés avec le soutien technique et/ou financier du Conseil Régional d'Aquitaine, du Conseil Régional de Bourgogne, du Conseil Régional PACA, de Viniflor, de la société Berthoud et de la société BASF.

Les deux campagnes passées nous rappellent, si besoin était, que l'obtention de raisins de qualité passe par l'application de produits phytosanitaires dont l'utilisation n'est pourtant neutre ni pour l'utilisateur ni pour l'environnement, qu'ils soient d'origine naturelle ou de synthèse. L'objectif de réduction de 50 % des intrants qui a été fixé à l'issue du grenelle de l'environnement est ambitieux et nous oblige à revoir chacune des étapes susceptibles d'être optimisée pour tenter de l'atteindre.

Comme l'indique le schéma 1, l'efficacité d'une protection fongicide est liée à de nombreux paramètres dont la part respective, variable selon les cas, est souvent difficile à évaluer, ce qui explique les difficultés que l'on rencontre parfois pour expliquer le succès ou l'échec d'une stratégie.

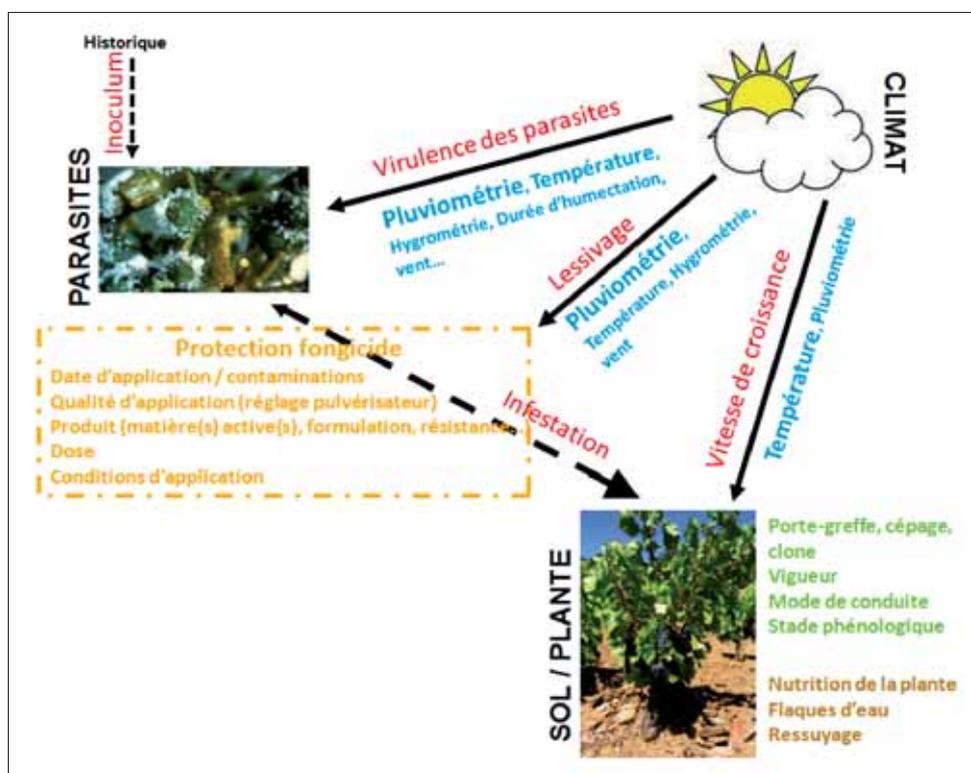


Schéma 1 : Représentation simplifiée des principaux paramètres à prendre en compte dans l'efficacité d'une protection phytosanitaire
Simplified representation of key parameters in relation with the effectiveness of a plant protection

En France, l'homologation des fongicides demeure exprimée en unité (L ou Kg) de produit par unité de surface au sol quel que soit le stade d'application. La dose homologuée est déterminée pour rester efficace lorsque les conditions sont favorables au développement de la maladie et pour une végétation pleinement développée, ce qui est rarement le cas dans la réalité et laisse entrevoir des marges de progrès en matière d'utilisation des pesticides.

Les essais d'adaptation des doses de fongicides ont été entrepris à l'IFV de Bordeaux depuis plusieurs années. Les règles de décision énoncées dans le cadre du projet OPTIDOSE proposent une adaptation de la dose de produit phytosanitaire (fongicide) en fonction de la surface de végétal à protéger, de la pression parasitaire et du stade phénologique.

Ces règles de décision sont testées depuis 2002 en microparcelles par l'IFV mais également avec du matériel grand travail chez des viticulteurs en partenariat avec les agents des chambres d'agriculture et/ou de la FREDON dans différents départements (13, 16, 17, 24, 33, 40, 47, 64, 84).

RÉSULTATS PLURIANNUELS DES ESSAIS D'ADAPTATION DES DOSES DE FONGICIDES

Sur ce type d'essais, trois modalités sont comparées :

- Modalité n° 1 : Témoin Non Traité
- Modalité n° 2 : Optidose (doses adaptées pour le mildiou et l'oïdium)
- Modalité n° 3 : Référence (pleine dose ou dose utilisée par le viticulteur sur son exploitation)

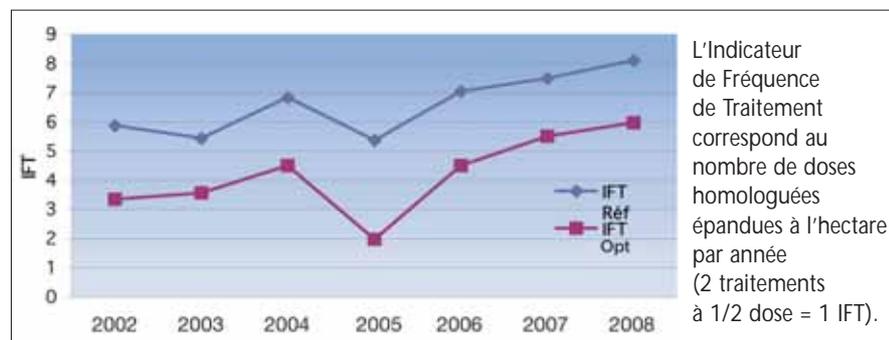
Le tableau 1 synthétise les informations des essais réalisés dans le cadre du projet optidose au cours des 7 dernières années.

Traitements	Mildiou	Oïdium
Mini	2	3
Moyenne	8,2	5,9
Maxi	13	10
Ecart Type	2,5	1,8
% moy Dose homologuée Optidose	51	48
% moy Dose homologuée Référence	86	87

Tableau 1 : Synthèse des données concernant 50 essais de modulation des doses mis en place entre 2002 et 2008.
Summary of 50 experiments on modulation doses trials implemented from 2002 to 2008.

Le nombre moyen de traitements est de 8.2 pour le mildiou et de 5.9 pour l'Oïdium. Le pourcentage moyen de réduction de la dose entre ces deux modalités est de 41 % pour le mildiou (- 49 % par rapport à la pleine dose) et de 45 % pour l'oïdium (- 52 % par rapport à la pleine dose).

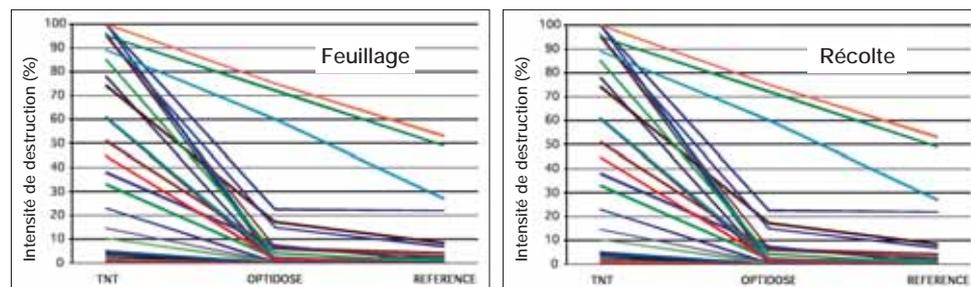
Comme l'indique le graphique 1, le nombre de traitements et le niveau de réduction de la dose varient en fonction de la climatologie et donc de la pression parasitaire de chaque millésime.



Graphique 1 : Evolution de l'IFT moyen (mildiou uniquement) pour les essais de modulation des doses réalisés de 2002 à 2008
Yearly evolution of the Treatments Indicator Frequency for downy mildew on modulation doses trials from 2002 to 2008

Résultats mildiou

Les notations de dégâts sur les différentes stratégies ont lieu à 3 stades (nouaison - fermeture - véraison). Seules les notations ayant été réalisées à la véraison sont présentées ci-dessous.



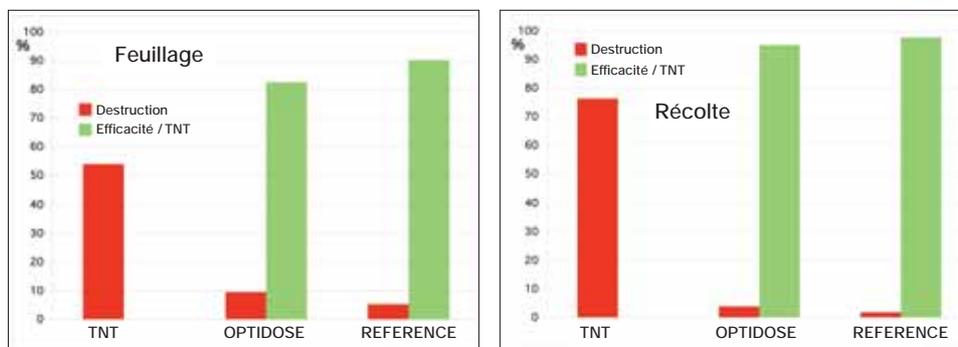
Graphiques 2 et 3 : Intensité de destruction du feuillage et de la récolte due au mildiou sur les trois modalités au stade de la véraison
Severity of attack on foliage (left) and grapes (right) due to downy mildew at ripening stage

Les niveaux de pression parasitaire ont été variables au cours des années avec une gradation des dégâts sur les témoins non traités allant de presque rien à la totalité de la récolte. D'une manière générale, on observe que les dégâts sur la modalité optidose sont toujours un peu plus importants que sur celle de référence même s'ils demeurent dans la majorité des cas acceptables pour le viticulteur.

Par ailleurs, on note que pour un nombre limité d'essais (4), même la modalité « référence » ne présente pas une protection satisfaisante. Selon les cas, il peut s'agir de trous dans le calendrier de traitement, de doses appliquées trop faibles, d'une mauvaise qualité d'application ou d'une combinaison de ces facteurs. Dans ces cas précis où la référence est mise en défaut, on observe logiquement d'importants décrochages sur la modalité sous-dosée.

Les graphiques suivants présentent le niveau de destruction et l'efficacité des différentes modalités pour les essais où :

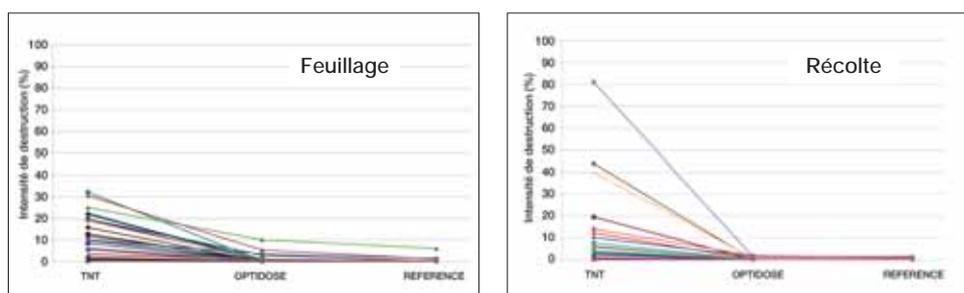
- le TNT présente au moins 30 % de destruction à la véraison (pression parasitaire forte)
- la modalité référence ne présente pas plus de 10 % de dégâts sur grappes à la véraison (problème indépendant de la dose utilisée).



Graphiques 4 et 5 : Intensité de destruction du feuillage et de la récolte sur les trois modalités au stade de la véraison
Severity of attack on foliage (left) and grapes (right) due to downy mildew at ripening stage

Globalement, une diminution de l'intrant phytosanitaire de 35 % entre les deux modalités a eu un impact réel mais limité sur l'efficacité de la protection.

Résultats oïdium



Graphiques 6 et 7 : Intensité de destruction du feuillage et de la récolte due à l'oïdium sur les trois modalités au stade de la véraison
Severity of attack on foliage (left) and grapes (right) due to powdery mildew at ripening stage

La pression parasitaire oïdium a globalement été moins forte que celle générée par le mildiou durant les années pendant lesquelles ces essais ont eu lieu. Les dégâts dus à ce parasite sont logiquement moins importants. Dans ces conditions de pression parasitaire modérée, les différentes stratégies (référence et optidose) ont donné des résultats à la fois bons et équivalents même si, comme pour le mildiou, on observe systématiquement un peu plus de dégâts sur la modalité sous-dosée.

RÉSULTATS DE DIAGNOSTICS DE PULVÉRISATEURS

L'adaptation de la dose induit automatiquement une réduction des marges de sécurité et impose une optimisation des autres paramètres explicatifs de l'efficacité. La qualité d'application des bouillies est un de ces paramètres. Dans le but d'évaluer la performance d'application des pesticides, nous avons testé 45 pulvérisateurs dans les conditions d'utilisation de la pratique (matériel non réglé par le constructeur).

Les essais se sont déroulés en partenariat avec la société BASF (partenaire financier de l'action) et deux distributeurs (Soufflet Vigne et Bourgogne du Sud). Ils ont été réalisés sur une vigne artificielle développée par l'IFV.

Les essais se sont déroulés en trois étapes :

- 1- Diagnostic en statique des appareils (débit de chaque diffuseur, vitesse d'avancement, prise de force...) pour déterminer le volume/ha.
- 2- Pulvérisation d'un colorant sur le banc de contrôle.
- 3- Dosage du colorant (au laboratoire) sur les capteurs positionnés sur la vigne artificielle et réalisation d'une fiche de diagnostic

Au total 45 appareils ont été testés (14 en jet projeté, 13 en jet porté et 18 pneumatiques) dans des configurations de vignoble (largeur inter-rang et gabarit de végétation) variées. Il ne s'agit pas d'un comparatif d'appareil (matériel neuf et réglage constructeur) mais d'un comparatif de pratiques (matériel et réglage du viticulteur). Pour chaque test, une fiche de diagnostic incluant une représentation cartographique de la pulvérisation est réalisée.

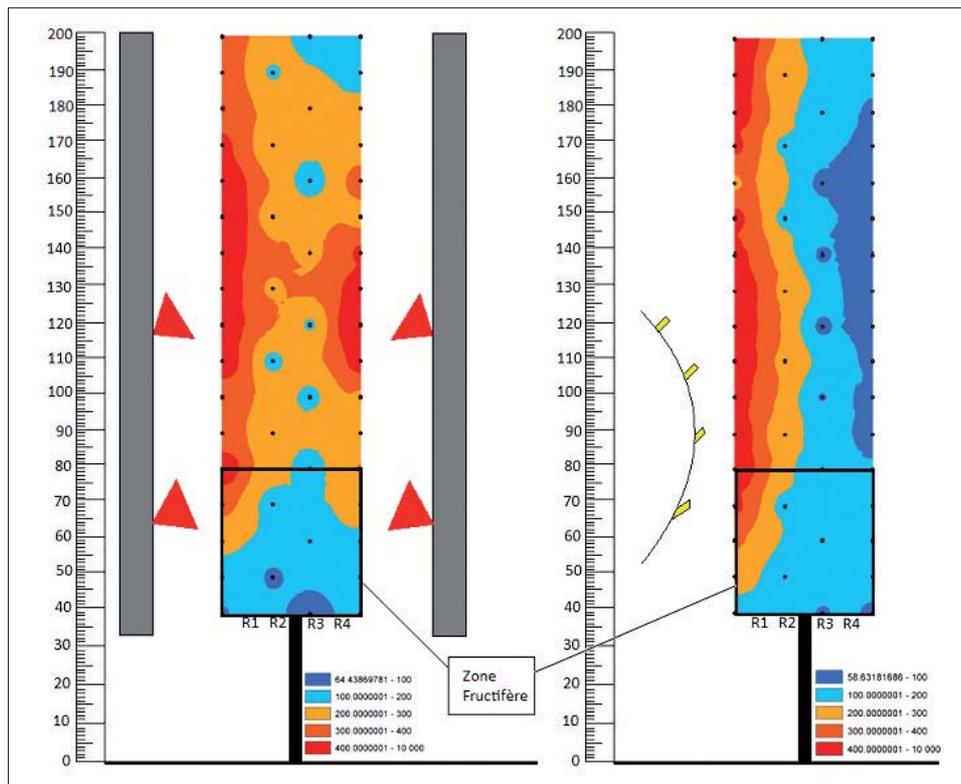
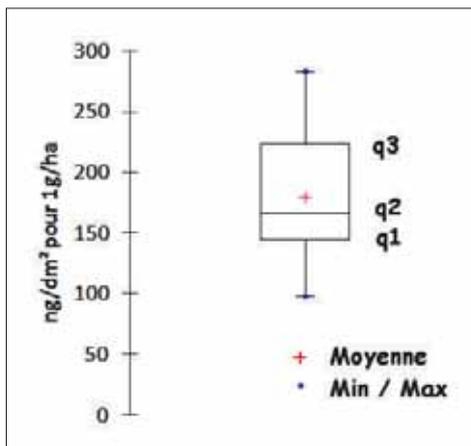


Figure 1 : Représentation de la répartition de la pulvérisation obtenue sur vigne artificielle à partir de deux pulvérisateurs différents. Afin de rendre comparables les résultats, ils sont exprimés en ng de marqueur / dm2 de capteur pour 1 g de marqueur épandu à l'hectare (ng/dm2 pour 1g/ha)

Representation of the distribution of spraying from two different sprayers (ng/dm2 pour 1g/ha)

La figure 1 illustre la différence de répartition de la pulvérisation mesurée entre deux appareils. Le premier a traité le banc en face/face alors que le second ne l'a traité que sur une seule face, ce qui entraîne inévitablement un surdosage de produit sur une face et un sous-dosage sur l'autre. La quantité totale de produit réceptionnée sur les capteurs est voisine dans les deux cas mais la répartition est complètement différente !



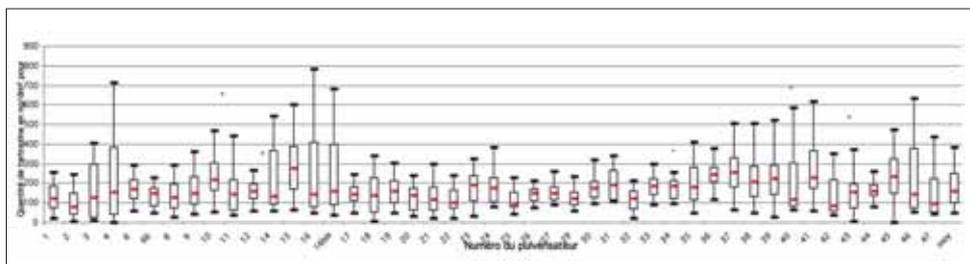
Des dépôts moyens très variables

Pour une même dose de marqueur épanchée à l'hectare, la quantité moyenne dosée sur les capteurs varie dans un rapport de 1 à 3. La moyenne des dépôts est de 179 ng/dm², l'écart interquartile de 79 ng/dm².

Outre la performance et le réglage des appareils, ces variations peuvent également s'expliquer par la diversité des modes de conduite simulés (largeur inter-rang, hauteur de feuillage).

Graphique 8 : Distribution de la variable « quantité moyenne de marqueur reçue sur la vigne artificielle » (exprimée en ng/dm² pour 1 g/ha) pour un panel de 45 pulvérisateurs testés
Distribution of the average quantity of tracer measured on the artificial vine from 45 sprayers tested

Des différences importantes entre les appareils



Graphique 9 : Distribution de la quantité de marqueur déposée par capteur pour chaque pulvérisateur testé
Distribution of the quantity of tracer measured by sensor for each sprayer tested on the artificial vine

En fonction du gabarit de vigne simulé, entre 30 et 51 capteurs de 1.8 mètres de long sont positionnés sur la vigne artificielle lors de chaque essai puis dosés séparément. Le graphique 9 permet de visualiser la distribution de ces valeurs (quantité de marqueurs) au sein d'un même test : le groupe des valeurs est découpé en quatre classes représentant chacune 25 % de l'effectif (la médiane est symbolisée par un trait rouge).

Les distributions de valeurs les plus étirées proviennent généralement de traitements réalisés d'une seule face du rang (valeurs très fortes sur la face directement traitée et très faibles sur l'autre face). Pour une même dose de départ, on s'aperçoit que les quantités réellement déposées sur la cible varient énormément d'une configuration (pulvérisateur x réglage x gabarit de vigne x conditions d'application) à l'autre, ce qui peut permettre d'expliquer pourquoi une réduction de la dose peut donner un résultat satisfaisant dans une situation donnée et pas dans une autre. Pour complexifier le tout, il convient de rappeler que la courbe de réponse dose/efficacité n'est pas forcément la même entre deux spécialités phytosanitaires et qu'on ne sait pas dire avec précision quelle est la quantité de matière active nécessaire et suffisante à appliquer par unité de surface pour protéger le végétal.

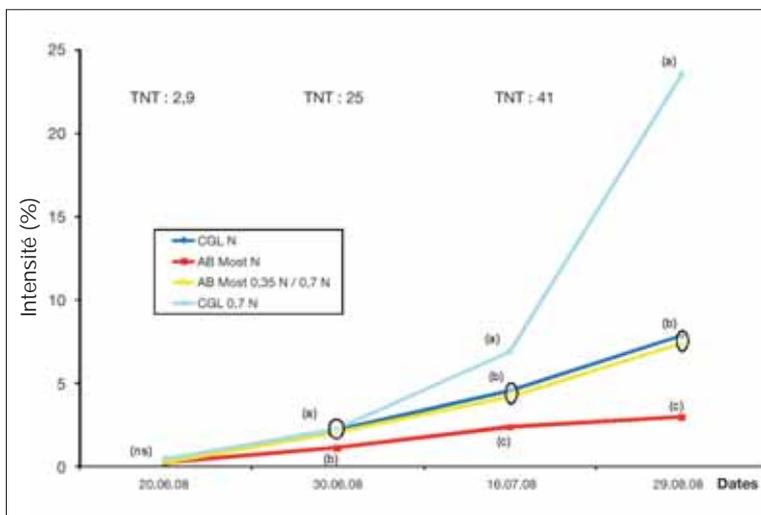
DES ESSAIS DE RÉDUCTION DE DOSES AVEC DES APPAREILS PLUS OU MOINS PERFORMANTS

En complément aux travaux décrits ci-dessus, des essais de réduction de doses ont été mis en place avec différents matériels. L'objectif est d'adapter la dose en fonction de la capacité du matériel à localiser le maximum de bouillie sur la cible. En effet, les matériels récents assurant une bonne précision d'application permettent d'augmenter la fraction de bouillie efficace et de réduire significativement la fraction de bouillie gaspillée. Cette fraction de bouillie habituellement perdue n'est donc plus à mettre dans le réservoir.

Cette étude, démarrée en 2004, a été conduite en collaboration entre l'IFV de Mâcon et le Service Viticole de la Chambre d'Agriculture de Saône et Loire. Le protocole consiste à appliquer, durant toute la campagne, un programme de traitements contre le mildiou et l'oidium. L'expérimentation comporte deux modalités d'application dans le cadre d'un traitement face par face : une rampe pneumatique avec diffuseurs dans l'interligne (AB most) et une rampe pneumatique traitant par le dessus (CG). A chaque intervention les deux matériels appliquent plusieurs doses de produits : la dose homologuée et une ou plusieurs doses réduites. Les essais ont été entièrement réalisés par les expérimentateurs, les paramètres de toutes les interventions sont contrôlés pour assurer la fiabilité des références et des bandes non traitées permettent de mesurer la progression et l'intensité des maladies. Les résultats obtenus démontrent que l'idée de départ est réaliste et qu'une réduction des doses apparaît possible. Le taux peut être modulé en fonction de la configuration du matériel. La poursuite des travaux a pour objectif d'affiner les connaissances en intégrant un paramètre interférant avec le matériel : le type de fongicides.



Photos 1 et 2 : Rampe CG (gauche) traitant par le dessus de la végétation et rampe AB most (droite) traitant dans l'inter-rang
Over head sprayer (CG - left) and in between rows sprayer (AB most - right)



Graphique 10 :
 Intensité de destruction du feuillage par le mildiou en fonction du matériel et de la dose utilisés
Severity of attack of downy mildew on foliage according to the sprayer and the doses used

Le graphique 10 illustre l'impact combiné de la qualité d'application et de la dose de fongicides sur la qualité de la protection. Dans cet essai, une réduction de 30 % des doses appliquées avec un matériel considéré comme performant a donné un résultat identique à l'application de la pleine dose avec un matériel traitant par le dessus de la végétation. L'effet « qualité d'application » mis en évidence dans cet essai n'est généralement visible que lorsque les conditions sont très favorables au développement des champignons.

Dans l'état actuel des références, une réduction systématique de 30 % des intrants paraît possible pour des pressions parasitaires moyennes à fortes lorsqu'on utilise un pulvérisateur performant. Dans le cas contraire, cette réduction entraîne un risque en situation de très forte

pression du fait de l'hétérogénéité de répartition du produit sur la végétation. Bien qu'il faille se garder d'extrapoler directement ces résultats à d'autres types de pulvérisation (jet projeté notamment) ou d'autres modes de conduite de la vigne, ces essais ont permis de vérifier la faisabilité d'adaptation de la dose à la performance du pulvérisateur ainsi que de mieux cerner les effets combinés du matériel et de la dose sur la qualité de la protection générée.

CONCLUSION

La pratique de réduction de la dose est parfois déjà employée de manière empirique par les viticulteurs. L'objectif du projet est de proposer puis de tester des règles de décision pour encadrer ces pratiques afin de limiter les quantités de pesticides utilisées.

La conduite en réseau de ces essais a permis de mieux cerner l'impact de ces adaptations de la dose (selon les règles de décision proposées dans le projet optidose) sur l'efficacité de la protection vis-à-vis du mildiou et de l'oidium.

En premier lieu, il est évident que la réduction de la dose induit une **diminution des marges de sécurité**. Il apparaît que la mise en œuvre des pratiques de réduction ou de modulation des doses est **uniquement envisageable avec les appareils assurant une répartition homogène de la pulvérisation**. Il s'agit des pulvérisateurs traitant de manière identique toutes les faces de chaque rang de vigne et assurant une pénétration suffisante dans la végétation. On a en effet pu mesurer l'incidence négative d'une réduction de la dose avec des matériels ne rentrant pas dans cette catégorie.

Sur les essais de modulation des doses (tous types de pulvérisateurs confondus), on constate que, quelle que soit la pression parasitaire, une réduction de l'intrant phytosanitaire de l'ordre de 40 % se traduit par une perte d'efficacité moyenne de 8 points sur le feuillage et de 3 points sur la récolte.

Globalement, il en résulte que :

- les années où la pression parasitaire est faible à modérée ne posent aucun problème : les dégâts sur la modalité ayant reçu des doses adaptées sont infimes (1 % de perte de récolte).
- les années où la pression parasitaire est forte, les dégâts à la véraison sur le feuillage et les grappes de la modalité optidose restent « contenus » (10% de feuillage détruit et 4 % de perte de récolte) mais non négligeables.

Le risque majeur provient de l'application de doses réduites dans des conditions où même la pleine dose aurait donné un résultat peu satisfaisant pour diverses raisons (calendrier de traitement, choix des produits, pulvérisateur peu performant et/ou mal réglé...) De forts niveaux de destruction ont été observés dans ces cas.

Les règles de décision proposées limitent fortement les quantités de fongicides utilisées et donnent des résultats intéressants dans la grande majorité des cas. Toutefois, elles doivent encore être affinées afin de limiter les pertes, notamment par une meilleure évaluation du risque.

BIBLIOGRAPHIE

Viret, O. & Siegfried, W. 2007. Application des produits antiparasitaires en fonction des stades phénologiques et du type de pulvérisateur. *Revue Suisse Vitic. Arboric.* 39(1) : 16-23.

Viret, O. & Siegfried, W. 2007. Dosage des fongicides adaptés à la surface foliaire : résultats en 2006. *Revue Suisse Vitic. Arboric.* 39(1) : 65-68.

Heinzlé, Y. 2007. Pulvérisation en viticulture durable. Choix du matériel et réglages. *Cahier Itinéraires IFV n° 16.*

Davy, A. 2007. Le programme Optidose : Optimisation agronomique et environnementale de la pulvérisation. *Euroviti 2007.* 157-162.

Raynal, M. 2002. Downy and powdery mildew : adaptation of the doses of pesticides according to risks of epidemics and total leaf surface developed in the vineyard. Meeting on powdery & downy mildew in grapevine. 87-88

Landers A, 2002. Development of a simple method to evaluate the deposition of pesticide droplets. Cornell University.

Viret, O. & Siegfried, W. 2002. Application des produits phytosanitaires en viticulture. *Revue Suisse Vitic. Arboric.* 34(1) : 23-25.

Viticulture de précision : perspectives pour une meilleure gestion des traitements

Vincent de RUDNICKI

Cemagref - UMR ITAP - 361 rue Jean François Breton - BP 5095 - 34196 Montpellier - vincent.derudnicki@cemagref.fr

RÉSUMÉ

Le concept de Viticulture de précision est d'une actualité des plus vives notamment avec le « Grenelle de l'environnement ». Si l'amélioration de la productivité est une des avancées de la « Viticulture de Précision », la diminution de l'impact environnemental est un objectif incontournable. Les Nouvelles Technologies de l'Information et de Communication (NTIC) permettent d'envisager des solutions. Les recherches dans ce domaine sont de plus en plus nombreuses et font l'objet d'avancées significatives pour la gestion intra parcellaire avec des outils aériens ou installés sur le terrain, d'outils portatifs de mesures ponctuelles d'échantillonnage ou embarqués sur les tracteurs pour une action immédiate lors de la tâche. Cette communication présente quelques aspects notoires des avancées.

Mots-clé : Vigne, Viticulture de précision, Equipement embarqué, Traitement phytosanitaire traçabilité

SUMMARY

The concept of the « precision viticulture » is of a topicality of the more sharp in particular with the « Granule of the environment ». If the improvement of the productivity is one of it, the reduction in the environmental impact is an obliged objective. New technologies of Information and Communication (NTIC) make it possible to consider solutions. Research in this field is increasingly numerous and is the object of significant advances for vine management tools with air tools or installed on the ground, portable tools for specific or sampling measurements or embedded "on the go" tools on the tractors for an immediate action during the task. This communication presents some notorious aspects of these projections.

Keywords: Vineyard, Precision Viticulture, Spraying, Embedded Equipment, Traceability

GESTION À LA PARCELLE

Réseau de capteurs sans fils, Pech rouge, Projet good Food

Dans le cadre du projet européen « GOOD FOOD », une approche originale de gestion des paramètres de culture a été implémentée à l'unité expérimentale INRA PECH ROUGE de Gruissan (11). Le concept [1] [2] d'« intelligence ambiante » donne le moyen d'avoir une meilleure connaissance des paramètres de culture intervenant dans l'élaboration du produit tout le long des cycles annuels. Il consiste en un maillage de capteurs sans fil qui contrôle en permanence l'état agro-climatique de la parcelle, permet de surveiller et d'enregistrer les données et constituer un historique sous la forme d'une base de données spatiale et temporelle.

Les réseaux de capteurs sans fils consistent en un grand nombre de micro-capteurs capables de récolter et transmettre les informations diverses de façon autonome. Ils sont reliés par radio à une borne de transmission (Gateway) GPRS qui communique sur un serveur centralisant les données. Celui-ci assure la gestion des données et l'interface WEB.

Une parcelle a été équipée d'un ensemble de capteurs agro-climatiques en 15 nœuds placés sur des zones irriguées (6 & 12) et sur des zones à différents déficits en eau.

Nœud/capteur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
Humidité du sol à 30 cm	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Humidité du sol en surface	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Différence de température de la feuille		X						X		X		X			X	
Température de l'air		X	X	X		X		X		X		X	X		X	
Humidité de l'air		X	X	X		X		X		X		X	X		X	
Diamètre du cep (dendromètres)		X						X		X		X			X	
Température du sol			X	X		X					X			X		

Figure 1: Répartition des nœuds de capteurs

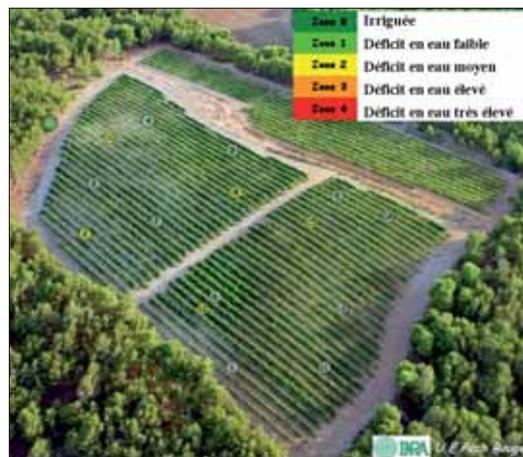


Figure 2 : La parcelle équipée

Composition des outils de pilotage

- Activité physiologique :**
- T° du sol
 - Humidité du sol
 - T° de l'air
 - Différentiel de T° de la feuille
- Etat hydrolique du sol :**
- Humidité du sol
- Contrôle des maladies :**
- T° de l'air
 - Humidité de l'air

En quoi un réseau de capteur peut aider les viticulteurs ou techniciens ?

Le tableau de contrôle WEB issu du serveur permet d'avoir accès à l'activité physiologique, l'état hydrique du sol et à une indication de risque de maladie. Les modèles de gestion des paramètres qui ont été élaborés permettent d'émettre des seuils d'alerte pour gérer l'irrigation [3] [4] et la prévision des risques de maladie (mildiou, oïdium, botrytis) avec l'apport de la pluviométrie d'une station locale.

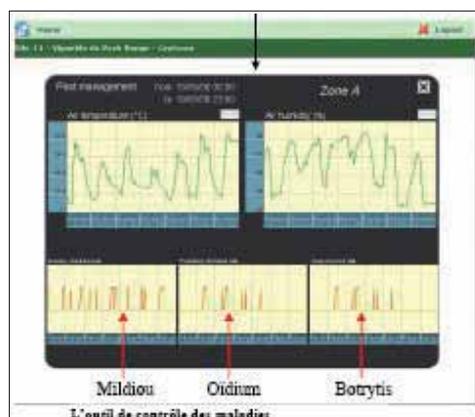


Figure 3 : Tableau de bord du WSN

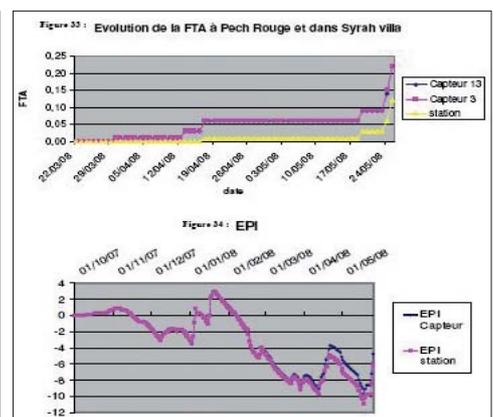


Figure 4 : Résultats comparatifs FTA & EPI

Les mesures obtenues ont été comparées avec des modèles EPI (Etat Potentiel d'Infection) et FTA (Fréquence Théorique d'Attaque) de l'IFV locale. S'il reste encore à calibrer les mesures en fonction des conditions microclimatiques de la parcelle, les résultats d'analyses suivent la même évolution que celle de l'IFV.

Données spatiales conduisant à la gestion de l'irrigation

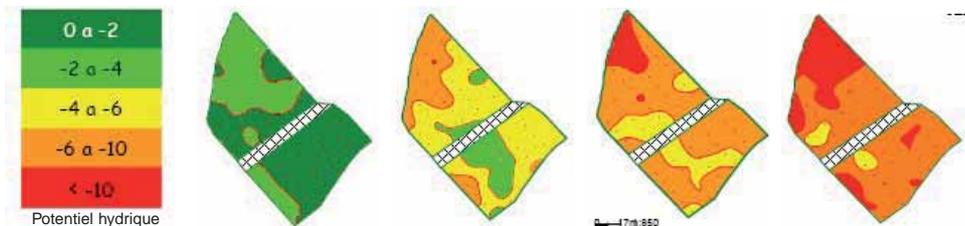


Figure 5 : Evolution du potentiel hydrique à différentes périodes annuelles

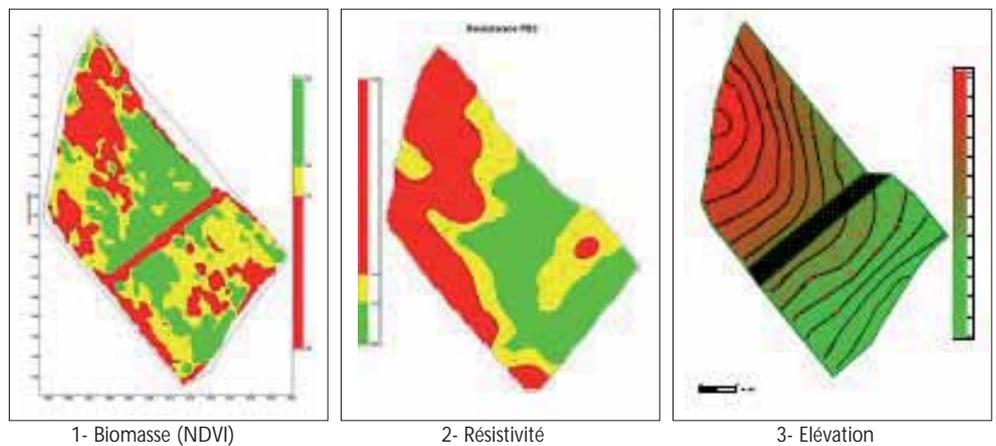


Figure 6 : Données spatiales de Biomasse, résistivité et élévation

CAPTEURS POUR LA CARACTÉRISATION DES PLANTES

Ces capteurs exploitent les propriétés des réflectance des couverts végétaux dans la partie du spectre visible (VIS) et proche infrarouge (NIR¹).

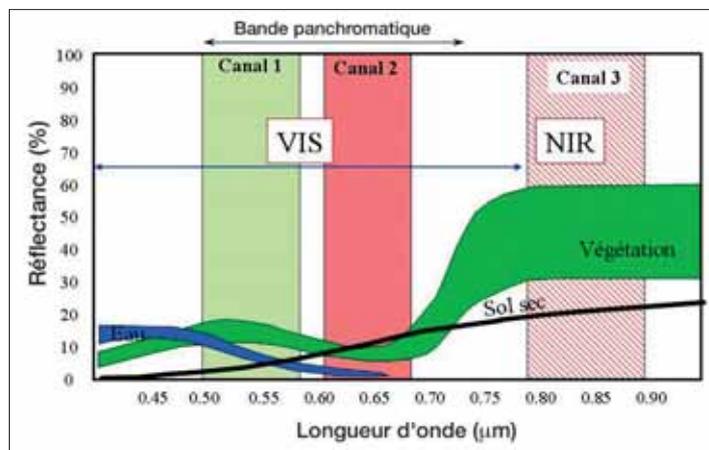


Figure 7 : Courbes de réflectance

La signature spectrale des feuilles dans le visible reflète l'activité chlorophyllienne (longueur d'onde 400 à 780 nm). Dans la partie proche infrarouge (NIR), la réflectance dépend de la

¹ Near infrared

structure interne des cellules de la feuille tandis que l'infra rouge moyen nous informe de la teneur en eau. Ces niveaux de réflectance vont nous informer sur l'état de santé et/ou de croissance de la plante ou du fruit.

A partir de ces signatures spectrales et des combinaisons des différentes longueurs d'ondes, on définit des indices pour caractériser la santé de la plante. Le NDVI² par exemple caractérise la bonne santé s'il est élevé tandis qu'une baisse traduit une baisse d'activité végétale. Il faut associer bien sur des modèles d'analyse pour interpréter le résultat. Ces capteurs dits « ratio métriques » peuvent être utilisés à des distances de mesure du mètre (machine) au kilomètre (avion, drone) ou au millier de kilomètres (satellites).

Exemple de 2 capteurs

Le capteur **GreenSeeker**³ travaille sur deux longueurs d'ondes (NIR 770nm et R656nm), mesure la réflectivité des végétaux avec l'indice NDVI. Ce capteur permet entre autres de mesurer la biomasse et appliquer à la vigne détecter la masse foliaire.



Figure 8 : Capteur Greenseeker, installation (source [http:// www. ntechindustries.com](http://www.ntechindustries.com))

Le capteur **Crop Circle**⁴ travaille dans des longueurs d'ondes proches du vert (550nm) et dans l'infrarouge centré (880nm). Il génère sa propre source lumineuse devant lui permettre d'être insensible aux conditions ambiantes. Il procure l'indice GNDVI, qui est lié davantage à la biomasse ou au rendement qu'à la teneur en chlorophylle. [5].



Figure 9 : Montage d'un Crop Circle

Au-delà des indices qu'ils procurent, il existe de nombreuses combinaisons de longueur d'ondes conduisant à d'autres indicateurs spectraux (LAI, WdVI, SRI, CAI...)⁵. Ces indices ont des potentiels de détection différents et sont influencés par, entre autres, la variété végétale étudiée. Le choix des longueurs d'ondes ainsi que leur combinaison est étudié pour permettre la détection du comportement au regard des maladies [6].

Utilisation en agriculture de précision

Epamprage et désherbage sélectif

Le système d'Avidor⁶ est un détecteur optique qui permet, lors de la pulvérisation, de ne traiter que la végétation « cible ». Il utilise le système GreenSeeker pour la détection. Utilisable pour l'épamprage ou le désherbage, il permet de réduire les doses appliquées.

² Normalized difference vegetation index : $NDVI = (NIR-RED)/(NIR+RED)$

³ www.ntechindustries.com

⁴ www.hollandscientific.com

⁵ Leaf Area Index, Weighted Difference Vegetation Index, Simple Ratio Index, Chlorophyll absorption Integrated

⁶ www.avidorhightech.com/html/weedseeker.html



Figure 10 : Le système AVIDOR

Le système va mesurer la réflectivité du sol et identifier les végétaux. La mesure du NDVI distingue la surface foliaire du sol grâce à la signature de réflectivité de la chlorophylle qui est différente de celle du sol.

Ainsi, le système déclenche la pulvérisation lorsqu'il détecte la présence d'une plante du fait de la diminution de la luminosité, celle-ci étant absorbée par la chlorophylle.

L'utilisation de principes de désherbage sélectif est à raisonner en fonction de la nécessité de traiter et de l'importance de l'enherbement par rapport aux émissions et coût « carbone » occasionnés comparé à un traitement global. (Etude ACV').

Gestion des pratiques

Ces capteurs embarqués couplés avec des GPS, procurent des cartes des parcelles avec des réponses en NDVI permettant par post-traitement une analyse agronomique. Par exemple, il est possible de caractériser la vigueur par la mesure de NDVI [7]. Cette mesure réalisée sur tracteur permet une résolution allant de 2 m (GPS Egnos) au cm (RTK-GPS). A contrario de l'imagerie aérienne ou par drone, elle est facile à mettre en œuvre sans nécessiter de chantiers de mesures. Par exemple au cours d'une tâche quelconque, on peut enregistrer la mesure pour l'analyser ensuite.

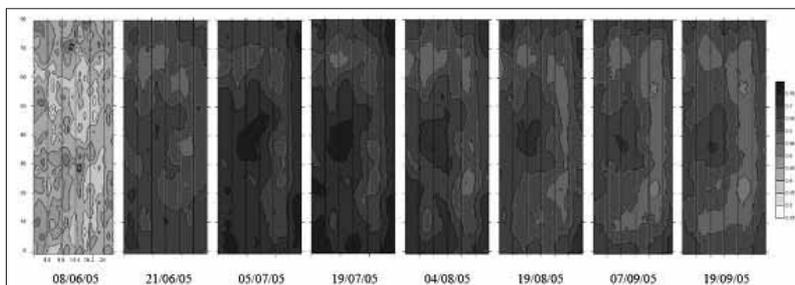


Figure 11 : NDVI d'une parcelle de mi-floraison à la récolte⁷

Ces mesures de vigueur peuvent être utilisées pour mettre en œuvre les pratiques, « Optidose [8] » (IFV), « Mildium » (Inra, Cemagref), afin de caractériser l'évolution et de décider des traitements et/ou modulations de doses de façon plus globale. En rapprochant le NDVI du LAI, en fonction de celui-ci on module la dose. La réduction de produit ainsi obtenue est significative tout en restant dans un risque maîtrisé.

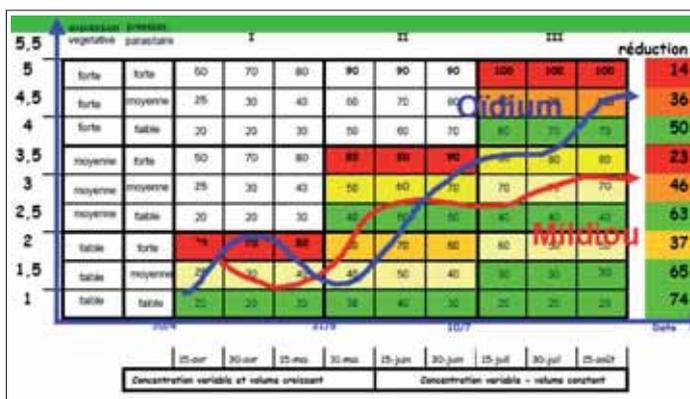


Figure 12 : Exemple d'analyse de l'IFV pour Optidose[8]

⁷ Analyse du Cycle de Vie

Modulation des intrants

Ces capteurs sont intégrés en grande culture à des équipements pour être déployés sur des rampes de pulvérisation pour un traitement localisé à l'échelle du tronçon et du rang.

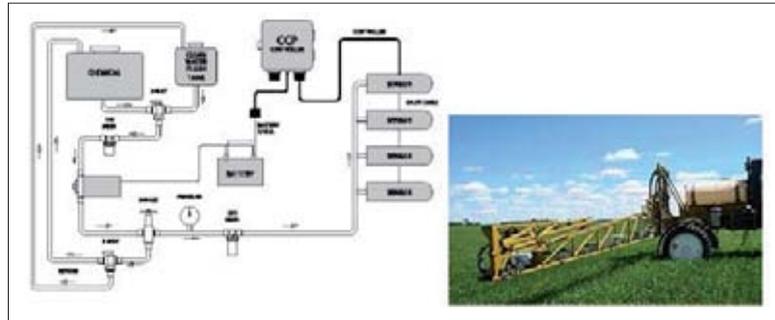


Figure 13 : Système multi capteurs « Ntechindustries » (weedseeker)

Couplés à un système de modulation ces capteurs permettent de gérer les intrants en fonction de l'indice mesuré ou de relever une carte intra parcellaire avec un GPS pour post-analyse.

Les capteurs tels que Green Seeker ou Crop Circle retournent un signal global de l'état de la végétation. Pour l'exploiter il faudrait moduler proportionnellement les débits des buses. A l'heure actuelle, la modulation en viticulture est limitée par le concept même des systèmes (-+10 % pour un DPA), des principes de buses et des méthodes de traitement. Les études en cours concernant les pratiques comme « Optidose » (IFV), « Mildium » (Inra, Cemagref), les évolutions technologiques avec des buses modulables ouvrent la porte à des applications futures utilisant ces types de capteur en temps réel.

MAÎTRISE DE L'APPLICATION PHYTOSANITAIRE EN TEMPS RÉEL ET TRAÇABILITÉ

L'exemple du projet AWARE

Nombre de solutions informatiques sont présentes sur le marché permettant d'enregistrer des paramètres au vol, de cartographier les parcelles, de gérer le parcellaire. Les solutions vont de l'outil piéton, PDA aux outils embarqués tels ceux utilisés en agriculture sous forme de calculateurs et/ou régulateur (Land Manager de Dickey-John, Spraymat de Muller Elektronik...) qui assurent des fonctions de mesure voire d'enregistrement pour les pulvérisateurs de grandes cultures. Ceux-ci ne sont pas encore présents en viticulture pour diverses raisons dont le prix et l'adaptation technologique à réaliser.

Le projet européen LIFE AWARE [9] a pour but de montrer comment en améliorant les pratiques d'application des produits phytosanitaires grâce aux NTIC⁸, on peut réduire les résidus de produits contenus dans l'eau à l'exutoire du bassin versant.

Pour ce faire, outre la mise en œuvre de méthodes de réglage des appareils (CA34), de modélisation hydrique du bassin versant (INRA-LYSAH 34), une nouvelle technologie de matériel embarqué de monitoring de la pulvérisation et d'enregistrement de données a été développée pour permettre de suivre dans le détail tous les traitements phytosanitaires réalisés sur les parcelles d'un bassin versant. Les données de traçabilité sont collectées (débits, niveau de cuve et données météorologiques) puis analysées et comparées aux données déclaratives pour proposer aux viticulteurs des voies d'amélioration de leurs pratiques. Le système embarqué mesure et enregistre toutes les secondes les paramètres d'application des produits (débits, volume restant dans la cuve, météo) avec géo-référencement par GPS.

⁸ Nouvelles Technologies de l'Information et de Communication



Figure 14 : Le système embarqué AWARE

Ainsi, en lui donnant les moyens idoines, le viticulteur peut ainsi régler très facilement le pulvérisateur avant le traitement (débits, niveau de cuve, orientation buses), suivre le fonctionnement du pulvérisateur pendant le traitement à l'aide de l'afficheur (débits, niveau cuve, détection bouchage buses) et après le traitement transférer les données sur un ordinateur pour établir le cahier de traitement et analyser son travail.

Par retour d'expérience auprès du viticulteur, les vecteurs d'amélioration sont étudiés en comparant les enregistrements objectifs aux déclarations « papier ». Le système génère un résultat graphique intra parcellaire de la parcelle sur lequel peut être affiché l'un des paramètres mesurés ou issu de calculs (vol./Ha par ex. ou vitesse et orientation vent) ainsi qu'un résumé écrit des différents paramètres : réglage courant du pulvérisateur, mesures, surface traitée, nombre de rang, doses utilisées, etc. (figure 15 : Vue d'un traitement sur la parcelle et du cahier de traitement). L'agriculteur peut déceler toute anomalie comme le saut d'un rang ou des écarts de volumes. Il obtient ainsi la traçabilité du traitement.

Le traitement de données génère automatiquement le cahier parcellaire. Celui-ci peut s'adapter aux différentes formes de représentations afférentes aux démarches de cultures raisonnées.

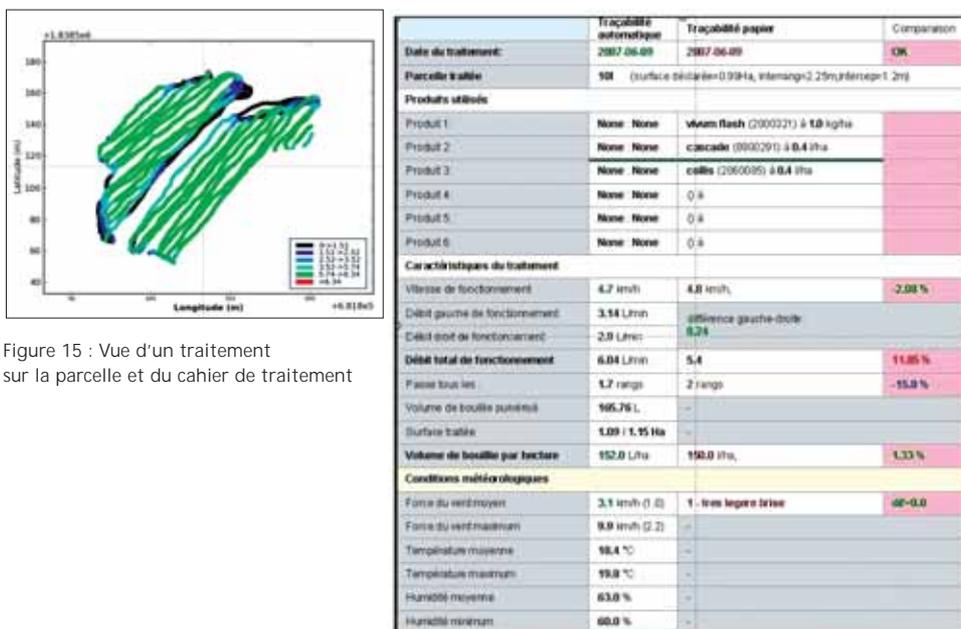


Figure 15 : Vue d'un traitement sur la parcelle et du cahier de traitement

Ainsi, l'utilisation de l'appareil embarqué a ouvert la voie à des améliorations notables de la qualité de l'application avec une sensibilisation de l'opérateur à l'entretien, la préparation de son appareil en lui en donnant les moyens pour obtenir un meilleur réglage du pulvérisateur (hydraulique et orientations des buses) et une meilleure gestion de l'application. Le résultat permet de réduire drastiquement les pertes de produits au sol ou dans l'air qui peuvent aller de 20 à 50 % suivant les stades végétatifs, les matériels utilisés et les réglages [10].

RÉFÉRENCES

1. New technologies and methodologies for site-specific viticulture / Tisseyre B., Ojeda H., Taylor J. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, 2007, n°2. - p.63-76
2. Un réseau de capteurs sans fil dans les vignes : quels potentiels pour une agriculture raisonnée ? – B. Hennequez, Mémoire LICENCE, Montpellier AgroM (FRA) : 2008
3. Influence de l'état hydrique de la vigne sur le style de vin, J. J. Hunter, Nicolas Bernard, Alain Deloire, Hernán Ojeda, Olivier Zebic, Alain Carbonneau, Le Progrès agricole et viticole, 2005, pags. 455-463
4. Irrigation qualitative de précision de la vigne, Ojeda H., Le Progrès agricole et viticole, 2007, pags. 133-141
5. Crop condition and yield simulations using Landsat and MODIS, P.C. Doraiswamy*, J.L. Hatfieldb, T.J. Jacksona, B. Akhmedova, J. Pruegerb, A. Sterna
6. Détection de carences nutritives par fluorescence active et spectrométrie. Bélanger, Marie-Christine Philosophiæ doctor (Ph.D.) Université Laval. 2005-2008
7. Characterization Of Vine Vigour By Ground Based NDVI Measurements - GOUTOULY J.P. & all - VIth International Terroir Congress 2006, 3-5 juillet 2006 Bordeaux., 237-241
8. Le programme Optidose : Optimisation Agronomique et Environnemental de la pulvérisation, DAVY A., IFV, Journées Techniloire
9. Reducing pesticide-related water pollution by improving crop protection practices: the use of ICT technologies V. de RUDNICKI – B. RUELE – M.DOUCHIN www.lifeaware.org
10. Les pertes de produits phytosanitaires dans l'environnement pendant les applications : le rôle du matériel C. SINFORT, Montpellier AgroM – EUROVITI 2007

Peut-on stimuler les mécanismes de défense de la vigne ?

Une nouvelle méthode pour évaluer le potentiel des éliciteurs

Is it possible to induce grapevine defence mechanisms?

A new method to evaluate the potential of elicitors

Katia GINDRO*, Sylvain SCHNEE, Sophie GODARD
Agroscope Changins-Wädenswil ACW, case postale 1012, CH-1260 Nyon 1
* E-mail: katia.gindro@acw.admin.ch
Tél. (+41) 22 36 34 374

RÉSUMÉ

Agroscope Changins-Wädenswil ACW a débuté en 1996 un programme de création de variétés de vigne résistantes aux maladies fongiques par hybridation. Les caractéristiques des cépages recherchés dans le cadre de ce programme doivent présenter une résistance élevée au mildiou, une faible sensibilité à l'oidium, de bonnes caractéristiques agronomiques et un potentiel œnologique élevé. Une méthode, basée sur des critères histologiques et biochimiques a été développée afin de définir le potentiel de résistance au mildiou (*Plasmopara viticola*), et plus récemment à l'oidium (*Erysiphe necator*), des semis de pépins de raisin issus de l'hybridation. Seuls les candidats qui se distinguent par un niveau de résistance très élevé sont retenus pour une évaluation agronomique et œnologique, représentant un gain de temps considérable par rapport à l'évaluation de la résistance au champ. Parallèlement, l'efficacité et le mode d'action de divers fongicides ou éliciteurs (i.e. activateurs des mécanismes de défense) ont été évalués sur la base de ces mêmes marqueurs de résistance. Ces marqueurs (taux d'infection, quantification de la sporulation, quantification des phytoalexines stilbéniques) sont utilisés tant sur feuilles détachées que sur plantes entières de Chasselas. Pour l'instant, 26 produits, provenant tant de l'industrie que de la culture biologique ou biodynamique ont été testés. Les résultats montrent que seuls trois produits (extraits de racine de rhubarbe, extrait d'écorce de bourdaine, extrait de feuilles d'Aloe) permettent d'une part d'éliciter les mécanismes de défense de la vigne par la stimulation de synthèse de δ -viniferine (stilbène le plus toxique envers le mildiou de la vigne) de façon prolongée et d'autre part de garantir *in vitro* un taux d'efficacité de plus de 90 %. D'autres produits, tels que les produits cupriques, les acides tanniques et extraits de galle, permettent une excellente efficacité de protection contre le mildiou, due à un effet de fongitoxicité., sans donc induire les mécanismes de défense de la vigne.

La méthode d'évaluation décrite permet une évaluation fiable de l'efficacité des éliciteurs, ou de produits phytosanitaires contre le mildiou de la vigne (de même que l'effet fongitoxique contre l'oidium et *Botrytis cinerea*), basée sur des critères analytiques objectifs.

Mots-clé : vigne, mécanismes de défense, stilbènes, éliciteurs, mildiou, oidium, pourriture grise.

SUMMARY

Since 1996, Agroscope Changins-Wädenswil runs a breeding program for resistant grapevine cultivars. The selection objectives are: high downy mildew resistance, low sensitivity to powdery mildew, good agronomical characteristics, and high oenological potential. A new method, based on histological and biochemical criteria, has been developed to evaluate the level of seedlings' resistance to downy mildew (*Plasmopara viticola*) and more recently to powdery mildew (*Erysiphe necator*), after hybridisation. This approach allowed a rapid selection based on objective criteria. Only the most resistant plants were retained for further agronomical and oenological evaluation. The selection procedure could thus be significantly reduced compared to the evaluation of resistance in the field.

In parallel, the efficacy and the mode of action of various fungicides or elicitors (i.e. activators of defense mechanisms) were evaluated on the basis of the same resistance markers. Those latter (rate of infection, quantification of sporulation, quantification of stilbenic phytoalexins) are used, as well on detached leaves, as on whole plants of *Vitis vinifera* cv. Chasselas. For instance, 26 products, which are issued either from the industry, or from organic and biodynamic culture, were tested.

The results show that only three products (root extract of rhubarb [*Rheum palmatum*], bark extract of glossy buckthorn [*Frangula alnus*], and leaf extract of Aloe [*Aloe vera*]) out of 26 tested allow, at the same time, the elicitation of defence mechanisms in a prolonged way, particularly by the stimulation of the synthesis of δ -viniferin (the most toxic stilben for *P. viticola*), and to inhibit the development of the pathogen at a significant degree. Other products, like copper treatments, tannic acid and extract of Chinese Gall (*Galla chinensis*) lead to a very good protection efficacy against downy mildew, due to important fungitoxic effects without induction of plant defense mechanisms. The described method allows a reliable evaluation of efficacy of elicitors on plant protection products against downy mildew of grapevine (and fungitoxic effects against powdery mildew and *Botrytis cinerea*), based on objective analytical parameters.

Keywords: grape, defence mechanisms, stilbens, elicitors, downy mildew, powdery mildew, grey mould.

INTRODUCTION

Le mildiou [*Plasmopara viticola* (Berk. et M.A. Curtis, de Bary)] est une des principales maladies de la vigne. Présent au niveau mondial, ce pathogène a provoqué en Suisse, sur 30 des 56 dernières années d'observations, des dégâts économiques importants. En fonction des conditions climatiques, la lutte nécessite l'application préventive de huit à dix traitements fongicides (Viret *et al.*, 2001). La grande majorité des cépages cultivés est très sensible au mildiou. La seule manière de réduire le nombre d'interventions et de disposer d'un système de prévision des risques basé sur la mesure des paramètres climatiques (Viret *et al.*, 2001). Le programme initié par ACW pour la sélection de cépages résistants au mildiou (Spring, 2005) a permis de mettre au point des marqueurs biochimiques et histologiques. Ces derniers permettent de sélectionner des semis de pépins de raisin et d'évaluer de manière fiable leur potentiel naturel à activer des mécanismes de défense face au pathogène (Gindro *et al.*, 2006, 2007). Sachant que plusieurs cépages sont capables de se défendre naturellement contre le mildiou, l'application de divers produits de synthèse, cocktails de levures, micro-organismes antagonistes, de même que des extraits, tisanes et infusions de plantes ont été élaborés dans différents secteurs de la pratique viticole afin d'induire ces mêmes mécanismes de protection chez les cépages sensibles. La stimulation des mécanismes de défense peut se faire par l'application d'éliciteurs, c'est-à-dire de molécules capables d'induire des réactions de défense des plantes. Ceux-ci peuvent soit simuler un stress, ce qui force la plante à activer ses défenses avant même qu'il y ait eu une infection, mais aussi la préparer à réagir uniquement en présence du pathogène, en accumulant des précurseurs de défense (ce phénomène est appelé « *priming* »). Aux sites d'infection, la défense de la vigne se traduit par la production de protéines spécifiques, de métabolites nouvellement synthétisés (phytoalexines), de substances constitutives complexes (callose) capables de limiter ou d'inhiber le développement du mildiou. En effet, il a été montré que la formation de callose dans les stomates est un mécanisme de défense possible chez des cépages résistants (Gindro *et al.*, 2003). De même, les phytoalexines

stilbéniques, qui ont un effet biocide sur le mildiou (essentiellement l' ϵ et la δ -viniférine) (Pezet *et al.*, 2004b), sont des marqueurs de résistance étudiés dans le cadre de notre programme de sélection (Gindro *et al.*, 2006 ; 2007). Cet article décrit une méthode rapide d'évaluation de l'efficacité d'éliciteurs, de fongicides, ou de préparations complexes issues de la production biologique et biodynamique, contre le mildiou de la vigne. Parallèlement, les effets purement fongitoxiques (effet curatif) de ces préparations ont aussi été évalué sur l'oidium de la vigne (*Erysiphe necator*) de même que sur l'agent de la pourriture grise de la vigne, *Botrytis cinerea* Pers. : Fr.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel végétal, conditions de culture et application des produits phytosanitaires

Des boutures de *Vitis vinifera* L. var. Chasselas ont été obtenues à partir de sarments aoûtés prélevés dans les vignobles expérimentaux d'Agroscope-ACW. Les plants racinés ont été cultivés sous serre dans les conditions décrites par Pezet *et al.* (2004a). Au stade dix feuilles étalées, les plantes ont été placées dans une chambre climatisée et soumises à une photopériode de 16 h de jour (22°C), 8 h d'obscurité (18°C) et 60 % HR. Au stade 15 feuilles, les préparations ou produits phytosanitaires à tester (aux concentrations préconisées par la pratique) ont été appliqués au moyen d'un pulvérisateur à main (100 ml/plante ; 5 plantes par produit) selon la méthode de Krebs *et al.* (2006). Les plantes ainsi traitées ont été utilisées 24 h après traitement.

Plasmopara viticola

Le mildiou utilisé pour les inoculations a été prélevé dans une parcelle non-traitée de Perroy (VD). Les sporanges ont été aspirés à la surface des feuilles infectées selon la méthode décrite par Gindro *et al.* (2003) et stockés dans des cryo-tubes à -80°C.

Erysiphe necator

L'oidium utilisé pour les inoculations a été maintenu dans une serre spéciale sur plantes de Chasselas et de Pinot noir. Dès la sporulation, les feuilles infectées sont récoltées et utilisées pour des infections ultérieures par balayage au pinceau des surfaces sporulantes. Les essais de fongitoxité des produits analysés ont été effectués sur lames en verre. Les produits ont été appliqués sur lames, séchés puis une forte concentration de conidies d'oidium a été inoculée en surface. L'effet fongitoxique des divers produits analysés a été apprécié au microscope en comptant le taux de germination de 100 conidies. L'expérimentation a été renouvelée cinq fois.

Botrytis cinerea

La souche de *Botrytis cinerea* P69 utilisée a été récoltée initialement dans des parcelles de vigne expérimentales du domaine de la Station fédérale, puis maintenue et cultivée sur milieu gélosé à 21°C sous lumière alternée de 12 h jour et 12 h nuit. Les conidies ont été récoltées par aspiration sous vide et stockées sèches en tubes à 80°C jusqu'à utilisation. L'effet fongitoxique des produits phytosanitaires a été évalué sur milieux gélosés. Pour ce faire, les produits ont été appliqués en surface du milieu et séchés. Les spores de *B. cinerea* ont ensuite été vaporisées à sec par-dessus cette application. En guise de témoin, une boîte de culture a été traitée au moyen d'un fongicide de synthèse (Quadris). L'efficacité des produits a été appréciée par microscopie en comptant le taux de germination et de développement de 100 spores. Cette expérimentation a été renouvelée dix fois.

Taux d'infection

Des feuilles ont été infectées selon la méthode décrite ci-dessus. Des observations ont été faites au microscope optique après coloration au bleu de toluidine ou au bleu d'aniline (microscope à fluorescence). Le taux d'infection a été quantifié 48 hpi. Les résultats sont exprimés en pourcentage moyen de spores pénétrant les stomates/50 spores comptées. Les expériences ont été faites en triplicats.

Analyse des stilbènes

48 h après l'inoculation, des échantillons de feuilles, aux lieux mêmes de l'inoculation, ont été prélevés à l'aide d'un scalpel à raison de trois répétitions par feuille et de trois feuilles par

produit analysé. Les fragments de feuilles ont été pesés et placés dans des tubes de 1.5 ml contenant 50 μ l de méthanol. Les tubes ont ensuite été agités à 60°C durant 10 min et refroidis 5 min dans la glace. Les stilbènes (trans-picéide, trans-resvératrol, trans ϵ et δ -viniférine) ont été analysés par chromatographie (HPLC) sur 30 μ l de l'extrait méthanolique obtenu selon Pezet et al. (2003). Les résultats sont exprimés en μ mol mg⁻¹ de poids frais (PF). Des échantillons témoin ont été traités de la même manière en l'absence du pathogène.

Densité des sporanges

Cinq rondelles de feuilles (diamètre : 1 cm) ont été prélevées sur feuilles entières traitées (voir ci-dessus). Trois d'entre elles ont été inoculées par spray de 1 ml de suspension de sporanges et incubées en chambre humide. Les autres rondelles ont été utilisées comme échantillon témoin et traitées avec de l'eau distillée stérile. Six jours après l'inoculation la densité de sporanges a été mesurée par turbidimétrie à l'aide d'un spectrophotomètre (400 nm), selon Gindro et Pezet (2001), en agitant durant 1 min chaque rondelle de feuille dans 1 ml d'eau distillée. La suspension de sporanges ainsi obtenue est analysée en comparaison aux valeurs de référence d'un témoin du même cépage traité à l'eau. Les résultats obtenus sont exprimés en nombre moyen de sporanges par mm². Afin d'évaluer la protection conférée par les différentes matières actives utilisées en conditions de serre, des infections artificielles ont été effectuées sur plantes entières 24 heures après traitement, par spray d'une suspension aqueuse de sporanges. Ces plantes ont été maintenues sous serre dans les conditions décrites par Pezet et al. (2004a). La quantification de la sporulation a été effectuée 8 jours après infection par turbidimétrie.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Effets éliciteurs des produits testés

Les produits utilisés (Tableau 1) ont été appliqués sur des feuilles de vignes afin d'évaluer leur potentiel d'induction des stilbènes en l'absence ou en présence du mildiou. L'effet fongitoxique seul de ces produits a été évalué aussi sur l'oidium et Botrytis. Selon les résultats, seuls l'acide gallique à 2.5 et 5 %, l'extrait de rhubarbe à 0.5, 1 et 5 % + Nu-film 17 0.5 % et l'extrait de feuille d'Aloe vera à 1 % ont permis une accumulation significative de stilbènes avant l'infection avec le mildiou (le Nu-Film 17 à lui seul n'a pas d'effet). De ces 3 substances, l'extrait de rhubarbe induit la formation de stilbènes à des concentrations largement supérieures aux valeurs d'ED₅₀ définies tant par rapport à l'effet biocide direct contre le mildiou (inhibition de 50 % sur la libération des zoospores), que sur le développement ultérieur de la maladie (Pezet et al., 2004b). Les prélèvements d'échantillons effectués jusqu'à 10 jours après les traitements, ont montré le maintien de l'élicitation des stilbènes, avec une chute drastique de cet effet dès le onzième jour. Une induction importante de resvératrol est mesurée après le traitement avec de l'acide gallique à 2.5 %, toutefois, il n'y a pas d'induction significative des deux isomères de viniférine. A 5 %, par contre, l' ϵ -viniférine atteint des concentrations 20 fois plus importantes que la valeur d'ED₅₀ mesurée pour ce produit, alors que la concentration en δ -viniférine reste faible. La concentration des produits joue un rôle déterminant, pouvant induire une importante phytotoxicité. L'acide gallique à 7.5 % ou l'extrait de rhubarbe à 5 % provoque des dessèchements et des nécroses rapides des feuilles, mais sans systémie.

Induction des mécanismes de défense en présence du mildiou

Des infections ont été réalisées sur feuilles détachées ou plantes entières après un traitement préventif au moyen des produits du Tableau 1. L'ensemble des résultats montre que seuls 8 produits (Tableau 2) permettent de réduire significativement la sporulation du mildiou (efficacité 90 à 100 %), soit les extraits de rhubarbe, de bourdaine et d'Aloe, qui induisent une forte synthèse de stilbènes toxiques. Les cinq autres produits (extrait de galles, acide gallique, acide tannique, Kocide Opti et DF, Myco-Sin) ont un effet fongitoxique direct sur le mildiou, exprimé par l'absence d'infection et de sporulation.

L'extrait de bourdaine a un effet de « priming » des mécanismes de défense de la vigne, cela signifie que l'activation de ces mécanismes ne se produit qu'en cas d'infection par le mildiou. En effet, le témoin traité non infecté ne montre pas d'augmentation significative de la quantité

en stilbènes. Après infection, par contre, les concentrations en resvératrol, ϵ et δ -viniférines dépassent largement les valeurs d'ED₅₀ définies pour chacun de ces produits et permettent une protection totale contre le développement du mildiou. Cet effet « *priming* » se retrouve après traitement à l'acide β -aminobutyrique (BABA), mais dans des proportions largement inférieures (efficacité 66 %). Les extraits de rhubarbe et d'Aloe présentent un effet différent mais tout aussi efficace. L'activation des mécanismes de défense se fait déjà après l'application du produit. Après infection, ces réactions de défense se traduisent par des zones de nécrose très importantes à l'endroit des infections (Fig.1). Ces extraits ont donc un effet éliciteur très important sur les mécanismes de défense et permettent aussi une protection totale contre le mildiou (efficacité 100 %). En ce qui concerne cinq autres produits (extrait de prêle, Kendal, tisane de millepertuis, stimulase et BABA), même si des inductions de stilbènes ont été mesurées, celles-ci restent faibles. Leur efficacité est nettement moins importante. Dans ces cas, l'augmentation de la concentration de matière active entraînerait sans doute une phytotoxicité non désirée.

Effet phytotoxique des extraits de rhubarbe et de bourdaine

Outre les résultats obtenus sur l'efficacité contre le mildiou de la vigne, tous les produits ont été testés pour leurs effets fongitoxiques face à l'oïdium de la vigne et la pourriture grise (*Botrytis cinerea*). Seuls les extraits de rhubarbe et de bourdaine ont montré un très important effet fongitoxique contre ces deux champignons, inhibant totalement leur germination, et cela déjà avec une concentration faible à moins de 0.1 %.

Les résultats obtenus avec les extraits de rhubarbe et de bourdaine, bien que prometteurs, doivent être considérés avec prudence. Premièrement, l'impact des éléments naturels (lessivage, modifications chimiques sous l'effet des UV et autres facteurs climatiques) sur la durée d'efficacité après l'application doivent encore être considérés (Dorn et al., 2007). D'autre part, ces extraits de plantes sont chimiquement parlant des cocktails de molécules en grande partie non identifiées, dont certaines peuvent avoir des effets toxiques pour l'homme à doses répétées, comme certaines anthraquinones (émodyne, rhéine...) (Komatsu et al., 2006). C'est la raison pour laquelle une identification chimique exhaustive de ces extraits est indispensable, pour éviter tout problème pharmacologique, ainsi que pour identifier les molécules réellement responsables de l'efficacité.

CONCLUSION

- Les critères histologiques et biochimiques pour la sélection de vignes résistantes au mildiou permettent d'évaluer l'efficacité de différents éliciteurs naturels ou de synthèse sur les mécanismes de défense de la vigne.
- Outre l'activité fongitoxique de certains produits, trois extraits de plante (rhubarbe, bourdaine et Aloe) sont retenus pour leurs potentiels d'élicitation des mécanismes de défense de la vigne et de protection contre le mildiou et pour leur effet fongitoxique contre l'oïdium et la pourriture grise.
- La méthode décrite permet une évaluation rapide en conditions de laboratoire du mode d'action et des seuils d'efficacité des produits naturels et de synthèse courants.
- Depuis 2005, nos critères d'évaluation sur les effets et l'efficacité des produits phytosanitaires sont utilisés dans des projets communs avec la production biologique, biodynamique et la production intégrée (évaluation des seuils d'efficacité de produits cupriques). Ces expériences mènent à des informations précieuses avant la mise en place d'essais en plein champ.
- Des analyses chimiques et pharmacologiques doivent être envisagées, dans le cas d'extraits complexes, afin d'identifier d'une part les molécules réellement impliquées dans les mécanismes d'élicitation, et par la suite celles pouvant porter de lourds préjudices à la santé.
- Une standardisation de ces extraits est prioritaire afin de pouvoir planifier une lutte maîtrisée en conditions naturelles.

BIBLIOGRAPHIE

- Dorn B., Musa T., Krebs H., Fried P. & Forrer HR, 2007. Control of late blight in organic potato production: evaluation of copper-free preparations under field, growth chamber and laboratory conditions. *Eur. J. Plant Pathol.* **119**, 217-240.
- Gindro K. & Pezet R., 2001: Effects of long-term storage at different temperatures on conidia of *Botrytis cinerea* Pers.: Fr *FEMS Microbiol. Lett.* **204**, 101-104.
- Gindro K., Pezet R. & Viret O., 2003. Histological study of the responses of two *Vitis vinifera* cultivars (resistant and susceptible) to *Plasmopara viticola* infections. *Plant Physiol. Biochem.* **41**, 846-853.
- Gindro K., Spring JL., Pezet R, Richter H. & Viret O., 2006. Histological and biochemical criteria for objective and early selection of grapevine cultivars resistant to *Plasmopara viticola*. *Vitis* **45**, 191-196.
- Gindro K., Spring JL. & Viret O. 2007. Développement d'outils pour la sélection précoce de cépages résistants au mildiou. *Revue Suisse de Viticulture Arboriculture Horticulture* **38**, 133-139.
- Komatsu K, Nagayama Y., Tanaka K, Ling Y., Cai SQ., Omote T. & Meselhy MR. 2006. Comparative study of chemical constituents of rhubarb from different origins. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin* **54** (11), 1491-1499.
- Kortekamp A., Wind R. & Zyprian E., 1997. The role of callose deposits during infection of two downy mildew tolerant and two-susceptible *Vitis* cultivars. *Vitis* **36** (2), 104-108.
- Krebs H., Dorn B. & Forrer H.R., 2006. Lutte contre le mildiou de la pomme de terre avec des préparations à base de plantes. *Revue suisse Agric.* **38** (4), 203-207.
- Pezet R., Gindro K., Viret O. & Spring J.-L., 2004a. Glycosylation and oxidative dimerization of resveratrol are respectively associated to sensitivity and resistance of grapevine cultivars to downy mildew. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* **65**, 297-303.
- Pezet R., Gindro K., Viret O. & Richter H., 2004b. Effects of resveratrol, viniferins and pterostilbene on *Plasmopara viticola* zoospore mobility and disease development. *Vitis* **43** (2), 145-148.
- Pezet R., Perret C., Jean-Denis J.B., Tabacchi R., Gindro K. & Viret O., 2003. %_o-viniferin, a resveratrol dehydrodimer : one of the major stilbenes synthesized by stressed grapevine leaves. *J. Agric. Food Chem.* **51**, 5488-5492.
- Spring J.-L., 2005. Expérimentation en Suisse romande de nouveaux cépages rouges résistants aux maladies. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **37** (5), 255-261.
- Viret O., Bloesh B., Taillens J., Siegfried W. & Dupuis D., 2001. Prévion et gestion des infections du mildiou de la vigne (*Plasmopara viticola*) à l'aide d'une station d'avertissement. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **33** (2), I-XII.

Tableau 1 : Liste des produits et préparations testées
List of the products and preparations used in the present study

Produits	Origine	Distributeur
Extraits de plantes et microorganismes		
Algifol	Extrait d'algues	Neomed, Obersulm, Allemagne
<i>Aloe vera</i>	Poudre de feuilles séchées d'Aloe	Mythopia Sàrl, Suisse
<i>Artemisia annua</i>	Poudre de racines séchées	Mythopia Sàrl, Suisse
<i>Cassia senna</i>	Poudre de feuilles séchées de séné	Mythopia Sàrl, Suisse
EM5	Cocktail de micro-organismes	Bionova Hygiene GmbH, Suisse
<i>Equisetum arvense</i>	Décoction de prêle à 100 g/ha	-
<i>Frangula alnus</i>	Poudre d'écorces de bourdaine	Hänseler AG, Suisse
<i>Galla chinensis</i>	Extrait de galles causées par <i>Aphis sinensis</i>	Berg-Apotheke Zürich, Suisse
<i>Hypericum perforatum</i>	Poudre de tiges et feuilles séchées de millepertuis	Mythopia Sàrl, Suisse
Kendal	Extrait de plantes 8 % / K ₂ O 15.5 %	Gerlach Natürliche Düngemittel, Allemagne
<i>Rheum palmatum</i>	Poudre de racines de rhubarbe séchées	Hänseler AG, Suisse
<i>Salix viminalis</i>	Tisane d'osier à 100 g de tiges fraîches/ha	Prélèvements en champs
<i>Salvia officinalis</i>	Tisane de sauge à 1 kg de sauge fraîche/ha	Prélèvements en champs
<i>Trigonella foenum-graecum</i>	Poudres de fenugrec 100 %	Prélèvements en champs
<i>Urtica dioica</i>	Tisane d'ortie à 1 kg d'ortie fraîche/ha	Prélèvements en champs
Acides organiques		
Acide gallique	Synthèse	Fluka Chemie GmbH, Suisse
Acide tannique	Synthèse	Fluka Chemie GmbH, Suisse
Eliciteurs		
BABA	Acide β-aminobutyrique	Sigma Aldrich, Suisse
Bion	50 % acibenzolar-S-méthyle	Syngenta Agro AG, Suisse
Messenger	harpine, protéine issue de <i>Erwinia amylovora</i>	Eden Bioscience, USA
Stimulase	Enzyme de <i>Trichoderma</i> sp.	Agronutrition, France
Fongicides		
Kocide Opti (30 % Cu)	synthèse	Bayer (Suisse) AG
Kocide DF (40 % Cu)	synthèse	Burri Agricide, Suisse
Myco-Sin	acide sulfurique sur terre argileuse, extraits de prêle	Andermatt Biocontrol AG, Suisse
Additifs		
Nu-Film 17	résine de pin américain	Intrachem Bio (International) SA, Suisse
Siapton	Acides aminés/peptides 70 %, azote organique 9 %	Bionova Hygiene GmbH, Suisse

Tableau 2 : Efficacité des produits testés en fonction de leur pouvoir d'élicitation et/ou de leur fongitoxicité (taux d'infection bas)

Efficacy of the products tested in regards of their eliciting and/or fungitoxic potential (weak level of infection)

Produit	Infection (%)	Sporulation	
		(sp. mm ⁻²)	Efficacité (%)
<i>Témoin non traité (eau)</i>	100	115	-
Acide gallique 2.5 %	40	34	70
Acide gallique 5 %	15	11	90
Acide gallique 7.5 %	0	0	100
Acide tannique 2.5 %	0	0	100
Acide tannique 5 %	0	0	100
Acide tannique 7.5 %	0	0	100
Algifol 0.1 %	82	79	31
Aloe 1 %	87	5	97
Artémisia 1 %	46	61	39
BABA 1 %	47	39	66
Bion 0.15 %	100	79	31
Bourdaïne 0.5 %/Nu-Film 0.5 %	77	11	90
Bourdaïne 1 %/Nu-Film 0.5 %	72	0	100
Bourdaïne 5 %/Nu-Film 0.5 %	70	0	100
EM5	100	72	37
Fenugrec 3.75 %	55	69	40
<i>G. chinensis</i> 5 %/ Nu-Film 0.5 %	0	0	100
Kendal 0.75 %	98	108	61
Kocide DF (40 % Cu) 0.2 %	0	0	100
Kocide Opti (30 % Cu) 0.1 %	13	9	92
Messenger 0.13 %	49	79	31
Millpertuis 1 %	97	21	81
Mycosin 0.5 %	11	12	89
Nu-Film 17 0.5 %	100	105	8
Ortie 0.6 %	96	77	33
Ortie/Osier/Kocide DF (20 %) 0.1 %	49	59	48
Osier 0.1 %	100	69	40
Prêle 0.1 %	41	33	71
Rhubarbe 0.5 %/Nu-Film 0.5 %	51	5	95
Rhubarbe 1 %/Nu-Film 0.5 %	42	0	100
Rhubarbe 5 %/ Nu-Film 0.5 %	39	0	100
Sauge 0.5 %	100	89	22
Sené 1 %	100	119	21
Siapton 0.3 %	90	84	26
Stimulase 0.5 %	90	71	34

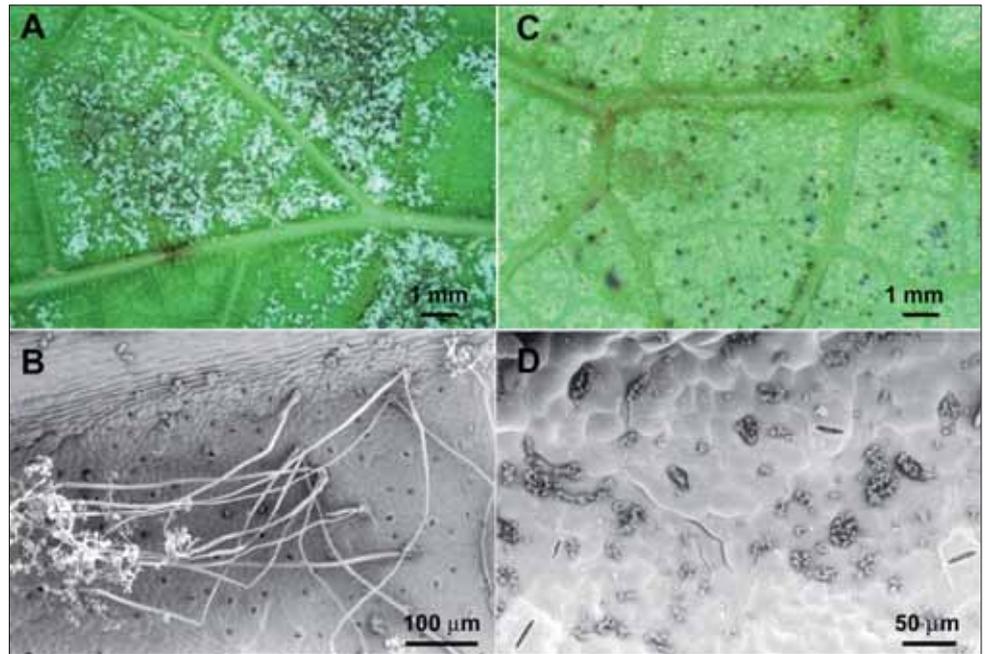


Figure 1: Niveau de sporulation de *Plasmopara viticola* sur feuilles de Chasselas 6 jours après infection.

A : Chasselas non traité ; sporulation dense (115 sporanges mm^{-2}).

B : Observation de A par microscopie électronique à balayage. Sporangiophores and sporanges émergent des stomates.

C : Chasselas traité 24 heures avant infection à l'aide d'un extrait de rhubarbe à 1 % ; sporulation nulle et fortes nécroses des tissus aux endroits des infections.

D : Observation de C par microscopie électronique à balayage. Pas de sporulation observée mais accumulation de matériel sécrété dans les zones d'infection.

Figure 1: Sporulation level of *Plasmopara viticola* on Chasselas leaves 6 days post-inoculation.

A: Non treated Chasselas, intense sporulation (115 sporanges mm^{-2}).

B: Observation of A by scanning electron microscopy. Sporangiohores and sporangia arising from stomata.

C: Treated Chasselas 24 hours before infection with 1 % rhubarb extract, no sporulation and intense necrosis in sites of infections.

D: Observation of C by scanning electron microscopy. No sporulation but accumulation of secreted material in infection zones.

Produits alternatifs et SDN pour protéger la vigne

Alternative products and plant defenses boosters for grapevine's protection

Nicolas AVELINE

Institut Français de la Vigne et du Vin (IFV) - 39 rue Michel Montaigne - F 33290 Blanquefort

Samuel REMENANT

Institut Français de la Vigne et du Vin (IFV) - 39 rue Michel Montaigne - F 33290 Blanquefort

Jean-Baptiste FAU

LEGTA Charlemagne - Route de Saint Hilaire - F 11000 Carcassonne

RESUMÉ

L'utilisation de produits alternatifs, tels que les produits naturels ou les stimulateurs des défenses, pour protéger la vigne contre les maladies est une des voies de recherche pour diminuer le recours aux intrants chimiques classiques. Ces produits permettent de réduire l'impact sur l'environnement et la santé. Cet article se veut une réflexion sur la façon d'étudier et d'intégrer ce genre de produits, avec la présentation d'un exemple d'essais menés par l'IFV en 2008 au vignoble. L'objectif principal restant de transférer les produits alternatifs du laboratoire sur le terrain et de définir leur utilisation pratique et efficace en viticulture.

Mots clés : protection de la vigne, produits naturels, SDN, produits alternatifs, résistance induite.

SUMMARY

Low-risk substances use, as natural products or plant's defenses boosters, to control grapevine's diseases is one of the ways to decrease the global consumption of conventional chemicals. These products allow to reduce environmental impact and to improve food and health safety. At the moment very few of them are really used to protect grapevines. This article is a reflection about how studying this kind of products. An example of IFV's 2008 field trials is given. The main objective is to transfer them from labs to the field and to define their practical use in viticulture in order to guarantee their efficiency.

Key-words: grapevine protection, natural products, biopesticides, elicitor, induced resistance.

INTRODUCTION

Issu des discussions et des conclusions du Grenelle de l'Environnement, le plan Ecophyto 2018 propose parmi ses objectifs la réduction de 50 % de l'utilisation des produits phytosanitaires sur 10 ans.

La viticulture est une activité qui nécessite de nombreux traitements contre les maladies et ravageurs qui, s'ils ne sont pas maîtrisés, conduisent à des fortes pertes tant au niveau quantitatif que qualitatif de la vendange. Les millésimes 2008 et 2007, fortement marqués par le mildiou témoignent de cette nécessité.

Dans ce contexte, le recours à des solutions nouvelles pour protéger la vigne de façon plus respectueuse est indispensable : de nombreuses méthodes sont mises en œuvre sur le plan technique en amont pour éviter les traitements (itinéraires techniques, recherche de variétés résistantes...), mais aussi en aval sur la façon de traiter elle-même. Elles consistent à traiter :

- au bon moment (modélisation des risques, règles de décision),
- à la dose adéquate (optimisation des doses),
- avec un matériel performant (optimisation de la pulvérisation),
- avec si possible des produits plus respectueux : les produits alternatifs (PA).

Les produits alternatifs sont très séduisants par leur profil à faible impact pour l'environnement et la santé mais aussi par leurs modes d'action parfois originaux. C'est le cas par exemple des Stimulateurs des Défenses Naturelles (SDN).

Depuis plusieurs années, les viticulteurs et les techniciens viticoles sont très demandeurs de cette nouvelle génération de produits. Pourtant, les références favorables à leur application pratique et efficace au vignoble sont plutôt rares.

Force est de constater qu'un flou important existe autour de ces produits sur nombreux plans : nature, propriétés, efficacité, utilisation et statut réglementaire...

QU'EST-CE QU'UN PRODUIT ALTERNATIF ?

Définition

Il n'existe pas de réelle définition des produits alternatifs. On peut tenter de donner une définition en réfléchissant sur le terme « alternatif » : il s'oppose aux produits phytosanitaires classiques, issus principalement de la synthèse chimique et utilisés actuellement en viticulture conventionnelle. L'élément qui caractérise les produits alternatifs est leur profil plus respectueux de l'environnement et de la santé, qui en fait une solution innovante pour la viticulture et les démarque des produits phytosanitaires conventionnels.

Origine

L'origine des produits alternatifs est le plus souvent naturelle mais les types de produits sont très divers : extraits naturels plus ou moins purifiés (végétaux, micro-organismes, sous-produits...), décoctions ou tisanes (ortie, prêle...), éléments minéraux (argiles, Calcium...). Pour certains types de produits qui sont des extraits bruts, on ne connaît pas toujours la ou les substances actives qui agissent réellement dans l'efficacité contre un pathogène.

Mode d'action

Les modes d'action des PA sont divers : on trouve des inhibitions directes et classiques sur la biologie du pathogène (toxique, fongicide ou bactériostatique), des actions physiques (assèchement, asphyxie...), des actions indirectes (compétition, couche protectrice...), l'activation des défenses de la vigne (voir point suivant sur les SDN)... Pour certains produits, plusieurs modes d'action sont combinés.

Statut réglementaire et usages

En France, un produit utilisé pour lutter contre un pathogène ou un ravageur donné sur une culture donnée doit être homologué et autorisé pour cet usage, selon la Directive européenne 91/414 et les autorisations de mise sur le marché délivrées par l'Etat français. L'homologation d'un produit phytosanitaire est un travail de longue haleine, avec des dossiers lourds en investissements financiers et temporels, parfois difficiles à soutenir pour les petites firmes qui développent les produits alternatifs.

La majorité des produits alternatifs se retrouvent de ce fait dans une autre catégorie : les fertilisants, qui respectent aussi une norme (NFU), beaucoup moins stricte et onéreuse que l'homologation phytosanitaire. Légalement, l'utilisation de ces produits ne se fait donc qu'à des fins de fertilisation, mais officieusement ils sont souvent distribués et utilisés pour lutter contre les maladies avec plus ou moins de succès...

Ce contournement de la réglementation n'est pas sans risque : en effet l'homologation garantit une évaluation approfondie des produits au niveau de la toxicologie, de l'éco-toxicologie mais aussi en termes d'efficacité et d'usage. Des réflexions sont en cours quant à l'allègement de la Directive au niveau européen (projet Rebeca) et au niveau français et à l'instauration d'un statut particulier (Fardeau & Jonis 2003) pour certains types de produits afin de faciliter leur inscription sans perdre ces aspects importants de connaissance du produit (Grosman 2008).

L'usage des PA peut se faire en Agriculture Biologique, s'il est mentionné dans la liste positive française (en tant que produit phytosanitaire ou en tant que fertilisant).

Cette complexité est spécifique à la France. Au niveau européen, de nombreux pays voisins ont créé des statuts ou des classements de produits alternatifs et de produits naturels (Tomasi 2008). En Allemagne par exemple, il existe une liste actualisée fournie par le Ministère de l'Agriculture sur les SDN. La constitution de dossiers est parfois même aidée ou financée dans certains pays.

Le schéma ci-dessous (figure 1) décrit la complexité des notions qui gravitent et qui se croisent autour du terme « produits alternatifs ».

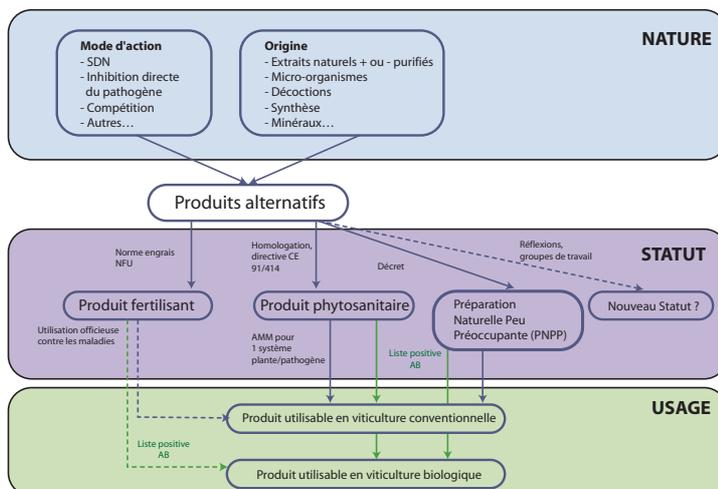


Figure 1 : Classement des produits alternatifs : nature, statuts et usage en France. Par exemple, le phosphite de potassium est un produit d'origine minérale, au mode d'action d'inhibition directe et SDN, certaines spécialités commerciales sont homologuées en tant que fertilisants, et parfois utilisées officieusement en protection de la vigne en viticulture conventionnelle.

Classification of low-risk products : active ingredients, registration, and use in France.

For example : potassium phosphite is derived from minerals, both inactivates directly pathogens and induces grapevine's defenses.

Some commercial products are registered as fertilizers but unofficially used as pesticides in conventional viticulture to control diseases.

LA STIMULATION DES DÉFENSES

Les stimulateurs des défenses naturelles sont des produits alternatifs avec un mode d'action très particulier (voir figure 2) : Il s'agit de substances capables d'éliciter les défenses propres de la vigne pour qu'elle résiste à une attaque ultérieure d'un pathogène (Klarzynski & Fritig 2001). Cette stratégie de protection s'apparente dans son concept à la vaccination. En dehors de ses défenses spécifiques « gène pour gène » (Postulat de Flor), la vigne dispose de moyens de défense généralistes pour se protéger des maladies et des ravageurs. On peut citer principalement :

- l'épaississement des parois végétales,
- la génération de formes actives de l'oxygène (toxiques pour les micro-organismes),
- la synthèse de composés antimicrobiens (polyphénols, phytoalexines...),
- l'activation d'enzymes qui dégradent les pathogènes (chitinases, glucanases, etc.).

Ces moyens de défense généralistes sont ceux que l'on trouve chez les variétés résistantes (Gindro et al 2007).

On peut considérer que la majorité des SDN fait partie de la famille des produits alternatifs par leur origine qui est souvent naturelle (oligosaccharides, extraits naturels, facteurs de régulation végétaux...) et leur moindre toxicité pour l'environnement et la santé. Néanmoins, il existe aussi des SDN de synthèse chimique pure.

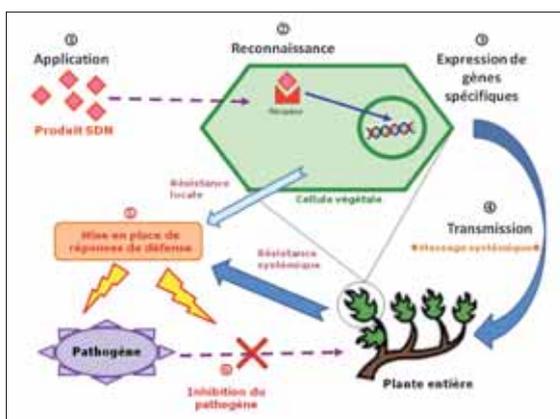


Figure 2 : Schéma simplifié de la stratégie de stimulation des défenses de la vigne
Simplified schema of induced resistance strategy to protect grapevine

La stimulation des défenses est une stratégie bien différente des stratégies classiques de protection. La cible à atteindre par le SDN est la vigne elle-même et non le pathogène. L'efficacité de la protection réside donc dans la réussite de l'activation des défenses, qui indirectement inhiberont le développement et la pénétration du parasite au sein du végétal.

PROBLÉMATIQUES ACTUELLES CONCERNANT LES PRODUITS ALTERNATIFS

Manque de références

A propos des PA on dispose de peu de références qui font état de résultats positifs et efficaces contre un pathogène au vignoble et dans des conditions de production. On trouve souvent des articles isolés qui présentent un résultat intéressant pour un millésime donné, dans des conditions bien particulières. Mais bien souvent, les résultats restent décevants : par exemple, sur plus d'une vingtaine d'années d'essais, des dizaines de produits commerciaux ou en voie de commercialisation ont été testées à l'IFV contre l'oïdium et le mildiou. Quelques produits seulement ont donné des efficacités intéressantes mais partielles (B. Molot 2007).

L'efficacité partielle

La caractéristique principale des produits alternatifs en termes de protection réside dans le phénomène d'efficacité partielle. Contrairement aux produits phytosanitaires classiques qui présentent une efficacité de protection avoisinant les 90 - 100 %, les PA confèrent des efficacités de protection très variables et partielles (40 % - 80 %). Cette efficacité partielle peut être expliquée par la composition des PA qui contiennent des substances diverses et des modes d'action plus généraux que certaines molécules classiques qui vont cibler des cycles métaboliques ou des organites précis chez les pathogènes.

La variabilité interannuelle et l'influence des conditions extérieures

Les efficacités partielles et variables constatées selon les millésimes laissent supposer que l'emploi des PA est très lié aux conditions extérieures et au système milieu/plante/pathogène (Reglinski et al 2007). La pression parasitaire joue un rôle très important : il existe des effets de seuil au-delà duquel le PA décroche et ne contrôle plus l'épidémie. La vigne présente pendant la saison une physiologie fluctuante, il est vraisemblable que certains stades de son développement sont plus propices aux contaminations et nécessitent alors une protection sans faille.

Une utilisation actuelle limitée

En l'état actuel des connaissances et des produits disponibles, aucun produit alternatif ne peut se substituer simplement et directement aux produits conventionnels. Leur utilisation en remplacement arbitraire ou sur toute la saison n'apparaît pas comme pertinente.

LES RÉPONSES ET AXES DE RECHERCHE

Vers une nouvelle logique d'utilisation

Une évaluation adaptée

Les PA ne peuvent pas être simplement évalués exclusivement selon les méthodes CEB classiques. Ces dernières sont intéressantes pour connaître le potentiel intrinsèque du produit, mais elles ne sont pas suffisantes. D'autres expérimentations doivent être menées pour définir précisément leurs propriétés face au pathogène (mode d'action, stades clés, rémanence et renouvellement des applications...). Cette approche passe par des méthodologies adaptées débouchant sur des protocoles et des outils complémentaires d'évaluation.

Une connaissance affinée des éléments influençant les PA

L'influence des facteurs extérieurs est un élément primordial dans l'efficacité des PA. On connaît peu de chose sur :

- l'influence directe ou indirecte des conditions agro-climatiques sur ce type de traitement,
- les seuils d'efficacité précis par rapport à la pression parasitaire,
- la possibilité d'association avec d'autres produits (alternatifs ou conventionnels),
- le mode d'application (type, concentrations, cadences...).

Une utilisation intégrée

Actuellement, l'utilisation des PA ne peut se faire qu'en intégration au sein d'un programme incluant le recours à d'autres méthodes de protection dont l'application de produits conventionnels. Des stratégies d'emploi sont à définir pour utiliser les PA de façon optimale et sans risque. La création de règles de décision spécifiques PA pourrait en faciliter l'utilisation stratégique.

Le cas particulier des SDN

Les SDN sont soumis aux mêmes problèmes que les PA en général, notamment l'efficacité partielle, mais leur mode d'action particulier conduit à des problématiques spécifiques.

Le problème de transfert

Le problème de transfert des SDN du laboratoire vers l'utilisation en plein champ et dans des conditions de production est particulièrement saisissant : de nombreux résultats prometteurs obtenus en laboratoire ont été publiés, les articles scientifiques sont légion sur plusieurs maladies de la vigne : mildiou (Daire et al 2002, Dagostin et al), oidium (Belhadj et al 2006, Constant 2008) et botrytis (Elmer & Reglinski 2006, Trotet Aziz et al 2006). Mais appliqués au vignoble, les résultats obtenus sont décevants alors qu'ils ont été concluants en serre (Chovelon 2006 ; BIVB 2008).

Influence du milieu

Il est certain que les conditions extérieures et la physiologie même de la vigne influencent fortement l'activation des défenses. Si les connaissances théoriques dans le domaine ont beaucoup avancé ces dix dernières années, les travaux appliqués au vignoble sont inexistantes. De nombreuses questions restent posées sur :

- la physiologie de la vigne et la mise en place de ses défenses tout au long du cycle végétatif,
- l'influence du matériel végétal (variété, âge, type de conduite...),
- l'influence des conditions agro-climatiques.

Les défenses de la vigne au vignoble

Le développement d'indicateurs et d'outils complémentaires (biochimiques, biomoléculaires) permettant de visualiser la mise en place des défenses de la vigne dans des conditions de production peut être une voie d'investigation. Le développement de certaines méthodes (article suivant de Katia Gindro) sur la visualisation ou la mesure des réponses de défense chez la vigne vont dans ce sens. Actuellement, les SDN sont évalués sur le terrain en mesurant leur efficacité de protection contre un pathogène donné (étape 6 du schéma). Compte tenu des résultats peu convaincants, il serait judicieux de se focaliser sur des étapes en amont pour comprendre ces échecs de protection et identifier les réels verrous de transfert, comme par exemple :

- est ce que le SDN a été reconnu par la vigne (étape 2),
- est ce que les mécanismes de défenses ont été activés (étape 5).

La maîtrise de ces outils déjà utilisés en laboratoire a permis d'avancer dans la connaissance et le criblage des molécules d'intérêt. Le transfert de ces technologies sur le terrain peut fournir de précieuses informations quant à l'état potentiel des défenses de la vigne et l'utilisation et le positionnement de produits éliciteurs au sein d'un programme de protection.

Le développement de ces pistes de recherche nécessite des collaborations étroites entre les acteurs de la recherche en amont (Universités, centres INRA, développeurs de produits...) et en aval (Instituts techniques, Chambres d'Agriculture...) car cette thématique englobe de nombreux aspects des plus théoriques aux plus pratiques.

CONCLUSION

Les produits alternatifs représentent une voie de recherche non négligeable dans l'objectif d'une viticulture plus respectueuse de l'environnement et de la santé. Néanmoins, il convient de rester prudent : les PA ne sont pas la solution « miracle » de protection contre les maladies de la vigne, ils sont à associer avec toutes les autres techniques de raisonnement et de lutte alternative.

La diversité de leurs origines et de leur mode d'action crée une certaine confusion dans leur statut et dans leurs usages, spécifiquement en France. Une classification précise de ce type de produits permettrait une vision plus claire pour les techniciens et les praticiens de la filière.

S'ils suscitent beaucoup d'intérêt et d'attentes, ils ne sont pas actuellement fonctionnels et utilisables pour le viticulteur dans des conditions de production. Leur emploi reste complexe et appelle une certaine technicité pour qu'ils soient utilisés sans mettre en péril l'itinéraire de protection.

De nombreuses études et expérimentations sont menées par les acteurs de la recherche appliquée, dont l'IFV pour évaluer les produits et proposer des stratégies et des modes d'emploi applicables sans risque au vignoble. Des nouvelles voies de recherche sont à poursuivre, mobilisant les acteurs de la recherche théorique et appliquée, pour comprendre et maîtriser la stratégie de stimulation des défenses au vignoble. Enfin, des initiatives et des projets de réseaux d'expérimentations aux échelles régionale ou nationale sont en cours de développement (SRPV, ITAB...) pour permettre de centraliser et standardiser les références et résultats recueillis.

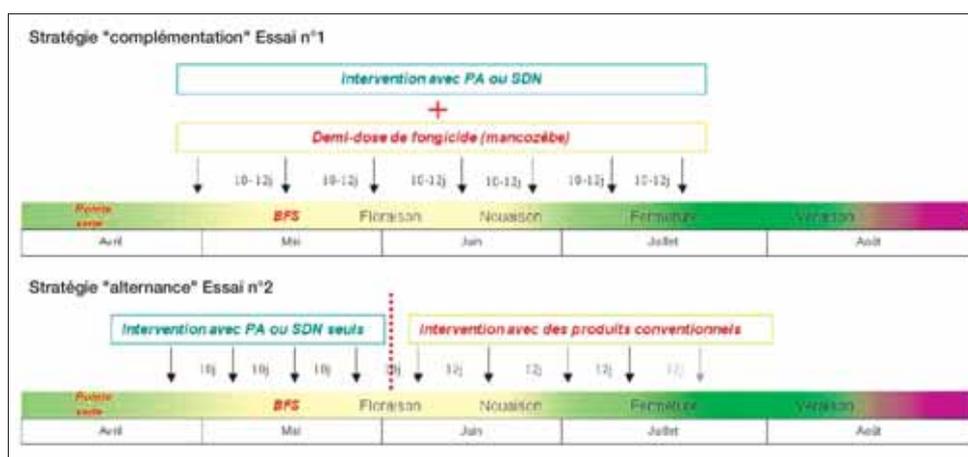
EXEMPLE D'ESSAIS : PA ET SDN CONTRE LE MILDIOU IFV BORDEAUX 2008

Cette année, l'IFV Bordeaux a mené 2 essais¹ utilisant des PA (dont SDN) contre le mildiou. L'objectif principal était d'évaluer les produits dans le cadre de stratégies. D'autres essais de PA ont aussi été réalisés à l'IFV Nîmes et Gaillac sur mildiou et oidium.

L'intérêt de ces 2 essais réside dans le fait qu'ils utilisent les mêmes PA dans des programmes différents et dans des conditions très différentes. Les résultats obtenus illustrent les constats dressés plus haut.

La méthodologie

Les essais ont suivi deux stratégies d'utilisation : l'essai 1 est basé sur la **complémentation** avec une 1/2 dose de fongicide de contact (mancozèbe), l'essai 2 sur l'**alternance** (emploi de PA seuls jusqu'à la floraison puis retour aux traitements conventionnels classiques). Le but étant d'obtenir des programmes de traitement avec - 50 % de recours aux intrants classiques.



2 strategies used in IFV's 2008 trials against downy mildew

Les essais sont localisés sur 2 parcelles du Médoc, cépage Merlot, ils ont été conduits en blocs de micro-placettes (application des produits à l'atomiseur à dos, fréquence de traitement = 10-12j, max 14j). L'essai 1 a reçu 6 traitements, l'essai 2 a reçu 8 traitements.

Suite à une très faible pression parasitaire sur la parcelle de l'essai 2, la stratégie alternance a été remplacée par une stratégie d'emploi des PA sur toute la saison.

¹ Le projet « Stimulation des défenses de la vigne : applications au vignoble » est cofinancé par le CIVB

Modalités	Nature	Mode d'action affiché
Nutriphite®	Phosphite de Potassium	SDN + action inhibitrice directe
Sémafort®	Éléments NPK + extraits d'algues + acides aminés	SDN
PrevB2®	Extrait de Citrus + élément Bore	Asséchant des spores
Bion®	Acylbenzolar-S-Méthyl	SDN
Référence chimique	Programme conventionnel	Fongicides contact + systémiques
Témoin non traité	Aucun traitement sur la saison	
Témoin de vraisemblance essai 2	Demi-dose seule de mancozèbe	Fongicide contact

Figure 4 : Tableau des modalités testées dans le cadre des essais.

Array of products tested in IFV's trials to control downy mildew.

Les mêmes produits alternatifs sont testés sur les 2 types d'essai. Les 3 premiers sont commercialisés en tant que fertilisants, le Bion® n'est pas homologué sur vigne, mais il est fréquemment utilisé comme référence en laboratoire pour ses propriétés SDN.

Les témoins sont essentiels pour l'interprétation de l'essai. Le témoin non traité (TNT) permet de connaître la véritable évolution et la pression du mildiou durant toute la saison. Le témoin de vraisemblance est une sorte de « négatif » de la stratégie d'emploi des PA. Ce dernier est indispensable pour mettre en évidence un réel effet positif des PA au sein du programme de traitement.

Les résultats

ESSAI 1 : COMPLEMENTATION DEMI-DOSE MANCOZEBE

Pression Mildiou très forte

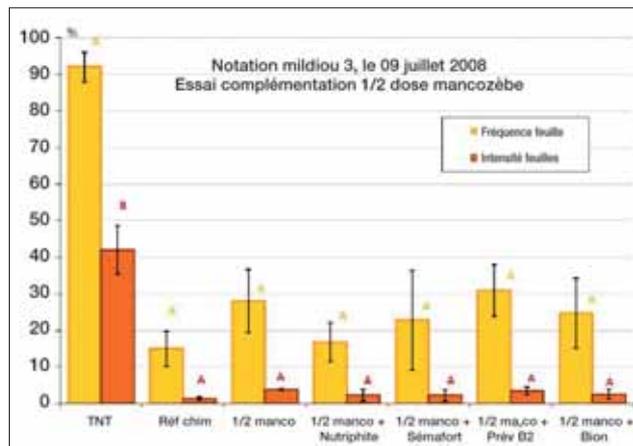
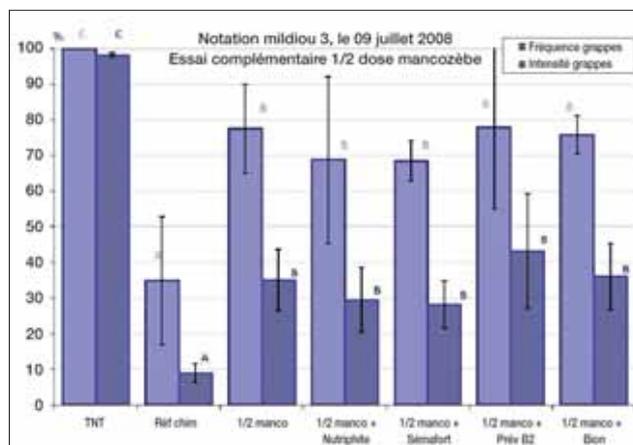


Figure 5 : résultats de la dernière notation sur l'essai 1.

Les moyennes des 4 répétitions sont représentées, avec un test de Newman-Keuls α 5 %

Results of the last notation (July, 9th) in trial 1 : products added with half-dosed mancozeb under high downy mildew attack



Les résultats de l'essai restent assez mitigés. La pression est représentative de l'épidémie globale du Bordelais en 2008. Au 09 juillet, les témoins non traités n'ont plus de grappes et le feuillage est très fortement atteint. La demi-dose mancozèbe seule a décroché surtout sur grappes (35 % de dégâts). Les épisodes pluvieux incessants ont favorisé le lessivage du mancozèbe.

Ici, les PA n'apportent pas significativement un effet positif sur l'efficacité de la 1/2 dose mancozèbe. Néanmoins des tendances sont observables pour le Nutriphite et le Sémafort en tout début de saison sur feuilles (résultats non présentés).

ESSAI 2 : PA ET SDN SUR TOUTE LA SAISON

Pression Mildiou faible

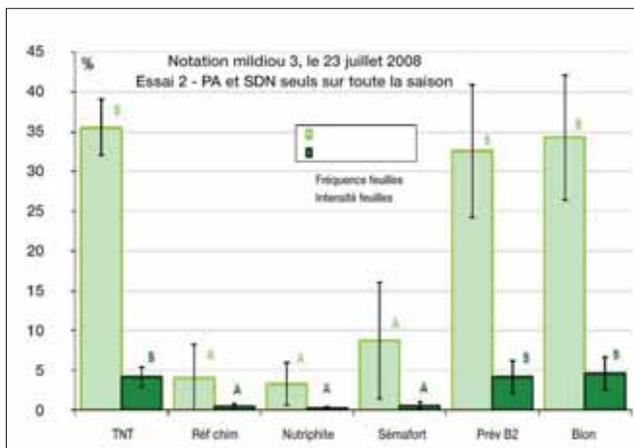
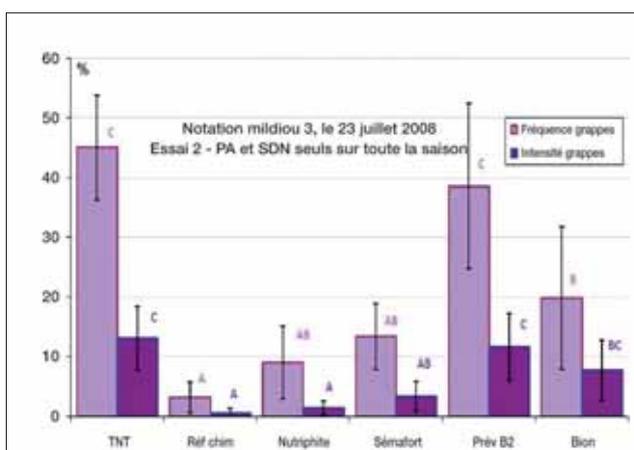


Figure 6 : résultats de la dernière notation sur l'essai 2.

Les moyennes des 4 répétitions sont représentées, avec un test de Newman-Keuls α 5 %

Results of the last notation (July, 23rd) in trial 2 : only products tested during all the season, under weak downy mildew attack.



L'attaque de mildiou sur cette parcelle a été tardive (1^{er} symptômes sur feuilles le 09 juin). En fin de saison, les symptômes se sont propagés sur grappes, mais les dégâts restent bien inférieurs à ce qui est constaté ailleurs dans le Bordelais. Les témoins non traités de l'essai présentent seulement 4 % de dégâts sur feuillage et 14 % sur grappes.

Dans ces conditions, le Nutriphite et le Sémafort ont montré une bonne efficacité sur feuillage, statistiquement identique à la référence chimique. Sur grappes, le Nutriphite se situe statistiquement au niveau de la référence chimique. Dans une moindre mesure, le Sémafort donne une efficacité intéressante. Le PrévB2 et le Bion ne montrent pas d'effet significatif par rapport au témoin.

En conclusion sur ces essais, on remarque que selon les conditions (dont la pression parasitaire), les PA qui ne présentent pas la même efficacité : lors d'une très forte pression, les PA complétés avec une demi-dose de produit conventionnels n'apportent pas d'effet positif observable alors qu'en pression parasitaire relativement moyenne, leur emploi seul a suffi pour contrôler l'épidémie de mildiou. Certains des PA testés, malgré leurs résultats préalables prometteurs en conditions contrôlées ne semblent pas conférer une protection contre le mildiou dans nos conditions d'essais.

BIBLIOGRAPHIE

- Belhadj A, Saigne C, Telef N, Cluzet S, Bouscaut J, Coriot-Costet MF, Merillon JM (2006) Methyl jasmonate induces defense responses in grapevine and triggers protection against *Erysiphe necator*. *J. Agr. Food Chem.*, 54, 9119-9125, (2006)
- BIVB plaquette Pôle technique et qualité (2008) Alternatives à la lutte chimique : ce qu'il faut savoir - juillet 2008
- Chovelon M. (2006) Contrôle de *Plasmopara Viticola*, agent du mildiou de la vigne – Fiche GRAB Viti 2006
- Constant N. (2007) Amélioration des méthodes de lutte contre l'oidium en viticulture biologique, Synthèse bibliographique – document AIVB Languedoc-Roussillon 18p
- Dagostin S, Vecchione A, Zulini L, Ferrari A, Pertot I (2006) Efficacy evaluation of the resistance inducer Benzothiadiazole against grapevine downy mildew 5th Intl Workshop on grapevine downy and powdery mildew, San Michele All'Adige 18-23 June 2006
- Daire X, Poinot B, Boutejac M, Silué D, Pugin A. (2002) Stimulation des défenses de la vigne contre les pathogènes. Des résultats encourageants vis-à-vis du mildiou *Phytoma* 548 pp :24-26
- Elmer P & Reglinski T (2006) Biosuppression of *botrytis cinerea* in grapes *Plant Pathology* (2006) 55, pp: 155-177
- Fardeau JC et Jonis M (2003) Phytostimulants et éliciteurs pour végétaux : propriétés et garanties réglementaires – Séminaire sur les recherches en agriculture biologique INRA-ACTA Draveil 20-21 nov 2003 8p.
- Gindro K, Viret O, Spring JL (2007) Développement d'outils pour la sélection précoce de cépages résistants au mildiou - *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol. 39 (2) pp: 133-139
- Grosman J. (2008) État d'avancement en France des dispositifs visant à faciliter la mise sur le marché des produits alternatifs- Intervention Journée ITAB « Utilisation des produits commerciaux de protection des plantes en AB »- Paris, 07 octobre 2008
- Klarzynski O. Fritig B. (2001) Stimulation des défenses naturelles des plantes *C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie / Life Sciences* 324 (2001) 953-963
- Molot B. (2007) Solutions alternatives : qu'en attendre ? Actes du 16^{ème} colloque Euroviti – Montpellier 28,29 novembre 2008 – pp : 113-116
- Reglinski T, Dann E, Deverall B. (2007) Integration of induced resistance in crop protection – Induced resistance for plant defence, a sustainable approach to crop protection pp: 201-228 Blackwell Publishing ISBN: 978-1-4051-3447-7
- Tomasi I. (2008) aspects réglementaires de divers pays membres de l'UE – Intervention Journée ITAB « Utilisation des produits commerciaux de protection des plantes en AB »- Paris, 07 octobre 2008
- Trotet Aziz P, Couderchert M, Vernet G, Aziz A. (2006) Chitosan stimulates defense reactions in grape vine leaves and inhibits development of *botrytis cinerea* *European Journal of Plant Pathology* (2006) 114:405-413

Apport de l'innovation variétale dans la réduction des intrants phytosanitaires au vignoble : exemple de la résistance au mildiou et à l'oïdium

Didier MERDINOGLU - Sabine MERDINOGLU-WIEDEMANN - Pedro. MESTRE
Emilie PRADO - Christophe SCHNEIDER
UMR 1131 Santé de la Vigne et Qualité du Vin Colmar
INRA-ULP, 28 rue de Herrlisheim, BP 20507, 68021 Colmar cedex
<http://www.colmar.inra.fr/pages/SVQV.html>

ENJEUX ET STRATÉGIES ASSOCIÉS À LA CRÉATION DE VARIÉTÉS DE VIGNE RÉSISTANTES AUX BIOAGRESSEURS

La protection contre les agents pathogènes de la vigne est actuellement essentiellement réalisée par des moyens de lutte chimique, la viticulture se situant au second rang sur le marché des produits phytosanitaires après les céréales. Malgré son efficacité pour limiter les pertes de récolte quantitatives et qualitatives, ce moyen de protection des plantes peut générer des effets directs ou indirects indésirables sur :

- 1) la qualité des vins (anomalies de goût, diminution de richesse en sucre et destruction des arômes variétaux...),
- 2) l'environnement (accumulation des résidus de pesticides dans le sol, perturbation des équilibres microbiens et de la flore auxiliaire),
- 3) la santé humaine (présence de résidus de matières actives dans le vin, l'eau, l'atmosphère),
- 4) le bénéfice du viticulteur, les traitements représentant jusqu'à 50 % des charges d'approvisionnement des exploitations.

L'un des enjeux majeurs pour la viticulture française est donc clairement la maîtrise des applications de produits phytosanitaires, tout en maintenant une haute exigence sur la qualité du produit. La réduction de l'usage des produits phytosanitaires dans la culture de la vigne est ainsi un enjeu qui va au-delà de la protection de l'environnement, se situant au carrefour de plusieurs politiques publiques : compétitivité de la filière, qualité de l'eau et des sols, biodiversité, santé humaine, développement durable. La création de variétés de vigne résistantes constitue une des voies pour répondre à cet enjeu, l'usage de variétés adaptées autorisant le développement d'une viticulture durable et plus respectueuse de l'environnement, sans effet préjudiciable pour sa rentabilité. En effet, la stratégie française actuelle du "tout pesticide" n'est pas forcément celle adoptée par d'autres pays viticoles tels que l'Allemagne qui a mis en œuvre des programmes de sélection depuis plusieurs dizaines d'années ayant, à ce jour, abouti à des nouvelles variétés réunissant des résistances à l'oïdium et au mildiou (variétés Regent, Solaris, Bronner, Johanniter...) et qui sont expérimentées dans d'autres pays européens.

L'INRA de Colmar s'est engagé dans un programme de sélection visant à créer une gamme de 6 à 12 variétés rouges et blanches, sans défaut de flaveur, adaptées aux trois ensembles viticoles français et cumulant plusieurs sources de résistance au mildiou et à l'oïdium. Cependant, la connaissance des bases génétiques, moléculaires et physiologiques des résistances naturelles chez la vigne est un pré-requis pour optimiser le processus de création variétale. C'est pourquoi, en soutien au programme d'innovation variétale, l'INRA a également mis en place un programme de recherche dont les objectifs majeurs sont l'identification et la localisation sur le génome des gènes ou des régions chromosomiques impliqués dans les résistances aux bioagresseurs, la caractérisation des mécanismes moléculaires et cellulaires mis en place lors de

l'interaction plante-pathogène dans les diverses sources de résistances disponibles. Ces éléments sont primordiaux pour accélérer la sélection et pour choisir les combinaisons de gènes les plus complémentaires en terme d'efficacité et de durabilité de résistance. A travers la stratégie dite de pyramidage consistant à associer plusieurs facteurs génétiques dans une même variété, l'INRA cherche donc à créer des variétés possédant une résistance de haut niveau et limitant les risques de contournement par les populations de pathogènes.

MOTIVATIONS, PRINCIPES ET OBJECTIFS DE L'INNOVATION VARIÉTALE

La sélection créatrice est un processus long et complexe qui vise à créer de nouvelles variétés à partir de ressources génétiques possédant des caractéristiques originales. En général, ce processus nécessite la mise en œuvre de deux étapes qui se succèdent, parfois plusieurs fois de suite en alternance : une étape de croisement ou d'hybridation, dont l'objectif est le brassage des gènes qui détermineront les caractéristiques des descendants ; une étape de sélection dont l'objectif est le choix des descendants qui présentent les caractéristiques les plus intéressantes. Avant d'engager un programme de sélection créatrice pour améliorer un caractère dans une espèce donnée, plusieurs critères doivent être remplis : la nécessité technique et/ou socio-économique d'améliorer le caractère ; la disponibilité de ressources génétiques possédant des formes favorables du caractère à améliorer ; la possibilité d'hybrider les ressources génétiques entre elles ; la maîtrise d'une méthode de caractérisation fiable pour évaluer le caractère à améliorer. Concernant le mildiou et l'oidium, l'existence de ressources génétiques et la maîtrise de tests de résistance performants rendent l'amélioration génétique de la vigne possible pour la résistance à ces deux maladies. La question des maladies du bois est plus difficile à aborder car la mise au point de tests permettant d'évaluer les ressources génétiques est très récente et réalisée uniquement pour un nombre restreint de pathogènes. Pour les viroses graves, aucune résistance aux virus n'a été, à ce jour, identifiée dans les ressources génétiques disponibles. Dans ce dernier cas, la seule voie actuellement envisageable est la création de plantes génétiquement modifiées par l'utilisation de la stratégie de résistance dérivée du pathogène. En revanche, des résistances au nématode *Xiphinema index* vecteur du court-noué sont en cours d'étude.

Pour l'ensemble des raisons précédemment présentées, l'INRA a pris la décision en 2000 de relancer des programmes d'innovation variétale. L'objectif général de ce projet est de favoriser le développement d'une viticulture durable, économe et plus respectueuse de l'environnement. Il vise à réduire l'emploi des fongicides nécessaires au contrôle des deux maladies majeures de la vigne que sont le mildiou et l'oidium par la création de variétés de vigne possédant une résistance efficace et durable et ayant une bonne qualité organoleptique. Afin d'éviter la déconvenue des hybrides producteurs directs créés dans la première moitié du XX^e siècle et d'augmenter les chances d'un succès rapide, ces programmes de sélection doivent s'appuyer sur des fondements scientifiques solides, notamment en ce qui concerne les bases génétiques des sources de résistance utilisées.

Ces recherches visent notamment à évaluer, d'une part, les ressources génétiques de la vigne et à caractériser les facteurs génétiques impliqués dans les résistances aux bioagresseurs, d'autre part, la diversité génétique des pathogènes et leur potentiel évolutif et à identifier les facteurs impliqués dans l'interaction avec la plante-hôte. Elles nous permettront de mieux appréhender l'efficacité des résistances et leur durabilité. Le déterminisme génétique de la qualité du raisin et des autres caractéristiques agronomiques importantes est également étudié. De ces connaissances découleront des méthodes qui permettront, d'une part, d'accélérer le processus de sélection en le réduisant de plusieurs années et d'autre part, de mieux orienter le choix des variétés durablement les plus résistantes et possédant également le meilleur potentiel qualitatif.

LES BASES GÉNÉTIQUES ET MOLÉCULAIRES DE LA RÉSISTANCE AU MILDIOU

L'étude des bases génétiques et moléculaires de la résistance de la vigne à *Plasmopara viticola*, Oomycète responsable du mildiou, constitue, à ce jour, notre principal objectif scientifique. Ce programme tente de prendre en compte le pathosystème « vigne-mildiou » comme un ensemble étudié via ses deux composantes. Les connaissances acquises sur d'autres pathosystèmes nous ont amenés à faire l'hypothèse que l'association de facteurs génétiques

différents ou complémentaires est susceptible de conférer une résistance plus efficace et plus durable. Le choix le plus pertinent des facteurs génétiques à combiner dans un même génotype nécessite alors la connaissance de leur fonction moléculaire et cellulaire, de leur spécificité, des mécanismes de réponse à l'infection et de leur effet biologique en prenant en compte les dimensions spatiales, temporelles et phénologiques.

Plusieurs sources naturelles de résistance au mildiou et à l'oïdium, sur lesquelles peut s'appuyer l'innovation variétale, ont été décrites dans les espèces de *Vitis* d'origines américaine et asiatique apparentées à la vigne cultivée européenne (*Vitis vinifera*). Afin d'aborder la caractérisation génétique de ces sources, une première phase du projet a consisté à développer un test biologique en conditions contrôlées permettant d'évaluer de façon reproductible et quantitative la résistance à *Plasmopara viticola*.

A l'aide de ce test, une collection de ressources génétiques comprenant des espèces de *Vitis* d'origines asiatique et américaine a été évaluée pour la résistance au mildiou. Une grande diversité de comportement a été observée tant au niveau interspécifique qu'au niveau intraspécifique, montrant que différentes espèces tant américaines qu'asiatiques possèdent des mécanismes de résistance au mildiou allant jusqu'à la résistance totale.

Des espèces résistantes au mildiou ayant été identifiées, nous avons entrepris l'étude de leur déterminisme génétique pour connaître le nombre de facteurs génétiques qui gouvernent la résistance, leur position sur le génome de la vigne, la manière dont ils agissent, seuls ou en interaction. Cette question est abordée par l'étude de descendances issues de croisements entre deux plantes aux caractéristiques opposées pour le trait étudié, en examinant à la fois leur phénotype, c'est-à-dire leurs caractéristiques pour le caractère étudié – ici, la résistance au mildiou – et leur génotype à l'aide de marqueurs moléculaires répartis sur le génome. L'analyse conjointe de ces deux éléments, phénotype et génotype, permet de localiser sur le génome, les gènes ou les régions chromosomiques impliquées dans le caractère étudié. Ces régions quand elles agissent sur des caractères quantitatifs sont appelées en anglais Quantitative Trait Loci (QTL), soit en français « loci ayant un effet sur un caractère quantitatif ». Dans un premier temps, l'espèce *Muscadinia rotundifolia*, apparentée aux vrais *Vitis*, a été étudiée du fait de son haut niveau de résistance et des populations disponibles à l'INRA de Montpellier. Après évaluation du niveau de résistance d'une population issue d'un croisement entre un descendant résistant de *Muscadinia rotundifolia* et la variété Syrah, un QTL expliquant 75 % de la variation totale du niveau de résistance observé a été identifié et cartographié sur le chromosome 12 du génome de la vigne. Cette région, du fait de son effet important sur la résistance, a été considérée comme un gène majeur et appelé *Rpv1*. *Rpv1* est situé au même locus que le gène *Run1* de résistance à l'oïdium précédemment décrit par Alain Bouquet. Afin d'isoler et de comprendre la fonction de ces deux gènes, l'INRA a initié l'isolement par clonage positionnel et l'étude de la fonction des gènes *Run1* et *Rpv1*, en collaboration avec une équipe australienne du CSIRO d'Adélaïde. A l'aide d'une seconde population de cartographie également dérivée de *Muscadinia rotundifolia*, un deuxième QTL majeur de résistance au mildiou, appelé *Rpv2*, a été identifié et localisé sur le chromosome 18. Par ailleurs, une nouvelle population issue d'une autre source de résistance au mildiou, *Vitis riparia*, a permis la mise en évidence de deux QTL à effet modéré répartis sur différents chromosomes.

Après avoir mis en évidence l'existence de ces facteurs génétiques de résistances, nous avons entrepris l'étude de leur effet spécifique sur le développement du pathogène et les mécanismes de réponse à l'infection mis en place. Les premières observations faites sur les effets respectifs de *Rpv1* et *Rpv2* nous ont amenés à penser que ces QTL ont un mode d'action différent sur *Plasmopara viticola* ou qu'ils agissent à des stades distincts de son développement. L'analyse cytologique de la progression de *P. viticola* dans les étapes précoces de l'infection permet de montrer que ces deux loci gouvernent des modes de résistances distincts : *Rpv2* provoque un arrêt rapide du développement de *P. viticola*, souvent 24 heures post-inoculation, ce qui inhibe toute possibilité de sporulation, alors que *Rpv1* ralentit sa progression sans la stopper. Pour comprendre les mécanismes de défense associés à ces QTL, nous avons entrepris d'effectuer l'analyse globale du transcriptome, c'est-à-dire de l'ensemble des gènes exprimés dans une situation déterminée, visant à comparer différents génotypes sensibles et résistants au cours des stades successifs de l'infection par le pathogène. Ces données sont en cours d'analyse mais elles permettent dès à présent de montrer qu'un grand nombre de gènes voient leur expression

induite ou réprimée en réponse à l'attaque par *Plasmopara viticola* spécifiquement en présence de *Rpv1*, de *Rpv2* ou des deux QTL, alors que très peu de gènes voient leur expression modifiée spécifiquement dans les individus sensibles.

CRÉATION DE VARIÉTÉS DE VIGNE À RÉSISTANCE DURABLE AU MILDIU ET À L'OÏDIUM POUR LA PRODUCTION DE VINS DE QUALITÉ

Ce programme d'innovation variétale s'inscrit dans le prolongement des recherches poursuivies par l'INRA sur les pathosystèmes vigne-bioagresseurs et des collaborations engagées avec des équipes étrangères dans ce domaine. Il s'agit tout d'abord de valider les résultats relatifs aux bases génétiques et moléculaires de la résistance au mildiou et à l'oïdium, ainsi qu'à la diversité et au potentiel évolutif de ces agents pathogènes. L'objectif est aussi de valoriser ces recherches, en proposant à la filière viticole française des variétés adaptées à la réduction des intrants phytosanitaires.

La stratégie adoptée est focalisée sur l'efficacité et la durabilité des résistances et la qualité des produits. Elle repose en conséquence sur :

- 1) l'association par hybridation de plusieurs sources de résistance issues de *Vitis* sauvages, afin d'obtenir des résistances peu susceptibles d'être contournées ;
- 2) l'utilisation de géniteurs possédant majoritairement un fond génétique cultivé, afin de limiter les caractères agronomiques et technologiques défavorables pouvant provenir des espèces sauvages ;
- 3) la mise en œuvre d'un schéma de sélection mêlant génotypage, phénotypage et évaluation multilocale des génotypes créés.

Trois sources de résistance ont été retenues au démarrage du programme : *Muscadinia rotundifolia*, des *Vitis* américaines, *Vitis amurensis* (espèce asiatique). La première source est représentée par des génotypes de 4^e ou 5^e croisement par des variétés cultivées (BC4 ou BC5), obtenus par Alain Bouquet à l'INRA à Montpellier. Les deux autres correspondent à des variétés inscrites récemment au catalogue allemand ou à des géniteurs conservés par des instituts de recherche allemands. Le déterminisme génétique des résistances portées par ces espèces peut être monogénique (*Run1*), oligogénique (par exemple *Rpv1* et *Rpv2*) ou polygénique. Il n'est pour l'instant pas possible de connaître avec précision quelles espèces de *Vitis* américaines interviennent réellement, car l'ascendance des géniteurs retenus fait intervenir jusqu'à 7 espèces et le déterminisme génétique des caractères de résistance mobilisés n'est pas connu dans sa totalité.

Le schéma de sélection a été largement revisité afin :

- 1) de tirer parti des possibilités offertes par la sélection assistée par marqueurs (sam),
- 2) de confronter les génotypes à des populations diversifiées de mildiou, d'oïdium et de pathogènes secondaires dans des conditions variées d'infection naturelle,
- 3) d'évaluer les aptitudes agronomiques et technologiques en deux stades seulement, de manière à raccourcir le processus.

Il est désormais organisé en 3 étapes, qui requièrent 16 années, soit une économie de 8 années par rapport à la procédure classiquement utilisée en amélioration de la vigne :

- Etape a : en serre (2 ans), la sélection s'opère principalement sur la résistance au mildiou et à l'oïdium et s'appuie sur un génotypage avec les marqueurs disponibles (sam), ainsi qu'un phénotypage complémentaire basé sur des tests de résistance.
- Etape b : une première évaluation au vignoble (6 - 8 ans), sur la base d'un dispositif en réseau avec 4 lieux (INRA Angers, Bordeaux, Colmar, Montpellier). Outre l'appréciation du niveau de résistance et de sa stabilité, il est possible dès ce stade d'évaluer les aptitudes culturales, le groupe de précocité, les caractéristiques gustatives du vin sur la base de microvinifications.
- Etape c : l'étude de la valeur agronomique et technologique (6 ans), conformément au règlement technique d'inscription au catalogue des variétés.

La première population de sélection a été créée en 2000, en collaboration avec un institut de recherche allemand. Elle combine deux sources de résistance, représentées par un géniteur BC4 de *M. rotundifolia* et la variété Regent N. inscrite au catalogue allemand en 1995. Les génotypes

ayant satisfait au tri précoce en serre ont été installés dans le réseau d'évaluation au vignoble (b) en 2004 et 2005. Grâce aux géniteurs regroupés à l'INRA Colmar, des populations d'effectifs beaucoup plus élevés ont été obtenues en 2005 et 2006, dont l'installation dans le réseau (b) est en cours. Ces dernières combinent trois sources de résistance.

Les premiers résultats enregistrés dans le dispositif en réseau montrent que les tests de résistance utilisés dans l'étape (a) pour quantifier la résistance au mildiou et à l'oidium sont relativement fiables, avec un taux de correspondance d'environ 75 %. La fiabilité des marqueurs de QTL de résistance est au moins aussi bonne pour le mildiou. Pour l'oidium en revanche, le marqueur du QTL issu de la variété Regent est associé à des niveaux de résistance plus variables. Il apparaît également que les individus porteurs des marqueurs de résistance des deux parents ne se distinguent pas phénotypiquement des individus porteurs de l'un ou l'autre seulement. Cela est cohérent avec l'effet majeur conféré par les seuls gènes *Run1* et *Rpv1*, et met en évidence l'apport du marquage pour le pyramidage de résistances. Nous notons en outre que pour quelques génotypes, le niveau de résistance au mildiou observé à Bordeaux et à Colmar est sensiblement différent, ce qui témoigne d'une interaction particulière entre souches de mildiou présentes et facteurs de résistance. Enfin, les suivis de maturation réalisés en 2006 et 2007 indiquent que la gamme de précocité observée dans les descendance est très large (1^e à 3^e époque). Cela est conforme à la grande différence de précocité des géniteurs utilisés et permet d'envisager la sélection de variétés adaptées aux possibilités thermiques actuelles et à venir des grands ensembles viticoles français (Septentrion, Façade atlantique, Rhône-Méditerranée). L'évaluation technologique a démarré en 2007, avec les premières vinifications en petits volumes (10 l) pour les génotypes les plus résistants.

PERSPECTIVES À COURT ET MOYEN TERMES

Les études génétiques en cours à l'INRA en collaboration avec les instituts étrangers vont permettre d'identifier de nouveaux gènes ou QTL de résistance, avec les marqueurs associés. Une part grandissante pourra ainsi être donnée à la sélection assistée par marqueurs pour le tri précoce (pyramidage de gènes ou QTL de résistance) et les effectifs en sélection pourront augmenter. La connaissance des interactions moléculaires des bioagresseurs avec la vigne durant l'infection va également progresser. La construction de géniteurs de résistance assistée par marqueurs, combinant des mécanismes de défense complémentaires, pourra alors être entreprise.

Les variétés en cours de sélection, et dont l'inscription pourrait intervenir à partir de 2016, supposent une révision du niveau de protection phytosanitaire et l'adaptation des itinéraires techniques. Bien que ces obtentions associent au moins deux sources de résistance, qui reposent sur des gènes ou QTL différents, il faut étudier les itinéraires techniques de protection phytosanitaire les mieux adaptés à leur utilisation. Ceux-ci peuvent aller de l'absence totale de protection à la réalisation d'un ou deux traitements positionnés à des moments clés du cycle des pathogènes, en fonction de la pression parasitaire. Il faut par ailleurs définir des protections spécifiques vis-à-vis des bioagresseurs dits secondaires et qui n'auraient pas pu être pris en compte par l'amélioration génétique, comme l'excoriose, l'antracnose ou le brenner.

Le travail d'innovation variétale qui a été initié par l'INRA sera envisagé dans un futur proche en partenariat et avec l'implication de l'IFV et des organismes régionaux, notamment dans la réalisation des expérimentations nécessaires aux derniers stades de la sélection.

Un label en Alsace

L'association Tyflo : 11 années de viticulture intégrée

Daniel ANSEN

Conseiller vigne et vin - Adar du vignoble

Chambre d'Agriculture du Bas-Rhin - 2 rue de Rothau - F-67210 Obernai

Tél. +33 (0)3 88 95 50 62 - E-mail : adar.vignoble@bas-rhin.chambagri.fr

RÉSUMÉ

L'association Tyflo a été créée en Alsace en 1997. Elle rassemble les viticulteurs pratiquant la production intégrée. Les pratiques recommandées sont mises à jour chaque année en collaboration avec l'OILB, les chercheurs, les firmes phytosanitaires et les organismes officiels. Les principaux engagements sont le maintien de zones écologiques refuges et le refus des produits phytosanitaires les plus nocifs. La labellisation d'une exploitation viticole suppose le respect d'obligations validées par l'OILB et le contrôle par un organisme externe. Pour de nombreux adhérents, l'expérience de la production intégrée a facilité le démarrage de la production biologique.

Mots clés : Agriculture durable, viticulture intégrée, OILB, enherbement, faune auxiliaire, traçabilité.

SUMMARY

Tyflo association was created in Alsace in 1997. It provides official recognition for sustainable viticulture practices that are modelled after international standards. Integrated production guidelines are updated every year according to the International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants (IOBC) recommendations and in relation with researchers, agro-chemical companies and agriculture administrations. Tyflo emphasizes that ecological compensation areas are maintained and prohibits most harmful chemicals. Producers who claim integrated production standards follow technical guidelines and are controlled by a third party. For many members, integrated production is a step toward organic viticulture.

Key words : *Integrated production, sustainable viticulture, IOBC, green cover, beneficial organism, traceability.*

INTRODUCTION

Au-delà des préoccupations légitimes du consommateur par rapport au goût et à la sécurité alimentaire, les vigneronns ont conscience que l'image de leur vin est liée aux conditions dans lesquelles il peut être produit, un environnement naturel considéré comme le bien de tous.

L'association Tyflo est un groupement de vigneronns alsaciens qui pratiquent la production intégrée selon les directives de l'Organisation Internationale de Lutte Biologique (OILB), organisme qui a agréé leur cahier des charges depuis le 1^{er} janvier 2000.

A l'origine de cette démarche se trouve un groupe de viticulteurs ayant mis en place, sur leur exploitation, des pratiques de production intégrée et qui souhaitent trouver un label.



L'enherbement contribue au paysage viticole alsacien

Ce groupe de producteurs commence à travailler sur la production intégrée en 1994. Cela représente une quinzaine de viticulteurs pour environ 200 ha. L'association Tyflo a vu le jour en 1997. A ce moment-là, elle regroupe 20 membres pour 300 ha. En 2001, 86 producteurs se sont engagés par un contrat à respecter un cahier des charges pour la production des raisins. Ils représentent environ 780 ha. En 2002, les chiffres culminent à 143 membres sur une superficie d'environ 1 300 ha. 103 membres ont alors signé un contrat pour une superficie

de 1 080 ha. Aujourd'hui, Tyflo regroupe 65 membres avec 820 ha de vignes. Ils sont contrôlés annuellement par un organisme externe indépendant.

UNE PHILOSOPHIE DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

L'association «Tyflo» a pour but de :

- promouvoir une viticulture respectueuse de l'environnement, économiquement viable, assurant ses fonctions multiples, notamment ses rôles sociaux, culturels et récréatifs,
- permettre une traçabilité des pratiques viticoles,
- encourager l'élaboration de grands vins dans un environnement de qualité,
- protéger la santé du consommateur en proposant des raisins et des vins présentant des niveaux minimums de résidus,
- limiter les traitements phytosanitaires au strict nécessaire afin de minimiser l'exposition du viticulteur, la pollution des eaux, de l'air et du sol, ainsi que de conserver et favoriser l'équilibre du sol à longue échéance,
- promouvoir la diversité des paysages viticoles dans son cadre régional par l'entretien des murets, le maintien des talus, des buissons, des friches qui sont des niches écologiques,
- donner aux générations futures les moyens de perpétuer les valeurs du métier de vigneron,
- valoriser la production de Tyflo par le biais d'une marque collective,

DEUX EXIGENCES FORTES



Les viticulteurs en production intégrée ne dés herbent pas les fossés

Toute comme la viticulture raisonnée, la viticulture intégrée fait appel à des observations de terrain et à des seuils d'intervention. L'enherbement fait partie intégrante de la démarche. Bien que la réglementation ait rattrapé le cahier des charges Tyflo dans certains domaines, ce dernier se démarque aujourd'hui par deux exigences fortes. La première demande qu'au sein du vignoble, 5 % des surfaces restent à l'état naturel. Ces zones écologiques refuges, encore appelées zones de compensation écologiques ou niches écologiques, incluent de préférence des talus, des haies et des bosquets mais également les tournières. Elles hébergent une flore diversifiée, elle-même indispensable à une faune diversifiée. Or une faune diversifiée inclut des typhlodromes, des trichogrammes, des coccinelles, des chrysopes et

des araignées. Ce sont autant de prédateurs naturels des acariens, des pucerons et des vers de la grappe. La seconde exigence forte impose de se limiter aux produits phytosanitaires qui sont

peu nocifs pour l'homme et qui préservent les phénomènes de régulation naturelle et les insectes auxiliaires. Ainsi, la désinfection des sols est interdite à cause de son rapport bénéfique/risque particulièrement défavorable. Les fongicides anti-botrytis sont interdits car ils représentent la principale source de résidus dans les vins. Dans un vignoble éloigné des influences océaniques et produisant 9 % de vin rouge, il paraît acceptable de limiter la pourriture par la prévention.

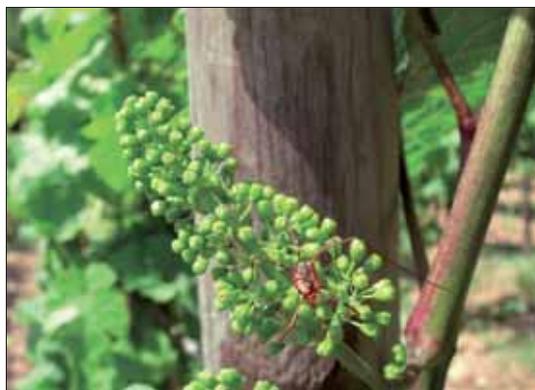
LES LIGNES TECHNIQUES

Les produits phytosanitaires permettent un meilleur contrôle de nombreux organismes nuisibles au rendement et à la qualité de la production. Cependant leur emploi peut être réduit. Les modèles de prévision aident à positionner les traitements au moment le plus opportun. Ils peuvent être associés à d'autres méthodes de lutte. Ces méthodes font appel à une meilleure compréhension des équilibres naturels, à des techniques physiques et à des techniques biologiques. Développées depuis près de 50 ans elles sont maintenant très largement appliquées.

Présentons concrètement la lutte contre le mildiou. Les viticulteurs ont la possibilité d'appliquer des mesures préventives : modérer la vigueur de la vigne, enfouir les feuilles mortes porteuses d'œufs d'hiver, réduire les risques d'apparition d'eau stagnante, épamprer suffisamment tôt, détruire les jeunes plants issus des pépins germés, éviter l'entassement du feuillage. Concernant la lutte chimique, ils doivent démarrer la lutte suite à l'observation des premières taches de la région, s'informer de la modélisation et des observations par les organismes officiels, rechercher les symptômes sur leurs propres parcelles, suivre les conditions météo pour adapter la fréquence de renouvellement, se servir du rognage en cas de maladie déclarée.

Continuons avec la lutte contre l'oidium. La prévention peut être obtenue en modérant la vigueur de la vigne et en évitant d'implanter les cépages les plus sensibles à proximité d'une forêt, d'un ruisseau ou d'une colline portant de l'ombre. Pour raisonner la lutte chimique en Alsace, Tyflo recommande de démarrer les traitements au stade boutons floraux séparés, de rechercher l'apparition de symptômes, de s'informer des observations par les organismes officiels, d'arrêter la lutte à la fermeture de la grappe et de prendre en compte les particularités parcellaires.

S'agissant du botrytis, l'association préconise de cumuler les mesures prophylactiques. La priorité vient à la modération de la vigueur par la réduction de la fertilisation et l'enherbement. L'ébourgeonnage et l'effeuillage complètent le travail de prévention.



Les araignées sont des prédateurs des vers de la grappe

Pour terminer avec les vers de la grappe, Tyflo recommande de favoriser les parasitoïdes des tordeuses en maintenant une réserve permanente de plantes en fleurs. Elles constituent un gîte et fournissent une alimentation en l'absence de pontes à parasiter. La lutte chimique en première génération s'avère généralement inutile. Avec une seconde génération bien marquée, les applications d'insecticide peuvent se faire à partir des observations des

organismes officiels et de sa propre connaissance des parcelles. Les régulateurs de croissance des insectes et les spécialités BT suffisent à maîtriser la pression dans le contexte régional. La confusion sexuelle est vivement recommandée.

LE DÉVELOPPEMENT DE LA VITICULTURE INTÉGRÉE



L'enherbement temporaire peut être pratiqué dans les jeunes vignes

Les attentes des viticulteurs en production intégrées sont variées et susceptibles d'évoluer au cours du temps. L'histoire de l'association Tyflo en témoigne. Au démarrage, les viticulteurs étaient demandeurs d'informations pour préserver leur santé et leur environnement. Ces informations ont été obtenues par des échanges d'expérience, les résultats des chercheurs et l'OILB. Par la suite, les viticulteurs ont ressenti le besoin d'une reconnaissance officielle, alors que des nouveaux adhérents découvraient encore la démarche. Le regroupement en association génère cependant des coûts : 140 € d'adhésion pour 13 ha. Le contrôle réalisé annuellement revient à 315 € en 2008. L'espoir d'un retour financier s'est

rapidement heurté au déficit d'image de la viticulture intégrée auprès des consommateurs. Des efforts ont donc été rapidement entrepris ; diffusion de contre-étiquettes pour les bouteilles, d'étiquettes pour les cartons, de posters pour les salons, de panneaux pour l'entrée de l'exploitation, création d'un site internet (www.tyflo.org), participation à la foire expo de Strasbourg. A côté de cela, nombre d'adhérents continuent à progresser en pratiquant la protection fongicide comme en viticulture biologique. Cela, ajouté à l'intérêt croissant des consommateurs pour les produits bio, incite chaque année une poignée de viticulteurs à délaissier l'association suite à une conversion à la viticulture biologique. Le noyau des viticulteurs en production intégrée se réduit. Certains d'entre eux restent cependant accrochés au nombre réduit de traitements comparé à la viticulture biologique. L'entretien mécanique du sol leur paraît aussi comme une contrainte. L'impact régional de Tyflo mérite d'être signalé. L'association diffuse chaque année un guide pour la production intégrée qui constitue son cahier des charges. Les chapitres de ce guide donnent des recommandations pour les différents travaux de la vigne. Ce guide inclut la grille de contrôle. En fin du guide se trouvent la liste verte (produits phyto-sanitaires recommandés) et la liste jaune (produits phyto-sanitaires acceptés). La publication de ces listes a été innovante dans le sens où elles rassemblent les produits les moins nocifs et renseignent sur la dose par hectare, le délai avant récolte, la persistance, la DL50 (dose létale), le classement toxicologique, la ZNT et le délai de rentrée. Le principe de liste restrictive a rapidement inspiré des coopératives vinicoles et des négoce, qui ne se sont toutefois pas rattachés à la viticulture intégrée. Pour terminer, le contrôle externe passe en revue les obligations à respecter, telles que les règles d'emploi des produits phytosanitaires. Il examine aussi les engagements optionnels des viticulteurs, comme par exemple la fauche alternée ou l'effeuillage.

LA VITICULTURE INTÉGRÉE À LA PORTÉE DE TOUS

Dans un contexte de forte concurrence mondiale, la filière vitivinicole doit être de plus en plus performante, tout en prenant en compte la protection de l'environnement et de l'homme.



Les haies contribuent à l'équilibre de l'écosystème

L'avenir de la viticulture intégrée est assuré. Les équilibres naturels sont de mieux en mieux compris et pris en compte, de même que l'impact des produits de traitement. Des améliorations sont cependant attendues pour mieux adapter la protection en fonction de la pression. Si la modélisation de la pression du mildiou donne de bons résultats à l'échelle régionale, elle montre ses limites à l'échelle de l'exploitation et de la parcelle. Les relevés pluviométriques individuels ont toujours leur utilité. Quant

à la modélisation de la pression de l'oïdium, elle doit encore faire ses preuves. La rosée nocturne et la couverture nuageuse restent de bons indicateurs intuitifs. S'agissant du botrytis, les viticulteurs agissent par tâtonnements en attendant des avancées scientifiques. Enfin, le court-noué pose toujours des difficultés lors de la replantation d'une vigne, tant en viticulture conventionnelle qu'en viticulture intégrée. Dans l'état actuel des connaissances, la conduite de la vigne en production intégrée implique donc l'acceptation de dégâts mineurs, éventuellement accompagnés de pertes quantitatives.



BIBLIOGRAPHIE

- Boller E.F., Van Lenteren J.C., Delucchi V. (ed.), 2006. **50 years IOBC 1956-2006**. 275 pp.
- Boller E.F., Häni F., Poehling H.-M. (ed.), 2004. **Ecological infrastructures:ideabook on functional biodiversity at the farm level temperate zones of Europe**. 220 pp.
- Celette F., 2007. **Dynamique des fonctionnements hydrique et azoté dans une vigne enherbée sous climat méditerranéen**. Thèse de Montpellier Supagro. 411 pp.
- Charmillot P.J., Pasquier D., 2006. **Neuf ans de lutte par confusion contre les vers de la grappe à Yvorne**. Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture, vol. 38 (3), p.167-173.
- Coulon T., Sentenac G., 2001. **Un référentiel national « Production intégrée des raisins » pour les vignobles français**. Bulletin de l'OIV, vol. 74, n°845-846, p.445-462.
- Emmett R.W. (ed.), 2003. **Strategic use of sulphur in integrated pest and disease management (IPM) programs for grapevines**. Final report to grape and wine research and development corporation. 222 pp.
- Fargeas E., 2005. **Influence de la structure du paysage sur les populations d'insectes ravageurs de la vigne**. Mémoire de fin d'études de ENIHP 66 pp.
- Malavolta C., Boller E.F. (ed.), 1999. **Guidelines for integrated production of grapes. Technical guideline III**. IOBC WPRS Bulletin, vol. 22 (8), 75 pp.
- Linder C., Viret O., Spring J.-L., Droz P. Dupuis D., 2006. **Viticulture intégrée et bio-organique : synthèse de sept ans d'observations**. Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture, vol. 38 (4), p.235-243.
- Thierry D., Xuereb A., Villemant C., Sentenac G., Delbac L., Kuntzmann P., 2001. **Les parasites larvaires de tordeuses du vignoble : aperçu de quelques espèces présentes dans trois régions viticoles françaises**. IOBC WPRS Bulletin, vol. 24 (7), p.135-142.

Démarche de production intégrée sur un réseau de fermes viticoles de référence :

état des pratiques et voies d'amélioration

Steps to integrated production on a network of reference viticultural enterprises :

present practices and ways of improvement

Thierry COULON et al - Institut Français de la Vigne et du Vin

Rapporteur du groupe de travail Production Intégrée en viticulture

39 rue Michel Montaigne - 33290 BLANQUEFORT - Tél. 05 56 35 58 80 - E-mail : thierry.coulon@vignevin.com

RÉSUMÉ

Les observations effectuées sur un réseau de fermes de référence doivent permettre de disposer de références fiables pour la filière viti-vinicole sur les conditions d'adaptation de ces exploitations à un système de production intégrée (PI). Deux questions se posent : est ce techniquement et économiquement réalisable ? et comment les viticulteurs s'adaptent et font évoluer leurs pratiques. L'action menée de 2000 à 2007 a nécessité dans un premier temps la création d'outils support à cette démarche innovante, aussi bien sur le plan technique qu'économique (référentiel PI, diagnostic technique...). L'évaluation technique est appuyée sur la traçabilité des opérations et pratiques mises en œuvre par les viticulteurs. Nous constatons dans un premier temps une rapide progression des exploitations dans la démarche mais ensuite un plafonnement de cette progression bien que des solutions validées soient disponibles (hors cas des impasses ; flavescence dorée, maladies du bois...). Au niveau économique, les résultats obtenus nous fournissent suffisamment d'éléments pour penser que les coûts spécifiques à la PI ne sont pas une cause suffisante pour expliquer la stagnation des exploitations dans leur évolution. Ces constats nous ont amenés à orienter notre recherche sur d'autres facteurs, d'ordre sociologique, dont il semble maintenant évident qu'ils constituent un élément significatif pouvant conditionner et expliquer les modes de détermination, d'engagement et de choix des viticulteurs.

Mots clés : Système de production, production intégrée, diagnostic technique, coûts spécifiques, facteurs sociologiques

INTRODUCTION

A partir de 2000 et sur 6 années consécutives, l'IFV et ses partenaires chambres d'Agriculture d'Aquitaine et des Charentes s'engagent dans une « étude système » dont l'objet est de concourir à la mise en œuvre des méthodes les plus respectueuses de l'homme, de l'environnement et du produit validées à cette époque par la communauté scientifique et technique au sein de l'itinéraire de production viticole.

L'objet est double :

- Evaluer la faisabilité de la production intégrée en viticulture.
- Evaluer la capacité d'adaptation des viticulteurs, d'appropriation des innovations et en préciser les conditions d'optimisation.

METHODOLOGIE - OUTILS D'APPUI DE VALIDATION

Faisabilité technique

Il s'agit de doter la filière viticole des références permettant l'engagement maîtrisé d'une démarche « PI » :

- Définition des itinéraires techniques et évaluation des coûts.
- Incidence sur l'emploi des intrants, la qualité des produits (raisins) et du produit fini (vin),
- Définition des outils de pilotage de ce système de production en viticulture (procédures de suivi, modes opératoires, système d'auto contrôle des itinéraires techniques),
- Choix des outils de pilotage et définition des critères mesurables les plus pertinents et autant que possible, les moins contraignants pour le viticulteur.

Différents documents d'orientation, d'outils d'aide à la décision et d'évaluation ont été élaborés :

- Un référentiel national « Production Intégrée de raisin » précise l'état du savoir faire en termes de méthodes et pratiques à mettre en œuvre,
- Un diagnostic technique des pratiques permet de situer les exploitations par rapport aux exigences et aux méthodes PI. Les critères d'évaluation, qualitatifs ou quantitatifs, sont issus d'une lecture directe du référentiel. Ils permettent de suivre l'évolution inter-annuelle des pratiques du viticulteur et de la visualiser sur des diagrammes simples, en radar,
- Une grille de traçabilité permettant à la fois de lister les informations à mobiliser sur l'exploitation et d'évaluer le taux de traçabilité effective par rapport à celle nécessaire,
- Un cahier de suivi constitué de fiches de pré-saisie pour chaque axe technique du référentiel.

Enfin le réseau de fermes de référence est progressivement constitué (26 fermes dont 22 contribuent à cette synthèse).

Faisabilité économique

Pour identifier les coûts spécifiques à la PI, nous proposons un schéma de fonctionnement général d'une exploitation viticole (en PI ou non) à partir duquel nous pouvons faire ressortir clairement les postes influencés par la PI.

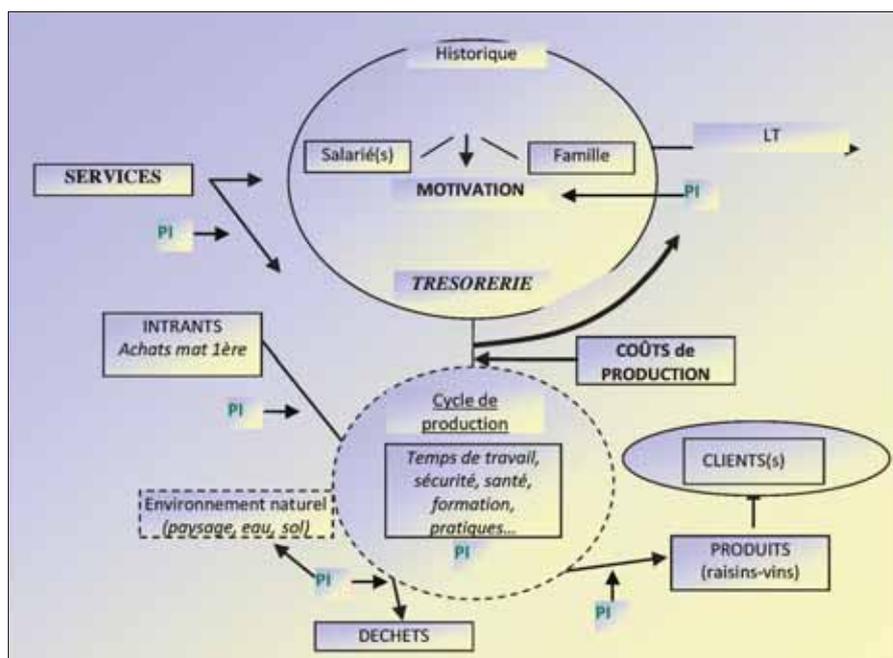


Schéma 1 : Approche globale du système d'exploitation viticole
Global approach of the farms exploitation system

Dans la partie haute du schéma 1, nous considérons deux sujets d'observation, l'exploitant et l'exploitation en interaction (cœur du système), qui constituent un couple influencé par des éléments extérieurs, locaux ou plus globaux (contexte général de la viticulture...). Dans la partie basse du schéma, les années se superposant, le cycle de production rattaché à l'ensemble statique exploitant / exploitation prend une trajectoire dynamique ; c'est pourquoi il est important de prendre en compte le facteur "temps" : notre étude doit être pluriannuelle. Ces travaux ont été conduits en collaboration avec l'Enita de Bordeaux et l'Université Bordeaux IV.

Etude des freins et volet sociologique

Etude des freins - En 2004, nous avons mis en œuvre un travail spécifique d'investigation auprès des producteurs dans l'objectif de mieux cerner ce que nous avons appelé les "freins" à la démarche PI. Le frein est défini comme étant la cause de non-réalisation d'un objectif. Afin de repérer ces « freins », un diagnostic inter-annuel et une grille des non-conformités PI sont établis. Une analyse textuelle du discours de chaque exploitant enquêté est réalisée. Les comportements, raisonnements, attitudes des viticulteurs sont détaillés et permettent d'identifier les freins et d'en effectuer une typologie.

Etude sociologique en 2005 - Un entretien semi directif, organisé autour d'un questionnaire pré établi, oriente les échanges sur les pratiques des viticulteurs, les raisons des évolutions ou non évolutions, puis sur les questions d'ordre sociologique proprement dites : caractéristiques propres à l'exploitant (âge, formation, etc.) et réseau de dialogue personnel (avec ses pairs, les techniciens, autres interlocuteurs et types de contacts/échanges...).

Ces investigations complémentaires ont été conduites en collaboration avec l'Enesa de Dijon

LES RÉSULTATS APRES 6 ANNÉES D'ÉTUDE

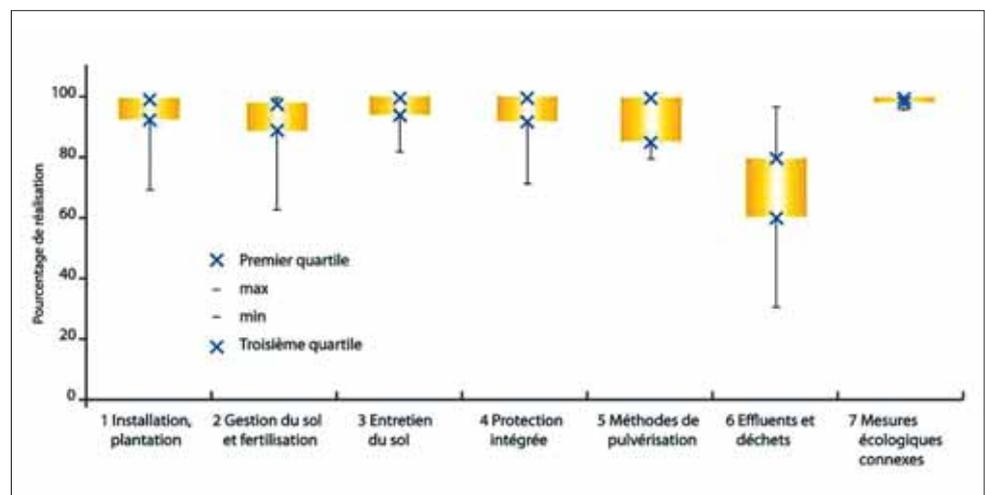
La vision globale du réseau après 6 années d'observation

Dans la démarche de chaque exploitation, on peut observer deux périodes successives :

D'abord une volonté d'adaptation des viticulteurs :

Après un premier bilan des pratiques et une prise de conscience des problèmes environnementaux, des objectifs d'amélioration sont fixés, les adaptations se font au rythme propre de chaque viticulteur (à partir de son niveau d'organisation initial). Les moyens financiers de l'exploitation orientent les choix, en particulier dans les délais de réalisation de certains investissements (local phytosanitaire, dalle de lavage des pulvérisateurs...), mais aussi dans la stratégie de progression adoptée. Malgré des situations technico-économiques et géographiques diverses, les résultats obtenus dans la plupart des exploitations sont assez homogènes dans la maîtrise des pratiques.

Globalement, ces résultats sont encourageants et rassurent quant à la faisabilité de la démarche en viticulture.

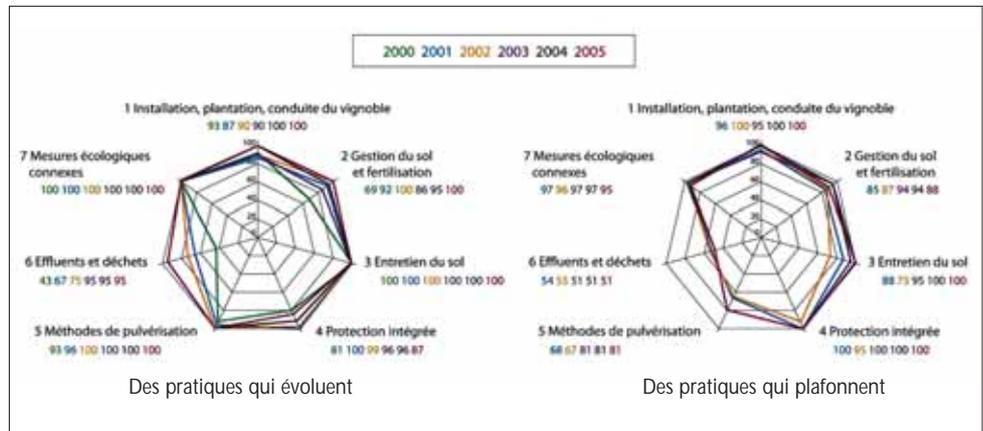


Graphique 1 : Pourcentage de réalisation par les exploitations des objectifs fixés, exemple de distribution des observations en Aquitaine

Percentage of realisation of the objectives, exemple of distribution of the observations in Aquitaine

Ensuite un plafonnement relatif dans la progression :

- Après quelques années, certaines exploitations poursuivent leur progression vers une atteinte de la globalité des objectifs, mais pour d'autres, une pause de cette progression est observée.
- Parmi les points posant problème : la fertilisation raisonnée, l'équipement des pulvérisateurs, la protection individuelle des opérateurs lors des traitements, la maîtrise des effluents, des déchets et des pollutions.



Graphique 2 : Exemples d'exploitations : l'une évolue et l'autre plafonne
Farms exemple : one evolves, the other doesn't

La situation du réseau après six années

Aucune des exploitations du réseau n'atteint 100 % des objectifs minimums fixés. Pour six chapitres, 100 % des objectifs fixés sont atteints par une ou plusieurs exploitations, mais pour le chapitre « effluents et déchets », aucune exploitation n'atteint 100 % des objectifs. Des écarts importants demeurent entre les différentes exploitations de référence.

Les exploitants semblent donc confrontés à des difficultés de mise en œuvre de certaines dispositions du référentiel (tant au niveau des pratiques que d'investissements à réaliser). Ce constat a justifié un travail spécifique d'investigations complémentaires auprès des producteurs afin de mieux cerner ce que nous avons appelé les freins à la démarche, et qui a débouché sur un plan d'action permettant ensuite de dépasser les problèmes repérés.

Typologie des freins à la démarche PI

Typologie des principaux freins identifiés

Freins économiques : pour la majorité des exploitants (82 %), la production intégrée génèrerait des surcoûts, en investissement et en main-d'œuvre, dans un contexte économique actuellement défavorable. Une concurrence est constatée entre les investissements qualitatifs destinés à améliorer la qualité du vin et ceux permettant une maîtrise des impacts environnementaux. L'absence de valorisation économique est pratiquement toujours citée.

Freins liés au raisonnement du viticulteur : on retrouve la difficulté de hiérarchiser des priorités, le poids des contraintes supplémentaires liées à la production intégrée (dont la traçabilité et les contrôles) et un certain scepticisme ou une passivité par rapport aux renseignements à prendre, une attente d'aides possibles.

Freins techniques : certaines impasses ou difficultés pratiques sont rappelées : traitement contre la flavescence dorée, matériels inadaptés, équipements de protection individuelle mal commodes et inconfortables...

Freins humains : une formation continue adaptée éviterait des défauts de compétence. On a parfois du mal à comprendre la logique des choix effectués. La motivation est souvent évoquée. Des composantes sociologiques interviennent dans les choix et l'engagement ou non du viticulteur dans l'action concrète.

Défauts d'information : les entretiens avec les viticulteurs font ressortir des difficultés d'accès à des références souvent dispersées et partielles, un défaut de disponibilité et une méconnaissance des risques et de la réglementation...

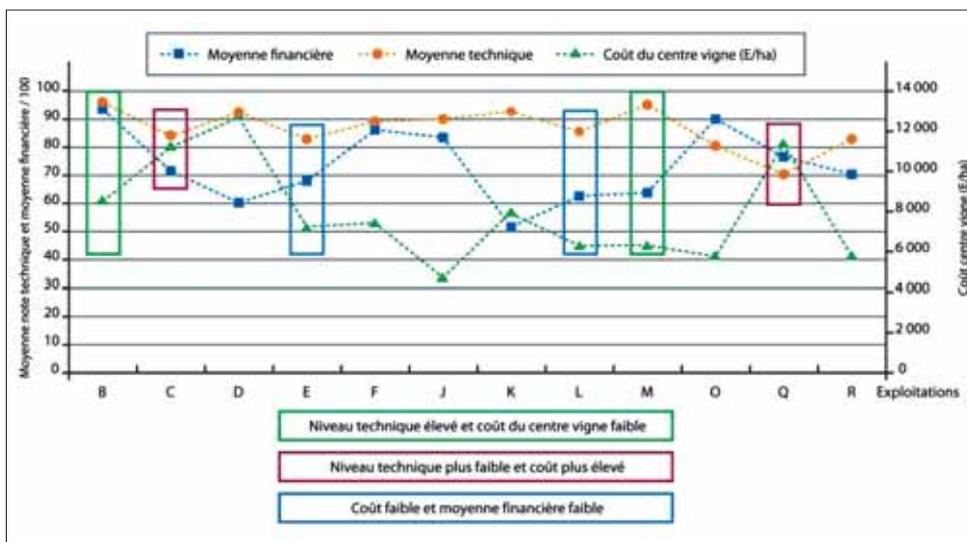
Cependant, hormis le cas d'impasses techniques clairement identifiées, si les informations recueillies peuvent expliquer les plafonnements de progression constatés sur le réseau, elles ne peuvent les justifier.

En effet dans la plupart des cas des solutions validées existent. Il est vrai que certaines peuvent être contraignantes et sont parfois mal connues. La situation économique dégradée de la filière en fin de période d'étude et l'inquiétude des professionnels jouent également un rôle.

Une validation économique de la démarche qui reste à finaliser

Des niveaux de coûts très différents, des situations financières plutôt satisfaisantes, des choix de gestion pour partie patrimoniaux, des situations structurelles et d'accès au marché très diverses, autant de facteurs qui expliquent la grande diversité économique des exploitations étudiées. Les variations des coûts liés strictement à la démarche production intégrée ne peuvent pas ressortir de manière évidente dans l'analyse effectuée. Elles restent à identifier par une méthode plus affinée, mieux adaptée, sur laquelle un programme de recherche conjoint entre INRA et ENITA est en cours.

Si l'on veut répondre à la question « Combien coûte en plus (ou en moins) la mise en place de la démarche production intégrée ? », il faut de nombreuses données quantitatives (coûts et temps de travaux) mais aussi qualitatives (choix du viticulteur à l'origine de ces coûts). Cependant, les indicateurs issus de cette première approche « exploratoire », même imparfaits, nous laissent penser que les coûts strictement spécifiques à la démarche production intégrée influencent peu le résultat des exploitations. Par contre, les situations de trésorerie resserrée du fait de la conjoncture actuelle peuvent amener à différer des investissements qui seraient nécessaires.



Graphique 3 : Position relative des indicateurs financiers, des coûts du centre vignes et des niveaux techniques par exploitation, en 2002
Relative position of financial indication, vineyards costs and technical levels per farmer in 2002

Le graphique 3, montre qu'aucune corrélation n'a pu être établie entre niveau des performances techniques et coûts correspondants constatés sur les exploitations. Ainsi un niveau d'atteinte élevé des objectifs de la PI peut être obtenu dans des conditions de coûts parfaitement maîtrisés ; mais l'inverse peut être vrai ; le pire des cas étant des performances limitées à coûts élevés !

Les composantes sociologiques d'engagement dans la démarche

L'approche des facteurs techniques et économiques conduite sur le réseau PI montre qu'ils ne peuvent expliquer seuls l'engagement des viticulteurs dans la démarche. D'autres composantes, d'ordre sociologique semblaient à prendre en compte pour mieux comprendre

les positionnements décisionnels des chefs d'exploitation. Pour mieux approcher cette dimension sociologique, on s'est plus particulièrement intéressé aux dialogues sur les pratiques viticoles qu'entretient chaque viticulteur du réseau de production intégrée avec des conseillers et d'autres viticulteurs. Sur treize personnes enquêtées, quatre grands types de réseaux relationnels peuvent être distingués en fonction du nombre de collègues et de conseillers avec qui chacun est en relation.

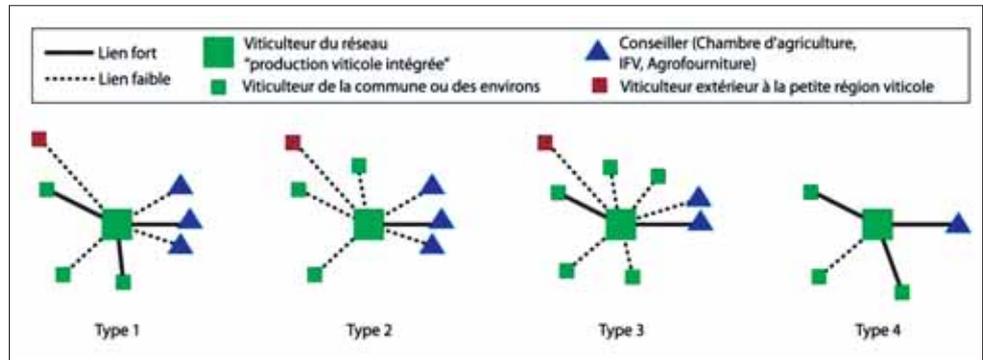


Schéma 2 : Approche sociologique 2005 : types de réseaux de relations des viticulteurs
 2005 sociological approach : vine grower types of relationship networks

Lorsque l'on met en perspective ces types de réseaux avec la mise en œuvre des pratiques préconisées par les viticulteurs enquêtés, on constate que ceux du type 2 et, de manière encore plus marquée, ceux du type 1, ont les pratiques les plus conformes aux prescriptions de la production intégrée. Inversement, ceux du type 3 et, de manière encore plus prononcée, ceux du type 4, ont les pratiques les moins conformes. Trois traits permettent de caractériser un gradient : le moment d'engagement dans la démarche de production intégrée, la nature des liens entretenus avec l'encadrement technique et la nature des liens établis avec des pairs. Schématiquement, le type 1 est constitué des viticulteurs engagés le plus anciennement dans la démarche, ayant le nombre le plus conséquent d'appuis de la part de l'encadrement et possédant des liens conséquents avec d'autres viticulteurs en termes de nombre et de contenu technique.

Par rapport à une stratégie d'accompagnement des viticulteurs dans la démarche vers la production intégrée, il est intéressant de bien considérer les différents positionnements professionnels que nous avons identifiés :

- Certains viticulteurs, motivés et bien accompagnés techniquement, ayant pu ou su s'engager dans une dynamique de groupe stimulante avec quelques collègues motivés constitueront l'élément minoritaire, mais moteur et démonstratif de la faisabilité et de l'intérêt d'une démarche de production intégrée maîtrisée.
- D'autres, installés dans un certain conformisme, tendent à simplement reproduire les comportements majoritaires de la profession. Capables techniquement et économiquement de s'engager dans une modification de leur système de production, ils ne le feront réellement et surtout complètement que sous l'incidence d'éléments extérieurs éventuellement contraignants (réglementation, contrôles, situation de marché imposant des cahiers des charges...).
- D'autres enfin, insuffisamment ouverts sur leur milieu professionnel, paraissent de ce fait freinés dans les évolutions proposées.

Complétant les informations déjà obtenues sur le plan technique et partiellement sur le plan économique, l'analyse sociologique que nous avons abordée en 2005 apporte des éléments structurants permettant de mieux appréhender les comportements professionnels et ainsi, de mieux adapter les stratégies de sensibilisation à une viticulture durable. Ces éléments sont source de réflexion et d'adaptation au sein de l'équipe de conseillers viticoles des régions Aquitaine et Charentes ayant participé aux travaux.

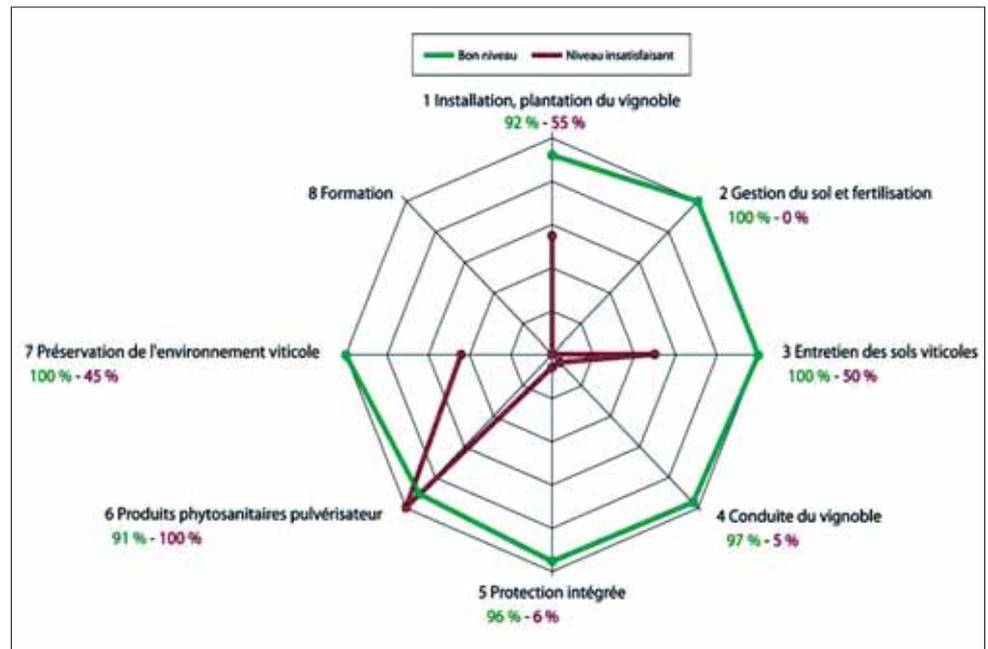
Atteinte des objectifs pour chaque chapitre technique du référentiel
 « Production Intégrée de Raisin »

Une présentation détaillée des résultats obtenus sur le réseau de fermes de référence PI a été publiée par l'IFV en mars 2008 (plaquette « Itinéraire° 17 – Production Intégrée de raisins, de

la conception à l'application : état des pratiques et voies d'amélioration »). Nous rappellerons ici les principaux acquis et aussi les difficultés rencontrées par les producteurs dans la mise en œuvre des méthodes et pratiques qui leur sont proposées dans le cadre de la démarche PI.

L'amélioration de la traçabilité sur les exploitations

Le diagramme ci-dessous illustre deux niveaux de traçabilité évaluée sur des exploitations en 2002 à partir de la grille de traçabilité présentée chapitre 2.1. Cette grande disparité se réduit peu à peu par une meilleure organisation de la saisie des informations et de l'archivage des données et des documents. Certaines exploitations s'équipent de logiciels de gestion parcellaire.



Graphique 4 : Deux niveaux de la traçabilité constatés sur deux exploitations en 2002
Two levels of traçability on two farms in 2002

Installation, plantation et conduite de la vigne

Constat est fait d'un respect général des terroirs et de l'environnement. Pas d'intervention abusive sur la morphologie des parcelles. Un équilibre optimum du développement végétatif par rapport à l'objectif de production est raisonné dès ce stade avec des hauteurs de feuillage optimisées.

L'analyse avant plantation reste cependant insuffisamment ou parfois mal utilisée et les choix à long terme de ce fait inadaptés : fumures de fond excessives, porte-greffe parfois mal raisonné, matière organique sous estimée... Non raisonné à la plantation, le contrôle de l'érosion en coteau s'avérera difficile. Les pratiques de repos minimum avant replantation avec implantation d'un couvert végétal temporaire restent mal appliquées.

Gestion des sols et fertilisation

La nécessité d'une limitation strictement raisonnée des apports d'azote est un acquis. La notion de plan global de fertilisation se « démocratise », mais l'application pratique de la fertilisation reste à la fois assez routinière et soumise aux aléas économiques (on peut passer du tout au rien selon la conjoncture indépendante de toute analyse technique). Les analyses de sol et de pétioles restent partiellement utilisées et mal valorisées ; elles sont souvent réservées aux parcelles « à problèmes » (carences et autres symptômes). Ces difficultés illustrent bien la complexité réelle des inter-relations entre le sol et la plante, et la difficulté d'établir des diagnostics fiables et suffisamment précis. Une cartographie des sols des exploitations avec identification des principales unités de sols constituerait une avancée significative pour la définition de stratégies optimales de gestion des sols.

Entretien des sols

Un constat : le désherbage intégral a complètement disparu dans nos exploitations de référence. L'enherbement maîtrisé se généralise, combiné avec travail du sol ou désherbage chimique sous le rang. Le reverdissement hivernal est pratiqué sur les parcelles les moins vigoureuses, non enherbées.

Cette évolution des pratiques au détriment des interventions chimiques reste vécue comme contraignante, plus onéreuse en main-d'œuvre et énergie.

Protection intégrée

Le tableau 1 présente l'état de conformité des pratiques sur les exploitations de référence par rapport au cahier des charges « PI » pour la région bordelaise (règles de décision validées au plan régional, liées au contexte agronomique de la production viticole bordelaise)

Rappel des objectifs :

- Réduire la sensibilité de la plante (prophylaxie).
- Réduire les intrants pesticides au strict nécessaire.
- Protéger la vigne et la récolte en privilégiant la mise en œuvre de mécanismes de régulation naturelle.
- Réduire la pollution du milieu naturel.
- Réduire les risques encourus par l'utilisateur.

INDICATEURS EVALUES	Notes moyennes obtenues	Conformité des pratiques/PI en % d'exploitation
MESURES PROPHYLACTIQUES		
Arrachage et brûlage des souches mortes / maladies du bois	7,33	
Epamprage (de la tête et du tronc)	8,53	
Surface effeuillée / SAU totale qui le justifie	8,87	
Surface éclaircie / SAU totale qui le justifie	7,87	
Surface où la vigueur peut être considérée comme excessive ou trop faible	8,90	
SUIVI DE L'ETAT SANITAIRE DU VIGNOBLE		
Mildiou	10,00	
Oidium	10,00	
Black-rot	9,33	
Botrytis	10,00	
Accès régulier à un service d'avertissement	10,00	
Prise en compte des informations issues de modèles validés, pour la protection du vignoble	10,00	
CONTROLE DES POPULATIONS DE RAVAGEURS ET RESPECT DES SEUILS DE TOLERANCE		
Surface couverte par piégeage tordeuses / SAU viticole qui le justifie	9,77	
Surface sur laquelle des comptages de glomérules sont effectués / SAU viticole	8,21	
% parcelles sur lesquelles des comptages d'acariens phytophages sont réalisés	9,21	
% parcelles sur lequel des comptages des cicadelles sont réalisés	9,14	
FAUNE AUXILIAIRE		
Surface couverte par la présence significative d'acariens prédateurs (60% de feuilles occupées) / SAU viticole	8,98	
Surface couverte par la présence d'un autre auxiliaire (chrysope) / SAU viticole	9,67	
UTILISATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES		
Surface [insecticides BT + confusion sexuelle + RCI] / surface à traiter	8,67	
Enregistrement des apports (date, quantité, produits, justification) / parcelle	10,00	
% de produits utilisés appartenant à la classe « utilisable en PI »	9,77	
Utilisation de produits « non utilisables »	10,00	
Utilisation de « produits non utilisables sauf dérogation » sans dérogation	10,00	
Surface ayant reçue une application moins de 30 jours avant récolte / SAU viticole	10,00	

■ objectifs totalement atteints ■ objectifs partiellement atteints ■ objectifs non atteints

Tableau 1 : Conformités des pratiques « Production Intégrée » en fin de programme
Practices conformity at the end of the program

Globalement, le tableau illustre bien un niveau d'atteinte des objectifs satisfaisant, mais avec des champs de progrès qui restent des plus conséquents :

- La prophylaxie, qui associe des mesures techniquement accessibles et préconisées depuis longtemps reste le « parent pauvre » dans les actions mises en œuvre.
- Une difficulté essentielle reste la possibilité pour le viticulteur (ou son conseiller) d'accéder à une capacité réelle de décision à partir d'outil d'aide et de règles à sa portée.

Le pouvoir « séparateur » des techniques d'observations doit permettre d'argumenter des choix clairs de déclenchement ou non d'un traitement et sans doute à l'avenir, des concentrations minimales nécessaires pour enrayer un départ épidémique. La prise de décision reste tributaire des limites relatives aux questions d'échantillonnage et de représentativité, de rythme des

contrôles par rapport aux cycles biologiques, et de validité des seuils forcément arbitraires. L'incertitude inhérente aux méthodes de contrôle constitue donc le talon d'Achille de la protection intégrée, sachant que la décision de non-traitement représente toujours un risque à court terme. Il faut être aussi conscient que la réduction du recours aux intrants phytosanitaires n'est que toute relative, les alternatives aux outils chimiques restant limitées en particulier pour les maladies cryptogamiques. Alors que le plan national de réduction de l'emploi des pesticides en agriculture fixe un objectif de 50 % de réduction du recours aux produits phytosanitaires appliqués dans un proche avenir, un véritable challenge est à relever pour la recherche et la profession viticole dans ce domaine !

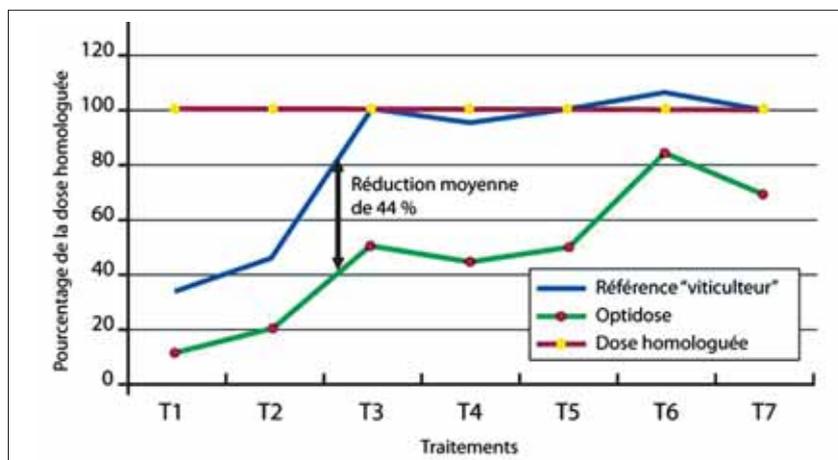
A terme cependant, deux étapes importantes se dessinent qui devraient favoriser le développement de la protection intégrée : les techniques de viticulture de précision permettront d'améliorer la qualité des informations relevées sur les parcelles et d'apporter également des solutions de gestion adaptées à la diversité des situations observées.

La mise en commun des informations est incontournable pour valoriser, par un traitement global, la masse considérable des données qui peut être concentrée au sein d'un réseau de producteurs. Les systèmes de représentation cartographique constituent à ce titre l'outil idéal de restitution de l'information patrimoniale commune : l'optimisation des techniques de protection intégrée repose donc clairement sur le développement de systèmes d'information intégrée.

Sécurité de la pulvérisation

C'est le niveau des matériels anciens qui pose le plus de problèmes. Il limite à la fois l'optimisation possible de l'efficacité des traitements, avec réduction maximale des dérives de pulvérisation (pollution diffuse) et des risques pour l'opérateur. Pourtant, ce type de matériel se renouvelle actuellement au rythme de 5 % par an, soit une durée de vie moyenne de 20 ans ! L'adaptation des matériels existants apparaît donc comme une nécessité. Les traitements effectués « face par face » ne sont pas systématiques. Ils dépendent du matériel présent sur l'exploitation, de l'état végétatif de la vigne, et des contraintes de main-d'œuvre.

Enfin, il faut signaler une méconnaissance relative du matériel et de son fonctionnement, des pratiques routinières non remises en cause, un manque fréquent d'information (sur les matériels et les exigences réglementaires) et une formation insuffisante sur la gestion des risques pour l'opérateur et pour l'environnement. La formation complémentaire des opérateurs ressort comme une priorité sur ces points. Parmi les recherches en cours, signalons le programme Optidose conduit par l'IFV, dont l'objet est d'adapter les doses de produits phytosanitaires appliquées au développement végétatif de la vigne et aux niveaux de risques parasitaires. Sur une campagne, la réduction des quantités de P. phytos apportées peut ainsi atteindre jusqu'à 50 %.



Graphique 5 : Adaptation des doses de produit phytosanitaire au développement végétatif et aux risques épidémiques

Doses adaptation of chemicals according top plant development and risk diseases

Manipulations des produits phytosanitaires, gestion des effluents et des déchets

INDICATEURS		Notes moyennes	Conformité des pratiques/PI en % d'exploitations
Protection de l'opérateur	Protection individuelle	7,11	■
	Formation de l'opérateur aux risques d'exposition	6,67	■
	Local de stockage	8,57	■
Maîtrise du remplissage de la cuve	Risque de pollution d'émissaires lors du remplissage	8,67	■
	Dispositif anti-retour (discontinuité hydraulique, clapet anti-retour, cuve intermédiaire)	6,67	■
	Equipé d'un compteur d'eau programmeur	1,33	■
	Equipé d'une vanne d'arrêt type quart de tour	8,00	■
	Si pas d'aire de récupération des effluents, nombre de débordements / nombre total de remplissages de la cuve	10,00	■
Rinçage des bidons utilisés	Nombre de rinçages par bidon de produits phytosanitaires	9,33	■
	Nombre de bidons rincés / nombre total de bidons vidés	10,00	■
Création du fond de cuve et des eaux de rinçage	Application de la bouillie jusqu'au désamorçage de la pompe	8,67	■
	Fond de cuve dilué réappliqué sur la vigne	8,00	■
	Devenir du reliquat de la dilution	6,67	■
	Devenir des eaux de rinçage internes du pulvérisateur	2,67	■
	Devenir des eaux de rinçage externes du pulvérisateur	1,33	■
	Aire de remplissage et de lavage du pulvérisateur	2,00	■
	Si absence d'aire aménagée, lavage éloigné de toute habitation	8,00	■
	Si absence d'aire aménagée, lavage éloigné de tout point ou cours d'eau	8,67	■
Création des emballages vides et des PPNU	Devenir des emballages vides de produits phytosanitaires	9,33	■
	Devenir des produits phytosanitaires non utilisés (PPNU)	8,00	■

■ objectifs totalement atteints ■ objectifs partiellement atteints ■ objectifs non atteints

Tableau 2 : Conformité des pratiques en fin de programme
Practices conformity at the end of the program

La mise en œuvre des engagements minimum n'est réalisée totalement sur aucune exploitation du réseau.

Le tableau ci-dessus illustre sans complaisance cette situation, et montre bien les efforts à consentir :

- En investissement (local phyto – dalle de préparation lavage des pulvérisateurs – traitement des effluents...).
- Au niveau de la maîtrise des pollutions ponctuelles.
- Pour la protection des opérateurs.
- Et pour leur formation, sur une réglementation méconnue.

Mesures écologiques et préservation de l'environnement

Le respect des zones naturelles non cultivées de l'exploitation devient progressivement réalité : l'enherbement des contours de parcelles est généralisé et la végétation spontanée se développe dans les fossés, les haies... juste fauchés ou calibrés en tant que de besoin. Ces zones représentent une part de surface souvent significative sur les exploitations, dépassant les 5 % de la SAU requis. Elles ont été nettoyées des déchets divers que l'on avait pu y accumuler antérieurement.

La lutte contre les pollutions les plus visibles est au moins assurée ! et les jachères fleuries se multiplient dans le vignoble...

Des besoins de recherche importants ressortent de cette étude

Pour chacun des chapitres abordés, techniques mais aussi économique et sociologique, apparaissent les efforts considérables de recherche fondamentale et appliquée qui restent à consentir pour aller plus loin dans la démarche de Production Intégrée de Raisin : impasses techniques, forte dépendance de la filière par rapport aux intrants phytosanitaires et absence d'alternatives réelles, demande d'outils d'aide à la décision et accès à des systèmes

d'informations intégrés, analyse des coûts et facteurs sociologiques intervenant dans l'appropriation des innovations par les producteurs...

Après les assises du Grenelle de l'environnement et dans le cadre des études Ecophyto 2018, de nouveaux objectifs de R et D sont fixés pour la filière viticole ayant en particulier pour objet le développement des systèmes de production faiblement consommateurs d'intrants, la démarche de production intégrée étant appelée à s'élargir au plus grand nombre de producteurs.

CONCLUSION

Les viticulteurs sont très réactifs par rapport aux échanges avec les techniciens basés sur l'analyse objective de leur organisation de travail et de leurs pratiques. Un diagnostic régulièrement effectué permet une prise de conscience et une amélioration qualitative et quantitative de méthodes de travail renouvelées par rapport à celles antérieures souvent héritées et conservées par habitude. Des progrès restent cependant à accomplir, y compris pour les fermes appartenant au réseau depuis le début de notre étude (2000). L'étude réalisée en 2004 sur les « freins » à la démarche PI a permis de relativiser les difficultés liées aux seuls aspects techniques, et/ou économiques. Elle apporte également des éléments de réflexion et des pistes de recherche et d'action. Certaines exploitations sont très proches de remplir la totalité des objectifs minimum aujourd'hui fixés par le référentiel PI, mais sont une minorité. Les marges des progrès restant à accomplir pour les autres sont plus importantes. Les résultats obtenus par les entreprises les plus avancées montrent la voie. Complétant les informations obtenues sur le plan technique et (partiellement) sur le plan économique, l'analyse sociologique que nous avons tentée en 2005 apporte des éléments structurants permettant de mieux appréhender les comportements professionnels et ainsi de mieux adapter les stratégies de sensibilisation à une viticulture durable. La profession viticole est en attente d'outils supplémentaires et d'alternatives réelles à l'emploi des phytosanitaires en particulier. La recherche doit se mobiliser pour répondre à ces attentes.

BIBLIOGRAPHIE

- 2008 - Production Intégrée de Raisins de la conception à l'application : état des pratiques et voies d'amélioration. publi. IFV, Itinéraires n° 17.
- Coulon T., Hugueniot F., 2008 - Validation technico-économique de la démarche de Production Intégrée de Raisins sur un réseau de fermes de référence dans les vignobles de Bordeaux et Cognac. **Bulletin de l'OIV**, vol 81, 101-111.
- Coulon T., Hugueniot F., 2007 - Technical and economical validation of the integrated vinegrowing production approach on a network of reference farms in the Bordeaux and Cognac vineyards, evaluation 2000-2006. **OILB Marsala**.
- Coulon T., Hugueniot F., 2007 - Approach of the sociological factors influencing the wine growers commitment while apprehending the integrated production in the Aquitaine and Charentes area. **OILB Marsala**.
- Coulon T., Hugueniot F., 2003 - Technical and economical validation of the integrated production of grape in the aquitain vineyard : report after three years of study (2000 – 2002). **OIBC/wprs Bulletin Vol. 26**, 293-296.
- 2002 - Diagnostic Technique de Production Viticole Intégrée. Viticulture durable : les outils supports à une mise en pratique, publi. ITV France
- 2000 - Référentiel national pour la production intégrée de raisin. Viticulture durable : quelle mise en pratique dans le vignoble français ?, publi. ITV France
- Coulon T., Sentenac G., 2001 - Un référentiel national "Production Intégrée des raisins" pour les vignobles français. **Bulletin de l'OIV Vol.74**, 445-462.
- Coulon T., Sentenac G., 2001 - Viticulture durable. Vers quelle mise en pratique dans le vignoble ? **International des Sciences de la Vigne et du Vin**, hors série, 181-187.
- Coulon T., Sentenac G., 2003 - Proposal of review of the third IOBC Technical Guideline for the Integrated Production of Grapes. **OIBC/wprs Bulletin Vol. 26**, 297-299.

Influence des dialogues professionnels sur les changements de pratiques des viticulteurs

Claude COMPAGNONE

ENESAD / INRA-SAD LISTO

Laboratoire de recherche sur les Innovations Socio-Techniques et Organisationnelles en agriculture
INRA-SAD, ENESAD, BP 87999 - 21079 DIJON - E-mail : compagnone@enesad.inra.fr

Notre but est dans cette communication, à partir d'enquêtes conduites sur deux communes viticoles de Bourgogne, de rendre compte de la façon dont les viticulteurs, en échangeant des informations, en élaborant ensemble des connaissances et en déléguant à d'autres certaines tâches d'invention ou d'appréciation, opèrent collectivement pour s'engager, tout en gardant la maîtrise de leur pratique, dans la mise en œuvre de façons de faire respectueuses de l'environnement. Nous faisons l'hypothèse que la capacité des viticulteurs à s'impliquer largement dans la mise en œuvre de pratiques alternatives à celles jusqu'à présent utilisées est fortement liée à leur possibilité d'accéder à des ressources cognitives et sociales pertinentes et de s'inscrire dans un espace de dialogues professionnels sur les pratiques (Darré, 1994 ; Lazega, 2001 ; Compagnone, 2004).

APPRÉHENDER LA LOGIQUE DE STRUCTURATION DES RÉSEAUX DE DIALOGUES VITICOLES

La forme des réseaux

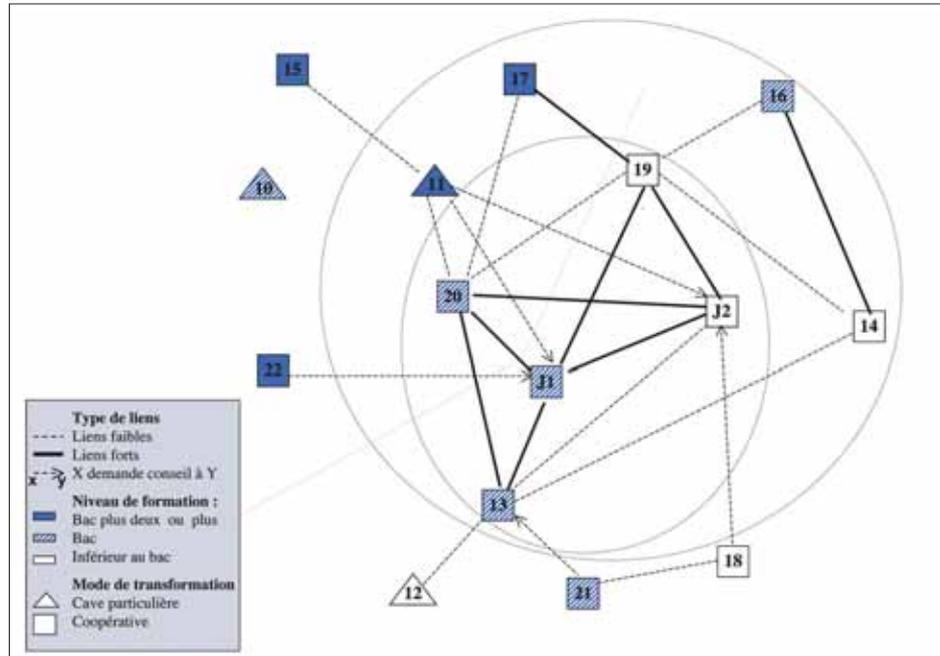
Les viticulteurs de deux communes bourguignonnes différentes, Buxy (Saône et Loire) et Fixin (Côte-d'Or), à peu près équivalentes en nombre de viticulteurs et possédant des AOC communales, ont été enquêtés en l'espace de deux ans². Mais si sur Buxy les viticulteurs sont principalement en cave coopérative, sur Fixin ils possèdent leurs caves particulières. Des sociogrammes ont été utilisés pour mettre en perspective les données recueillies sur les pratiques viticoles des viticulteurs avec celles concernant les arguments que ces derniers avancent pour expliquer ou justifier ce qu'ils font et celles portant sur les positions qu'ils occupent dans le réseau formé par l'ensemble des relations dialogiques professionnelles sur les pratiques viticoles qu'ils entretiennent entre eux et avec d'autres³.

Les structures de dialogues observées sont toutes deux en forme d'étoile (voir ci-dessous graphe 1 et 2). Toutefois le degré d'intégration social des viticulteurs, en ce qui concerne les dialogues professionnels sur les pratiques viticoles qui nous intéressent ici, apparaît localement sur Fixin un peu moins important que sur Buxy. Dans cette étoile, on peut distinguer un noyau formé des individus ayant les relations les plus nombreuses entre eux, une périphérie et une zone intermédiaire entre les deux. Alors que la zone intermédiaire est constituée d'individus ayant les relations les plus nombreuses avec le noyau et le reste du réseau, la périphérie est formée des personnes aux relations plus rares avec le reste du réseau (elles ne possèdent qu'un ou deux liens faibles) ou qui se trouvent tout simplement isolées (aucun lien dans le réseau local). Les viticulteurs du noyau sont ceux qui possèdent le plus grand nombre de relations, en dehors du réseau considéré (3 ou 4), avec d'autres viticulteurs. A l'opposé, les viticulteurs de la périphérie

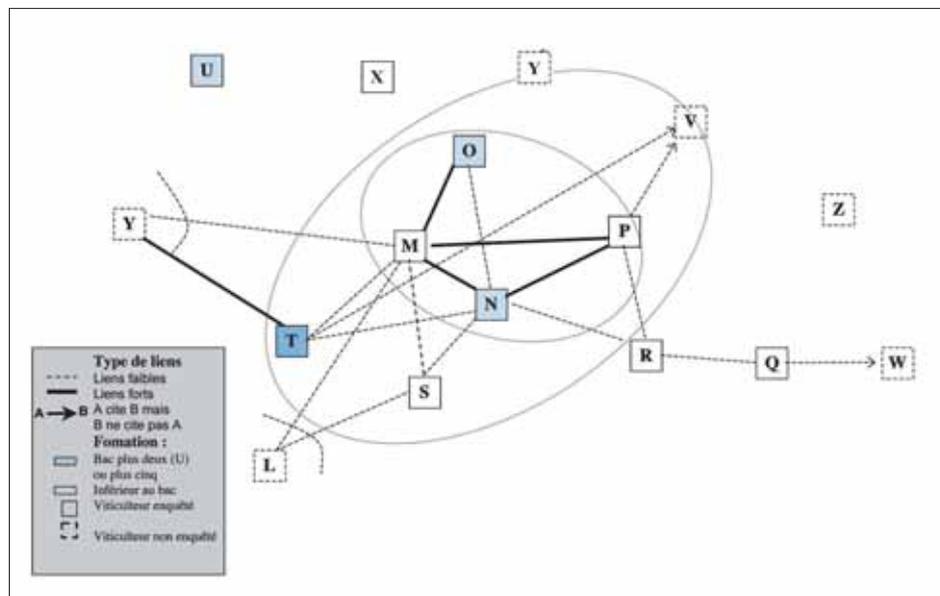
² Le travail d'enquête a été réalisé en 2002 et 2003.

³ Les différentes étapes de cette réflexion ont donné lieu à deux communications et à la rédaction d'un article dans la revue *Recherches Sociologiques* (Compagnone, 2004).

sont ceux qui en possèdent le moins (0 à 1). Toutefois, dans ce dernier cas, deux situations se présentent : soit ces personnes sont intrinsèquement isolées parce que ne possédant que peu de liens en dehors de la commune, soit elles ne le sont que localement, leur réseau de relations étant ailleurs⁴. Relevons toutefois que si ces deux cas de figure coexistent, le premier est le plus fréquent⁵.



Graphique n° 1 : Réseau de dialogue sur les pratiques viticoles des viticulteurs de Buxy.



Graphique n° 2 : Réseau de dialogues sur les pratiques viticoles sur Fixin.

⁴ C'est le cas de 10 et 15 sur Buxy ou de U sur Fixin, qui ont de nombreuses relations avec des viticulteurs de communes éloignées, voire d'autres régions.

⁵ Sur la commune de Fixin si les dialogues engagés avec ces viticulteurs « extérieurs » n'excluent pas des aspects concernant les pratiques viticoles, ils portent principalement sur la viticulture et la commercialisation des vins. Le fait que les viticulteurs de Fixin se trouvent en caves particulières et commercialisent eux-mêmes une partie de leur production peut expliquer cette plus grande ouverture.

⁶ Cf. Boudon et al, 2001.

que celle de viticulteur, celui qui est en cave particulière ou qui travaille sur une structure qui sort de la moyenne par le haut ou par le bas⁷, celui qui a une formation de niveau élevé (bac plus deux ou cinq) semble rejeté à la périphérie du réseau. La possession de ces traits joue de manière centrifuge sur le positionnement des individus dans le réseau. Autrement dit, le degré d'acceptation d'un viticulteur au sein du noyau par ceux qui y sont déjà positionnés est lié à la possession de ces caractéristiques « normales ».

Sur Fixin, par contre, on trouvera une situation différente, quasi inversée. Le noyau est composé de viticulteurs ayant des structures d'exploitations favorables, voire les plus favorables pour deux d'entre eux, et possédant des caractéristiques localement atypiques (N, n'est pas du milieu ; P est étranger et n'habite pas la commune ; N et O ont un bac plus 4 ou 5). La plupart des caractéristiques identifiées comme centrifuges sur Buxy jouent ici de manière centripète. Deux d'entre eux en particulier (O et N), au-delà de posséder les structures d'exploitations les plus favorables, font partie des trois viticulteurs possédant au moins un bac plus quatre et détiennent les responsabilités professionnelles les plus prestigieuses (vice-président de l'Association Viticole de Côte-d'Or (AVCO) et ex-président du syndicat communal de défense viticole, pour O, et président du syndicat d'AOC communal et président du syndicat communal de défense viticole, pour N). Ces viticulteurs du noyau semblent ceux de la commune les mieux pourvus en capital économique, culturel, symbolique et social (cf. Bourdieu, 1980). Pour autant, de deux autres viticulteurs un peu moins bien dotés en ce type de ressources se trouvent aussi dans ce noyau. Ayant des structures d'exploitation moyennes, ces deux autres viticulteurs réalisent eux-mêmes les travaux sur leur exploitation, contrairement aux deux viticulteurs précédents qui, eux, font faire les travaux par des salariés. L'un d'eux a d'ailleurs réduit la taille de son exploitation afin de ne pas avoir à gérer de salariés. Et c'est précisément pour leur connaissance ou « intelligence » pratique qu'ils sont appréciés et que N et O se réfèrent à eux. Et réciproquement, M et P, se réfèrent à N et O pour souligner les connaissances scientifiques et l'expertise administrative de ces derniers. Et plus précisément ce jeu de référence mutuelle s'opère entre M et O d'un côté et N et P, de l'autre. Le noyau semble donc s'être structuré autour de l'association de connaissances et de compétences diverses dans deux quasi-pôles.

Le conseil technique dont bénéficient les viticulteurs

En ce qui concerne le conseil, il peut être de manière générale apporté en Bourgogne par quatre types d'acteurs : les conseillers de Chambre d'agriculture, les techniciens des caves coopératives viticoles, les consultants privés et les agents de l'agrofourriture, coopératives ou entreprises privées. Ces deux derniers types d'intervenants sont des prestataires de service qui, soit vendent du conseil en tant que tel, soit l'intègrent dans la vente de leurs produits. Ce conseil porte principalement sur le choix des modes d'intervention sur la vigne, l'établissement des plans de traitement et le choix des produits, le suivi de l'état sanitaire des vignes et la détermination des moments d'intervention. Si les technico-commerciaux de l'agrofourriture sont très présents dans le conseil aux viticulteurs et jouent un rôle important dans l'appui individuel en matière de couverture phytosanitaire du vignoble, en revanche, les conseillers des Chambres le sont, eux, beaucoup moins. Leur conseil s'inscrit principalement dans la conduite d'actions collectives, comme celle de l'animation de Groupes de Lutte Raisonnée (GLR). Sur Fixin, les viticulteurs étant en cave particulière, ils ne bénéficient pas de l'appui d'un technicien de cave coopérative. De plus, seul un viticulteur (O) dit profiter du conseil d'un agent de la Chambre d'agriculture.

⁷ D'un point de vue matériel, les différentes exploitations ont été caractérisées à partir de l'association de critères sur la nature des appellations détenues et de la taille du vignoble.

raisonnée et s'appuie sur le conseil de Chambre. Les deux tiers des viticulteurs font appel à lui pour un appui technique. Il s'agit de viticulteurs qui ont au moins le bac. Une certaine proximité culturelle joue, comme de nombreux travaux l'ont déjà montré, dans l'établissement par les viticulteurs d'un contact avec ce type d'agent. Mais les quelques viticulteurs (10, 14, 21, 22) qui considèrent les deux types de conseils, celui de l'agrofourriture et celui de la Chambre, comme étant tout aussi important l'un que l'autre pour l'orientation de leur pratique, se situent principalement dans la périphérie. A l'opposée les membres du noyau et du reste de la zone intermédiaire bénéficient individuellement d'une moins grande diversité de conseil : mis à part (20), ils ne sont en lien qu'avec un seul l'agent de l'agrofourriture et ils accordent une préférence à l'un ou à l'autre des conseils, celui de l'agrofourriture ou celui de la Chambre, mais pas aux deux à la fois.

Une attention marquée aux différents types d'appui dont bénéficient les noyaux de chacun des réseaux nous montre que, dans les deux communes, les membres de ces noyaux profitent à peu près de la même diversité d'appui. C'est donc bien plutôt la position relative de chacune des périphéries qui apparaît. Si dans le cas de Fixin, la périphérie dispose d'une diversité d'appui inférieure à celle du noyau, dans le cas de Buxy elle y est supérieure. En d'autres termes, il semble apparaître deux « stratégies » différentes de la part de ceux qui se trouvent faiblement insérés dans les réseaux de dialogues. Dans le cas de Buxy, ce déficit d'échanges entre pairs semble compenser par un recours à une plus grande diversité de conseil des viticulteurs, dans le cas de Fixin, ce déficit se traduit par une délégation de cette maîtrise à un tiers : l'agent de l'agrofourriture. On peut faire l'hypothèse que cette démarche de délégation est liée à la faible diversité du conseil présent sur la zone

Dans chacune de ces deux communes, le noyau est le lieu de contact entre des formes de conseil différentes. Il apparaît dans ce noyau, alors que l'on aurait pu s'attendre à ce que ses membres profitent du même type de conseil, la diversité même du conseil disponible sur la zone. Des ressources spécifiques semblent donc y être apportées par les différents viticulteurs qui le composent et être partagées par le biais des échanges que les uns et les autres y entretiennent, comme si ce noyau s'était constitué d'une certaine manière sur la base de l'accessibilité de ce petit collectif à l'ensemble des ressources cognitives disponibles sur la zone.

DYNAMIQUE DES CHANGEMENTS DE PRATIQUE ET INTERACTIONS DIALOGIQUES PROFESSIONNELLES

Les changements de pratiques

Cette réflexion sur les logiques de structuration étant menée, interrogeons-nous sur la forme de la dynamique de changement sur chacune des communes. Les principaux thèmes techniques sur lesquels les entretiens ont plus particulièrement porté, et qui font l'objet de préconisations spécifiques de la part des organismes de développement agricoles pour la mise en œuvre d'une viticulture raisonnée, sont la couverture phytosanitaire des vignes, les travaux d'entretien du sol et la fertilisation. Nous nous intéressons ici aux pratiques pour lesquelles des changements peuvent être le plus nettement identifiables¹⁰. Dans le cas de la couverture phytosanitaire, ont été traités l'abandon de trois types de traitement différents : contre les vers de la grappe, contre les acariens et contre la pourriture. Dans le cas des travaux d'entretien du sol, nous nous sommes centrés sur la réduction du désherbage chimique et la mise en œuvre des techniques alternatives à cette réduction que sont le travail mécanique du sol et le développement de l'Enherbement Naturel Maîtrisé.

¹⁰ Nous ne traitons pas ainsi, faute de place, de la question de la lutte contre le mildiou et l'oidium qui demande, dans le cadre d'une comparaison entre les deux communes, une argumentation plus serrée étant donné que ce type de lutte est étroitement lié aux conditions climatiques locales. Mais la dynamique de changement relevée en la matière correspond bien à celle identifiée pour les techniques que nous présentons ici.

	Traitement contre les Acariens		Traitement contre la pourriture			Traitement contre les vers de la grappe		
	Ont arrêté	Traitent	Ne traitent pas et n'envisagent pas de reprendre	Traitent depuis peu	Traitent de manière courante	Pratiquent la confusion sexuelle	Traitent au cas par cas	Traitent de manière courante
Fixin (10 viti)	7/10	3/10	6/10	0	4/10	2/10	5/10	3/10
Buxy (15 viti)	8/10	2/10	5/10	2/10	3/10	10/10	0	0

	ENM				Désherbage			Arrêt de l'usage des produits prélevés		
	Font	Ne font pas			Mécanique	Mécanique et chimique	Chimique	Ont arrêté	Envisagent d'arrêter	N'envisagent pas d'arrêter
		Pour en faire	Contre en faire	Sans avis						
Fixin	1/10	3/10	6/10	0	5/10	2/10	3/10	7/10	0	3/10
Buxy	2/10	3/10	2/10	4/10	2/10	6/10	2/10	3/10	1/10	6/10

Si l'on s'en tient au nombre de viticulteurs qui mettent en œuvre les pratiques préconisées sur chacune des communes, on peut penser à première vue qu'il n'existe pas une grande différence entre les deux communes. Certaines pratiques sont mises en œuvre par un nombre plus important de viticulteurs sur le réseau de Buxy¹¹ que sur le réseau de Fixin, alors que pour d'autres la situation est inverse. Toutefois, si l'on prend en compte les changements opérés les trois dernières années on constate, que Buxy connaît une dynamique de changement bien plus marquée. En ce qui concerne l'Enherbement Naturel Maîtrisé, technique qui nécessite une plus grande maîtrise pour ne pas se faire « déborder » par la pousse de l'herbe (risque de compétition avec la vigne ou de ne plus pouvoir effectuer correctement les opérations d'entretien et de vendange), si sur Fixin sa mise en œuvre se cantonne à un viticulteur non inséré dans le réseau local, sur Buxy, il touche des viticulteurs du noyau du réseau, plus à même de faire valoir cette technique dans le réseau. Enfin, la confusion sexuelle des vers de la grappe qui demande pour pouvoir être mise en œuvre localement, du fait de l'éclatement du parcellaire¹², une organisation collective entre les viticulteurs, est pratiquée, au moment de l'enquête, sur Buxy et pas sur Fixin.

On remarquera toutefois que pour deux pratiques, celle de la mise en œuvre du travail mécanique et de l'abandon des produits de prélevée Fixin est « plus en avance » que Buxy, situation qui peut paraître étonnante lorsque l'on sait que le conseil y est essentiellement apporté par des agents de l'agrofourniture qui ont intérêt à vendre ce type de produit. Deux explications peuvent être avancées. La première est qu'au moment de notre enquête, un certain nombre de produits phytosanitaires, dont les produits de prélevés les moins onéreux, sont sur le point d'être interdits. Cette question est discutée depuis un certain temps entre viticulteurs et notre enquête menée auprès des agents de l'agrofourniture qui interviennent sur ce secteur, nous montre comment ces derniers se sont engagés dans une réduction de cet usage en proposant aux viticulteurs des produits de substitution aux produits interdits, voire en abandonnant ce secteur de vente pour marquer leur engagement dans des démarches respectueuses de l'environnement et en privilégiant le domaine de la couverture du vignoble contre l'oïdium et le mildiou qui reste incontournable. La deuxième explication est liée aux démarches mises en œuvre sur la commune voisine de Gevrey. On constate en effet que le déploiement de ces changements est directement lié à l'idée que se font ces viticulteurs de ce que doit être une bonne viticulture en se référant à ce qui se fait sur cette autre commune dont les vins bénéficient d'une plus grande réputation et sur laquelle les viticulteurs sont attentifs à fournir à leur clientèle des marques de leur engagement vers des pratiques respectueuses de

¹¹ Notons que sur Buxy l'augmentation de personnes ayant recours au traitement contre la pourriture est liée à une injonction de la cave coopérative afin de pouvoir compter sur des raisins de meilleure qualité pour la vinification.

¹² Cette technique consiste, pour lutter contre des vers qui s'attaquent aux grappes de raisin, à empêcher les papillons géniteurs de ces vers de se retrouver pour s'accoupler en saturant, au moment de la reproduction, l'atmosphère de la zone d'une hormone sexuelle.

l'environnement. Par ce processus de référence, les viticulteurs de Fixin expriment à la fois le décalage entre les deux communes dans les pratiques mises en œuvre et la nécessité de s'orienter vers les mêmes changements. Sur Buxy, par contre, de tels points de référence ne sont pas évoqués, la commune étant plutôt elle-même citée en exemple pour le dynamisme de ses viticulteurs.

La dynamique de changement de pratique

Comment s'opère la dynamique de changement au sein de chacun des deux réseaux ? On relève que les différents changements qui vont dans le sens de la mise en œuvre de pratiques respectueuses de l'environnement, sont principalement « portés » par une partie du réseau. C'est dans cette partie qu'ils sont initiés et argumentés, pour s'étendre ensuite au reste du réseau, comme en témoignent les dates, effectives ou envisagées, d'adoption. Mais cette partie n'est visiblement pas la même sur Buxy et sur Fixin. Alors que sur Buxy la dynamique de changement va principalement du noyau vers la périphérie en étant initiée visiblement chaque fois par des viticulteurs différents de ce noyau, sur Fixin, elle se développe principalement d'une partie du noyau (O et M) vers l'autre partie (N et P). Ce deuxième réseau, bien qu'en étoile, semble donc, dans la façon dont il porte cette dynamique, polarisé, comme si une ligne virtuelle le coupait en deux par son centre. Nous retrouvons bien dans la façon dont s'opèrent les changements la distinction identifiée entre les deux quasi-pôles, le lien entre les deux s'opérant par un viticulteur (M). Les viticulteurs de la périphérie, en lien avec chacun de ces deux quasi-pôles (T et S), vont alors se comporter, selon les pratiques, tantôt comme les viticulteurs de l'un, tantôt comme ceux de l'autre. Ceux spécifiquement reliés avec un seul de ces quasi-pôles, vont avoir des pratiques qui s'alignent soit sur celles des viticulteurs de ce quasi-pôle auquel ils sont rattachés (R et V) ou, au contraire, avoir un ensemble de pratiques relativement indépendant (X et Q). La situation est donc plus contrastée que sur Buxy. Ce qui nous semble tenir à la moindre homogénéité de ce noyau : celui de Buxy est plus cohésif et moins hiérarchisé que celui de Fixin, facilitant ainsi l'échange de connaissances entre des personnes au statut social équivalent.

Toutefois, dans un cas comme dans l'autre, deux pratiques bien particulières ne sont pas spécifiquement portées par cette partie motrice du réseau pour ensuite s'étendre vers l'autre partie. Il s'agit des pratiques de désherbage mécanique du sol et d'Enherbement Naturel Maîtrisé des entre-rangs de vigne. En ce qui concerne le désherbage mécanique du sol, qui est une alternative à l'usage de désherbant, le mouvement de mise en œuvre, que ce soit sur Buxy ou Fixin, se joue de la périphérie du réseau vers le noyau. Or la particularité de ce changement est, non pas de porter sur l'introduction d'une nouveauté radicale, mais bien plutôt sur un changement de statut d'une technique autrefois mise en œuvre, ensuite dévalorisée par la culture technique technicienne avant d'être à nouveau valorisée par cette culture. Pour l'Enherbement Naturel Maîtrisé, sur Buxy, la dynamique de changement prend une forme plus éclatée et part d'une partie du noyau vers une partie de la périphérie ; sur Fixin, où elle est bien moins prononcée, elle prend une forme inverse de celle identifiée pour les autres pratiques. Nous n'avons pas affaire ici à une simple requalification d'une technique, au sens où nous l'entendions précédemment, mais bien plutôt d'une nouvelle technique qui vise à produire une situation identique à celle d'un « l'enherbement par négligence » d'une vigne comme cela pouvait être observé antérieurement chez certains viticulteurs qui « s'occupaient mal de leurs vignes ». La mise en œuvre d'une telle pratique demande une grande technicité, qui n'est, à vrai dire, aujourd'hui complètement maîtrisée par personne, les conditions d'utilisation de cet enherbement restant même débattues par le milieu de l'encadrement technique.

CONCLUSION

Nous avons donc fait apparaître à travers cette étude comment la dynamique de changement de pratiques sur ces deux communes était liée aux réseaux de dialogues professionnels dans lesquels se trouvent insérés les viticulteurs qui y résident. Nous avons vu que les démarches de changements n'étaient pas d'ordre individuel mais collectif pour des raisons pratiques d'accès aux connaissances pertinentes pour la maîtrise de nouvelles façons de faire. Ces démarches sont collectivement soutenues par la densité des interactions langagières que les viticulteurs entretiennent entre eux et avec d'autres à l'extérieur du réseau. S'il en est ainsi c'est que la

connaissance ou l'accès à la connaissance n'est globalement pas détenue par un seul individu du réseau, mais est distribuée entre différents membres (Conein, 2005). Ainsi, les nombreux changements relevés, et qui vont dans le sens de la mise en œuvre de pratiques respectueuses de l'environnement, sont principalement « portés » par les viticulteurs des noyaux. C'est là que l'on trouve les individus qui les mettent en premier en œuvre ou ceux qui argumentent positivement pour leur développement. Le statut et les positions centrales de ces individus leur permettent de réguler et d'orienter les pratiques (Lazéga, 2001). Enfin, nous avons vu que l'appui technique dont pouvaient disposer les viticulteurs n'était pas le même. Ce qu'il est important de noter alors, c'est, d'une part, que la nature du conseil sollicité est liée à la position occupée par les viticulteurs dans le réseau et, d'autre part, que ce n'est pas la diversité du conseil technique reçu par une personne qui semble jouer dans la dynamique de changement, mais la capacité des viticulteurs à pouvoir traiter collectivement des informations relayées par des sources diverses. Dans ce sens, une réflexion, comme celle que nous conduisons actuellement autour de la forme des réseaux de dialogues professionnels qui paraîtraient les plus efficaces à ce type de dynamique collective, devrait nous amener à voir l'importance de structures en étoile telles que celle de Buxy.

BIBLIOGRAPHIE

- Alter N., 2000, *L'innovation ordinaire*, Paris, PUF
- Boudon R., Demeulenaere P., Viale R., (dir), 2001, *L'explication des normes sociales*, Paris, PUF
- Bourdieu P., 1980, *Le sens pratique*, Paris, Les éditions de minuit.
- Conein B., 2005, *Les sens sociaux*, Paris, Economica
- Compagnone C., 2004, Agriculture raisonnée et dynamique de changement en viticulture bourguignonne, *Recherches Sociologiques*, 2004/3, pp 103- 121
- Darré J.P. (dir.), 1994, Pairs et experts dans l'agriculture. Dialogues et production de connaissance pour l'action, TIP, volume 12, n°1.
- Degenne A., Forsé M., 1994, *Les réseaux sociaux. Une analyse structurale en sociologie*, Paris, Armand Collin.
- Lazega E., 2001, *The Collegial Phenomenon. The Social Mechanisms of Cooperation among Peers in a Corporate Law partnership*, Oxford, Oxford University Press.

Terra Vitis : la viticulture raisonnée en action

Natacha ELIA

Chambre d'Agriculture de la Gironde
Animatrice Viticulture Raisonnée, Terra Vitis Gironde

Jean-Henri SOUMIREU-LARTIGUE

Chambre d'agriculture du Rhône
Animateur national Terra Vitis

Terra Vitis est une démarche de production en viticulture raisonnée créée en 1998 en Beaujolais. Suite à un intérêt grandissant dans d'autres régions viticoles, la Fédération Nationale Terra Vitis fut créée en novembre 2001. En 2008, cette Fédération a rassemblé 400 exploitations viticoles. Didier Vazel, viticulteur en Anjou-Saumur en est le président.

La démarche Terra Vitis est fondée sur un référentiel technique constitué de trois éléments essentiels :

- Un cahier des charges conforme au référentiel PI où sont précisées les obligations à satisfaire tout au long des itinéraires techniques de production.
- Une liste positive où sont recensées l'ensemble des substances actives autorisées dans le cadre de la protection phytosanitaire et du désherbage de la vigne.
- Un système de contrôles performant (deux contrôles annuels, interne et externe) validés par un organisme indépendant.

Suite au Grenelle de l'Environnement le ministère de l'agriculture travaille à la réalisation d'une nouvelle norme la CERTIFICATION ENVIRONNEMENTALE DES EXPLOITATIONS HVE (Haute Valeur Environnementale). Toujours en mouvement et en réflexion par rapport à l'évolution de son cahier des charges (CDC), Terra Vitis réfléchit en parallèle aux directions de travail qu'elle pourrait suivre dans le cadre de la rédaction de référentiel 2009.

LA DÉMARCHE TERRA VITIS AU NIVEAU NATIONAL

Une organisation qualité

La fédération nationale Terra Vitis poursuit les objectifs suivants :

- Fédérer les viticulteurs pratiquant la Production Viticole Raisonnée au niveau national.
- Faire connaître et reconnaître le concept de Production Viticole Raisonnée aux partenaires commerciaux et aux consommateurs.
- Offrir des garanties sérieuses par l'application d'un cahier des charges techniques.
- Proposer aux consommateurs des vins issus de vignes cultivées en Production Raisonnée.

Chaque région viticole où sont présents nos viticulteurs adhérents (Anjou, Languedoc-Roussillon, Provence Alpes Côte d'Azur, Gironde, Loire, Pays Nantais et Touraine) ont mis en place des associations locales loi 1901 qui sont membres de la Fédération Nationale Terra Vitis.

Chaque association locale doit répondre à plusieurs critères :

- Être une association loi 1901 apolitique encadrée par un service technique indépendant de la commercialisation des produits phytosanitaires,
 - une chambre d'agriculture,
 - le service technique d'un syndicat d'appellation,
 - le service technique d'une interprofession,
- Avoir un cahier des charges décrivant un itinéraire technique garantissant :
 - la prise en compte de l'environnement pour chaque opération effectuée par le viticulteur,
 - la réalisation d'opérations permettant l'obtention d'un raisin de qualité,
 - la mise en place de contrôles internes, par l'association, et de contrôles externes par un organisme indépendant.

Ces démarches communes sont finalisées par l'utilisation d'une "marque ombrelle" et la mise en place d'une communication autour de la production viticole raisonnée.

Le cahier des charges Terra Vitis

Dans le cadre du lancement de la Fédération Nationale, les associations adhérentes ont travaillé sur l'élaboration d'un référentiel technique commun. Ce référentiel technique commun conforme au référentiel PI est remis à jour annuellement en fonction des progrès de la recherche validés.

Après rédaction du référentiel technique national, chaque association rédige le référentiel local conforme au national mais prenant en compte des spécificités propres à chaque région. Aussi, sur le terrain, chaque association doit respecter au minimum les obligations décrites dans la trame technique nationale mais peut conserver, pour les paramètres qui vont plus loin, des obligations spécifiques.

Le cadre technique repose essentiellement sur la qualité du raisin et sur la prise en compte de l'environnement.

Pour chaque étape de l'itinéraire technique sont mentionnés :

- Les objectifs à atteindre dans le cadre de la "Production Viticole Raisonnée".
- Les obligations nécessaires à respecter pour parvenir aux objectifs fixés. Elles font l'objet d'enregistrements détaillés et de contrôles.
- Les recommandations permettant de guider les choix techniques du viticulteur pour atteindre et conforter les objectifs. Elles peuvent à terme devenir des obligations. Ainsi, ce cahier des charges n'est pas figé.

Depuis 2004, chaque exploitation Terra Vitis devant être également qualifiée au titre de l'agriculture raisonnée, dans un souci de lisibilité de notre cahier des charges, nous avons réorganisé celui-ci en fonction du plan du référentiel de la qualification des exploitations en agriculture raisonnée.

UN EXEMPLE CONCRET : TERRA VITIS EN GIRONDE

Le cœur : l'association relais

L'association Girondine créée en 2001 s'appelle PIVERT Bordeaux (pour Production Intégrée des Vignobles Respectueux de l'environnement).

Elle compte aujourd'hui 31 adhérents actifs répartis sur l'ensemble du département. On compte 3 à 4 propriétés par secteur (Bourg, Branne, Cadillac, Coutras, Langon, Monségur, Saint Savin) et une dizaine sur le Médoc, soit un plus de 1000 ha.

Parmi eux, 24 revendiquent la marque Terra Vitis et 22 sont déjà qualifiés Agriculture Raisonnée.

En effet, la spécificité de l'association Girondine est de laisser à ses adhérents le choix de revendiquer la marque Terra Vitis ou non en fonction des besoins commerciaux.

L'accompagnement

Les viticulteurs qui revendiquent la marque Terra Vitis doivent être adhérents de l'association, et répondre favorablement aux deux types de contrôles annuels : interne (réalisé par la technicienne de l'association) ou externe (réalisé par un organisme certificateur).

La cadence des contrôles est calée sur celle des audits Agriculture Raisonnée car la majeure partie des viticulteurs de l'association sont également qualifiés Agriculture Raisonnée, et cela permet ainsi d'optimiser les coûts.

Sur une période de 5 ans, on compte donc 2 audits externes et 3 audits internes, au rythme d'un audit par an.

Les audits internes sont adaptés à la demande des adhérents ;

- Il peut s'agir d'un strict audit documentaire de conformité : les enregistrements de l'année sont audités sur la propriété ou envoyés à la technicienne.
- Il peut s'agir d'un audit complet avec visite de l'exploitation, de ses parcelles et installations, qui donne lieu à des échanges et un vrai plan d'action et de progrès.

Pour toutes les préoccupations techniques, les viticulteurs peuvent être accompagnés individuellement au sein du groupe Chambre d'Agriculture par les conseillers viticoles des ADARS (Association de Développement Agricole et Rural), les œnologues des centres œnologiques, ou les agents techniques de la Chambre d'Agriculture.

La promotion de la démarche et l'animation de l'association.

Les objectifs de l'association sont de participer chaque année à au moins un événement grand public et un événement professionnel.

Ainsi sur les 2 dernières années, l'association était présente pour la semaine du développement durable, le concours des vins agriculture raisonnée, et Vinexpo.

D'autre part, l'association souhaite favoriser les échanges entre adhérents. Cette année, deux initiatives ont pris forme :

- Pour chaque secteur est nommé un viticulteur référent qui peut accueillir les questions et sollicitations des nouveaux venus.
- Un groupe pilote sur des « audits croisés » a été constitué : les viticulteurs du groupe ont audité ensemble l'exploitation de chacun d'entre eux. Il ne s'agit pas d'un audit de conformité mais plutôt d'une visite qui permet d'échanger sur les difficultés, les solutions et choix de chacun.

Enfin, un site internet est alimenté avec les outils, brèves et informations de l'association, et en lien direct avec le portail national.

LE CAHIER DES CHARGES TERRA VITIS 2009 : VERS LA VITICULTURE DURABLE

Qui mène ce travail et dans quel contexte ?

La Fédération Nationale Terra Vitis et diverses Chambre d'Agriculture conduisent ce projet de réflexion dans le cadre d'un contexte ambiant complexe :

- Demande de la société croissante.
- Stagnation des effectifs de l'association.
- Demande forte des professionnels de faire évoluer la démarche Terra Vitis.
- Anticipation de la mise en place de la HVE par le ministère de l'agriculture (certification Haute Valeur Environnementale).

Sur quelle base construire ce projet ?

Le projet doit intégrer des éléments liés au « Grenelle de l'environnement » notamment sur :

- La gestion des ressources en Eau et en air.
- La gestion de la Biodiversité.
- La gestion de la ressource du Sol.
- La gestion de la ressource en énergie.

En sachant que Terra Vitis a déjà intégré pour partie ces éléments.

Les principaux objectifs du projet sont :

- Travailler sur un projet de cahier des charges novateur et fédérateur.
- Redonner un sens à la démarche Terra Vitis en allant vers la viticulture durable.
- Que les vigneronns se réapproprient la démarche Terra Vitis.
- Réaffirmer les fondamentaux et redéfinir un vocable en lien avec le contexte du « Grenelle » pour mieux communiquer.
- En restant fidèle à la philosophie initiale de Terra Vitis.

Ce projet doit intégrer les 3 composantes de la définition de la Viticulture Durable :

- Volet Economique
- Volet Technique
- Volet Social

Le projet cahier des charges Terra Vitis 2009

Ce cahier des charges. « novateur » :

- Doit intégrer de nouvelles approches techniques.
- Doit être appliqué en totalité ou en partie par le vigneron.
- Doit tendre vers une évolution des pratiques mais sans la connotation d'obligations et de contrôles.
- Fera l'objet d'un « contrat » ou d'un engagement entre le vigneron et Terra Vitis afin de vérifier les progrès mais également la pertinence des propositions.

Quelle méthodologie ?

Afin de rédiger ce CDC en tenant compte des pratiques existantes et non pas en imposant par le haut les décisions, l'équipe Terra Vitis a rédigé une grille d'autodiagnostic qui a été envoyée à tous les adhérents Terra Vitis fin mai afin de situer le niveau de leurs pratiques par rapport aux exigences envisagées pour le futur cahier de charges.

Le questionnaire porte sur les progrès envisagés dans les thématiques suivantes :

- Plantation.
- Fertilisation.
- Entretien des sols.
- Protection de la plante.
- Hygiène.
- Gestion des déchets.
- Gestion des énergies.
- Paysage biodiversité et environnement.
- Santé.
- Promotion.

Le dépouillement de cette enquête (400 réponses envisagées sur le plan national) sera réalisé par des élèves de l'ENSA Montpellier. Elle sera complétée par une enquête de terrain chez une trentaine de viticulteurs adhérents à la démarche.

Suite à ces bilans, des propositions d'évolution du CDC Terra Vitis seront rédigées fin 2008 et testées chez nos 400 adhérents nationaux en 2009 pour une éventuelle intégration en 2010.

Le contenu et les modalités de contrôles respecteront les résultats de notre enquête ainsi que les conclusions du groupe de travail piloté par le ministère de l'agriculture afin que Terra Vitis reste une démarche en prise avec le terrain et intégrée dans les dispositifs officiels.

Production intégrée : une contribution au développement durable

La charte VIVRE

Michèle VACHER
Responsable Qualité et Environnement
Cave des Vignerons de Beumes de Venise - BALMA VENITIA

PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE

Créée en **1956**, la Cave des Vignerons de Beumes de Venise vinifie aujourd'hui, **1 260 ha de vigne**, pour le compte de **198 coopérateurs**, répartis essentiellement sur les communes de Beumes de Venise, Lafare, La Roque Alric, Suzette, Aubignan, St Hippolyte.

La production se répartit en 5 Appellations : AOC Beumes de Venise, CDR, Ventoux, Vacqueyras et Muscat de Beumes de Venise. Le Volume de production moyen est d'environ 50 à 55 000 hl.

La commercialisation, essentiellement en bouteilles (> 5 millions de cols), pour 85 % en France et 15 % à l'exportation.

Nombre de salariés permanents : **42**

LA QUALITÉ ET L'ENVIRONNEMENT, UNE HISTOIRE DE TOUS LES JOURS

« Une histoire qui s'est bâtie par la volonté et le caractère des hommes qui se sont succédé à la Présidence de la cave » .

La Qualité et l'amélioration de la qualité a toujours été la préoccupation des hommes qui se sont succédés à la Présidence de la Cave des Vignerons de Beumes de Venise, l'évolution de la Cave en est la preuve :

- **1956**, création de la cave. Objectif, positionner la cave comme le **leader de l'appellation Muscat**.
- **1987**, Les efforts se portent essentiellement sur le vignoble, avec notamment **une rémunération des vignerons selon la qualité des apports**.
- **1989/1990** : tout en continuant les efforts au vignoble avec notamment un appui technique auprès des producteurs, les efforts se portent sur la commercialisation avec l'embauche d'un Directeur commercial qui va structurer tout le réseau commercial, mettre en place **une politique commerciale et ainsi re-dynamiser les ventes**.
- **1994**, afin d'assurer la **cohérence de tous les efforts qualité** entrepris tant en au niveau du vignoble qu'au niveau de la cave, le nouveau Président, Alain IGNACE, décide, en accord avec son conseil d'administration, de mettre en place une démarche qualité selon la norme internationale ISO 9002/V94 en partant de l'amont viticole jusqu'à la vente des produits de la cave.

Ce référentiel va être utilisé comme un outil de Management pour :

- Améliorer la cohésion entre les différents services de la cave en organisant les flux d'informations.
- Optimiser les process.
- Développer un partenariat plus important avec ses vigneron
- Poursuivre une amélioration de la qualité du vignoble et de ses produits en tenant compte et en anticipant les exigences de ses clients et du marché (ex : traçabilité, sécurité alimentaire, produits du terroir...).
- **Août 1996**, Tous ces efforts vont se concrétiser par l'obtention de la certification ISO 9002/V94 pour le **suivi des techniques culturelles**, la réception des vendanges, la vinification, l'élevage, le conditionnement et la vente des vins.
- **Dés 1998**, cette démarche qualité va se compléter avec la mise en place **d'un Système de Management Environnementale** selon la norme internationale ISO 14001. Un des objectifs étant de démontrer que les produits de la cave sont réalisés dans le respect de l'environnement et ainsi répondre à une attente de plus en plus pressante de ses clients.
- De nouveaux moyens vont être développés et mis en œuvre :
 - Mise en place d'un Comité de Pilotage Environnement
 - Développement du Service Technique, (désormais 3 techniciennes),
 - Création d'un poste de Responsable Environnement, qui va être occupé par le Responsable Qualité afin d'assurer la cohérence entre les différents systèmes de Management.
 - Dés 2000, La mise en place d'une Charte Viticulture Raisonnée et Environnementale : **la CHARTE VIVRE**.
- **2001**, Reconnaissance de notre SME, avec l'obtention d'une certification ISO 14001 pour la cave mais également une partie de son vignoble.
- **2007**, Extension du SME et certification des 1 260 ha de vignoble.

LES ACTIONS ENVIRONNEMENTALES DES VIGNERONS AU TRAVERS DE LA CHARTE VIVRE

Le Respect d'une exigence Naturelle et économiquement viable

« Aujourd'hui, la prise en compte de la protection de l'environnement est devenue une réalité aussi bien au niveau de l'individu que de la collectivité ou de l'entreprise. La filière vitivinicole n'échappe pas à cette règle. »

C'est donc pour diverses raisons techniques, économiques, environnementales et médiatiques que la Cave et les Vignerons ont été amenés à passer progressivement d'une viticulture systématique à **une viticulture écologique respectueuse des terroirs et des clients tout en garantissant la qualité de l'environnement et la sécurité des denrées alimentaires tout en permettant l'obtention de vins de qualité.**

Cette Charte s'inscrit dans le **devoir** de faire apprécier le travail de tous nos vigneron, de faire partager leur passion d'homme de Terroir, *« Empreint de tradition et de modernité dans un profond respect d'autrui et de la nature »*, pour **une Viticulture Respectueuse de la Vie et de l'Environnement.**

Cette **CHARTE VIVRE**, s'appuie à la fois sur la réglementation, sur les directives de la charte Nationale de l'INAO « Terroir-Environnement » ainsi que de la charte régionale Rhône-Méditerranée, sur l'arrêté du 30/04/02 relatif à l'agriculture raisonnée, le règlement 178/2002 (Exigences de traçabilité applicables depuis le 1/01/2005), les règlements européens 852 /2004 concernant l'hygiène (applicable à partir du 1/01/2006), l'arrêté mélange du 13 mars 2006, l'arrêté du 12 septembre 2006 et la loi sur l'eau du 30 décembre 2006

Elle décrit l'itinéraire technique à suivre tant au niveau des opérations amonts (conduite du vignoble, vendanges...) que les opérations avals (vinification, préparation des vins à la mise...) et s'inscrit dans la démarche globale ISO 9000 et 14000 de la cave.

Les notes techniques ainsi que la fiche de travaux, la grille de sensibilité des parcelles ainsi que tous les autres documents d'enregistrement, utilisés en aval dans notre système qualité et environnemental, viennent compléter cette Charte.

Les objectifs visés sont multiples :

- Engagement à respecter la Réglementation.
- Rassurer le consommateur en garantissant un produit sain et de qualité supérieure.
- Réduire les risques pour le personnel.
- **Réduire les risques de pollution des eaux, de l'air, du sol.**
- **Conserver l'équilibre naturel de notre environnement et la beauté de nos paysages.**

Pérenniser les exploitations et Valoriser les revenus des coopérateurs tout en préservant notre patrimoine

LES OBLIGATIONS

Le producteur doit :

1. Posséder les plans cadastraux de ses parcelles.
2. S'engager à respecter la charte VIVRE sur l'ensemble de son exploitation viticole, (98 points obligatoires).
3. S'engager à mettre tout en œuvre pour respecter les règlements CE178/2002 (traçabilité) et 852/2004 (pack hygiène), relatif à l'hygiène des denrées alimentaires, applicable depuis janvier 2006, en assurant notamment la traçabilité des intrants utilisés pour la conduite du vignoble afin de garantir au consommateur un niveau de protection élevée en matière de sûreté alimentaire.
4. S'engager à mettre tout en œuvre pour respecter la réglementation concernant, l'arrêté mélange du 13 mars 2006, l'arrêté du 12 septembre 2006 et la loi sur l'eau du 30 décembre 2006.
5. Accepter les règles mises en place pour le transport et la réception de la vendange et notamment la notation qualité.
6. S'engager à prévenir, en cas de risque d'écarts, le service technique / environnement pour décision
7. Mettre en œuvre les moyens nécessaires pour assurer la sécurité des opérateurs
8. **Avant le début de la campagne**, déterminer les unités culturales de son exploitation et le **seuil de sensibilité** des différentes parcelles ou unités culturales aux différents parasites ; Permettant ainsi de justifier les différents traitements effectués et qui pourraient être différents de ceux préconisés sur les notes techniques. Enregistrer ces seuils de sensibilité sur la grille fournie. Conserver cette fiche en cas de contrôle.
9. Recevoir et tenir compte des conseils des notes techniques envoyés par le service technique
10. Accepter les différents audits vignobles, matériel et tenir compte des recommandations.
11. Enregistrer les différents travaux, sur la fiche fournie, permettant ainsi la traçabilité des interventions. A rendre cette fiche au service technique de la cave pour analyse après les vendanges et tenir compte pour la campagne suivante des recommandations faites par le service technique.
12. **Conserver pendant une durée d'au moins de 5 ans** les différentes factures des produits achetés et les fiches de travaux et les tenir à disposition pour un éventuel contrôle inopiné lors d'un audit interne, ou de la **commission de contrôle** ou pour un organisme extérieur.
13. Participer aux réunions d'information et de formation.

La partie cave (vinification, préparation des vins à la mise) doit :

1. Mettre en place un système de veille réglementaire permettant de s'assurer de la conformité par rapport à cette dernière.
2. Assurer la traçabilité exigée par la réglementation.
3. Réaliser des analyses et les conserver selon le plan de contrôle décrit dans les différentes procédures pour un éventuel contrôle interne ou externe, permettant de justifier les interventions.

4. Enregistrer l'ensemble des opérations effectuées concernant les adjonctions des différents produits œnologiques et les produits d'hygiène utilisés + les numéros de lots.
5. Mettre en place des formations et des réunions de sensibilisation au niveau du personnel.
6. Mettre en œuvre les moyens nécessaires pour assurer la sécurité des opérateurs.

LES RESSOURCES

Au niveau du Vignoble : hormis l'organisation développée ci-dessus différents outils et ressources ont été développés pour améliorer les relations partenariales avec les vignerons, assurer la traçabilité des opérations et protéger l'environnement,

- **La création d'un service technique/environnement** : 3 techniciennes chargées d'assurer la mise en œuvre, la surveillance, la détermination des actions d'amélioration, la communication amont.
- **La mise en place d'une commission technique**, composée de 18 vignerons, chargée de définir les actions techniques à développer, de mettre à jour et valider la CHARTE VIVRE, de définir les actions à mettre en place en cas de dérives. (3 à 4 réunions par an).
- Amélioration de la communication avec **la création d'un journal de liaison** le TRIPTYQUE (2 fois par an), l'émission de bulletins d'information (1 fois par semaine) ; la mise en place de 2 réunions obligatoires (en dehors de l'assemblée générale) ; la mise en place **en collaboration avec la SRPV** de réunions techniques axées sur la préservation de l'environnement (lutte contre l'érosion, maintien de la qualité des ressources en eau, lutte contre la sécheresse...)
- **Mise en place d'un appui technique** par l'intermédiaire de la CHARTE VIVRE, les audits vignobles, le suivi régulier de parcelles références, les compte-rendus réalisés suite à l'analyse des fiches de travaux renseignées par chaque vigneron.
- **Mise en place d'actions visant à protéger les ressources en eau** (les sources, le bassin versant de la SALETTE, les zones sensibles aux nitrates).

Au niveau de la Cave : les outils développés visent principalement à améliorer la communication interne mais également à préciser les responsabilités et autorités, les points de contrôles et d'enregistrements obligatoires pour assurer la traçabilité des opérations, la sécurité des denrées alimentaires, le respect des exigences environnementales liées notamment à la réglementation ICPE et le respect des exigences de nos clients.

- Mise en place d'un processus gestion des risques, regroupant les risques environnementaux, qualité, sécurité des denrées alimentaires, sécurité du personnel et piloté par la Direction.
- Mise en place de fiches précisant les responsabilités et autorités de chaque fonction mais également les compétences nécessaires.
- Création de nombreux enregistrements tout en conservant au maximum ce qui existait et fonctionnait bien au par avant.
- Mise en place de différentes réunions pour régler les dysfonctionnements mais également permettant d'établir des plans d'actions et prévoir les ressources nécessaires.
- Mise en place d'audits internes.
- Mise en place d'indicateurs pour surveiller voir mesurer l'efficacité des différents systèmes de Management mis en place et permettre leur amélioration.

LES RÉSULTATS

Au niveau de l'amont, % de conformité CHARTE VIVRE

DES OBJECTIFS COLLECTIFS ANNUELS :

Respect CHARTE VIVRE = 60 % sur tous les points

30 % des ilots de son exploitation analysés et 0 producteur à 0 %.

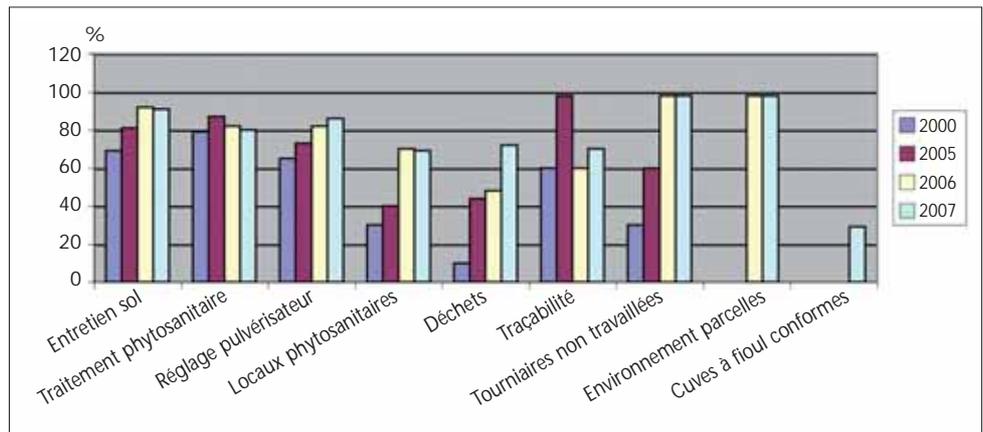
80 % en conformité par rapport à l'utilisation de produits phytosanitaires.

80 % en conformité par rapport à l'utilisation de produits de désherbage.

80 % en conformité par rapport au réglage des pulvérisateurs.

70 % en conformité par rapport à la gestion des déchets.

	Année 2000	Année 2005	Année 2006	Année 2007
Tous les points	30	72	75	60.3
Fumures (à partir d'analyses de sol)	33	51	31	26
Entretien sol	69	81	92	91
Traitement phytosanitaire	79	87	82	80
réglage pulvérisateur	65	73	82	86
Locaux phytosanitaires	30	40	70	69
Cuves à fioul conformes				29
Déchets	10	44	48	72
Traçabilité	60	98	60	70
Tournaies non travaillées	30	60	98	96
Environnement parcelles			98	98



Analyse de conformité avec charte vivre par rapport aux objectifs définis

- **Indicateur respect de tous les points CHARTE VIVRE : objectif juste atteint** un peu en baisse par rapport à 2006 mais s'explique par l'intégration de tous les vigneron dans la démarche.

Les points sensibles en 2007 concernent la conformité au niveau de l'utilisation des produits phytosanitaires avec une pression mildiou plus élevée entraînant l'application de doses de cuivre parfois plus élevées et des non-respects d'alternance de matières actives.

Des points à travailler : raisonnement fumures, la traçabilité des lots utilisés (en amélioration mais encore 30 % de vigneron NC), collecte des déchets, l'alternance des familles chimiques oidium et mildiou, réglage pulvérisateur, la conformité des locaux de stockage et des cuves à fioul.

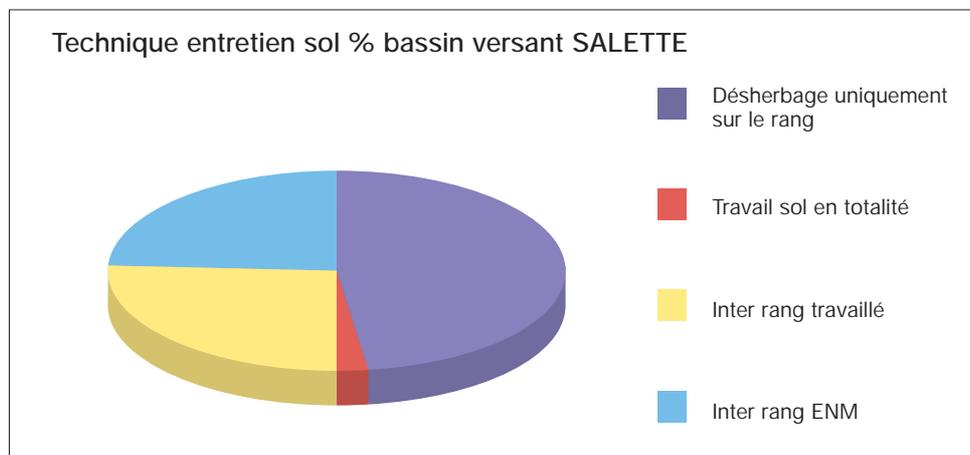
- **Indicateur raisonnement de fumures : objectif non atteint** peu d'évolution par rapport au dernier bilan – sur les 1 298 ha – 444 ha analysés = 34 % et sur les 943 ilots identifiés, 224 analysés = 24 % ; 26 % des exploitations ont atteint l'objectif de 30 % de leur exploitation analysée et 63 % des exploitations n'ont pu présenter 1 analyse de sol.
- **Indicateur gestion déchet : objectif atteint**, et ce malgré l'intégration de tous les vigneron dans la démarche ISO 14001 ; néanmoins la mise en place des opérations collectives avec la coopérative d'approvisionnement LA BALMEENNE doit permettre d'atteindre rapidement l'objectif de 100 %.
- **Indicateur réglage pulvérisateur : objectif de 80 % atteint**, néanmoins d'ici 2009 tous les vigneron devront être conformes sur ce point.

Amélioration de la qualité des eaux bassins versant de la Salette : résultats de LA FREDON et SRPV PACA (PHYTOMA N° 607/09/2007)

Amélioration liée d'une part au renforcement de la réglementation avec l'interdiction de certaines substances mais également au raisonnement des traitements, et à l'interdiction dans la CHARTE VIVRE de désherber en totalité.

Superficie totale concernée : 163 ha 20 a 98 ca

Technique mise en œuvre	Superficie concernée (%)
Désherbage uniquement sur le rang	98,90 %
Travail sol en totalité	1,18 %
Inter-rang travaillé	56,00 %
Enherbement (ENM) inter-rang	45,00 %



- **2001-2002** : 15 substances retrouvées sur les 351 recherchées à des concentrations non négligeables. Principalement des herbicides comme, terbuthylazine, simazine, diuron, norflurazon, aminotriazole, glyphosate, napropamide et quelques antimoldiou et antioidium comme oxadixyl, myclobutanil, métalaxyl, tébuconazole, azoxystrobine, cymoxanil
- **2006** : le nombre de substances détectées passe de 15 à 8, les cumuls de concentrations ont diminué d'un facteur 10 pour 3 mesures ; les pesticides s'ils restent décelables ne sont plus présents qu'à de très faibles niveaux.

En sortie de bassin versant nous trouvons une eau plus propre qui atteint ou dépasse les objectifs CORPEP très proche du seuil de potabilité et qui répond aux objectifs à atteindre pour 2015 selon la directive Cadre sur l'eau.

CONCLUSIONS

Bien que tous les objectifs n'aient pas été encore atteints, les résultats restent intéressants car ils mettent en évidence une amélioration constante. Cette amélioration on la doit :

- A une participation active de l'ensemble des vigneron qui se concrétise pas des résultats tangibles.
 - Depuis 1994, 99 à 100 % des vigneron rendent leurs fiches viticulture de mieux en mieux renseignées.
 - Tous les vigneron sont présents aux audits vignobles.
 - Une commission technique dynamique, porteuse de projets et d'actions d'amélioration (3/4 réunions par an).
 - Un raisonnement significatif des traitements depuis la mise en œuvre de la charte VIVRE.
 - L'utilisation de produits peu toxiques pour l'environnement.
 - La préservation de la potabilité de l'eau de sources et des rivières.
 - Une bonne gestion des déchets agricoles.

Mais également,

- Aux ressources humaines mises en place : service technique mis à la disposition des vigneron.
- Aux moyens de communications développés : réunions, journal, bulletins...
- Au partenariat avec l'ensemble des acteurs de la filière : SRPV, Coopérative d'approvisionnements, ITV...
- Aux moyens financiers mis en œuvre par la direction.

La réussite d'une telle action reste le fruit d'un travail de longue haleine qui représente un vrai projet d'entreprise ; il dépend avant tout de la volonté des hommes.

PERSPECTIVES

La poursuite de nos actions concerne :

- **La protection de l'eau** en partenariat avec la SRPV et la FREDON avec 2 objectifs :
 - L'accompagnement global de la gestion des herbicides par des raisonnements agronomiques viables sur le long terme.
 - Le traitement du problème des pollutions diffuses.
- **La poursuite de nos efforts** concernant le raisonnement des fumures, le réglage des pulvérisateurs afin d'atteindre la cible de 100 % en 2009, le stockage des produits phytosanitaires et la mise en conformité des cuves à fioul.
- **Développement de notre partenariat avec les mairies** dans le cadre de leurs actions concernant notamment les bornes de remplissage avec une réflexion sur la mise en place de station de remplissage et lavage.

Chapitre II

Comment développer le marché des vins rosés ?

- > Un panorama mondial des vins rosés. Diversité de composition et de packaging
Gilles MASSON - Directeur du Centre du Rosé
- > Le marché des vins rosés en France, en Europe et dans le Monde
Françoise BRUGIERE - Division Etudes et Marchés Viniflor
- > Un exemple de création de marque et d'innovation marketing pour surfer sur la vague du rosé
James DE ROANY - Directeur PGA Domaines-Provence
- > Etat des connaissances sur l'arôme des vins rosés
Marie-Laure MURAT - Labo SARCO
- > Les cépages adaptés à l'élaboration des vins rosés :
approche internationale et prospective
Christophe SERENO - IFV
- > Itinéraires d'élaboration des vins rosés
Laure CAYLA - Centre du Rosé, IFV
- > Evaluation sensorielle des vins rosés, exemples d'application
Nathalie POUZALGUES - Centre du Rosé - Syndicat des Vins Côtes de Provence
- > Le rosé en Amérique : évolution ou révolution ?
Jeff MORGAN - Viticulteur/Journaliste - Napa Valley Californie

Un panorama mondial des vins rosés

Diversité de composition et de packaging

Gilles MASSON

Centre de Recherche et d'Expérimentation sur le Vin Rosé
70, avenue Wilson - 83550 Vidauban
gmasson@wanadoo.fr

RÉSUMÉ

Le Centre de Recherche et d'Expérimentation sur le Vin Rosé a analysé durant les étés 2004 à 2008 cinq collections de plus de 600 échantillons de vins rosés français et étrangers. Les résultats montrent une très grande diversité de composition en fonction de l'origine géographique.

Les vins Rosés du monde peuvent être répartis en grandes familles selon trois critères perceptibles par le consommateur : la couleur, la teneur en gaz carbonique et en sucres. Les vins sont effervescents ou tranquilles, sec à doux, clair à foncé et couvrent un éventail de possibilité en terme de goût, d'équilibre et donc d'adaptation au marché très important.

Les grandes catégories de vins Rosés ainsi définies font l'objet d'un commentaire œnologique. Quelques références mondialement reconnues sont présentées et discutées. Leur packaging est étudié grâce à quelques clichés de la collection 2008.

En marge de cette classification, différents résultats sont discutés. Le nombre de références de vins rosés effervescents augmente régulièrement dans la collection, passant de 7 à 12 % en quatre ans. La capsule à vis et le bouchon synthétique progressent assez nettement à l'inverse du bouchage liège. Les couleurs des vins Rosés ne sont pas réparties aléatoirement sur le plan géographique. On observe les vins rosés les plus colorés dans les zones viticoles les plus méridionales, ce constat étant vérifié à l'échelle de la France mais également au plan international.

Mots clés : Vin Rosé, couleur, sucres, effervescents, Rosés du monde.

INTRODUCTION

Les sources d'information sur les vins Rosés du monde, qu'elles soient économiques, commerciales, juridiques... ou techniques, sont rares. Grâce à une collection de vins Rosés internationaux de plus de 600 échantillons, mise à disposition du Centre du Rosé chaque année par l'Union des œnologues de France, un observatoire a pu être mis en place depuis 2004. Ces informations sont utiles pour les différentes régions productrices dans un contexte d'engouement fort pour le vin Rosé et de concurrence accrue.

En 2004 et 2005, l'étude est centrée sur l'acidité et la couleur des vins rosés. De 2006 à 2008, les analyses physico-chimiques sont plus poussées et des observations sont faites sur les bouteilles, les bouchons et les étiquettes.

ÉCHANTILLONS ET ANALYSES

Les collections de vins rosés fournies de 2004 à 2008 par l'Union des œnologues de France sont présentées dans le tableau 1. Le nombre d'échantillons varie de 556 à 787 et le nombre de pays représentés oscille entre 19 et 27. Bien évidemment, ces collections ne correspondent pas de façon exhaustive à la production mondiale de vins rosés. Il s'agit d'un échantillon qui donne

une idée de ce qui peut se passer dans les différents pays producteurs et qui permet un suivi au cours du temps.

La France représente chaque année la plus grande partie de l'échantillonnage avec près de 400 vins. Parmi les autres pays, les mieux représentés sont l'Italie et l'Espagne. La très grande majorité des échantillons est issue du millésime le plus récent. Sept à douze % des vins sont effervescents.

Année	Nombre d'échantillons	Pays représentés	% effervescent
2004	556	19	7
2005	634	27	8
2006	664	21	11
2007	649	19	9,5
2008	787	25	12

Tableau 1 : Composition des collections de vins rosés du monde de l'Union des Œnologues de France analysés par le Centre du Rosé de 2004 à 2008.

En 2004 et 2005, les mesures de couleur sont réalisées au laboratoire du Centre du Rosé par spectrophotométrie (Lambda 20, Perkin Elmer). L'acidité est évaluée par titration (ATC 30, Cetim). Les acides malique et tartrique sont dosés respectivement par réactions enzymatique et colorimétrique (analyseur séquentiel, VPI, Cetim). De 2006 à 2008, les mesures œnologiques sont effectuées par IRTF (InfraRouge à Transformées de Fourier, laboratoire Dubernet, Narbonne). Les observations relatives au packaging sont faites par les techniciens du Centre du Rosé.

RÉSULTATS

Une première exploitation de ces résultats, sous un angle analytique, a fait l'objet de communications récentes (MASSON, 2006a, MASSON et al., 2008). Elles ont notamment démontré la diversité de composition de ces vins, sur le plan de l'acidité avec un taux de réalisation de la fermentation malolactique variant d'une région à l'autre et sur le plan de la couleur.

Cet article présente une exploitation de la banque de données sous un angle « consommateur » en choisissant d'étudier des paramètres qui lui sont plus accessibles, gaz carbonique, couleur et sucre. Ces éléments simples permettent d'établir une classification en « grands styles » de vins rosés qui est proposée dans le tableau 2. La quasi-totalité des cases de ce tableau sont renseignées ce qui signifie que quasiment tous les styles de Vins Rosés sont présents dans le monde. Les vins sont effervescents ou tranquilles, sec à doux, clair à foncé et couvrent un éventail de possibilité en terme de goût, d'équilibre et donc d'adaptation au marché très important.

		Tranquille			CO ₂	Effervescent				
		88 %				12 %				
		Couleur				Couleur				
		Clair	Moyen	Foncé		Clair	Moyen	Foncé		
		55 %	14 %	31 %		71 %	14 %	15 %		
Sucre									Sucre	
Sec	87 %	x	x	x		x	x	x	82 %	Brut
Demi-sec	9 %	x	x	x						
						x			8 %	Extra sec
Demi-doux	3 %	x	x	x		x		x	8 %	Sec
						x			2 %	Demi-sec
Doux	1 %	x	x	x						Doux

Tableau 2 : Ventilation des vins rosés du monde (% par catégorie) issus de la collection 2007 de l'Union des Œnologues de France et étudiée par le Centre du Rosé, en fonction de leur couleur, de leur teneur en sucres et en CO₂.

LES VINS ROSÉS EFFERVESCENTS

Les rosés à bulles connaissent une croissance importante depuis quelques années (DELUZE, 2008). Cette augmentation est également visible en terme de proportions dans les collections étudiées (tableau 1) et passe de 7 à 12 % en 5 ans.

Teneurs en sucres des vins rosés effervescents

Les vins effervescents sont bruts lorsqu'ils ont moins de 12 g par litre de sucre, extra-secs de 12 à 17 g, secs de 17 à 32 g, demi-secs de 32 à 50 g et doux lorsqu'ils présentent une teneur supérieure à 50 g. Les proportions rencontrées dans chaque catégorie de la collection apparaissent dans le tableau 2. La dominante des vins rosés effervescents correspond à des vins bruts (82 %). Ceci s'explique sans doute, par la forte proportion de vins de Champagne dans la collection. On note malgré tout la présence de quelques extra-secs, quelques secs et quelques demi-secs.

Couleurs des vins rosés effervescents

Les vins sont classés en 3 catégories de couleur, les clairs, les moyens et les foncés, selon la valeur du paramètre a^* qui est un critère colorimétrique mesurant la couleur rouge. Une valeur de a^* inférieure à 16 correspond à un vin clair, a^* supérieur à 24 caractérise un vin foncé et entre les deux valeurs se situent des vins moyennement intenses (TOUZET et GUITTARD, 2003).

Plus de deux tiers des rosés effervescents sont des vins clairs (tableau 2), l'autre tiers étant réparti de façon équitable entre les vins moyennement intenses et les vins foncés. La figure 1 permet de visualiser ce résultat de façon différente. Chaque année, grâce au nuancier mis au point par l'IFV et le Centre du Rosé, la couleur de tous ces vins est consignée, à la fois les vins effervescents et les vins tranquilles. Le nuage de points qui en résulte est très varié, avec des couleurs très différentes, qui vont quasiment du vin blanc au vin rouge. Le vin rosé semble représenter un trait d'union entre ces deux types de vins.

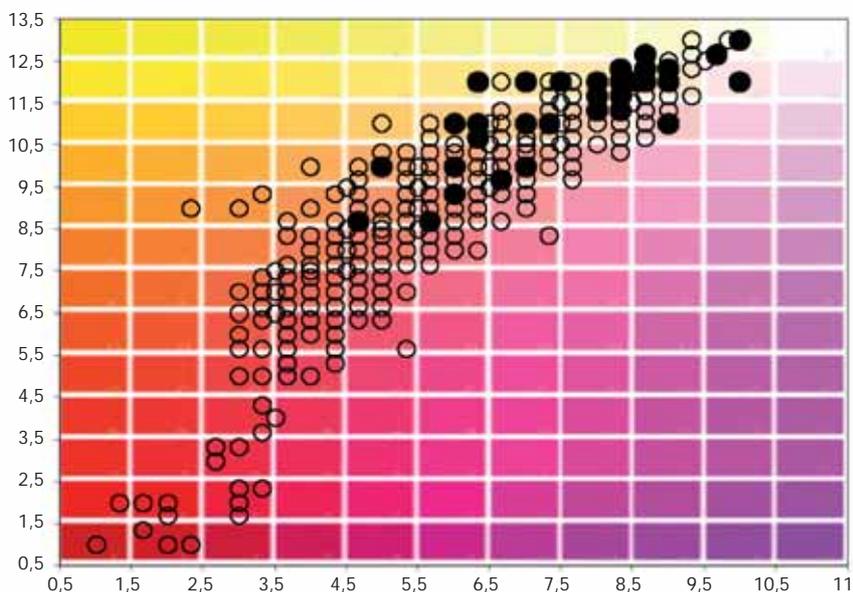


Figure 1. Répartition des vins rosés du monde issus des collections 2004 et 2005 sur le nuancier de couleur du Centre du Rosé.

○ : vins rosés tranquilles, ● : vins rosés effervescents.

Sur la figure 2 présentant uniquement des vins rosés effervescents, les Champagnes occupent la totalité de la palette de couleurs. Ces Champagnes plus ou moins intenses couvrent bien l'ensemble de la gamme. Les autres effervescents français comme les Crémants de Bourgogne, de Loire et d'Alsace sont des vins rosés particulièrement pâles et parfois plus clairs que les Champagnes. Les effervescents étrangers se divisent en deux catégories : en haut à droite des vins rosés effervescents clairs venant de Suisse et d'Allemagne, alors que les vins les plus colorés sont originaires d'Italie et d'Espagne.

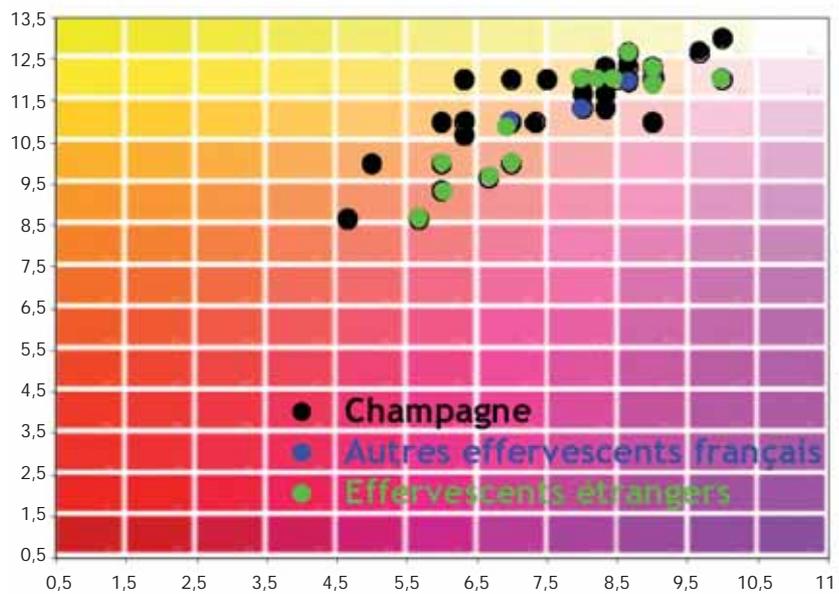


Figure 2. Répartition des vins rosés effervescents du monde issus des collections 2004 et 2005 sur le nuancier de couleur du Centre du Rosé. Plusieurs points peuvent être superposés.

Une autre façon de présenter ces résultats est de faire un zoom sur la partie un peu plus claire, avec le nuancier « Provence ». Tous les vins sont projetés sur ce nuancier et quasiment toutes les cases sont utilisées. Les effervescents sont plutôt sur la partie haute du graphique et vers des couleurs jaune orangé. On connaît la difficulté qu'ont les élaborateurs de vins effervescents à garder une couleur vive et franche pour les rosés. En effet, au cours de la deuxième fermentation, qu'elle soit en bouteille ou en cuve close, et au cours de la conservation en bouteille, une partie des anthocyanes est fixée par les écorces de levure. La perte de ce caractère rouge, violet éclatant nous amène sur des nuances un peu plus orangées.

Pour avoir une idée de ce que peuvent donner les trois couleurs extrêmes de Champagne, un contre typage de ces vins a été réalisé à partir de la méthodologie utilisée pour le « nuancier gel » du Centre du Rosé (MASSON, 2006b). La nouveauté de travail réside dans la reproduction de la mousse. Les couleurs de trois Champagne sont assez différentes : une couleur qualifiée de pêche, une de pomelo et une de groseille (figure 3).

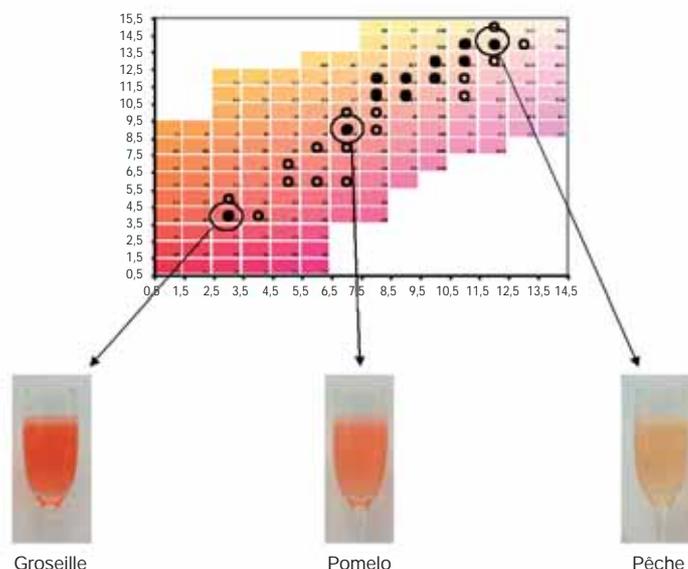


Figure 3. Positionnement des vins rosés de Champagne sur le nuancier de couleur « Provence » et illustration du contre typage de trois couleurs particulièrement différentes : Groseille, pomelo, pêche.

Exemples de vins rosés effervescents

Dans la catégorie brut et clair, on trouve des Champagnes dont certains sont proposés dans la célèbre bouteille verte champenoise. Cette bouteille, même si elle ne permet pas de juger de la couleur du vin, est maintenue sur les rosés en Champagne en raison de son impact environnemental plus faible que la bouteille blanche.

Dans la catégorie des bruts un peu plus colorés, les Champagnes sont également présents. La plupart des Champagnes rosés sont obtenus à partir d'un assemblage de vin blanc et de vin rouge. Les champenois sont particulièrement attentifs à l'élaboration de leur vin rouge qui ne représente pas qu'un simple colorant, mais doit aussi apporter du fruité et de la structure.

D'autres exemples de vins rosés effervescents bruts et clairs sont observés : un Crémant d'Alsace ou un vin venant de République Tchèque mis en valeur dans une très belle bouteille. Il est élaboré en cuve close par un assemblage de vin blanc et de vin rouge.

Parmi les autres vins rosés bruts et colorés, le Cava d'Espagne a une couleur assez intense et est produit par macération pelliculaire de 12 heures avec une volonté de donner une couleur relativement intense. Ce vin est élaboré en méthode traditionnelle.

En Italie, la catégorie extra-sec et moyennement coloré est illustré par un « vino spumante » élaboré par un assemblage de pinot blanc et de pinot noir, qui contient 16 g de sucre par litre et qui a été obtenu en méthode « cuve close ». Les vins rosés effervescents plus sucrés proviennent souvent d'Allemagne comme cet exemple particulier qui est issu de vendanges tardives, qui a fait l'objet d'un passage en fût pouvant expliquer sa couleur légèrement orangée et qui est élaboré par méthode traditionnelle.

LES VINS ROSÉS TRANQUILLES

Teneurs en sucres des vins rosés tranquilles

Dans le tableau 2, la classification pour la teneur en sucres apparaît un peu plus simple que pour les effervescent avec des vins secs inférieurs à 4 grammes par litre, des demi-secs inférieurs à 12 g, des demi-doux entre 12 et 45 g et des doux supérieurs à 45 g.

Une analyse statistique de la teneur en sucre des vins rosés français permet de séparer 2 catégories : des vins qui ont une teneur en sucre inférieure à 5 g en moyenne et qui proviennent plutôt des vignobles méridionaux et les vins des vignobles septentrionaux dont la teneur en sucre résiduel est plus importante. Cette recherche de douceur est susceptible de contrebalancer des acidités naturelles de ces vignobles et de trouver un autre équilibre et une harmonie pour ces vins.

La moyenne globale des sucres dans les vins tranquilles s'élève à 3,9 g/l. Ce vin rosé mondial « type » à 4 g par litre de sucre en moyenne cache une très grande diversité avec beaucoup de vins très secs et quelques vins particulièrement doux.

En ce qui concerne les vins secs, la moyenne est de 1,36 g de sucre par litre et deux tiers de ces vins ont à des teneurs très faibles, inférieures ou égales à 1 g de sucre par litre.

Couleurs des vins rosés tranquilles

En matière de couleur, la moitié des vins tranquilles sont jugés clairs ($a^* < 16$) mais il y a plus de vins foncés dans les vins tranquilles que dans les effervescents. Les pays producteurs de vins rosés sont classés par couleur dans le tableau 3. En descendant dans le tableau, les couleurs sont de plus en plus intenses. La France occupe une position intermédiaire : elle produit des rosés moyennement colorés. Tous les vins qui sont au-dessus de la France dans le tableau proviennent de vignobles septentrionaux (Slovaquie, Allemagne, Suisse...). Dans le bas du tableau, il y a des vignobles plus méridionaux qui donnent des rosés plus colorés (Chypre, Espagne, Grèce...).

PAYS	Effectif	Moyenne	Groupes homogènes
Grande Bretagne	1	1,77	XXX
Allemagne	13	2,89	X
Suisse	20	3,31	X
Uruguay	2	5,16	XXX
Slovaquie	1	5,33	XXXXX
Serbie	1	5,58	XXXXX
Autriche	15	6,37	XX
Japon	1	6,46	XXXXX
Hongrie	8	6,58	XX
Luxembourg	7	6,79	XX
Etats-Unis	3	7,44	XXX
Turquie	2	8,11	XXXXX
Maroc	1	8,46	XXXXXX
France	915	8,81	XX
Liban	3	9,00	XXX X
Tunisie	3	9,25	XXXXX
Macédoine	1	9,83	XXXXXXXX
Canada	2	10,02	XXXXX
Nouvelle Zélande	2	12,05	XXXXXX
Chili	5	12,57	XXXX
Afrique du sud	6	12,74	XXXX
Portugal	13	13,41	XXX
Bulgarie	2	13,81	XXXXXX
Australie	9	15,05	XXX
Italie	56	17,02	X
Chypre	5	17,81	XXXX
Espagne	78	20,03	XX
Grèce	14	22,30	X

Tableau 3. Résultats de l'analyse de variance (test des étendues multiples, 95 % LSD) pour la couleur rouge (a*) des 1190 vins rosés du monde analysés en 2004 et 2005.

Il existe un véritable gradient de couleur au niveau mondial sur les vins rosés. Ceci est sans doute lié à la maturité : plus la maturité est importante et plus la couleur est prononcée. Pour les vins rosés français (tableau 4), les deux régions les plus « pâles » sont la Champagne et la Provence. A l'inverse, les couleurs les plus soutenues seront retrouvées dans des régions comme Bordeaux et le Sud Ouest. Lorsque l'on répartit la couleur de ces vins rosés français sur une carte de France (figure 4), on s'aperçoit qu'on suit un grand S avec une couleur croissante depuis le Nord Est, la Champagne en passant par le Val de Loire, le Centre, la Vallée du Rhône, le Languedoc, Bordeaux, le Sud Ouest pour finir par les Clairets de Bordeaux. La seule région qui échappe à cette progression de couleur est la Provence où, malgré des cépages et des conditions de maturité à peu près identiques à celles de la Vallée du Rhône et du Languedoc, existe une politique volontariste de couleur pâle avec notamment une maîtrise des extractions et des macérations.

REGION	Effectif	Moyenne	Groupes homogènes
Nord Est	89	4,57	X
Provence	296	4,66	X
Pays de Loire	93	8,33	X
Centre	13	8,39	XX
Rhône	97	10,72	X
Languedoc	171	11,04	X
Bordeaux	46	14,56	X
Sud Ouest	92	15,71	X
Clairet	14	22,78	X

Tableau 4. Résultats de l'analyse de variance (test des étendues multiples, 95 % LSD) pour la couleur rouge (a*) des 911 vins rosés français analysés en 2004 et 2005.

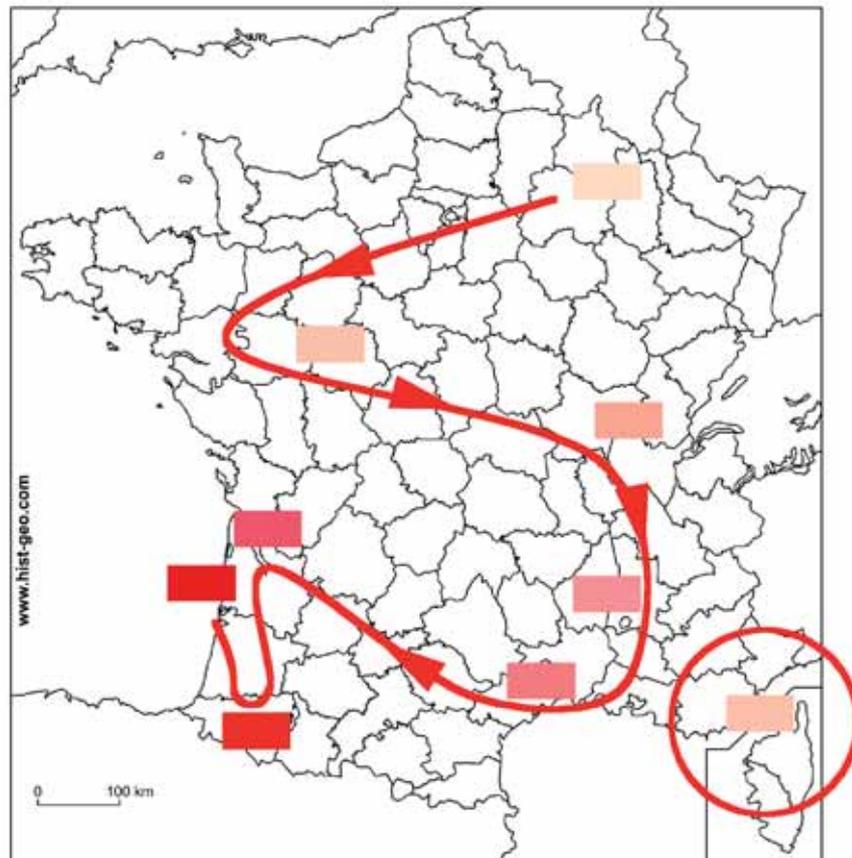


Figure 4. Représentation géographique des principales couleurs de vins rosés français établie sur la base des données du tableau 3.

Exemples de vins rosés tranquilles

En croisant couleur et teneur en sucre, les vins rosés de diverses origines occupent toutes les cases du tableau 2. Quelques exemples des grands cas de figures de rosés tranquilles rencontrés peuvent être commentés.

Parmi les vins tranquilles, secs et peu colorés on rencontre par exemple un Merlot rosé de Hongrie. Dans cette même catégorie, on trouve la plupart des vins de Provence et notamment des Côtes de Provence bien connus dans ce type de production. Ces vins issus de Grenache, Cinsaut et Syrah sont vinifiés très souvent avec des pressurages directs qui permettent d'obtenir des couleurs peu intenses.

La montée en gamme de couleur se retrouve dans les Tavel, vins aux belles couleurs, rubis et fraise qui sont obtenues grâce à des maturités particulièrement avancées et à des macérations pelliculaires souvent d'une nuit favorisant l'extraction de cette couleur plus soutenue.

Un des échantillons les plus colorés est un vin rosé de Merlot venant du « Penedes » en Espagne et qui, par à sa bouteille en verre blanc, revendique sa couleur intense.

Parmi les vins **demi-secs** à la teneur en sucre plus élevée, on trouve par exemple un rosé de « Kavaklidere » en Turquie, obtenu avec un cépage « le çalkarasi » qui est jugé peu coloré et qui nécessite une macération pelliculaire de 24 heures pour arriver à une couleur rosée suffisante. L'illustration d'un vin moyennement coloré et demi-sec se trouve en Australie méridionale avec une Syrah obtenue par des vendanges de nuit avec une macération pelliculaire de quelques heures. Pour des couleurs plus intenses, on retrouve une Syrah en Vin de Pays d'Oc qui affiche 6 g par litre de sucre après édulcoration et élaborée avec 70 % de saignée et 30 % de pressurage direct.

Encore plus sucré, le fameux Cabernet d'Anjou est obtenu à partir de Cabernet Sauvignon et de Cabernet Franc et doit présenter un sucre résiduel minimum de 10 g par litre. Le célèbre Mateus au Portugal est un **demi-doux** moyennement coloré, obtenu à partir de cépages

portugais qui sont vinifiés en blanc et qui titre 15 g de sucre par litre. Toujours au Portugal, on rencontre le vin le plus sucré de la collection, qui est le premier Porto rosé. Il est vinifié comme un Porto Rubis, avec des cépages traditionnels de Porto et affiche après mutage à l'alcool neutre 100 g par litre de sucre.

LE PACKAGING DES VINS ROSÉS

Concernant la **bouteille**, le verre blanc, malgré son empreinte écologique, est toujours leader puisque 94 % des rosés sont mis en bouteille sous cette forme. La forme de bouteille la plus fréquente est la bordelaise (70 % des cas). La bordelaise blanche est donc encore la valeur de référence pour les rosés dans le monde.

En terme de **bouchons**, des évolutions sont notées au cours des dernières années. En effet, le liège est passé de 70 % à 50 % en 4 ans. Il s'agit donc d'un repli assez net qui était pressenti et que l'on confirme de façon chiffrée sur les vins rosés. La décroissance du liège se fait au profit des bouchons synthétiques en particulier ; ceux-ci sont passés de 26 % à 43 % dans les collections. Cette matière permet de faire de la couleur : la proportion de bouchons de couleur rose, verte ou bleue est en augmentation assez nette. La capsule à vis progresse lentement mais sûrement.



En ce qui concerne les **formes de bouteilles**, on trouve des innovations intéressantes et variées : des bouteilles trapues, une bouteille en forme de corps humain, une bouteille dite « hand » proposée sans doute pour son ergonomie, des formes de flacons de parfum ou la plus traditionnelle flûte à corset.

En matière d'**étiquettes**, l'imagination est fertile : l'illustration très fleurie par exemple sur un Bordeaux ou encore la personnalisation sous la forme d'un masque pour un vin de pays d'Oc. Des couleurs aussi que l'on ose sur le vin rosé et que l'on n'ose pas forcément sur le vin rouge comme ce vert « fluo » à la fois sur le bouchon et sur l'étiquette. Des sérigraphies parfois très élégantes sont répertoriées assez fréquemment.

De par leur variabilité, les résultats de ces cinq campagnes d'observations montrent que le monde du vin rosé est vaste. Cette diversité et cette richesse doivent être considérées comme des atouts forts pour la culture et l'identité du vin rosé.

BIBLIOGRAPHIE

- A. DELUZE, 2008. Les rosés effervescents, exemple du Champagne. Rencontres Internationales du Rosé, Toulon, 27 juin 2008, actes à paraître.
- G. MASSON, 2006a. Panorama des rosés du monde. Actes des Rencontres Internationales du Rosé, Aix-en-Provence, 30 juin 2006, p 33-37.
- G. MASSON, 2006b. Le nuancier des vins rosés. Genèse, mise au point et développement. Académie Amorim, Prix coup de cœur 2006.
- G. MASSON, L. CAYLA, V. CESARI et N. POUZALGUES, 2008. Panorama des vins rosés du monde, premiers résultats d'analyses, Rhône en V.O. n° 3, p 67-70.
- F. TOUZET et A. GUITTARD, 2003. Un outil simple pour caractériser la couleur des vins rosés de Provence. Rosé. com n° 4, juillet 2003, pp 7.

Le marché des vins rosés en France, en Europe et dans le Monde

The worldwide market of rose wine

Françoise BRUGIÈRE - Division Etudes et Marchés Viniflor
Tél. 0173303421 - E-mail : francoise.brugierei@viniflor.fr

RÉSUMÉ

L'approche du marché des vins rosés n'est pas simple néanmoins, les interprofessions françaises, l'OIV et VINIFLHOR ont établi quelques données de cadrage : les rosés constituent 8 % de la production mondiale de vin et 9 % de la consommation. La consommation des vins rosés progresse dans de nombreux pays avec des préférences pour des produits de style sucré.

Mots clés : vins rosés, couleur, marché mondial

SUMMARY

The approach of the market of rosé wine is not simple however, French professional organizations, OIV and VINIFLHOR established some data to envision this market: rosé wine constitute 8 % of the worldwide production of wine and 9 % of the consumption. The consumption of rosé wine advances in a lot of countries with a priority for products of sweet style.

Keywords: rosé wine, colour, worldwide market

LE MARCHÉ DES VINS ROSÉS EN FRANCE, EN EUROPE ET DANS LE MONDE

Décrire un marché, c'est être capable de définir pour un produit le volume élaboré et les débouchés.

Le marché des vins rosés est particulièrement délicat à cerner du fait des méthodes d'élaborations variées et de l'absence de définition internationale qui nous privent de tous les outils de suivi classique. Néanmoins grâce aux interprofessions des régions françaises productrices de rosés et notamment le CIVP, grâce également à l'OIV et à Viniflor les statistiques qui suivent ont pu être établies.

PRODUCTION MONDIALE DE VINS ROSÉS

Une première estimation a été publiée pour 2002 entre 18 et 20 millions d'hl de vins rosés auraient été produits dans le Monde, soit entre 6,9 % et 7,6 % de la production mondiale de vin. La France s'inscrit alors comme premier producteur avec le quart des volumes devant l'Italie et l'Espagne chacun à 21 %. Pour 2006, une autre estimation a pu être construite à 21,5 millions d'hl soit 8 % de la production mondiale. Avec la France à 5,9 millions d'hl (29 %), l'Italie à 4,5 millions d'hl, l'Espagne et les USA produisant chacun 3,85 millions d'hl.

Les opportunités sont réelles sur ce marché difficile. Les distributeurs ont prévu d'élargir leur référencement, de développer les rosés plus secs. Les chaînes de pub soutiennent la croissance des rosés. Mais il faut pouvoir répondre à la sensibilité des distributeurs aux budgets marketing et des consommateurs aux promotions. Une bannière « rosés de France » aurait certainement un fort potentiel.

LE MARCHÉ NÉERLANDAIS

Aux Pays-Bas, les rosés font la croissance du marché et constituent 13 % des volumes de vin consommés. Les moins de 35 ans préfèrent le rosé au rouge, ce qui pourrait entretenir cette croissance. La consommation est surtout estivale mais se développe au printemps. La France est le premier pays fournisseur et résiste bien aux Pays Tiers et à l'Espagne. La grande distribution domine la vente au détail avec 71 % des volumes dont un tiers en hard discount. Le marché néerlandais des vins est un marché de prix bas et les rosés ne font pas exception avec la moitié des ventes à moins de 2,50 €/bouteille. L'Espagne et l'Afrique du Sud sont très compétitives ainsi qu'une partie de l'offre française. Les vins de table et vins de pays dominent l'offre française mais les AOC progressent passant en 4 ans de 30 à 40 % en particulier grâce à la Provence et surtout à la Loire. Le marché étant déjà assez bas en prix, l'activité promotionnelle est moins importante (40 % des volumes) et impacte surtout les marques internationales. Grâce à une promotion collective récurrente, une montée en gamme progressive, un travail régulier sur le positionnement, l'Anjou est la seule « marque nationale » face aux marques de distributeurs et aux marques exclusives.

Le potentiel du marché néerlandais est significatif mais les volumes sont tirés par les prix bas.

LE MARCHÉ BELGE

La consommation de rosés, traditionnellement plus développée sur le marché belge, a progressé de plus de 10 % en 2006 et représente désormais 13 % des volumes. Les moins de 40 ans, les ménages aisés, les Wallons, surconsomment les rosés. La France reste le fournisseur privilégié (61 % des volumes) mais voit ses parts de marché grignotées par l'Italie et l'Espagne. Les AOC, en progression constituent en 2006 la moitié des volumes de rosés français. La France a un positionnement prix conforme au marché. La moitié des ventes se fait entre 2 et 5 €/bouteille avec 30 % de vin en promotion. Les grandes marques privées ont du mal à s'implanter face aux marques de distributeurs et aux marques exclusives, mais les noms d'AOC sont vécus comme des marques.

Les rosés, dans leur diversité, devraient être un pôle de résistance à l'érosion générale de l'hégémonie des vins français sur le marché belge.

Le marché mondial des vins rosés devrait suivre le développement global du marché des vins voir même le dynamiser. Grâce aux libertés qu'il autorise tant dans la production, le packaging que les modes de consommation, le vin rosé va poursuivre sa croissance. Peut-être finira-t-il par exister dans les statistiques...

Un exemple de création de marque et d'innovation marketing

Pour surfer sur la vague du rose

James de ROANY

Directeur Délégué PGA DOMAINES - Château Beaulieu - 13840 Rognes

L'INNOVATION

Suivant la tendance du phénomène « rose » d'un point de vue sociologique et symbolique mais aussi par rapport au formidable engouement pour les vins rosés de façon internationale, Château Beaulieu, grand vignoble de Provence, a lancé la marque Rose Eros :

Le lancement de la cuvée Rose Eros s'appuie sur un constat : le rose est tendance. Eros est sa référence, en un mot il fallait Oser, Rose Eros.

Il existe un phénomène « rose » reposant sur un courant sociologique développé par M. Maffesoli et un courant symbolique exprimé par Annie MOLLARD-DESFOURS dont la conclusion est de dire que tout ce que l'on peut dire de la couleur rose s'applique au vin. D'un point de vue statistique, les ventes de vins rosés sont en croissance en France et à l'international.

Compte tenu de ces constats, il est apparu évident à PGA DOMAINES d'envisager la création d'un concept de marque novateur répondant aux attentes des consommateurs dont les valeurs s'appuient aujourd'hui sur « la vraie vie, l'hédonisme et la liberté ».

Le phénomène Rose : la couleur rose

Sur le plan sociologique : il existe un phénomène « rose » qui, selon de nombreuses études, et en particulier celles du Professeur Michel Maffesoli (Sorbonne), est ancré dans le long terme et qui aurait pour fondement le constat suivant :

Nous serions en train de vivre un changement mondial et radical de société qui pourrait être équivalent aux ruptures qui se sont passées entre la **période antique et le moyen âge et entre le moyen âge et l'époque dite « moderne »**.

Nous rentrerions, depuis les années 1960 dans une époque que certains définissent comme « **post-moderne** ».

- **L'époque moderne** qui débute avec **Descartes et le Siècle des Lumières**, se caractérisait par la forte **puissance du rationnel**, des notions d'**ordre, de structure, de travail, de hiérarchie, de responsabilité** ; une époque où l'on travaille (beaucoup), pour plus tard (le paradis ?) ; **une époque tranchée** où l'on distingue bien le bon du mauvais, la droite de la gauche, l'homme de la femme, le paradis de l'enfer, le blanc du noir, et par extension, le vin rouge du vin blanc... Sa figure emblématique est l'adulte, producteur, reproducteur, travailleur, sérieux, compétent.
- **L'époque « post-moderne »** se traduit par un **regain de centrage de l'individu sur lui-même (hédonisme, recherche du loisir, du ludique, du plaisir...)**, par une forme de « présentisme » (ici et maintenant). Tout est bon pour faire la fête, avec des ponctuations de plus en plus rapprochées (je m'« éclate » ; vieille idée dionysiaque). Les choses deviennent éphémères (Dans « **L'Instant Eternel** » (2000), Michel Maffesoli, écrit que « le sentiment de précarité et de brièveté de la vie s'exprime par un hédonisme ardent »).

La couleur rose dont le défaut était à l'époque « moderne » d'être ni blanc ni rouge, d'être un hybride, d'être (au mieux) asexuée, un mélange, se retrouve avec la **qualité essentielle de l'époque « post-moderne »** : être complètement ambiguë et de ce qui était une faiblesse en tirer une grande force.

Sur le plan linguistique, lexicographique et symbolique : Annie MOLLARD-DESFOURS, de l'Institut de Linguistique Française (CNRS), constate que tout ce que l'on peut dire de la couleur rose, s'applique au vin.

Opposé au rouge de la passion, le rose est la couleur de l'idéalisme, du romantisme et de la sentimentalité irréaliste. C'est une couleur insaisissable (entre le rouge et le blanc, parfois proche de l'orange, du violet, du jaune) un « sous rouge » selon Jean Ray (La terreur rose 1963) ; « une couleur indécise variant des pâleurs aux intensités », selon Homère,

Le rose évoque la gourmandise : rose bonbon, rose praline, rose « chamalow », guimauve, loukoum, tagada...

Le rose est aussi la couleur de la féminité et de la petite fille depuis la fin du 19^e siècle. Attention aux connotations « ballet rose » (1956) qui bascule dans le pervers et au minitel rose. Barbie, joue la « rositude » et Tati, le Vichy rose. Le rose féminin est aussi devenu le rose dérision de l'homosexualité dans les camps Nazis.

Le ROSE, c'est aussi EROS (son anagramme). C'est la chair, la nudité ; ce n'est pas pour rien que l'on a des problèmes avec le rose...

C'est aussi le rose socialiste..., la couleur des excentriques et la nostalgie (la couleur des buvards de l'enfance...).

C'est finalement très simple pour Gertrude Stein : « Rose is a rose is a rose is a rose! »

Le rose est partout dans la mode ; Christian Lacroix a même déposé le sien (nous pourrions lui demander de nous dessiner une étiquette) ; la dernière montre lancée par SWATCH s'appelle PINK...

Sur le plan historique

C'est le premier vin de l'histoire, vin des rois, et vin aristocrate,

Tout au long de l'antiquité, à la faveur du commerce et parfois des invasions, la connaissance du vin va se répandre sur tout le pourtour du bassin méditerranéen. Ainsi lorsque 600 ans avant Jésus Christ, les Phocéens débarquent sur la côte Provençale, fondent Marseille et essaient peu à peu dans la région, ils apportent en même temps dans les cales de leurs navires, leur culture du vin et leurs vins de couleur claire.

L'extension de l'empire Romain va entraîner celle de la culture du vin et dans les pas des légions romaines, au début de l'ère chrétienne, la vigne se répand en Espagne et en Gaule, jusqu'en des régions très septentrionales.

Au 19^e siècle, l'ensemble des vins de couleur claire s'est effacé au profit du rouge, jusqu'à ce qu'aujourd'hui, le consommateur lui-même, en adoptant peu à peu un nouveau style de vie et de consommation, le reconnaisse comme compagnon. Alors qu'il y a 10 ans seulement, le rosé ne recueillait qu'une attention prudente, parfois un peu condescendante, force est de constater en 2006 que son extension est un mouvement de fond, une vraie tendance de consommation qui s'installe au niveau mondial (aujourd'hui environ 10 % de la production mondiale de vin est « rosé »). Aujourd'hui, il est le seul vin qui se développe sur le marché français avec une part maintenant égale à celle des vins blancs.

Les ventes de vins rosés progressent dans tout l'occident

En France, le rosé a gagné en 10 ans plus de 30 millions de litres pour dépasser la barre des 183 millions pour la seule GMS. En 2004, les Britanniques ont acheté 50 millions de cols de rosés hors restauration, soit une hausse de 34 % des ventes. Les ventes « explosent » aux Pays Bas et sont en croissance à 2 chiffres en Scandinavie, au Canada et aux USA où il profite de la crise du blush (les consommatrices, plutôt de milieux aisés, sont passées aux blancs et aux rouges, mais pourraient s'intéresser à des rosés plus sophistiqués).

« Les rosés font l'unanimité » écrit Claire CALMEJANE dans Faire Savoir Faire (n°498, avril 2004, p.70). « ...le rosé plaît aux Français. Souvent qualifié de « petit vin », il n'impressionne pas mais séduit et **a su tranquillement transformer ses faiblesses en avantages**. Un goût de bonheur : Ils ont l'avantage d'être perçus comme plus proches de l'univers des boissons en général. Le petit rosé des vacances a grandi sans se prendre au sérieux. Il a su rester en phase avec **les nouvelles tendances de consommation, que l'on peut résumer à travers les termes suivants : hédonisme, liberté, simplicité, accessibilité et convivialité**. Comment ? Via une palette immédiatement visible de nuances de couleur, via un goût charmeur, via une qualité en hausse depuis plusieurs années, via une image globale de bon rapport qualité prix » (...) A l'abri de sa simplicité et de sa fraîcheur, **le rosé de Provence a su séduire et fidéliser les**

consommateurs. Parce qu'il n'a jamais été intimidant tout en s'améliorant qualitativement, il a permis la progression constante des rosés dans un marché devenu très difficile pour les vins rouges et les vins blancs. »

En résumé, fort de ces constats, nous avons lancé la marque Rose Eros, un concept novateur qui s'appuie sur 3 courants : sociologiques, symboliques et économiques :

- La dimension de l'instant évoquée par Michel Maffesoli professeur à la Sorbonne " **Le vin rosé est par excellence le vin de l'instant**".
- Le constat d'Annie MOLLARD-DESFOURS, de l'Institut de Linguistique Française (CNRS), à propos de : " **tout ce que l'on peut dire de la couleur rose, s'applique au vin**". La symbolique de la couleur rose : la féminité, la gourmandise, la jeunesse, la fragilité... s'applique au vin rosé.
- **La nouvelle tendance de consommation rosé en France et dans le monde.**

Positionnement de la marque : " Post moderne"

C'est un vin sans compromis, un vin de l'instant, un vin qui se vit, se boit, mais ne se parle pas. Un vin d'émotion, un vin ambivalent.

Le rosé, c'est la fête, c'est le ludique. L'esprit « rosé », c'est l'esprit du temps. Il est consommé par pur plaisir et dans la vraie vie. Il est associé aux moments positifs, sincères, conviviaux et décontractés de la vie. Il est un vin de partage ; il est un vin social ; il est un vin « facile ».

ROSE EROS, est le vin rosé qui exprime ces valeurs là.

- **Une marque Fun** : elle est une déclinaison des anagrammes « rosé, éros, oser »,
- **Un packaging en dehors des codes traditionnels** : l'étiquette principale n'affiche ni l'AOC, ni le domaine.
- **Un habillage coloré et clinquant** qui se remarque sur les rayons mais aussi sur les tables des restaurants et night-clubs.
- **Un vin, un goût fondamentalement post-moderne** : fruité, rond, et charnu en bouche. Il est plus doux, plus charmeur, par rapport à un rosé de Provence traditionnel. Il s'accommode avec toutes les cuisines et tous les moments de consommation.

Anagramme de Rose : Eros

Dieu de l'Amour, fils d'Hermès et d'Aphrodite, il était le plus jeune des dieux grecs qui se plaisait à tourmenter par ses caprices, comme d'ailleurs toutes les autres créatures. Selon la légende, il se serait épris d'une mortelle d'une grande beauté, Psyché et aurait obtenu pour elle l'immortalité.

Il est l'une des forces primordiales, qui dominent le monde avant la naissance des immortels et l'apparition des hommes. Il est la vertu attractive qui engage les choses à se joindre et à créer la vie. La puissance d'Eros s'étend au-delà de la nature vivante et animée : elle rapproche, unit, mélange, multiplie, varie les espèces d'animaux, de végétaux, de minéraux, de liquides, de fluides, en un mot de toute création. Eros est donc le dieu de l'union, de l'affinité universelle. Aucun être ne peut se soustraire à son influence ou à sa force : il est invincible !

Il ne doit pas être confondu avec Cupidon, dieu romain, fils de Venus.

Les artistes l'ont représenté comme un jeune garçon ailé, perçant de ses flèches le cœur des hommes ou allumant dans leurs âmes le flambeau de la passion.

Anagramme de Rose Eros : Oser

Oser le rosé, Oser Eros ! Oser la vraie vie !

Frais et bien accompagné, Eros vous enchantera !

LES PERFORMANCES COMMERCIALES

Rose Eros en GD

Présence dans les enseignes GMS : Champion, Intermarché, Auchan, Leclerc.

Prix consommateur : 4,80 € ttc.

Retombées d'une cinquantaine d'articles dans la presse professionnelle et grand public dont l'émission Capital sur M6.

Volume 2008 Rose Eros by Château Beaulieu : Lancement en avril 2008 : il est encore trop tôt pour communiquer cet indicateur.

Volume 2007 Château Beaulieu : 1 million de cols.

Concept de marque novateur

Le succès d'une marque tient à un concept suffisamment différenciateur : les rayons sont surchargés, la concurrence est tellement féroce, qu'il faut apporter de la nouveauté en terme de packaging, de qualité, et d'animation du produit. Comment sortir du lot ?

- Un nom de marque original mais facile à retenir, à prononcer, fonctionnant éventuellement dans toutes les langues.

Eros facile à retenir.

Une marque ludique grâce à l'anagramme : Rose Eros.

Eros compréhensible dans toutes les langues.

- Des signaux visuels différents : coloris, forme, emballage...

Une bouteille satinée, une étiquette colorée en nuances de roses, une capsule rose scintillante.

- Une régularité de goût du vin.

Les clients, les tendances de marché, et un benchmark nous a permis de définir un profil organoleptique du vin Eros. Un assembleur talentueux nous a façonné ce vin rosé en nous assurant une régularité de goût d'une année sur l'autre. Dans ce cas-là, une question se pose sur l'utilité de la mention du millésime à l'avenir... de l'origine château... une marque se suffisant à elle-même à partir du moment où elle a construit un capital de crédibilité dans le temps.

- Un prix en accord avec la cible de consommateur visé.

Le prix cœur de marché est plutôt autour 2,50 - 3,00 € TTC. Eros est positionné plus haut à hauteur de 4.80 € ttc par rapport à son avantage concurrentiel.

Le consommateur visé est dans la tranche des 35-55 ans, les femmes en particulier, qui apprécient le rosé, mais qui sont en quête de nouveauté, d'originalité, de marques funs en dehors des codes traditionnels.

- Un réseau de distribution adéquat, c'est-à-dire choisi pour la cible de consommateur visée.

Nous avons choisi la grande distribution pour implanter la marque massivement.

Nous sommes à la recherche d'un distributeur pour le CHR. Nous avons développé un packaging différent pour ce circuit : une bouteille provençale taguée sur l'ensemble de la surface par un artiste New Yorkais, John One.

- Un avantage concurrentiel.

Une promesse de goût : un rosé plus rond, plus charmeur comparé à un rosé de Provence traditionnel.

Un positionnement « plaisir / goût », un positionnement vin de Fête.

- Une animation, une promotion de la marque pour la faire connaître, la valoriser en vue d'obtenir un long cycle de vie.

Un lancement presse dans une boîte de nuit, le Pink Paradise à Paris.

Un plan média à travers la presse professionnelle.

Une campagne de relation presse auprès de la presse professionnelle et grand public.

Des animations en magasins pour faire découvrir la marque avec offres de goodies notamment les bougies marquées Rose Eros à l'occasion de la Saint-Valentin.

LES ZONES DE DEVELOPPEMENT PRIORITAIRES

France réseau CHR : en restauration et dans les night-clubs. Nous avons sollicité le talent d'un artiste New Yorkais pour créer un habillage exclusif (bouteille provençale taguée, création signée par Jonone peintre - tagueur) à ce réseau.

France réseau GMS

Europe de l'Ouest

Amérique du Nord

Asie du Sud Est

Russie

Etat des connaissances sur l'arôme des vins rosés

State of knowledge on rosé wine aroma

Marie-Laure MURAT

Laboratoire SARCO (Société d'Application de Recherche et de Conseil œnologique), filiale de recherche du Groupe Laffort, BP 40, 33072 Bordeaux, France. marielaure.murat@sarco.fr

Takatoshi TOMINAGA†

UMR Œnologie 1219, ISVV, INRA, Université de Bordeaux 2 - 351 cours de la Libération, 33405 Talence cedex, France.

RÉSUMÉ

L'étude de l'arôme des vins rosés est relativement récente comparée à celles des vins blancs et rouges. L'analogie olfactive entre la composante aromatique des vins rosés et celles de certains vins blancs et rouges a orienté les premières recherches. La contribution de ces composés aromatiques déjà identifiés dans les vins blancs et rouges a ainsi été mise en évidence.

Les composés d'origine fermentaire, synthétisés par la levure à partir de substrats non spécifiques présents dans les raisins, se retrouvent dans tous les vins rosés à des teneurs variables suivant le mode de vinification. Les thiols volatils, composés extrêmement odorants présents dans les raisins sous forme de précurseurs inodores, sont à l'origine de la typicité de certains vins rosés. Enfin, le rôle exhausteur de composés tels que les furanes et les dérivés C-13 norisoprénoides, a récemment été mis en évidence. Ces composés aux origines variées agissent en synergie pour former la personnalité aromatique des différents vins rosés.

Mots clés : vin rosé, arômes, thiols volatils.

SUMMARY

Studies of the aromas of rosé wines are relatively recent compared to those of red and white wines. Initial studies compared the olfactory characteristics of rosé wines with those of red and white wines and showed the contribution of aromatic compounds previously identified in red and white wines.

Compounds synthesised by yeast from non-specific substrates in grapes during fermentation are found in all rosé wines at varying levels, depending on the vinification methods. Volatile thiols, extremely odoriferous compounds present in grapes in the form of odourless precursors, are responsible for the typicity of certain rosé wines. The taste-enhancing role of compounds such as furans and C-13 norisoprenoid derivatives has recently been revealed. All those compounds of various origins work together to forge the aromatic profile of rosé wines.

Key words : rosé wine, aromas, volatile thiols.

Longtemps considérés comme des sous-produits de la vinification en rouge, les vins rosés n'ont fait que récemment l'objet de travaux de recherche quand à l'origine de leur arôme fruité. Se rapprochant des vins rouges par la nature des cépages utilisés et des vins blancs par la constitution générale, le caractère fruité, ainsi qu'une certaine analogie dans les techniques de vinification, les vins rosés constituent un type intermédiaire entre les vins rouge et les vins blanc. Les premières recherches sur l'arôme des vins rosés se sont donc naturellement orientées vers la mise en évidence de la contribution de composés déjà identifiés dans les vins blanc et rouge. Ils appartiennent à des familles chimiques extrêmement diverses et peuvent être classés suivant leur impact aromatique ainsi que leur spécificité par rapport à certains cépages.

LES COMPOSANTES MAJORITAIRES DE L'ARÔME DES VINS ROSÉS

Les composés d'origine fermentaire

Les composés d'origine fermentaire, synthétisés par la levure à partir de substrats non spécifiques présents dans les raisins, se retrouvent dans tous les vins rosés à des teneurs variables suivant le mode de vinification.

Il s'agit essentiellement d'esters éthyliques, et d'acétates d'alcools supérieurs (Guérin-Schneider et Dufourcq, 2006) dont les seuils de perception sont de l'ordre du mg/L (tableau 1). Les principaux esters éthyliques rappellent des odeurs florales ou fruitées. Les acétates d'alcools supérieurs majoritairement rencontrés dans les vins sont l'acétate d'isoamyle (odeur de banane caractéristique), l'acétate de 2-phényléthyle (odeur de rose) et l'acétate d'hexyle (odeur d'ananas).

L'origine de ces composés dans les vins est connue depuis longtemps (Bertrand *et al.*, 1978 ; Soufleros et Bertrand, 1979 ; Suomalainen, 1971). Une fermentation en anaérobiose, à basse température de moût très clarifié favorise la production des esters éthyliques. Pour les acétates d'alcools supérieurs, l'espèce et la souche de levure jouent un rôle déterminant (Masneuf *et al.*, 2002 ; Murat *et al.*, 2005) (figure 1). La présence de ces composés est donc essentiellement liée au mode de vinification et non à l'origine géographique et variétale, ce qui explique qu'on les retrouve dans tous les vins rosés.

Si leur intervention dans l'arôme des vins rosés est communément admise, leur rôle exact n'a été précisé que récemment.

L'analyse sensorielle et chimique de trente vins rosés de Bordeaux a permis de mettre en évidence l'impact olfactif de l'acétate de phényléthyle (figure 2). De plus, l'addition de ce composé dans un vin rosé a confirmé sa contribution à la nuance fruitée (Murat *et al.*, 2001a).

Les travaux de Ferreira ont permis de montrer le rôle majeur d'au moins 3 composés d'origine fermentaire : l'acétate d'isoamyle, l'octanoate d'éthyle et l'hexanoate d'éthyle (Ferreira *et al.*, 2002). Les études de reconstitution et d'omission menées par cette même équipe de recherche ont apporté un regard nouveau sur l'influence de certains composés : à titre d'exemple, l'absence d'acétate d'isoamyle diminue légèrement la nuance fruitée globale du vin (tableau 2). En revanche, s'il est présent à des teneurs très supérieures à son seuil de perception, l'acétate d'isoamyle modifie l'arôme général du vin en apportant une nuance caractéristique et dominante de banane (Escudero *et al.*, 2004 ; Ferreira *et al.*, 2007).

Les expériences de désaromatisation et de reproduction de l'arôme par addition d'esters d'origine fermentaire et d'alcools supérieurs menés par le Centre de Recherche et d'Expérimentation sur le vin Rosé (Masson et Sanchez, 2005) ont également permis de montrer l'impact de ces composés dans l'arôme des vins rosés de Provence. Les esters dont la contribution olfactive aux nuances fruitées paraît la plus importante sont l'acétate d'isoamyle ainsi que l'octanoate, le dodécanoate et l'hexanoate d'éthyle.

Les thiols volatils

Les thiols volatils sont des molécules extrêmement odorantes qui confèrent au vin des arômes fruités (Dubourdieu *et al.*, 2006). Compte de tenu de leurs seuils de perception particulièrement faibles (tableau 1), il suffit de quelques ng/L pour qu'ils interviennent significativement dans l'arôme d'un vin. Premièrement identifiés dans les vins de Sauvignon Blanc, les thiols volatils tels que la 4-mercapto-4-méthylpentan-2-one (4MMP), le 3-mercaptohexan-1-ol (3MH) et l'acétate de 3-mercaptohexyle (A3MH) restent associés à ce cépage. Par analogie olfactive, la présence de ces composés a également été recherchée dans les vins rosés.

Les premiers travaux ont porté sur des vins rosés issus des cépages traditionnels du Bordelais : Merlot, Cabernet sauvignon et franc. Notons d'ailleurs que le 3MH et son acétate avaient déjà été identifiés dans les vins rouges issus de ces cépages (Darriet *et al.*, 1997 ; Blanchard *et al.*, 1999 ; Blanchard, 2000). Les corrélations entre l'analyse sensorielle et chimique de trente vins rosés de Bordeaux, ainsi que les expériences d'addition de ces deux composés à un vin rosé, nous ont permis de démontrer qu'il s'agissait de composés clefs dans l'arôme fruité des cépages pré-cités (Murat *et al.*, 2001a).

Plus récemment, les études de reconstitution et d'omission menées par l'équipe de Ferreira ont montré que le 3MH était le composé le plus important dans l'arôme d'un vin rosé de Grenache (Ferreira *et al.*, 2002). En effet, son absence entraîne une disparition totale des nuances fruitées tout en renforçant les caractères floraux et caramel (tableau 2). En outre, les travaux de cette même équipe de recherche sur « les fondations chimiques de l'arôme des vins » classent le 3MH et l'A3MH parmi les composés ayant un impact organoleptique direct sur les vins (Ferreira *et al.*, 2007). Il s'agit de composés capables de transmettre au vin une nuance aromatique particulière sans l'intervention d'autres composés.

Les travaux menés depuis quelques années par le Centre de Recherche et d'Expérimentation sur le Vin Rosé ont également mis en évidence la contribution du 3MH et de l'A3MH à l'arôme des vins rosés de Provence (Masson et Sanchez, 2005 ; Masson, 2006, 2007 ; Pouzalgues, 2007).

Enfin, les nombreuses analyses réalisées dans notre laboratoire confirment la présence du 3MH et de son acétate (à des teneurs parfois très largement supérieures au seuil de perception) dans de nombreux vins rosés issus des principaux cépages rouges : merlot, cabernet sauvignon et franc, grenache, syrah, cinsault, mourvèdre, pinot noir et malbec, et ce quelle que soit leur origine géographique.

Pour autant, tous les vins rosés ne renferment pas des teneurs significativement élevées en thiols volatils.

Le 3MH provient d'un précurseur cystéinyle inodore, la S-3-(hexan-1-ol)-L-cystéine (P3MH), transformé en arôme par la levure au cours de la fermentation alcoolique (Tominaga, 1998). Ce composé a d'ailleurs été identifié dans les raisins des cépages bordelais (Murat *et al.*, 2001b). A l'évidence, le P3MH est également présent dans les moûts des autres cépages pré-cités. L'A3MH est quand à lui produit par la levure au cours de la fermentation alcoolique.

La teneur en thiols volatils des vins rosés dépend donc de la teneur en précurseur des raisins (figure 3), celle-ci étant liée aux conditions pédo-climatiques (notamment l'alimentation hydrique et azotée) ainsi qu'à la date de récolte (Choné, 2001 ; Peyrot des Gachons, 2000). Le P3MH est majoritairement localisé dans la pellicule (60 %) (Murat *et al.*, 2001b). Par conséquent, la richesse des moûts en précurseur est liée au mode d'extraction des jus, en particulier la durée (figure 4) et la température de macération pré-fermentaire (Murat, 2001c). Durant la vinification, la transformation du P3MH en 3MH, puis du 3MH en A3MH étant opérée par la levure, la teneur des vins en ces deux composés dépend grandement des conditions de la fermentation alcoolique : souche et espèce de levure (figure 5) (Murat *et al.*, 2001d ; Masneuf *et al.*, 2002), niveau de turbidité, température de fermentation, apport d'éléments nutritifs (Murat *et al.*, 2005)... Enfin, du fait de leur sensibilité à l'oxydation, la richesse en thiols volatils des vins embouteillés est liée au soin apporté durant l'élevage et la préparation des vins à la mise en bouteille quand à leur protection vis-à-vis de l'oxygène.

LES EXHAUSTEURS DE L'ARÔME DES VINS ROSÉS

Outre ces deux familles de composés qui interviennent directement dans l'arôme des vins rosés, d'autres molécules appartenant à diverses familles chimiques peuvent jouer un rôle d'exhausteur d'arôme.

Les dérivés C-13 norisoprénoïdes

Le rôle de la β -damascénone (tableau 1), composé issu de la dégradation oxydative des caroténoïdes présents dans tous les vins, (Baumes *et al.*, 1986 ; Razungles et Bayonove, 1996) a été étudié dans le cas vins rosés.

Dans les travaux menés sur les vins rosés issus des cépages rouges du Bordelais, ce composé était systématiquement présent à des teneurs largement supérieures à son seuil de perception. Cependant, sur les trente vins rosés de l'étude, l'absence de corrélation entre les résultats des analyses sensorielle et chimique nous avait amenés à conclure à une contribution mineure de composé (Murat *et al.*, 2001a). Plus récemment, les tests d'omission réalisés par l'équipe Ferreira ont permis de préciser le rôle de cette molécule (Ferreira *et al.*, 2002 ; 2007). En effet, en l'absence de β -damascénone, l'intensité aromatique générale du vin diminue légèrement, sans pour autant qu'un descripteur précis en soit affecté (tableau 2). Ce composé participe donc à l'arôme global des vins rosés mais sans contribution directe de son descripteur.

Les composés furaniques

L'impact de deux composés furaniques, le furanéol et de l'homofuranéol, composés rappelant une odeur de caramel et de fraise (tableau 1) a été étudié par Ferreira (2002 ; 2007). Les tests d'omission montrent que la suppression simultanée de ces deux composés entraîne une diminution significative des nuances fruitées des vins rosés (Ferreira *et al.*, 2002) (tableau 2). Notons que la suppression d'un seul de ces composés, ou bien l'addition du furanéol (Escudero *et al.*, 2004), n'a pas d'effet sur l'arôme du vin. A ce jour, l'origine de ces deux composés dans les vins rosés n'a pas été élucidée (Razungles et Guérin-Schneider, 2007).

LES SPÉCIFICITÉS DE CERTAINS CÉPAGES

Les méthoxypyrazines

La 2-méthoxy-3-isobutylpyrazine (IBMP) présente une odeur puissante et caractéristique de poivron vert (tableau 1). Elle a été identifiée pour la première fois dans les raisins de Cabernet sauvignon (Bayonove *et al.*, 1975). Son impact aromatique dans les vins de Cabernet (sauvignon et franc) et plus rarement de Merlot issus de raisins récoltés en sous maturité, est désormais bien établi (Roujou de Boubée, 2000). Par conséquent, les vins rosés élaborés à partir des cépages pré-cités sont susceptibles de présenter un caractère végétal dû à sa présence.

L'IBMP est principalement localisée dans la pellicule (Bayonove *et al.*, 1975) et très facilement extractible, de sorte que les teneurs retrouvées dans les vins rosés dépendent essentiellement du niveau de maturité de la récolte (Roujou de Boubée, 2000). Néanmoins, on peut supposer que comme dans le cas du Sauvignon blanc (Roujou de Boubée, 2000), le débourage des moûts rosés permet de réduire la teneur en IBMP des moûts.

CONCLUSION

Quels que soient leur origine, leur mode de vinification ou les cépages dont ils sont issus, le dénominateur commun des vins rosés est le caractère fruité. Les travaux présentés permettent de dégager un certain nombre de marqueurs de cette nuance fruitée. Les esters fermentaires et les thiols volatils ont indéniablement un impact direct sur l'arôme de ces vins.

La meilleure connaissance des mécanismes de l'origine des thiols volatils, la mise en évidence des effets de synergie des composés d'origine fermentaire avec d'autres molécules, les nombreuses expérimentations mises en place sur le terrain ainsi que la possibilité de quantifier en routine ces composés doivent permettre aux praticiens d'améliorer la qualité de ces produits. Dans cette quête, la typicité de chaque vin doit être respectée en évitant la "surexpression" d'une famille de composés au détriment d'autres.

Composés	Descripteurs olfactifs	Seuil de perception
Composés d'origine fermentaire		
Butanoate d'éthyle (C4C2)	Ananas	0,2 mg/L**
Hexanoate d'éthyle (C6C2)	Pomme verte	1 mg/L**
Octanoate d'éthyle (C8C2)	Savon, solvant	2 mg/L**
Décanoate d'éthyle (C10C2)	Floral	2,5 mg/L**
Acétate d'hexyle (AH)	Poire	2,4 mg/L**
Acétate d'isoamyle (AI)	Banane	2,7 mg/L**
Acetate de phenyl éthyle (APE)	Rose	6 mg/L**
Thiols volatils		
3-Mercaptohexan-1-ol (3MH)	Pamplemousse, fruit de la passion	60 ng/L*
Acetate de 3-mercaptohexyle (A3MH)	Buis, fruit de la passion	4,2 ng/L*
Composés furaniques		
Furanéol	Caramel, fraise	5 µg/L*
Homofuranéol	Caramel, fraise	125 µg/L*
Pyrazines		
2-Methoxy-3-isobutylpyrazine (IBMP)	Poivron vert	8 ng/L**
Dérives C-13 norisoprénoides		
β-Damascénone (β-D)	Compote de pomme	45 ng/L*

* eau. ** vin blanc.

Tableau 1 : Composés ayant un impact organoleptique dans l'arôme des vins rosés
Compounds with an organoleptic impact in rosé wine aroma

Composés	Signification des tests triangulaires ^a	Effet sur l'arôme
Acétate d'isoamyle	*	Légèrement moins fruité
β-Damascénone	*	Légère diminution de l'intensité
Furanéol + homofuranéol	**	Intense diminution des nuances fruitées et caramel
3-Mercaptohexan-1ol	**	Disparition des nuances citriques et fruitées. Augmentation des nuances florales caramel

Signification des tests triangulaires^a : * significatif à p < 0.05 ; ** significatif à p < 0.01.

Tableau 2 : Effet de l'omission de certains composés en milieu modèle (d'après Ferreira et al., 2002)
Effect of the omission of certain compound in model medium (adapted from Ferreira et al., 2002)

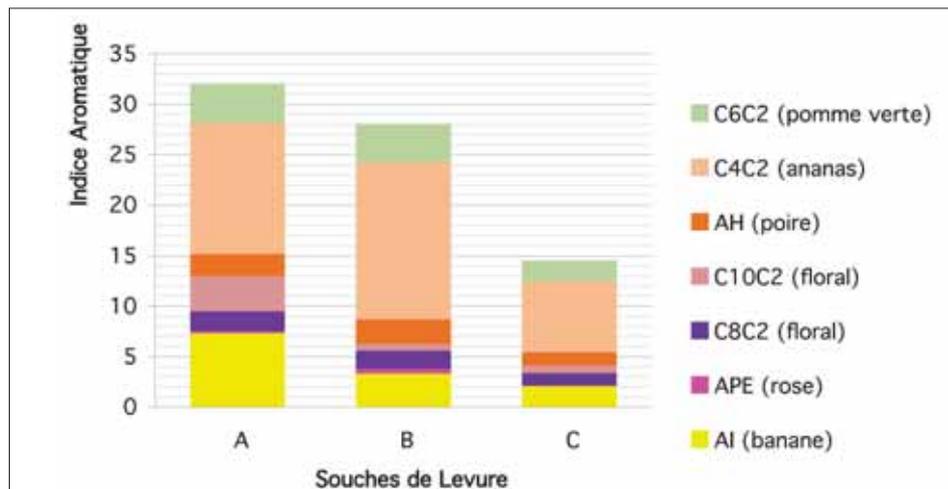


Figure 1 : Effet de la souche de levure sur la teneur en arômes fermentaires des vins rosés (données Sarco)
Effect of yeast strain on the fermentation aroma content of rosé wines (Sarco data)

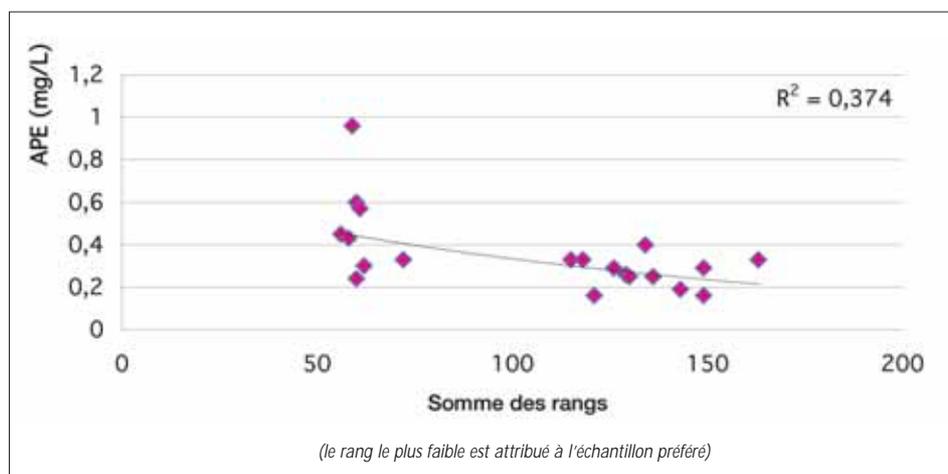


Figure 2 : Corrélation de la teneur en APE des vins rosés à la somme des rangs obtenus à la dégustation (Murat et al., 2001a)
Correlation between the PEA content and the sum of the tasting rank for different rosé wines (Murat et al., 2001a)

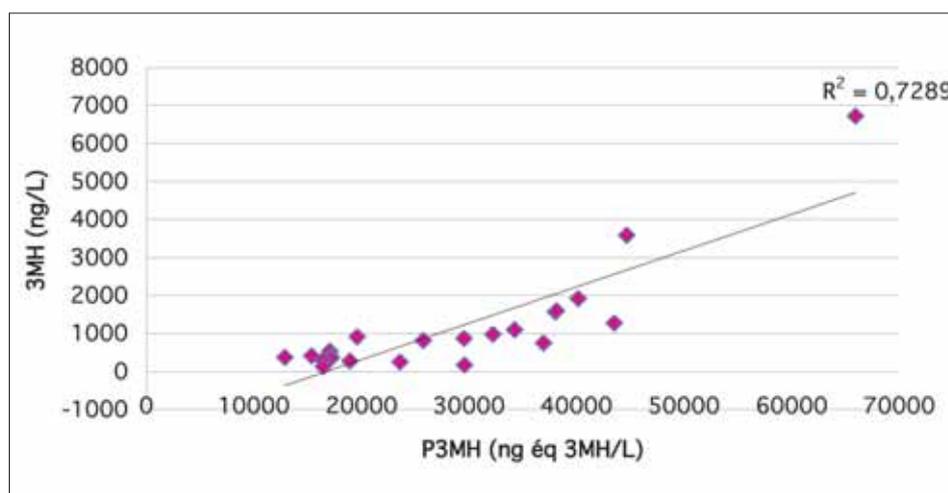


Figure 3 : Corrélation entre la teneur en P-3MH dans le moût et la teneur en 3MH dans les vins rosés correspondants (Murat, 2001c)
Correlation between the P-3MH content in must and the 3MH content in the corresponding rosé wines (Murat, 2001c).

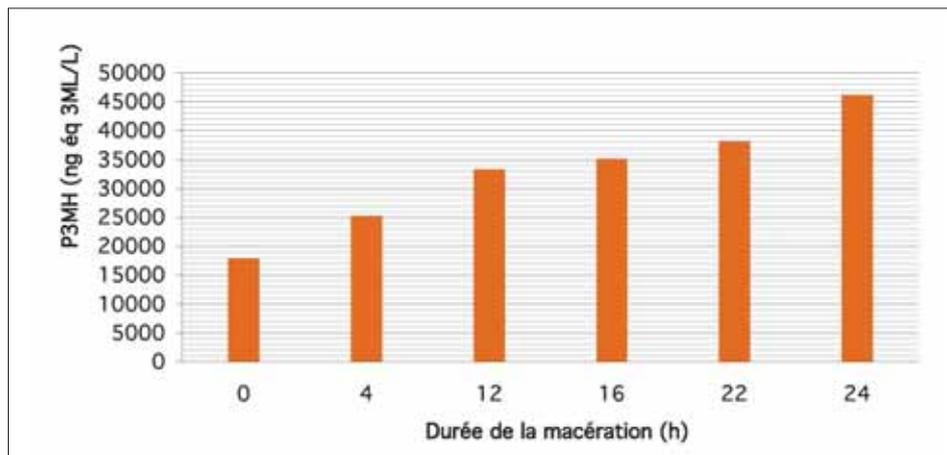


Figure 4 : Influence de la durée de macération pré-fermentaire sur la teneur en P3MH du moût (Murat, 2001c)
Impact of skin-contact time on the P-3MH content of must (Murat, 2001c)

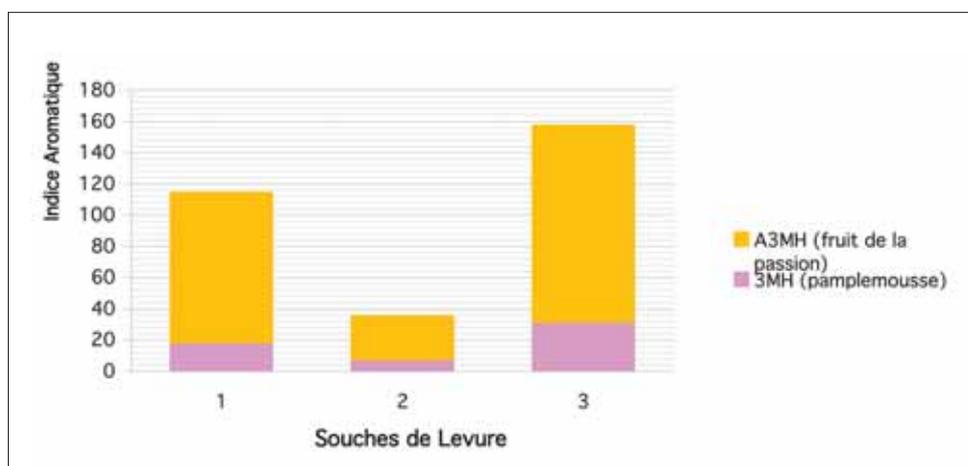


Figure 5 : Effet de la souche de levure sur la teneur en 3MH et A3MH des vins rosés (données Sarco)
Effect of the yeast strain on the 3MH and 3MHA content of rosé wines (Sarco data)

RÉFÉRENCES

- Baumes R., Cordonnier R, Nitz S., Drawert F. 1986. Identification and determination of volatile constituents in wine from different cultivars. *J. Sci. Food Agric.*, **281**, 75-78.
- Bayonove C., Cordonnier R., Ratier R. 1975. Etude d'une fraction caractéristique de l'arôme du raisin de la variété Cabernet sauvignon : mise en évidence de la 2-méthoxy-3-isobutylpyrazine *C.R. Acad. Sci.*, **281** ; D, p. 75.
- Bertrand A., Marly-Brugerolle C. et Sarre C. 1978. Influence du débouillage des moûts et du sulfitage sur les teneurs en substances volatiles des vins et eaux-de-vie. *Conn. Vigne Vin*, **12**, 35-48.
- Blanchard L. 2000. Recherche sur la contribution de certains thiols volatils l'arôme des vins rouges. Etude de leur genèse et de leur stabilité. *Thèse Doctorat ès Sciences. Université Victor Ségalen Bordeaux II.*
- Blanchard L., Bouchilloux P., Darriet P., Tominaga T., Dubourdieu D. 1999. Caractérisation de la fraction volatile de nature soufrée dans les vins de Cabernet et Merlot. Etude de son évolution au cours de l'élevage en barriques. In "œnologie 99", Coordinateur A. Lonvaud-Funel, Ed. Lavoisier Tec & Doc, Paris, 501-505.
- Choné Xavier. 2001. Contribution à l'étude des terroirs de Bordeaux : Etude des déficits hydriques modérés, de l'alimentation en azote et de leurs effets sur le potentiel aromatique des raisins de *Vitis vinifera* L. cv. sauvignon blanc. *Thèse Doctorat ès Sciences. Université Victor Ségalen Bordeaux II.*
- Darriet P., Bouchilloux P., Lavigne-Cruège V., Henry R., Dubourdieu D. and Tominaga T. Juin 1997. Isolation of volatile and aromatic thiols in cabernet sauvignon wines and study of precursor forms in grapes. *First Symposium In Vino Analytica Scientia*, 50-54.

Dubourdieu, D.; Tominaga, T.; Masneuf, I.; Peyrot Des Gachons, C.; Murat, M.L. (2006) The role of yeast in grape flavour development during fermentation: the example of Sauvignon Blanc. *Am. J. Enol. Vitic.* 57, 81-88.

Escudero A., Gogorza B., Melús M.A., Ortín N., Cacho J., Ferreira V. 2004. Characterization of the aroma of a wine from Maccabeo. Key role played by compounds with low odor activity value. *J. Agric. Food Chem.* 52, 3516-3524.

Ferreira V., Ortín N., Escudero A., Lopez R. And Cacho J. 2002. Chemical characterization of the Aroma of Grenache Rosé wines : Aroma extract dilution analysis, quantitative determination and sensory reconstitution studies. *J. Agric. Food Chem.* 50, 4048-4054.

Ferreira V., Escudero A., Campo E., Cacho J. 2007. The chemical foundations of wine aroma - a role game aiming at wien quality, personality and varietal expression. *In proceedings, Thirteenth Australian Wine Industry Technical Conference.* 142-150.

Guérin-Schneider R. et Dufourcq T. 2007. Composé d'arômes des vins rosés : nature et origine. *In Rosé Com*, N°12, 6-8.

Masneuf I., Murat M. L., Naumov G.I., Tominaga T. and Dubourdieu D. 2002. Hybrids *Saccharomyces cerevisiae* x *S. bayanus* var *uvarum* having a high liberating ability of some sulfur varietal aromas of *Vitis vinifera* Sauvignon blanc wines. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 36, 4, 205-212.

Masson G. 2006. Quoi de neuf sur l'arôme des vins rosés ?. *In Rosé Com*, N° 9, 3-7.

Masson G. 2007. Quelques composés aromatiques qui comptent pour les rosés de provence. *In Rosé Com*, N° 12, 7-10.

Masson G. et Sanchez J. 2005. Impact des composés volatils d'origine fermentaire sur l'arôme des vins rosés. *In Vino Analytica.*

Murat M.L., Tominaga T., Dubourdieu D. 2001a. Mise en évidence de composés clefs dans l'arôme des vins rosés et claires de Bordeaux. *J. Int. Sci. Vigne Vin.*, 35, n°2, 99-105.

Murat ML, Tominaga T and Dubourdieu D. 2001b. Assessing the aromatic potential of Cabernet Sauvignon and Merlot musts used to produce rose wines by assaying the cysteinylated precursor of 3-mercaptohexan-1-ol. *J. Agric. Food Chem.* 49, 11, 5412-5417.

Murat M.L. 2001c. Recherches sur la vinification des vins rosés et claires de Bordeaux. *Diplôme d'Etudes et de Recherches de l'Université de Bordeaux II Victor Segalen.*

Murat M.L., Masneuf I., Darriet P., Lavigne V., Tominaga T., Dubourdieu D. 2001d. Effect of the *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains on the liberation of volatile thiols in Sauvignon blanc wine. *Am. J. Enol. Vitic.*, 52, 2, 136-139.

Murat ML et Dumeau F. 2005. Acquisitions récentes sur l'arôme des vins rosés : Partie II: Optimisation des méthodes d'élaboration. *Revue des œnologues*, N118, 23-26.

Peyrot des Gachons C. 2000. Recherches sur le potentiel aromatique des raisins de *Vitis vinifera* L. Cv. Sauvignon blanc. *Thèse Doctorat ès Sciences.* Université Victor Ségalen Bordeaux II.

Pouzalgues N. 2007. Intérêt du cépage Rolle pour les Côtes de Provence. *In Rosé Com*, N°12, 18-21.

Razungles A. et Bayonove C. 1996. Les caroténoïdes du raisin et leur potentialité aromatique. *J. Int. Sc. Vigne Vin, hors série : La Viticulture à l'aube du 3e millénaire*, 85-88.

Razungles A. Et Guérin-Schnieder R. 2007. Les arômes responsables du fruité des vins. Nature et Origine. *Les entretiens viti-vinicoles Rhône Méditerranée*, 6-10.

Roujou de Boubée D. 2000. Recherches sur la 2-méthoxy-3isobutylpyrazine dans les raisins et les vins. Approches analytique, biologique et agronomique. *Thèse Doctorat ès Sciences.* Université Victor Ségalen Bordeaux II

Soufleros E. et Bertrand A. 1979. Rôle de la "souche de levure" dans la production de substances volatiles au cours de la fermentation du jus de raisin. *Conn. Vigne Vin.*, 13, 181-198.

Suomalainen H. 1971. Yeasts and its effect on the flavour of alcoholic beverages. *J. Inst. Brew.*, 77, 164-177.

Tominaga T., 1998. Recherches sur l'arôme variétal des vins de *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon blanc et sa genèse à partir de précurseurs inodores du raisin. *Thèse Doctorat ès Sciences.* Université Victor Ségalen Bordeaux II.

Les cépages adaptés à l'élaboration de vins rosés

Approche internationale et prospective

Christophe SERENO - IFV

Jean-Michel BOURSIQUOT - Montpellier SupAgro

Patrick AIGRAIN - VINIFLHOR

PRODUCTION MONDIALE DE VINS ROSÉS

Jusqu'à une période récente, il était difficile de cerner précisément la production mondiale de vins rosés car les statistiques ne distinguaient pas les rosés des vins rouges. Aujourd'hui il est possible d'affirmer que les rosés représentent un peu plus de 8,5 % de la production mondiale de vin soit 21,5 millions d'hectolitres en 2006 (sources diverses OIV notamment, estimation : CIVP et Viniflhor).

Quasiment les trois quarts des volumes sont produits en Europe : 28 % en France qui occupe la place de premier producteur mondial de vins rosés soit 6 millions d'hectolitres, et notamment la région Provence qui représente à elle seule pratiquement près de 5 % de la production mondiale avec 1 million d'hectolitres de vins rosés produits par an. Environ 40 % sont produits par l'Italie et l'Espagne avec respectivement 4,45 et 3,85 millions d'hectolitres, enfin l'Allemagne avec 770.000 d'hectolitres soit 3 % de la production mondiale.

Après l'Europe occidentale, on trouve les États-Unis (18 %), l'Amérique du Sud (4 %), l'Afrique du Nord et l'Europe de l'Est (2 % pour chacune de ces deux régions du monde).

ENCÉPAGEMENT DES PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURS DE VINS ROSÉS

L'aptitude des cépages à produire des vins rosés est un sujet ayant été peu abordé jusqu'à présent. Le manque de références dans ce domaine peut partiellement s'expliquer par le fait que les vins rosés ont longtemps été considérés comme des produits dérivés des vins rouges classiques. Ainsi, la grande majorité des cépages dont les baies ont des pellicules colorées peuvent potentiellement produire ce type de vin. En réalité, nous allons voir qu'il existe une approche beaucoup plus précise et fine permettant le choix des variétés les mieux adaptées à l'élaboration de vins rosés, en fonction des pays et des caractéristiques intrinsèques de chaque cépage.

Parmi les variétés noires (ou bleu-noir d'après les codes internationaux de description ampélographique), les grands cépages internationaux aptes à produire des vins rouges de garde peuvent servir à l'élaboration des vins rosés (ou des vins gris).

Le tableau ci-dessous regroupe ces principales variétés :

Variétés	Pays
Cabernet-Sauvignon N	France, Afrique du Sud, Argentine, Uruguay, Chili
Cabernet franc N	France, Afrique du Sud
Merlot N	France, Etats-Unis, Afrique du Sud, Uruguay, Nouvelle-Zélande
Pinot noir N	France, Suisse, Allemagne, Afrique du Sud, Nouvelle-Zélande
Syrah N	France, Etats-Unis, Afrique du Sud, Chili, Australie
Grenache noir N	France, Espagne, Tunisie, Algérie, Maroc, Etats-Unis, Australie
Mourvèdre N	Espagne, France, Tunisie, Afrique du Sud
Cot N	France, Argentine, Afrique du Sud
Tannat N	France, Uruguay
Carignan N	France, Tunisie, Algérie, Maroc
Sangiovese N	Italie, France, Australie
Primitivo N	Italie, Etats-Unis
Pinotage N	Afrique du Sud
Touriga nacional N	Portugal

Ces cépages vont apporter un certain nombre de caractéristiques organoleptiques intéressantes pour les vins rosés : fruité, arômes, volume, acidité, équilibre et finesse. Cependant, au cours du procédé de vinification, il sera nécessaire de maîtriser couleur et structure tannique de ces variétés afin d'obtenir un maximum de qualité.

En dehors des cépages mondialement connus cités ci-dessus, on peut trouver un certain nombre d'autres cépages à diffusion plus restreinte, dont les caractéristiques sont particulièrement appropriées à l'élaboration de vins rosés.

Dans le tableau ci-dessous sont regroupés des cépages français et étrangers pouvant être considérés comme particulièrement bien adaptés pour ce type de production :

Cépages	Caractéristiques	Pays
Aléatico N	Aromatique, muscat	Italie, France
Alvarelhao N	Fruité	Portugal
Brachet N	Finesse	France
Brachetto N	Aromatique, floral	Italie
Caladoc N	Couleur, équilibre	France
Cinsaut N	Equilibre, fruité, finesse	France, Tunisie, Algérie, Maroc, AfS
Gamay N	Fruité	France, Suisse, Afrique du Sud
Grolleau N	Acidité, fruité	France
Mencia N	Fruité	Espagne
Montepulciano N	Fruité	Italie
Negro amaro N	Fruité	Italie
Nero d'Avola N	Fruité, équilibre	Italie
Pineau d'Aunis N	Fruité	France
Piquepoul noir N	Acidité	France
Poulsard N	Finesse	France
Sciaccarello N	Aromatique, fruité	France
Tibouren N	Finesse	France
Tinto Cao N	Fruité, équilibre	Portugal
Touriga francesa N	Fruité	Portugal

A l'opposé, les cépages blancs (ou vert-jaune) ainsi que les cépages roses ou gris ne permettent pas à eux seuls d'élaborer des vins rosés à cause de leur teneur insuffisante en anthocyanes. Cependant, certains d'entre eux peuvent être utilisés en assemblage afin d'apporter des

caractéristiques complémentaires aux vins. Ils peuvent en effet contribuer à la finesse, à la complexité aromatique, à l'équilibre acide et à la stabilisation de la couleur des vins rosés ainsi élaborés. Nous citerons ici simplement quelques exemples : Clairette blanche B, Ugni blanc B, Vermentino B, Barbaroux Rs, Grenache Gris G, Grolleau gris G...

PERSPECTIVES

L'évolution de la production mondiale de vins rosés est difficile à appréhender pour les prochaines années mais nous pouvons constater qu'elle est en progression régulière depuis au moins 2002 (+8 % en volume entre 2002 et 2006). Cependant, ces chiffres cachent des disparités selon les pays. En effet, la France bien que premier producteur, continue à augmenter ses volumes (+25 % en 4 ans). Mais avec une consommation annuelle de 7 millions d'hectolitres, notre pays a besoin d'importer des vins rosés pour satisfaire la demande des consommateurs. A l'inverse, Italie et Espagne bien que produisant moins que la France, sont plutôt des pays exportateurs. De la même façon, Etats-Unis et Australie consomment relativement peu de rosés mais en exportent notablement. A l'inverse, l'Allemagne qui consomme deux fois plus de vins rosés qu'elle n'en produit, ainsi que la plupart des pays d'Europe du nord, se positionnent comme de forts demandeurs pour ce type de production.

Afin de répondre aux exigences de ces pays gros consommateurs et au pouvoir d'achat relativement élevé, une des solutions pourrait être à la fois la spécialisation mais aussi la diversification de l'encépagement destiné à produire des vins rosés.

A titre d'exemple, un vignoble pourrait être composé des variétés suivantes :

- Grenache noir et Grenache gris, Syrah, Cinsaut et Caladoc pour leurs arômes, couleur, volume et équilibre,
- Alvarelhao, Brachet, Brachetto, Sciaccarello, Tibouren et Tinto Cao qui apportent fruité, finesse et équilibre aux vins, ainsi qu'une touche d'originalité nécessaire pour ce type de production.

Pour les pays produisant des rosés plus ou moins sucrés (effervescents ou non), il peut être intéressant d'avoir des arômes relativement marqués. A ce titre, des variétés comme le Muscat à petits grains blancs B ou le Muscat de Hambourg N peuvent être utilisées. Enfin, on peut également trouver dans certaines régions du monde, des vins à saveur nettement foxée, caractéristique de variétés issues de croisements à base de *Vitis labrusca* (Concord notamment).

REMERCIEMENTS

Laurent Audeguin (IFV),
Charles Visser (Vititec, Afrique du Sud),
Robin Nettelbeck (Yalumba nurseries, Australie),
Hal Huffsmith (Trinchero Family Estate, USA)
Nick Dokoozlian (Gallo Family Vineyards, USA),
Yerko Moreno (Université de Talca, Chili)

Itinéraires d'élaboration des vins rosés

Laure CAYLA - Institut Français de la Vigne et du Vin,
Centre de Recherche et d'Expérimentation sur le Vin Rosé,
70 avenue Wilson - 83550 Vidauban - Tél. 04 94 99 74 09 - Fax 04 94 99 73 99 - E-mail : laure.cayla@vignevin.com

Les vins rosés sont souvent qualifiés de vins technologiques. Si cette réputation n'est pas toujours fondée et est forcément restrictive, elle se justifie, en partie, par l'importance que prennent les premières étapes de la vinification. La phase préfermentaire est prépondérante dans l'élaboration des vins rosés. Au cours des quelques heures qui précèdent le départ en fermentation, un nombre important de décisions sont prises par le vigneron concernant la macération, le pressurage, le débouillage... Il doit être réactif et doit mobiliser ses connaissances très rapidement. Il doit décider du sulfitage, des collages, de la température et de la durée des macérations, de l'ajout éventuel d'enzymes... en intégrant la qualité des raisins, les contraintes de la cave (humaines et matérielles) tout en gardant à l'esprit le produit qu'il souhaite élaborer. La multitude de possibilités existantes complique la prise de décision. Il n'existe donc pas un itinéraire technique type pour élaborer un Rosé bien que certaines étapes soient toutefois incontournables. D'autres pratiques permettent de faire évoluer le profil du vin, en fonction des marchés visés. Ces deux points seront abordés tour à tour dans le texte qui va suivre. J'ai choisi d'exposer succinctement les trois grands principes de la vinification en Rosé (pressurage, saignée, macération) qui déterminent la typicité du vin. La couleur, son appréciation et son évolution au cours de la vinification seront également abordées.

Ce document fait la synthèse des travaux récents sur l'itinéraire technique des vins rosés. De nombreux essais ont été conduits en caves expérimentales dans le cadre du groupe national sur le vin rosé, coordonné par l'IFV et subventionné par VINIFLHOR entre 1999 et 2001. Le Cahier Itinéraire n° 11 d'ITV-France dédié à l'élaboration des vins rosés expose la plupart des résultats sur les effets maturité, macération et couleur. D'autres résultats plus récents, issus d'expérimentations du Centre du Rosé ou ses partenaires et de l'IFV (Midi-Pyrénées, Val de Loire, Bourgogne Centre-Est, Rhône Méditerranée), sont également présentés.

TROIS GRANDS SCHÉMAS D'ÉLABORATION

Selon les régions ou les cépages, les moyens pour obtenir du moût à partir de raisins noirs peuvent varier. Trois grands principes sont retenus.

Le pressurage direct. Les raisins, vendangés à la main ou mécaniquement, sont apportés directement au pressoir, les jus s'écoulent en continu. La durée du remplissage du pressoir, qui peut être précédé d'un foulage et la légère macération favorisent la diffusion des composés. L'incorporation des jus de presse est raisonnée en fonction de l'extraction des tanins et autres substances astringentes ou herbacées. Ces jus sont alors assemblés au jus de goutte ou vinifiés séparément

La saignée. Les raisins sont mis en cuve après éraflage et foulage, où ils sont laissés à macérer pendant quelques heures (5 à 24 heures), en évitant tout départ en fermentation. Lorsque la couleur souhaitée est obtenue, une partie du jus (5 à 15 %) est écoulée. On dit qu'on « saigne » la cuve. Ce jus fournira la base des vins rosés. Le reste de la cuve permet d'élaborer un vin rouge riche en polyphénols.

Intermédiaire, **la macération** en cuve ou dans le pressoir à cage fermée, assure un contact contrôlé entre le jus et les pellicules, en évitant tout départ en fermentation. Mais au contraire de la saignée, après écoulage de tout le jus, le marc frais est pressé et peut être incorporé en totalité ou non au jus de goutte. Des équipements spécifiques sont disponibles : cuves de macération ou d'égouttage, qui permettent généralement la régulation des températures et un brassage de la vendange.

COULEUR RÉELLE ET VISIBLE

La couleur du vin rosé est déterminante pour la décision d'achat, sa maîtrise en vinification est donc un enjeu majeur. La relation entre la couleur d'un moût et celle du vin correspondant est une question centrale pour le vinificateur. La figure 1 résume l'itinéraire colorimétrique d'un vin rosé.

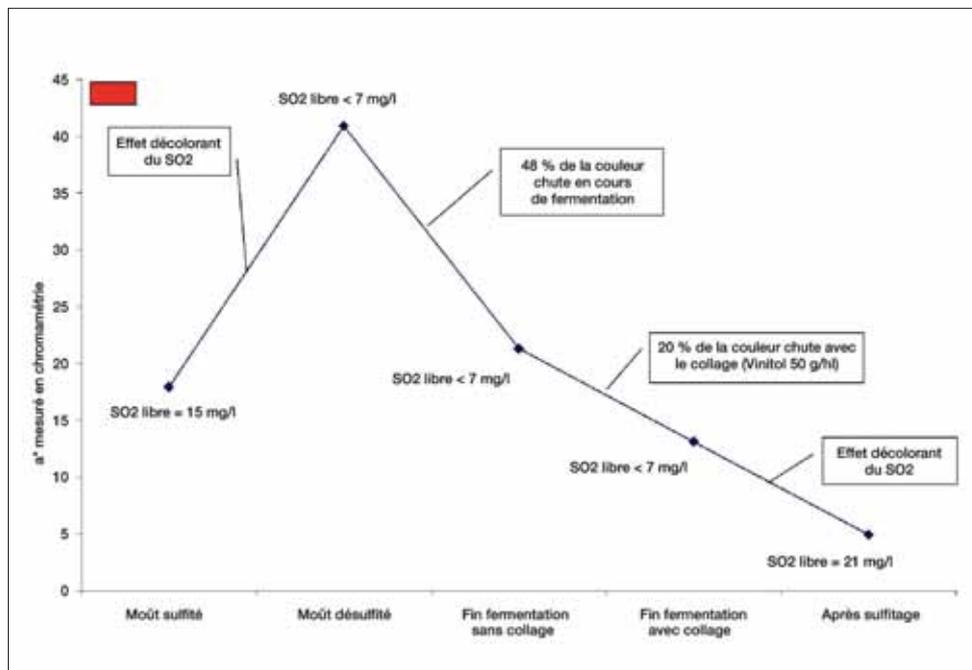


Figure 1 : Exemple d'évolution de la couleur d'un moût de cépage Grenache au cours de la fermentation alcoolique en cave (Moyenne de trois cuves) – ICV Provence, 2007

Le premier écueil est d'avoir accès à la couleur réelle du moût, en s'affranchissant de la décoloration partielle due au SO₂ (illustration 1). Malgré cela, il n'existe pas de relation simple pour prédire la couleur d'un vin. Si de manière systématique, la moitié des anthocyanes sont perdues dans les trois premiers jours de la fermentation alcoolique, cette perte de matière colorante n'entraîne pas une chute constante de couleur (COTTEREAU, 2004). Les essais menés récemment par l'ICV-Provence et le Centre du Rosé (TOUZET, 2008) montrent qu'en moyenne la composante rouge (exprimée par a^* en chromamétrie) chute de 49 % au cours de la fermentation alcoolique. Par contre il est illusoire de prétendre connaître l'intensité du phénomène pour une cuve donnée. Il n'est pas possible de dégager des paramètres simples pouvant expliquer et prédire le taux de chute de la couleur. D'après MOUTOUNET (2004), la couleur des vins rosés, comme pour celle des autres vins, est la résultante de la présence, de la formation ainsi que de l'évolution de différents pigments ; leur structure chimique reste, pour la plupart d'entre eux, encore très imprécise. Si quelques hypothèses peuvent être émises, des recherches approfondies sur la chimie des pigments contenus dans les vins rosés devraient déboucher sur une meilleure maîtrise de la gestion des vinifications en fonction des objectifs de couleur à atteindre.

L'effet des collages reste modeste par rapport à la chute de couleur observée spontanément en fermentation. La couleur rouge a^* diminue de 10 points au maximum (TOUZET, 2008). Aux doses normales d'emploi, le collage ne peut donc être qu'une variable d'ajustement qui ne permettra pas de corriger suffisamment un moût involontairement trop coloré. De nombreuses spécialités de colles existent sur le marché. Leur choix et la dose d'utilisation doivent prendre en compte le type d'effet attendu : amélioration de la nuance ou diminution de l'intensité de la couleur.

Enfin, la décoloration consécutive aux sulfitages post-fermentaire, bien que partiellement réversible, est également à considérer.



La présence de SO_2 entraîne une décoloration des anthocyanes et une sous-évaluation de la couleur rouge. Il est possible de s'affranchir de cette décoloration partielle des anthocyanes, par ajout de quelques gouttes d'éthanal ; la couleur rouge potentielle est alors révélée (apparente).

Méthode : A 4 ml de vin, ajouter 40 μl de solution d'éthanal (à 12,6 % vol.). Attendre 20 min et mesurer l'absorbance à 520 nm, sous 1 cm contre de l'eau.

Illustration 1. Effet de l'ajout d'éthanal sur la couleur d'un vin sulfité
Source Centre du Rosé

QUELQUES POINTS CLÉS POUR RÉUSSIR LES VINS ROSÉS

Maturité

Bien qu'il soit délicat de définir une maturité optimale, pour l'élaboration d'un vin rosé, il est communément admis qu'il faut disposer d'une vendange pour laquelle les substances aromatiques sont maximales et l'acidité encore présente. En ce qui concerne les composés phénoliques, ce n'est pas tant le potentiel total qui intéresse le vinificateur mais la disponibilité des pigments et leur capacité à diffuser. Toute la difficulté réside dans la conjugaison de plusieurs métabolites dont les cinétiques de synthèse ne sont pas toujours synchrones. En effet, obtenir des baies dont le potentiel aromatique est maximum, la teneur en sucre modérée n'est définitivement pas simple.

Des outils sont à la disposition des viticulteurs pour les aider à définir la date de récolte optimale pour un produit souhaité :

- La maturité technologique (rapport sucre/acidité) facilement mesurable par le viticulteur.
- La maturité phénolique (accumulation et potentiel d'extraction de la couleur) réalisable par un laboratoire en routine (figure 2). Cette méthode a pour principale caractéristique de simuler à l'échelle de la paillassse des conditions proches de la vinification réelle. Elle permet de prévoir la diffusion de la couleur et d'ajuster les conditions de macération. L'IFV d'Angers et Inter-Loire étudient actuellement la possibilité de mettre en place un réseau de parcelles de référence.
- La maturité aromatique (accumulation des substances aromatiques) qui nécessite des équipements perfectionnés.
- La dégustation des baies facile à mettre en œuvre au vignoble après une formation de quelques heures. Cette technique est à compléter des analyses chimiques classiques.

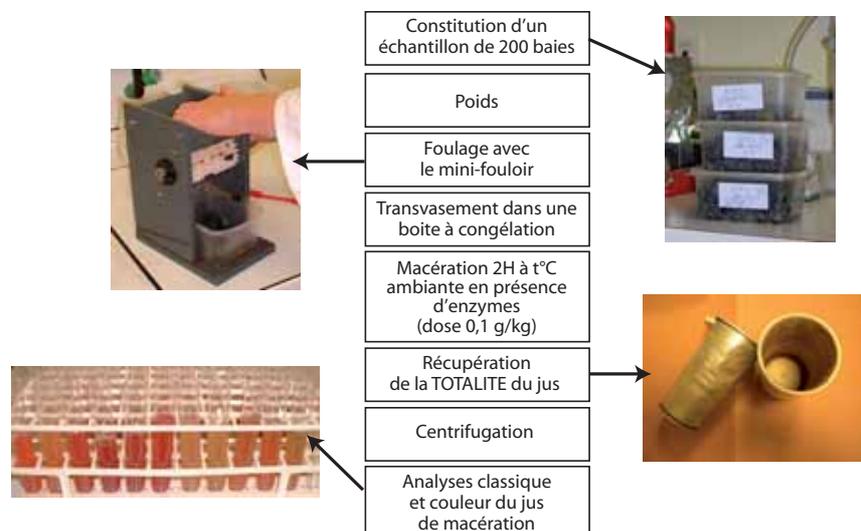


Figure 2 : Protocole de la méthode ITV-Rosé pour définir le potentiel de couleur de la vendange (méthode révisée en 2006)

Un grand nombre de paramètres influençant la qualité des vins rosés est modifié par la date de récolte. Ces effets ont été quantifiés au travers des essais menés par le groupe de travail. La récolte de raisins mûrs entraîne des variations sur :

- **L'équilibre** : augmentation du degré alcoolique, parfois de la teneur en sucres résiduels et diminution de l'acidité (surtout l'acide malique). Pour l'élaboration d'un vin rosé de Tavel, les essais menés par Inter-Rhône (VUCHOT *et al.*, 2006) montrent que le pH des moûts doit être compris entre 3,15 et 3,35. Les teneurs en alcool et acides organiques (dont pH et acidité totale) entraînent des variations organoleptiques significatives sur la perception de l'acidité, du gras et de la chaleur (figure 3).
- **La couleur** : à conditions de macération identiques, la maturation des baies a pour conséquence une accumulation d'anthocyanes qui conduit à plus de couleur. On constate également une diffusion plus rapide de la couleur rouge et jaune ; la maturité influence autant la disponibilité que la quantité de matière colorante. La teinte est généralement peu affectée, la proportion de jaune et de rouge ne varie pas (CAYLA, 2005).
- **La quantité d'esters et de thiols volatils** (quand le cépage en est pourvu) augmente avec la maturité de la vendange. Les différences olfactives portent sur des odeurs de rose, cerise, d'orange et citron. En bouche, les vins issus de vendanges mûres apparaissent plus intenses et surtout présentent plus de longueurs. Sur les essais conduits au Centre de Recherche et d'Expérimentation sur le Vin Rosé (PUCHE et CAYLA, 2007), les vins préférés sont toujours issus des raisins les plus mûrs (figure 3).

Le cahier itinéraire d'ITV-France consacré aux vins rosés (n° 11, juin 2006) rapporte les résultats des essais conduits entre 1999 et 2001 dans différents vignobles. Sur Merlot, la date de récolte idéale est plus précoce que pour l'élaboration des rouges. Il est préconisé de vinifier la totalité de la vendange par pressurage après macération ; alors que les cabernets donnent de bons rosés par saignée d'une cuve de rouge remplie avec des raisins à pleine maturité (CRACHEREAU, 2006). La récolte précoce de Nielluccio conduit à des vins rosés à la couleur rose très attractive et à des caractéristiques aromatiques et organoleptiques appréciées ; alors qu'une récolte retardée de 2 semaines donne des vins d'un très bon équilibre gustatif mais avec une couleur plus orangée (RETALI, 2006).

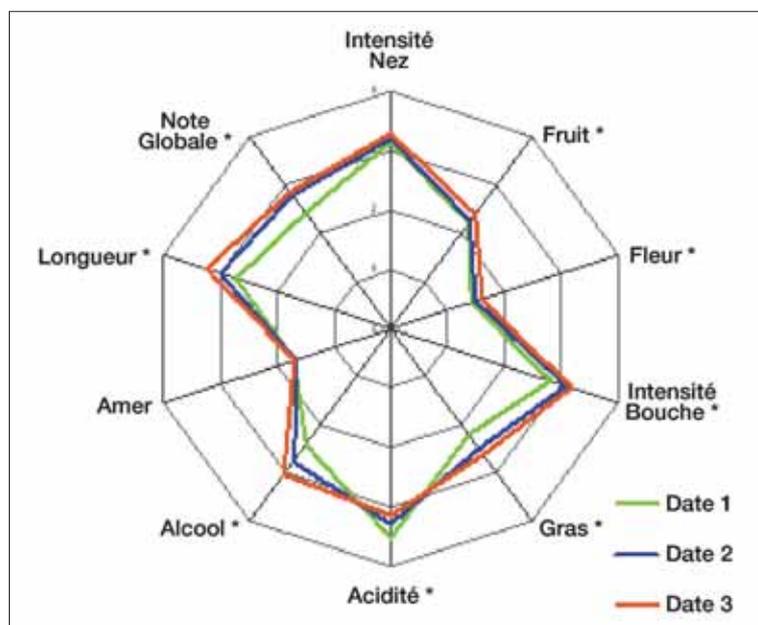


Figure 3 : Profil sensoriel moyen établi par le jury professionnel du Centre du Rosé. Moyenne sur les millésimes 99 à 2001 et les cépages, grenache, cinsault, syrah et mourvèdre. * différences significatives entre les 3 dates de récolte - traitement par ANOVA, test de Newman Keuls

Les raisins mûrs conduisent donc à des vins rosés plus fruités, longs, plus ronds et préférés par les jurys de professionnels interrogés. Un test consommateur a été réalisé auprès de 100 personnes, en 2006 sur deux vins issus d'une même parcelle de syrah récoltée à 12,4 et 14,7 % alcool. La préférence est largement marquée pour le vin issu de la vendange la plus mûre (PUCHE et CAYLA, 2007).

Macération

L'obtention du jus est une étape au moins aussi importante que la qualité de la matière première. Elle conditionne le potentiel de couleur, d'arômes et la structure du produit.

De manière générale, un pressurage direct conduit à un moût peu coloré et plutôt « vif » (acide). La saignée, au contraire, assure une diffusion importante de polyphénols et donne aux moûts des caractéristiques plus proches des rouges, tant vis-à-vis de la couleur que des arômes. La macération permet une diversité importante en fonction des conditions de durée et de température. La gestion des macérations influence très fortement la couleur du vin, elle a également des conséquences sur les paramètresnologiques et organoleptiques autres que la vision. Deux facteurs ont été étudiés : la température et la durée de macération. Ils permettent tous deux de moduler le contact entre le jus et la matière solide.

Globalement, il a été montré au travers de tous les essais mis en place, que les macérations poussées (importante en durée ou à des températures supérieures à 18°C) conduisent toujours à une couleur nettement plus intense et à des chutes d'acidité (CAYLA et al, 2006). L'augmentation de pH a souvent une incidence sensorielle ; les vins issus de macérations longues ou chaudes sont jugés plus gras et/ou moins acides. Le niveau d'astringence ou l'amertume sont, par contre, à surveiller dans le cas de macérations poussées. Le froid est souvent favorable à la composante aromatique du vin.

Vis-à-vis de la couleur, la durée de macération a une incidence directe sur l'extraction de composés colorés. L'effet de saturation n'est jamais atteint. En ce qui concerne le froid, il limite la diffusion des composés colorés de deux manières :

- Décalage du niveau de l'extraction, la cinétique reste identique.
- Cinétique moins rapide.

Les cas des cépages merlot et cabernet franc illustrent bien ce fait (figure 4). La diffusion de couleur est relativement lente et fortement limitée par l'utilisation du froid (12°C) pour les cépages mourvèdre, cabernets franc et sauvignon.

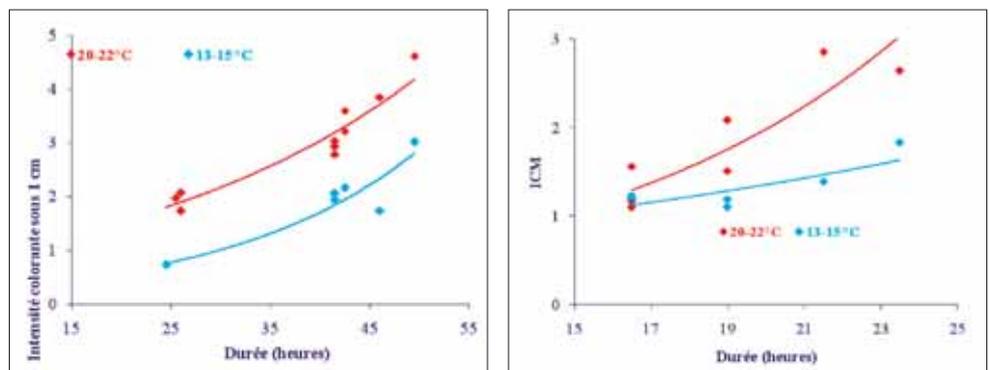


Figure 4 : Cinétique de diffusion de la couleur pendant la macération – Exemple à gauche du merlot vinifié en clair et à droite du cabernet franc vinifié en rosé – Chambre d'Agriculture de la Gironde, 1999. Les points correspondent à la couleur de vins vinifiés à basse température (13-15°C) ou à température ambiante avec des durées de macération qui varient de 16 à 50 heures, selon les cas.

Il est difficile d'aller plus dans le détail. Les conditions de macération influencent très fortement les phénomènes de transfert de la matière colorante, mais l'extraction de la couleur est également impactée par la nature du raisin (maturité, parcelle, millésime...). Par exemple, l'IFV d'Angers (CHRETIEN et BENESTEATU, 2006) a constaté des variations importantes d'un millésime à l'autre sur une même parcelle de cabernet franc vinifiée en pressurage direct et après une macération de 12 h à 18°C. Le gain d'intensité colorante est de 38 % en 1999 et de 196 % en 2001. L'état sanitaire est également un facteur de variation.

Les effets maturité et macération sont intimement liés, ce qui donne au vinificateur la possibilité d'atteindre dans de bonnes conditions l'objectif couleur qu'il se fixe (CAYLA, 2005a). La figure 5 illustre la palette de couleur que l'on peut atteindre, avec une même matière première de cinsault, en jouant sur les leviers date de récolte, durée et température de macération.

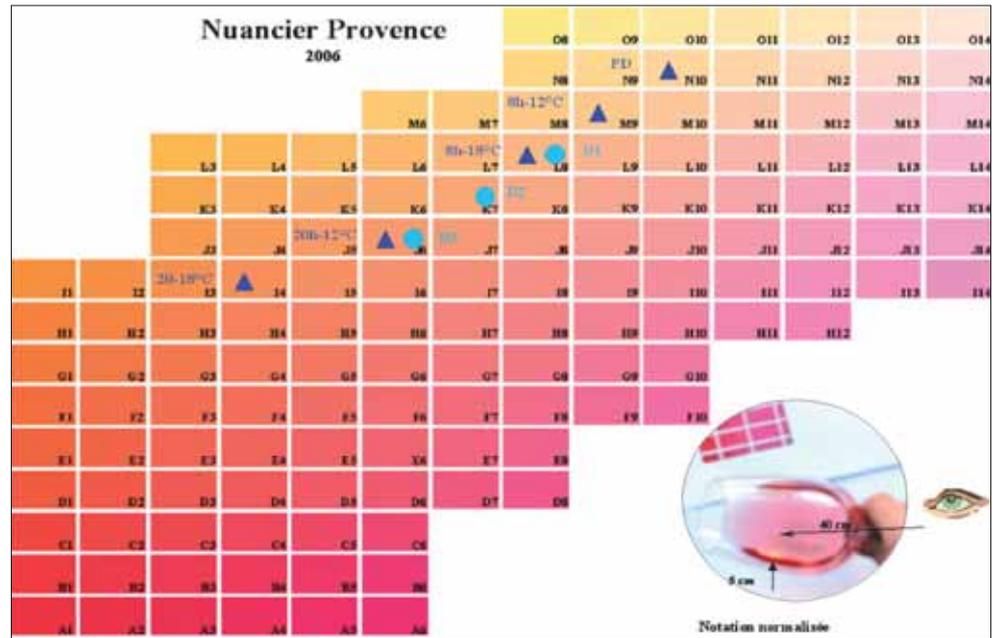


Figure 5 : Vins de cinsault 2001 positionnés sur le nuancier. Centre du Rosé 1999 à 2001.

● D1, D2, D3 sont les 3 dates de récolte pour une macération standard,

▲ PD correspondant au pressurage direct qui est comparé à des macérations de 8 et 20 heures à 12 ou 18°C pour une date de récolte intermédiaire

Pressurage

Le Centre du Rosé a étudié une quarantaine de cycles de pressurage pneumatique depuis 2001 sur site industriel. Ces travaux montrent notamment (CAYLA, 2005b) que la phase de remplissage du pressoir prédétermine le déroulement du cycle et la qualité des jus obtenus. En effet, le rythme des apports, l'exigence en balancements ou rotations, la durée entre la première benne et la mise en route effective du pressoir ont une incidence sur les volumes et la qualité des jus de goutte extraits avant pressurage. Ce volume correspond en moyenne à 60 % des jus sélectionnés pour l'élaboration des vins rosés de qualité.

Les jus de goutte sont plus riches en bourbes et en SO₂ libre. Ce dernier facteur est à l'origine de retard dans les départs en fermentation et engendre des taux de combinaison du SO₂ supérieurs.

Les jus de presse sont moins acides (présence de plus de potassium qui précipite l'acide tartrique) et plus colorés. Les vins issus des jus de presse sont jugés plus gras. Ils sont généralement plus aromatiques mais plus lourds (caractère caramel). Bien que les jus de presse soient colorés, les faibles volumes concernés sont dilués dans la masse de jus de goutte. La qualité des jus de premières presses n'est pas à négliger ; ce sont les assemblages des gouttes et premières presses qui sont toujours préférés en dégustation (CAYLA, 2005).

Débourbage

Trois années d'expérimentation conduites au Centre du Rosé sur les principaux cépages provençaux ont permis de montrer que l'optimum de turbidité après débouillage est compris entre 100 et 250 NTU (MASSON, 2005a et 2006). Les vins ainsi obtenus sont fins, ronds et fruités avec une dominante amylique. Pour des valeurs de trouble inférieures, la qualité des vins est au moins aussi bonne mais des difficultés fermentaires peuvent apparaître. Elles sont liées à l'appauvrissement du milieu par un débouillage excessif, même si ce risque peut être en partie corrigé par l'addition d'activateurs ou de nutriments. Pour des valeurs de turbidité supérieures à 250 NTU, les vins deviennent plus acides, plus grossiers et moins aromatiques.

Conscient de l'importance de ce poste de vinification, le Centre du Rosé a mis au point en partenariat avec CEnofrance et Vitis, un kit de contrôle du débouillage (figure 6). Une gamme de troubles, échelonnés entre 20 et 500 NTU, est présentée sous forme de tubes. Ce travail a été réalisé grâce à la méthodologie de contre-typage utilisée pour le nuancier des vins rosés de

Provence (gel et colorants). La couleur ayant une incidence sur la perception visuelle du trouble, deux gammes de couleur sont proposées.



Figure 6 : Kits de contrôles du débouillage

Utilisation du froid

Abaisser la température de la vendange présente l'intérêt de limiter la diffusion de la couleur des pellicules vers le moût. Le vinificateur peut donc mieux maîtriser l'étape de macération. L'utilisation de froid avant fermentation présente d'autres avantages qui peuvent avoir des conséquences plus ou moins directes sur la quantité d'arômes et leur expression.

- Limiter les oxydations : les précurseurs d'arômes sont moins dégradés notamment au cours du pressurage.
- Faciliter le débouillage donc moins de déviations organoleptiques à craindre.
- Limiter les départs inopportuns en fermentation spontanée. Le choix de certaines levures sélectionnées favorise la production d'arômes fermentaires et est propice à une bonne expression aromatique.
- Assurer un début de fermentation à température basse, ce qui favorise la production d'esters.

Cependant, l'utilisation du froid en macération implique un équipement particulier et coûteux en fonctionnement. Il incite à vendanger de nuit ou tôt le matin, dans les régions chaudes. TOUZET (2008) a montré la forte corrélation entre la température extérieure et celle des jus au quai de réception (figure 7).

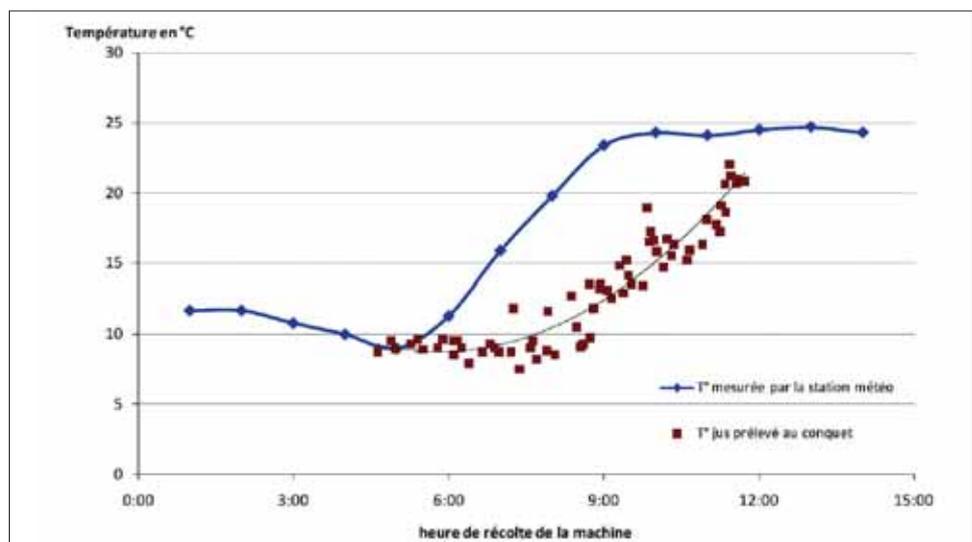


Figure 7 : Influence de la récolte matinale sur la température de la vendange, ICV Provence, 2006

Fermentation alcoolique

L'expérimentation sur les souches de levure engagée par le Centre du Rosé (MASSON, 2005b) en partenariat avec les distributeurs de produits œnologiques fournit des résultats qui complètent les informations déjà connues par ailleurs. Quelques critères sont particulièrement importants dans le cas d'une vinification en rosé.

Préservation de l'acidité. Les souches de levure sont connues pour leur caractère plus ou moins démaliquant. Ce paramètre est important pour le vinificateur en rosé qui devra jouer avec l'acidité naturelle de son terroir et la recherche d'un compromis entre fraîcheur et rondeur de son vin.

Interaction levure / couleur. *Saccharomyces cerevisiae* peut interagir avec la matière colorante des moûts et des vins par différentes voies : adsorption d'anthocyanes sur la paroi cellulaire, stabilisation de la couleur par libération de polysaccharides, dégradation des anthocyanes par l'enzyme β -glycosidase. La levure peut aussi influencer indirectement la couleur du vin en agissant sur l'acidité.

Caractère fruité des arômes. Il est particulièrement délicat de présenter des tendances dans ce domaine, les souches de levure ayant probablement un comportement différent vis-à-vis de l'expression aromatique en fonction de la nature du moût utilisé : cépage, terroir, maturité...

Rondeur des vins rosés. L'impression de rondeur et de gras laissée au dégustateur, lorsqu'elle ne vient pas de la présence de sucres, est souvent liée à la richesse en polysaccharides et mannoprotéines du vin. Cette sensation peut également être enregistrée dans le cas de vins peu acides. La souche de levure agit sur ces différents critères et peut engendrer des variations dans les vins rosés. Les résultats ne permettent pas une interprétation simple et il est nécessaire comme dans le cas du fruité d'avoir recours à l'analyse statistique pour dégager les principales tendances.

Les différentes LSA étudiées montrent des aptitudes différentes pour l'élaboration des vins rosés, chacune présentant des avantages et des inconvénients. Il ressort bien évidemment que la souche « idéale » pour vins rosés n'existe pas et que l'offre actuelle permet de répondre à des attentes que l'on sait variées de la part des vinificateurs. Quelques communications récentes peuvent être consultées : MORGE *et al.*, 2008 ; NEDJIMA *et al.*, 2007 ; MURAT et DUMEAU, 2006 ; COLAS *et al.*, 2005 ; USCIDDA, 2003.

Conservation

Pour évaluer les conditions de conservation, deux cas extrêmes de conservation en bouteilles sont retenus : favorable, bouteilles couchées, obscurité, température constante proche de 15°C ; défavorable, bouteilles debout, lumière, température ambiante. Après un an de conservation, le SO₂ libre des vins stockés en conditions défavorables est inférieur de 30 % aux vins conservés dans de bonnes conditions (MASSON, 2007b). Ce déficit en SO₂ favorise une dégradation des anthocyanes et par voie de conséquence un brunissement de la couleur. La couleur est moins franche et moins vive. La perte de SO₂, des échanges gazeux plus importants, des réactions chimiques favorisées par la température plus élevée... ont aussi des conséquences sur le profil sensoriel des vins. La figure 8 permet de mesurer la perte de qualité (- 14 %) des vins rosés conservés en situation défavorable notamment pour des raisons de fraîcheur aromatique (- 21 %).

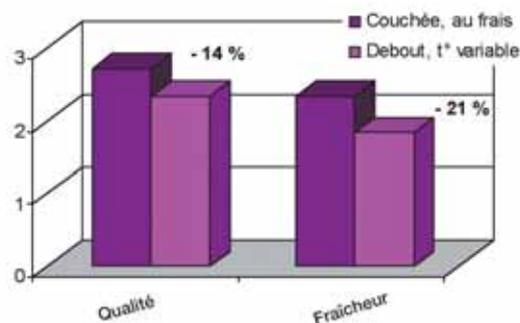


Figure 8 : Résultats de dégustation après 1 an de conservation en conditions favorable et défavorable d'un vin rosé. Centre du Rosé, 2007

DES VARIABLES D'AJUSTEMENT

Préparer sa vendange

Les références dans le domaine manquent. Il est à ce jour difficile de dire avec précision quelles sont les caractéristiques d'un raisin pour élaborer un rosé de qualité. Toutefois, l'équipe de l'IFV Midi-Pyrénées (DUFORCQ *et al.*, 2007) a montré que la technique de pulvérisation foliaire à véraison d'une formule azote/soufre permet d'augmenter la présence des thiols variétaux dans les vins rosés de négrette (figure 9). Bien entendu, le potentiel de la vendange doit être conservé par le maintien de toute la chaîne technologique de la vinification en mode réducteur.

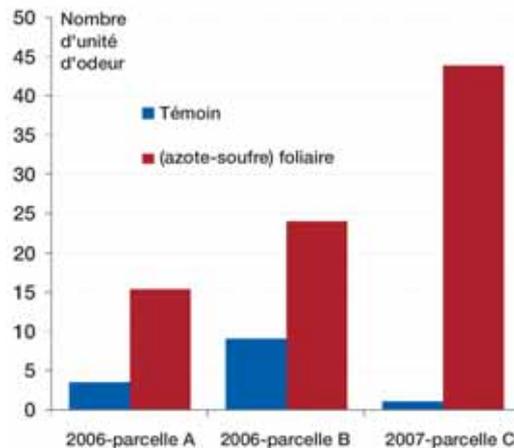


Figure 9 : Nombre d'unités d'odeurs de 3MH sur vins rosés de négrette AOC Fronton, IFV Midi-Pyrénées, 2006 et 2007

Enzymes pectolytiques

Les préparations enzymatiques pectolytiques, facilitent la sédimentation et permettent d'obtenir des moûts convenablement clarifiés ; leur utilisation est généralisée au cours du débouillage des vins rosés.

Les préparations enzymatiques apportées sur vendange au cours de la macération préfermentaire ont une activité pectolytique immédiate. Cette action assure l'hydrolyse des pectines des parois cellulaires et ainsi une destruction progressive de la rigidité des pellicules. L'extraction naturelle des jus est donc facilitée. La quantité de jus de goutte, jus qui coule librement de la vendange fraîche après foulage et macération, augmente. Le gain en jus de goutte varie de 4 à 33 % avec une moyenne de 17 % (essais Centre du Rosé, IFV Nîmes et Narbonne, 2001 à 2006). L'utilisation d'enzymes pectolytiques permet dans la pratique de réduire la durée des saignées (extraction facilitée des jus de goutte) et d'obtenir de meilleur rendement au pressurage ou d'écourter les cycles de pressurage.

Les préparations enzymatiques apportées sur vendange au cours de la macération préfermentaire conservent leur activité pendant la phase de débouillage (CAYLA *et al.*, 2009). Un nouvel apport ne peut se justifier que dans les cas extrêmes. L'apport d'enzyme sur vendange permet d'avoir dès la fin du pressurage un niveau de trouble plus faible, la sédimentation est plus rapide et le débouillage peut s'effectuer plus tôt ; ce qui peut présenter un avantage en termes d'immobilisation de la cuverie.

Concernant le tassement des bourbes et donc le volume de fond de cuve à traiter, les résultats sont moins prononcés en faveur de l'emploi d'enzymes. Le pourcentage de bourbes écartées, en volume, varie de 5 à 25 % selon les cas et les lots enzymés présentent un excédent de 20 % en moyenne (mesures réalisées en éprouvette).

Les enzymes pectolytiques peuvent avoir une incidence sur l'extraction de la couleur à condition que le contact entre les matières solides et le jus soit relativement long. Sur le grenache, la couleur n'est pas modifiée pour 6 heures de macération alors qu'un gain de 20 % est noté après 20 heures de macération. D'un point de vue organoleptique, les essais montrent que des risques importants de réduction en cours d'élevage existent. Les différences observées sur les autres descripteurs de nez et bouche ne sont pas répétables. En 2006, les thiols variétaux

ont été dosés sur les vins après 6 mois de conservation. Les vins issus d'une vendange enzymée présentent des teneurs deux fois plus importantes en 3-mercapto-hexanol et en acétate de 3-mercapto-hexyle (CAYLA *et al.*, 2009).

L'emploi d'enzymes pectolytiques sur vendange présente donc de nombreux avantages.

Presser à l'abri de l'oxygène

Les jus sont sensibles à l'oxydation. Depuis peu, les équipementiers développent des pressoirs maintenant la vendange et les jus sous gaz inerte. L'impact de ce procédé a été évalué par le Centre du Rosé et l'IFV (CAYLA *et al.*, 2008) sur une vendange de Grenache, connu pour sa grande sensibilité vis-à-vis de l'oxygène. Deux essais, sur des pressoirs industriels, ont montré l'intérêt de la protection de la phase de pressurage par l'azote. L'inertage du pressoir limite la formation de composés bruns : le moût de Grenache est moins jaune. Les vins ainsi obtenus présentent une nuance moins orangée. Ils sont plus riches en 3-mercapto-hexanol, composé volatil à l'odeur de pamplemousse. Ces vins ont un profil aromatique dominé par les agrumes, alors que les vins issus d'un pressurage non inerté sont plus "fermentaires" (figure 9).

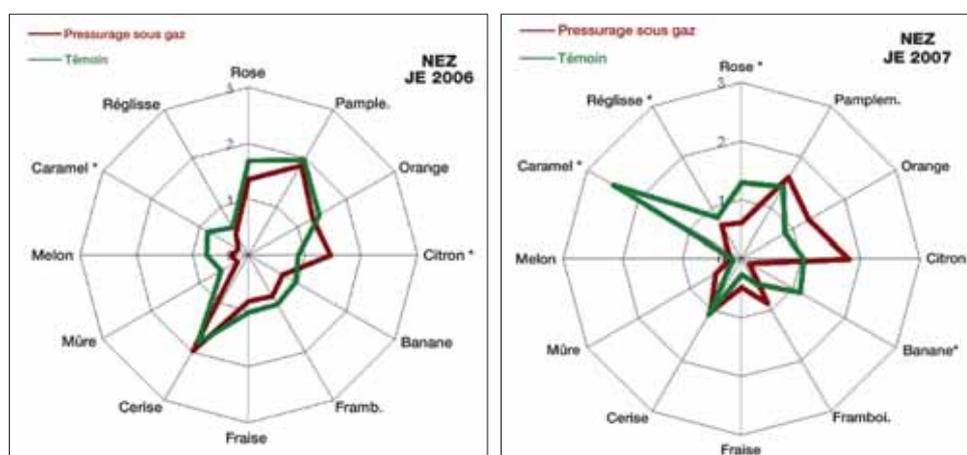


Figure 10 : Profils olfactifs obtenus par le jury expert du Centre du Rosé des vins de Grenache en 2006 et 2007 après 2 mois de conservation en bouteille - effet d'un pressurage sous gaz inerte.
* différences significatives au seuil de 5 %

Malo ou pas malo

La fermentation malo-lactique modifie très largement le profil du vin rosé : perte de caractère fruité, diminution d'acidité accompagnée d'une modification de la couleur qui devient plus orangée (tableau 1). Les essais du Centre du Rosé (MASSON, 2007a) montrent que la disparition d'acide malique a pour conséquence une baisse d'acidité totale de 20 % et une augmentation de 0,1 unité de pH, en moyenne. La réalisation de la FML s'accompagne aussi d'une montée d'acidité volatile de l'ordre de 50 % et permet une épargne de SO₂ total d'environ 10 %, économisé au moment du sulfitage à la fin de la fermentation alcoolique. Concernant la nuance de la couleur, la malo engendre une élimination de 25 % des anthocyanes qui se répercute sur la teinte rouge (a) du vin rosé, en baisse de 6 % en moyenne. On observe par ailleurs une augmentation de la teinte jaune comprise entre 29 % (nuance) et 41 % (b) selon le mode d'évaluation. Au bilan, les vins rosés ayant subi une FML sont toujours plus orangés que les vins rosés « malo bloquée ».

La principale caractéristique des vins rosés dont la FML a été bloquée est d'être plus aromatiques que les vins rosés « malo faite », notamment sur les descripteurs fruité et floral. De façon attendue, les vins « malo bloquée » sont jugés plus acides mais aussi légèrement plus longs et plus astringents. Malgré cette dernière caractéristique, ces différentes propriétés permettent aux échantillons « malo bloquée » d'être le plus souvent préférés aux vins « malo faite ». Toutefois, les dégustateurs sont partagés en deux groupes : ceux qui donnent plus d'importance à l'acidité et donc à l'équilibre en bouche, et ceux qui s'attachent essentiellement au caractère aromatique des vins. Les premiers pourront préférer les vins rosés « malo faite » alors que la préférence des seconds ira systématiquement aux vins rosés « malo bloquée ».

	AT g/l H ₂ SO ₄	pH	AV g/l H ₂ SO ₄	SO ₂ t mg/l	a	b	ICc	Nuc	Antho
Malo bloquée	3,73	3,27	0,23	108	7,6	6,2	0,88	0,83	1,51
Malo faite	2,97	3,35	0,30	97	7,2	8,7	0,85	1,03	1,11
% variation*	- 20	2	54	-10	-6	41	0	29	- 25

Tableau 1 : Incidence de la fermentation malo lactique sur les principaux paramètres œnologiques des vins rosés. Centre du Rosé, 2002 - 2005

AT : acidité totale, AV : acidité volatile, Lab : coordonnées chromatiques a : teinte rouge, b : teinte jaune, IC : intensité colorante et Nu : nuance corrigée du SO₂, Antho : teneur en anthocyanes.

* ce pourcentage est calculé statistiquement à partir des moyennes individuelles de chaque série.

Ces résultats sont des moyennes de plusieurs vins. Le résultat de la FML sera, bien entendu, très dépendant du terroir, de la maturité, du mode de vinification... et devra toujours être raisonné en fonction des attentes du vigneron. L'assemblage de cuves malo faites et malo bloquées offre également un bon compromis.

La SICAREX Beaujolais (CHATELET, 2008) a testé la co-inoculation levures/bactéries sur gamay rosé du beaujolais. La co-inoculation paraît être une technique très intéressante pour l'élaboration de Beaujolais rosé primeur dans les cas où la FML est recherchée. Outre le gain de temps pour les Nouveaux (figure 11), cette technique peut aussi avoir un intérêt pour la maîtrise des risques de déviations microbiologiques et oxydatives, importants sur rosé de gamay, en permettant un sulfitage précoce.

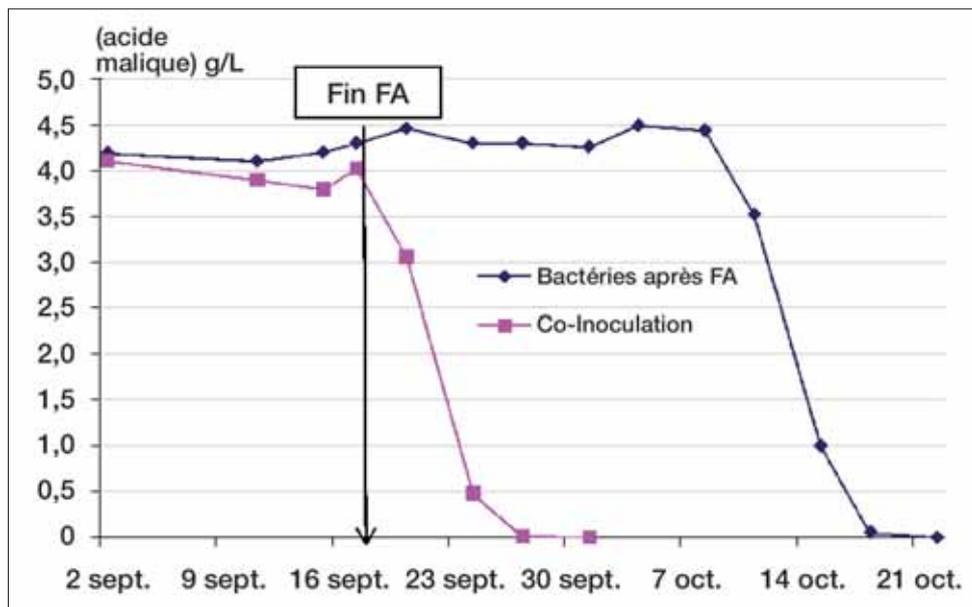


Figure 11 : Durée de la fermentation malo-lactique dans le cas d'une co-inoculation en comparaison avec un ensemencement post-FA. SICAREX Beaujolais, 2007

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'objectif final des recherches est bien d'aider l'élaborateur à résoudre le difficile problème : « Pour obtenir un type de rosé souhaité (nuance et intensité de la couleur ; harmonie générale ; caractéristiques particulières) à partir d'une matière première donnée, quel est l'itinéraire le plus adéquat ? » Toutefois, cette synthèse n'a pas pour objectif de donner des « recettes » mais que chacun puisse s'enrichir des expériences multiples acquises dans les diverses régions. Bien que plusieurs régions aient développé des programmes spécifiques aux vins rosés ces dix dernières années, les références bibliographiques sont encore peu nombreuses et demandent à être étoffées.

BIBLIOGRAPHIE

- CAYLA L., 2005a. Maturité et macération, un couple indissociable. *Rosé. com* 8, 11-13.
- CAYLA L., 2005b. Une phase sensible du pressurage : le remplissage. *Rosé. com* 8, 20-22.
- CAYLA L, PUCHE S et DESSEIGNE J.M., 2008. Presser sous gaz inerte est favorable à la qualité des rosés de Grenache, *Rosé. com* 13, 5-7.
- CAYLA L., COTTEREAU P., MASSON G. et GUERIN L., 2009. Les enzymes en œnologie 1^{er} volet : Intérêt dans les opérations préfermentaires sur vin rosé. *Revue Française d'œnologie*. A paraître.
- CHATELET B., 2007. Co-inoculation levures/bactéries sur gamay rosé du Beaujolais. *Les 17^{èmes} Entretiens du Beaujolais*, 21-22.
- CHRETIEN P. et BENESTEAU F., 2006. Macérations. *Les cahiers itinéraires d'ITV-France*, 11, 26-27.
- COLAS S., PEGAZ J.F., VIDAL S., RIOU C. et VUCHOT P., 2005. Une nouvelle souche de levure pour l'élaboration des vins blancs et des vins rosés. *Revue des œnologues* 117, 22-26.
- COTTEREAU P., 2004. Synthèse des études « vins rosés », influence sur la couleur des principaux paramètres de vinification. *Entretiens Rhône Méditerranée*.
- CRACHEREAU J.C., 2006. Maturité et macérations. *Les cahiers itinéraires d'ITV-France*, 11, 23-25.
- DUFOURCQ T., SERRANO E. et DAVAUX F., 2007. Les points clés pour élaborer des rosés fruités – Application aux cépages de Midi-Pyrénées. *Compte rendu d'expérimentation*. 20 pages.
- MASSON G., 2005a. Le débouillage, une clef de la réussite. *Rosé. com* 8, 14-16.
- MASSON G., 2005b. Souches de levure pour vins rosés : premiers résultats. *Rosé. com* 8, 23-27.
- MASSON G., 2006. En direct du Centre du Rosé. *Revue Française d'Œnologie*, 217, 31-34.
- MASSON G., 2007a. La Malo Lactique pour les vins rosés ?. *Rosé. com* 11, 4-6.
- MASSON G., 2007b. Comparaison de deux types de conservation du vin rosé en bouteille. *Rosé. com* 11, 14.
- MORGE C., GUILLOUMY D. et MASSON G., 2007. Etude de l'incidence de différents auxiliaires technologiques sur le profil des vins rosés. *Revue des œnologues*, 128, 14-18.
- MOUTOUNET M. et FULCRAND H., 2004. Les pigments des vins rosés. *Actes des Premières Rencontres Internationales du Rosé*.
- MURAT M.L. et DUMEAU F., 2006. Acquisitions récentes sur l'arôme des vins rosés. Partie 2 : Optimisation des méthodes d'élaboration *Revue des œnologues*, 118, 23-26.
- NEDJMA M., MULINAZZI M. et MASSON G., 2007. Cinétique fermentaire et expression aromatique des vins rosés : intérêt d'une souche de levure et d'un bio-activateur à base d'écorce de levure. *Revue des œnologues*, 12, 33-36.
- PUCHE S. et CAYLA L., 2007. Des rosés fruités grâce à une maturité avancée. *Rosé. com* 12, 14-17.
- RETALI E., 2006. Les vins rosés de la région Corse. *Les cahiers itinéraires d'ITV-France*, 11, 38-39.
- TOUZET F., 2008. Couleur des rosés : des repères à connaître, des pièges à éviter. *Rosé. com*, 14, 12-14.
- USCIDDA N., 2003. Sélection d'une souche de levure aromatique pour vins rosés et muscats. *Revue française d'œnologie*, 199, 12-17.
- VUCHOT P., GANICHOT B. et ROUSTANG O., 2006. Les vins rosés en vallée du Rhône. *Les cahiers itinéraires d'ITV-France*, 11, 28-29.

Evaluation sensorielle des vins rosés

Exemples d'applications

Nathalie POUZALGUES

Centre de Recherche et d'Expérimentation sur le Vin Rosé, 83550 Vidauban
Syndicat des Vins Côtes de Provence, 83460 Les Arcs sur Argens

Les vins rosés sont généralement décrits par les dégustateurs professionnels à partir d'un langage emprunté tantôt à celui des vins blancs tantôt à celui des vins rouges. Aucune validation des termes propres à la dégustation des vins rosés n'existait jusqu'alors.

Ainsi, dès sa création en 1999, le Centre de Recherche et d'Expérimentation sur le Vin Rosé a mis en place un travail ambitieux consacré à l'évaluation sensorielle des vins rosés.

L'objectif était de se doter d'un outil de caractérisation des vins rosés, juste et précis, susceptible d'être utilisé pour les besoins des expérimentations.

Plus largement, cette étude donnait la possibilité d'adopter un vocabulaire commun pour décrire les vins rosés et ainsi participer à la reconnaissance de ce produit.

Ce travail devait donc passer par la création d'un jury expert sur le vin rosé. L'animateur se devait de réunir les 2 ingrédients de base à la réussite d'une telle entreprise : le groupe et le vocabulaire.

DES MOTS POUR DÉCRIRE LES VINS ROSÉS

Création et animation du jury expert

La constitution du groupe

La première originalité de la démarche a consisté à sélectionner un groupe de personnes performantes au niveau sensoriel et extérieur au monde du vin. Leur candeur en matière de dégustation de vin a garanti la génération d'un vocabulaire sur le vin rosé objectif et compréhensible par tous.



A la suite d'une communication par petite annonce, 143 personnes ont répondu. 15 personnes ont finalement été retenues pour leurs aptitudes sensorielles. Elles ont bénéficié d'un contrat de travail à durée déterminée basé sur un planning annuel et une rémunération horaire. En 7 ans d'existence, le groupe a oscillé entre 12 et 15 juges. Le fait d'avoir conservé un noyau de 7 personnes depuis 2001 est un résultat positif. La pérennisation du groupe repose sur une animation dynamique et volontaire, un

esprit de club sérieux et convivial et une présentation régulière des performances individuelles qui jouent un rôle stimulant.

La génération des descripteurs

A partir d'une large gamme de vins rosés provençaux, selon le protocole d'analyse descriptive quantitative, les juges ont généré des descripteurs visuels (131), olfactifs (96) et gustatifs (194) en utilisant un vocabulaire libre. Un premier tri qualitatif, suivi d'un tri quantitatif et statistique (ACP et CAH) a permis d'aboutir à une liste de 42 mots qui ont servi à la conception de la fiche de dégustation du jury expert. Ils sont répartis en 4 catégories : 11 descripteurs visuels,

13 descripteurs d'odeurs (figure 1), 13 descripteurs d'arômes dont 9 sont retrouvés dans la liste des odeurs (ananas, pêche, cannelle, poivre, réglisse, rose, orange, banane, framboise, cerise, mûre, melon, champignon) et 5 descripteurs de saveurs et textures (sucré, acide, alcool, amer, astringent).

Comme la figure 1 le montre, la liste des descripteurs d'odeurs est composée à une exception près la rose, de références alimentaires. Cette constatation laisse supposer que la mémoire sensorielle est davantage performante lorsque le processus de mémorisation passe par une étape de prise en bouche. Cette hypothèse permettrait d'expliquer la très faible représentation des descripteurs floraux.

La roue des odeurs créée par le jury expert propose pour la plupart des descripteurs des couleurs qui vont du rose à l'orange. Cette observation est en adéquation avec les résultats de Gil Morrot (1999 et 2004) montrant que les odeurs d'un vin sont représentées par des objets qui ont la couleur de ce vin.

Entraînement et évaluation des performances

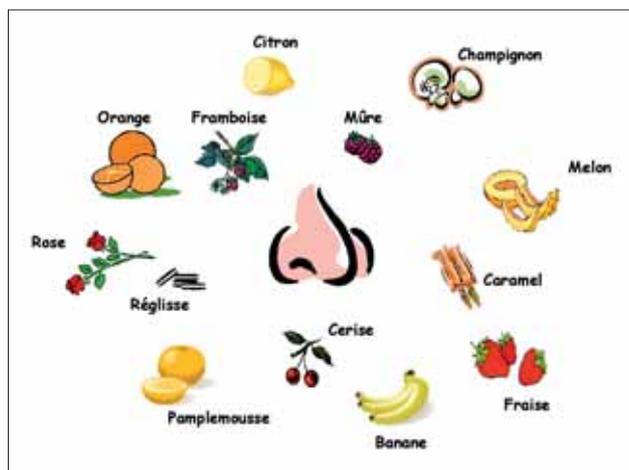


Figure 1 : 13 descripteurs d'odeurs générés et validés par les membres du jury expert en 2001 et 2002 à partir d'une gamme de vins rosés provençaux.

Le jury expert définit et valide les références des descripteurs générés. Il s'agit le plus souvent de produits frais ou d'arômes alimentaires. Le panel est entraîné chaque semaine de façon intensive à la reconnaissance et à l'évaluation quantitative des descripteurs sur une échelle continue de 0 à 7. Les références sont placées dans un premier temps dans l'eau puis très rapidement dans un vin rosé du millésime. Le contrôle des performances des juges permet d'évaluer leur pouvoir discriminant, leur variabilité et leur degré

d'accord. Il joue également un rôle dans la motivation et l'efficacité des dégustateurs. Des tests statistiques de classement (coefficient de Spearman) ou des tests de répétabilité sont proposés dans les séances d'entraînement.

EXEMPLES D'APPLICATIONS AUX RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Une démarche d'évaluation sensorielle en trois temps

La deuxième originalité de la démarche réside dans l'approche de l'évaluation sensorielle de vins rosés expérimentaux selon 3 niveaux d'informations complémentaires apportés par la dégustation d'un jury de professionnels¹, d'experts² mais aussi par des tests consommateurs³. Les définitions des trois panels de « dégustateurs » sont données dans l'encadré ci-dessus.

Deux exemples d'application aux résultats expérimentaux montrent l'intérêt de cette méthodologie en trois temps.

Application à l'étude sur la pertinence du cépage Rolle dans les assemblages des vins rosés

L'une des finalités de cette étude est de montrer l'intérêt gustatif apporté par le cépage Rolle dans un vin rosé d'assemblage constitué au départ de Grenache, Cinsaut, Carignan. Ainsi, dans le cadre de cette expérimentation, ce vin rosé est assemblé à 0 %, 10 % et 20 % d'un Rolle retenu pour son expression aromatique et sa rondeur. Afin de répondre le plus objectivement possible à l'attente des vignerons, ces trois vins rosés sont dégustés par les trois panels du Centre du Rosé, les juges professionnels, les experts et des consommateurs.

¹ Jury de professionnels : un groupe de dégustateurs qui exercent une activité professionnelle en rapport avec la vigne et le vin comme des vignerons, courtiers, négociants, œnologues, sommeliers. Ces personnes ont une mémoire des vins rosés, des réflexes dans la dégustation et une image synthétique de ces produits cependant ils utilisent des langages certes proches mais différents.

² Jury d'experts : un groupe de dégustateurs qui sont entraînés chaque semaine à la dégustation des vins rosés par le Centre de Recherche sur le vin rosé. A ce titre, ces sujets parviennent après des années d'exercices à parler le même langage. Ils analysent les vins rosés dans le détail.

³ Consommateurs : personnes qui achètent ou consomment des biens et services. Dans notre cas, personnes qui n'exercent pas d'activité professionnelle en rapport avec la vigne et le vin et qui ne sont pas interrogées plus de 12 fois par an sur un même type de produit. Ces dernières se prononcent sur leur plaisir, leur indifférence ou leur aversion à goûter des vins rosés différents. Elles expriment leur perception de ces vins sans avoir reçu d'apprentissage.

L'évaluation sensorielle des professionnels

Comme le montre la figure 2, le vin rosé contenant 20 % de Rolle présente des différences significatives avec les deux autres vins. Il offre au nez une plus grande intensité. Sa qualité aromatique est améliorée. Il présente davantage de gras et sa note d'ensemble est la meilleure. Le vin assemblé à 10 % de Rolle se détache sensiblement du témoin. Il se montre plus rond, d'une plus grande qualité aromatique. Il est lui-même mieux noté que le témoin jugé amer. Suite à ces résultats explicites donnés par le panel des professionnels du Centre du Rosé, le vin rosé témoin et celui contenant 20 % de Rolle sont retenus pour la dégustation des juges experts et pour un test de consommateurs.

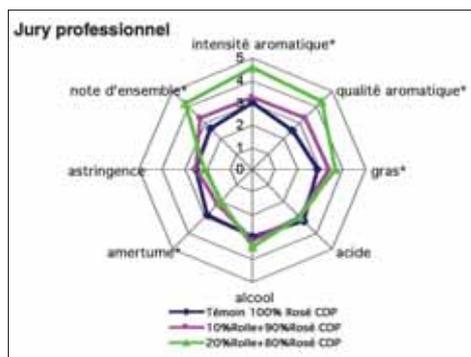


Figure 2 : résultats de dégustation obtenus par le jury professionnel pour 3 vins rosés Côtes de Provence 2006 contenant 0 %, 10 % et 20 % de Rolle. * Différence significative au seuil inférieur ou égal à 5 % donnée par le test statistique de Newmankeuls.



Figure 3 : analyse rétro olfactive obtenue par le jury expert du centre du rosé pour 2 vins rosés Côtes de Provence 2006 contenant 0 % et 20 % de Rolle. * Différence significative au seuil inférieur ou égal à 5 % donnée par le test statistique de Newmankeuls.

L'analyse des experts

Les dégustateurs experts vont compléter l'analyse des juges professionnels. Le vin rosé contenant 20 % de Rolle propose une large palette de notes aromatiques contrairement au témoin qui se distingue par des notes de cerise et de pêche comme l'indique la figure 3.

Le vin assemblé avec 20 % de Rolle se caractérise par des notes plus intenses de réglisse, rose, melon, framboise et mûre. Ces odeurs sont positives et pour trois d'entre elles, d'une grande élégance (rose, framboise, mûre).



Pour l'équilibre en bouche de ces deux vins, l'analyse des juges experts renforce celle donnée par les dégustateurs professionnels. Ils sont unanimes pour dire que le vin additionné de 20 % de Rolle est significativement plus gras, moins acide, moins alcooleux et moins amer que le témoin. Dans leur expertise, l'impression de gras donné par le vin contenant du Rolle atténue l'acidité et l'amertume (résultats non présentés).

L'avis des consommateurs

L'étude se déroule sur une manifestation grand public, le salon de l'agriculture à Paris. Au total pour cette expérimentation, une centaine de consommateurs donnent leur préférence sur les 2 vins déjà analysés par les dégustateurs professionnels et experts, le vin témoin rosé Côtes de Provence et ce même vin assemblé à 20 % de Rolle. Pour ce type de test, un minimum de 60 consommateurs est exigé selon la norme XPV09-500 (panels épreuves hédoniques).

La fiche de dégustation est très simple. Les consommateurs ne répondent qu'à une question pour chaque vin. Ils doivent donner une appréciation globale à chacun des vins sur une échelle continue de 0 à 10. En complément de la dégustation, ils répondent à des questions socio démographiques. L'objectif de cette fiche de renseignement est de les caractériser. Le panel des consommateurs testé est d'ailleurs détaillé dans l'encadré ci-contre.

Le vin rosé contenant 20 % de Rolle est significativement mieux noté que le vin témoin. En effet, sa note moyenne est proche de 6 tandis que le témoin affiche une valeur de 5 comme l'indique la figure 4. En fait, 71 % des consommateurs préfèrent le vin rosé avec du Rolle. 79 %

des femmes et 67 % des hommes apprécient la modalité Rolle. Les femmes sont en réalité plus sévères que les hommes dans leur jugement du vin rosé Témoin. Quels que soit la classe d'âge, le mode de consommation du vin et l'origine géographique des participants, le vin contenant du Rolle est largement préféré. Le vin rosé avec 20 % de Rolle est apprécié par l'ensemble des catégories socio-professionnelles. Les résultats sont les plus significatifs dans les catégories cadres supérieurs, agriculteurs et jeunes ; ils sont moins marqués dans la classe des employés.

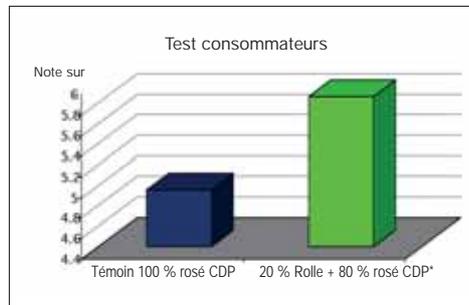


Figure 4 : moyenne des notes de dégustation des 100 consommateurs testés à Paris pour 2 vins rosés Côtes de Provence 2006 contenant 0 % et 20 % de Rolle.
* Différence significative au seuil inférieur ou égal à 5 % donnée par le test statistique de Newmankeuls.

Le panel des consommateurs à Paris

Le groupe des 100 personnes testées est constitué de 70 % d'hommes et 30 % de femmes. Les jeunes, les « seniors » et les retraités sont fortement représentés dans notre étude. En effet, 31 % représentent la tranche d'âge des 18-25 ans ; 41 % correspondent à celle des 46-65 ans et seulement 26 % des 26-45ans participent à cette étude. 41 % des personnes interrogées boivent du vin régulièrement ; 56 % d'entre elles en consomment occasionnellement. Dans cet échantillonnage, la moitié des consommateurs (52 %) sont originaires du nord de la France, l'autre moitié du sud (46 %). Les catégories socio-professionnelles les plus représentées sont les étudiants (19 %), les retraités (17 %), les employés (15 %) et fonctionnaires (16 %).

La préférence des consommateurs pour le vin rosé assemblé à 20 % de Rolle conforte les vigneron dans leur démarche sur l'étude de ce cépage aromatique et rond dans la vinification en rosé. Les évaluations sensorielles des professionnels et des experts se complètent et donnent des indicateurs objectifs sur le goût des consommateurs pour le vin riche en cépage Rolle. Dans ce travail, l'analyse des experts renforce les résultats des professionnels et précise leur dégustation.

APPLICATION À L'ÉTUDE SUR LA PERCEPTION DE LA SUCROSITÉ DANS L'ÉQUILIBRE DES VINS ROSÉS « SECS »

L'objectif est de tester la perception des trois jurys de dégustateurs du Centre du Rosé sur des vins dont les quantités de sucres fermentescibles se situent entre 0 et 7 g/l.

Un vin rosé cœur de gamme Côtes de Provence du millésime 2006 contenant 1,3 g/l de sucres fermentescibles est additionné, au titre exceptionnel de l'expérimentation, de moût concentré rectifié. Ainsi, la modalité 1 ou vin témoin contient 1,3 g/l de glucose/fructose ; la modalité 2 affiche 3,4g/l de glucose/fructose et la modalité 3 atteint 6 g/l de glucose/fructose.

L'édulcoration réalisée, à titre dérogatoire, dans cette expérimentation pour simplifier le protocole est formellement interdite en France sur des vins AOC (règlement CEE N° 1493/1999).

La dégustation des professionnels

Comme l'illustre la figure 5, l'analyse gustative des juges professionnels montre que les vins sucrés présentent une intensité aromatique plus élevée que celle du vin témoin. Cette différence est significative. Les vins riches en sucre tendent également à être jugés plus gras, plus longs et sont préférés au vin témoin.

La dégustation des juges professionnels ne permet pas cependant, de distinguer les deux modalités sucrées contenant respectivement 3,4 et 6 g/l de glucose/fructose.

L'évaluation sensorielle des experts

Cette même gamme de vins est ensuite soumise à l'analyse sensorielle des dégustateurs experts du Centre du Rosé.

Leur évaluation sensorielle affine et complète celle des juges professionnels. Comme le montre la figure 6, de façon significative, ils perçoivent les vins rosés sucrés comme davantage marqués par des odeurs de rose et de pêche que le vin témoin. Dans leur analyse, les modalités riches en sucre offrent par rapport au témoin de la complexité aromatique. En effet, elles développent des notes plus intenses que le témoin d'ananas, banane, framboise et cerise.

En bouche, leur analyse se révèle très pertinente. En effet, les juges experts distinguent le vin contenant 6g/l de sucres fermentescibles. Il le juge significativement plus gras, plus sucré et moins astringent que les deux autres modalités. Le vin contenant 3g/l de glucose/fructose est, lui-même, perçue par ces dégustateurs, comme plus rond, plus sucré mais aussi moins astringent que le témoin. Les différences entre chaque modalité sont significatives.

Dans cette expérience, les dégustations des experts et des professionnels se renforcent. Leur analyse souligne que des vins plus riches en sucre présentent des notes aromatiques plus intenses et plus complexes que la modalité témoin.

Plusieurs hypothèses se dessinent pour expliquer les résultats de ces deux panels. En effet, il est possible de supposer que le sucre joue le rôle d'un véritable exhausteur d'arômes. Il est également, tout à fait probable que l'impression de sucre révélée en bouche permette aux dégustateurs d'associer cette sensation à celle qu'ils rencontrent lorsqu'ils mangent un fruit. Ainsi, leur cerveau ferait une association entre la saveur sucrée et le goût fruité.

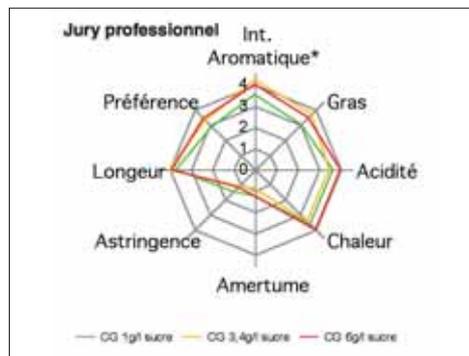


Figure 5 : analyse gustative par les juges professionnels de 3 vins rosés édulcorés avec du moût concentré rectifié et contenant respectivement 1,3 ; 3,4 et 6 g/l de glucose-fructose. L'étoile * traduit que le test statistique de Newmankeuls est significatif au seuil de 5 %.

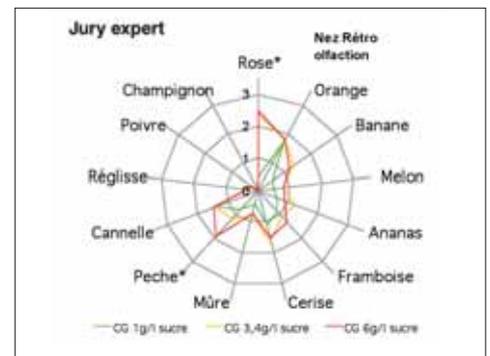


Figure 6 : analyse rétro olfactive par les juges experts de 3 vins rosés édulcorés avec du moût concentré rectifié et contenant respectivement 1,3 ; 3,4 et 6 g/l de glucose-fructose. L'étoile * traduit que le test statistique de Newmankeuls est significatif au seuil de 5 %.

Le goût des consommateurs

Ces mêmes vins sont proposés à l'appréciation des consommateurs lors de manifestations grand public ou au cours de tests en laboratoire d'analyse sensorielle normalisé. Seul le test réalisé au salon de l'agriculture à Paris en même temps que celui portant sur l'étude du Rolle sera communiqué dans cet article. Comme dans l'exemple précédent, Il est demandé à ces acheteurs potentiels s'ils aiment ou non les vins proposés sur une échelle continue de 0 à 10.

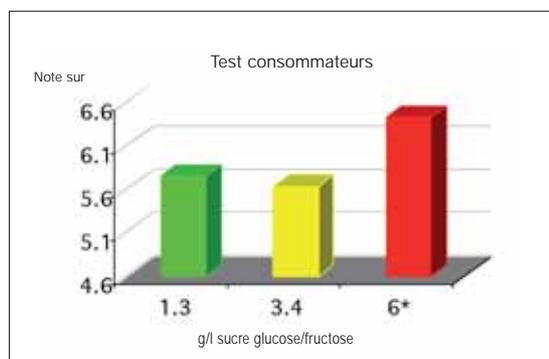


Figure 7 : Test de 100 consommateurs sur 3 vins rosés édulcorés avec du moût concentré rectifié contenant respectivement 1,3 ; 3,4 et 6 g/l de glucose/fructose au salon de l'agriculture à Paris. * L'étoile * traduit que le test statistique de Newmankeuls est significatif au seuil de 5 %.

La figure 7 montre que le vin rosé à 6 g/l de glucose/fructose est significativement préféré au vin témoin à 1,3 g/l de sucres fermentescibles et à la modalité 2 contenant 3,4 g/l de ces mêmes sucres. En effet, sa note moyenne est proche de 6,5 tandis que le témoin et la modalité

2 affichent respectivement des notes de 5,8 et 5,6. En fait, 62 % des consommateurs préfèrent le vin rosé le plus riche en sucre de l'expérimentation.

54 % des femmes et 64 % des hommes aiment le vin rosé le plus sucré. Les femmes sont plus sévères que les hommes dans leur jugement des modalités dégustées notamment pour les deux vins contenant davantage de sucre. Cette rigueur constatée dans la notation des femmes se profilait déjà dans l'essai Rolle. Des différences apparaissent aussi selon les classes d'âge. Les jeunes préfèrent de façon significative le vin le plus sucré de l'essai auquel ils donnent une note de 6.5. Les deux autres modalités sont très proches et affichent des valeurs de 5.8 pour le témoin et 5.6 pour le vin à 3.4 g/l de glucose/fructose. Leur nette préférence pour des vins édulcorés peut s'expliquer par l'hypothèse de la génération « coca-cola ». Les consommateurs de la classe des 26_45 ans se montrent sévères dans leur notation et tendent à préférer le vin le plus édulcoré. Les personnes de 46 à 65 ans sont indulgentes dans leur analyse et tendent elle aussi à préférer le vin le plus sucré. Contrairement aux consommateurs des deux autres classes étudiées, le témoin est davantage aimé que le vin à 3.4 g/l de glucose/fructose.

Le test consommateurs exposé ci-dessus montre une préférence pour le vin rosé le plus sucré de la gamme. La dégustation des juges experts consolide et affine celle des professionnels. L'évaluation sensorielle de ces deux groupes souligne le goût des consommateurs pour le vin le plus riche en sucre de la série. Leurs expertises offrent des marqueurs sensoriels objectifs pour tenter d'interpréter la préférence de ces acheteurs potentiels.

Ces travaux donnent des réponses plus complètes aux vignerons, selon plusieurs angles de vues. Ils participent à la connaissance et reconnaissance des vins rosés et permettent également de suivre l'évolution du goût des consommateurs.

BIBLIOGRAPHIE

MASSON G., 2004. Méthodologie d'analyse sensorielle des vins rosés, exemples d'applications. Actes des premières rencontres internationales sur le vin rosé.

MORROT G., 1999. Peut-on améliorer les performances du dégustateur ?

Journal international des sciences de la vigne et du vin, N° hors série, la dégustation, p168.

MORROT G. et BROCHET F., 2004. Cognition et vins. Actes des premières journées scientifiques Vigne-Vin, campus agro INRA Montpellier, 13 février 2004.

POUZALGUES N., 2004. Comment décrire les vins rosés de Provence, les descripteurs olfactifs, Rosé. Com N° 5.

POUZALGUES N., 2005. Comment décrire les vins rosés de Provence, les descripteurs gustatifs, Rosé. Com N° 7.

POUZALGUES N., 2006. Comment décrire les vins rosés de Provence, les descripteurs visuels, Rosé. Com N° 9.

POUZALGUES N., 2007. Intérêt du cépage Rolle pour les Côtes de Provence. Rosé. com N° 12.

POUZALGUES N., 2008. Perception de la sucrosité des vins rosés de Provence, premiers tests consommateurs. Rosé. com N° 13.

SSHA (Société Scientifique d'Hygiène Alimentaire), Evaluation sensorielle, manuel méthodologique, 2^e édition, Tec et Doc Lavoisier

URDAPILLETTA, TON NU, SAINT DENIS, HUON DE KERMADEC, Traité d'évaluation sensorielle, aspects cognitifs et métrologiques des perceptions, Dunod

Ces travaux ont été réalisés grâce au soutien financier de Viniflor et de la région PACA.

Le Rosé en Amérique : évolution ou révolution ?

Jeff MORGAN

Viticulteur/journaliste à Napa Valley, Californie

RÉSUMÉ

Oui, c'est vrai que le rosé est devenu à la mode aux USA. Les chiffres de vente nous montrent une croissance qui ferait penser que le public américain s'est finalement réveillé de son long sommeil vis à vis une appréciation des vins rosés secs. Comment s'est-il passé et est-ce qu'il y a vraiment une renaissance rose ? Ou bien, est-ce plutôt le début d'une évolution provisoire ?

Quels sont les plus grands producteurs des nouveaux rosés américains ? Comment est-ce qu'ils fabriquent leurs vins et comment est-ce qu'ils les vendent ? Comment comparer ces vins américains aux rosés français ? Qu'est-ce que le consommateur américain pense des rosés étrangers par rapport aux rosés domestiques ? Finalement, quel est l'avenir pour le vin rosé aux USA ? Et qui est-ce qui va réussir à dominer le marché – les Français, les Américains ou les grosses compagnies multinationales ?

Mots clés : palais puéril, lacune culturelle, chiffres de croissance, White Zinfandel, mentalité de troupeau, Wine Spectator, sous-produit, distribution, marges basses, grosses boîtes

Key words: *childlike taste, cultural void, growth figures, White Zinfandel, herd mentality, Wine Spectator, byproduct, distribution, low margins, big companies*

Aux USA, une partie de nos consommateurs a commencé à comprendre que le vin rosé sec peut être un excellent vin de haute gamme. Ce n'est pas hier que nous avons vu la lumière rose. Mais il a quand même fallu une vingtaine d'années pour qu'un soupçon de lucidité au sujet puisse rentrer aux cerveaux des Américains. Et vraiment, ce n'est que depuis 5 ou 6 ans que "la mode" de rosé sec soit venu au pays des "palais sauvages."

Il y a depuis longtemps aux Etats-Unis une grande tradition de mauvais rosé, initiée par les Portugais et les Américains avec les marques "Lancers" et "Mateus" juste après la seconde guerre mondiale. Ces vins étaient destinés aux soldats américains qui revenaient de la guerre et qui avaient commencé à s'initier au vin sans quand même renoncer au Coca Cola. Les producteurs ont donc produit un vin rosé, doux, pétillant, adapté au goût enfantin américain. Ce vin a longtemps servi de référence chez moi, ce que les producteurs de rosé sec ont eu beaucoup de mal à surmonter. L'époque "Lancers" a duré jusqu'aux années soixante quand les producteurs vendaient 400 millions de bouteilles par an aux Etats-Unis.

En 1975, La famille Trinchero, une famille de vigneron de la Napa Valley qui n'arrivait pas à réaliser la fermentation de leur vin rosé de cepage zinfandel, a décidé de vendre le vin doux aux consommateurs. Ils ont eu tellement de succès qu'ils ont éventuellement volé le marché des Portugais avec leur "white Zinfandel". N'oublions pas qu'il y a toujours une majorité d'Américains qui préfère ce vin bon marché, vaguement doux et assez banal. La plupart des consommateurs qui préfèrent le white Zinfandel n'aiment même pas le vin rosé sec, d'ailleurs. C'est la réalité. Malgré une forte évolution parmi une certaine tranche de la société américaine, quand il s'agit de la culture de la table, il reste énormément de gens qui n'ont rien compris ! Ca, c'est la mauvaise nouvelle. Mais il y a quand même une bonne nouvelle aussi.

Les chiffres de vente nous montrent une croissance de consommation sérieuse en vin rosé. Est-ce une évolution provisoire ou le début d'un énorme changement de goût parmi les Américains ? Je pense que c'est le début de quelque chose de remarquable – malgré la tendance américaine de tout faire à l'envers !

Ces chiffres sont impressionnants. Selon la compagnie de sondage Nielsen, les rosés au-dessus de \$8 ont eu une croissance de vente aux USA de 53,2 % en dollars et 49,1 % en volume entre mars 2007 et février 2008. A l'échelle des rosés (toujours une petite tranche du marché Américain), cette croissance a été 8 fois plus en dollars et 17 fois plus en volume que tous les autres vins de table.

Quant aux marchés clefs, Miami a eu la plus grande expansion avec 89,4 % de croissance suivie par Seattle (86,6 %), New York (75,2 %) et San Francisco (39,4 %). Les rosés domestiques ont eu la plus grande croissance (62,6 %) mais les rosés importés continuent à dominer avec 76,7 % du marché.

Donc, malgré ma déclaration précédente, le consommateur américain est en train d'évoluer. Il y a de plus en plus de gens qui mangent et boivent bien. En 1971, la consommation de vin aux USA par habitant était de quatre litres par an. Aujourd'hui, elle est de douze litres par an. Toujours pas terrible... mais il y a quand même des progrès. J'oserais même dire que nous faisons parti d'une nouvelle internationalité.

Sur le plan production, je dois avouer que la plupart des rosés sont produits de saignée, un sous-produit de nos efforts de faire des vins rouges plus concentrés.

Ca ne veut pas dire que les vigneron ne sont pas sérieux en ce qui concerne leur rosé. Il y a un petit noyau – comme Randall Grahm de Bonny Doon et Saintsbury qui font du rosé sec depuis presque 30 ans. Et je crois que nos rosés de saignée peuvent être meilleurs que des vins pressés directement des grappes. A mon avis, ce n'est pas la méthode de vinification qui compte autant que la qualité des raisins et l'habileté du vigneron.

Eh oui, j'en suis coupable autant que les autres ! En 1988, je faisais du vin à New York et j'avais eu une très mauvaise récolte de merlot. J'ai donc saigné le merlot pour faire quelques barriques de merlot rosé qui est devenu d'ailleurs, bien meilleur que le merlot rouge. Je ne l'ai pas vendu mais j'ai beaucoup apprécié la qualité de ce vin. Douze ans plus tard, après avoir travaillé comme journaliste de vin en Californie, j'ai quitté le Wine Spectator pour retrouver la vie de vigneron. En 2000, j'ai recommencé à faire du vin dans la Napa Valley. J'ai vu une niche avec le rosé que j'ai tellement aimé durant un séjour de 5 ans passé dans le sud de la France. En pensant au bon vin rosé de merlot que j'avais fait au hasard à New York, je me suis dit, "Pourquoi ne pas créer un chai dédié au vin rosé en Californie ?" Ce fût la naissance de SoloRosa ("seulement rosé" en italien) que je fais avec mon associé Daniel Moore de la saignée aussi bien que "directe au pressoir."

Pour promouvoir notre vin, j'ai écrit un livre sur le rosé et nous avons monté un club rosé qu'on a appelé "Les Vengeurs du Rosé". Les gens s'y intéressaient et venaient à nos dégustations. Et les médias – toujours en train de chercher un nouveau crochet – nous ont accordé pas mal d'articles dans les journaux et magazines. SoloRosa a même figuré plusieurs fois sur les reportages à la télévision nationale. (Est-ce que ça a vendu du vin ? Non, pas vraiment. Les gens qui regardent leurs télés ne sont pas là pour apprendre les astuces du rosé !)

Nous voilà 8 ans après le début de SoloRosa. ça a commencé doucement, mais il y a maintenant un petit raz-de-marée de rosé domestique et de l'étranger qui flotte sur le marché américain. C'est bien, mais ce marché est vite devenu saturé.

Du côté américain, beaucoup de vigneron font un petit peu de rosé de leur saignée avec deux résultats :

- 1) Il y a trop de marques et trop de concurrence pour ce qui est toujours un marché relativement étroit. Oui, j'ai vendu tout mon vin l'année passée, mais c'était plus difficile en 2007 qu'un 2002. Je répète: tout le monde aux USA fait son petit rosé maintenant !
- 2) Tout le monde pense savoir fabriquer du rosé. Ils pensent que n'importe quelle saignée va faire du bon vin. En résultat, nous voyons énormément de rosés américains qui sont médiocres. (Pas de finesse, manque d'acidité, trop d'alcool, etc.)

Et maintenant, les grosses boîtes ont compris qu'il y a du potentiel. Avec leur muscle en distribution – et leur accès aux grosses quantités de saignée bon marché ou même gratuit – ils ont la possibilité de produire beaucoup de rosé vaguement buvable à prix bas qu'ils peuvent épanouir un peu partout. Par exemple, Clos du Bois – qui fait parti de l'énorme groupe de vin Allied Domecq et qui n'a jamais eu une production importante de rosé sec – a fabriqué 20,000 caisses (plus de 200,000 mille bouteilles) l'année passée. Pour moi, c'est le début de la fin. Et ils ne sont pas seuls. Même Sutter Home (avec leur célèbre white Zinfandel) va sortir un nouveau rosé sec bientôt. Et eux aussi, ils ont la distribution et le marketing dollars pour réussir.

Je pense que nous allons voir le même scénario venant de la France, l'Espagne et l'Italie. Les grosses boîtes de vin ont vu l'avenir. (Voyons, ce n'est pas le hasard que Domaine Ott n'appartient plus à la famille Ott.) Pour les petits producteurs, la concurrence avec les grandes marques va être de plus en plus difficile. Pour survivre à une petite échelle, il faut demander un prix plus élevé. Mais avec l'inondation de rosé pas cher au marché, peu de consommateurs veulent payer un prix correct pour un rosé "sérieux". Bien sûr, il y a quelques producteurs qui ont réussi leur coup. Pour eux, ça peut être un peu de chance et un peu de génie aussi. Mais pour la plupart de nous, le rosé sec – à un prix commercial dérisoire – ne pourra pas subvenir à nos besoins sans une grande production et sans être effectivement distribué.

Ce sont les petits qui font la révolution. Mais c'est souvent les grands savent en profiter !

Organisation



Parc des Expositions de Bordeaux
BP 55 - 33030 Bordeaux Cedex - France
Tél. 33 (0)5 56 11 99 15/39 - Fax 33 (0)5 56 11 88 81
vinitech@bordeaux-expo.com



IFV (Institut Français de la Vigne et du Vin)
Domaine de l'Espiguette - 30240 LE GRAU DU ROI
Tél. 33 (0)4 66 51 40 45 - Fax 33 (0)4 66 51 59 28
regis.cailleau@vignevin.com
www.itvfrance.com

Renseignements techniques sur les conférences

IFV Aquitaine - Thierry Coulon
Tél. 33 (0)5 56 35 58 80 - Fax 33 (0)5 56 35 58 88
E-mail : thierry.coulon@vignevin.com

Avec le soutien de



Partenaires

- BAYER CROPS SCIENCE FRANCE
- CEREXAGRI
- DOW AGROSCIENCE
- PHILAGRO
- PHYTEUROP
- SOFRALAB
- SYNGENTA AGRO