

AGRONOMIE VITICOLE



Axe stratégique
n° 1

ÉTUDE DE LA RELATION PRODUIT / TERROIR

- La modélisation de la qualité en viticulture
- Observatoire cépage



QUALIVITI

En préambule

Cet axe stratégique cherche à prendre en compte l'aspect terroir comme une composante principale de la qualité de la vendange. L'objectif à terme est de fournir des références utilisables :

- * pour le viticulteur et le technicien (agrèage, conseil) pour une conduite optimisée par cépage, adaptée à chaque grand type de terroirs
- * pour la définition des cahiers des charges à la production, en particulier pour le «référentiel production intégrée»

Ce programme s'articule autour de deux projets :

Mise au point de modèles qualité en viticulture

Ce projet concerne l'élaboration d'un référentiel de modèles qualité en viticulture, basé sur la recherche de relations simples entre les facteurs de production (surface foliaire, rendement, charge) et les principaux paramètres de la qualité des vendanges et des vins en fonction des contextes pédo-climatiques.

Etude du comportement des cépages

Les objectifs du projet «observatoires cépages» sont :

- * l'étude du comportement agronomique et des potentialités écophysologiques des cépages à l'échelle régionale
- * la recherche des critères de choix pédoclimatiques pour l'implantation des cépages (adaptation cépages / terroirs)
- * la valorisation œnologique par l'optimisation des procédés œnologiques selon le terroir et le type de vin souhaité

ERIC CHANTELOT
Responsable axe stratégique
ITV France - Unité de Nîmes-Rodilhan

VOS CONTACTS

LA MODÉLISATION DE LA QUALITÉ EN VITICULTURE

E. CHANTELOT, ITV France - Unité de Nîmes-Rodilhan, *Chef de projet*

collaboration

M. CLAVERIE, P.Y. PRUD'HOMME, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort

OBSERVATOIRE CÉPAGES

Th. DUFOURCQ, ITV France - Unité de Gaillac, *Chef de projet*

collaboration

V. LEMPEREUR, J.Y. CAHUREL, ITV France - Unité de Villefranche/Saône

F. DAVAUX, ITV France - Unité de Gaillac

M. BONISSEAU, J. MARSAULT, ITV France - Unité d'Angers

E. CHANTELOT, ITV France - Unité de Nîmes-Rodilhan

M. DESCOTIS, D. LANTHIOME, ITV France - Unité de Segonzac

GRUPE INTERRÉGIONAL MOURVÈDRE

CHAMBRES AGRICULTURE 12, 31, 32, 49, 81, 16, 17

H. JOULAIN, GDVV Maine et Loire

C. PROUTEAU, Laboratoire INPACT/CRAO INP Toulouse

R. GUÉRIN-SCHNEIDER, ITV France - UMR Sciences pour l'Oenologie - INRA Montpellier

LA MODÉLISATION DE LA QUALITÉ EN VITICULTURE

Objectif

L'objectif consiste à rechercher des relations simples entre les facteurs de production et les principaux paramètres de la qualité des vendanges et des vins.

Autrement dit, il s'agit d'obtenir des modèles intégrant les variables les plus influentes sur la qualité du raisin et du vin en les hiérarchisant et en les pondérant, et aboutissant en sortie à une caractérisation utile et fiable du produit final.

Déroulement du projet

Le projet « Modélisation de la qualité en viticulture » a été initié en 1994 en collaboration avec l'UFR de Viticulture de Montpellier.

Une première phase a été conduite durant cinq années (1994-1999). Cette phase, dite « phase nationale » a permis de suivre un réseau de parcelles expérimentales réparties dans les différentes régions viticoles. Un groupe de partenaires a participé activement à l'obtention d'une base de données.

Suite aux premiers résultats obtenus, une deuxième phase a été initiée. Cette phase s'est construite autour d'essais cherchant à identifier l'influence du rapport feuille/fruit sur la qualité du raisin et du vin. Un réseau d'expérimentations a donc été mis en place dans les différentes unités ITV France. Cette phase se termine en 2004. Une synthèse est prévue afin de définir en fonction des cépages et des conditions pédo-climatiques un optimum de rapport feuille/fruit. De plus, la base de données acquises sur ce réseau de parcelles devrait permettre d'avancer dans la phase de modélisation.

Durant cette deuxième phase seule la région Aquitaine a trouvé les moyens de poursuivre l'approche de modélisation. Ce rapport

est donc fortement inspiré des réflexions et des orientations prises par l'ITV de Bordeaux.

Les acquis de la phase nationale

La phase nationale s'est déroulée de 1994 à 1999 inclus. Elle a concerné 14 petites régions viticoles réparties en 3 zones : septentrionale, tempérée et méditerranéenne.

Les acquis de cette phase sont dans un premier temps méthodologique en terme de définition des variables suivies et de validation d'un protocole associé à chacune de ces variables. C'est à partir de cette base méthodologique qu'une base de données a été construite.

Dans un second temps, des premières approches statistiques réalisées sur ce jeu de données nationales on retiendra :

- l'influence prépondérante des variables climatiques : à l'échelle globale, elles permettent de discriminer 3 grandes zones bioclimatiques et à l'intérieur de ces zones, l'effet millésime (résultat prévisible)
- une relation entre la surface foliaire exposée (SFE), et le poids de récolte (PR) avec les variables sucre et acidité de la vendange. La courbe de réponse de la variable « teneur en sucres de la vendange » aux variations du rapport feuilles/fruits est de forme parabolique concave et ceci de façon assez stable, traduisant un comportement agronomique de type « croissance - optimum - décroissance », comportement qui a déjà pu être constaté dans divers essais antérieurs
- pour ce qui est du potentiel polyphénolique, il semblerait plutôt lié à la charge (C), ceci moyennant des disparités régionales. La vigueur (V) ressort prépondérante en zone septentrionale.

Les acquis de l'étude aquitaine

Le réseau aquitain s'appuie sur 8 sites répartis sur 3 départements. Les parcelles correspondent à des essais sur le rapport feuilles/fruits. Deux cépages sont étudiés : le merlot et le cabernet sauvignon.

Les sites ont été choisis afin de disposer d'une variabilité des sols. Trois grandes familles de sols bordelais ont été recherchées : les bouldiers (ou sol profond), les graves et les argilo-calcaires. En pratique, et après réalisation des fosses pédologiques, il ressort que les types de sols sont plus diversifiés, mais dans tous les cas les régimes hydriques induits sont variables, ce qui était au final l'objectif recherché. Les premières mesures de potentiel de tige qui ont eu lieu à l'été 2003 semblent confirmer ces pré-somptions.

Du point de vue climatique, la différence est plus marquée entre millésimes qu'elle l'est entre sites. On peut cependant distinguer deux grandes zones : Buzet est la plus méridionale des parcelles, ce qui se retrouve sur les températures et les pluies ; à l'opposé l'Entre-Deux-Mers est plus frais.

Malgré ce, les plus grandes différences entre sites sont dues au macro-climat de la parcelle (orientation, exposition, encaissement, environnement des ceps, régime hydrique du sol...) plus qu'à un quelconque zonage intra-régional. Ceci est mieux appréhendé par les stades phénologiques que par les indicateurs climatiques suivis dans l'étude.

Les résultats présentent les modèles qui ont été obtenus par la méthode PLSS à partir de la base de données Aquitaine construite entre 1994 et 2002. Les modèles sont bâtis à partir des données 1994-2001, l'année 2002 étant conservée comme échantillon-test pour la validation.

Il faut préciser qu'il existe deux jeux de données réalisés sur deux réseaux parcellaires différents :

- les données acquises entre 1994 et 1999 proviennent des parcelles d'essais de l'ITV. Ces essais comprennent différents objectifs (enherbement, système de taille, éclaircissage...)
- les données acquises entre 2000 et 2002 proviennent du réseau décrit dans le tableau 1. Ces sites correspondent à des études du rapport feuilles/fruits

Sur le plan statistique, les modèles sont dans l'ensemble corrects et fiables. Ceci est plus souvent vérifié sur cabernet sauvignon que sur merlot. Par contre, la qualité de prédiction de ces modèles n'est pas satisfaisante (prédiction sur le millésime 2002).

A l'issue de la réalisation de ces modèles, quelques grandes tendances sur les 2 cépages étudiés ici se dégagent.

Le modèle qui est le plus performant pour le merlot est celui du sucre. Le merlot serait avant tout un producteur de sucre. Son niveau d'acidité totale à la récolte dépend essentiellement des conditions climatiques et de vigueur du site où il se situe, surtout pendant la maturation.

Le modèle « cabernet sauvignon » est plus réactif (plus sensible) que le modèle « merlot ». Il est en particulier sensible au climat (acidité totale, pH, anthocyanes, IPT, intensité colorante), à la charge en raisins (composés phénoliques) et à la vigueur (sucre, acidité totale). Sa teneur en sucres a par contre un déterminisme moins évident que pour le merlot.

OBSERVATOIRE CÉPAGES

Contexte

Les études menées au sein de ce projet visent à caractériser des cépages à l'intérieur d'une zone de production ou d'appellation définie. Elles ont une implication régionale forte. Les cépages en cours d'études sont, le Colombard et le Fer Servadou en Midi-Pyrénées, le Mourvèdre en Languedoc-Roussillon et PACA, le Gamay en Beaujolais, le Merlot et Grolleau en Val de Loire, le Merlot en Charentes.

Les problématiques d'études sont très variées dans chaque région.

Le Mourvèdre est un cépage très qualitatif lorsqu'il est bien implanté et bien conduit, mais sur lequel les références sont peu nombreuses. L'étude vise à cerner les besoins du cépage et, à terme, de conseiller des itinéraires techniques permettant de le valoriser au mieux sur l'ensemble du pourtour méditerranéen. L'étude en est à sa cinquième année. L'ensemble des données collectées fait l'objet d'une analyse globale, et la synthèse sera prochainement diffusée.

Le Colombard est un cépage qui occupe une part prépondérante dans la viticulture gersoise. Il possède des qualités aromatiques évoquant le buis, les agrumes, les fruits exotiques qui présentent un grand intérêt œnologique. L'étude cherche à caractériser le potentiel aromatique du cépage, au cours de la maturation des raisins, sur les différents terroirs viticoles de la zone de production. Après cinq années l'étude est terminée. Les principaux résultats sont développés ci-après.

Le Fer Servadou est un cépage traditionnel de Midi-Pyrénées. On le retrouve dans plusieurs appellations, des contreforts pyrénéens au plateau aveyronnais. Il possède des caractéristiques organoleptiques qui rappellent les fruits rouges lorsqu'il est récolté à pleine maturité. Lorsqu'il n'est pas parfaitement mûr, il donne des vins aux arômes herbacés et végétaux prononcés. L'étude cherche à mieux appréhender le rôle du facteur terroir sur ce caractère qualitatif négatif qu'est la note végétale du vin par le dosage au cours de la maturation du marqueur aromatique 2-Isobutyl-3-MéthoxyPyrazine (IBMP, indicateur du goût herbacé).

Le dosage de l'IBMP s'inscrit dans une démarche de mise en évidence des traceurs fins dans les vins, grâce aux techniques analytiques de plus en plus poussées proposées par la recherche fondamentale. Ces analyses fines, complétées par la dégustation des vins avec des jurys spécialement formés, permettent de s'appuyer sur des mesures scientifiques pour confirmer nos hypothèses ou confronter les nombreux paramètres enregistrés au champ.

La dosage de l'IBMP est à partir de cette année proposé en routine pour les structures professionnelles et les viticulteurs par le laboratoire INPACT/CRAO de Toulouse.

Le Gamay, en Beaujolais, présente des disparités de réponse en fonction de son lieu d'implantation. L'observatoire mis en place doit permettre l'acquisition de références complètes sur les différentes situations, sol-plante-climat-praticien. A terme, cette étude doit permettre de proposer des techniques de vinification les plus adaptées à chaque situation.

Le Merlot et le Grolleau peuvent-ils entrer comme cépage accessoire et améliorateur

dans les appellations Anjou rouge et Saumur rouge, telle est la problématique de l'étude menée en Val de Loire. Cette étude a duré quatre années et est maintenant terminée. Les principaux résultats sont présentés ci-après.

Le Merlot « charentais » sera étudié sur un réseau de 20 parcelles implantées dans le département de la Charente et de la Charente Maritime. Une partie des travaux qui vont y être menés a pour objectifs de caractériser et gérer l'effet « terroir » pour la production de Vins de Pays Charentais.

L'étude du cépage Mourvèdre a été demandée par le comité de concertation technique Rhône-Méditerranée. Les observatoires Colombard et Fer Servadou en Midi-Pyrénées et du Merlot et Grolleau en Anjou sont issus de demandes professionnelles régionales. Le projet développé en Charente est une collaboration entre l'ITV et les Chambres d'Agriculture de Charente et de Charente-Maritime. Il est financé du XIIème contrat de plan état-région et du programme d'adaptation de la viticulture charentaise.

Activités 2003 – Perspectives 2004

Pour cette année seront présentés des résultats obtenus en Val de Loire et en Gascogne où les études sont arrivées à leur terme.

Implantation du Grolleau et du Merlot en Val de Loire

Les vins rouges d'appellation du Val de Loire et en particulier l'Anjou Rouge et le Saumur Rouge se voient régulièrement reprocher par les consommateurs et les producteurs leur caractère agressif : acidité, verdeur, tanins durs, manque de rondeur. Les syndicats de producteurs de ces deux appellations demandent d'adjoindre des cépages accessoires en complément dans les décrets d'appellations : le Grolleau, cépage actuellement vinifié prioritairement en vin rosé et Vin De Pays rouge ; le Merlot, cépage non autorisé actuellement. L'étude avait pour objectif d'évaluer les caractéristiques viticoles et les potentialités propres à chaque cépage sur les zones d'Anjou et de Saumur. Dans la zone Anjou, l'étude com-

parative de trois cépages (Cabernet Franc, Grolleau, Merlot) a été menée sur des situations de terroirs différentes et représentatives de la région : Falun, Altération de schistes, Argile d'altération et Placage du cénoomanien. Dans la zone Saumur l'étude comparative de deux cépages (Cabernet Franc et Merlot) a été menée sur deux terroirs différents : Roche du turonien et Altération du turonien.

Les résultats obtenus montrent qu'au niveau viticole :

- le Grolleau est légèrement plus précoce que le Cabernet au débourrement
- le Grolleau et le Merlot atteignent leur mi-véraison plus précocement que le Cabernet
- la maturité des raisins et le taux de pourriture grise sont les deux critères de vendange ; à maturité technologique, le Grolleau et le Merlot sont deux cépages plus précoces que le Cabernet ; le Grolleau est plus acide que le Cabernet, en particulier la teneur en acide malique est plus élevée ; il présente également un degré d'alcool probable inférieur ; le Merlot présente un degré d'alcool probable supérieur au Cabernet ; les trois cépages sont sensibles à la pourriture grise

Les résultats obtenus au niveau œnologique montrent :

- en cépage pur, le Merlot présente une intensité et une qualité de couleur supérieures au Cabernet. Il est jugé plus complexe, moins astringent et de bonne qualité gustative sur les Altérations de schistes (en 2000 et 2002) parfois plus amer (en 2000 et 2002). En 1999, il est apprécié sur son équilibre et sa longueur en bouche. Ces critères sont dépendants du millésime
- en cépage pur, le Grolleau présente une couleur soutenue (en 2001 et 2002). En intensité aromatique, il se comporte bien en 2002 sur deux terroirs d'Anjou avec des notes de fruits (Altération de schiste) et d'épices. Il est jugé moins astringent (2000 et 2002 sur Altération de schiste) et plus acide (1999 et 2002) que le Cabernet

- en assemblage avec le Cabernet, le Merlot contribue à une meilleure couleur, à une meilleure qualité des tanins et à une perception moindre de l'acidité des vins
- en assemblage avec le Cabernet, le Grolleau peut apparaître bon en qualité gustative sur certains sols mais avec une acidité accrue sur d'autres. Les vins sont complexes, intenses et fruités

Cette étude a servi de référence technique au syndicat des producteurs d'Anjou pour proposer à l'INAO l'introduction du Grolleau dans le décret d'appellation dans la limite de 15% du volume déclaré.

Potentialités aromatiques du Colombar en Gascogne

La production de Vin De Pays blanc en Gascogne représente plus du quart des 2,77 millions d'hectolitres de la production nationale. Le Colombar représente environ 25% des surfaces viticoles de la zone de production. Ce cépage occupe une place de choix qui se justifie par son aptitude à produire des baies recelant des principes aromatiques non dénués d'intérêt, évoquant les agrumes, les fruits exotiques, le buis. Un programme expérimental sur ce cépage a été mis en place en 1999. Il s'est donné pour principal objectif la détermination du rôle du sol sur le comportement de la vigne, la qualité des raisins et l'évolution du potentiel aromatique au cours de la maturation.

Les composés aromatiques mis en évidence dans les vins de Colombar sont : le 3-mercaptopentanol (3MH) et l'acétate de 3-mercaptopentane (A3MH). Ces composés, présents sous forme de précurseurs dans les moûts de raisin sont révélés par action des levures au cours de la fermentation alcoolique. Le 3MH libéré présente alors des caractéristiques aromatiques rappelant les agrumes (pamplemousse) et les fruits tropicaux (mangue, goyave, fruit de la passion). L'A3MH est un composé très odorant, sa perception rappelle le buis avec une nuance de fruit exotique. Le dosage de ces traceurs, possible par des techniques d'analyses fines, donne de nouvelles perspectives à l'étude et à la compréhension du comportement de la plante dans son terroir.

Avant toutes ces considérations, il est important de rappeler que la qualité sanitaire des raisins est un facteur primordial pour l'obtention de vins aromatiques. Tous les résultats présentés ont été obtenus sur de la vendange saine. D'autre part, le potentiel aromatique du Colombar est aussi dépendant des conditions de vinifications, c'est à dire des conditions d'extraction et de transformation des précurseurs d'arômes en composé odorant.

L'observatoire recouvre 6 parcelles réparties sur 6 unités agro-pédologiques représentatives de la zone de production des Vins de Pays des Côtes de Gascogne.

La notion de terroir n'est pas toujours simple à définir. Il s'agit dans le cas présent de caractériser le fonctionnement de la vigne sur une unité de sol par la mesure d'indicateurs simples tels que le fonctionnement hydrique, l'arrêt de croissance, la qualité azotée des moûts.

Les résultats montrent l'influence de trois composantes du « terroir » :

* Effet millésime

Pendant les 5 années d'acquisition de données sur le réseau, la climatologie régionale a présenté une variabilité importante. Le potentiel aromatique des vins de Colombar obtenu, présente aussi une forte variabilité. L'effet millésime domine, sur vendange saine, les autres facteurs. Les années les plus favorables sont 2000 et 2002, avec cependant des climatologies très antagonistes. On a pu observer, sur ces deux années, des périodes froides (inférieures aux normales saisonnières) pendant les mois de juin-juillet entre floraison et véraison. Si on compare deux millésimes secs, 2000 et 2001, des températures chaudes en fin de cycle (entre véraison et récolte) favorisent le niveau aromatique en 3MH et A3MH dans les vins de Colombar.

* Influence du sol

Les 6 unités agro-pédologiques peuvent être regroupées en deux grandes classes de sol ; d'une part les bouldiers, sols bruns lessivés présentant des traces plus ou moins marquées d'hydromorphie, et d'autre part les argilo-calcaires, sols bruns calcaires modaux (terrefort) et rendzines (peyrusquet).

Ces deux types de sol se différencient par leur capacité d'alimentation hydrique de la vigne. Sur les argilo-calcaires, nous avons mesuré que l'alimentation hydrique est déficitaire de façon modérée à forte en fonction des millésimes ; sur les boulbènes, elle est déficitaire de façon nulle à modérée.

Globalement, les niveaux aromatiques obtenus sur sols argilo-calcaires sont légèrement supérieurs à ceux obtenus sur boulbènes. Cependant, on peut obtenir des niveaux aromatiques importants sur tous les types de sol testés. Lorsque, sur un sol de boulbène, la vigne subit un déficit hydrique, le niveau aromatique obtenu dans les vins est généralement plus important (cas en 2000 et ce sera aussi certainement le cas en 2003).

*** Influence de la date de récolte**

On peut considérer que l'optimum de maturité technologique des raisins de Colombar en Gascogne se situe entre 40 jours et 55 jours après la mi-véraison. En deçà, les raisins présentent un déséquilibre sucre/acide très important et au-delà, l'altération des raisins est manifeste, quel que soit le millésime. Sur sols argilo-calcaires, les années sèches (2000, 2001) peuvent être considérées comme des années où le potentiel aromatique est optimisé par une récolte tardive

et les années humides (1999, 2002) par une récolte précoce ; sur les sols de boulbènes, les variations sont moins marquées, mais le potentiel aromatique est généralement tardif.

Il est important de rappeler que les qualités de bouche, sucrosité-gras-équilibre acide des vins de Colombar sont améliorées avec la tardiveté de la récolte.

Ces résultats déjà montrés dans des essais entre 1995 et 1998 sont confirmés par les résultats de cette expérimentation.

Ainsi, les résultats obtenus sur les différents dispositifs expérimentaux permettent de mettre en évidence la complexité des facteurs viticoles qui interviennent dans le potentiel aromatique du Colombar : effet millésime, effet du sol, de la date de vendange.

Les résultats de cette étude permettront de proposer aux professionnels des clés pour optimiser ce potentiel en fonction des paramètres spécifiques d'une parcelle et également de proposer des indicateurs de bonnes pratiques viticoles en relation avec cette recherche de la qualité aromatique.



Axe stratégique
n° 2

ITINERAIRES TECHNIQUES EN VITICULTURE

- Entretien des sols viticoles
- Optimisation de la conduite de la vigne
- Fertilité biologique des sols
- Pépinières viticoles
- Fertilisation des sols



VITISYSTEM

En préambule

Cet axe stratégique étudie les itinéraires techniques viticoles. Il adopte une approche systémique qui se caractérise par la prise en compte du système sol/vigne/vin/coût.

Trois préoccupations majeures sont à l'origine de cette approche globale du système :

- * la maîtrise pratique (incidence directe mesurable) et scientifique (compréhension des phénomènes mis en œuvre) des techniques
- * la prise en compte des impacts environnementaux d'une technique et de l'itinéraire technique associé. Cette approche est indispensable dans un contexte où l'environnement induit des contraintes réglementaires et sociales de plus en plus importantes
- * l'impact économique d'une technique est un moteur essentiel de l'évolution des pratiques culturales

Cet axe stratégique se compose de quatre projets :

Entretien des sols viticoles

L'objectif est de développer des itinéraires techniques alternatifs au désherbage chimique (réduction des herbicides de prélevée, enherbement...).

Conduite de la vigne

Ce projet est orienté sur la maîtrise du rapport feuille/fruit comme outil de raisonnement de la conduite de la vigne. Les indicateurs de résultats sont la qualité et la maîtrise des coûts.

Fertilité des sols

L'objectif consiste à définir l'impact des pratiques culturales sur la pérennité des sols. La réalisation de cet objectif nécessite au préalable de définir une méthode de caractérisation des sols.

Pépinière viticole

Ce projet a débuté en 2000. Il présente la particularité de constituer une approche multi-sectoriel. En effet, quatre niveaux d'approche sont retenus : la mécanisation des opérations de préparation des plants, la fertilisation, la gestion des effluents engendrés par le traitement des plants et l'élaboration d'un cahier des charges de Production Intégrée.

Fertilisation

Débuté en 2002, ce projet a pour mission de relancer et coordonner la recherche sur la fertilisation de la vigne.

ERIC CHANTELOT
Responsable axe stratégique
ITV France - Unité de Nîmes-Rodilhan

VOS CONTACTS

ENTRETIEN DES SOLS VITICOLES

E.CHANTELOT, ITV France - Unité de Nimes-Rodilhan, ***Chef de projet***

collaboration

M. BONNISSEAU, J. MARSAULT, ITV France - Unité d'Angers

E. SERRANO, ITV France - Unité de Gaillac

P.Y. PRUD'HOMME, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort

E. MEYER, ITV France - Unité de Colmar

Y. HEINZLÉ, ITV France - Unité de Macon

OPTIMISATION DU RAPPORT FEUILLE-FRUIT

M. BONNISSEAU, ITV France - Unité d'Angers, ***Chef de projet***

collaboration

E. SERRANO, TH. DUFOURCO, ITV France - Unité de Gaillac

P.Y. PRUD'HOMME, M. CLAVERIE, M. RAYNAL, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort

I. LEGOFF, ITV France - Antenne d'Aix en Provence

J. MARSAULT, ITV France - Unité d'Angers

J.Y. CAHUREL, ITV France - Unité de Villefranche sur Saône

E. MEYER, ITV France - Unité de Colmar

FERTILITÉ BIOLOGIQUE DES SOLS

E.CHANTELOT, ITV France - Unité de Nimes-Rodilhan, ***Chef de projet***

collaboration

J.Y. CAHUREL, ITV France - Unité de Villefranche sur Saône

L. GONTIER, ITV France - Unité de Gaillac

E. MEYER, PH. KUNTZMANN, ITV France - Unité de Colmar

PÉPINIÈRES VITICOLES

E.CHANTELOT, ITV France - Unité de Nimes-Rodilhan, ***Chef de projet***

collaboration

C. CAVIGLIO, ITV France - Unité de Montpellier

J.L. DEMARS, ITV France - Unité d'Eprenay

J.Y. CAHUREL, ITV France - Unité de Villefranche sur Saône

G. SENTENAC, ITV France - Unité de Beaune

I. LEGOFF, ITV France - Antenne d'Aix en Provence

Partenaires

ENTAV - ONIVINS - CEMAGREF - FÉDÉRATION DE SYNDICATS DE PÉPINIÉRISTES - CA 11, 30, 33, 84 - SICAREX SUD-OUEST - GRAB - CEPEM - SPBPVV - CIVC - SICAREX BEAUJOLAIS - PROTECTION DES VÉGÉTAUX - CTIFL

FERTILISATION DES SOLS

J.Y. CAHUREL, ITV France - Unité de Villefranche sur Saône, ***Chef de projet***

collaboration

E. CHANTELOT, ITV France - Unité de Nîme-Rodilhan

L. GONTIER, ITV France - Unité de Gaillac

M. BONNISSEAU, ITV France - Unité d'Angers

OPTIMISATION DE LA CONDUITE DE LA VIGNE

Contexte

Le projet « optimisation de la conduite de la vigne » s'attache principalement à l'étude de la variation du rapport feuilles /fruits.

Ces expérimentations sont réalisées dans les vignobles du Sud-est, le Languedoc et l'Ardèche, le Val de Loire, l'Alsace et la Savoie. La diversité des localisations permet d'observer les résultats sur des situations de cépages, terroirs et climats différents.

L'objectif est de fournir des références techniques fiables aux viticulteurs et techniciens pour la prise de décisions au moment de l'implantation de la parcelle et pour la conduite des travaux en vert.

Les résultats doivent ainsi permettre d'estimer un potentiel qualitatif d'une parcelle avant vendange mais aussi de définir des choix techniques adaptés à l'échelle d'A.O.C. ou de chartes de production raisonnée par exemple.

Activité 2003 : optimisation du rapport feuilles-fruits

Les essais sont menés sur cinq ans sur neuf cépages différents et, dans la plupart des cas, dans deux ou trois situations pédologiques pour chaque cépage. Ils sont mis en place depuis 1998 à 2000 selon les secteurs.

Les objectifs sont :

- l'étude des impacts combinés de la surface exposée du couvert végétal et du rendement sur la qualité de la vendange. Les critères retenus pour juger de la qualité de la vendange sont l'absence de pourriture, le taux de sucres, la teneur en acides, les indices des composés phénoliques totaux ainsi que les qualités organoleptiques de ces vins jugés lors des dégustations
- la définition d'un rapport optimal modulé selon les cépages, les zones

pédoclimatiques et les types de vin réalisés.

- la comparaison, pour une même surface exposée du couvert végétal élevée et une faible charge en fruits associée à une surface exposée du couvert végétal faible) de la qualité obtenue.

En Val de Loire, une synthèse des trois premières années a été réalisée. Ce sont ces résultats qui sont présentés.

L'ITV d'Angers étudie depuis 2000, et pour une durée de cinq ans, l'influence du rapport feuilles/fruits sur la qualité de la vendange de Grolleau et du vin rosé afin de déterminer un optimum.

Ce rapport optimum est spécifique du cépage et influencé par son environnement, et en particulier par le type de sol qui gère en partie la physiologie de la plante. L'étude a donc aussi pour but d'intégrer ce facteur à la définition du rapport optimum feuilles/fruits. De ce fait l'étude a été mise en place sur trois types de sols : Altérite, Altération et Roche (ces trois grands types de sols étant caractéristiques des sols viticoles de la région).

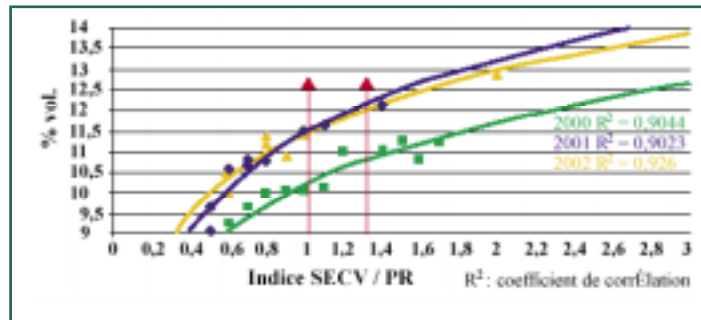
Résultats

Il existe une corrélation forte entre le rapport feuilles/fruits « f/F » (indice SECV/PR*¹) et le taux de sucre à l'encuvage (exprimé en degré probable d'alcool). Pour obtenir un degré probable en alcool compris entre 11,5 et 12 % Vol., l'optimum de l'indice SECV/PR est compris entre 1 et 1,3 pour tous les types de sols et les millésimes 2001 et 2002. Il existe pour cette corrélation un effet millésime marqué ; pour 2000 un retard de maturité à la véraison et un stress hydrique (de début août à début septembre) ont été observés sur les différentes parcelles et peuvent expliquer les valeurs inférieures pour ce millésime (l'optimum se situe en 2000 au-delà de 1,8). Le type de sol en revanche ne semble pas influencer sur la valeur

de l'indice et n'induit pas de différence significative pour le degré probable.

L'indice SECV/PR est corrélé positivement

avec le taux d'anthocyanes et l'indice de polyphénols totaux sur vins. Cette augmentation du potentiel polyphénolique avec le rapport feuilles/fruits est d'un intérêt



certain pour une vinification en rouge.

L'intensité colorante*² sur vin est également corrélée. Après analyse des résultats de dégustation, la fourchette 0,5 – 0,7 a été retenue comme optimale pour la couleur des vins des rosés de la région. La valeur de l'indice correspondant à cette fourchette est variable selon le type de sol et le millésime, mais on peut retenir que pour une valeur de l'indice feuilles/fruits compris entre 1 et 1,3, l'intensité colorante est supérieure à 0,5.

Différentes techniques œnologiques permettent, si besoin, de réduire l'intensité colorante (un potentiel de couleur trop faible sera au contraire difficile à rattraper).

L'acidité totale à l'encuvage n'est pas corrélée au rapport feuilles/fruits. Toutefois, il semble que plus le rapport feuilles/fruits est élevé, moins l'acidité totale est grande. Cette tendance est variable selon le type de sol et le millésime. Il est à noter que les acidités tartrique et malique ne sont pas corrélées au rapport feuilles/fruits.

D'un point de vue physiologique, la précocité à la véraison est favorisée par l'augmentation de l'activité photosynthétique ramenée à une grappe. Quant à l'état sanitaire de la vendange, il a été observé qu'un rapport « hauteur de feuillage/écartement entre les rangs » > 0,7 semblait plus propice

au développement du Botrytis du fait de l'ombre portée et donc d'un microclimat humide plus favorable au parasite. De plus une hauteur de feuillage élevée avec un palissage adapté peut poser des problèmes pour la mécanisation (enjambeur).

Les modalités feuilles/fruits élevées ne sont pas toujours les mieux appréciées à la dégustation sur les critères de la qualité et de l'intensité à l'olfaction (souvent moins fruitées et moins florales).

Conclusion

Après ces trois années d'étude, l'optimum du rapport f/F se situerait au environ de 1,3-1,4 pour les millésimes 2001 et 2002. L'optimum pour le millésime 2000, avec une maturité plus tardive, reste plus difficile à définir. Ces résultats seront bien sûr à confirmer avec les deux dernières années d'étude.

Pour la production d'un vin rosé sec en appellation (65-70hl/ha) il semblerait qu'il ne soit pas nécessaire de dépasser 1,30-1,40m de hauteur de rognage par rapport au sol pour avoisiner le f/F de 1,4. Pour les vins de pays (90hl/ha) une hauteur de rognage proche de 1,70-1,80m/sol permettrait de situer le rapport f/F autour de 1,4. Plus le rendement recherché est élevé et plus il faut rogner haut pour maintenir un rapport f/F satisfaisant. La conduite de la vigne doit être adaptée au produit recherché.

*¹ Surface Externe du Couvert Végétal/Poids de Récolte

*² Intensité colorante : (somme DO 420 – 520 – 620)

ENTRETIEN DES SOLS VITICOLES

Contexte

Avec le développement de la notion de viticulture raisonnée, les pratiques d'entretien du sol sont en pleine mutation. Les itinéraires techniques actuels basés principalement sur le désherbage chimique intégral doivent évoluer. Le respect de l'environnement (préservation du patrimoine et qualité des eaux) et l'assurance d'un produit de qualité constituent le cadre de cette nouvelle orientation technique.

L'avenir se situe dans une utilisation raisonnée des herbicides. Ceci peut se concrétiser par le recours au désherbage chimique uniquement sous le rang de vigne. Dans l'inter-rang des techniques comme l'enherbement ou le travail du sol sont alors à envisager.

En terme de « profil environnemental », l'enherbement est la pratique d'entretien du sol la plus satisfaisante. Il nous apparaît opportun d'appuyer et d'accompagner son développement. Elle apporte une réponse à ces nouveaux enjeux mais pose la question d'une concurrence pour la vigne.

Depuis quatre ans, ITV France travaille sur l'étude des mécanismes de concurrence exercée par la présence d'un couvert herbacé. Les résultats obtenus permettent de préciser le rôle de l'eau et de l'azote au niveau de ces mécanismes. L'objectif, à terme, étant d'adapter les itinéraires techniques d'enherbement afin de rendre possible

l'adoption de cette technique dans des zones peu vigoureuses (zone de coteaux par exemple).

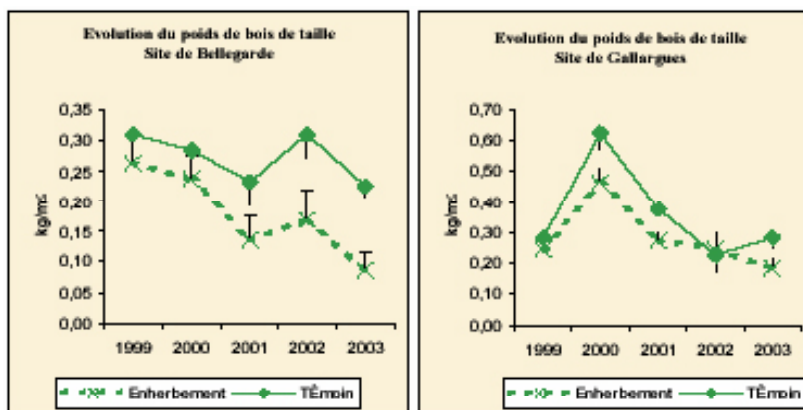
Synthèse des travaux

L'étude repose sur deux situations contrastées :

- une parcelle (Bellegarde) située en sol fersialitique caractérisé par un encroûtement calcaire à 1 mètre de profondeur. Sur ce site la réserve hydrique est donc limitée
- une parcelle (Gallargues) située en sol à texture argilo-limoneuse homogène jusqu'à 3 m de profondeur caractérisée par la présence d'une nappe dont le toit varie au cours de l'année entre 4 m et 4,5 m de profondeur. Sur ce site la réserve hydrique n'est donc pas limitée

Les deux sites ont été enherbés (fétuque rouge à Bellegarde et fétuque élevée à Gallargues) à l'automne 1998. L'implantation de l'herbe a été correcte en 1999 à Gallargues et en 2000 à Bellegarde.

Sur les deux sites, l'effet de l'enherbement sur le poids des bois de taille est marqué dès la deuxième année d'implantation (figure 1). Cet effet est plus important sur le site de Bellegarde (de l'ordre de -40%).



Cette réduction de vigueur n'est pas imputable à la diminution du nombre de sarments. Par contre, elle est en partie due à la moindre croissance végétative de la vigne

enherbée. Cette réduction de croissance semble plus accentuée sur Bellegarde (Tableau 1).

	2001	2002	2003
Bellegarde			
Floraison	- 30 %	- 37 %	- 42 %
Véraison	- 46 %	-	- 30 %
Gallargues			
Floraison	- 35 %	- 19 %	-
Véraison	- 30 %	-	-

Tableau 1 : Réduction de la surface foliaire totale induite par l'enherbement

Sur les deux sites, la diminution du rendement induite par la présence de l'enherbement est peu importante : de l'ordre de 15% en moyenne sur cinq ans.

Conformément à nos attentes, la parcelle de Bellegarde présente une situation plus stressante pour la vigne sur le plan hydrique (Tableau 2). La contrainte hydrique reste toutefois modérée.

La vigne enherbée présente une contrainte hydrique identique à la vigne désherbée

chimiquement. Ce constat peut trouver une explication dans la différence de développement végétatif entre les deux modalités. Dans le cas de la vigne enherbée, la surface foliaire étant moindre, l'évapotranspiration (donc le besoin en eau) de la plante est réduite.

Ainsi, quelle que soit la situation, la vigne va réagir à la contrainte engendrée par le couvert végétal en réduisant son développement végétatif.

	2000	2001	2002	2003
Bellegarde				
Enherbé		- 0.41 ⁽¹⁾	- 0.16 ⁽²⁾	- 0.34 ⁽³⁾
Témoin		- 0.41 ⁽¹⁾	- 0.18 ⁽²⁾	- 0.35 ⁽³⁾
Gallargues				
Enherbé	- 0.17 ⁽²⁾	- 0.21 ⁽²⁾	- 0.16 ⁽²⁾	
Témoin	- 0.13 ⁽²⁾	- 0.23 ⁽²⁾	- 0.17 ⁽²⁾	

(1) : vigne en situation de stress hydrique - (2) : vigne en situation de faible stress hydrique - (3) : vigne en situation d'absence de stress hydrique

Tableau n°2 : Niveau du potentiel foliaire de base à la véraison en fonction des modalités

A Bellegarde, la modalité enherbée a été conduite avec un apport d'eau (apport régulier par goutte à goutte). Cet apport a permis d'éviter une contrainte hydrique pour la vigne.

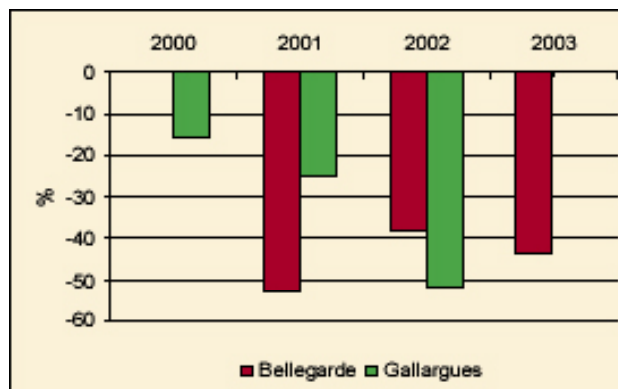
Dans cette situation le développement végétatif et la vigueur de la vigne ont été identiques à ceux de la modalité enherbée.

La contrainte hydrique induite par l'enherbement ne peut donc pas être la seule responsable de la réduction de vigueur de la vigne.

Sur nos deux sites, la présence d'un enherbement provoque une moindre assimilation azotée. Cette modification s'exprime principalement au niveau de l'azote des moûts (figure 2). Toutefois, des constats ponctuels mettent aussi en évidence un effet sur les réserves carbonnées (sucres et azote) des bois de taille.

En 2000, à Gallargues, une diminution de près de 75% de la teneur azotée des bois a été constatée sur de la modalité enherbée. En 2001, la teneur en sucres totaux des bois a été réduite de l'ordre de 20% à Bellegarde comme à Gallargues.

Figure 2



Sur ces deux sites, des modalités enherbées ont reçu une fertilisation azotée complémentaire (apport par voie foliaire à la véraison et après vendanges soit l'équivalent de 20 unités d'azote).

Ces apports ont permis de corriger pour partie la réduction de la teneur en azote des moûts (augmentation de 20 à 30 % par rapport à la modalité sans fertilisation).

Un effet a aussi été constaté sur les réserves carbonées des bois de taille permettant

de maintenir une teneur en sucres totaux identique au témoin (analyses réalisées en 2001).

L'effet de cette fertilisation sur le développement végétatif a été marqué à Gallargues. La croissance des rameaux entre le débourrement et la floraison a été identique à celle du témoin (figure 3).

A Bellegarde aucun effet n'a été constaté sur le développement végétatif.

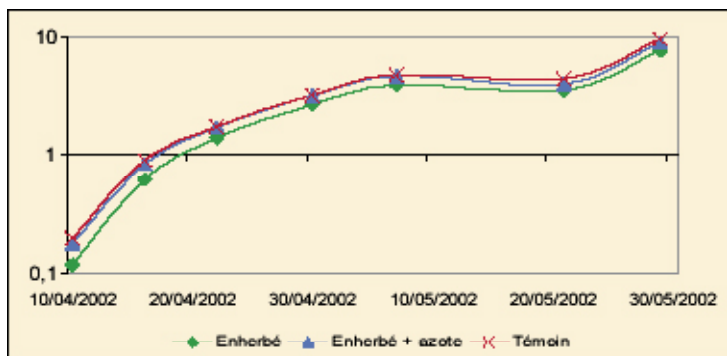


Figure 3

En résumé, l'enherbement provoque une réduction de l'assimilation azotée au niveau des organes de réserves (baies et bois). Une fertilisation associée à l'enherbement permet de compenser (pour partie ou totalement) cette réduction. Enfin, dans le cas d'une vigne sans contrainte hydrique (cas de Gallargues), cet apport d'azote empêche une réduction de la croissance végétative sur la période débourrement – floraison.

Ces essais apportent quelques éléments de compréhension sur les mécanismes de concurrence hydrominérale liés à la présence d'un couvert végétal en vigne. Il semble que le comportement soit différent en fonction des caractéristiques hydriques du sol de la parcelle.

En situation où la réserve hydrique du sol est peu limitée, la concurrence observée est peu importante et principalement causée par une perturbation de l'absorption azotée. Dans ce cas, un apport d'azote (même tardif) en localisé sur la vigne permet de compenser cette concurrence.

En situation où la réserve hydrique du sol est plus limitée, ni l'apport d'eau, ni l'apport d'azote ne permettent de limiter l'effet de cette concurrence sur le développement végétatif et le rendement de la vigne. Dans ce cas de figure, il est probable que ce soit la conjonction de stress hydrique et minéral qui soit la cause de la concurrence observée. Toutefois, on peut émettre l'hypothèse que des apports plus précoces d'azote, ainsi que

des formes d'apport différentes auraient peut-être permis d'observer un effet sur la vigne.

Nous pensons à la vue des résultats obtenus que la concurrence exercée par l'herbe se met en place durant plusieurs cycles végétatifs. La première année, une moindre absorption racinaire d'azote s'opère. Celle-ci est la résultante :

- d'un stock azoté du sol moins important au moment de la floraison, l'herbe ayant consommé l'azote minéralisé par le sol durant la phase débourrement-floraison
- d'une moindre capacité d'absorption en raison d'un assèchement plus rapide des horizons

Dans le cas d'une parcelle à réserve hydrique limitée, l'assèchement des horizons ne peut être compensé par des remontées capillaires des horizons inférieurs (absence de ces horizons la plupart du temps car la roche mère est proche de la surface). Dans ce cas, il est probable que la vigne réduit précocement son développement végétatif et limite ainsi ses besoins en eau. Sur les deux sites

étudiés la tendance à la réduction du poids des bois de taille s'amorce dès la première année et se confirme en deuxième année d'implantation de l'enherbement.

Dès la deuxième année, un deuxième mécanisme vient renforcer l'effet concurrentiel. La moindre teneur en carbone et en azote de la vigne (mesure réalisée sur les bois de taille) induit un développement végétatif moins important durant la phase débourrement-floraison.

Nous avons tenté de comprendre la réaction de la vigne à l'enherbement dans deux situations contrastées. Pourtant, la réalité parcellaire de terrain nous confronte à une multitude de situations intermédiaires. Ainsi, dans l'objectif d'améliorer le conseil pour l'implantation d'un couvert végétal, nos travaux vont s'orienter vers :

- la recherche des seuils permettant de caractériser les parcelles en fonction de leur réaction à l'enherbement
- l'élaboration d'un outil d'aide à la décision basé sur un modèle de fonctionnement de du système vigne - sol
- enherbement

FERTILITÉ BIOLOGIQUE DES SOLS

Contexte

Dans les années soixante, la viticulture s'est développée dans un contexte productiviste (production maximale au moindre coût). Ce contexte a favorisé l'essor très rapide des produits agro-pharmaceutiques (fertilisants minéraux et herbicides). Ces pratiques ont été mises en œuvre sans tenir compte, à quelques rares exceptions près, de leur impact sur le sol. Seul l'effet sur la vigne et le vin était le critère d'évolution des itinéraires techniques.

Aujourd'hui, le souhait social, relayé par le politique, de développer une viticulture durable est omniprésent. Le viticulteur est incité à tenir compte de la protection de l'environnement sous l'angle du patrimoine et de la pollution des eaux. Ainsi, l'évaluation des techniques ne peut plus se faire uniquement sur des critères de production. Elle doit aussi tenir compte des impacts environnementaux.

Dans ce contexte, l'ITV France se positionne pour promouvoir la prise en compte du sol lors des choix culturaux. Ce choix se définit à travers deux objectifs :

- le développement d'outils de diagnostic à la parcelle de l'état de fertilité du sol
- l'étude de l'impact des pratiques culturales sur le sol et la vigne afin de proposer des itinéraires techniques

garantissant la stabilité physique, chimique et biologique des sols

Bilan et perspectives

L'outil de caractérisation des sols a été validé en 2001. Des études sont en cours sur l'impact des pratiques culturales sur le sol. Le réseau actuellement en place comporte :

- une étude comparant des systèmes d'entretien du sol. Cette approche est suivie sur deux sites en vignoble méridional, un site en vignoble tarnais et deux sites en Alsace
- une étude sur les systèmes de production (conventionnel, intégré et biologique) en Beaujolais
- des observatoires de la fertilité des sols conduits en Beaujolais

Parallèlement, ITV France a encadré et co-financé un travail de thèse sur le dénombrement et la caractérisation des microarthropodes du sol utilisé comme indicateur de l'évolution du statut biologique du sol en fonction d'itinéraires techniques différenciés. En complément, des indicateurs de caractérisation de la matière organique du sol sont évalués.

Cette étude repose sur le suivi d'un site pilote situé au Lycée Agricole de Nîmes-Rodilhan. Sur ce site, quatre itinéraires culturaux sont comparés (cf. tableau 1).

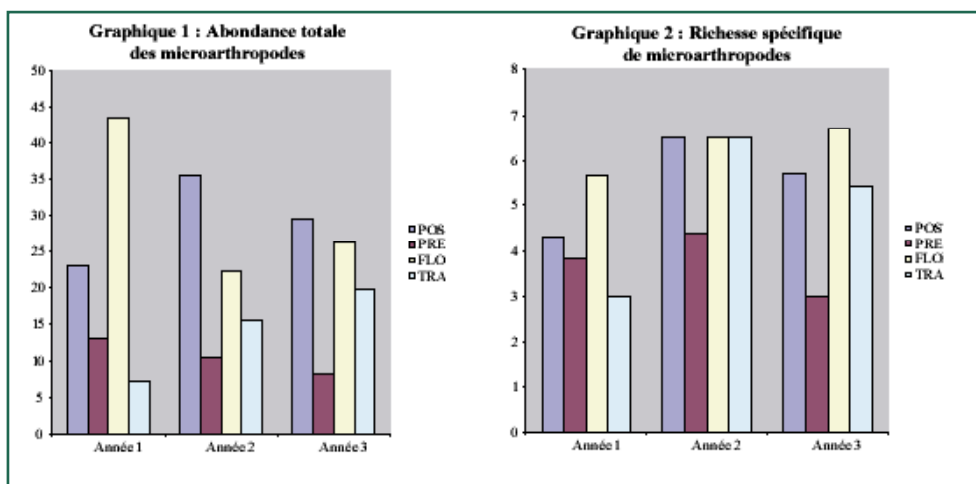
POST	Enherbement Naturel Maîtrisé	Dés herbage chimique - emploi exclusif de glyphosate
PRE	Non Culture	Dés herbage chimique - emploi d'herbicides de pré-levées à base de terbuthylazine, diuron et orgzalin
FLOR	Enherbement Naturel	Girobroyage de la flore naturelle
TRA	Travail du sol	Dés herbage mécanique par travail superficiel du sol

Tableau n°1 : Description des modalités

Dans un premier temps ce travail a permis de mettre au point les méthodes d'évaluation de ces organismes du sol. Deux méthodes ont été testées : les sacs de litière posés à la surface du sol et les prélèvements superficiels de sol.

La méthode des sacs de litière, avec une durée de pose de 30 jours, présente un biais. En effet, dans le cas de la mise en œuvre de technique de désherbage (chimique ou mécanique), la présence des sacs de litière constitue des réserves de débris organiques. Ces sacs jouent donc le rôle d'appât et de refuge pour les micro-arthropodes. Ainsi, l'abondance, la richesse spécifique et l'indice de diversité sont supérieurs dans les modalités PRE et TRA où la couverture végétale est peu importante durant les campagnes de pose des sacs de litière.

A l'inverse, les constats observés avec les prélèvements de sol révèlent une abondance et une richesse spécifique plus importantes dans les modalités FLOR et POST (Cf graphique 1 et 2). Il semble donc que l'emploi d'herbicides de pré-levées limite la présence de microarthropodes dans le sol. Ce constat peut avoir deux origines : un effet direct de la molécule ou un effet indirect lié à l'absence de couverture du sol (moins de nourriture potentielle). Cette deuxième hypothèse paraît la plus probable compte tenu des observations réalisées avec les sacs de litière. En ce qui concerne la modalité TRA, on peut penser que le passage des outils de travail du sol, couplés à une faible présence de couverture du sol, perturbe le milieu de vie des microarthropodes.



Ces constats réalisés sur les microarthropodes sont renforcés par l'évolution du comportement organique du sol. En particulier la mesure de vitesse de décomposition de la matière organique. Pour cet indicateur, les modalités POST et FLOR présentent une activité des microorganismes supérieure aux modalités PRE et TRA.

Cet effet est donc directement lié à l'abondance supérieure des micro-arthropodes dans ces deux modes d'entretien du sol.

Sur le plan pratique, il est intéressant de constater que l'évolution des populations

de microarthropodes permet de fournir des informations en adéquation avec les analyses microbiologiques de laboratoire.

Toutefois, la mise en œuvre de ces indicateurs est difficile. Il ne peut donc s'agir d'un outil de développement, mais plutôt d'outil utilisable dans le domaine de la recherche.

Des études sur l'impact des différentes molécules chimiques pourraient s'envisager en complément des études de terrain. Les microarthropodes sont en effet des indicateurs sensibles aux perturbations étudiées.

PÉPINIÈRES VITICOLES

Contexte

Ce projet, initié à la demande des pépiniéristes, a été défini en 2000. L'année 2001 a été consacrée à la définition des protocoles sur la base d'une synthèse bibliographique et d'une enquête pour cerner les pratiques des pépiniéristes sur le terrain. Un groupe de travail national réunissant les expérimentateurs travaillant en lien avec la pépinière viticole a été créé afin d'assurer une coordination des actions. Les axes définis sont les suivants :

- mécanisation des opérations de débitage des greffons et d'éborgnage des porte-greffes pour améliorer le coût de revient d'un plant, mécanisation de la plantation de la pépinière
- création d'un référentiel production intégrée en pépinière viticole (en collaboration avec le groupe de travail national)
- proposition de solutions pour raisonner l'utilisation des bains de désinfection des bois et alternatives au Cryptonol, appelé à disparaître en 2003
- participation au groupe de travail Informatisation et traçabilité en pépinière
- fourniture de références sur la fertilisation en pépinière viticole et vignes-mères
- réflexion aux alternatives possibles à la désinfection des sols (en collaboration avec le groupe de travail national)
- indicateurs de la qualité des bois (en collaboration avec le groupe de travail national)

Actions réalisées en 2003

Référentiel Production Intégrée

Depuis deux ans ITV France travaille à la rédaction d'un référentiel pour la production intégrée en pépinière viticole. Ce

travail a été défini suite à la demande des pépiniéristes et à l'avis favorable du Conseil Spécialisé Bois et Plants de Vigne de l'ONIVINS. En 2003, le document a été finalisé mais le projet présenté n'a pas été retenu par les pépiniéristes.

Le cadre dans lequel s'inscrivait ce document était le suivant : ce référentiel « *Pépinière viticole* » était le résultat d'un travail collectif, réalisé par un groupe restreint animé par ITV France et comprenant les partenaires suivants : ONIVINS, INRA Bordeaux, ENTAV, Chambre d'Agriculture de la Gironde, Syndicat Général des Producteurs de Bois et Plants de Vigne du Vaucluse. Il a été validé par les professionnels de la pépinière viticole. Il venait compléter en amont les deux référentiels déjà réalisés : le référentiel national pour la production intégrée de raisin publié en octobre 2000, le référentiel national des pratiques œnologiques intégrées publié en novembre 2001.

Ainsi, la filière viti-vinicole aurait pu disposer de références pour raisonner toutes les pratiques depuis la production de plants de vigne jusqu'au conditionnement et stockage des vins. Les objectifs étaient d'apporter des références réglementaires et techniques pour :

- guider les pépiniéristes qui souhaitent faire évoluer leurs techniques vers la production intégrée
- améliorer les techniques de la pépinière pour maintenir une production de plants de qualité
- renforcer la sécurité des opérateurs
- faire émerger des impasses techniques sur lesquelles la recherche serait sollicitée pour apporter des réponses
- concilier activité et protection de l'environnement par la diminution des intrants et le traitement des déchets et effluents

Ce document n'avait aucun caractère d'obligation. Il ne s'agissait pas d'imposer de nouvelles contraintes mais d'initier des démarches volontaires et progressives. Il permettait aux pépiniéristes, qui souhaitent faire évoluer leur technique, de disposer de références.

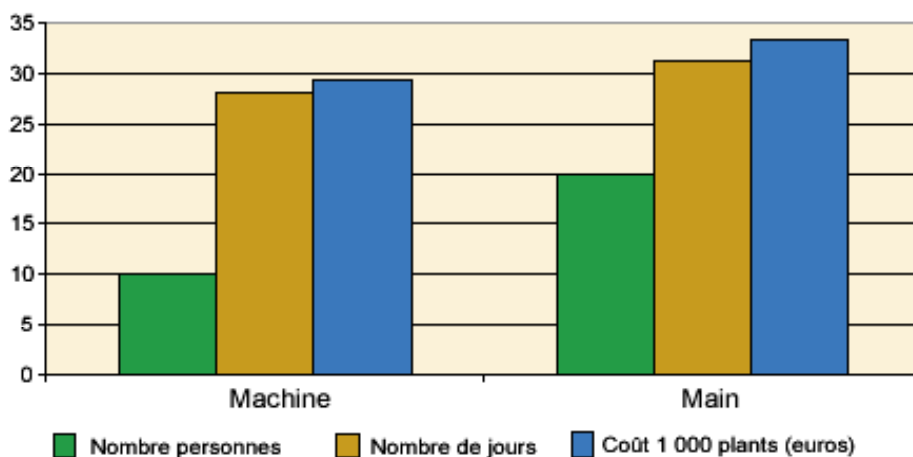
Mécanisation de la pépinière

Un projet d'automatisation du tri, en collaboration avec la société ESOX, a donné naissance à un prototype opérationnel en février 2003. Ce prototype a été testé à deux reprises par ITV France. L'objectif était, d'une part de tester la validité du tri donné par la machine, et d'autre part de mesurer ses capacités de rendement.

A ce stade de développement de la machine, on peut dire que les résultats sont plutôt satisfaisants. Il ressort de ces premiers tests que la machine peut atteindre ses objectifs

de rentabilité, mais que le paramétrage des tests est une opération essentielle pour la validité des tris effectués sur 2^{ème} choix et rebut. C'est sans doute un point à travailler en fonction du type de plants. Le bon positionnement des plants au départ est également fondamental pour la suite des opérations. Ceci devrait faire l'objet de tests grandeurs nature maintenant que la machine est arrivée à maturité.

Cette machine est très prometteuse pour l'amélioration de la productivité de l'atelier de tri, tout en conservant un nombre de personnes important pour son fonctionnement. Elle devrait également pouvoir être utilisée pour le re-paraffinage des plants. D'après nos premières estimations, son utilisation est économiquement rentable pour les pépiniéristes réalisant un million de plants ou plus.



Perspectives

Compte tenu des problèmes rencontrés pour la diffusion du Référentiel Production Intégrée en pépinière viticole, ITV France attend une prise de position clairement

exprimée de la part de la profession pour poursuivre la coordination et le suivi des travaux en pépinière. Ainsi, aucun travaux ne sera engagé ou poursuivi durant la campagne 2004.

FERTILISATION DES SOLS

Contexte

Après une période faste en matière d'acquisition de références et d'expérimentations, le thème de la fertilisation de la vigne est tombé quelque peu en désuétude à partir des années 1970.

Le souci actuel de développer une viticulture raisonnée, respectueuse de l'environnement et apte à perdurer, a incité ITV France à mettre en place un projet sur ce sujet de façon à promouvoir une fertilisation raisonnée, à préciser l'intérêt agronomique des apports de matière organique par une meilleure connaissance du niveau de minéralisation de la matière organique endogène et une meilleure caractérisation des amendements organiques, tout en complétant les connaissances des professionnels sur certains sujets, tels l'azote ou la matière organique.

Axes définis

Les différents objectifs ont été définis en 2002 suite à une synthèse bibliographique réalisée en 2001.

Deux axes principaux sont mis en place :

- * un axe communication : il s'agit d'une certaine façon de valoriser le travail bibliographique déjà effectué. Trois niveaux peuvent être dégagés :
 - communiquer sur des connaissances bien acquises. C'est le cas concernant le rythme d'absorption de la vigne par exemple
 - confronter, au sein d'un groupe de travail, les préconisations des différents vignobles en terme de fertilisation, de façon à produire à terme un document synthétique : outils de diagnostic, seuils, apports à réaliser...
 - animer le groupe «Nutrition et Fertilisation de la vigne» ce qui

permettrait l'acquisition de connaissances et la circulation des informations entre les différents acteurs. Ce groupe serait également un «tremplin» pour les deux premiers niveaux (en particulier en matière de diffusion)

- * un axe recherche-expérimentation :
 - la mise en place d'expérimentation en collaboration avec l'INRA, doit permettre une meilleure connaissance de la minéralisation de la matière organique et de la fourniture de l'azote par le sol (point important en viticulture sur le plan qualitatif). Il s'agit d'adapter des modèles existants au cas particulier de la viticulture, dont la différence avec la grande culture se situe dans les types de sol et le volume de sol exploité (enracinement). Dans le même temps, une caractérisation des matières organiques apportées sera faite (toujours sur la base de la minéralisation de la matière organique) de façon à pouvoir adapter la forme de matière organique apportée aux caractéristiques du sol
 - dans le but d'un conseil plus précis sur le choix des amendements organiques auprès des viticulteurs, un réseau de parcelles d'expérimentation, au niveau des régions Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte d'Azur, doit être constitué, avec regroupement d'autres régions (Gaillac, Val de Loire), sur un même protocole expérimental de base. Ces expérimentations, dont la mise en place est prévue fin 2004, seront menées sur le long terme (12 ans minimum). Outre les analyses physico-chimiques classiques et les tests

d'incubation, des mesures de stabilité structurale, de fractionnement de la matière organique et de biomasses microbiennes seront intégrées à ces expérimentations, dont le protocole est en cours d'élaboration et de validation

Bilan et perspectives

Les discussions et débats au sein du groupe de travail ont débouché sur l'élaboration de fiches de préconisation dont les deux premières ont été présentées lors du SITEVI à Montpellier, fin 2003 :

- Fiche 1 : Principes généraux
- Fiche 2 : Fertilisations phosphatée, potassique et magnésienne

Ces fiches ont été diffusées fin 2003. Un travail d'accompagnement à la diffusion de ces fiches, par l'intermédiaire d'intervention ou de stages au niveau régional, viendra compléter en 2004 cette action de communication.

Le groupe de travail abordera en interne en 2004 le thème de la matière organique et des amendements basiques, avec sortie des fiches correspondantes pour la fin de l'année.

Le groupe Nutrition et Fertilisation de la Vigne, constitué de techniciens de développement, de chercheurs, de laboratoires et de firmes, a été de nouveau réuni, après une petite dizaine d'années d'arrêt, en juin 2003 à Bordeaux. Ce fut l'occasion de présenter les préconisations du groupe de travail en matière de fertilisations phosphatée, potassique et magnésienne.

Une présentation des connaissances actuelles sur la matière organique a permis également de fructueux échanges.

Enfin une note bibliographique sur la mycorhization chez la vigne sera publiée début 2004.

FERTILISATION DES SOLS

Contexte

Après une période faste en matière d'acquisition de références et d'expérimentations, le thème de la fertilisation de la vigne est tombé quelque peu en désuétude à partir des années 1970.

Le souci actuel de développer une viticulture raisonnée, respectueuse de l'environnement et apte à perdurer, a incité ITV France à mettre en place un projet sur ce sujet de façon à promouvoir une fertilisation raisonnée, à préciser l'intérêt agronomique des apports de matière organique par une meilleure connaissance du niveau de minéralisation de la matière organique endogène et une meilleure caractérisation des amendements organiques, tout en complétant les connaissances des professionnels sur certains sujets, tels l'azote ou la matière organique.

Axes définis

Les différents objectifs ont été définis en 2002 suite à une synthèse bibliographique réalisée en 2001.

Deux axes principaux sont mis en place :

- * un axe communication : il s'agit d'une certaine façon de valoriser le travail bibliographique déjà effectué. Trois niveaux peuvent être dégagés :
 - communiquer sur des connaissances bien acquises. C'est le cas concernant le rythme d'absorption de la vigne par exemple
 - confronter, au sein d'un groupe de travail, les préconisations des différents vignobles en terme de fertilisation, de façon à produire à terme un document synthétique : outils de diagnostic, seuils, apports à réaliser...
 - animer le groupe «Nutrition et Fertilisation de la vigne» ce qui

permettrait l'acquisition de connaissances et la circulation des informations entre les différents acteurs. Ce groupe serait également un «tremplin» pour les deux premiers niveaux (en particulier en matière de diffusion)

- * un axe recherche-expérimentation :
 - la mise en place d'expérimentation en collaboration avec l'INRA, doit permettre une meilleure connaissance de la minéralisation de la matière organique et de la fourniture de l'azote par le sol (point important en viticulture sur le plan qualitatif). Il s'agit d'adapter des modèles existants au cas particulier de la viticulture, dont la différence avec la grande culture se situe dans les types de sol et le volume de sol exploité (enracinement). Dans le même temps, une caractérisation des matières organiques apportées sera faite (toujours sur la base de la minéralisation de la matière organique) de façon à pouvoir adapter la forme de matière organique apportée aux caractéristiques du sol
 - dans le but d'un conseil plus précis sur le choix des amendements organiques auprès des viticulteurs, un réseau de parcelles d'expérimentation, au niveau des régions Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte d'Azur, doit être constitué, avec regroupement d'autres régions (Gaillac, Val de Loire), sur un même protocole expérimental de base. Ces expérimentations, dont la mise en place est prévue fin 2004, seront menées sur le long terme (12 ans minimum). Outre les analyses physico-chimiques classiques et les tests

d'incubation, des mesures de stabilité structurale, de fractionnement de la matière organique et de biomasses microbiennes seront intégrées à ces expérimentations, dont le protocole est en cours d'élaboration et de validation

Bilan et perspectives

Les discussions et débats au sein du groupe de travail ont débouché sur l'élaboration de fiches de préconisation dont les deux premières ont été présentées lors du SITEVI à Montpellier, fin 2003 :

- Fiche 1 : Principes généraux
- Fiche 2 : Fertilisations phosphatée, potassique et magnésienne


Ces fiches ont été diffusées fin 2003. Un travail d'accompagnement à la diffusion de ces fiches, par l'intermédiaire d'intervention ou de stages au niveau régional, viendra compléter en 2004 cette action de communication.

Le groupe de travail abordera en interne en 2004 le thème de la matière organique et des amendements basiques, avec sortie des fiches correspondantes pour la fin de l'année.

Le groupe Nutrition et Fertilisation de la Vigne, constitué de techniciens de développement, de chercheurs, de laboratoires et de firmes, a été de nouveau réuni, après une petite dizaine d'années d'arrêt, en juin 2003 à Bordeaux. Ce fut l'occasion de présenter les préconisations du groupe de travail en matière de fertilisations phosphatée, potassique et magnésienne.

Une présentation des connaissances actuelles sur la matière organique a permis également de fructueux échanges.

Enfin une note bibliographique sur la mycorhization chez la vigne sera publiée début 2004.



Axe stratégique
n° 3

OUTILS DE DIAGNOSTIC DES SYSTEMES VITICOLES

- Diagnostic du stress hydrique et de la nutrition azotée



INDICATEURS
VITI

En préambule

La volonté de l'ITV est de proposer au travers de cet axe stratégique des outils et méthodologies d'aide à la production viticole. Il s'agit d'adapter les innovations techniques et les compétences de la recherche fondamentale aux problèmes d'actualité du vignoble.

Les outils ou indicateurs, qui seront sélectionnés à l'issue de ces travaux se veulent simples d'accès au praticien pour conduire et faciliter le pilotage de ses interventions culturales. Il s'agit de faire face à des impasses techniques et d'accompagner le viticulteur en utilisant les méthodologies actuelles et innovantes offertes à la filière.

Dans cet esprit a été engagée une démarche d'étude de deux des éléments majeurs qui conditionnent la croissance et la pérennité de la vigne, ainsi que la qualité du raisin : alimentation hydrique et nutrition azotée, seule l'alimentation hydrique de la vigne a cependant été étudiée en 2003. Un seul projet forme cet axe stratégique.

Diagnostic du stress hydrique

Gérés dans la région méditerranéenne, les programmes d'étude de la contrainte hydrique visent à répondre à une demande avant tout régionale. L'enjeu est d'élaborer, dans un premier temps, des outils simples d'application permettant de définir avec précision l'état de contrainte hydrique de la plante en plein champ. Cette démarche achevée, il est alors nécessaire d'intégrer l'évolution de la contrainte hydrique à l'échelle du cycle végétatif pour obtenir une caractérisation précise du millésime, pouvant apporter les informations essentielles à la maîtrise des relations existant entre qualité de la vendange et alimentation en eau de la vigne.

Ces relations établies, l'outil de gestion, un bilan hydrique, permettra de définir la date et le type d'intervention correctrice à envisager à la parcelle pour gérer au mieux les disponibilités hydriques offertes par le milieu. Ces interventions pourront être une réduction des besoins hydriques (ou le recours à une irrigation raisonnée) dans les situations drastiques ou bien des techniques culturales permettant d'accroître l'utilisation de l'eau disponible pour les vignobles correctement alimentés.

JEAN-CHRISTOPHE PAYAN
Responsable axe stratégique
ITV France - Unité de Montpellier-Grabels

VOS CONTACTS

DIAGNOSTIC DU STRESS HYDRIQUE ET DE LA NUTRITION AZOTÉE

J.C. PAYAN, ITV France - Unité de Montpellier-Grabels, *Chef de projet*

collaboration

E. SALANÇON, ITV France - Unité de Montpellier-Grabels

E. CHANTELOT, L. DELAETER, ITV France - Unité de Nimes-Rodilhan

Th. DUFOURCQ, ITV France - Unité de Gaillac

PARTENAIRES

Chambres d'Agriculture (13, 30, 34, 83, 84), CIRAME, CIVAM Corse, ENITAB, ENSAM, INRA, Inter-Rhône, SGVRCRDR, Station Fédérale de Recherches Agronomiques de Changins - Suisse

DIAGNOSTIC DU STRESS HYDRIQUE ET DE LA NUTRITION AZOTÉE

Contexte

Étude d'un modèle de bilan hydrique

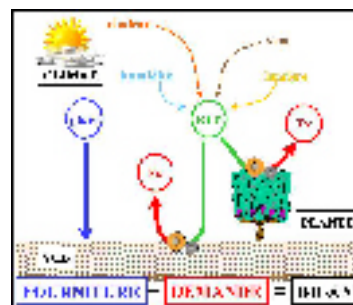
Depuis quelques années déjà, l'ITV s'est investi dans l'étude de l'alimentation en eau de la vigne au travers de la mise au point d'un modèle de bilan hydrique. Les objectifs de cette étude sont, dans un premier temps, de proposer une méthode simple et accessible d'identification de l'apparition de la contrainte hydrique et de caractérisation du vécu hydrique des parcelles. Dans un second temps, cette caractérisation sera mise en confrontation avec les résultats qualitatifs et quantitatifs obtenus au moment des vendanges afin d'identifier les niveaux de contrainte dépréciatifs pour le produit fini.

Le millésime 2003 aura marqué les esprits par son caractère exceptionnellement chaud et sec. Les études relatives à l'alimentation hydrique de la vigne prennent à ce titre toute leur importance, plus particulièrement encore en région méditerranéenne. Élaboré en lien direct avec les services agronomiques de l'INRA de Montpellier et de l'ENSAM, le modèle de bilan hydrique proposé par l'ITV est appliqué sur le terrain en partenariat avec les organismes professionnels du pourtour méditerranéen (Chambres d'Agriculture des Bouches-du-Rhône, Gard, Hérault, Var et Vaucluse ; CIRAME, CIVAM Corse, SGVRCR) afin d'éprouver sa robustesse. Le principe de cette étude vise à définir l'évolution des réserves hydriques du sol à partir des données météorologiques. Les caractéristiques climatiques qui agissent directement sur l'expression de la contrainte hydrique de la vigne sont ainsi prises en compte (figure 1), il s'agit essentiellement des précipitations et de l'évapotranspiration. À partir de ces données, un modèle préalablement proposé par Riou et *al.* (1994) et Carbonneau (1998)

simule l'évolution de la réserve hydrique. Le principe est simple : la quantité d'eau disponible dans le sol à un moment donné ($ATSW_j$) est égale à la quantité présente dans le sol la veille ($ATSW_{j-1}$) augmentée des éventuels gains par précipitation (P) et diminuée des pertes par évaporation directe du sol (Es) et transpiration de la végétation (Tv).

$$ATSW_j = ATSW_{j-1} + P - Tv - Es$$

Figure 1 : Principe de fonctionnement d'un bilan hydrique, prise en compte des paramètres climatiques



ETP = évapotranspiration ; *Tv* = Transpiration de la végétation ; *Es* = Évaporation du sol

Cette modélisation apporte ainsi une vision théorique de l'évolution de la contrainte hydrique pour une région climatique donnée. L'ambition des études conduites par l'ITV en collaboration avec les partenaires professionnels précités est d'obtenir de cette méthodologie descriptive une lisibilité et une précision à l'échelle de la parcelle viticole. Pour ce faire, l'estimation théorique de la contrainte obtenue *via* le modèle climatique est confrontée à des valeurs réelles de contrainte mesurées à la parcelle. Ces mesures sont réalisées grâce à des « outils de diagnostic » (cf. ci-après). On étalonne alors l'information climatique, mais théorique, issue du modèle de bilan hydrique avec les particularités du vignoble considéré.

L'intérêt de la démarche est d'utiliser des données simples d'accès (données météorologiques) pour mieux interpréter l'évolution de la contrainte entre deux points de mesure de la contrainte.

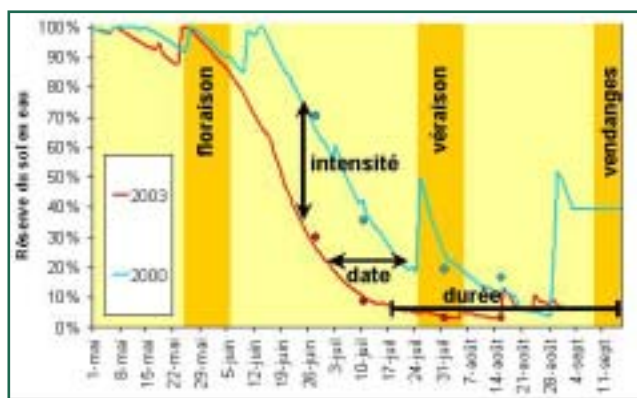
En effet, l'utilisation en routine d'outils de diagnostic de la contrainte hydrique, bien qu'étant précise, est peu probable au vu des contraintes pratiques que leur manipulation impose. Le couplage d'un modèle de bilan hydrique à ces indicateurs (Lebon *et al.*, 2003 ; Pellegrino, 2003) permet d'obtenir une bonne lisibilité de l'évolution de la contrainte sur la parcelle et de caractériser

ses différentes composantes que sont la précocité, l'intensité et la durée (figure 2).

Outils de diagnostic de la contrainte hydrique : le point sur la mesure de la température foliaire

Parmi les différents outils de diagnostic de la contrainte hydrique, l'ITV étudie les possibilités de mesure de la température foliaire, en collaboration avec le LEPSE-INRA de Montpellier. Le principe de la méthode est simple, il consiste à mesurer la différence de température entre la surface des feuilles et l'air ambiant.

Figure 2 : évolution du bilan hydrique pour deux millésimes sur une même parcelle. Illustration de la date, de l'intensité et de la durée de la contrainte hydrique. Les courbes représentent les valeurs théoriques ; les points les valeurs mesurées



En effet, lorsque la plante a un fonctionnement photosynthétique maxi-mal, la transpiration d'eau à la surface des feuilles a pour effet de réguler la température de surface de ces dernières. Par contre, en présence de contrainte hydrique, la vigne développe des adaptations physiologiques lui permettant « d'économiser » l'eau qui est à sa disposition.

En pratique, cela se traduit par une régulation stomatique importante qui réduit considérablement les pertes en eau par transpiration à la surface du limbe, et qui engendre ainsi une moindre régulation thermique de cet organe. La différence de température mesurée entre la surface de la feuille et l'air ambiant est ainsi proportionnelle au niveau de contrainte hydrique de la vigne.

Deux indicateurs déjà décrits dans la littérature ont été étudiés (Guilioni *et al.*, 2001 et 2003). Il s'agit du *CWSi* (*Crop Water Stress*

index) (Idso, 1982 ; Idso *et al.*, 1981) et de l'*indice de Jones* (Jones, 1999).

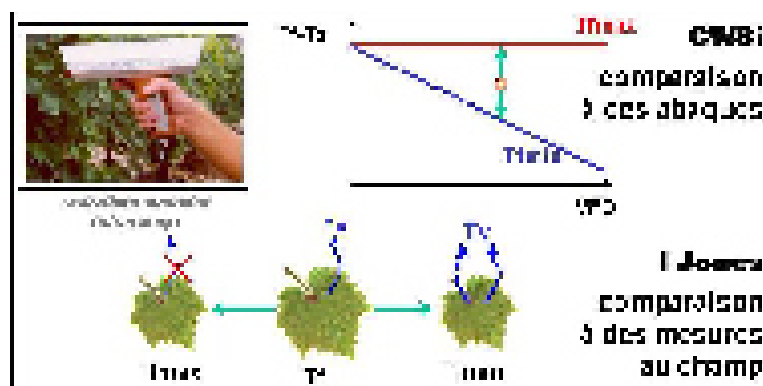
Tous deux se basent sur la comparaison d'une valeur mesurée (mesure de la température de la feuille : T_f) à des valeurs maximales (T_{fmax}) et minimales (T_{fmin}) que prendrait la feuille si elle était soumise à un stress extrême ou nul (figure 3).

L'indice observé correspond au rapport suivant :

$$(T_f - T_{fmin}) / (T_{fmax} - T_{fmin})$$

L'interprétation du *CWSi* repose sur l'utilisation d'abaques. L'expérience montre que ces abaques sont trop sensibles aux variations de conditions de vent et de rayonnement observées en région méditerranéenne. De ce fait, l'exploitation de cet indice suppose le recours à une gamme d'abaques trop importante pour être envisagée comme

Figure 3 : principe de diagnostic de la contrainte hydrique à partir de la mesure de la température foliaire



CWxi = Crop Water Stress index ; VDP = Déficit de Pression de Vapeur ; I Jones = indice de Jones ; Tf = température foliaire ; Ta = température de l'air

outil de diagnostic pratique de la contrainte hydrique.

L'indice de Jones se base sur des valeurs-étalon mesurées à même la parcelle. De ce fait, les variations de conditions climatiques sont implicitement prises en compte dans cette approche. Il en résulte une meilleure représentativité des valeurs mesurées. Cependant, l'échelle d'observation étant la feuille, et les différences observées entre feuilles d'un même cep étant assez importantes, il n'a pas été possible de proposer un indicateur robuste à partir de cette méthodologie.

L'achèvement de cette première étude relative à la mesure de la température foliaire comme outil de diagnostic de la contrainte hydrique de la vigne a montré les difficultés d'interprétation des valeurs mesurées par rapport aux conditions climatiques vécues. S'il n'a pas été possible de valider les indices sélectionnés et, fort des enseignements issus de cette première série d'observations, la mesure de la température foliaire des vignes fera l'objet de nouvelles études pour proposer aux praticiens un outil simple et accessible de connaissance de l'état hydrique du vignoble. Dans l'attente de l'aboutissement de ces études, l'utilisation de la chambre à pression reste la méthode de référence à proposer aux techniciens susceptibles de mesurer le niveau de contrainte hydrique de leurs parcelles.

Un millésime 2003 chaud et sec

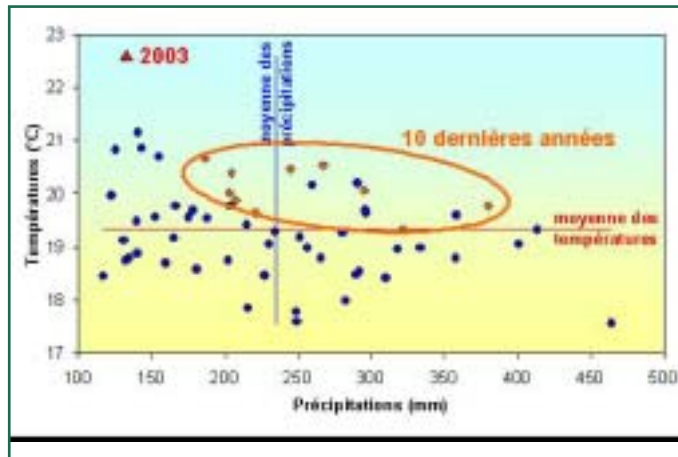
Le millésime 2003 aura marqué les esprits

par ses caractéristiques caniculaire et sèche. La figure 4 démontre bien l'ambiguïté de ce millésime. C'est en effet surtout par son caractère chaud que le millésime est exceptionnel. Les enregistrements climatiques réalisés sont sans précédent. La demande climatique en eau a cependant été forte. Elle témoigne de valeurs hygrométriques, thermiques et de durées d'ensoleillement jamais égalées. Ceci se traduit par une demande évapotranspirative intense sur une période longue. En parallèle, le régime pluviométrique faible n'a pas permis de compenser la contrainte hydrique. Au vignoble, ceci se traduit sur la végétation par une réduction et un arrêt précoce de la croissance végétative. Il s'ensuit une prise de coloration vert-pâle du feuillage et une défoliation qui peut être importante par endroits. Enfin, dans les cas les plus extrêmes, des problèmes de mise en réserve et d'aoulement ont pu être observés. La taille a été problématique et le débourrement irrégulier en 2004 sur ces parcelles fortement atteintes. Au niveau de l'évolution des baies, l'élément le plus spectaculaire est l'avance historique de la date de récolte. Les autres éléments généralement observés sont des pertes importantes de rendement dues à une réduction de la croissance des baies, voire une déshydratation et un flétrissement de celles-ci. Les niveaux d'acidité de titration observés sont particulièrement faibles (surtout en acide malique) et l'enrichissement des baies en sucres a été ralenti. Il est bon de souligner que le rapport « normal » sucres/acidité observé au moment des vendanges peut être la résultante d'une concentration

des baies due au flétrissement de celles-ci plus que de l'évolution classique de leur maturation

Cependant, il est difficile de découpler les effets dus à la sécheresse de ceux induits par la canicule. En effet, les températures

Figure 4 : positionnement des 58 dernières années (1946 à 2003) en fonction du cumul des précipitations et de la moyenne des températures pour la période d'avril à août sur Avignon (Vaucluse) - Sources : CIRAME (Payan et al., 2003)



maximales journalières enregistrées ont pu atteindre et dépasser 40°C pendant de nombreuses journées consécutives sur les mois de juin, juillet et août, avec des températures ponctuelles en surface des feuilles ou des grappes atteignant parfois plus de 50°C. Dans ces conditions, la plante subit des dégâts physiologiques directs et irréversibles qu'un niveau d'alimentation hydrique rationnel n'aurait pas compensé.

Quelques résultats préliminaires sur les relations contrainte hydrique – maturité

La nécessité de bénéficier d'outils de caractérisation pertinents de la contrainte hydrique et de son évolution au cours du cycle végétatif est indéniable. L'application d'un modèle de bilan hydrique couplé à des indicateurs de fonctionnement de la plante permet d'atteindre ces objectifs dans de nombreuses situations.

Il a déjà ainsi été possible d'initier un travail de confrontation de cette caractérisation de la contrainte hydrique avec les résultats qualitatifs obtenus sur le raisin au moment des vendanges. Les niveaux d'acidité, le pH et les composés phénoliques sont *a priori* les facteurs les plus réactifs à l'alimentation

hydrique. Les autres composés qualitatifs des baies sont également liés à l'évolution de la contrainte en eau, mais dépendent au moins pour autant des conditions culturales du vignoble. Il existe des différences variétales de réaction à la contrainte hydrique. Cette étude se poursuit en 2004 en bénéficiant d'une base de données importante recueillie en région méditerranéenne grâce au concours des partenaires professionnels précités. Les enseignements issus de l'interprétation de ces nombreuses observations permettront de proposer les techniques culturales à suivre pour raisonner l'alimentation hydrique des parcelles et gérer l'établissement d'une contrainte modérée.

Communications

Payan J.C. et Salançon E. 2003, Définir le régime hydrique des parcelles et des millésimes. *Compte-rendu des 2èmes soirées du Rosé*, documentation du Centre des Rosés, Vidauban (83) : 1-5.

Payan J.C. et Salançon E. 2003, Outils de diagnostic du stress hydrique et application d'un modèle de bilan hydrique. Etat actuel des résultats. *Forum AREDVI 2003* documentation AREDVI, Aix-en-Provence (13), 5p.

Payan J.C., Ramel J.P., Martínez A.M. et Salançon E. 2003, Sécheresse et canicule en 2003 : caractéristiques climatiques et méthodes d'identification au vignoble. *Euroviti, 14^{ème} colloque viticole et œnologique*, doc. ITV France éd ISATIS : 99-110.

Payan J.C. et Salançon E. 2004, Comportement de la vigne face à la canicule et la sécheresse de 2003. *Entretiens Viti-Vinicoles Rhône Méditerranée*, doc. ITV France: 3-6.

PROTECTION DU VIGNOBLE



Axe stratégique
n° 4

OPTIMISATION DE LA LUTTE CHIMIQUE

- Optimisation des stratégies de lutte chimique contre les cicadelles
- Optimisation agronomique et environnementale de la pulvérisation
- Maladies du bois et alternative à l'arsenite de sodium



OPTILUTTE

En préambule

Optimiser la lutte chimique chaque fois que cela est possible, en déterminant le meilleur moment pour réaliser une intervention, en limitant le nombre de traitements, voire la dose utilisée, en tentant d'apporter une solution aux problèmes nouveaux ... tels sont les objectifs de l'axe stratégique « Optilutte ».

Pour ce faire, plusieurs pistes d'étude ont été retenues et portent sur les points suivants :

- * Optimisation de la lutte contre les Cicadelles nuisibles au vignoble. Le but visé, étant au départ, une lutte basée sur une seule intervention pour réguler les trois espèces présentes. Dans ce cadre, les travaux présentés, se limitent en 2003, à un aspect particulier concernant quelques difficultés apparues vis-à-vis de la Cicadelle verte et les possibilités offertes par les produits « bio » pour lutter contre la Cicadelle jaune
- * Optimisation des doses appliquées en fonction de l'expression végétative et de l'évaluation du risque parasitaire. Cette approche se traduit par une recherche d'une possible limitation des intrants phytosanitaires, en prenant en compte l'importance de la végétation suivant sa Surface Foliaire totale dans le Temps (SFT), de l'importance du risque réel (modélisation) et des moyens techniques à mettre en œuvre, comme la qualité de la pulvérisation
- * Expérimentation et proposition concernant la lutte dans le domaine des maladies du bois. Pour pallier au moyen de lutte chimique récemment interdit tel que l'arsénite de sodium, une série d'études a été mise en œuvre et porte sur les sujets suivants :
 - cerner le pouvoir antagoniste lors d'expérimentations in vitro, que pourraient avoir différentes souches de champignons tels que ceux appartenant au genre *Trichoderma* et en particulier *T. harzianum* et *T. atroviride*
 - connaître la dissémination des spores des champignons mis en cause dans ces maladies
 - déterminer l'impact des contaminations éventuelles lors de la production de greffés-soudés
 - expérimenter le comportement d'autres matières actives et leur technique d'emploi
 - mesurer l'intérêt du traitement à l'eau chaude en pépinière, contre l'Esca.

MICHEL BLANC
Responsable axe stratégique
ITV France - Unité d'Orange

VOS CONTACTS

OPTIMISATION DES STRATÉGIES DE LUTTE CHIMIQUE CONTRE LES CICADELLES

J.C. LAURENT, ITV France - Unité d'Orange, *Chef de projet*

collaboration

M. BLANC, ITV France - Unité d'Orange

J.C. MALAUSA, INRA Antibes - LBI Lutte biologique Valbonne

F. FAIVRE D'ARCIER, INRA Zoologie de Montfavet

P. SPEICH, SRPV Avignon

D. RICHY, J.J. BALIKIAN ET O. JACQUET, Chambres Agriculture 13 - 83 - 84

OPTIMISATION AGRONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTALE DE LA PULVERISATION

M. RAYNAL, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort, *Chef de projet*

collaboration

M. CLAVERIE, M. VERGNES, M. ANNERAUD, A. ADNET, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort

E. SERRANO, V. VIGUÈS, ITV France - Unité de Gaillac

F. MIMIAGUE, Université Victor Segalen - Bordeaux IV

J.C. PAYAN, C. VERNET, L. CAMUT, ITV France - Unité de Montpellier

Y. HEINZLÉ, J.N. PASCAL, ITV France - Unité de Macon

BASF AGRO - Service Recherche et Développement

MALADIE DU BOIS ET ALTERNATIVES À L'ARSENITE DE SODIUM

PH. LARIGNON, ITV France - Unité de Nîmes-Rodilhan, *Chef de projet*

collaboration

TH. COULON, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort

E. SERRANO, ITV France - Unité de Gaillac

G. SENTENAC, ITV France - Unité de Beaune

PH. KUNTZMANN, ITV France - Unité de Colmar

B. MOLOT, ITV France - Unité de Nîmes-Rodilhan

OPTIMISATION DES STRATÉGIES DE LA LUTTE CHIMIQUE CONTRE LES CICADELLES

Cas de la Cicadelle verte, *Empoasca vitis*, en lutte con- ventionnelle

Contexte

Cette espèce, qui présente trois générations dans le Sud de la France, semble difficile à contrôler, dès lors que la lutte vise la première génération (G1), au stade phénologique « début nouaison des grappes », époque propice pour lutter simultanément contre les deux autres espèces : *Scapoïdeus titanus*, Cicadelle de la Flavescence dorée et *Metcalfa pruinosa*, Cicadelle pruineuse.

Motivations

Cet « échec » de lutte commune aux trois espèces de Cicadelles pouvant cohabiter au vignoble (Cf. CRAP 2001-2002), nous a incité à décaler le traitement sur les larves de deuxième génération (G2) de la Cicadelle verte, au début juillet, phase de grande sensibilité de la vigne, afin de mesurer au mieux l'impact de l'intervention. C'est en effet, dans le prolongement d'une forte présence de larves courant juillet, qu'un dessèchement de la périphérie du limbe, fin juillet – début août, commence à apparaître. Ces dégâts peuvent se traduire par une baisse qualitative du vin. De plus, ce travail devrait permettre en multipliant les sites expérimentaux, d'approcher un seuil d'intervention basé sur un nombre de larves pour 100 feuilles, beaucoup plus pertinent que celui proposé actuellement (50 larves/100 feuilles) qui, à l'évidence, peut être nettement relevé.

Travaux réalisés

A l'instar des travaux réalisés en 2002, un dispositif en grandes parcelles, avec des bandes de 5 rangs minimum, a été maintenu, afin d'éviter des recontaminations,

toujours possibles, entre les générations successives.

Deux sites expérimentaux ont été retenus :

- un dans le Vaucluse sur le cépage Syrah
- l'autre dans le Tarn et Garonne sur le cépage Négrette

Les modalités traitées et témoins ont été contrôlées à cadence de 8 à 10 jours, par le comptage des larves présentes sur 100 feuilles prélevées sur le tiers basal des rameaux primaires des ceps du rang central, à raison de 5 feuilles par cep.

L'insecticide utilisé est le Karaté Xpress à la dose de 0,250 l/ha, pulvérisé au moyen d'un appareil pneumatique à dos, sur la base de 100 litres de bouillie par hectare, face par face. Ce produit constitue la référence sur ce ravageur, dans la méthode CEB.

Une analyse des moûts a été réalisée sur les trois critères classiques que sont : le degré potentiel, l'acidité totale (en g/l d' H_2SO_4) et le pH.

Résultats - Perspectives

Les résultats présentés sur les **graphes n°1 et 2**, font apparaître de façon évidente, un comportement très différent du Karaté Xpress. Si ce dernier est logique dans le Sud-Ouest sur Négrette, il nous laisse très perplexe dans le Sud-Est sur Syrah. En effet, la très faible efficacité constatée, laisse supposer une résistance élevée de la Cicadelle verte au Karaté Xpress dans cette région, d'autant plus que la pulvérisation a été réalisée sur une majorité de larves très jeunes, au stade L1 et L2, donc à priori, très sensibles. Cette supposée résistance fera l'objet d'un travail spécifique en 2004, en relation avec le département de phytopharmacie INRA de Versailles.

L'analyse de moûts est présentée dans le tableau suivant.

	Sud-Est Syrah		Sud-Ouest Négrette	
	Témoin	Traité	Témoin	Traité
Degré potentiel	12.90	13.00	11.90	13.50
Acidité Totale (en g/l d'H ₂ SO ₄)	3.95	4.00	4.55	4.95
pH	3.31	3.36	3.56	3.28

Cette première série d'expérimentations, ne nous permet pas d'approcher un niveau de seuil « validé » dans la phase estivale, car la population de larves, assez proche de zéro, n'a été obtenue que dans le Sud-Ouest. Par contre, la différence très élevée de la population entre témoin et traité, sur ce site, dans la première quinzaine de juillet, se traduit à la vendange par un degré et demi d'écart.

Ce constat tend à montrer que la Cicadelle verte peut effectivement jouer un rôle néfaste et que son « niveau seuil » en été, sera délicat à établir.

En effet, la quantité de larves « supportable » ou non, est probablement liée au temps pendant lequel elles s'alimentent, car des dégâts sur feuilles à hauteur de 30 % en fréquence et 2 en intensité ont été constatées sur le traité, contre respectivement 56 % et 12,50 dans le témoin.

Il sera donc nécessaire dans les prochaines séries d'expérimentations, à conduire en 2004, d'avoir en plus des deux modalités à l'étude, une troisième modalité où la population de G2 sera totalement maîtrisée, pour obtenir le point zéro.

Cas de la Cicadelle de la Flavescence dorée en agrobiologie

Contexte

Dans le cadre du projet ACTA piloté par l'ITAB, l'ITV France, partie prenante, s'est orienté vers la lutte contre le vecteur *Scaphoïdeus titanus*, par les moyens chimiques disponibles, qui sont autorisés ou susceptibles de l'être à plus ou moins long terme.

Motivations

Comme déjà souligné dans le passé, s'il est aisé de réguler le vecteur au moyen d'insecticides neurotoxiques de synthèse, il est beaucoup plus délicat d'obtenir le même résultat avec le seul produit actuellement autorisé : la Roténone. C'est dans ce cadre que d'autres substances ont été testées, pour tenter d'apporter des solutions intéressantes tout en limitant au mieux le nombre d'applications.

Travaux réalisés

Suite aux premiers résultats obtenus (Cf. CRP 2001-2002) avec le Roténobiol à la dose de 3,00 l/ha, un produit à base de Roténone, actuellement homologué, plusieurs substances ont fait l'objet d'une expérimentation. Il s'agit du Piréthro, à base de pyrèthres naturels, employé à 1,50 l/ha et du Biophytoz, composé de Roténone et de pyrèthres naturels, utilisé à la dose de 3,00 l/ha.

Rappelons que ces deux derniers produits ne sont pas autorisés à ce jour.

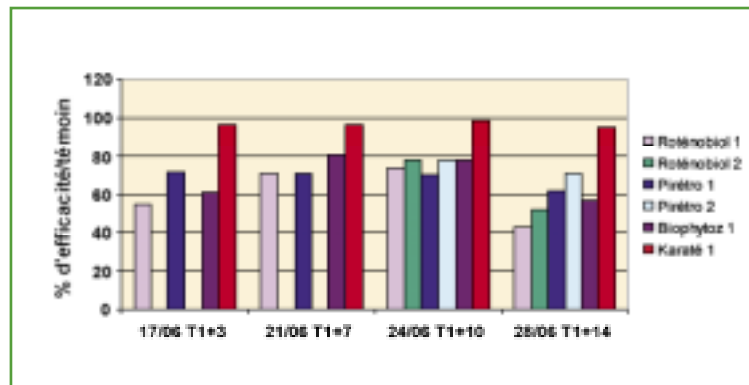
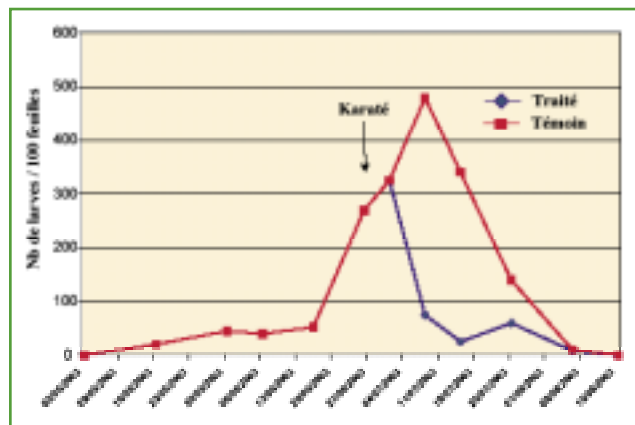
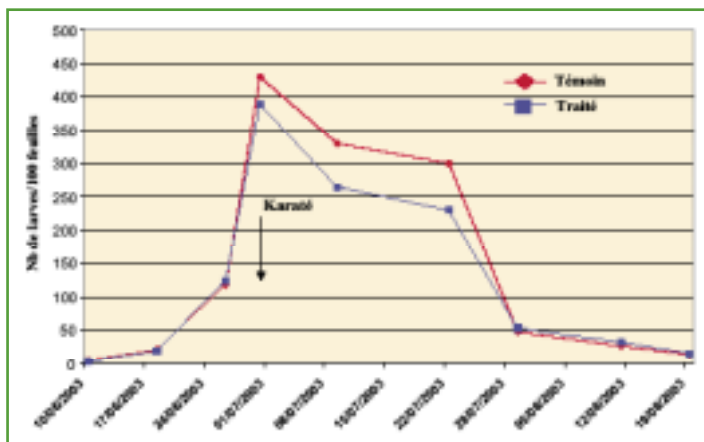
Pour le Roténobiol et le Piréthro, en plus de la modalité à une seule application, comme pour le Biophytoz et le Karaté Xpress (Référence CEB), positionnée à 28 jours après le début des éclosions, soit au stade début nouaison des grappes, une modalité à deux applications (Roténobiol 2 et Piréthro 2, avec une deuxième application 7 jours après la première), a également été mise en place, pour mesurer l'éventuel effet du deuxième traitement.

L'essai est conduit suivant la méthode CEB n° 147 en blocs à 4 répétitions, avec des parcelles élémentaires de 20 ceps.

Résultats - Perspectives

Les résultats figurent sur le **graphe n° 3**. Le produit conventionnel de référence Karaté Xpress, montre trois jours après son application, une efficacité très forte (95 %) qui se maintient au cours des deux semaines suivantes. Les produits à l'étude présentent une efficacité moindre dans les trois jours qui suivent l'application, mais leur activité augmente avec le temps, jusqu'au dixième jour, pour décroître par la suite. Même au plus fort de leur activité, une différence importante persiste par rapport à la référence. La double application mesurée lors des con-

trôles à T1 + 14, montre que le deuxième traitement avec Roténobiol est nettement distancé par rapport à celui réalisé avec Piréthro. Ces premiers résultats obtenus en condition de forte population (65 larves pour 100 feuilles) laissent penser que les substances à base de pyrèthres naturels, telles que le Piréthro, pourraient dans les années futures, pouvoir remplacer la Roténone. En effet, les nouvelles exigences, laissent peu de chance au maintien de la Roténone dans le cadre européen. Il est donc important et urgent de préciser au mieux l'intérêt des pyrèthres naturels présents ou à venir, dans l'optique de leur homologation.



MALADIES DU BOIS ET ALTERNATIVES À L'ARSENITE DE SODIUM

Contexte

Les maladies du bois de la vigne ont toujours préoccupé les viticulteurs car elles provoquent la destruction de la souche et mettent en péril leur outil de production. Trois principales maladies sont observées dans le vignoble : l'Eutypiose, l'Esca et le Black Dead Arm. Les deux dernières étaient contrôlées jusqu'en novembre 2001 par l'utilisation de l'arsénite de sodium. Sa suppression inquiète d'autant plus les viticulteurs qu'aucune méthode de lutte de remplacement ne leur a été proposée.

La difficulté à proposer des méthodes de lutte à court terme et respectueuses de l'environnement est liée à plusieurs facteurs, notamment à une mauvaise connaissance des maladies, à un désintérêt des firmes phytosanitaires pour proposer des molécules spécifiques, et à la durée d'expérimentation trop longue pour mettre en évidence leur efficacité. Notre objectif est d'apporter de nouvelles connaissances sur ces maladies et de trouver des méthodes de lutte qui doivent être respectueuses de l'environnement et économiquement acceptables.

Amélioration des connaissances sur les maladies du bois

Le cycle biologique – Phaeoconiella chlamydospora, champignon pionnier de l'esca, est capable de contaminer les greffés-soudés lors de leur élaboration en pépinières. La plaie d'ébournage semble être une voie de pénétration du champignon dans la plante.

Dans le vignoble, des essais ont été mis en place pour identifier les voies de pénétration de *Phaeoacremonium aleophilum* et de *Botryosphaeria* spp. Les plaies d'ébournage ne semblent pas être une voie de pénétration de *P. aleophilum* dans la plante. Plusieurs autres voies de pénétration sont

actuellement testées : les plaies de taille âgées, les plaies pétiolaires...

Une meilleure connaissance des symptômes sur la végétation – Un suivi hebdomadaire de parcelles atteintes par les maladies du bois (Esca, Black Dead Arm) permettra de connaître les facteurs climatiques favorables à leur manifestation et de mesurer l'influence du viticulteur sur cette expression. Cette étude, initiée à Nîmes, sera élargie à d'autres unités : Beaune, Bordeaux et Colmar. Les résultats ne seront disponibles que dans plusieurs années.

Les méthodes de lutte

Le criblage de produits biologiques : les Trichoderma

Treize souches de *Trichoderma* (3 *harzianum*, 10 *atroviride*) provenant de cinq sociétés ont été testées à l'égard des champignons du bois. Les tests sont réalisés selon la méthode des confrontations qui consiste à mettre les deux protagonistes sur un même milieu de culture. Des différences sont notées entre les souches de *Trichoderma* à l'égard d'un même protagoniste et pour une même souche de *Trichoderma* des réponses différentes selon les protagonistes. Ces tests ont permis de sélectionner de bons candidats pour pouvoir contrôler le développement de la majorité des champignons du bois, plus particulièrement ceux de l'esca et du Black Dead Arm

La production de plants sains en pépinières : le traitement à l'eau chaude

Le traitement à l'eau chaude réalisé sur les greffés-soudés, inoculés, puis stratifiés à l'eau et élevés au champ pendant sept mois, n'a pas permis d'éradiquer les champignons pionniers de l'esca. Les résultats sont contradictoires avec ceux obtenus précédemment. Cette méthode ne semble donc pas donner de résultats fiables pour l'éradication des champignons de l'esca lorsqu'elle

est appliquée sur des plants après élevage au champ.

La lutte curative : les injections

Ces essais mis en place par les unités de Beaune, Colmar, Gaillac et Nîmes en automne 2001 sont une transposition d'une méthode curative de lutte utilisée en arboriculture en Nouvelle-Zélande. La technique consiste à injecter dans les troncs atteints d'esca ou d'eutypiose des spécialités à base d'IBS, de l'acide 2 hydroxybenzoïque et du *Trichoderma*. Les IBS n'ont aucune action curative à l'égard de l'esca et de l'eutypiose. Concernant le *Trichoderma* et l'acide 2-hydroxybenzoïque, il est difficile de tirer une conclusion définitive sur leur efficacité à l'égard de l'esca du fait de la trop faible expression des symptômes en 2003 dans certaines régions viticoles.

Les axes prévus pour 2004 concernent :

- la poursuite des travaux déjà engagés sur l'amélioration des connaissances des maladies du bois (identification du cycle biologique, identification des causes de la fluctuation des symptômes)
- l'évaluation de l'efficacité des *Trichoderma* et de fongicides, sélectionnés au laboratoire, à l'égard de *Phaeomoniella chlamydospora* et d'*Eutypa lata* au niveau des plaies de taille
- l'évaluation de l'efficacité de produits éradiquant les sources d'inoculum



Axe stratégique
n° 5

METHODES ALTERNATIVES A LA LUTTE CHIMIQUE

- Lutte biologique contre les acariens phytophages
- Remplacement du cuivre en viticulture biologique
- Lutte biologique contre *Scaphoïdeus titanus*
- Les antagonistes naturels des insectes ravageurs de la vigne
- Validation technico-économique de la Production Intégrée



ECOLUTTE

En préambule

Nombreux sont les exemples qui nous prouvent que la langue française est richement pourvue en vocabulaire. Viticulture durable, production intégrée, viticulture raisonnée, autant de vocables pour faire référence, semble-t-il, au système de production défini depuis un certain temps déjà par l'O.I.L.B de la manière suivante : systèmes de production économiquement viable de raisin de qualité, donnant priorité à des méthodes écologiquement plus sûres, minimisant les effets non intentionnels indésirables et l'utilisation des produits phytopharmaceutiques afin d'améliorer la protection de l'environnement et la santé humaine.

Si tout le monde s'accorde, bien évidemment, sur les objectifs à atteindre, il convient de reconnaître que les moyens techniques mis à la disposition de la profession pour y parvenir ne sont pas aussi pléthoriques que le laisserait imaginer l'abondance des qualificatifs en usage et qu'il subsiste même à l'heure actuelle, un certain nombre d'impasses techniques.

En conséquence, ITV France poursuit, en collaboration avec d'autres organismes, ses travaux selon une démarche analytique qui inclut les projets rattachés suivants :

- * lutte biologique contre les acariens phytophages
- * remplacement du cuivre en viticulture biologique
- * lutte biologique contre *Scaphoïdeus titanus*
- * les antagonistes naturels des insectes ravageurs de la vigne

mais aussi en suivant une démarche synthétique qui comprend le projet :

- * validation technico-économique de la Production Intégrée

Ces investigations sont menées afin d'être en mesure, à terme, de proposer à la profession des systèmes de production compatibles avec les exigences actuelles de la société. Quelques impasses techniques non encore abordées demeurent, il en résulte des priorités pour la communauté scientifique et technique, comme par exemple, l'alternative à la désinfection chimique des sols viticoles ou bien la lutte biologique contre les ravageurs occasionnels dont certains pourraient changer de statut si leur rôle dans la vection des virus de l'enroulement s'avère significatif.

*GILLES SENTENAC
Responsable axe stratégique
ITV France - Unité de Beaune*

VOS CONTACTS

LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES ACARIENS PHYTOPHAGES DE LA VIGNE

G. SENTENAC, ITV France - Unité de Beaune, *Chef de projet*

collaboration

S. KREITER ET M.S. GARCIN, ENSA-M/INRA Montpellier

T. COULON, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort

E. SERRANO, ITV France - Unité de Gaillac

B. RUELLE, SRPV Montpellier

M.S. GARCIN, ENSA-M - Centre de transfert

ALTERNATIVES AU CUIVRE EN VITICULTURE BIOLOGIQUE

B. MOLOT, ITV France - Unité de Nimes-Rodilhan, *Chef de projet*

Collaboration

M. JONIS, ITAB

M. CHOVELON, GRAB

L. DELIÈRE, INRA

H. JOULAIN, GDDV

N. CONSTANT, AIVB

LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LA CICADELLE DE LA FLAVESCENCE DOREE «*SCAPHOIDEUS TITANUS*»

J.C. LAURENT, ITV France - Unité d'Orange, *Chef de projet*

collaboration

M. BLANC, ITV France - Unité d'Orange

LES ANTAGONISTES NATURELS DES INSECTES RAVAGEURS DE LA VIGNE

G. SENTENAC, ITV France - Unité de Beaune, *Chef de projet*

collaboration

C. VILLEMANT, MNHN Paris

G. DELVARE, CIRAD Montpellier

P. KUNTZMANN, ITV France - Unité de Colmar

D. LANTHIOME, ITV France - Antenne de Segonzac

M. MARTINEZ, INRA-AGRO Montpellier

R. SFORZA, USDA-ARS Montpellier

D. THIERY, INRA Bordeaux

VALIDATION TECHNICO-ÉCONOMIQUE DE LA PRODUCTION INTEGREE DANS LA FILIERE VITICOLE AQUITAINE

TH. COULON, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort, *Chef de projet*

collaboration

F. HUGUENIOT, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort

O. GRAND, CA 33 - **J.F. MAZEIRAUD**, CA 47 - **C. WILHEM**, CA 24

R. LAPORTE, CA 40 - **D. VERGNES**, CA 64

M. DESCOTIS, **D. LANTHIOME**, ITV France - Unité de Segonzac

L. DUMAS-LATTAQUE, CA 17 - **L. DUQUESNE**, CA 16

J. PAILLER, **B. DEL'HOMME**, ENITA Bordeaux

Au vu de ces résultats, des études sur la résistance de *T. pyri* et d' *A. andersoni* aux insecticides neurotoxiques ont été menées avec l'ENSA de Montpellier. Une résistance prononcée de certaines populations de *T. pyri* et d' *A. andersoni* à la lambda-cyhalothrine et au chlorpyrifos-éthyl été effectivement mise en évidence.

Sur l'ensemble des facteurs étudiés pouvant influencer sur les densités de typhlodromes (historique des insecticides, famille des insecticides réalisés en cours de saison, cépages), aucun ne semble discriminant envers les populations.

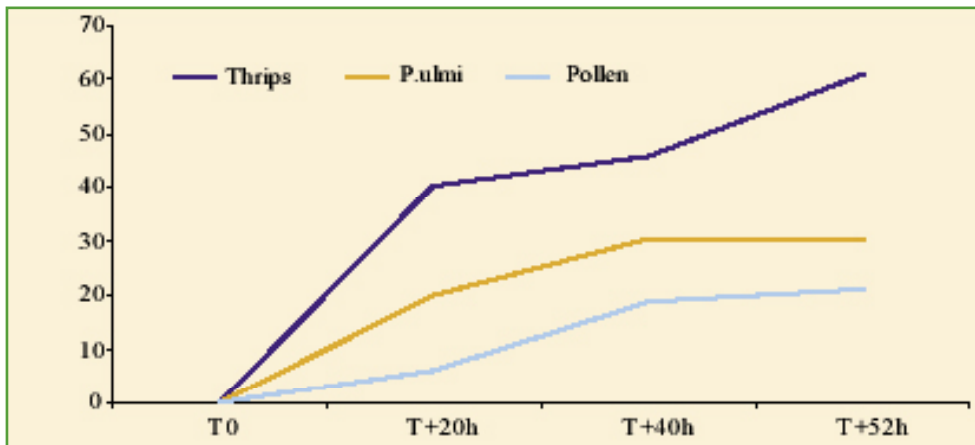
En 2003, la canicule a fortement pénalisée les populations de typhlodromes. Sur l'ensemble des parcelles, les suivis montrent

des chutes spectaculaires des densités courant juillet. Cependant, les fortes chaleurs n'ont pas entraîné la disparition totale des typhlodromes. Des prélèvements effectués en septembre/octobre montrent un taux d'occupation des parcelles en forte progression par rapport au mois d'août.

***T. pyri* , prédateur polyphage**

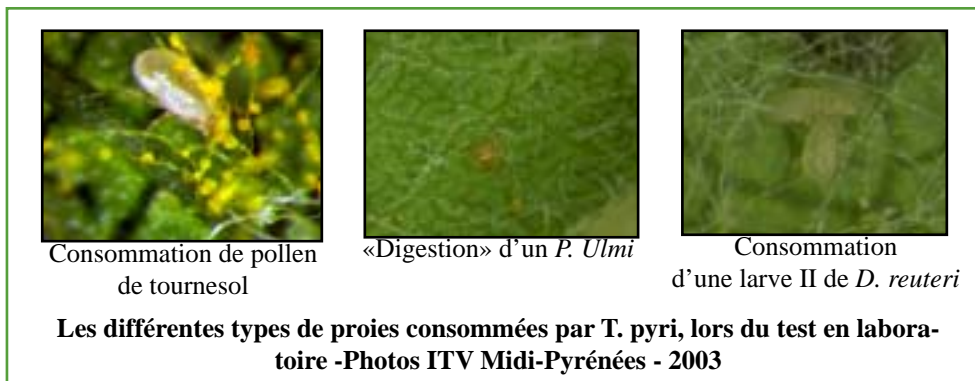
Des essais en laboratoire ont mis en évidence une prédation des thrips par les typhlodromes en milieu confiné. Plusieurs types de nourriture : pollen de tournesol, acarien rouge *Panonychus ulmi* , larve de thrips de la vigne *Drepanothrips reuteri*, sont proposés à *T. pyri*. Les larves de *D. reuteri* se révèlent être systématiquement une proie préférée par *T. pyri*.

Evolution du pourcentage d'individus ou de grains de pollen consommés par les typhlodromes au cours du temps - Deux typhlodromes sont mis en présence de 3 types de nourriture -



Au vignoble, des suivis de populations de thrips de la vigne ont été menés en parallèle des bilans faunistiques. Les parcelles avec

une population importante de typhlodromes ne présentaient généralement pas de problème de thrips.



Perspectives

La connaissance des effets non intentionnels des produits phytopharmaceutiques sur *T. pyri* et *K. aberrans* est à l'origine d'une amélioration significative de la situation faunistique du vignoble. Cette action est à poursuivre.

La régulation des thrips par *T. pyri* sera évaluée au champ, en région Midi-Pyrénées. Des essais de lutte biologique par inoculation seront mis en place.

A présent la résistance de certaines populations de *T. pyri* et d' *A. andersoni* à la

lambda-cyhalothrine et au chlorpyrifos-éthyl est clairement démontrée. Il convient dès lors, après avoir défini une dose discriminante pour chaque molécule, d'apprécier sa répartition au sein du vignoble.

Cette adaptation des Phytoseiidae aux contraintes culturelles particulières doit être utilisée afin de limiter les traitements acaricides, toutefois il ne faut pas se tromper d'objectifs : pour respecter les auxiliaires dans leur grande majorité et de ne pas perturber les équilibres biologiques, il serait préférable de disposer, en plus grand nombre, de spécialités phytosanitaires sélectives et d'alternatives à la lutte chimique.

ALTERNATIVES AU CUIVRE EN VITICULTURE BIOLOGIQUE ETUDE DE LA RESISTANCE AU LESSIVAGE DE 2 FORMULATIONS CUPRIQUES

Contexte

La récente limitation des apports cupriques en viticulture biologique se heurte actuellement à l'absence de solutions alternatives. Les travaux conduits par ITV France dans le cadre de la commission viticole de l'ITAB ont donc, depuis 2001, été recentrés sur la limitation des doses de cuivre utilisables.

Le cuivre étant actif vis à vis de la germination des spores après dissolution par l'eau de pluie, il s'agit de définir un compromis entre résistance au lessivage et disponibilité du cuivre. Les essais ont mis en évidence l'intérêt de certaines formulations d'hydroxyde de cuivre (Héliocuire, Champ Flo, Champ DP, Kocide 2000) permettant pour un moindre apport de cuivre d'assurer une efficacité comparable à celle de la bouillie bordelaise.

Les essais de réduction de doses ont porté en 2002 sur une fourchette de 400 à 1500g/ha de cuivre et ont permis de montrer qu'il était raisonnablement envisageable d'utiliser des doses de 600-800g/ha de cuivre par traitement, mais les conditions météorologiques n'ont toutefois pas permis de définir précisément la hauteur de pluie justifiant le renouvellement de la protection.

En 2003 les essais au champ ont été doublés par des tests sous simulateur de pluie, afin de pouvoir étudier précisément le processus de lessivage.

Ce simulateur, développé par le Laboratoire d'études des Interactions Sol-Agrosystème-Hydrosystème (ORSTOM, IRD, ENSAM,

INRA), présente la particularité de générer des gouttes de pluie dont la taille et l'énergie cinétique sont statistiquement représentatives des pluies habituelles en zone méridionale. Il est piloté par un programme informatique permettant de moduler hauteur, durée et intensité de la pluie.

Les tests ont été conduits avec Héliocuire et Bouillie Bordelaise Dispers.

Ils ont permis d'une part de constater des différences significatives de lessivage entre les deux spécialités commerciales, mais surtout de démontrer que la hauteur de pluie cumulée est le facteur explicatif majeur du lessivage, lessivage dont la quasi-totalité a lieu dès les 5 premiers mm de la pluie et qui devient très faible au-delà, même avec des hauteurs d'eau allant jusqu'à 50mm.

Intensité et répartition des pluies semblent sans effet sur le phénomène tout comme un délai de 7 jours entre traitement et pluie. Environ 40% du cuivre apporté reste présent sur les feuilles quelles que soient les hauteurs d'eau expérimentées et il est donc clair qu'une optimisation des doses de Cu/ha passe nécessairement par la mise au point de formulations libérant beaucoup plus progressivement le cuivre.

L'expérimentation a permis de proposer un modèle, statistiquement très robuste, du lessivage en fonction de la pluie, modèle qui permet de situer le seuil théorique de renouvellement de l'Héliocuire utilisé à 600g/ha entre 15 et 20mm de pluie.

LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LA CICADELLE DE LA FLAVESCENCE DORÉE «*SCAPHOIDEUS TITANUS*»

Contexte

Après la phase de prospection réalisée par l'INRA en 2001 et 2002 aux USA, ayant permis l'introduction en France à l'INRA d'Antibes, de plusieurs parasitoïdes (Cf. CRAP 2001-2002), la phase d'expérimentation et d'étude de l'adaptation de cette entomofaune s'est poursuivie au laboratoire, mais également au vignoble sous cage « insect-proof », dans le cadre des premiers tests pratiques.

Actions conduites

Elles se sont déroulées selon quatre axes principaux :

- mise au point des premiers élevages expérimentaux en laboratoire, pour l'ensemble de l'entomofaune introduite en France
- tentative de multiplication de *Lonchodryinus flavus* en cage Semi-Field (insect-proof)
- prospections régionales pour tenter de trouver de l'entomofaune indigène
- poursuite de l'étude sur la dynamique d'évolution de l'hôte : *Scaphoideus titanus* ; pour pouvoir corréler au mieux, le stade de l'hôte, aux exigences du ou des parasitoïdes à lâcher, déterminés parallèlement par les observations au cours de leur élevage

Résultats

Concernant les hyménoptères dryinides :

- l'espèce *Lonchodryinus flavus* étudiée aussi bien en laboratoire que sous cage à Pontevès dans le haut Var, présente un comportement difficile à analyser, notamment au niveau de l'émergence de l'adulte à partir du cocon, car un faible pourcentage de celle-ci a pu avoir lieu, aussi bien au laboratoire que sous cage au vignoble. Il n'est pas exclu que ce constat soit

lié pour partie à un cycle bisannuel

- la deuxième espèce, *Gonatopus peculiaris*, dont le suivi reste localisé au laboratoire, ne présente pas, contrairement à *L. flavus*, de difficultés en terme de reproduction, notamment au niveau de la diapause, qui dans ce cas, ne semble pas obligatoire. La succession des générations, sans baisse de température, est donc possible. Cette espèce est aptère, mais semble-t-il dotée d'un « tempérament » agressif, elle est en effet, aussi bien prédatrice que parasite. Elle est polyphage à l'encontre de plusieurs espèces de Cicadelles
- une espèce indigène *Gonatopus clavipes* a pu être localisée en Languedoc, sur plusieurs sites. Une première évaluation montrerait qu'un taux de parasitisme de 15 % ait pu être atteint en 2003

En ce qui concerne les hyménoptères parasitoïdes oophages introduits en France, il s'avère que des émergences d'adultes ont été constatées à partir des « œufs sentinelles ». Il s'agit de Mymaridae du genre *Polynema* et Trichogrammatidae du genre *Oligosita*. La présence d'une diapause obligatoire entraîne une inertie dans les élevages. Il est donc actuellement délicat de préjuger quelle sera l'issue de ces élevages.

Les Pipunculidae (diptères) ne laissent que très peu d'espoir. Les expérimentations les concernant seront probablement arrêtées dès 2004.

L'étude de la dynamique de l'évolution des larves et de l'adulte de l'hôte, a été poursuivie en Provence et en Midi-Pyrénées. Les résultats obtenus en Provence et présentés à titre d'exemple dans le graphique suivant, permettent de constater que l'évolution est identique à celle décrite en 2002 (Cf. CRAP

2001-2002), excepté une précocité plus forte en 2003, dès l'apparition du stade L4, sous l'effet de la canicule. Ainsi, les adultes étaient visibles dès fin juin, soit environ 10 jours plus tôt qu'en 2002. Les mêmes travaux conduits en Midi-Pyrénées ont été fortement perturbés par une chute brutale des populations, liée à un orage de grêle le 13 juin 2003. Il ressort une nouvelle fois, que le stade phénologique –début nouaison- correspond au début de l'apparition des larves L3, larves âgées d'environ un mois, aptes théoriquement à transmettre la phytoplasme. Il semblerait également que *G. peculiaris* s'attaque de préférence au stade âgé de *S. titanus*, donc L3 et plus, ce qui présenterait le début nouaison, comme phase charnière.

Perspectives - Conclusions

Dans l'avenir immédiat, les points prioritaires sur lesquels les travaux doivent être poursuivis, sont les suivants :

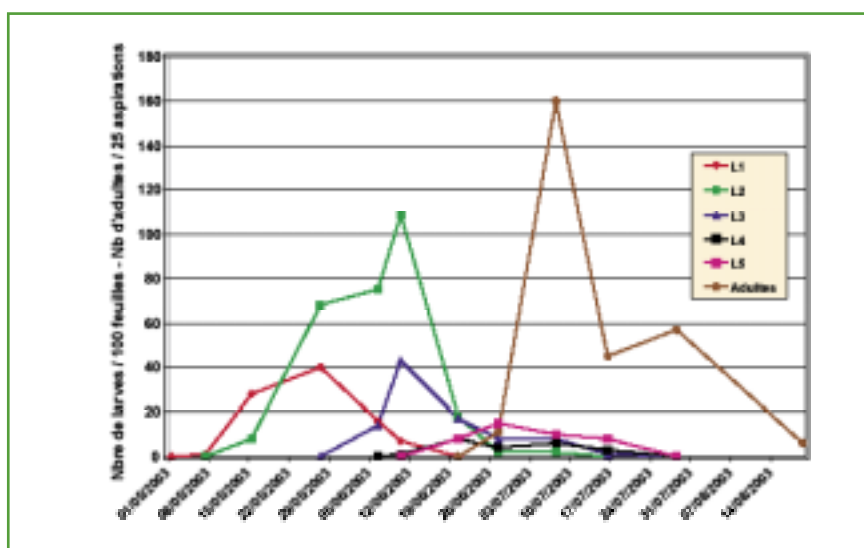
- étudier les principales caractéristiques biologiques de *G. peculiaris* en laboratoire et en cage insect-proof (fécondité, longévité, parasitisme, prédation, spécificité) afin de disposer de tous les éléments nécessaires à la prise de décision de lâcher ou non de cet auxiliaire au vignoble, pour tester son efficacité, tout en évaluant son innocuité pour l'environnement et en particulier les espèces autochtones de Cicadelles. Notons cependant que ce

risque devrait être limité, compte-tenu du fait que les adultes de *G. peculiaris* sont aptères, donc à priori, peu mobiles

- évaluer sur le terrain, une deuxième année, le parasitisme indigène de *S. titanus* par les espèces locales de *Gonatopus* en Languedoc et autres régions de France. Etablir un élevage conséquent avec *G. clavipes*, afin de réaliser une étude comparative sous cage avec *G. peculiaris*
- continuer les élevages de *L. flavus* et des hyménoptères parasitoïdes oophages actuellement conservés en diapause, afin de conserver toutes les chances d'en sauver une souche viable au laboratoire ou en cage insect-proof
- poursuivre les observations sur la dynamique de l'évolution de l'hôte, en resserrant les cadences, de la préfloraison à la fin nouaison, afin d'évaluer le plus précisément possible, le stade phénologique de la vigne, le plus pertinent en vue des futurs lâchers.

Publication

La lutte biologique contre la Cicadelle vectrice de la Flavescence dorée – PHYTOMA – LDV n° 565 – novembre 2003.



LES ANTAGONISTES NATURELS DES INSECTES RAVAGEURS DE LA VIGNE

CONTEXTE

La protection intégrée privilégie les méthodes de lutte biologique, éco-éthologique, agronomique, ... Pour celles qui sont actuellement à l'usage, ces méthodes sont pertinentes et performantes mais spécifiques et n'ont donc pas d'effet direct sur les populations de cicadelle verte des grillures, de cochenilles ou encore de pyrale. Comme il n'existe pas à l'heure actuelle d'alternative à la lutte chimique contre ces ravageurs, les professionnels bien que convaincus de l'intérêt de la mise en pratique de la protection intégrée peuvent être amenés quelques fois à utiliser des insecticides à large spectre d'action, au profil éco-toxicologique peu favorable pour la plupart, et pouvant donc rompre certains équilibres biologiques.

Afin de palier à cette carence, il convient, en préambule à toute étude de faisabilité de lutte biologique, d'identifier les prédateurs et les parasitoïdes associés à la vigne et d'évaluer leur rôle respectif dans la régulation des populations d'insectes phytophages.

ACTIVITÉS MENÉES DANS LE CADRE DU PROJET EN 2003

Régulation naturelle des populations d'*Empoasca vitis* Goethe, la cicadelle verte des grillures :

Les captures d'adultes de cicadelles réalisées au moyen des pièges jaunes englués présentent des effectifs inférieurs à ceux obtenus en 2002, supérieurs à ceux obtenus en 2001. Le nombre de captures n'est pas plus important sur les sites situés à proximité des zones d'hibernation. L'identification suite aux différents prélèvements de cicadelle verte sur vigne a confirmé l'espèce *Empoasca vitis*. Celle-ci a également été

identifiée sur sureau. En G1, les populations larvaires d'*E. vitis* n'ont pas atteint le seuil de traitement, ce fut néanmoins le cas en G2 sur le site de la Combe Brûlée et du Clos des Epeneaux. En l'absence d'intervention insecticide, si aucune dépréciation qualitative de la vendange n'a été constatée (seuil de traitement probablement trop sévère), quantitativement, avec des rendements de 15 à 35 hl/ha, la situation est tout autre. Ce constat concerne l'ensemble de la Bourgogne, donc indépendant du niveau des populations larvaires, son origine est à mettre sur le compte de l'échaudage des grappes exposées au sud suite à la période caniculaire des premiers jours du mois d'août. Les températures du mois de juillet, avec des valeurs de la deuxième décennie supérieures aux valeurs normales de 5 °C, sont également à l'origine d'une forte mortalité des larves de cicadelles vertes. Il n'y a pas de corrélation significative entre le cumul des larves dénombrées en G1 et en G2, entre les effectifs capturés et les densités foliaires maximales observées in situ.

La durée d'incubation des œufs d'*E. vitis* est comprise entre 11 et 13 jours à 24 °C, à cette même température, 21 à 22 jours sont nécessaires pour obtenir un adulte à partir d'une larve néonate. Les premières captures d'*Anagrus* sp ont eu lieu le 17 avril, à partir de fin mai ces dernières s'intensifient.

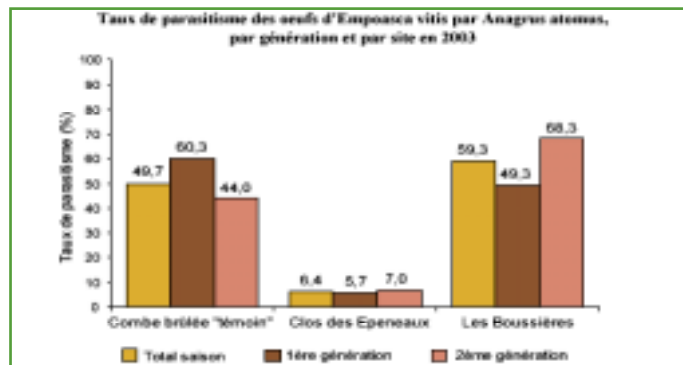
142 femelles de Mymaridae sur les 151 obtenues au moyen des éclosoirs type « cicadelle » ont fait l'objet d'une identification :

<i>Anagrus atomus</i> linné :	71,9 %
<i>Anagrus incarnatosimilis</i> Soyka :	6,3 %
<i>Anagrus avalae</i> Soyka :	0 %
<i>Anagrus ustulatus</i> Haliday :	1,4 %
<i>Stethynium triclavatum</i> Enock :	19,7 %
<i>Dicopus</i> sp.:	0,7 %

Anagrus atomus est encore une fois le parasitoïde oophage majeur d'*E. vitis*, même

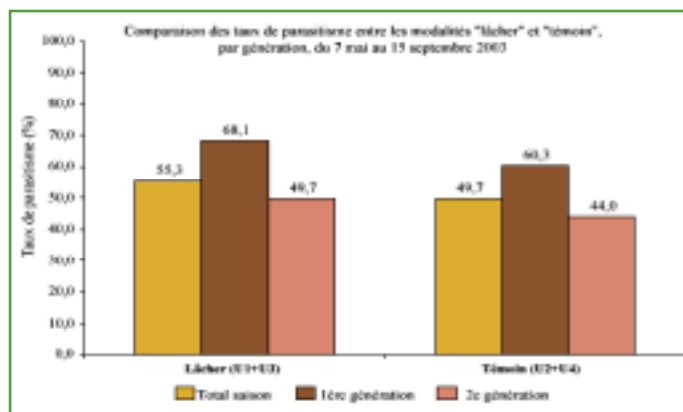
si cette année, *Stethynium triclavatum* présente une activité non négligeable sur le site des Boussières durant le mois de juillet. Le genre *Dicopus* représenté par un seul exemplaire a été identifié pour la première fois. Le taux de parasitisme observé en 2003 atteint les valeurs de 6 % au Clos des Epeaux, 50 % à la Combe Brûlée, 60 % aux

Boussières (Cf. figure n°1), il est quasiment identique à celui mis en évidence en 2002 et ce malgré les conditions climatiques pour le moins exceptionnelles. Les taux de parasitisme élevés s'observent sur les sites qui présentent les deux caractéristiques suivantes : importante quantité d'œufs pondus et proximité des zones réservoirs.



Depuis la campagne 2000, le site de la Combe Brûlée présente une population larvaire de deuxième génération systématiquement supérieure à 150 formes immatures pour 100 feuilles (seuil : 50 fi / 100 feuilles), malgré un taux de parasitisme des œufs non négligeable. Nous avons entrepris un essai de lutte biologique par augmentation

en réalisant dix lâchers successifs apportant chaque fois l'équivalent de 268 *Anagrus atomus* par lâcher et par hectare. Ces apports répétés au vignoble ne semblent pas avoir eu pour conséquence d'augmenter le parasitisme des œufs d'*E. vitis* comme l'indique la figure n°2.



Cette année, les *Pipunculidae* et les *Dryinidae* sont à l'origine d'un parasitisme larvaire respectivement de 7% et de 1,4 %.

Les antagonistes naturels des cochenilles

Les études ont encore porté sur les quatre espèces de cochenilles suivantes : *Parthenolecanium corni* (Bouché), *Pulvinaria vitis* Linné, *Phenacoccus aceris* (Signoret) et *Heliococcus bohemicus* Sulc.

P. corni : Les parasitoïdes larvaires et nymphaux de cette cochenille, identifiés ces quatre dernières années, sont indiqués dans le tableau n° 1. Il n'y a pas eu de nouvelle espèce déterminée durant cette campagne. Sur larve de deuxième stade, au printemps, selon les régions et les sites : deux en Alsace et deux en Bourgogne, le taux de parasitisme varie de 13,7 à 73,6 %. Les parasitoïdes majeurs peuvent appartenir à l'espèce *Blastothrix longipennis* ou à l'espèce *Metaphycus insidiosus*. Les femelles

sont parasitées à hauteur de 1 à 89,6 %, par *B. longipennis*, *Blastothrix britannica*, *M. insidiosus* et dans une moindre mesure par *Coccophagus lycimnia*, *Coccophagus semicircularis* et *Cheiloneurus claviger*. En période estivale, le parasitisme des larves ne s'extériorise pas, ou très faiblement : moins de 1 % des larves sont visuellement parasitées. Les systématiciens n'étant pas tous unanimes sur la pertinence des critères retenus pour identifier les différentes espèces de *Blastothrix*, en particulier le rapport longueur/largeur du scape, l'hypothèse que

nous avons une seule et même espèce qui parasite *P. corni* n'est pas exclue, cette espèce serait *B. longipennis*.

P. aceris : sur le seul site d'étude localisé en Alsace (Berheim), 15,8 % des larves sont parasitées principalement par *Anagyrus schoenherri*, dans une moindre mesure par *Leptomastidea bifasciata* et *Prochiloneurus bolivari*. Les femelles n'ont pas fait l'objet d'observation car devenues introuvables pour une raison qui n'a pas encore été clairement identifiée.

Tableau 1 : les Hyménoptères parasitoïdes des cochenilles identifiés de 2000 à 2003

Familles	Espèces	Hôtes	Régions d'observation
Encyrtidae	<i>Metaphycus insidiosus</i> (Mercet)	<i>P. corni</i> <i>P. vitis</i>	Alsace, Bourgogne, Languedoc Alsace, Bourgogne
	<i>Metaphycus punctipes</i> (Dalman)	<i>P. corni</i>	Alsace
	<i>Metaphycus dispar</i> (Mercet)	<i>P. corni</i>	Languedoc
	<i>Blastothrix longipennis</i> (Howard)	<i>P. corni</i>	Alsace, Bourgogne, Languedoc
	<i>Blastothrix hungarica</i> Erdős	<i>P. corni</i>	Alsace, Bourgogne
	<i>Blastothrix britannica</i> Girault	<i>P. corni</i>	Alsace, Bourgogne
	<i>Anagyrus schoenherri</i> (Westwood)	<i>P. aceris</i>	Alsace
	<i>Mycroterys chalcostomus</i> (Dalman)	<i>P. aceris</i>	Alsace
	<i>Ericydnus sipylus</i> (Walker)	<i>P. bohemicus</i>	Bourgogne
	<i>Anagyrus szodensis</i> Erdős	<i>H. bohemicus</i>	Bourgogne
	<i>Anagyrus</i> sp.	<i>H. bohemicus</i>	Bourgogne
	<i>Leptomastidea bifasciata</i> Mayr	<i>H. bohemicus</i> <i>P. aceris</i>	Bourgogne Alsace
	<i>Aphycus apicalis</i> (Dalman)	<i>H. bohemicus</i>	Bourgogne
	<i>Prochiloneurus bolivari</i> (Mercet)	<i>H. bohemicus</i>	Bourgogne
	<i>Cheiloneurus claviger</i> (Thompson)	<i>P. corni</i>	Alsace
	<i>Eusemion cornigerum</i> (Walker)	<i>P. corni</i>	Bourgogne
Aphelinidae	<i>Coccophagus lycimnia</i> (Walker)	<i>P. corni</i>	Alsace, Bourgogne, Languedoc
	<i>Coccophagus semicircularis</i> (Förster)	<i>P. corni</i> <i>P. vitis</i>	Bourgogne Alsace, Bourgogne
	<i>Encarsia lutea</i> (Masi)	<i>P. corni</i>	Bourgogne
Megaspilidae	<i>Conostigmus fasciatipennis</i> Kieffer <i>Conostigmus</i> sp.	<i>H. bohemicus</i>	Bourgogne
Platygastridae	<i>Allotropa mecrida</i> (Walker) <i>Allotropa</i> sp	<i>H. bohemicus</i>	Bourgogne
Pteromalidae	<i>Pachyneuron muscarum</i> (Linnaeus)	<i>H. bohemicus</i> <i>P. aceris</i> <i>P. corni</i>	Bourgogne Alsace Alsace
Signiphoridae	<i>Chartocerus subaenus</i> (Förster)	<i>H. bohemicus</i>	Bourgogne

P. vitis : 61 femelles de *P. vitis* ont été prélevées sur trois sites bourguignons, 40,9 % d'entre elles sont parasitées par *Coccophagus semicircularis*. Il a même été retrouvé dans certains ovisacs des pupes d'où ont émergé des diptères non encore identifiés.

H. bohemicus : la situation rencontrée sur quatre sites bourguignons est la suivante : au printemps, le pourcentage de larves et femelles parasitées varie de 39,9 à 67,1 %, celui des femelles en «oviposition» de 34,4 à 59,2 %, celui des larves L2 en août de 1 à 5 %. Au printemps, *Anagyrus szodensis* est le parasitoïde majeur, accompagné de *Leptomastidea bifasciata*, *Ericydnus sipylus*, *Aphicus apicalis*, *Allotropa* sp. et *Conostigmus* sp.; par la suite, la régulation naturelle est à mettre sur le compte de l'activité de *E. sipylus* qui peut être parfois secondé ou hyperparasité par un représentant de la famille des Megaspilidae, par *Chartocerus subaenus* ou par *Prochiloneurus bolivari*.

Les parasitoïdes larvaires des tordeuses *Sparganothis pilleriana* Denis et Schiffermuller, *Eupoecilia ambiguella* (Hubner), *Lobesia botrana* (Denis et Schiffermuller) et *Argyrotaenia pulchellana* Haw

Les parasitoïdes associés aux tordeuses sont nombreux : 36 espèces réparties en 9 familles comme l'indique le tableau II. Le taux de parasitisme des larves de *S. pilleriana* atteint une valeur moyenne de 19,4 % en Bourgogne et de 15,6 % en Alsace, à partir d'un échantillon respectif de 340 et 147 chenilles. *Diadegma fenestralis* est une nouvelle fois le parasitoïde majeur sauf en Alsace.

Les chenilles de *Cochylis* et d'Eudémis de première génération sont parasitées essentiellement par *Campoplex capitator*, de 5 à 16 % pour les premières citées, de 0 à 21 % pour les secondes. Ces données concernent les régions de Bourgogne et des Charentes, en Alsace les taux de parasitisme ne dépassent pas les 2 %.

Sur le site de Migron (Charente maritime), les larves de deuxième génération d'eudémis sont parasitées à hauteur de 7,5 % par *Campoplex capitator*.

Perspectives

La faune auxiliaire entomophage associée à la viticulture est à présent mieux connue. Elle participe plus ou moins significativement à la régulation des populations d'insectes phytophages.

Dans certaines situations, l'équilibre rencontré est satisfaisant pour le viticulteur, la lutte biologique par conservation semble être la voie à suivre.

Par contre, pour gérer au mieux les situations ou malgré une activité non négligeable des parasitoïdes, le niveau des populations de ravageurs n'est pas acceptable, il convient d'étudier la faisabilité d'une lutte biologique par augmentation.

Cette démarche ne peut bien évidemment voir le jour que si l'élevage de l'auxiliaire est maîtrisé. Il convient de développer au plus tôt des partenariats pour mettre au point d'éventuelles alternatives à la lutte chimique.

Tableau II : les parasitoïdes larvaires et nymphaux des tordeuses en 2001

Parasitoïdes		Hôtes			
famille	espèce	Pyrale	Cochylis	Eudémis	Eulia
Ichneumonidae	<i>Diadegma fenestralis</i> (Holmgren)	A-B	B	C	
	<i>Tranosemella praerogator</i> (Linné)	A-B	A-B	A	A
	<i>Itopectis maculator</i> (Fabricius)	A-B-B*	B		
	<i>Itopectis alternans</i> (Gravenhorst)	A			
	<i>Lycorina triangulifera</i> holmgren	B			
	<i>Campoplex cf capitator</i> (Aubert)		B(cf)-C	B(cf)-C	
	<i>Temelucha interruptor</i> (Gravenhorst)	B			
	<i>Scambus planatus</i> (Hartig)	B			
	<i>Scambus calobata</i> (Gravenhorst)	A			
	<i>Gelis areator</i> (Panzer)				A
	<i>Phytodietus polyzonias</i> (Förster)				A
	<i>Exochus</i> sp.	B			
	<i>Diadegma parvicauda</i> (Thomson)	B			
	<i>Mesochorus unicolor</i> (Thunberg)	B			
	<i>Dicaelotus resplendens</i> (Holmgren)			A*	
	<i>Dicaelotus inflexus</i> (Thomson)			A*	
	<i>Dicaelotus</i> sp.			L-R*	
	<i>Campoplex</i> sp.			L-R*	
	<i>Itopectis</i> sp.	A		A*	A*
	<i>Agrypon anxium</i> (Wesmael)		B		
<i>Triclistus meridiator</i> Aubert			A	A*	
Braconidae	<i>Bassus tumidulus</i> Nees	B			
	Bassus sp			L-R	
	<i>Dolichogenidea sicaria</i> (Marshall)	B			
	<i>Dolichogenidea</i> sp.	A-B			
<i>Apanteles</i> sp. [Microgastrinae]	B				
Eulophidae	<i>Colpoclypeus florus</i> (Walker)	A-B			A
Elasmidae	<i>Elasmus nudus</i> (Nees)	A-B			
Bethylidae	<i>Goniozus claripennis</i> (Förster)	B			
Torymidae	<i>Monodontomerus aerus</i> (Walker)				A*
Pteromalidae	<i>Dibrachys cavus</i> (Walker)			L-R	
	<i>Catolaccus ater</i> (Ratzeburg)	B			
Chalcididae	<i>Brachymeria tibialis</i> (Walker)	B*			
	<i>Hockeria bifasciata</i> Walker			L-R*	
Tachinidae	<i>Phytomytera nigrina</i> (Meigen)		C		
	<i>Pseudoperichaeta nigrolineata</i> (Walker)	A-B-B*			

* : parasitoïde nymphal, A : Alsace, B : Bourgogne, L-R : Languedoc-Roussillon, C : Charentes

VALIDATION TECHNICO-ÉCONOMIQUE DE LA PRODUCTION INTÉGRÉE DANS LA FILIÈRE VITICOLE - VOLET ECONOMIQUE DE L'ETUDE

Contexte

Au cours de l'année 2001, l'ITV et l'ENITA de Bordeaux se concertent et échangent leurs idées quant à la possibilité de constituer un «observatoire sur l'économie de l'exploitation viticole en Production Intégrée» en Aquitaine.

Il s'agit de pouvoir répondre à terme à une double interrogation :

- le système de production intégrée est-il un système viable, durable, capable à la fois de répondre aux attentes professionnelles et sociétales en termes de maîtrise des impacts environnementaux de l'activité viticole, tout en assurant aux viticulteurs un niveau de revenu satisfaisant ?
- comment les viticulteurs s'adaptent-ils concrètement à ce système de production, tant sur le plan technique que sur le plan de l'affectation et de la redistribution progressive des moyens financiers (investissements, rééquilibrage des postes de charges opérationnelles, coûts de main-d'œuvre etc...)

A l'issue de travaux conduits en 2002, une méthode de diagnostic économique est proposée, standardisée, donc relativement facilement applicable et surtout reproductible entre exploitations et millésimes pour ce qui est des charges.

Cependant cette méthode est très globale et il n'est pas aisé d'individualiser précisément ce qui, dans les charges d'exploitation, est directement imputable à la démarche PI.

La saisie initiale des données comptables, insuffisamment détaillée, ne permet pas d'imputation simple (charges liées à la PI ou non).

Appliquée plusieurs années de suite sur les mêmes exploitations, cette méthode, dite «des coûts complets» semble cependant pouvoir nous donner une réponse quant à l'évolution de la rentabilité, donc de la durabilité (financière) de l'entreprise.

Mais il est peu probable que l'application de cette seule méthode permette de dégager précisément un surcoût moyen à l'hectare lié à la PI.

Travaux réalisés dans le cadre du projet en 2003

En 2003, notre objectif est de préciser les possibilités d'améliorer le recueil des données nécessaires à notre analyse. Nous avons donc centré notre travail sur l'amélioration des informations, en terme de comptabilité et de temps de travaux.

La méthode retenue est d'observer et mesurer directement sur un réseau d'exploitations engagées dans une démarche PI. Un schéma de fonctionnement global d'une exploitation viticole (en PI ou non) a été bâti pour aider à l'identification des points influencés de manière claire par la PI. Les données nécessaires identifiées, il reste à progresser en termes de précision et d'homogénéité de l'information. Une grille pour la saisie des temps de travaux a été mise en place.

Après un état des lieux sur la façon dont étaient enregistrées les factures, il nous a paru nécessaire d'élaborer un guide qui aidera les exploitants à aboutir au niveau de précision souhaité pour les besoins de l'étude.

Une implication forte du viticulteur est évidemment nécessaire.

Les différentes améliorations qui ont été apportées au diagnostic économique, à la fois au niveau du temps de travail et de la partie «comptabilité» vont nous permettre de récolter un grand nombre de données plus précises.

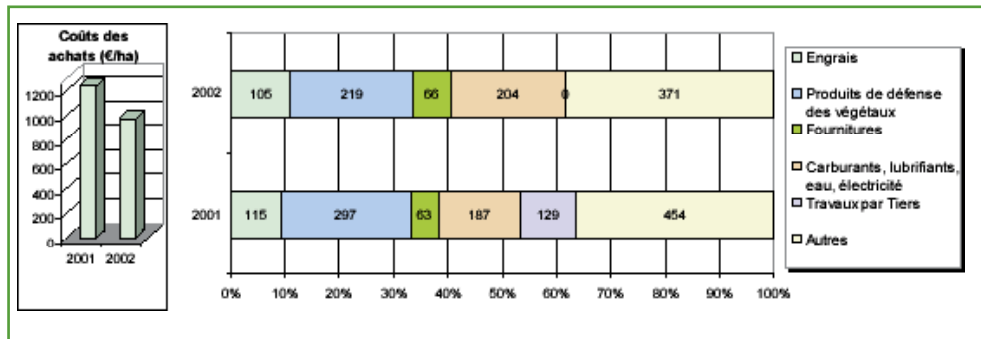
Au cours de cette campagne, notre étude s'appuie sur un réseau de 14 fermes de référence «PI» dont 12 en Aquitaine et 2 en Charentes.

L'APPLICATION DES OUTILS D'EVALUATION ECONOMIQUE AUX FERMES DU RESEAU EN 2003

Evaluation individuelle par exploitation

La figure 1 présente à titre d'exemple la composition des achats obtenus par l'approche en «coûts complets» sur une exploitation pour les années comptables 2001 et 2002.

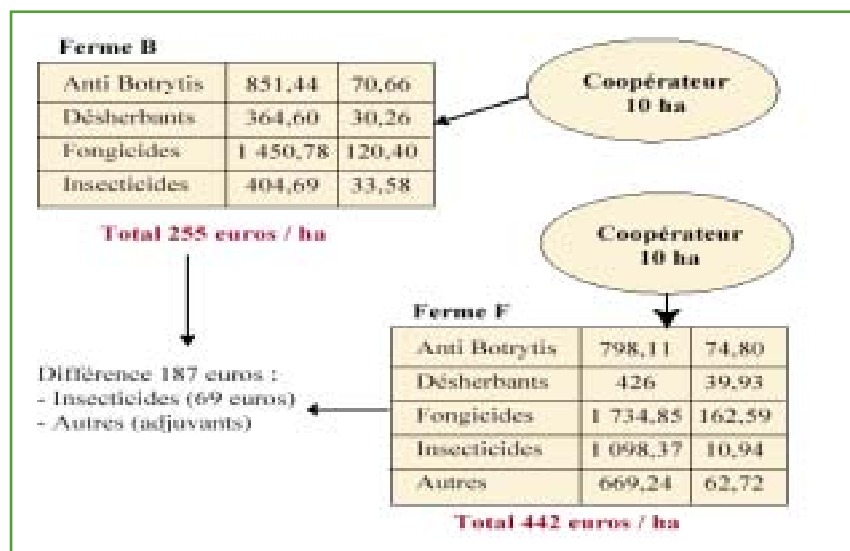
Figure 1 : analyse détaillée du centre «Vigne en production» pour les achats Exploitation B - comptabilités 2001 et 2002



De tels diagrammes, bien que déjà relativement détaillés, résument une information en réalité plus complexe, qu'il nous faut affiner pour mieux comprendre les niveaux de coûts atteints. Le tableau 1 précise à titre d'exemple les coûts d'intrants phytosanitaires

mis en œuvre par deux fermes B et F. Bien que de caractéristiques proches (surface – vignobles génériques – coopération ...), ces deux exploitations présentent des niveaux de charges «phyto» variant pratiquement du simple au double.

Coûts détaillés des produits phytosanitaires pour les fermes B et F en 2002



Derrière ces coûts, se situent les choix techniques des viticulteurs, plus ou moins optimisés sur un plan économique.

Une séance de travail avec chaque exploitant permet de relier l'expression comptable (le coût) au choix technique effectué, et à l'amont à la motivation du vigneron, à ses contraintes d'organisation de chantier, etc ...

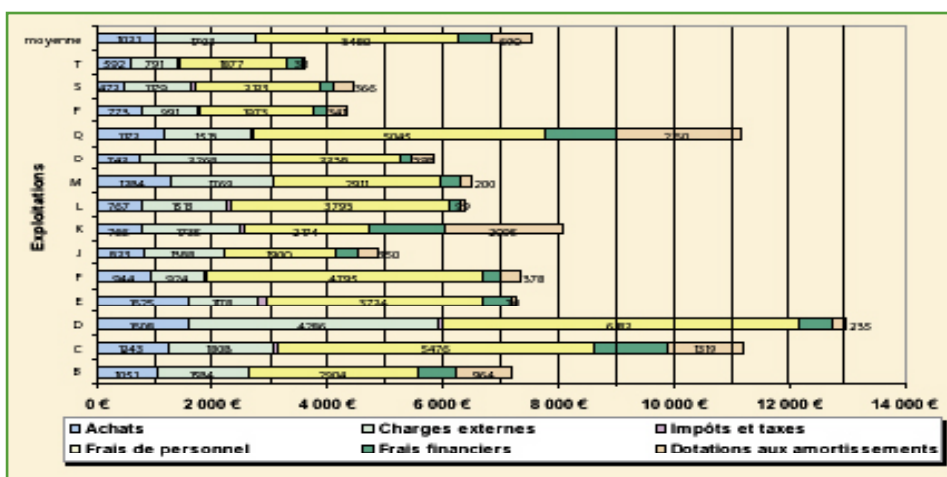
Résultats compilés sur l'ensemble des 14 fermes de référence évaluées en 2003 - (sur l'exercice 2002)

Coûts du centre «Vigne en production»

Notre étude confirme en 2003 les écarts importants de coûts déjà constatés en 2002. Entre les extrêmes obtenus sur le réseau, le coût total du centre vignes varie de 3 576,28 €/ha à 12 990,07 €/ha soit un différentiel de 1 à 3,5.

La figure 2 détaille les résultats obtenus pour chaque ferme de référence.

Figure 2 : Coûts du centre vignes sur les différentes fermes du réseau en 2002 (ITV 2003)



4 fermes présentent des coûts faibles, inférieures à 5000 €/ha. Il s'agit d'exploitations familiales bien installées, dont le vignoble est aisément mécanisable, le matériel bien amorti sur des surfaces conséquentes.

A l'inverse, 3 exploitations présentent des coûts élevés, supérieurs à 10 000 €/ha, pour des raisons spécifiques dans chaque cas :

- endettement lié à une installation récente
- faible surface pour amortir les investissements lourds
- fermage élevé
- charge de personnel élevée...

Sur l'ensemble des fermes du réseau, les frais de personnel représentent la part essentielle des coûts (46 % du coût économique – charges supplétives incluses). Ce pourcentage élevé justifie bien l'attention que nous souhaitons porter aux temps de

travaux effectués sur les exploitations étudiées.

Analyse détaillée des postes de charge et des résultats financiers des exploitations : des résultats très globaux qui restent à «éclater»

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 de coûts liées strictement à la démarche PI ne peuvent pas ressortir de manière évidente dans l'analyse effectuée.

Elles restent à identifier à partir de la campagne prochaine en s'appuyant sur les outils d'observation plus fins mis au point et proposés aux exploitants du réseau courant 2003.

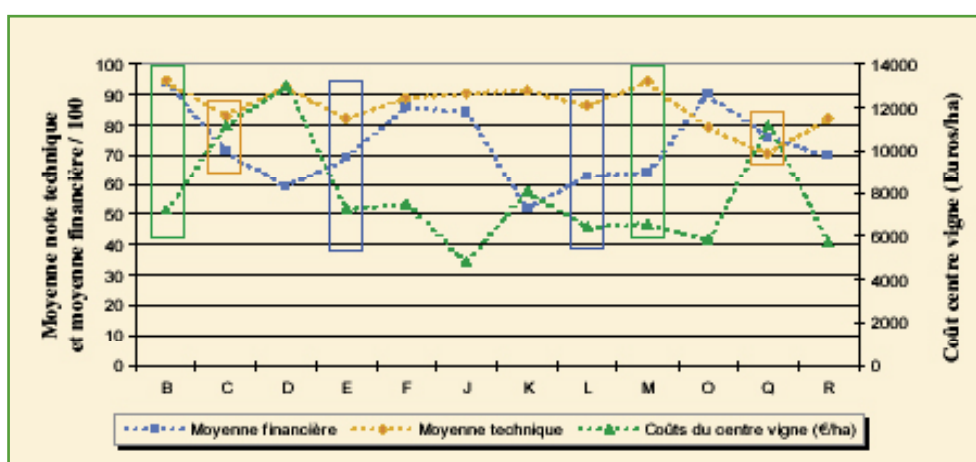
L'analyse des coûts complets et l'analyse financière n'en restent pas moins intéressantes pour évaluer à partir de comparaisons inter-annuelles la viabilité économique des entreprises dans le moyen ou le long terme.

Confrontations des indicateurs financiers, des coûts et du niveau technique de l'exploitation

Y a-t-il un lien entre les indicateurs finan-

ciers, les coûts du centre vigne en production et le niveau d'atteinte des objectifs en PI (représenté par la moyenne des notes obtenues lors du diagnostic technique) ? Nous présentons les résultats obtenus pour la campagne 2002, sur 12 fermes de référence.

Figure 3 : position relative des indicateurs financiers, des coûts du centre vigne et niveaux techniques par exploitations en 2002



Les résultats techniques sont d'un bon niveau (seule la ferme Q n'atteint pas 80 % des objectifs minimum PI). Nous avons vu que le niveau des coûts du centre vigne est variable selon les exploitations. La ferme B, qui est la plus avancée dans la démarche, présente un coût du centre vigne faible. Les fermes F, J et M sont dans le même cas. A contrario, la ferme qui a la moyenne technique la plus faible (ferme Q) a un niveau de coût élevé (seconde position avec 11 000 €/ha).

Il n'y a pas de liens évidents entre le niveau d'atteinte des objectifs PI et les niveaux de coûts de production du centre vigne.

On peut remarquer en revanche que plus la moyenne financière est élevée, plus le niveau de coût est faible sur les fermes B, F, J et O. La ferme D, qui a le niveau de coût le plus élevé, a un niveau financier plutôt faible.

Conclusion - Perspectives

Si on veut répondre à la question « combien coûte en plus (ou en moins) la mise en place de la démarche PI ? », il faut de nombreuses données quantitatives (coûts) mais aussi qualitatives (choix du viticulteur à l'origine des coûts).

Il s'agit maintenant de stabiliser notre méthode élargie afin de récupérer le maximum d'informations. Nous pourrions alors davantage cibler sur les résultats qui nous intéressent.

Certains viticulteurs, même s'ils sont minoritaires, enregistrent déjà leurs factures avec le niveau de précision nécessaire. Il semble donc que la mise en place d'une « traçabilité comptable » adaptée par rapport à nos besoins d'information soit réalisable.

De même, la grille pour la récupération des temps de travaux, soumise aux exploitants en fin de campagne, semble pouvoir être acceptée.

Il est cependant encore trop tôt pour juger si les outils mis en œuvre répondront complètement aux objectifs fixés.

En effet, d'ors et déjà, il apparaît que la grande variabilité des coûts constatée est davantage liée à d'autres postes de charges que ceux directement influencés par la démarche PI, en particulier les choix de gestion patrimoniale, financière, d'investissement etc... de l'exploitant.

Nous espérons cependant, surtout en ce qui concerne la main d'œuvre et les intrants, aboutir à des résultats significatifs.

Enfin, les outils du diagnostic économique mis en place s'avèrent intéressants pour :

- comprendre les fonctionnements des entreprises
- dégager des points d'optimisation technico-économique pour chaque exploitation
- développer une pédagogie de progression auprès de chaque exploitant, lui permettant de réaliser un auto-diagnostic sur son entreprise et de se fixer ensuite de nouveaux objectifs, aidé par le conseiller de son choix

Et où en est-on sur le volet technique de notre étude ?

Après quatre années d'observations et de construction d'outils d'accompagnement à la mise en œuvre de la PI et d'évaluation des pratiques de l'exploitation, nous pouvons considérer disposer des supports et résultats permettant déjà d'optimiser une démarche d'évolution progressive de l'exploitation viticole vers une production intégrée de raisins. Cependant, nous constatons de façon générale qu'après une première phase d'évolution rapide, les exploitants semblent être confrontés, sur certains points techniques, à des difficultés qui limitent leur progression dans la dernière phase d'atteinte de la totalité des objectifs fixés par le référentiel PI et ce pour la partie « engagements » qui correspond à la définition minimum de la déclinaison pratique de la PI.

En 2004, nous effectuerons donc un état plus précis de cette problématique technique et des solutions susceptibles d'être proposées pour dépasser les difficultés constatées.

Parmi celles ci, la mise en place d'une traçabilité correcte devrait se voir facilitée grâce au support apporté par une grille finalisée dont la publication interviendrait à l'occasion de Vinitech 2004.



Axe stratégique
n° 6

CREATION D'OUTILS D'AIDE A LA DECISION

- Etude et validation de modèles de prévision des risques mildiou, oïdium, black-rot, *botrytis*
- Polymorphisme génétique de *Botrytis cinerea*
- Evaluation de l'importance des contaminations primaires et secondaires dans le développement épidémique du mildiou de la vigne
- Validation de I PHY en viticulture : choix des produits phytosanitaires / évaluation des programmes de traitements (application PhytoChoix) - Impacts environnementaux



VITIDECID

Loin, loin, loin, ...

Les outils d'aide à la décision, objets de l'axe stratégique VITIDECID, procèdent semble t il d'un éternel recommencement :

- * les arguments qu'il faut développer pour étayer les choix de protection sont **loin** d'être parfaits, tout le monde en est bien conscient. Malgré ce, l'impératif de production se traduit bien souvent par son corollaire au niveau de la protection : la lutte d'assurance dans bien des cas reste un mal nécessaire, et c'est le contraire de l'adage bien connu «dans le doute, ne t'abstiens pas ... de traiter», qui le plus souvent et à juste titre, reste de mise

Dans ce contexte, complété par le décor d'une pression **loin** d'être négligeable de la part des consommateurs et de la société citadine dans son ensemble, on réalise que chaque étape, qui semble être acquise au temps T, peut s'avérer obsolète l'instant d'après. C'est le cas de nos travaux actuels, modélisation et prévision du risque d'épidémie d'une part, qui sont à l'origine des interrogations puis des investigations actuelles sur l'épidémiologie du mildiou, version analyse génétique des populations : voilà bien une maladie, certes toujours redoutable, dont nous pensions avoir compris le déterminisme du développement. C'était même sans doute la maladie la mieux connue comparée à l'oïdium voire au botrytis, pour lesquels des pans entiers du développement restent plus qu'obscurs. Il n'en est rien : les premiers résultats des investigations génétiques viennent tout chambouler et posent à l'heure actuelle plus de questions qu'ils n'apportent de réponse, au point que des moyens humains et financiers sont à nouveau mobilisés pour relancer une collaboration plus fondamentale dans un partenariat avec l'INRA ce thème de l'épidémiologie du mildiou. Il en va de même sur le sujet de l'optimisation des doses de traitement dont l'objectif vise à évaluer les conditions d'une possible réduction de l'intrant phytosanitaire par une qualité de pulvérisation maîtrisée, une pression parasitaire correctement évaluée (modélisation), pour aboutir à une hypothétique adéquation entre la dose de matière actives appliquées par hectare et celle réellement nécessaire par cm² de végétation à protéger.

Sur ces sujets aussi, nous devons reconnaître que les modèles de prévision de risque d'épidémies ne sont pas parfaits; ils ne le seront sans doute jamais totalement et sans attendre une hypothétique et «sacro-sainte» validation, il nous revient dans ce contexte :

- * de proposer une organisation - validation permanente et en temps réel – qui permette d'ores et déjà d'exploiter les apports positifs de ces techniques
- * de proposer des éléments d'évaluation – sondage d'opinion auprès des utilisateurs – adaptés au caractère spécifique de cette méthode, qui n'est plus tout à fait ni de l'expérimentation ni de l'exploitation en routine
- * d'optimiser le transfert de ces informations, pour la mettre à disposition du décideur avec un maximum de précision sans l'enjoliver ni la dénaturer. Les systèmes d'information géographique semblent ainsi être l'outil adapté pour apporter au plan local une information intégrée dans son contexte global, répondant ainsi au souci de production intégrée

Par ailleurs enfin alors que nous pensions avoir accompli un réel progrès en intégrant la composante végétal – surface foliaire totale – dans la détermination de l'efficacité d'un traitement, force est de constater, après quatre années d'études, que nos méthodes de diagnostic et d'échantillonnage de cette SFT, que nous pensions maîtrisées et acquises, doivent être entièrement repensées si l'on veut à terme pouvoir intégrer cette composante dans la pratique des traitements.

Bref, le projet VITIDECID est **loin** d'être terminé....

MARC RAYNAL
Responsable axe stratégique
ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort

VOS CONTACTS

ETUDE ET VALIDATION DE MODÈLES DE PRÉVISIONS DES RISQUES MILDIOU, OIDIUM ET BLACK-ROT

M. RAYNAL, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort, *Chef de projet*

collaboration

E. SERRANO, ITV France - Unité de Gaillac

V. VIGUÈS, Station régionale ITV Midi-Pyrénées

T. COULON, **M. VERGNES**, **M. ANNERAUD**, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort

M. GENETIER, ITV France - Unité d'Angers

B. MOLOT, ITV France - Unité de Nimes-Rodilhan

D. LANTHIOME, ITV France - Unité de Segonzac

POLYMORPHISME GÉNÉTIQUE

M. COARER, ITV France - Unité de Nantes-Vertou, *Chef de projet*

VARIABILITÉ GÉNÉTIQUE DE PLASMOPARA VITICOLA : CONTRIBUTION RELATIVE DES CONTAMINATIONS PRIMAIRES ET SECONDAIRES DANS LE DÉVELOPPEMENT DES ÉPIDÉMIES DE MILDIOU

M. RAYNAL, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort, *Chef de projet*

collaboration

M. VERGNES, **M. ANNERAUD**, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort

M. GENETIER, ITV France - Unité d'Angers

E. SERRANO, ITV France - Unité de Gaillac

M. COARER, ITV France - Unité de Nantes-Vertou

D. GOBIN - **C. GESSLER**, Institut Fédéral Suisse de Technologie, Zürich, Suisse

VALIDATION DE I PHY EN VITICULTURE CHOIX DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES / ÉVALUATION DES PRO- GRAMMES DE TRAITEMENTS (APPLICATION PHYTOCHOIX) - IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

P. KUNTZMANN, ITV France - Unité de Colmar, *Chef de projet*

collaboration

T. COULON, ITV France - Unité de Bordeaux-Blanquefort

G. SENTENAC, ITV France - Unité de Baune

E. SERRANO, ITV France - Unité de Gaillac

E. CHANTELOT, **B. MOLOT**, ITV France - Unité de Nimes-Rodilhan

M. BLANC, ITV France - Unité d'Orange

C. VERNET, ITV France - Unité de Montpellier-Grabels

P. GIRARDIN, **M. THIOULET**, INRA

C. BOCKSTALLER, ARAA

D. MONCOMBLE, **A. DESCOTES**, CIVC

P. HARDY, CDB

O. JACQUET, GDA Vaucluse

ÉTUDE ET VALIDATION DE MODÈLES DE PRÉVISION DES RISQUES MILDIOU, OIDIUM ET BLACK-ROT

RAPPEL DES OBJECTIFS ET DU CONTEXTE

L'objectif est de mettre au point des outils d'aide à la décision de traitements contre l'ensemble du complexe parasitaire concernant le vignoble. Les principales maladies visées dans le cadre de notre étude sont le mildiou, le black-rot et l'oïdium. Les modèles étudiés à Bordeaux, Gaillac, Nîmes, Angers et Cognac sont les «Potentiels Systèmes», élaborés par S. STRIZYK (SESMA). L'aboutissement de ce travail d'évaluation des risques doit conduire à traiter mieux, si possible moins.

DEMARCHE GENERALE

Le support essentiel des travaux conduits sur la modélisation est constitué par un réseau de parcelles de références non traitées, sur lesquelles un suivi régulier des développements épidémiques est effectué. Ces observations servent à valider les modèles ainsi que les stratégies de traitements développées en cours de saison. Elles permettent d'établir un référentiel représentatif des dates de contamination et des niveaux d'attaque, données nécessaires à l'amélioration des modèles. Ces observations communiquées chaque semaine aux différents partenaires du réseau expérimental, permettent à l'utilisateur final d'apprécier la validité de l'information qui lui est adressée. Ce système d'information assure donc en temps réel la transparence de la démarche de validation vis à vis de l'utilisateur final.

ACTIVITES MENEES DANS LE CADRE DU PROJET EN 2003

Coordination nationale

L'organisation nationale mise en place depuis la campagne 2000 a pour objectifs

de valoriser les acquis sur nos travaux de modélisation, de garantir, sous réserve du respect du cahier des charges établi par l'ITV, l'accès de tout vignoble aux modèles, de coordonner les méthodes et garantir la transparence de la démarche pour l'ensemble des utilisateurs de la filière.

Cette organisation est concrétisée par des conventions de fonctionnement entre ITV France et la SESMA d'une part, les relais régionaux que sont les stations ITV d'Aquitaine, Midi Pyrénées, Rhône méditerranée, Val de Loire et Poitou Charentes d'autres part, et enfin des conventions de mise à disposition de ces outils auprès des chambres d'agriculture qui assurent l'exploitation des informations et la diffusion auprès des viticulteurs. Des conventions de partenariat sont ainsi établies avec les Pyrénées Atlantiques, la Charente, de la Charente Maritime, et depuis la campagne 2003, les chambres de l'Aude, de l'Hérault, du Gard, et de l'Ardèche ont rejoint cette démarche pour accéder au modèle mildiou.

A terme, l'organisation mise en place vise à ce que les informations délivrées par les modèles soient accessibles à tout moment par le biais de serveurs régionaux, alimentés et animés par techniciens et professionnels locaux.

Collaboration européenne

Les travaux conduits avec nos voisins européens (Suisse, Allemagne, Italie) se sont concrétisés en 2003 dans le cadre du projet «GENOMILD». Le financement d'un poste chercheur, détaché auprès des équipes de l'INRA de Bordeaux, permet de reprendre, sous l'angle de la variabilité génétique des populations de mildiou, les études épidémiologiques sur cette maladie du mildiou, afin de mieux comprendre les causes et conditions favorables à son expression (cf. le compte rendu projet à ce sujet).

Les modèles «Potentiel Système» en 2003

Le modèle mildiou reste toujours utilisé sous deux versions différentes :

- à Nîmes, la version utilisée sur toute la région Rhône méditerranée reste celle de 1997, la plus apte selon l'expertise locale à décrire l'apparition des premiers foyers
- sur les autres centres ITV d'Angers, Gaillac, Bordeaux, et Cognac, la version 2003 actualisée pour tenir compte des observations des campagnes antérieures (dont les résultats récents sur la variabilité génétique font partie intégrante) est adoptée et son interprétation à la lumière de ces éléments épidémiologiques nouveaux donne une exploitation jugée satisfaisante

Ce modèle mildiou est jugé pertinent; il propose une bonne gestion des risques sur la saison et autorise un raisonnement efficace de la protection sur les vignobles où il est exploité, malgré un contexte climatique complètement atypique du fait de la canicule estivale exceptionnelle. Il convient cependant de noter que les griefs habituels, décalages parfois constatés dans la détection des premiers symptômes ou défauts d'évaluation de la gravité des attaques, le plus souvent surévaluées en cours de campagne, persistent.

En Rhône Méditerranée, l'expertise habituelle reste de rigueur : la version 2003, malgré toute l'attention particulière qui lui a été portée pour mieux cibler les prémices épidémiques, délivre toujours des simulations en retard par rapport aux observations des tous premiers symptômes.

L'importance de ces premières manifestations reste discutée entre le concepteur du modèle et l'expert local chargé de la validation de l'outil. Le débat porte essentiellement sur la lecture et l'analyse faite de l'installation de la maladie sur le vignoble.

Souhaitons simplement que le développement actuel du projet Génomild puisse apporter dans un avenir proche des réponses claires à cette question posée par les modèles EPI puis Potentiel Système depuis le début des années 1980. Dans cette

attente, il faut retenir que le modèle est un bon indicateur des fortes contaminations responsables des évolutions significatives des attaques au vignoble et qu'à ce titre il permet de gérer la protection avec une relativement bonne efficacité. Nul doute ne doit cependant persister que le modèle pourra être amélioré dans les années à venir pour apporter une description encore plus pertinente des risques.

Modèle «Potentiel Système Oïdium»

Comme au cours des années antérieures, la pression globale de l'oïdium est dans l'ensemble modérée sur les différents vignobles, exceptés sur quelques secteurs très localisés sur lesquels les attaques se sont révélés moyennes à fortes. Chacune des régions sur lesquelles le modèle a été étudié présente ainsi un secteur plus fortement touché; c'est le cas du Bergeracois en Aquitaine, de Condom et Lavilledieu en midi Pyrénées, du secteur est de la Touraine et des Coteaux du Vendômois en Val de Loire.

En dehors de ces secteurs particuliers, le modèle a globalement donné une surestimation du risque dès le début de la campagne anticipant souvent tant l'époque que la gravité des premières attaques. L'estimation quantitative des dégâts en fin de saison notamment reste à perfectionner. Le modèle reste ainsi un outil de tendance. Même sous cette forme imparfaite, il apporte tout de même des éléments de réflexion pour le raisonnement de la lutte contre cette maladie, en dehors desquels aucune piste de réflexion n'est proposée par ailleurs, hormis l'application d'une lutte d'assurance systématique.

Modèle «Potentiel Système black-rot»

Comme les années passées, le modèle black rot reste stable et performant, tant dans la détection des premières contaminations et dans l'estimation de leur relative innocuité en terme de risque pour la récolte, que pour des contaminations plus importantes en cours de saison : l'ensemble des régions sur lesquelles le modèle est travaillé observe le bon comportement du modèle sur une campagne 2003 marquée par une nette recrudescence de la maladie qui avait quasiment disparue des vignobles depuis plusieurs millésimes.

On observe cependant, fait nouveau qui mé-

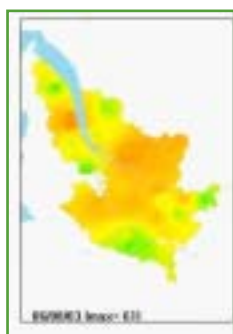
rite d'être souligné, que le modèle a parfois sous-estimé la gravité des attaques sur certains secteurs de vignobles surtout localisés en façade Atlantique (Val de Loire et Aquitaine). Le phénomène inverse est repéré en Midi Pyrénées où excepté sur le Gaillacois, les expérimentateurs relèvent une tendance du modèle à surévaluer les dégâts.

A l'inverse du modèle oïdium, certes plus récent, les stratégies proposées par le modèle Black rot ne sont pas mises en défaut depuis maintenant plus d'une décennie dans le cadre des programmes de lutte raisonnée contre cette maladie.

CONCLUSION - PERSPECTIVES

La coordination proposée sur le thème de la modélisation par l'ITV se développe dans

Exemple d'application 1 : comparaison des données calculées du modèle 2003 avec les observations terrain le 6 août 2003



Fréquence théorique d'attaque (FTA) simulée par le modèle Pot. Syst. Mildiou le 06.08.03.

Sur cet exemple de comparaison Modèle / Observation terrain, on relève des similitudes sur les foyers de l'Ouest Entre-Deux-Mers et de Pauillac, et la surestimation spatiale du modèle à cette date.

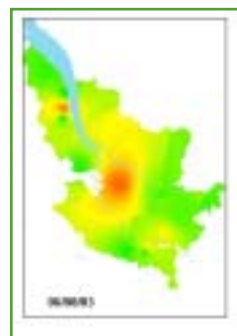
De même, au cours de l'année 2003, avons nous élaboré un questionnaire d'évaluation dont l'objectif est de mesurer par sondage auprès de nos partenaires et utilisateurs des modèles, le degré de satisfaction quant à la performance des modèles et à l'organisation de travail qui leur est proposée.

Reconduit chaque année auprès des opérateurs, ce sondage d'opinion devrait permettre d'apporter une contribution positive dans la mesure des progrès, accomplis ou non, dans la mise au point de cet outil de

les différents vignobles de France. Les modèles y sont peu à peu corrigés et adaptés et font en parallèle l'objet d'une exploitation plus large pour l'animation des réseaux de lutte raisonnée, via le relais des techniciens viticoles des chambres d'agriculture ou privés qui sont associés à nos travaux.

Nos travaux sur la mise au point d'un système d'information géographique (SIG) sont maintenant bien engagés et les premiers résultats d'exploitation de ces cartes de risque en temps réel sur le Bordelais en 2003 nous incitent à poursuivre dans cette voie qui mérite d'être développée.

Dans l'attente d'un premier bilan qui sera évoqué à l'issue de la campagne 2004, la figure ci-dessous illustre le type d'application obtenu en Gironde en 2003.



Intensité d'attaque observée (IAO) due au mildiou sur témoins non traités le 06.08.03

prévision des risques.

L'année 2003 marque ainsi le point de départ de cette évaluation nouvelle : avec 97 questionnaires relevés auprès de viticulteurs (75 %) et techniciens (19%), on note sur les vignobles de Midi Pyrénées, d'Aquitaine et de Cognac, que les modèles mildiou, black rot et oïdium sont jugés fiables par respectivement 67 %, 59%, et 52 % des personnes interrogées.

Avec 6.8 traitements réalisés en moyenne contre le mildiou en 2003, 67 % des sondés estiment que le modèle les a conduit à moins traiter et leur a fait économiser une moyenne de 1.2 traitements. Là encore ce résultat positif paraît beaucoup nettement pour le mildiou que pour les deux autres

maladies étudiées.

Malgré ce, on peut observer que 9 % des personnes estiment encore que le modèle les a induits à réaliser trop de traitement, marquant ainsi la marge de progrès possibles.

Ces tendances corroborent les niveaux de fiabilité déterminés par les différents expérimentateurs ITV.

Cette démarche d'évaluation méritera d'être amplifiée dans les années à venir.

POLYMORPHISME GÉNÉTIQUE DE *BOTRYTIS CINEREA*

Contexte

Les études menées depuis plusieurs années sur l'épidémiologie des maladies de la vigne et sur les réponses de celle-ci à ces agressions ont montré l'intérêt, voire la nécessité, d'acquérir des données plus précises sur la structure des populations concernées de manière à pouvoir relier plus efficacement les données et références obtenues. Fort de l'expérience acquise par l'ITV dans ce domaine, la biologie moléculaire s'est imposée comme l'un des outils à développer à cette fin.

L'objectif général de ce projet est donc d'appliquer les techniques de détection et d'identification génétique à l'étude de la diversité génétique de *Botrytis cinerea* à la parcelle, qu'il s'agisse de pourriture grise ou noble, et éventuellement de mettre en évidence des différences entre ces deux types de pourritures ainsi qu'entre populations subissant ou ne subissant pas de traitements phytosanitaires.

Travaux réalisés en 2003

Cinq sites ont été suivis, trois en Pays Nantais (1 biodynamie, 1 conversion et 1 lutte classique) et deux en Anjou (Coteaux du Layon). Des prélèvements ont été effectués à différents stades clefs (feuille, floraison, nouaison, véraison, début récolte, fin récolte) et un peu plus de 70 souches de *Botrytis cinerea* ont été isolées. Pour chacune de ces souches les analyses génétiques suivantes ont été réalisées :

- identification par RAPD (amorces B15 et D03)

- recherche de la présence des éléments transposables *flipper* et *boty*
- recherche de la présence des gènes de l'endopolygalacturonase Bcpg 1, 2, 3, 4, 5 et 6 indispensables à la virulence de *Botrytis*

Les principaux résultats obtenus cette année sont :

- la confirmation de la grande diversité de souches, quelque soit la parcelle étudiée
- l'absence d'identité de souches entre stades pré- et post-véraison
- l'absence de différence notable au niveau de la présence des gènes de l'endopolygalacturonase
- l'absence de différence stable et récurrente entre pourriture noble et pourriture grise

La confirmation de l'existence de populations génétiquement différentes au niveau des éléments transposables *flipper* et *boty* : *Botrytis transposa* (*flipper* et *boty*), *vacuma* (ni *flipper* ni *boty*) et *pseudotransposa* (soit *flipper* soit *boty*), avec des répartitions différentes en fonction des stades végétatifs, des millésimes, des parcelles et des vignobles.

Conclusions – perspectives

Après 3 années d'études, on peut conclure à l'existence d'une diversité permanente et importante, variant en fonction des caractéristiques du terroir (millésime, parcelle, vignoble). Les marqueurs étudiés ne permettent toujours pas :

- de différencier les populations responsables de la pourriture noble de celles liées à la pourriture grise

- de différencier l'impact des différents systèmes de production (lutte classique, conversion, agrobiologie) sur cette diversité
- de caractériser des populations homogènes et pérennes
- de cerner le phénomène de virulence

Les études menées, pour intéressantes qu'elles soient, n'apportant pas de conclusions sous forme de prescription de stratégies de lutte ou de prophylaxie, ni ne permettant d'orienter l'a recherche vers de nouvelles directions, l'année 2004 sera la dernière année d'acquisition de données pour ce projet.

Liste des communications effectuées sur ce thème

Tanguy M.C., Daniel P., Coarer M., Poulard A. (1998) Mise au point d'une technique d'identification génétique de

Botrytis cinerea. Congrès Mondial de l'O.I.V., Lisbonne. *Poster*.

Bredoux M.C., Coarer M., Le Clinche C., Coulon T., Daniel P, (1999) Identification génétique de *Botrytis cinerea* par RAPD : évaluation de la diversité des populations en Pays Nantais et Bordelais. VIème symposium international d'oenologie, Bordeaux. *Poster*.

Coarer M, (1999) Diversité génétique de *Botrytis cinerea*. Colloque ITV France Station Régionale Val de Loire. *Communication orale*.

Coarer M, (2002) Variabilité génétique de *Botrytis cinerea* : résultats en Val de Loire MONDIAVITI. *Communication orale*.

EVALUATION DE L'IMPORTANCE DES CONTAMINATIONS PRIMAIRES ET SECONDAIRES DANS LE DEVELOPPEMENT EPIDEMIQUE DU MILDIOU DE LA VIGNE

Contexte et objectif

Lors d'infestations de *Plasmopara viticola*, les contaminations secondaires sont généralement décrites comme principales responsables du développement de la maladie et l'ensemble des stratégies mises en œuvre pour lutter contre cette maladie découle de ce postulat.

Récemment, des résultats de génétique des populations ont montré qu'il existait une très grande variabilité génotypique dans un vignoble infesté par *P.viticola* et qu'un génotype ne semblait se disperser qu'à proximité immédiate du symptôme d'origine (Gobbin et al., 2003).

Ces résultats suggèrent que des inoculums possédant une grande variabilité génétique sont à l'origine du développement épidémique de la maladie. La forte diversité génétique observée tout au long de la saison végétative de la vigne serait due à une succession de contaminations d'oospores dont le potentiel de germination serait beaucoup plus étalé dans le temps qu'il n'est communément admis.

L'objectif du projet est de mieux appréhender l'impact réel des contaminations primaires et secondaires de manière à améliorer notre compréhension épidémiologique de la maladie.

Travaux réalisés en 2003

En 2003, nous nous sommes attachés à estimer l'importance des oospores du sol dans la contamination « primaire », la distance de migration des infections clonales et l'éventualité d'une migration interne à la plante de *Plasmopara*.

Origine des contaminations « primaires » observées

A Gaillac, deux parcelles identiques et adjacentes, l'une d'elles étant bâchée de manière à éviter toute contamination par les oospores contenues dans le sol, ont été suivies pour contrôler les développements épidémiques primaires et secondaires supposés.

Sur la parcelle bâchée, les prélèvements ont été réalisés sur des demi-lésions afin de laisser une source pour les contaminations secondaires. Sur la parcelle non bâchée chaque lésion observée est immédiatement et entièrement supprimée pour éviter toute contamination secondaire. On observe ainsi l'importance des contaminations primaires tout au long du cycle. Chaque échantillon sera analysé pour relever son empreinte génétique et observer la part relative des contaminations primaires et secondaires dans chacune des deux situations contrôlées.

Du fait des conditions climatiques, la virulence du champignon fût très faible tout au long de la campagne. Contrairement aux hypothèses avancées, l'essai met en évidence une attaque de mildiou sur grappes plus importantes sur la partie bâchée. Ces résultats confirment les observations et prélèvements sur feuilles.

L'absence de pluies en 2003 provoque des niveaux de stress plus importants sur les vignes non bâchées. Cette limitation du stress hydrique s'est caractérisée sur la plante par un développement plus important d'entre cœurs. Ces résultats peuvent expliquer en partie la plus grande sensibilité au mildiou de la modalité bâchée, mais pas la présence plus importante de contaminations en l'absence de contact avec les oospores du sol.

Le caractère atypique du millésime et la très faible pression de la maladie ne permettent pas de conclure de manière satisfaisante. Les 22 échantillons collectés sur les deux modalités devront cependant être analysés afin d'évaluer la part des contaminations primaires et secondaires sur un millésime très sec comme 2003. Les quelques observations sur feuilles et sur grappes posent cependant un certain nombre d'interrogations. Au delà du fait d'un développement plus important de la végétation secondaire, les contaminations plus nombreuses observées sur la partie bâchée sont-elles issues réellement d'oospores ? Si oui, d'où proviennent alors ces oospores ? L'hypothèse de la présence de formes de conservation hivernale du pathogène dans d'autres réservoirs que le sol (bourgeons, bois, ...) peut être avancée.

Distance de migration des infections clonales et éventualité d'une migration interne à la plante de Plasmo-para

A Bordeaux, deux expérimentations ont été conduites. La première a permis de prélever sur des parcelles témoins des sarments fortement atteints par le mildiou. Après découpe en différentes séquences (feuilles, pétioles, entre nœuds,...), l'analyse génétique des échantillons doit permettre de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse d'une migration interne du mildiou. Parallèlement, un dispositif de plantes en pot a été mis en place au centre duquel un génotype identifié a été initialement. L'analyse génétique des différentes lésions observées autour de ce centre doit permettre de mesurer la capacité de migration du mildiou à partir d'une contamination primaire.

A Gaillac, comme à Bordeaux, les analyses génétiques n'ont pas encore été réalisées dans leur ensemble.

Conclusions – perspectives

Suite aux expériences menées en 2003, différentes études seront réalisées afin de tenter de répondre aux questions suivantes :

a) quelle est l'importance des oospores du sol dans les contaminations primaires et secondaires? (reconduction du dispositif bêche/non bêche de Gaillac). Parallèlement,

des essais de contaminations réalisées à partir d'une macération d'organes aériens de la vigne (bourgeons, écorces, sarments prélevés sur des témoins infestés l'année antérieure) pourront être réalisés afin d'évaluer s'il existe des formes de conservation du pathogène autre que les oospores au sol.

b) quel est le potentiel infectieux temporel des oospores ? Des oospores seront récupérées (année N) dès leur formation sur des feuilles atteintes de mildiou mosaïque puis replacées au vignoble (année N +1) en conditions semi-naturelles pour assurer leur maturation. Un suivi de leur capacité à germer sera réalisé jusqu'au mois d'août. (année N+1). Des variantes (broyat au sol, broyat au niveau de la végétation) d'évaluation du potentiel germinatif d'oospores récoltées les années antérieures seront réalisées afin de vérifier la conservation dans le temps et leur capacité à germer tout au long de la saison.

c) quel est le niveau de dispersion du mildiou et quelle est la dynamique spatio-temporelle des génotypes ? (reconduction du dispositif en pot de Bordeaux). Afin de vérifier les hypothèses émises suite aux résultats de D. Gobbin sur la diversité génétique des contaminations primaires et secondaires, différentes parcelles soumises à des pressions épidémiques variées seront étudiées finement. Dans chaque parcelle, le suivi des contaminations sera réalisé au niveau spatial et temporel, d'un point de vue quantitatif (fréquence et intensité de la maladie) et qualitatif (caractérisation génotypique par le panel de microsatellites disponible). Un suivi des conditions environnementales (pratiques culturales, agrométéorologie) sera également réalisé. L'objectif sera d'expliquer la diversité génétique observée pour un type d'épidémie donné (faible épidémie ou épidémie explosive) en relation avec les conditions environnementales.

d) existe-t'il des phénomènes biologiques méconnus susceptibles de modifier notre compréhension des épidémies ?

* formes latentes de mildiou dans la plante ?

* rôle de l'hétérocaryose et de la parasexualité dans la diversité génétique du mildiou

VALIDATION DE I PHY EN VITICULTURE : CHOIX DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES / ÉVALUATION DES PROGRAMMES DE TRAITEMENTS (APPLICATION PHYTOCHOIX) - IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Contexte et objectif

Relativement récent en viticulture, le concept de Production Intégrée indique clairement de privilégier les mécanismes naturels dans le cadre de la lutte contre les parasites et ravageurs de la vigne, de réduire l'usage d'intrants en particulier ceux de nature phytopharmaceutique, en vue de préserver l'environnement et la santé humaine.

Cependant le recours aux produits phytosanitaires est parfois indispensable. Il convient alors de sélectionner ceux présentant le moins de risques pour l'homme, les animaux et l'environnement.

Permettre, en viticulture intégrée, le choix des produits phytosanitaires selon leur impact environnemental en matière de pollution diffuse, évalué en tenant compte des caractéristiques du milieu et des conditions d'application, ainsi que des caractéristiques physico chimiques, toxicologiques et écotoxicologiques des substances actives, et valider ce choix par l'évaluation du programme de traitement, telle est l'ambition de ce projet, dans le cadre de ce concept de viticulture durable.

Travaux réalisés en 2003

Le logiciel PhytoChoix® a été lancé pour le SITEVI en novembre 2003.

Nous avons aussi élaboré une version simplifiée du classement en fonction de l'impact environnemental, sous forme d'une brochure, distribuée gratuitement mais de façon restreinte aux techniciens viticoles. Cette version simplifiée du

classement peut aussi être intégrée dans les guides de préconisations régionaux comme l'a choisi de le faire le CIVC par exemple, en incluant le classement environnemental dans son guide « Viticulture raisonnée et Environnement » du « Vigneron Champenois ».

Cette version 01 de PhytoChoix sera bien sûr revue au courant de l'année 2004, notamment pour tenir compte des retraits et homologations nouvelles, mais aussi pour tenir compte des remarques éventuelles des utilisateurs concernant la forme.

L'accès à chaque nouvelle version se fera gratuitement par téléchargement à partir du site internet d'ITV France.

L'extension de l'application à l'évaluation du programme de traitement est prévue courant 2004, dans le cadre d'un projet commun ITV/CIVC/CTIFL/CETIOM en collaboration avec l'INRA.

Conclusion - perspectives

Les résultats donnés par PhytoChoix, dans des conditions de paramétrage représentatives de l'ensemble du vignoble et des techniques d'application couramment utilisées, indiquant que 80% des spécialités commerciales ont un classement variant selon les conditions d'application et de la parcelle, cela conforte l'idée qu'il est délicat, voire illogique, d'établir des « listes » uniques de produits à conseiller ou à déconseiller. Cela met aussi l'accent sur les pratiques qui doivent permettre de réduire l'impact environnemental des pesticides en matière de pollution

diffuse. Malgré tout, la traduction des résultats en impacts environnementaux n'est pas immédiate et ne pourra se faire qu'au travers de l'articulation avec les autres engagements pris dans le cadre du référentiel de production intégrée de raisins (maîtrise de la pollution ponctuelle par exemple) et pourra être constatée

notamment dans des études conduites sur des bassins versants ; cependant les perspectives d'amélioration du choix et de l'usage des produits phytopharmaceutiques sont réelles grâce à cette application, qui comble une lacune dans ce domaine.



* Logiciel disponible auprès de ITV France, Claudine Fournaud,
domaine de Piquet, route de Ganges - 34790 Grabels
www.itvfrance.com

ÉQUIPEMENTS VITI-VINICOLES



Axe stratégique
n° 7

ÉTUDE DES MATÉRIELS ET PRATIQUES DE PULVÉRISATION

- Maîtrise de la pulvérisation



RÉSOPULVÉ

En préambule

Quel que soit le type de lutte mis en œuvre, l'état sanitaire de la récolte impose depuis toujours l'application de produits phytosanitaires. La prise en compte de l'environnement lors des traitements est une nécessité que personne ne met en doute.

Dans le cadre de la production intégrée, le choix des différents produits ainsi que leur période d'application sont très importants et peu de vignerons le remettent en cause, mais qu'en est-il du choix du pulvérisateur et de son réglage ?

Les essais réalisés en 2003 dans le cadre du projet «Maîtrise de la pulvérisation» ont été sélectionnés afin d'apporter des réponses aux vignerons désireux de progresser dans ces nouvelles techniques.

Le recours à l'utilisation des herbicides de prélevée pour assurer l'entretien des sols viticoles doit être fortement réduit, voire supprimé, dans certaines situations. Cette évolution est nécessaire face aux risques de pollution des eaux superficielles. Parmi les alternatives crédibles, l'enherbement naturel maîtrisé (E.N.M.) fait partie des méthodes applicables. Cette technique consiste à employer, durant la campagne, uniquement des herbicides à action foliaire lorsque la pression d'infestation des mauvaises herbes le nécessite. Divers matériels d'application sont susceptibles de permettre une mise en pratique de l'E.N.M.. Nos travaux antérieurs relatifs à l'intérêt de la pulvérisation centrifuge dans le cas de l'application des herbicides foliaires, ont montré que cette technologie pouvait être adaptée aux conditions des vignes étroites.

Le raisonnement de la pulvérisation impose une maîtrise des pertes et dérives de bouillie, ainsi qu'une bonne homogénéité de répartition de la dose de produit phytosanitaire.

En pulvérisation pneumatique, les rampes avec diffuseurs dans l'interligne, assurant un traitement face par face de chaque rang, ont fait la preuve de leur intérêt. Techniquement performants, ces types de matériel sont toutefois délicats à utiliser dans certaines situations parcellaires. Ces limites, pratiques d'emploi, ont incité les constructeurs à proposer des rampes pneumatiques conservant la technique du traitement face par face de chaque rang mais avec les diffuseurs évoluant au-dessus de la végétation de la vigne.

Ainsi, chaque type d'équipement de la gamme récente de chez BERTHOUD a été testé lors de son développement. Cette gamme d'équipements de cellules pneumatiques pour tracteur enjambeur comprend trois types de matériels. Chacun représente un compromis différent entre précision de l'application et facilité d'utilisation à la vigne.

Le but de l'essai est de comparer dans les mêmes conditions, les trois types de matériels : voûte SITEX, rampe CG, rampe AB MOST. Une voûte dix sorties de la génération précédente est incluse dans l'expérimentation.

CLAUDE VERNET
Responsable axe stratégique
ITV France - Unité de Montpellier-Grabels

VOS CONTACTS

MAÎTRISE DE LA PULVÉRISATION

C. VERNET, ITV France - Unité de Montpellier-Grabels, *Chef de projet*

collaboration

Y. HEINZLÉ, ITV France - Unité de Macon-Davayé
Cemagref

MAITRISE DE LA PULVÉRISATION

Contexte

La pression imposée par la protection de l'environnement, sur les techniques d'application des produits phytosanitaires, ne pourra être maîtrisée que par l'évolution des matériels de traitement. La plupart des constructeurs de matériel de pulvérisation accentuent leurs efforts vers la conception d'appareils plus respectueux de l'environnement.

Les solutions proposées par les constructeurs ont été validées, en vignes étroites, lors de nos expérimentations.

Ainsi, chaque type d'équipement de la gamme récente de chez BERTHOUD a été testé lors de son développement. Cette gamme d'équipements de cellules pneumatiques pour tracteur enjambeur comprend trois types de matériels. Chacun représente un compromis différent entre précision de l'application et facilité d'utilisation à la vigne.

L'objectif de l'étude est de comparer, pour la première fois dans les mêmes conditions, les trois types de matériels : voûte SITEX, rampe CG, rampe AB MOST. Une voûte dix sorties de la génération précédente est incluse dans l'expérimentation. Ces travaux ont été réalisés en collaboration avec la société BERTHOUD, par l'unité ITV de Mâcon-Davayé.

Actuellement, en matière d'entretien des sols, le recours à l'utilisation des herbicides de prélevée doit être fortement réduit, voire supprimé, dans certaines situations. Cette évolution est nécessaire face aux risques de pollution des eaux superficielles. Parmi les alternatives crédibles, l'enherbement naturel maîtrisé (E.N.M.) est une des méthodes applicables. Les travaux antérieurs relatifs à l'intérêt de la pulvérisation centrifuge dans le cas de l'application des herbicides foliaires, ont montré que cette technologie pouvait être adaptée aux conditions des

vignes étroites. Une nouvelle gamme de matériels, d'un concept un peu différent de ceux validés jusqu'à présent, distribuée en Mâconnais par les Établissements LAUPRETRE, a été étudiée par l'unité ITV de Mâcon-Davayé.

Travaux réalisés

Comparaison d'équipements de cellules pneumatiques sur tracteurs enjambeurs

L'évaluation de l'efficacité de la pulvérisation est effectuée selon la méthode ITV. Elle fait appel aux capteurs destinés à recueillir la pulvérisation d'une bouillie cuprique de concentration connue. En couverture générale, de chaque côté du rang, deux étages de capteurs plans sont disposés sur les faces supérieures et inférieures des feuilles, des capteurs représentant chacun trois grains sont mis en place sur les grappes. L'analyse en laboratoire des dépôts de cuivre sur les capteurs permet de quantifier la dose reçue par chacun des sites de piégeage de la pulvérisation.

Voûte SITEX

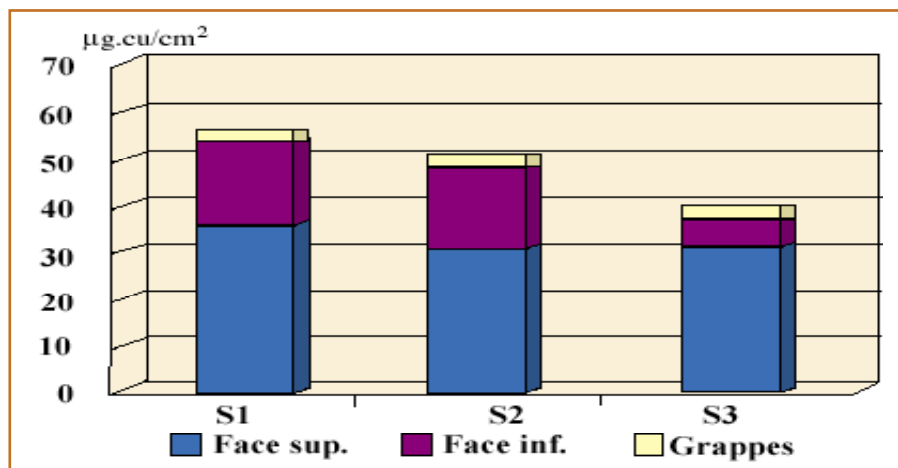
Elle équipe une cellule Speedair montée sur un enjambeur L 760 LOISEAU. Lors de l'essai, ce matériel assure le traitement de 5 rangs par passage.

Trois rangs ont été piégés : le rang enjambé traité face par face par les diffuseurs doubles, le rang adjacent traité sur une seule face par un diffuseur double et le rang suivant traité à l'aller par le diffuseur intermédiaire et au retour par le diffuseur extrême. Dans ces conditions, pour une vitesse d'avancement de 5,67 km/h, le volume de bouillie appliqué à l'hectare est de 119 litres.

Sur la voûte SITEX la disposition des diffuseurs laisse présager une certaine hétérogénéité de traitement. Cet a priori est confirmé

par les résultats expérimentaux comparant les différents rangs. S1 est traité en face par face de proximité, S2 est traité en uniface direct de proximité et S3 est traité en face par face lors d'un aller-retour par des diffuseurs plus éloignés.

La distribution de la dose reçue par côtés de rang image très bien cette diversité. La répartition par étage de végétation montre aussi une hétérogénéité plus accentuée sur S3, notamment pour les faces inférieures des feuilles. Dans cette vigne à expression



végétative limitée, le traitement des grappes est conforme aux prévisions.

de diffuseurs en service au développement de la végétation.

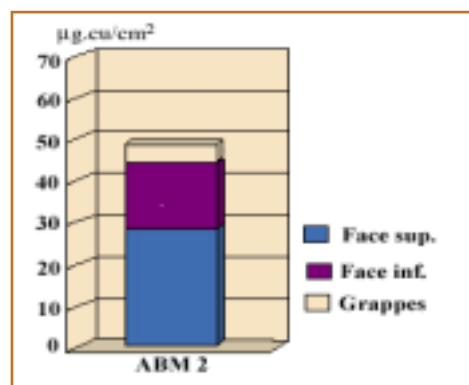
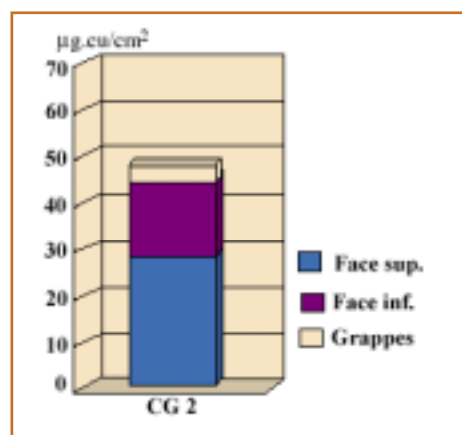
Rampe AB MOST

Elle équipe une cellule Speedair montée sur un enjambeur VN 240 NEW-HOLLAND. Ce matériel assure le traitement face par face de quatre rangs par passage. Un seul rang a été piégé.

Rampe CG

Elle équipe une cellule Supair montée sur un enjambeur 910 T JACQUET. Ce matériel assure le traitement face par face de sept rangs par passage. Un seul rang a été piégé. Dans ces conditions, pour une vitesse d'avancement de 5,29 km/h, le volume

Dans ces conditions, pour une vitesse d'avancement de 4,80 km/h, le volume de bouillie appliqué à l'hectare est de 151 litres. La rampe AB MOST est l'équipement qui privilégie l'homogénéité de répartition de la bouillie. Elle effectue un traitement face par face de chaque rang à l'aide de diffuseurs situés dans l'interligne. Chaque diffuseur assure la couverture d'un volume de végétation similaire. De plus, cette architecture de rampe permet d'adapter le nombre d'étages



de bouillie appliqué à l'hectare est de 134 litres.

La rampe CG, est un intermédiaire entre les deux équipements précédents. Elle effectue un traitement face par face à l'aide de diffuseurs situés au-dessus de la végétation. Tous les rangs sont couverts de manière

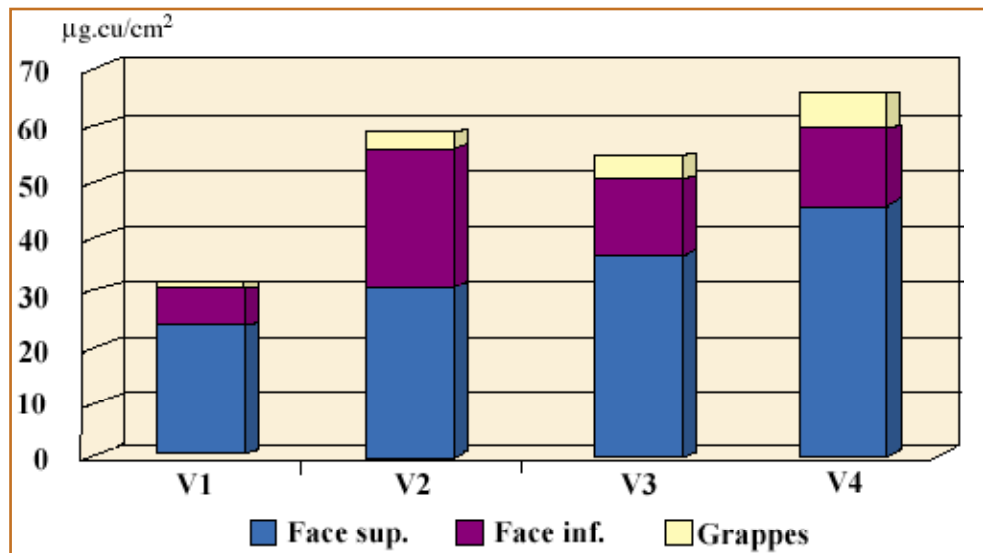
identique. En se référant à nos travaux antérieurs, il semble que, lors de cette expérimentation, cet équipement ait été pénalisé par les performances moindres enregistrées sur le côté droit, entraînant une hétérogénéité anormale entre côtés de rang. Elle peut être imputée, soit à un positionnement du diffuseur mal adapté ou ayant varié, soit à un problème de ralentissement du débit de liquide sur ce côté.

Voûte 10 SORTIES

Elle équipe une cellule super-Airflo montée sur un enjambeur VN 260 NEW-HOLLAND. Dans les conditions de l'essai, ce matériel assure le traitement de huit rangs pas passage. Quatre rangs ont été piégés sur un seul côté : un enjambé et trois latéraux. La bouillie étant diffusée par le dessus de la végétation, le pulvérisateur a effectué

un aller-retour. Dans ces conditions, pour une vitesse d'avancement de 5,10 km/h, le volume de bouillie appliqué à l'hectare est de 141 litres.

La voûte dix sorties a été incorporée à l'expérimentation comme représentante d'un équipement de la génération précédente. Il convient toutefois de signaler qu'il s'agit d'une voûte optimisée car fortement élargie et associée à une cellule super airflo de forte puissance. Tous les rangs sont traités en uniface par des diffuseurs plus ou moins éloignés de la cible. Une forte variation de distribution de la dose reçue par côté de rang est observée. Elle s'atténue lorsqu'ils bénéficient d'une fraction de la bouillie émise lors du retour de l'engin. L'hétérogénéité entre étages de végétation est également confirmée.



Test du pulvérisateur centrifuge MANTIS en application d'herbicides à action foliaire

La gamme MANTIS est constituée de divers appareils utilisant tous la même tête de pulvérisation centrifuge à axe horizontal. Elle comprend un appareil manuel porté, un appareil manuel poussé et des systèmes montés sur tracteur enjambeur permettant l'application d'herbicide, d'une part dans l'interligne et d'autre part sous la ligne des souches.

S'agissant d'une première évaluation, les tests ont été réalisés avec l'appareil manuel poussé dénommé Mankar. La rampe d'application est constituée de deux têtes assurant le traitement d'une largeur

voisine de 1 mètre. Le système comporte un réglage de débit permettant d'ajuster la dose d'herbicide, car l'appareil est destiné à l'application qualifiée d'U.P.V. (Ultra Petit Volume), de spécialités commerciales utilisées sans dilution. Il est équipé d'une pompe doseuse à 3 pistons et fonctionne en DPA commandé par la roue.

L'évaluation du matériel comprend deux types d'opérations.

Le premier concerne le fonctionnement de la machine. Il s'agit de vérifier l'incidence réelle du réglage du curseur sur le débit. Chacune des positions de A (mini) à H (maxi) a fait l'objet de mesures. La précision de la fonction débit proportionnel

à l'avancement a été contrôlée pour différentes conditions de vitesse et de débit. La répartition transversale de la pulvérisation a été vérifiée.

Le second consiste à comparer, sur le terrain, l'efficacité herbicide de différents réglages du matériel MANTIS utilisant la pulvérisation centrifuge. Une rampe de désherbage classique est employée comme référence.

Les investigations menées sur la machine ont montré une excellente fiabilité des mesures de débit, quelle que soit la position du curseur. Les contrôles de la fonction DPA ont été effectués pour différentes positions du curseur. Avec des vitesses d'avancement testées comprises entre 3,5 et 9,6 km/h la fonction DPA s'est révélée très performante.

L'essai réalisé sur le site n° 1 n'a pas permis de discriminer, avec la flore présente, les deux doses expérimentées. Toutes les modalités appliquées avec le Mankar se comportent comme la référence avec une excellente efficacité.

L'expérimentation réalisée sur le site n° 2 consiste en un traitement spécifique anti-liseron supposé davantage discriminant pour les modalités. La rapidité d'action herbicide évaluée à T + 23 jours fait apparaître, d'une part un effet dose pour les modalités Mankar, et d'autre part un effet matériel à doses identiques.

Les résultats à T + 60 jours montrent que, appliquée avec le Mankar, la dose de 2,4

l/ha de Roundup est suffisante dans les conditions de cet essai. Elle fait preuve d'une efficacité supérieure à celle d'une dose de 3,3 l/ha mise en œuvre avec la rampe à jet projeté. L'essai n'a pas permis de cerner un éventuel effet d'une dilution par rapport au produit utilisé pur.

Conclusions

Actuellement, pour les pulvérisateurs pneumatiques montés sur tracteur enjambeur, la gamme BERTHOUD est la plus récente et la plus complète pour faire face aux diverses situations. Les équipements de cette nouvelle gamme permettent un meilleur ciblage de la végétation que ceux de la génération précédente. Cela se traduit globalement par un traitement plus homogène et un moindre risque de perte de bouillie au sol. Dans cette nouvelle gamme d'équipements, la graduation du compromis adopté entre précision de l'application et maniabilité du matériel à la vigne est une réalité.

Par ailleurs, en matière d'application des herbicides, le système MANTIS nous semble performant et présente l'avantage d'éviter la préparation de bouillie. Il est toutefois nécessaire de veiller à la propreté du matériel, de manière à ne pas introduire dans le réservoir, lors du remplissage, des particules susceptibles de boucher les gicleurs.

Il nous paraît donc intéressant, dans un second temps, de tester le même système de pulvérisation implanté dans des satellites de désherbage destinés à appliquer l'herbicide en localisé uniquement sous la ligne des souches.



Axe stratégique
n° 8

ACQUISITION DE REFERENCES SUR LES MATERIELS VITICOLES

- Matériels de réalisation des opérations en vert
- Etude des vendangeuses mécaniques
- Matériels d'entretien des sols



MATEVITI

En préambule

La mécanisation de la viticulture permet, au travers d'investissements parfois lourds, de réaliser plus rapidement des tâches autrefois manuelles. L'utilisation des matériels ne doit pas être préjudiciable à la qualité du travail et leur fiabilité est nécessaire pour le viticulteur. Le choix des matériels, pour une bonne adaptation à chaque type de vignoble, doit pouvoir s'appuyer sur des références fiables et impartiales. L'objectif principal du projet est l'acquisition de ces références et leur diffusion, quand elles sont validées et en précisant toujours leur contexte d'obtention. Les références sur les matériels viticoles doivent impérativement comporter des indications sur la qualité de travail fournie, mais aussi sur les règles de bonnes pratiques d'utilisation et les coûts de revient. Ce projet doit tenir compte des différences pouvant exister tant au niveau de la conception, qu'au niveau de l'utilisation des outils entre vignes larges et étroites par exemple. Les travaux réalisés peuvent aider, en étroite collaboration avec les constructeurs, à la mise au point de matériels nouveaux ou mieux adaptés aux besoins réels des viticulteurs. Si, quand elle est bien maîtrisée, la mécanisation apporte un réel plus au viticulteur, elle ne doit pas être la règle quel que soit le contexte technico-économique. Il est nécessaire de veiller à la bonne utilisation des progrès technologiques afin d'éviter toute dérive des itinéraires techniques qualitatifs. Lors de cette campagne d'essais, trois types de matériels ont fait l'objet de travaux : le matériel d'épamprage, les vendangeuses mécaniques et les outils d'entretien du sol.

MATÉRIELS DE REALISATION DES TRAVAUX EN VERT : EPAMPAGE

L'objectif est d'évaluer l'efficacité de nouveaux matériels apparaissant sur le marché : les épampreuses à buses de pulvérisation centrifuge, et de déterminer leurs conditions optimales de fonctionnement : dose de produit, volume de bouillie par hectare. Ce programme a permis de mieux connaître les conditions d'utilisation de ces appareils et peut être poursuivi.

ETUDE DES VENDANGEUSES MÉCANIQUES

Les principaux objectifs sont :

- * l'obtention de références sur les nouveautés présentées par les constructeurs
- * l'évaluation de l'adaptation de la récolte mécanique à des situations de production particulières
- * l'élaboration des règles de bonnes pratiques d'utilisation des machines.

Ce programme doit permettre de faire le point sur la qualité de récolte obtenue avec les machines actuelles, et de mesurer les progrès réalisés dans ce domaine. Il doit également mettre à disposition des utilisateurs des informations fiables leur permettant de mieux connaître les matériels et leurs possibilités. La dernière campagne a permis de poursuivre des essais sur les matériels de nettoyage de la vendange embarqués. Une étude a également été menée dans le Diois pour mesurer l'impact de la récolte mécanique sur la production. Cette étude a également permis de tester un protocole d'essai comparatif entre matériels (même parcelle, même journée). Enfin, en raison des conditions climatiques très particulières en 2003, l'essai prévu sur deux ans en Bourgogne n'a pas été poursuivi.

MATÉRIELS D'ENTRETIEN DES SOLS

Il s'agit, dans un contexte de limitation ou d'abandon des herbicides de prélevée, d'acquérir des références sur les matériels entretien mécanique du sol : conditions d'utilisation, réglages, efficacité, respect des souches. Durant la dernière campagne, le programme a concerné l'évaluation de plusieurs outils intercepts tant en vignes étroites qu'en vignes larges, sur la base du protocole établi grâce aux expérimentations menées l'an passé. L'étude de l'impact de différents outils de travail dans l'inter rang a débuté cette année.

CHRISTOPHE GAVIGLIO
Responsable axe stratégique
ITV France - Unité de Montpellier-Grabels

VOS CONTACTS

ESSAI DE L'ÉPAMPREUSE CHIMIQUE À PULVÉRISATION CENTRIFUGE ENVIROMIST

C. VERNET, ITV France - Unité de Montpellier-Grabels, *Chef de projet*

collaboration

L. CAMUT, ITV France - Unité de Montpellier-Grabels

ETUDE DES VENDANGEUSES MÉCANIQUES

C. CAVIGLIO, ITV France - Unité de Montpellier-Grabels, *Chef de projet*

collaboration

L. CAMUT, ITV France - Unité de Montpellier-Grabels

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

Y. HEINZLÉ, J.N. PASCAL, ITV France - Unité de Mâcon-Davayé

MATÉRIELS D'ENTRETIEN DES SOLS

C. CAVIGLIO, ITV France - Unité de Montpellier-Grabels, *Chef de projet*

collaboration

L. CAMUT, ITV France - Unité de Montpellier-Grabels

Y. HEINZLÉ, J.N. PASCAL, ITV France - Unité de Mâcon-Davayé

ESSAI DE L'ÉPAMPREUSE CHIMIQUE À PULVÉRISATION CENTRIFUGE ENVIROMIST

Contexte

La vigne émet naturellement des rejets ou repousses à la base des souches. Ces repousses, appelées pampres, gourmands, sagattes, bourgeons, suivant les régions, sont indésirables. En effet, sur le plan agronomique, elles prélèvent une part de l'alimentation de la plante, sont un facteur de contamination par les maladies et peuvent engendrer des phénomènes de phytotoxicité lors de l'application d'herbicides systémiques. Sur le plan de la mécanisation, elles gênent le passage des outils aratoires à proximité du pied mais également, en cas de vendange mécanique, elles peuvent entraver le bon fonctionnement des organes d'étanchéité, induisant ainsi un taux élevé de pertes au sol.

L'épamprage des vignobles réalisé manuellement est une opération grande consommatrice de main-d'œuvre, donc d'un coût élevé. Ces constatations ont parfois amené, dans certaines régions, à négliger, voire complètement abandonner l'épamprage. Au fur et à mesure du développement des techniques modernes de culture de la vigne, le machinisme agricole a souvent permis la mécanisation intégrale des opérations. L'épamprage ne fait pas exception à cette règle et différents matériels permettent des interventions mécaniques ou des applications de défanants en pulvérisation sur les pampres.

Deux types d'épampreuses se partagent le marché : les épampreuses mécaniques et les épampreuses chimiques.

L'épamprage mécanique met en œuvre des machines plus complexes et plus onéreuses à l'achat mais qui, par la suite, ne nécessitent que des frais d'entretien.

Les épampreuses chimiques pulvérisent sur les pampres un produit défanant. Elles

sont constituées d'un portique qui enjambe le rang sur lequel sont fixées généralement des buses à jet projeté.

Une nouvelle épampreuse chimique est apparue sur le marché depuis quelques années, elle est équipée de buses de pulvérisation centrifuge. Ce type de pulvérisation n'est pas nouveau mais il est utilisé, à notre connaissance, pour la première fois sur une épampreuse chimique.

Travaux réalisés

Depuis deux ans, l'unité ITV de Montpellier teste une nouvelle épampreuse chimique équipée de buses de pulvérisation centrifuge. Ce type de pulvérisation n'est pas nouveau mais il est utilisé, à notre connaissance, pour la première fois sur une épampreuse chimique.

La pulvérisation centrifuge est caractérisée par un spectre de gouttelettes très homogène et une utilisation à bas volume hectare. Il s'agit d'un matériel importé en France par la société «Le Comptoir du Nouveau Monde», fabriqué par la Société «Enviromist» implantée en Australie. Ce constructeur est déjà connu dans le machinisme viticole pour ses dispositifs de désherbage chimique «Undavina», basés eux aussi sur la pulvérisation centrifuge.

L'épampreuse chimique «ENVIROMIST» est conçue à partir d'un portique fixé latéralement entre les roues du tracteur. À la base du portique, de part et d'autre du rang, deux capotages munis de brosses empêchent la pulvérisation d'atteindre les parties hautes de la végétation. Sous chaque capotage, se trouvent deux têtes de pulvérisation centrifuge.

Deux sites ont été retenus pour réaliser les expérimentations :

Château La ROQUE à Fontanès-de-Trévières (34), la parcelle retenue est plantée en Merlot à 2,50 m x 1,00 m.

Domaine de PIQUET à Grabels (34), la parcelle retenue est plantée en Cabernet-Sauvignon à 2,50 m x 1,00 m.

Le premier essai de ce matériel a été mis en place en 2001. Les résultats n'ayant pas été jugés satisfaisants, des améliorations ont été apportées par le constructeur. En 2002 les têtes de pulvérisation ont été modifiées et en 2003 ce sont les circuits d'alimentation des têtes qui ont à leur tour subi des améliorations.

Deux types d'épampreuses sont comparés dans l'essai. Une machine classique à pulvérisation et à jet projeté de marque «BROSSET» et l'épampreuse australienne «ENVIROMIST 500».

Château La Roque

L'essai mis en place au Château La Roque a pour objectif la poursuite des essais d'épamprage chimique à bas volume hectare, ainsi qu'un essai de différents programmes d'application.

L'essai de programme comprend 3 modalités:

- Une application unique au stade pampres de 5 à 20 cm (T1).
- Deux applications, la première au stade T1 et la deuxième (T2) 21 jours plus tard.
- Une application unique au stade T2.
- La méthodologie retenue consiste à comparer, pour chaque type de matériel, le pourcentage de pampres détruits après l'application.

Dans cet essai, différentes stratégies d'application sont testées. Les traitements sont effectués lorsque les pampres atteignent une certaine longueur en une seule application ou en deux applications.

Résultats

Contrôle J+15

Les modalités sur lesquelles les applications ont été réalisées au stade T1 donnent des résultats similaires avec un taux de destruction moyen qui se situe autour de 85 % de pampres totalement détruits. Sur les modalités où l'application a été réalisée

au stade T2, les comptages effectués 15 jours après l'application font apparaître une efficacité moindre de 72%.

Contrôle J+45

Les modalités qui ont reçu une seule application décrochent un peu avec 89% d'efficacité, quelques repousses font leur apparition sur des bourgeons situés sur le tronc. Sur les modalités ayant reçu à ce stade 2 applications, les contrôles font apparaître une très bonne efficacité de 98,2%.

Contrôle avant récolte

Les contrôles avant récolte ont été réalisés le 15/10/2003 pour toutes les modalités.

On observe très peu de repousses sur l'ensemble de l'essai, il ne reste que quelques pampres qui n'avaient pas été détruits lors des contrôles précédents sur les modalités M1, M7 et M8.

Quel que soit le type de pulvérisation utilisé nous n'avons pas vu de dégâts dus à la phytotoxicité du produit.

On ne note pas de différences entre matériels dans les différentes modalités.

Il n'y a pas de différences entre les matériels, la technique de pulvérisation centrifuge à bas volume n'engendre pas de baisse d'efficacité des produits. Il est donc possible d'utiliser cette technique pour réaliser l'épamprage chimique, à la condition d'employer des produits de faible viscosité compte tenu des faibles débits liés au petit diamètre des pastilles de calibrage.

Domaine de Piquet

L'objectif de cet essai est de comparer trois épampreuses chimiques : deux sont à pulvérisation à pression et à jet projeté, la troisième est à pulvérisation centrifuge.

Essayer un nouveau produit défanant, portant la référence F8426 60ME lors de l'essai et qui a depuis obtenu une AMMP n° 2000327 sous la marque SPOTLIGHT PLUS et n° 2030011 sous la marque SHARK.

Dans cet essai, l'application est réalisée en une seule fois, lorsque la longueur des pampres se situe entre 15 et 30 cm.

Résultats

Lors du premier contrôle, l'épampreuse BROSSET a donné de très bons résultats, la destruction des pampres est pratiquement totale (98 %).

L'épampreuse ENVIROMIST 500 est moins performante avec tout de même 80 % d'efficacité, on constate des pampres qui ne sont pas totalement détruits.

Le comptage effectué 15 jours après l'application s'avère trop précoce, il semble que le mode d'action du Basta F1 lié à ce type de pulvérisation nécessite plus de 15 jours pour assurer sa pleine efficacité.

Lors du deuxième contrôle, l'efficacité de l'épampreuse ENVIROMIST est remontée au niveau du matériel de référence.

Au dernier contrôle avant récolte, les trois matériels sont au même niveau avec une efficacité remarquable atteignant plus de 99 %, soit la quasi totalité des pampres détruite.

L'essai «produit» met en évidence lors du premier contrôle la rapidité d'action du Spotlight quel que soit le type de pulvérisation utilisé.

Au deuxième contrôle, 45 jours après l'application, l'efficacité a augmenté dans toutes les modalités. L'efficacité du Spotlight est légèrement supérieure, 97,48% contre 92,15% pour le Basta.

Au dernier contrôle l'efficacité est pratiquement identique dans toutes les modalités.

Conclusion

La plus importante difficulté technique que les viticulteurs rencontrent lors d'un épamprage chimique se situe principalement au

niveau du stade végétatif des pampres, au moment où doit se faire l'application.

Si l'application est réalisée trop tôt, tous les pampres déjà sortis seront détruits mais un grand nombre de bourgeons latents vont sortir dans les trois semaines qui suivent l'application.

Dans le cas d'une application tardive, les pampres évoluent et il devient beaucoup plus difficile de détruire les bois qui commencent à s'aoûter. On assiste alors à la sortie de nouveaux pampres sur les entrecoeurs des pampres qui n'ont été que partiellement détruits.

Dans la majorité des cas, une application réalisée lorsque les pampres mesurent entre 5 et 20 cm permet d'obtenir une bonne efficacité de l'opération. Dans le cas contraire, il sera nécessaire de repasser une deuxième fois pour finaliser l'épamprage.

En ce qui concerne le matériel, la pulvérisation centrifuge donne des résultats équivalents à une pulvérisation classique à jet projeté, en utilisant 10 fois moins d'eau ce qui, dans le cas de parcelles éloignées de la propriété, représente un avantage non négligeable.

L'épampreuse Brosset est très intéressante de par la disposition et le type de buses utilisés, qui lui confèrent un niveau de protection élevé de la végétation ainsi qu'une efficacité supérieure à la moyenne des machines de ce type.

Le «Spotlight», nouveau produit homologué récemment, que nous avons testé dans cet essai, donne de très bons résultats. Son profil toxicologique et écotoxicologique, ainsi que ses performances mises en évidence dans l'essai, en font un produit très intéressant pour l'épamprage de la vigne, technique où les produits utilisables ne sont aujourd'hui pas très nombreux.

ÉTUDE DES VENDANGEUSES MÉCANIQUES

Contexte

Les machines à vendanger ont connu depuis leur introduction dans le vignoble de nombreuses évolutions technologiques. Cependant, depuis l'arrivée en 1987 des secoueurs fermés ou du SMART en 1997, aucun changement majeur dans le principe de récolte n'est intervenu. Le secouage latéral reste la règle et les paramètres de réglage sont identiques : pincement, fréquence, amplitude, accélération des secoueurs et vitesse de récolte. En revanche, ces réglages ont été facilités, rendant plus accessible à tous la recherche d'une qualité de récolte optimale. Dans certains vignobles, la machine à vendanger reste mal connue et des essais ont été demandés pour évaluer la qualité du travail des machines actuelles.

Parallèlement à cela, des systèmes de nettoyage de la vendange, complémentaires à l'action des extracteurs et embarqués sur les machines à vendanger, sont apparus. Ils visent à limiter, dès la parcelle, la quantité de débris végétaux dans les bennes.

Ces nouveaux systèmes représentent un surcoût d'équipement et il nous semble important de quantifier le gain de qualité qu'ils permettent d'obtenir.

Travaux réalisés

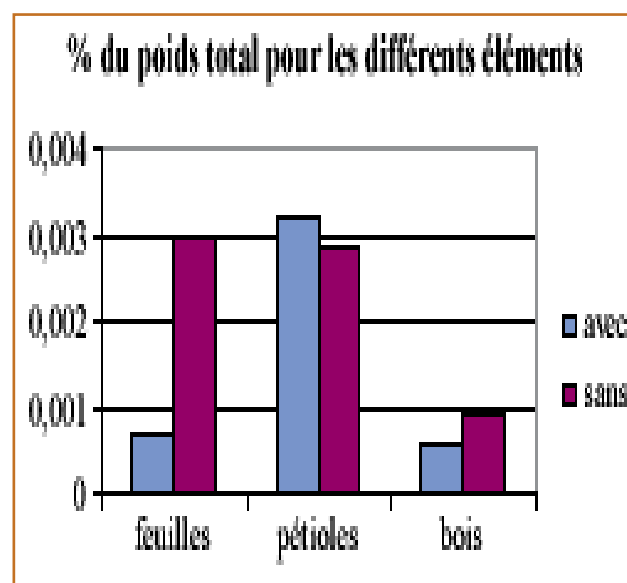
Nettoyage de la vendange

Lors des vendanges 2002, le trieur Pellenc et l'égreneur embarqué SOCMA avaient été testés respectivement sur Syrah et Mourvèdre au domaine INRA de Pech Rouge. L'égreneur a également pu être testé sur Merlot à Bordeaux.

Ces deux appareils utilisent un principe identique mais ne réalisent pas tout à fait le même travail. Le trieur permet l'écoulement des jus et la chute des baies séparées dans la benne avant l'action d'un extracteur

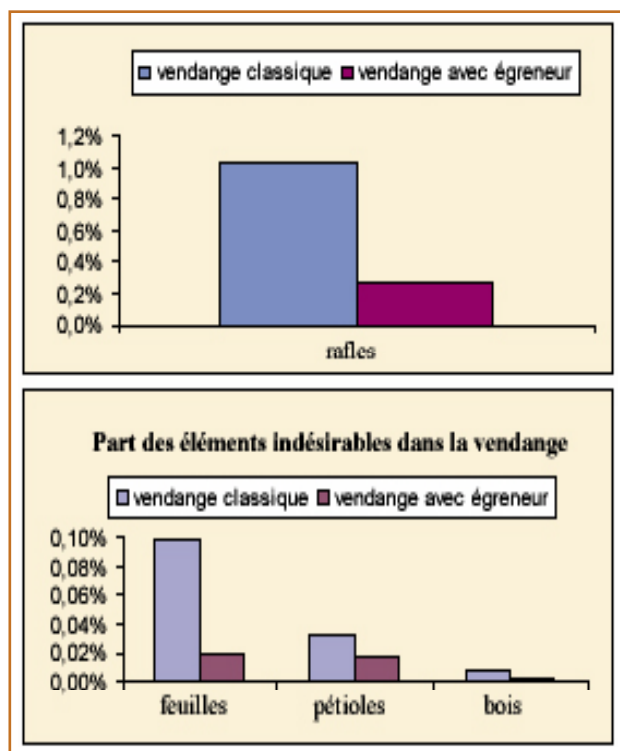
de feuilles supplémentaire. L'égreneur embarqué utilise le même principe d'écoulement du jus et des baies sur une grille, mais le reste de la vendange est soumis à l'action d'un égreneur qui permet d'évacuer derrière la machine les rafles et les débris végétaux. La grille ou tapis à clairevoie est efficace pour les débris présentant une certaine surface comme les feuilles, mais l'évacuation des pétioles par exemple est plus difficile, car ceux-ci peuvent passer au travers s'ils tombent verticalement, et leur surface d'aspiration est très faible. En 2003, ces essais ont été reconduits sur Mourvèdre pour le trieur Pellenc et sur Cabernet pour l'égreneur embarqué SOCMA.

Abaissement du taux de débris obtenu avec le trieur Pellenc, sur Mourvèdre, détail :



Commentaire : ces résultats confirment l'intérêt de l'option trieur pour la réduction du taux de débris dans la vendange, mais nous voyons cette fois que l'efficacité est concentrée sur l'élimination des feuilles (- 75 %).

Abaissement du taux de débris obtenu avec l'égreneur embarqué SOCMA, sur Cabernet, détail :



Commentaire : ces résultats viennent confirmer l'efficacité du système pour un nettoyage et un égrenage de la vendange en cours de récolte. On voit que le système permet d'éliminer une grande partie des feuilles mais aussi des pétioles et d'autres corps étrangers. Avec des résultats très proches de ceux obtenus à Bordeaux, ces essais ont aussi montré que les pertes de vendange engendrées par l'égreneur sont très faibles (0,3%).

Perspectives

Les travaux réalisés sur ces appareils sont à compléter avec les autres outils présents sur le marché : la centrale de tri et de nettoyage Alma (principe proche du trieur Pellenc) et l'égrappoir Grégoire, présenté au dernier SITEVI.

Pour juger de la pertinence de l'achat de ces appareils, il faut bien entendu les replacer au sein de la chaîne de récolte toute entière: présence d'un égrappoir en cave, durée moyenne d'attente de la vendange dans les bennes, tri sur table à la réception, etc.

Evaluation de la récolte mécanique pour l'élaboration de la Clairette de Die

Les vendanges 2003 ont été l'occasion de réaliser l'évaluation qualitative des différentes machines à vendanger présentes sur le marché sur le cépage Muscat, à la demande des professionnels. Cette évaluation a eu lieu le même jour sur la même parcelle pour les quatre machines, selon le protocole établi par l'ITV et ses partenaires : cema-gref, Chambres, FD Cuma.

L'essai a montré qu'il est possible d'évaluer la qualité de récolte pour quatre machines différentes dans des conditions comparatives satisfaisantes. Les machines sont très proches sur l'ensemble des critères notés de la qualité de récolte, alors que les réglages choisis en début d'essai sont sensiblement différents. Cela montre d'une part que toute machine bien réglée peut faire du bon travail, et d'autre part que chaque machine se règle en fonction des spécificités de sa tête de récolte : le réglage de l'une n'est pas adaptable à une autre.

Les quelques différences qui ont été décelées entre machines (taux de jus, taux de débris, pertes au sol) ne concernent chaque fois qu'une machine sur les quatre.

Les machines actuelles se sont révélées moins agressives vis à vis de la végétation par rapport à ce que l'on aurait pu craindre pour une vigne encore jamais vendangée à la machine. Néanmoins, cet essai a mis en évidence pour les viticulteurs quelques adaptations nécessaires pour une optimisation de la mécanisation : au niveau des piquets du palissage, au niveau de la tenue de la zone fructifère, au niveau de la réception et de la stabilisation de la vendange issue des machines.

Perspectives

Pour aller plus loin dans l'évaluation de l'impact du mode de récolte sur la typicité du produit final, deux étapes restent encore à franchir :

- la dégustation comparative des deux lots de vendange au stade bouteille
- l'essai main / machine une année plus

classique au niveau conditions de récolte, avec une seule machine, pour réaliser des cuves séparées dans des conditions optimales, c'est-à-dire de nuit pour la récolte d'un cépage blanc comme le muscat qui est sensible à l'oxydation (impossible cette année en raison des contrôles qualité sur les machines).

Diffusion, publications

Entraid'Oc Mars 2004, Cahier Spécial VITI
«essais qualité vendange à Die»
EVVRM 2003 et 2004 : trieur et égreneur
Formation bonnes pratiques d'utilisation au
Mont-Tauch (Tuchan), Août 2003
Formation bonnes pratiques d'utilisation à
Rivesaltes, Mars 2004
La Vigne, Mai 2003 : trieur et égreneur
Vaucluse Agricole, juillet 2003 : prépara-
tion des vendanges
Matevi-france.com : trieur et égreneur

MATÉRIELS D'ENTRETIEN DES SOLS

Contexte

La maîtrise de la flore adventice a toujours été une préoccupation majeure pour le viticulteur. Elle peut être réalisée chimiquement, par des façons aratoires ou par la mise en place d'un enherbement semé maîtrisé. Le regain d'intérêt actuel pour les matériels d'entretien des sols est lié d'une part aux difficultés de maîtrise des programmes de désherbage chimique dans certains cas, et d'autre part, à la remise en question de l'emploi des herbicides de prélevée dans certaines situations.

Or, dans des situations où le désherbage chimique total a été la règle pendant de nombreuses années pour sa facilité d'application, le retour à des façons aratoires peut poser quelques problèmes techniques sur lesquels il convient d'acquérir des références :

- enracinement superficiel de la vigne ?
- quel outil employer (et comment) pour les premières interventions ?
- quelle est l'efficacité des différents outils sur la destruction des adventices ?
- quel est l'impact des différents types d'outils sur les critères de portance du sol par exemple, critères importants pour le passage des matériels de traitement notamment

Les matériels de travail du sol inter-cep se multiplient, qu'ils soient destinés au décauillonnage traditionnel ou à un simple effet de binage. La question du respect de l'intégrité des souches est à prendre en compte pour ces outils.

Travaux réalisés

Etude des matériels de désherbage mécanique sur le rang

Divers outils ont été testés en collaboration

avec les constructeurs à Mâcon et Montpellier sur la base d'un protocole commun (9 à Mâcon, 12 à Montpellier). Ces essais ont permis de réaliser des observations sur la qualité du travail en fonction des conditions, à la fois en vignes étroites et en vignes larges.

Il apparaît que l'efficacité du travail avec ces outils est très liée à la vitesse d'avancement d'une part, mais aussi au niveau d'infestation par les adventices. L'observation pour intervenir assez tôt est donc primordiale. Le réglage de l'appareil intervient aussi de manière prononcée. Le bon placement de l'antenne de détection de la souche et l'ajustement de la sensibilité en fonction du type de plants permet d'éviter les blessures.

Dans la plupart de nos essais le taux de blessure sur souche est de 2 à 4 %.

Les appareils les plus agressifs vis à vis des souches sont ceux à soc versoir. Ils impliquent de travailler assez lentement. Ce sont également les plus efficaces au niveau de la tenue du désherbage car ils permettent le retournement des adventices. Les lames bineuses simples permettent un travail plus rapide avec une bonne approche des souches, mais leur efficacité est limitée en dehors d'un travail d'entretien. Les outils rotatifs permettent généralement une bonne élimination des adventices.

C'est dans cette catégorie que l'on trouve le plus de variabilité : le mode d'action dépend de la forme des lames. Ces outils passent assez bien en conditions caillouteuses.

Les critères de choix concernant ces appareils sont, en dehors du coût, la simplicité d'utilisation recherchée et les possibilités de réglage ou d'interaction en cours de travail. La fréquence de remplacement des

pièces d'usure est aussi un paramètre à prendre en compte.

Test d'un matériel d'application localisée d'herbicide micro-granulé

Ce travail a été réalisé en vignes étroites, avec pour objectif l'évaluation d'un prototype permettant l'application sous le rang de SURFASSOL G.

Le traitement en localisé fonctionne correctement, la largeur fixée est respectée et la répartition des microgranulés s'est révélée pratiquement suffisamment homogène. La précision d'application souhaitée a été atteinte et les mesures préalables ont montré la fiabilité du système de DPA.

Il conviendra toutefois d'élargir légèrement le recoupement des nappes d'épandage sous la ligne des souches, de manière à éviter les éventuels manques en cas d'écarts (inévitables) lors de la progression de l'enjambeur.

Dans la pratique, le nombre de modules attelés sera fonction du type d'enjambeur, le système de relevage en bout de rang permettant une maniabilité suffisante.

Matériels de travail du sol dans l'inter rang

En 2003, une étude a été mise en place visant à évaluer l'incidence à moyen voire long terme du passage d'outils aratoires différents (rotavator, vibroculteur, polyculteur) sur les caractéristiques du sol et le comportement de la vigne. A cet effet, des observations de fosses pédologiques ont été réalisées, complétées par des analyses de sol avant le passage des outils. Un suivi de la densité apparente du sol est en cours, et chaque année le poids de récolte et la vigueur de la vigne seront mesurés, avec des analyses de moût en complément.

Perspectives

Les différentes familles d'outils intercepts (mécanique, hydraulique, électro-hydrauliques) vont encore faire l'objet de tests, en vignes étroites comme en vignes larges.

L'étude de l'impact sur le sol du passage des outils sur le rang fait l'objet d'une étude pluri-annuelle dans le cadre d'un Contrat de Plan Etat Région. C'est un volet du projet à développer.



Axe stratégique
n° 9

ACQUISITION DE REFERENCES SUR LES MATERIELS OENOLOGIQUES

- Etude des équipements de clarification
- Cuverie
- Mise au point et expérimentation d'un capteur non destructif pour apprécier la qualité des raisins, en utilisant la spectrométrie proche infrarouge



EQUIPOENO

En préambule

L'incidence des équipements œnologiques sur la qualité et les coûts de production est nette. Le renouvellement et la modernisation des outils de production, pour les adapter aux exigences actuelles et futures du marché, nécessitent des investissements importants, qui engagent le producteur pour de nombreuses années. Ces investissements doivent être raisonnés à partir de données et références techniques et économiques fiables, récentes, exploitables et objectives.

Pour répondre aux attentes des professionnels, cet axe stratégique sur les équipements vinicoles s'est donné quatre grands objectifs :

- * acquérir des références sur les équipements modernes, par le biais d'expérimentations sur bancs d'essais ou par rapport à un cahier des charges. Ces expérimentations sont complétées par des diagnostics d'installations. Les résultats attendus sont de cibler les matériels non conformes et d'établir des critères de choix et/ou des cahiers des charges
- * déterminer les bonnes conditions d'utilisation. Un matériel donné doit s'intégrer dans une ligne de traitement cohérente, et être correctement utilisé. Si ce n'est pas le cas, les investissements réalisés ne sont plus justifiés. Cet objectif nécessite également d'établir des éléments de dimensionnement et de conception d'installations
- * favoriser les améliorations technico-économiques ou l'émergence de nouveaux équipements, et créer des outils d'aide à la conduite
- * valoriser les références et les données économiques obtenues pour une restitution efficace auprès des utilisateurs (producteurs, prescripteurs, prestataires de service...). Cette valorisation est réalisée sous forme de classeurs, plaquettes, publications et de bases de données informatisées

Les travaux 2002-2003, qui sont présentés dans les pages suivantes, sont classés en 3 projets :

- * étude des équipements de clarification
- * cuverie vinicole et équipements connexes
- * mise au point et expérimentation d'un capteur non destructif pour apprécier la qualité des raisins, en utilisant la spectrométrie proche infrarouge

Perspectives

Les perspectives techniques sont mentionnées au niveau de chaque projet. Au niveau global, il est prévu de formaliser la coordination des travaux expérimentaux au travers du Réseau National d'acquisition de références sur les matériels vitivinicoles.

JM. DESSEIGNE
Responsable axe stratégique
ITV France - Unité de Nîmes-Rodilhan

VOS CONTACTS

ETUDE DES ÉQUIPEMENTS DE CLARIFICATION

J.M. DESSEIGNE, ITV France - Unité de Nîmes-Rodilhan, *Chef de projet*

collaboration

D. CABOULET, ITV France - Unité de Narbonne-Pech-Rouge

J.L. FAVAREL, ITV France - Unité de Gaillac

S. KERNER, ITV France - Unité d'Épernay

CUVERIE

J.M. DESSEIGNE, ITV France - Unité de Nîmes-Rodilhan, *Chef de projet*

collaboration

D. CABOULET, ITV France - Unité de Narbonne

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

J.M. MARON, Chambre Agriculture de la Gironde - FDCEIOE

MISE AU POINT ET EXPÉRIMENTATION D'UN CAPTEUR NON DESTRUCTIF POUR APPRÉCIER LA QUALITÉ DES RAISINS, EN UTILISANT LA SPECTROMÉTRIE PROCHE INFRAROUGE

J.M. DESSEIGNE, ITV France - Unité de Nîmes-Rodilhan, *Chef de projet*

collaboration

J.C. PAYAN, ITV France - Unité de Montpellier-Grabels

M. CROCHON, CEMAGREF - Unité de Recherche Giquel - Montpellier

J.F. BALLESTER, INRA, UMR 1097 - Montpellier

J. MAZOLLIER, CTIFL - Saint-Rémy de Provence

Ch. ROMIEU, parrain scientifique

ÉTUDE DES ÉQUIPEMENTS DE CLARIFICATION

Contexte

La mise en place d'études expérimentales sur les équipements de clarification est étroitement liée aux problèmes des terres de filtration. L'utilisation de terres de filtration sera en effet à l'avenir de plus en plus contraignante pour les caves :

- nécessité de protéger efficacement le personnel. Les poussières de diatomées contiennent de la silice cristalline pouvant être pathogène par voie respiratoire (silicose). La silice est classée comme cancérigène par le Centre Internationale de Recherche sur le Cancer
- obligation de «valoriser» les terres usagées en raison des évolutions de la réglementation sur les déchets. Cette valorisation environnementale a un coût non négligeable

Pour la clarification des vins, des techniques alternatives à la filtration par alluvionnage existent et sont déjà fonctionnelles, comme la centrifugation ou la microfiltration tangentielle. La filtration tangentielle connaît un développement assez récent.

Les performances comparatives des différents équipements actuellement proposés restent peu étudiées.

Pour la clarification des moûts chargés et des bourbes, il n'existe actuellement aucune technologie alternative à la filtration sur filtre rotatif sous vide ou sur filtre presse.

Objectifs

- établir les performances technico-économiques des équipements actuels et leurs impacts environnementaux: type et quantité de déchets, charges polluantes, consommation d'eau...
- établir en mode comparatif les perfor-

mances technico-économiques des filtres tangentiels, dans différentes configurations, avec impacts environnementaux. Etablir et valider les critères de choix de ces matériels. Préciser leurs bonnes conditions d'utilisation

- favoriser l'émergence de nouveaux équipements de clarification, adaptés aux nouvelles exigences environnementales

Travaux réalisés

Clarification des moûts

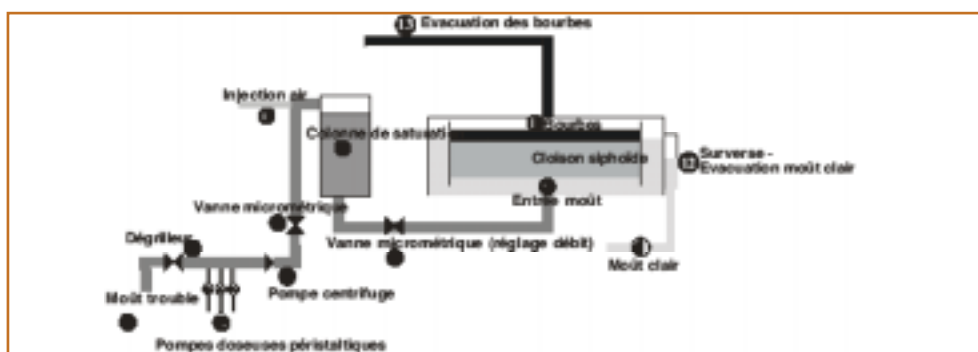
L'étude a débuté en 2000. En raison des impasses techniques actuelles et de la demande pressante des professionnels, nous avons étudié en priorité les équipements permettant de clarifier les moûts issus de chaînes de thermovinification.

De nombreuses caves utilisent des filtres rotatifs sous vide pour cette application. Ces équipements sont fonctionnels, mais engendrent des consommations très importantes de terres de filtration, de l'ordre de 1.5 à 2 kg par hl de moût filtré.

Les actions expérimentales ont été principalement axées sur des installations de flottation. Cette technique connaît un regain d'intérêt, lié directement aux problèmes des terres de filtration. Les performances de la centrifugation pour cette application ont été étudiées sur une installation en 2002.

Enfin, des études exploratoires ont été réalisées sur des filtres tangentiels, à membrane organique et céramique, en partenariat avec l'INRA de Pech Rouge et l'ICV.

Flottation : schéma de principe



En ce qui concerne la flottation, en trois campagnes d'expérimentations, différentes étapes ont été franchies :

- étude de faisabilité technique pour cette application
- mise en évidence des limites relatives aux installations
- propositions d'améliorations techniques sur les matériels
- optimisation du fonctionnement, avec notamment réduction de la quantité d'adjuvant utilisée
- établissement de références techniques. Avantages et inconvénients, comparativement à une clarification par filtre rotatif sous vide

La flottation est une technique fonctionnelle pour la clarification des moûts issus de chaînes de traitement thermique de la vendange. Les installations en discontinu, en batch, sont cependant à déconseiller. Les installations de flottation en continu permettent de clarifier les moûts avec des débits adaptés à ceux d'une chaîne de thermovinification ou de flash détente : 150 à 300 hl/h. Les installations sont automatisées, ce qui simplifie la conduite pour l'opérateur.

Celle-ci peut être confiée à un personnel saisonnier. La flottation peut permettre de réduire de 90 % les quantités de terre utilisées. Le volume des lies après fermentation est réduit d'un facteur 2 à 3 selon les cas.

Les expérimentations réalisées ont permis de diviser d'un facteur 10 les doses d'adjuvants initialement préconisées par le constructeur. Des doses de gélatines de 2 à 5 g/hl sont suffisantes. A ces doses, la technique ne provoque pas de pertes importantes de couleur. L'efficacité du traitement semble

étroitement dépendante de la dépectinisation réalisée en amont.

Les niveaux de clarification obtenus sur moût sont de l'ordre de 800 à 1200 NTU. Comparativement, les filtres rotatifs sous vide permettent d'obtenir des niveaux de clarification proches de 100 NTU.

D'un point de vue qualitatif, les vins issus de moûts clarifiés par flottation sont significativement préférés aux vins issus de moûts non clarifiés. Par contre, on ne retrouve pas ou peu de notes amyliques comme dans le cas de l'utilisation d'un filtre rotatif sous vide. Ces notes amyliques sont recherchées par certains acheteurs.

L'incidence des niveaux de clarification sur la qualité des vins a été étudiée sur moût rouge. Des profils aromatiques fruités, amyliques sont obtenus si la turbidité des moûts rouges avant fermentation est inférieure à 250 NTU. A 500 NTU et plus, ces notes, recherchées par les acheteurs, sont fortement diminuées ou disparaissent.

La clarification par centrifugation des moûts issus d'un chauffage de vendange est fonctionnelle. Avec un fonctionnement entièrement automatisé, les débits de clarification peuvent être importants (80 à 100 hl/h sur l'équipement que nous avons testé). Par contre les performances en terme de clarification sont, comme pour la flottation, très inférieures à celles d'un filtre rotatif sous vide : 1000 à 1300 NTU. La clarification par centrifugation n'a pas d'incidences défavorables sur la couleur des vins.

La clarification par filtres tangentiels n'est, à ce jour, toujours pas opérationnelle. Les

performances en terme de clarification sont excellentes (supérieures à celles d'un filtre rotatif), mais les débits de filtration restent insuffisants pour justifier économiquement l'acquisition d'un tel équipement pour cette application.

En synthèse générale, aucun équipement de clarification actuel ne constitue réellement une alternative aux filtres rotatifs sous vide, pour l'obtention de vins ayant un profil aromatique très fruité, amylique. Par contre la flottation et la centrifugation permettent de clarifier les moûts, limitant fortement les qualités de lies à travailler et apportent un plus qualitatif. Les choix doivent donc être réalisés en fonction des objectifs de marché. Enfin, la filtration tangentielle est à notre avis la technique d'avenir, mais elle est, à ce jour, techniquement et économiquement, peu adaptée pour cette application.

Clarification des vins

La mise en place des études sur les filtres tangentiels est justifiée par :

- le développement de la filtration tangentielle en cave de production. Initialement réservée aux sociétés de négoce, cette technique devrait connaître un essor important, en raison de ses atouts technologiques et des contraintes réglementaires (terres de filtration)
- des évolutions techniques : ces équipements ont fait l'objet en effet de nombreuses évolutions ces dernières années. Une dizaine d'équipementiers proposent désormais ce type de matériel

Cette étude a débuté lors de la campagne 2002-2003. Deux actions ont été réalisées :

- établissement d'un protocole commun utilisable par les membres du réseau. Il a été établi avec l'appui méthodologique et scientifique de l'INRA Pech Rouge. Ce protocole prend en compte les aspects quantitatifs (densités de flux, FCV), les aspects qualitatifs et les aspects environnementaux (eaux, effluents, énergie)

- essais comparatifs de trois filtres. Ce banc d'essais permet de placer les filtres testés dans les mêmes conditions expérimentales. Ce type d'expérimentations «lourdes» à mettre en place, permet seule d'établir des données comparables. Ces essais sont complétés par des essais sur sites de production

Les premiers essais réalisés sont très riches d'enseignements. Ils ont mis en évidence des différences de performances très importantes entre les filtres testés, notamment sur les critères «débit» (densité de flux), stabilisation micro-biologique et consommation d'eau. Celles-ci étaient jusqu'alors pas (ou très mal) connues.

Perspectives

Etant donné la problématique, les travaux expérimentaux seront réalisés avec une approche globale, prenant en compte les aspects quantitatifs, qualitatifs, environnementaux et économiques.

Les travaux expérimentaux sur les équipements de clarification des moûts sont terminés. Une synthèse sera présentée notamment dans la base de données Matevi. Parallèlement des études sur la valorisation des terres de filtration seront poursuivies dans le cadre du projet Eco Vinum.

Les études sur les filtres tangentiels pour la clarification des vins seront poursuivies.

Publications

Les résultats des essais ont été présentés :

- aux Entretiens Vitivinicoles Rhône-Méditerranée
- aux Journées des Œnologues de Montpellier
- dans la presse spécialisée : «la Vigne», «Réussir Vigne»
- aux Sixièmes Rencontres Rhodaniennes
- dans La Revue des Œnologues

CUVERIE

Contexte

La modification des conditions de production, l'apparition de nouvelles technologies et les nouvelles réglementations ont favorisé ces dernières années des évolutions techniques significatives dans le domaine de la cuverie vinicole. Celle-ci fait l'objet de nombreux programmes de renouvellement et de modernisation.

L'offre des équipementiers est diverse. L'objectif du projet est d'établir et de diffuser aux professionnels des références techniques leur permettant de déterminer, suivant les structures de vinification et les produits à obtenir, les équipements les plus adaptés.

Le projet comprend deux axes de travail :

- l'étude des équipements et cuves favorisant l'extraction des composés polyphénoliques en vinification en rouge
- l'étude des équipements connexes : raccords, pompes, canalisations...

Travaux réalisés

Acquisition de références sur les outils de pigeage

En 2002, les essais ont été centrés sur l'adaptation des outils de pigeage aux conditions de production en bordelais, la technique du pigeage ayant été récemment introduite dans cette région.

Les essais ont concerné deux équipements :

- la cuve de pigeage 3000 CP de la société De Franceschi
- le robot pigeur Seguin Moreau

Les essais sont réalisés en grandeur réelle, comparativement à un remontage traditionnel à la pompe. Les différences entre le pigeage mécanique et le remontage à la pompe sur merlot sont peu importantes. Les

courbes de suivi de l'Intensité Colorante, IPT et teneurs en anthocyanes sont très proches. Les bilans matières ne montrent pas plus de différences. Que ce soit avec la cuve de pigeage 3000 CP ou le robot de pigeage, les dégustations en vins jeunes ne font pas apparaître de différences significatives par rapport aux vins témoins.

Essais comparatifs de pompes à vin

La mise en place de ces essais sur les pompes vinicoles est justifiée par les évolutions techniques que connaissent les matériels ces dernières années. En effet, les pompes à piston alternatif en bronze, traditionnellement utilisées dans les caves, ne sont plus adaptées aux exigences actuelles : bronze au contact du vin, impossibilité pratique de les nettoyer correctement. Les équipementiers proposent de nouvelles machines, notamment des pompes à lobes, des pompes péristaltiques, des pompes à piston rotatif, des pompes à rotors excentrés. Il n'existe aucune référence fiable sur les performances de ces nouvelles machines. Certains équipements, par effet de mode, connaissent de forts succès commerciaux (pompes péristaltiques notamment).

L'objectif des essais est donc d'établir des références technico-économiques sur ces matériels, pour guider les producteurs lors de leur choix. Pour garantir la fiabilité des résultats, les essais sont réalisés sur un banc d'essais spécifique (permettant de placer les machines dans les mêmes conditions expérimentales) et selon un protocole permettant d'établir ou de valider les principales caractéristiques et performances des pompes :

* Performances mécaniques

- aspects hydrauliques (débit, pression, amorçage...)
- puissance électrique absorbée
- vitesses de rotation des rotors

*Aspects qualitatifs

- brassage évalué par le facteur température
- dissolution d'oxygène dans les vins
- contaminations en métaux lourds
- incidences sur les caractéristiques et organoleptiques des vins

En 2002, six types de pompes avaient été testées. L'objectif des essais 2002 - 2003 a été de compléter les références acquises et de comparer différentes marques, différents modèles. Douze pompes ont ainsi été soumises aux tests comparatifs. A l'issue des 2 campagnes d'essais, 16 pompes différentes ont été testées.

*Aspects pratiques

- nettoyabilité
- conformité aux réglementations (directive machines)
- niveaux sonores en fonctionnement

Les références expérimentales par matériel et une synthèse sont présentées sur la banque de données Matévi du réseau national.

Contaminations des vins en cuivre et en plomb après 20 «pompages»

Pompe	Enrichissement en cuivre (mg/l)	Enrichissement en plomb (mg/l)
Piston alternatif bronze	10.1	0.296
Piston alternatif corps inox	0.3	0.303
Piston alternatif tout inox	NS	NS
Canal latéral	1.7	0.583
Péristaltique 1	NS	NS
Péristaltique 2	NS	NS
à impulseurs 1	NS	NS
à impulseurs 2	NS	NS
à rotor excentré	NS	NS
à rotor hélicoïdal	NS	NS
à piston rotatif	NS	NS
à lobes	NS	NS

NS : Non Significatif

En synthèse, les principaux enseignements tirés de ces essais sont :

- les performances sont fonction du type de pompe utilisé. Chaque famille de pompes a ses avantages et inconvénients. La connaissance des performances respectives peut permettre au producteur de choisir la machine la plus adaptée à ses besoins
- les performances, pour une même famille de pompes, peuvent être variables selon les constructeurs, en fonction des qualités de fabrication. Ces différences peuvent justifier des écarts de prix de vente
- sur le plan qualitatif, les nouvelles pompes n'engendrent pas de contaminations significatives des vins en métaux (cuivre, plomb). La qualité des matériels s'est donc globalement améliorée, mais la nettoyabilité des machines reste encore globalement

à optimiser. L'incidence sur la qualité des vins est faible, même en circuit fermé

- l'effet de mode actuel pour les pompes péristaltiques apparaît peu justifié techniquement. Les contraintes pratiques d'utilisation (poids, encombrement, entretien du tube) et leur prix élevé ne sont pas compensés par des «plus» qualitatifs vraiment significatifs. L'adaptation des pompes à lobes aux demandes spécifiques du secteur vinicole reste à réaliser, les machines actuellement proposées pouvant être améliorées (performances mécaniques, nettoyabilité)

Perspectives

L'étude des équipements et cuves favorisant l'extraction des composés polyphénoliques en vinification en rouge sera poursuivie

avec la mise en place d'essais en réseau, le même matériel étant expérimenté dans plusieurs régions viticoles.

L'évolution des exigences réglementaires et commerciales relatives à la sécurité alimentaire nécessiterait la mise en place d'études

spécifiques sur les matériaux constitutifs des cuves.

Les dernières études sur ce thème ont été réalisées dans le début des années 1980 par la Faculté de Pharmacie (S. Brun) et le Cemagref.

MISE AU POINT ET EXPÉRIMENTATION D'UN CAPTEUR NON DESTRUCTIF POUR APPRECIER LA QUALITÉ DES RAISINS, EN UTILISANT LA SPECTROMETRIE PROCHE INFRAROUGE

Contexte

Une caractérisation objective de la qualité des raisins est de plus en plus recherchée pour contrôler la maturation, récolter à la date optimale, rémunérer en fonction de la qualité, raisonner et adapter les pratiques œnologiques, garantir la traçabilité de la vigne à la bouteille...

Ces dernières années, d'importants progrès ont été réalisés dans l'appréciation de la qualité en laboratoire et en réception. De nouveaux spectromètres à Transformée de Fourier dans le moyen infra rouge ont été développés spécifiquement pour le secteur vinicole.

Cette technologie présente de nombreux attraits, mais également des limites liées au principe de la mesure : nécessité de filtrer les échantillons, sensibilité aux conditions extérieures, prix élevé... Les équipements demeurent à ce jour des matériels de laboratoire.

La technologie du proche infra rouge permet d'envisager des mesures directement à la parcelle, sur grappes ou raisins entiers, et/ou en ligne en réception, sans préparations complexes des échantillons. En effet, dans cette plage spectrale, la lumière traverse le produit sur des longueurs pouvant atteindre plusieurs centimètres.

Dans d'autres filières agricoles (viande, céréales, produits laitiers...), des méthodes de caractérisation et de sélection des produits par proche infra rouge sont déjà largement développées. Des capteurs au champ ont été mis au point par le Cemagref sur pommes. Un projet de recherche sur la spectrométrie

proche infra rouge sur raisins a été initié en 2001 par l'ITV, le CEMAGREF, l'INRA et le CTIFL.

Objectifs de l'étude

L'objectif général est la mise au point et l'expérimentation d'un capteur Proche Infra Rouge, non destructif, utilisable à la parcelle pour l'appréciation de la qualité de la récolte. La finalité est de mettre à la disposition des professionnels un outil de suivi de la qualité et d'aide à la décision.

Un tel outil devrait permettre de déterminer de manière fiable la date de récolte pour optimiser la qualité. Il permettrait de prendre en compte l'hétérogénéité de maturité et d'affiner les sélections ou contrôles qualité réalisés.

Travaux réalisés

En raison de l'hétérogénéité de maturation entre les grappes d'une parcelle et entre les baies à l'intérieur d'une même grappe, deux capteurs prototypes ont été développés :

- le premier, appelé « pince », est adapté à la taille des baies. Fonctionnant par transmission, la lumière traverse la baie de part en part
- le deuxième, appelé « tromblon », est adapté à la grappe. Il fonctionne par réflexion diffuse

Les expérimentations ont été réalisées sur des grappes et des baies de niveaux de maturité, de variétés et d'origine les plus diverses possibles, afin de constituer une base de données servant à la mise au point des modèles de prédiction. Parallèlement,



des collections de validations des modèles ont été constituées.

Au terme de deux années de mesure, un total avoisinant les cinq milles baies, tous cépages confondus, a été soumis à la spectrométrie proche infra rouge. Les essais ont porté en priorité sur 5 cépages (chardonnay, grenache, mourvèdre, carignan, muscat) provenant de différents terroirs et origines géographiques, sur deux campagnes. Les essais sont réalisés chaque semaine, de la véraison à la récolte. Des essais plus ponctuels sont réalisés sur une quinzaine d'autres cépages. Les analyses de référence sont obtenues par réfractométrie et HPLC.

Les essais sur grappes ont porté sur trois cépages (chardonnay, grenache et carignan). Les analyses de référence sont réalisées par les méthodes usuelles.

Sur baies, par rapport à 2002, les essais 2003 ont permis d'améliorer fortement la qualité de la prédiction de la teneur en sucre. Les R^2 , SEP et biais sont ainsi passés respectivement de 0,90/1,26/-0,03 à 0,96/0,77/0,00. Le modèle établi est robuste, la qualité de la réponse est indépendante des cépages, des terroirs et des millésimes.

L'achèvement des analyses de références et des traitements chimiométriques ont permis de tester de premiers modèles sur les autres paramètres de la qualité. Ces premiers résultats obtenus sont encourageants pour l'acidité totale ($R^2 = 0.87$), l'indice de maturité ($R^2 = 0.83$) et l'acide malique ($R^2 = 0.78$). La prédiction de l'acide tartrique ne semble pas accessible par proche infra rouge.

Sur grappe, la prédiction de la teneur en sucre par le capteur « tromblon » est bonne,

avec des R^2 de 0.95. Les premiers résultats sur l'acidité totale et la couleur (anthocyanes) sont très encourageants, avec des R^2 proches de 0.8. La qualité de la prédiction pourra certainement être améliorée par un traitement plus poussé des données.

Conclusions et perspectives

Au cours de ce projet, plusieurs étapes ont été franchies :

- définition des besoins des professionnels et de la R&D
- constitution d'une équipe projet aux compétences complémentaires
- conceptions de capteurs prototypes spécifiques aux raisins
- mise au point et test sur un nombre important de grappes et de baies

En deux campagnes, la faisabilité de la prédiction du taux de sucre des baies et des grappes par capteur proche infra rouge a été établie. La prédiction est bonne, et surtout robuste, puisque la qualité des réponses est indépendante des facteurs cépages, terroirs et millésimes.

Pour la prédiction des deux autres paramètres essentiels de la qualité de la récolte que constituent l'acidité et la couleur (anthocyanes), la faisabilité a également été démontrée, mais la qualité de la prédiction reste à améliorer par des traitements plus poussés et des références supplémentaires.

Dans un avenir proche, des équipements d'appréciation de la qualité à la parcelle, utilisant le proche infra rouge devraient être disponibles. Ils pourront éventuellement être embarqués sur machine à vendanger ou installés en réception de vendange.

En laboratoire, le proche infra rouge pour-

rait permettre de mieux prendre en compte l'hétérogénéité de maturation, donnée actuellement difficilement accessible. La validité de la méthode repose sur des instruments performants et des traitements statistiques et mathématiques appropriés (calibration par chimiométrie). Ces traitements conditionnent la fiabilité et la robustesse des modèles établis. Ces techniques de traitement ne sont pas accessibles aux uti-

lisateurs et demandent des compétences de haut niveau, dont certaines encore au stade de la recherche. Un instrument sans base de calibration ne présente que peu d'intérêt pratique pour l'utilisateur. La poursuite des études devrait permettre de passer d'un stade prototype à des outils finalisés, avec l'implication d'industriels. De premiers contacts ont été pris.

MICROBIOLOGIE HYGIÈNE



Axe stratégique
n° 10

MICROBIOLOGIE - HYGIÈNE

- Levures et fermentation alcoolique
- Bactéries lactiques et fermentation malolactique
- Altérations microbiennes
- Hygiène en oenologie



MICROVINUM

En préambule

Différents phénomènes microbiologiques participent à l'élaboration des vins. La fermentation alcoolique s'appuie sur l'intervention des levures qui sont soit indigènes ou encore sélectionnées puis industrialisées, ces dernières assurant une plus grande sécurité des utilisateurs pour la maîtrise de cette étape importante. La fermentation malo-lactique est également une étape cruciale de la vinification où, l'optimisation des conditions de production des bactéries lactiques, a permis notamment une meilleure maîtrise de son déroulement. A côté de ces micro-organismes utiles pour la réalisation des process fermentaires, des flores indésirables sont susceptibles d'altérer le vin au cours de toutes les étapes de la vinification ; elles peuvent être à l'origine des goûts terreux ou encore favoriser certaines déviations organoleptiques en cours d'élevage. Ces études cognitives sur les flores d'altération doivent permettre à terme d'appliquer des plans d'hygiène stricte pour réduire les niveaux de contamination microbienne du moût au vin.

Pour la gestion de la fermentation alcoolique, la démarche d'ITV France s'appuie sur la sélection de souches de levures spécifiques qui doivent être mises, à terme, à la disposition des professionnels de la filière. A l'heure actuelle, le nombre de programmes de sélection est en forte diminution, et les études menées par les différentes unités s'attachent plutôt à connaître les potentialités fermentaires des souches industrialisées, à préciser leurs doses optimales de mise en oeuvre, et à réaliser des bancs d'essais de comparaison de souches nouvellement apparues sur le marché, sur différents cépages.

Cette démarche aboutit à l'enrichissement permanent des données mises à disposition de la profession au travers de la brochure / CD « Choix et emploi des micro-organismes en oenologie ». L'étude de la dissémination des levures industrialisées dans les éco-systèmes viticoles, et la thématique des biofilms en oenologie complètent les travaux réalisés sur le projet « Levures et fermentation alcoolique ».

Depuis plus de quinze ans, ITV France contribue efficacement à la sélection des bactéries lactiques en oenologie. Pour la plupart d'entre elles ces préparations exigeaient une amélioration des procédures d'acclimatation dans le vin. L'optimisation des conditions de leur production est également une étape importante pour garantir le succès de l'implantation des biomasses dans les moûts.

Les travaux réalisés dans le cadre du projet « Bactéries lactiques et fermentation malo-lactique » sont essentiellement concentrés autour de la sélection de nouvelles souches de bactéries lactiques pour les vins blancs secs, et la comparaison de biomasses de bactéries lactiques dans diverses situations oenologiques. Le lysozyme fait également l'objet de recherches, notamment pour évaluer son incidence sur la couleur des vins rouges et la stabilité protéique des vins blancs. Enfin, une partie significative du projet s'intéresse au risque de piqûre lactique au cours de l'élaboration des vins de Bourgogne.

Les altérations microbiologiques des vins concernent deux types de recherches conduites actuellement par ITV France. La connaissance de certains aspects de la microflore présente sur les baies de raisin est actuellement approfondie au travers du réseau des unités de notre Institut, afin de comprendre l'origine des goûts terreux/ moisi dans les vins, rencontrés de manière récurrente dans plusieurs régions viticoles françaises.

Le travail d'investigation comprend tous les types de micro-organismes mais s'intéresse plus spécifiquement aux bactéries filamenteuses de type *Streptomyces* et aux moisissures, notamment *Penicillium*, *Aspergillus* et *Botrytis*. Le deuxième aspect de ce projet concerne l'influence de certaines espèces de levures sur les qualités aromatiques des vins de Pinot noir et de Chardonnay et sur les conditions de production de la maladie de la grasse par *Pediococcus*.

Enfin, la directive hygiène récemment mise en vigueur, impose aujourd'hui au vinificateur une maîtrise des dangers liés aux consommateurs tout au long de la chaîne d'élaboration du vin. Les travaux conduits par ITV France sur le projet «Hygiène en oenologie» s'intéresse à l'influence du niveau d'hygiène du matériel sur les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des vins rouges en situation méridionale, ainsi qu'aux procédures de nettoyage-désinfection des chais mettant en oeuvre l'utilisation de produits non-chlorés.

ALAIN POULARD
Responsable axe stratégique
ITV France - Unité de Nantes-Vertou

VOS CONTACTS

LEVURES ET FERMENTATION ALCOOLIQUE

M. COARER, ITV France - Unité de Nantes-Vertou, *Chef de projet*

collaboration

V. LEMPEREUR, ITV France - Unité de Villefranche/Saône

J. BÉGUIN, F. GUYOT, ITV France - Unité de Tours

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

A. POULARD, A. PAIN, ITV France - Unité de Nantes-Vertou

MAÎTRISE DE LA FERMENTATION MALOLACTIQUE

V. GERBAUX, ITV France - Unité de Beaune, *Chef de projet*

collaboration

C. BRIFFOX, B. VINCENT, ITV France - Unité de Beaune

ALTÉRATIONS MICROBIENNES

B. VINCENT, ITV France - Unité de Beaune, *Chef de projet*

collaboration

L. GUÉRIN, ITV France - Unité de Tours

C. BRIFFOX, V. GERBAUX, ITV France - Unité de Beaune

BIVB, Beaune - **INSTITUT JULES GUYOT (IUVV)**, Dijon - **CHAMBRE AGRICULTURE D'INDRE ET LOIRE**

HYGIÈNE EN OENOLOGIE

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

collaboration

D. CABOULET, ITV France - Unité de Narbonne-Pech-Rouge

A. POULARD, ITV France - Unité de Nantes-Vertou

J.Y. MORARD, Johnson Diversey

SOCIÉTÉ THALÈS (R & D, groupe Chêne)

J. LABADIE, R. TALON, INRA Theix

C. LAITHIER, Institut de l'Élevage

LEVURES ET FERMENTATION ALCOOLIQUE

Contexte

Si la qualité des vins est principalement liée au terroir, au cépage et aux pratiques viticoles, les étapes de vinification, et parmi elles la fermentation alcoolique assurée par les levures, permettent de valoriser le potentiel qualitatif acquis au moment des vendanges. L'acquisition de références sur les levures, quelles soient indigènes ou commerciales, constitue donc une nécessité pour ITV France. Pour ce faire, au sein du projet « Levures et Fermentation Alcoolique », un certain nombre de thèmes sont développés : sélection de levures, comparaison de préparations commerciales, étude des doses d'ensemencement, étude des potentialités des souches et des moûts, caractérisation des biofilms et de leur rôle, devenir des levures après fermentation. A ces thèmes, il convient d'ajouter deux activités importantes et s'inscrivant sur la durée : la gestion de la collection de micro-organismes et l'édition de l'ouvrage « choix et emploi des micro-organismes en œnologie ».

Activité

Sélection de levures

Quatre unités de l'ITV France (Blanquefort, Nantes, Tours et Villefranche) ont ainsi conduit des programmes de sélection dont le but est de mettre à terme à la disposition des professionnels de la filière des souches de levures particulièrement adaptées pour l'élaboration des vins blancs et rouges de qualité.

L'Unité ITV France de Nantes conduit, avec celles de Tours et Blanquefort, un programme de sélection de levures destiné à l'élaboration des vins blancs secs élevés sur lies et à leur amélioration qualitative. L'année dernière deux souches avaient été retenues : 4F9 et 11372. Cette deuxième année d'expérimentation met en évidence l'intérêt relatif de la souche 4F9, qui semble être

révélatrice des thiols variétaux ainsi que d'esters non ramifiés, pour l'élaboration de vins de Muscadet. Contrairement à l'année dernière, sur Chenin, la souche 4F9 semble caractérisée par une meilleure qualité gustative et olfactive.

Dans le cadre du « Projet Ferments Vin » l'Unité de Villefranche et la SICAREX Beaujolais ont réalisé les travaux suivants :

- identification des souches isolées en 2001 : connaissance de la flore levurienne en Beaujolais (succession des différentes espèces au cours de la vinification, variabilité des espèces dans le haut, le milieu et le bas de la cuve en cours de vinification, ...)
- mise au point des protocoles de microvinification, fermentescibilité du moût utilisé, ensemencement, suivi fermentaire, analyses, méthode d'olfaction des échantillons.

Comparaison de levures sélectionnées

Quatre unités (Blanquefort, Nantes, Tours et Villefranche) se sont attachées à mettre en place des bancs d'essais des souches apparaissant sur le marché afin d'acquérir des données technologiques permettant ultérieurement une utilisation raisonnée et adaptée au type de vin que l'on souhaite produire.

L'unité de Villefranche a mené cinq essais comparatifs différents :

* Comparaison de levures «starter» : 70-13, K1, 522D et WET 136 pour l'élaboration de vins Beaujolais expérimentaux en minicuverie, dans le but de remplacer la souche 70-13. La souche 70-13 semble effectivement plus lente en fin de FA, une comparaison sur une vendange carencée en azote ammoniacal serait intéressante pour confirmer cette remarque.

Ainsi que la souche K1, elle produit plus d'acidité volatile et entraîne sur les vins des valeurs de pH plus élevées que les souches 522D et Wet 136. En dégustation, les vins vinifiés avec la souche 522D, en moyenne, sont les moins bien notés en « Beaujolais nouveau » et surtout après 6 mois de vieillissement par rapport à la souche K1.

* Comparaison lors de la vinification d'un Beaujolais de semi-garde des souches F15 et L.A. RB2 ou Actiflore RB2 (sélectionnée à l'ITV - SICAREX Beaujolais). La souche F15 a une cinétique de fin de fermentation alcoolique nettement plus rapide que la souche L1515, elle donne des vins moins acides, plus colorés avec une composition polyphénolique plus élevée. En dégustation, les résultats sont contrastés.

* Comparaison de la souche Excellence SP à IOC R9001 et Levuline Primeur pour l'élaboration d'un Beaujolais nouveau. Excellence SP produit un peu plus d'acidité volatile que les deux autres souches, mais préserve mieux l'acidité totale, et donne des vins largement plus colorés et plus riches en composés phénoliques. Lors des différentes dégustations, les vins élaborés avec Excellence SP correspondent mieux à des Beaujolais «à boire dans l'année», que des « Beaujolais Nouveaux ».

* Comparaison pour l'élaboration d'un Beaujolais Blanc de la levure IOC 18-2007, à deux autres levures, Bourgoblanc CY 3079 et Excellence C1. Les 3 levures permettent un déroulement rapide de la fermentation alcoolique dans le cadre de cet essai. La souche IOC 18-2007 produit très peu d'acidité volatile, l'examen sensoriel ne permet pas de départager significativement les vins.

* Comparaison dans le cas de vinification débutant par une macération préférentielle à chaud (MPC) de la vendange, des souches Levuline Primeur, 522 Davis et L 1515. Lors des dégustations en Beaujolais primeur, les caractéristiques principales des vins vinifiés avec Levuline Primeur sont retrouvées : ils sont moins colorés, plus intenses aromatiquement surtout au niveau du fruité et moins taniques en bouche par rapport aux deux autres souches. Cependant les

notes de qualité d'ensemble sont proches, et les vins 522D et L 1515 sont jugés comme ayant plus d'avenir.

L'unité de Nantes a mené un essai comparatif :

* Comparaison pour la vinification des vins rosé de cépage Grolleau de plusieurs L.S.A., LALVIN 71B, OENOPROX L2872, CERES B201, LALVIN S6U, et 2 souches de collection produites à titre expérimental par DSM : L11372, L2582. Au niveau gustatif, les vins sont très proches les uns des autres.

L'unité de Blanquefort a mené un essai comparatif :

* Evaluation des potentialités sur rosé de merlot de la région de l'Entre-Deux-Mers des souches Actiflore 522 Davis, Oenoprox L-14.14, Vitilevure MT, Vitilevure DV10, Actiflore C et Lieviclerc Arôme Nature. Les résultats obtenus dans le cadre de cet essai font plus particulièrement ressortir la bonne aptitude des souches Vitilevure MT, Lieviclerc arôme nature et DV10 pour l'élaboration de vin rosé de cépage Merlot.

L'unité de Tours a mené un essai comparatif :

* L 4138 à ZYMAFLORE VL1 et OENOPROX L-1597 en Touraine sur Chardonnay et Sauvignon. La souche L-4138 assure une fermentation correcte des moûts de Chardonnay et de Sauvignon. La dégustation ne fait pas apparaître de défauts majeurs liés à la souche, cependant, sur ce millésime, la souche de référence est préférée sur certains critères dans le cas du Chardonnay. Dans le cas du Sauvignon, la souche L-4138 est préférée pour des critères aromatiques et de couleur.

Doses d'ensemencement des LSA

Deux essais ont été menés par les Unités de Nantes et Villefranche.

A Nantes, les premiers résultats obtenus après utilisation de différentes doses (2, 5, 10, 20, 40 g/hl) de LSA montrent que les niveaux d'ensemencement pratiqués usuellement (10 à 15 g/hl maximum), sont suffisants et convenables pour la conduite des

fermentations alcooliques à leur terme dans les moûts de Muscadet. La mise en œuvre des doses plus faibles peut ponctuellement aboutir à des difficultés d'achèvement sur certains types de moûts. En revanche, l'utilisation de doses importantes de LSA (40 g/hl) n'apporte pas dans ce cas précis, une amélioration significative par rapport à des taux d'ensemencement normaux. Sur le plan analytique, peu de variations sont enregistrées sur les premiers composés analysés. Quoi qu'il en soit, au regard des dégustations triangulaires effectuées à ce jour, il n'apparaît pas de différences significatives entre la qualité des vins résultant de l'utilisation de différents taux d'inoculation de LSA.

A Villefranche, deux doses de levure sèche active, 10 g et 20 g/hl à l'encuvage, en vinification beaujolaise ont été testées. Il existe très peu de différences au niveau du déroulement de la FA que ce soit en vinification courte (5 jours de macération) et longue (9 jours), les vins sont très proches au niveau de l'analyse physicochimique, en dégustation, les résultats sont contrastés :

Potentialités des levures

L'étude réalisée à Nantes sur les potentialités fermentaires des souches de levures vise à mettre au point des protocoles permettant de déterminer leur comportement probable en fonction de variations conjointes du milieu (concentration en azote assimilable et concentration en sucres, température) à partir de micro- et mini-vinifications.

Des différences de comportement des souches en relation avec les variations du milieu induites ont bien été enregistrées. Cependant, des difficultés à mettre en relation micro et minivinifications se présentent. Pour autant, les tendances révélées par les microvinifications se retrouvent en minivinifications. Des indicateurs de comportement ont été définis et ont permis de regrouper les souches testées en fonction de leur susceptibilité aux carences azotées, aux baisses de températures et aux fortes concentrations en sucres, pouvant déboucher sur des prescriptions précises.

Caractérisation des biofilms et de leur rôle

Les Unités de Nantes et Tours ont conduit une étude sur les Biofilms en œnologie.

Les biofilms présents sur les matériels avant vendanges représentent des populations relativement faibles lorsqu'une désinfection suivie d'un nettoyage est appliquée. Sur les matériels dont l'hygiène devient défectueuse (tuyaux) des cortèges importants de micro-organismes (levures, bactéries, moisissures) apparaissent tout naturellement. Les espèces retrouvées à ce stade sont des levures à caractère principalement oxydatif dominant : *Rhodotorula sp*, *Candida sp*. susceptibles de contaminer les moûts entrant en cave ultérieurement. Dès que les vendanges débutent, la pression du milieu modifie très sensiblement les populations présentes sur les matériels. Les cuves de fermentation deviennent alors de véritables supports de diffusion des micro-organismes ; sur le plan quantitatif, les levures à caractère fermentaire dominant apparaissent sur les matériels. En fin de vendanges, le milieu devient extrêmement chargé en micro-organismes de tous genres (*Saccharomyces*, *Brettanomyces*, ...) ; *Saccharomyces cerevisiae* est alors retrouvé sur les biofilms à travers les souches indigènes ou industrialisées, rendant la réalisation de fermentations spontanées (avec des levures autochtones) hautement aléatoires.

Enfin, la complexité de la flore indigène des moûts n'apparaît pas au niveau de la dégustation des vins. L'aptitude de souches de levures différentes (*Saccharomyces*, *Hansenula*, *Brettanomyces*) à former, voir se développer sous forme de biofilms a été montré au laboratoire et confirme les écouvillonnages effectués sur sites. Les premiers résultats, qui doivent être confirmés et développés devraient nous permettre de connaître le comportement de ces souches (d'altération ou non) en présence de produit désinfectant et d'adapter les procédures de désinfection à leur résistivité accrue quand elles se présentent sous forme de biofilms multisouches.

Dissémination des levures

L'unité de Nantes, enfin, étudie le devenir des levures après fermentation, leur rémanence dans l'écosystème viti-vinicole et les risques de contaminations ultérieures.

Réalisée sur trois structures représentatives du vignoble nantais, cette étude a débouché en 2002 sur les résultats inattendus. Une mauvaise qualité des lots de fabrication a conduit à l'échec de la totalité des levurages entrepris sur les 2 sites, rendant quasiment impossible le suivi de la souche traceur. La dissémination inter-sites des souches sauvages de *Saccharomyces cerevisiae* a été étudiée. Avant vendanges, ces levures sont relativement peu nombreuses sur les différents substrats investigués. En fin de fermentation alcoolique, chaque site dispose d'une flore assez originale alors que 20 jours après une relative dispersion se manifeste, plusieurs souches étant retrouvées sur les différents sites. Ensuite un nouvel équilibre de la microflore apparaît, celle-ci semblant peu perturbée par les transferts éventuels inter-sites. L'étude de l'évolution des souches *Saccharomyces cerevisiae* au cours des traitements d'épuration a également retenu notre attention, un cortège important de souches alimentées par les rejets pollués, intervient dans ces phénomènes.

En sortie de traitement, la flore levurienne relativement peu variée et également très affaiblie numériquement est susceptible d'être disséminée dans le milieu naturel.

Perspectives

Les programmes de sélection arrivant à terme, il n'est pas envisagé de lancer de nouveaux programmes dans le futur immédiat. Le projet « ferments vin » du Beaujolais devrait connaître un développement normal au cours des années à venir, menant à la présélection de souches. Les essais comparatifs permettront d'enrichir le classeur « Choix et Emploi des Micro-Organismes ». Les tests de laboratoire tenant compte des variations comportementales des souches en fonction du milieu (azote, sucres, température), devraient être étendus à différentes souches du Val de Loire et de LSA.

Enfin, les résultats obtenus sur la dissémination des LSA dans l'environnement et les biofilms devraient apporter un nouvel éclairage sur l'écologie de la microflore du matériel vinaire et des caves. Couplés aux études sur les fermentations spontanées et induites, ils devraient déboucher rapidement sur de nouvelles préconisations en matière de mise en œuvre des LSA ou de non levurage.

MAITRISE DE LA FERMENTATION MALOLACTIQUE

Contexte

Le point concernant les travaux réalisés par ITV France sur la maîtrise de la fermentation malolactique

Les travaux concernant la maîtrise de la fermentation malolactique des vins réalisés sur la période 2002/2003 sont focalisés sur :

- la comparaison de biomasses de bactéries lactiques dans diverses situations œnologiques pour la maîtrise du déroulement de la fermentation malolactique
- la sélection de nouvelles souches de bactéries lactiques pour l'ensemencement direct des vins blancs acides
- l'optimisation des conditions de production des biomasses bactériennes à ensemencement direct
- l'utilisation du lysozyme en œnologie, en particulier, l'incidence du lysozyme sur la couleur des vins rouges de différents cépages et l'incidence du lysozyme sur la stabilité protéique des vins blancs
- l'étude du risque de piqûre lactique en Bourgogne

La plupart des travaux ont été réalisés au sein de l'unité ITV France de Beaune. Le réseau ITV France a aussi été mis à contribution pour la réalisation de protocoles spécifiques.

Les centres de Tours et de Villefranche sur Saône ont participé activement à la comparaison de biomasses bactériennes.

Les centres de Colmar, de Nîmes et de Blanquefort ont participé activement aux travaux sur le lysozyme.

Ce compte-rendu développe l'étude du risque de piqûre lactique en Bourgogne. Une publication plus complète destinée à un journal spécialisé, est rédigée en parallèle.

Etude du risque de piqûre lactique au cours de l'élaboration des vins de Bourgogne

Introduction

Le développement des bactéries lactiques est recherché pour la réalisation de la fermentation malolactique (FML) et l'activité bactérienne ne s'exprime généralement qu'après la fin de la fermentation alcoolique. Cependant, lorsque les conditions sont favorables aux bactéries lactiques, la FML peut s'effectuer alors que le métabolisme des sucres par les levures n'est pas terminé. La fin de la fermentation alcoolique est alors languissante ou bloquée. Des sucres résiduels peuvent alors être métabolisés par les bactéries lactiques exposant ainsi le vin au risque de piqûre lactique. Cette altération connue depuis très longtemps, et bien décrite par Pasteur, reste un problème d'actualité.

En effet, pour des raisons technologiques ou microbiologiques, la présence d'une quantité plus ou moins importante de sucres résiduels dans un vin nouveau n'est pas un phénomène rare.

Les travaux réalisés dans cette étude sont focalisés sur les vins de Bourgogne et sur l'espèce de bactéries lactiques, *Oenococcus oeni*, majoritairement responsable de la réalisation de la FML. Cette espèce présente un métabolisme hétérofermentaire, permettant la production d'acide acétique à partir du métabolisme des sucres (Tableau 1). *Oenococcus oeni* est présent au niveau de la flore indigène, mais peut aussi être apporté par ensemencement. Les souches commercialisées pour l'ensemencement des vins sont, en effet, toutes de cette espèce de bactéries lactiques.

Cette étude vise à préciser le risque d'un développement de la piqûre lactique en fonction de différents paramètres œnologiques.

ques : type de vinification, pH du vin, teneurs en sucres, et moment de la croissance bactérienne.

Les protocoles expérimentaux ont été réalisés avec trois cuvées de Pinot noir et deux cuvées de Chardonnay, issues des millési-

mes 2001, 2002 et 2003. Afin de préciser l'activité des bactéries lactiques après la réalisation de la FML, les lots expérimentaux ne reçoivent aucun traitement pour diminuer la population en bactéries lactiques et sont maintenus à une température de 18 à 20°C.

Tableau 1 : principaux acides organiques produits par *Oenococcus oeni* dans les vins

Substrats	Principaux acides organiques produits
acide L-malique	acide L-lactique
acide citrique	acide acétique
glucose et fructose	acide D-lactique et acide acétique

Résultats

Pinot noir / Cuvée 1 : sucres résiduels ajustés à 1 et 3 g/l, pH ajusté à 3.3, 3.5 et 3.7.

La population en bactéries lactiques en fin de FML est supérieure à 10^7 cell./ml. Au cours des deux mois suivants la réalisation de la FML, l'évolution des bactéries lactiques dépend du niveau de pH et non de la quantité de sucres résiduels. A pH 3.3, la population bactérienne décroît d'une puissance de 10 et se stabilise à env. 10^6 cell./ml. Aux pH de 3.5 et 3.7, la population bactérienne se stabilise à un niveau comparable à celui constaté en fin de FML.

Au cours des deux mois consécutifs à la réalisation de la FML, les teneurs en sucres résiduels n'évoluent pas sensiblement quel que soient les quantités présentes ou le niveau de pH. Le vin expérimental contenait initialement une quantité notable d'acide citrique (env. 0,3 g/l). Celui-ci est lentement dégradé à la suite de la réalisation de la FML pour les pH de 3.5 et de 3.7, mais pas pour le pH de 3.3.

Au cours des deux mois suivants la réalisation de la FML, la teneur en acide acétique n'évolue pas pour le pH de 3.3. Aux pH de 3.5 et 3.7, l'évolution de l'acide acétique doit principalement être reliée au métabolisme de l'acide citrique. 0.3 g/l d'acide citrique dégradé correspond en effet à une production d'env. 0.2 g/l d'acide acétique, soit la quantité constatée en présence de 1g/l de sucres résiduels. En présence de 3 g/l de

sucres résiduels, une production supérieure d'acide acétique, de l'ordre de 0.1 g/l, est observée. Mais, la très faible augmentation de l'acide D-lactique constatée aux pH de 3.5 et 3.7, confirme que le métabolisme des sucres par les bactéries lactiques très peu actif.

Pinot noir / Cuvée 2 : sucres résiduels ajustés à 4 g/l, pH ajusté à 3.3 et 3.7.

Pour cette cuvée, la teneur en acide citrique est faible, de l'ordre de 0.1 g/l. Le métabolisme de ce composé est constaté dans la continuité de la FML et n'a pas d'impact notable.

Le niveau de population bactérienne est, en fin de FML, plus faible pour cette expérimentation que pour la précédente (moins de 10^7 cell./ml). Mais, les mêmes phénomènes sont observés au cours du mois suivant la réalisation de la FML, pour des souches d'*Oenococcus oeni* différentes. A pH 3.3, la population chute d'une puissance de 10, alors qu'à pH 3.7, la population croît et dépasse 10^7 cell./ml.

Au cours des deux mois suivants la réalisation de la FML, la teneur en glucose n'évolue pas à pH 3.3 et diminue faiblement à pH 3.7. A pH 3.3, le fructose n'est pas non plus métabolisé. Par contre, à pH 3.7, la dégradation du fructose est notable (env. 1 g/l). La dégradation des sucres à pH 3.7 s'accompagne d'une production nette et régulière d'acide acétique et d'acide D-lactique. Ce métabolisme est cependant

peu rapide, malgré le niveau de population élevé et la température favorable (18°C). Dans ces conditions, la production d'acide acétique constatée en l'espace de deux mois est de l'ordre de 0.4 g/l (env. 0.3 g/l exprimé en H₂SO₄).

Pinot noir / Cuvée 3 : sucres résiduels de 1g/l (FA achevée) et 20 g/l (FA bloquée), pH ajusté en moût à 3.2 et 3.5 :

Pour cette expérimentation, les bactéries lactiques sont inoculées pendant le déroulement de la fermentation alcoolique. Celle-ci est ensuite bloquée, pour moitié des lots, six jours après le levurage par un ajout de natamycine.

La croissance des bactéries lactiques est nettement favorisée lorsque la fermentation alcoolique est bloquée. Le niveau de pH joue également un rôle important. En effet, à partir d'un même moût, le développement des bactéries lactiques, peut-être, soit très rapide (pH 3.5, FA bloquée), soit très lent (pH 3.2, FA achevée). La FML est logiquement liée à la croissance bactérienne. La réalisation la plus rapide est donc constatée pour la condition pH 3.5, FA bloquée, avec une dégradation de l'acide citrique (env. 0.25 g/l) observée parallèlement à la fin de la FML. Une piqûre lactique se déclare ensuite avec une augmentation régulière au cours du temps des teneurs en acides acétique et D-lactique. Ce phénomène est nettement atténué lorsque le pH est de 3.2, malgré une présence identique de sucres résiduels. Il faut également noter qu'à pH 3.2, la population bactérienne se stabilise à env. 10⁶ cell./ml alors qu'à pH 3.5, la population est de l'ordre de 10⁷ cell./ml. En fait, les lots pH 3.2 et FA bloquée, évoluent similairement aux lots pH 3.5 et FA achevée : évolutions lentes des acides acétique et D-lactique après le déroulement de la FML.

Chardonnay / Cuvée 1 : sucres résiduels ajustés à 4 g/l, pH ajusté à 3.1, 3.5 et 3.7 :

La population en bactéries lactiques est à ce stade fonction du niveau de pH (entre 10⁶ et 10⁷ cell./ml). Un mois après FML, la population bactérienne régresse pour les trois niveaux de pH, régression atténuée avec l'élévation du pH. Une nouvelle croissance bactérienne est constatée ensuite. Au cours

des deux mois suivant la fin de la FML, les teneurs en glucose et en fructose n'évoluent pas à pH 3.1. Pour les deux niveaux de pH supérieurs, des diminutions de 0.2 à 0.3 g/l de glucose et de fructose sont constatées dans le même temps. La dégradation est alors plus forte pour le pH 3.5 que pour le pH 3.3.

Pour les trois niveaux de pH, aucune élévation d'acide acétique n'est observée après la réalisation de la FML. Pour les lots à pH 3.3 et 3.5, l'acide D-lactique évolue nettement entre le premier et le second mois suivant la FML (0.4 g/l pour le pH de 3.3 et 0.6 g/l pour le pH de 3.5). Cette évolution peut-être reliée à la croissance bactérienne et à la dégradation de glucose et du fructose. Pour cette expérimentation la dégradation des sucres ne s'accompagne donc pas de production d'acide acétique. En outre, l'acide citrique (env. 0.25 g/l) n'est pas métabolisé au cours des deux mois suivants la réalisation de la FML.

Chardonnay / Cuvée 2 : sucres résiduels ajustés à 3 g/l, pH ajusté 3,5 :

L'acide citrique, présent en faible quantité (env. 0.15 g/l) est dégradé dans la continuité de la FML.

Suite à la réalisation de la FML, la population bactérienne régresse d'une puissance de dix en un mois. Les sucres résiduels (glucose et fructose) ne sont pas ou pratiquement pas dégradés au cours des deux mois suivants la réalisation de la FML.

Le niveau d'acide D-lactique restant insignifiant, la très faible augmentation des teneurs en acide acétique (moins de 0.1 g/l par mois) ne doit pas être liée aux bactéries lactiques.

Discussion et Conclusion

Il apparaît que le métabolisme des sucres résiduels par les bactéries lactiques de l'espèce *Oenococcus oeni* dans les vins de Pinot noir et de Chardonnay est ni systématique, ni forcément intense. Les conditions expérimentales devaient pourtant favoriser le développement de la piqûre lactique : températures élevées (18/20°C) et pas de stabilisation après FML.

En fait l'évolution et l'activité de la population bactérienne après la fin de la FML dépendent de plusieurs facteurs. Le premier facteur est le pH. Pour des niveaux de pH de l'ordre de 3.1 pour les vins blancs et de 3.3 pour les vins rouges, il apparaît que la population bactérienne décroît spontanément après la fin de la FML. Son activité devient alors insignifiante. Par contre, pour des niveaux de pH supérieurs, la population bactérienne se stabilise et peut même s'accroître suite à la réalisation de la FML.

Le métabolisme des sucres résiduels ne peut être constaté que lorsque la FML est achevée. Et, en présence d'une quantité significative d'acide citrique, ce substrat peut également être préféré aux sucres résiduels. Le métabolisme de l'acide citrique génère alors une production limitée d'acide acétique.

Pour un vin en cours d'élevage, les quantités de sucres non fermentés sont généralement faibles (moins de 5 g/l). Le métabolisme de ces sucres par les bactéries lactiques sera peu actif et fonction des facteurs précédemment cités.

Lorsque les bactéries lactiques se développent précocement, au niveau du moût, le risque de piqûre lactique est très important après la réalisation de la FML. En cas d'arrêt de fermentation alcoolique et notamment à pH élevé, le métabolisme des sucres par les bactéries lactiques est très actif et produit conjointement de l'acide acétique et de l'acide D-lactique.

La prévention de la piqûre lactique commence par un bon contrôle du déroulement de la FML et des teneurs en sucres résiduels. Le suivi doit être plus ou moins rapproché selon les situations œnologiques (pH, procédés de vinification, évolution de la fermentation alcoolique ...). Un traite-

ment chimique ou physique approprié pour réduire la population de bactéries lactiques dès la fin de la FML permet d'éviter le développement d'une piqûre lactique en cas de risque avéré.

L'utilisation de lysozyme, composé inhibiteur spécifique des bactéries lactiques, a démontré son intérêt pour traiter de telles situations et permet d'envisager ensuite un bon achèvement de la fermentation alcoolique.

Enfin, ces résultats ont été obtenus en considérant l'espèce de bactéries lactiques *Oenococcus oeni*, qui est la plus courante dans les vins de Bourgogne. Dans le cas de vins dominés par des flores de lactobacilles ou de pédiocoques, les résultats pourraient être différents.

Publications

- Vincent Gerbaux et Carole Briffox, 2002. Influence de l'ensemencement en bactéries lactiques sur l'évolution de la couleur des vins de Pinot noir pendant l'élevage. Rev. des Oenol., 103, 19-23.

- Vincent Gerbaux, Carole Briffox, Adalberto Villa et Gilles Lagarde, 2003. L'impact du lysozyme sur la couleur des vins rouges. Vinidea.net (Wine Internet Technical Journal), N°4.

- Vincent Gerbaux, Carole Briffox, Eric Meistermann, Adalberto Villa et Gilles Lagarde. Influence de l'utilisation du lysozyme sur la stabilité protéique des vins blancs. Soumis à publication à la Rev. Fr. d'Oenologie.

- Vincent Gerbaux, Carole Briffox et Béatrice Vincent. Etude du risque de piqûre lactique au cours de l'élaboration des vins de Bourgogne. Soumis à publication à la Rev. des Œnologues.