

MONDIAVITI

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

29 et 30 novembre 2006

Compte-rendu technique



ITV France
Centre Technique Interprofessionnel
de la Vigne et du Vin
12, rue Sainte-Anne
75001 Paris
Tél. 33 (0)1 44 69 97 97
Fax 33 (0)1 44 69 97 99

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



29 et 30 novembre 2006

est organisé par

ITV France

Centre Technique Interprofessionnel
de la Vigne et du Vin

et

Vinitech

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

dans le cadre de **Vinitech 2006**

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

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

Les firmes phytosanitaires

- BASF
- BAYER CROPS SCIENCE FRANCE
- BELCHIM
- CEREXAGRI
- DOW AGROSCIENCE
- DU PONT DE NEMOURS
- SYNGENTA AGRO

Sommaire

I. Actualités phytosanitaires

> Bilan de la campagne phytosanitaire 2006 (<i>Jacques GROSMAN</i>)	7
"FLASH INFO"	
> Black Dead Arm : contaminations estivales démontrées (<i>Bernard MOLOT</i>)	15
> Bois noir : progression inquiétante dans le vignoble français (<i>Philippe KUNTZMAN</i>)	19
"POINT OÏDIUM"	
> Initiation et développement des épidémies d'oïdium : les bases biologiques pour optimiser la protection (<i>Philippe CARTOLARO</i>)	27
> La première intervention anti-oïdium : un vrai dilemme ? Quand et comment raisonner le premier traitement :	
• Vignobles méridionaux (<i>Bernard MOLOT</i>)	35
• Vignobles septentrionaux (<i>Marie-Laure PANON</i>)	39
EVOLUTION DE LA RÉGLEMENTATION	
> La mise en œuvre des produits phytosanitaires : les moyens de s'adapter (<i>Thierry COULON</i>)	47

II. Stratégie d'entretien des sols : contraintes techniques, économiques et environnementales

> Intérêts et limites des solutions alternatives au désherbage chimique sur le rang (<i>Christophe CAVIGLIO</i>)	51
> Conséquences environnementales des modes d'entretien du sol	
• Impact des modes d'entretien de la vigne sur le ruissellement, l'érosion et la structure des sols (<i>Yves LE BISSONNAIS</i>)	57
• Impact des pratiques culturales sur la vie des sols viticoles (<i>Pascal GUILBAULT</i>)	65
> Perspectives d'expérimentations (<i>Jean-Yves CAHUREL</i>)	71
> Logique des stratégies d'entretien des sols viticoles : une combinaison de pratiques (<i>Yves HEINZLÉ</i>)	75

III. Comment élaborer des vins répondant aux attentes des consommateurs ?

> Introduction (<i>Jean-Luc BERGER</i>)	81
> Le marché, ses modes de consommation et les attentes des consommateurs (<i>Richard SPURR</i>)	83
> Perception de la typicité par le consommateur : principaux résultats du projet européen TYPIC (<i>Georges GIRAUD</i>)	85
> Des réponses packaging : évaluation de différents modes d'obturation (<i>Paulo LOPES</i>)	89
> Quels types de vins pour quel consommateur (<i>Richard GIBSON</i>)	95
> Validation d'itinéraire technologique par le consommateur : le chaînon manquant (<i>Laurent DULAU</i>)	99
> Des outils prédictifs au vignoble et à la cave pour mieux piloter les itinéraires d'élaboration des vins (<i>Jean-Michel DESSEIGNE</i>)	103
> Conclusion lien au marché (<i>Bruno KESSLER</i>)	107

IV. Évaluation du potentiel aromatique des raisins et des vins

> Le potentiel aromatique des raisins, un paramètre multiple (<i>Raymond BAUMES</i>)	111
> Évaluation rapide du potentiel glycosidique des raisins blancs : aspects méthodologiques et perspectives (<i>Rémi GUÉRIN-SCHNEIDER</i>)	119
> Intérêt de l'évaluation des précurseurs de thiols variétaux comme outil de pilotage de la vinification et de la typologie des produits (<i>Denis DUBOURDIEU</i>)	125
> Gestion des différents potentiels aromatiques dans une optique de segmentation de produits. Cas des Vins de Manseng en Côtes de Gascogne (<i>Laurent DAGAN</i>)	131
> Les caroténoïdes comme précurseurs d'arômes : un nouveau potentiel ? Cas des Vins de Porto (<i>Paula GUESDES de PINHO</i>)	139

Chapitre I

Actualités phytosanitaires

- > Bilan de la campagne phytosanitaire 2006

Jacques GROSMAN

FLASH INFO

- > Black Dead Arm :
contaminations estivales démontrées
Bernard MOLOT
- > Bois noir :
progression inquiétante dans le vignoble français
Philippe KUNTZMAN

POINT OÏDIUM

- > Initiation et développement des épidémies d'oïdium :
les bases biologiques pour optimiser la protection
Philippe CARTOLARO
- > La première intervention anti-oïdium : un vrai dilemme ?
Quand et comment raisonner le premier traitement :
 - Vignobles méridionaux
Bernard MOLOT
 - Vignobles septentrionaux
Marie-Laure PANON

ÉVOLUTION DE LA RÉGLEMENTATION

- > La mise en œuvre des produits phytosanitaires :
les moyens de s'adapter
Thierry COULON

ANTI-OÏDIUM



Prosper[®]

Traite en souplesse
avant et après la floraison

Préventif et curatif avant et après la floraison, Prosper s'intègre parfaitement dans vos programmes anti-oïdium en permettant l'alternance des modes d'action. Pénétrant et diffusant, résistant au lessivage, Prosper vous procure une souplesse d'utilisation et une efficacité incomparables.

Import Tolérance USA - Japon

PROSPER[®] : 500 g/l spiroxamine - AMM n°9800420 - Détenteur de l'homologation : Bayer CropScience France - Classement toxicologique: Xn - Nocif.
© Marque déposée Bayer. Dangereux - Respecter strictement les précautions d'emploi. Pour les usages autorisés, mode d'emploi, doses, restrictions et contre-indications : lire attentivement l'étiquette et la notice d'emploi avant toute utilisation. I M P L I C O M

Bayer Service infos
N° Vert 0 800 25 35 45



Bayer CropScience

Chaque jour, utile à votre avenir

PRODUITS POUR LES PROFESSIONNELS : RESPECTER LES CONDITIONS D'EMPLOI

Bilan phytosanitaire 2006

Jacques GROSMAN - DGAL-SDQPV DRAF-SRPV Rhône-Alpes

Claude MAGNIEN - DRAF DRPV Bourgogne

Isabelle RENAUDIN - DRAF SRPV Pays de Loire

Patrice RETAUD - DRAF SRPV Poitou-Charentes

Jean-Michel TRESPAILLE-BARRAU - DRAF SRPV Languedoc-Roussillon

UN CLIMAT TRÈS CAPRICIEUX

La vigne a dû affronter cette année encore, les caprices climatiques qui se sont traduits par des changements parfois brutaux, au niveau des températures ou des précipitations (fig.1). Finalement, on retrouve des tendances comparables à l'année dernière, avec des différences toutefois.

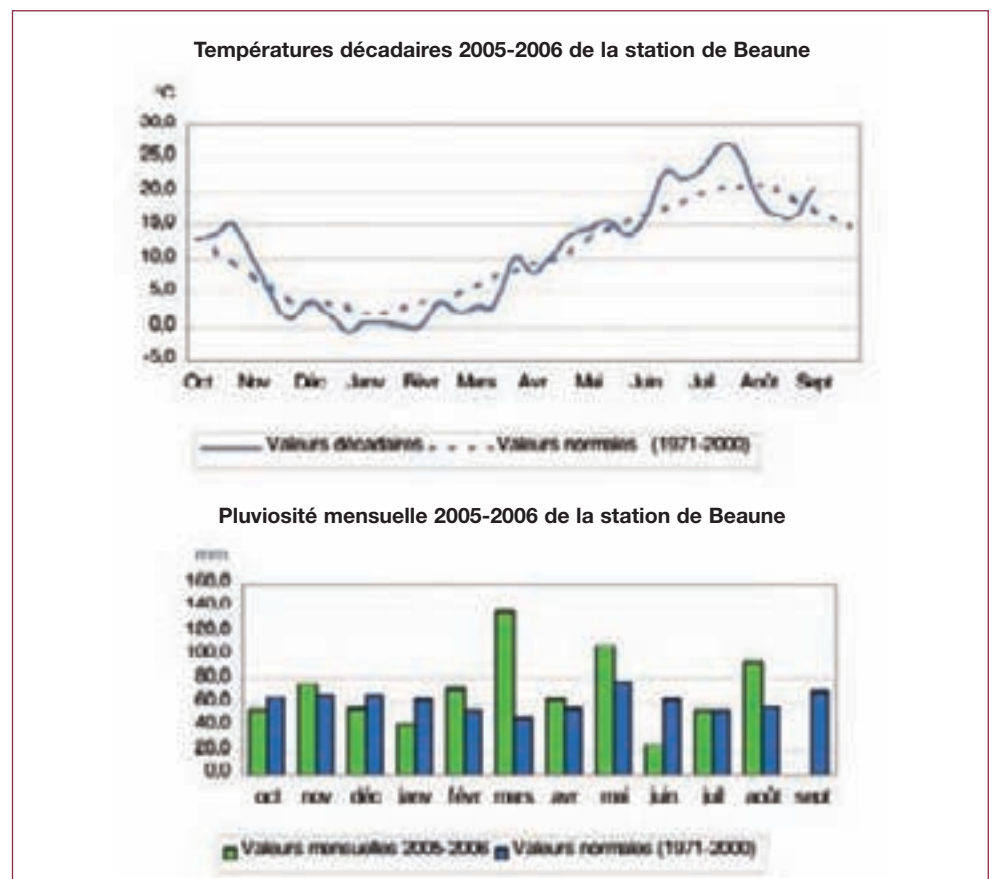


Fig. 1 : Climatologie à Beaune, des écarts importants par rapport aux normales.

Si le début de l'automne 2005 a été chaud dans la plupart des régions, les pluies se sont avérées souvent insuffisantes sauf dans les régions de l'ouest. Le déficit pluviométrique a touché toutes les régions entre novembre et février (-106 mm pour ces 4 mois en Champagne). On peut s'inquiéter de ces déficits hydriques hivernaux, déjà signalés en 2005 entraînant une mauvaise reconstitution des réserves en eau dans les horizons inférieurs. Les pluies de mars ont été abondantes dans certaines régions (2 fois la normale en Pays de Loire, 4 fois la normale à Moissac !) mais n'ont généralement pas permis de combler le déficit. Au niveau des températures, l'hiver a été globalement froid : les thermomètres ont chuté brutalement fin novembre (avec des gelées à -7,5 °C en Bourgogne) et sont souvent restés en deçà des normales jusqu'en mars et même début avril dans l'Est. Conséquence directe : un retard au débournement relativement important, jusqu'à 9 jours signalés en Pays de Loire et Franche-Comté.

Le début du printemps est marqué par un mois d'avril plutôt sec (sauf le nord de la Bourgogne excédentaire en pluies) et des températures fraîches. Les déficits s'accroissent surtout dans les vignobles du Sud avec un record historique de déficit en avril et mai en PACA. Par contre, au nord et à l'ouest, les cumuls des pluies du mois de mai redeviennent importants, parfois avec des épisodes orageux intenses (113 mm dans la Côte des Bars) et avec des températures très contrastées.

La fin du printemps et le début de l'été se caractérisent par une remontée très nette des températures et un fort déficit hydrique. Les températures du mois de Juillet sont très souvent supérieures aux normales (+ 5 °C en Midi-Pyrénées, + 6 °C dans l'est, + 7 °C en PACA, etc.). La vigne rattrape rapidement son retard dans tous les vignobles et la floraison a lieu à une date correspondant à la normale. La vigne ne semble pas souffrir de cette situation quasi-caniculaire faisant suite à au manque d'eau du Printemps. La mortalité est cependant importante dans les plantiers. En juillet, des orages éclatent dans toutes les régions mais avec de fortes variations locales. Des épisodes de grêle sont signalés et provoquent localement des pertes de récoltes significatives : 80 % en vallée de la Marne.

Le mois d'août est généralement signalé comme frais et pluvieux. Les températures sont inférieures de 2 à 4 °C par rapport aux normales, ce qui a pour effet de retarder la maturité des raisins de 4 à 7 jours. Seule la Charente garde de l'avance. De belles journées en septembre laissent espérer une vendange de qualité, sauf dégradations dues aux orages.

UN OÏDIUM INSIDIEUX

L'oïdium a évolué de façon très différente d'une région à l'autre. Les premiers symptômes sur feuille ont pu apparaître dès fin avril en Aquitaine mais pas avant fin juin en Alsace et début Juillet dans le Diois où les symptômes sont apparus directement sur grappe. Ensuite, la progression de la pression de la maladie a été très variable en fonction des conditions climatiques. Le démarrage a été brutal en PACA, mais la pression est restée faible, et en Languedoc-Roussillon où le contrôle de la maladie a été plus difficile. Dans les autres régions, et notamment dans les vignobles de l'est, le démarrage a été plus lent et les premiers symptômes ont été souvent discrets. La faible progression est due à des températures basses jusqu'à la floraison. La maladie a pu se prolonger tard en saison dans certaines régions et la protection maintenue après fermeture de la grappe.

L'oïdium a été dans l'ensemble bien contenu pour des raisons diverses : maintien d'une protection anti-mildiou (Midi-Pyrénées), surprotection par démarrage précoce (Champagne), mais aussi amélioration de la qualité de la pulvérisation et meilleure stratégie de protection. Finalement les dégâts sont observés souvent dans les secteurs historiques où le début de la protection a été trop tardif et /ou la qualité de pulvérisation a été mauvaise. Le non-respect des rythmes de renouvellement, comme en Languedoc-Roussillon où la lutte anti-mildiou s'est relâchée, a été à l'origine de nombreux échecs.

Mais c'est en Charente que la situation a été la plus préoccupante et où la maîtrise a été la plus difficile, entraînant des dégâts importants sur certaines parcelles. En effet, la maladie a souvent été décelée très tard, les rythmes de renouvellement étaient trop lents et une face sur deux était correctement protégée.

Le fait marquant de 2006 est sans nul doute l'extrême diversité de pression de la maladie.

Dans les vignobles du pourtour méditerranéen, le mildiou a été le plus souvent très peu actif. Il est resté quasiment absent jusqu'à fin juillet. En août, à la faveur de quelques pluies il a fait une timide apparition sur les jeunes feuilles des extrémités. Dans ces différents secteurs, une seule intervention, un traitement de couverture cuprique, a été conseillée dans les Avertissements Agricoles®. En Provence, 2006 est présentée comme étant l'année où la pression a été la plus faible jamais observée. Dans quelques zones (Pyrénées Orientales, localement Gard et Nord Vaucluse), des sorties de taches se sont produites plus tôt en campagne sans constituer un réel danger pour le vignoble.

A contrario, le mildiou fut très agressif **dans les vignobles de la façade Atlantique**. En Aquitaine, 2006 est comparée à 2000 qui constitue une des références hautes en matière de mildiou (fig. 2). Les premières taches apparaissent aux alentours du 10 mai. Les pluies répétées, entraînant

*Le mildiou :
une agressivité très fluctuante
selon les régions*

de nombreuses contaminations et en perturbant la réalisation des traitements conduisirent à une situation critique fin mai. Localement, les attaques de rot-gris étaient importantes (dans le Gers sur Cabernet Franc, le Gaillacois, le vignoble de Jurançon). Après une brève accalmie, l'épidémie fut relancée par les précipitations orageuses de fin juin et la pression s'est maintenue ensuite jusqu'aux vendanges. Quelques attaques sévères de rot-brun sont signalées notamment dans le Gers. En fin de saison, la progression du mildiou sur jeunes feuilles voire vieilles feuilles est fréquente. Localement, ces attaques entraînent des défoliations plus ou moins marquées (10 % des parcelles en Muscadet) avec d'éventuelles répercussions sur la maturité. Dans les situations les plus exposées 9 à 10 traitements voire plus ont été appliqués. Sur l'ensemble de ces vignobles les pertes imputables au mildiou sont négligeables mais, à l'échelle parcellaire, elles sont parfois importantes.

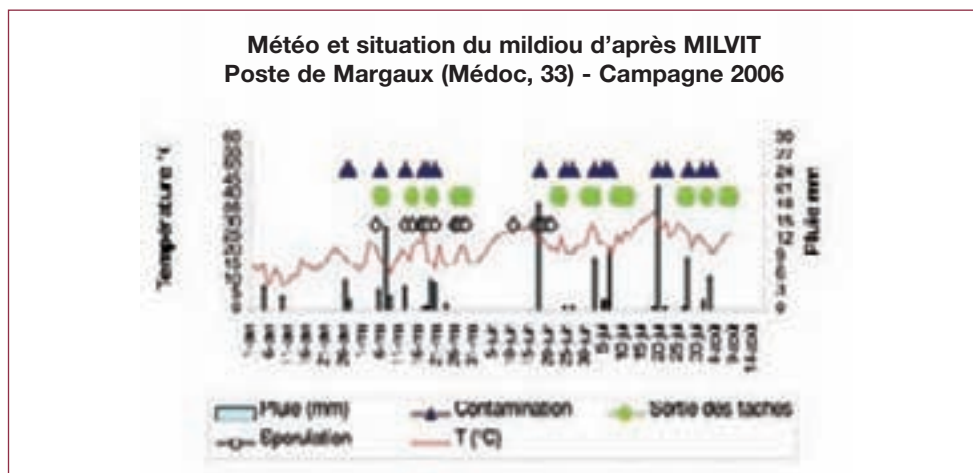


Fig. 2 : Le mildiou en Aquitaine, une année à forte pression.

Dans le vignoble du Nord-Est de la France, la virulence du mildiou fut très contrastée selon les secteurs. Le démarrage de l'épidémie a été fulgurant en Alsace, dans l'Aube pour la Champagne et en Côte de Beaune et Chalonais pour la Bourgogne. Début juin, la situation était dégradée dans certaines parcelles avec une forte présence de la maladie sur feuilles. Un fait particulier mérite d'être relevé. Localement dans l'Aube, des précipitations importantes (50 à 100 mm) ont engendré d'intenses contaminations primaires à l'origine de foyers parcellaires majeurs (5 à plus de 50 taches par cep). Ce phénomène a déjà été observé en Champagne ; il interpelle sur le positionnement du premier traitement, mais comment anticiper et prévoir ce type d'événement qui est très ponctuel ? L'arrivée d'un temps sec à partir de début juin aida à rétablir une situation parfois critique. Les orages locaux de juillet et les pluies répétées d'août réactivèrent le mildiou. Sa présence sur jeunes feuilles était fréquente début septembre et des attaques plus généralisées du feuillage avec chutes de feuilles étaient constatées notamment en Côte d'Or et Saône et Loire.

Reste à évoquer rapidement les vignobles du Val de Loire, du Sancerrois à l'Anjou auxquels peut être ajouté le Chablisien. Dans ces régions le mildiou se manifesta très peu, uniquement sous forme de taches éparses et dès la nouaison des allongements des intervalles entre traitements étaient possibles. Aucun dégât sur grappes ne fut à déplorer et la situation était très saine y compris à la récolte.

En 2006, la surveillance de la résistance du mildiou à différentes molécules a été poursuivie. Elle a concerné en tout premier lieu *le diméthomorphe* et *l'iprovalicarbe*. Les résultats ne sont pas disponibles. Les résultats de 2005 avaient confirmé l'existence de populations de mildiou (9 sur les 66 étudiées) résistant simultanément à ces deux molécules. 8 ont été trouvées essentiellement dans deux vignobles, le Gers et la Provence qui semblent assez fortement touchés par ce phénomène. Cependant, la découverte d'un neuvième cas en Alsace suggère que de telles populations pourraient exister de façon marginale dans d'autres vignobles. Cette hypothèse est renforcée par le fait que des populations pouvant contenir de faibles proportions de souches résistantes à l'une ou à l'autre des molécules (voire aux deux) sont suspectées dans différentes autres régions (Bourgogne, Aquitaine et Charentes).

BLACK-ROT : RETOUR EN FORCE DANS L'OUEST

La pression exercée par le champignon est jugée moyenne à forte sur tous les vignobles de la façade Atlantique excepté celui des Charentes où elle est qualifiée de faible. Des dégâts significatifs ont été observés dans différentes parcelles courant juillet. A titre d'exemple au nord de la zone, dans les vignobles du Muscadet et des coteaux du Loir, la maladie était présente dans la majorité des parcelles et, dans 5 % d'entre elles, l'intensité d'attaque sur grappes était comprise entre 10 et 75 %. Dans les autres vignobles notamment du Centre et du quart Nord Est où le champignon est signalé en l'état endémique, la maladie a été très discrète.

ROUGEOT PARASITAIRE ET EXCORIOSE : DES MALADIES TRÈS SECONDAIRES

En ce qui concerne le rougeot parasitaire, une présence de symptômes de faible intensité n'est plus signalée que très ponctuellement en Alsace, en Champagne (Aube) et dans le Jura. En régression en Bourgogne depuis plusieurs années, aucune tache n'a été repérée en 2006. Quant à l'excoriose, seul le Jura signale des difficultés de maîtrise de cette maladie dues à des conditions favorables (pluie en période réceptive).

UN BOTRYTIS EXPLOSIF EN FIN DE SAISON

En 2006, le botrytis sur grappes est apparu en moyenne fin-juillet à début août dans la plupart des régions suite à une reprise de pluies plus ou moins orageuses. Les symptômes les plus précoces sont apparus en Midi-Pyrénées début juillet et les plus tardifs en Lorraine à la mi-septembre. Ce sont les vignobles de la façade atlantique : Aquitaine, Pays de la Loire et Poitou-Charentes qui présentent les plus forts taux d'attaque (avec 50 à 60 % en fréquence d'attaque et environ 15 % d'intensité d'attaque), les vignobles méditerranéens restant comme souvent les moins atteints.

La situation botrytis est ainsi, comme d'habitude, très disparate selon les régions et cela principalement grâce aux différences de pluviométrie. Ainsi, dans la plupart des régions, ce sont les pluies d'août qui ont permis l'installation ou la reprise des premiers foyers sérieux sur grappes. Dans l'ensemble, nous avons, en 2006, le développement d'un botrytis de fin de saison dans la majorité des vignobles qui a parfois même explosé à la faveur des pluies de mi- à fin septembre.

En 2006, la pression du botrytis est ainsi supérieure à largement supérieure à 2005 sur la majorité des vignobles.

Cette dégradation, parfois très importante et rapide en fin de saison, a pu conduire à avancer la date de récolte, la qualité de celle-ci étant compromise. Dans ces conditions, les mesures prophylactiques accompagnées de traitements anti-botrytis correctement appliqués ont montré leur différence et permis de garantir une récolte plus saine.

Il est à noter que, grâce aux conditions climatiques de septembre particulièrement douces et accompagnées de forts cumuls de pluies sur de courtes durées localement, le développement de nombreuses autres pourritures (*pénicillium* notamment) qui pourront entraîner des dérives organoleptiques (goûts de type moisis-terreux).

Mais surtout, c'est le développement relativement important et rapide de pourriture acide qui est à mentionner cette année sur plus de la moitié des vignobles français.

Après 3 années de calme, le millésime 2006 se caractérise donc par le retour des pourritures sur grappe.

Sur le front des résistances, les résultats 2006 des monitorings SRPV et INRA ne sont pas encore disponibles. Sur 2005, à part la famille des Pyridinamines (fluazinam) sur laquelle aucune résistance n'a été actuellement détectée, et le boscalid (non encore suivi), toutes les autres familles chimiques sont concernées. Bien sûr les niveaux de résistance sont variables d'une famille à une autre et d'une région à l'autre. Les souches multirésistantes de type MDR progressent, essentiellement en Champagne. Ces résistances, obtenues au labo, ne se marquent pas par une baisse d'efficacité au champ, mais il faut rester vigilant.

LES MALADIES DU BOIS : UN PEU MOINS PRÉSENTES EN 2006 ?

L'observatoire national des maladies du bois (eutypiose, esca et black dead arm), initié en 2003, a été prolongé pour une durée de 3 ans afin de mieux estimer la progression des maladies et de bénéficier d'un plus grand nombre de données sur l'expression des symptômes. Ces données seront exploitées par une série d'analyses statistiques qui a donné lieu à un mémoire de Master en statistiques appliquées réalisé au SRPV Alsace avec l'appui de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg et l'INRA de Bordeaux. L'étude devrait permettre de dégager d'éventuels facteurs pour expliquer des différences de niveaux d'expression constatés entre les parcelles. Elle permettra de comparer notamment le niveau d'expression des maladies en fonction du passé « arsénite de soude ». Sur l'évolution des symptômes en 2006, les premiers résultats laissent entrevoir un léger recul des maladies avec, comme les années précédentes, des différences entre régions et cépages.

JAUNISSES : MAINTENIR LA VIGILANCE

La flavescence dorée est présente dans les vignobles d'Aquitaine, des Charentes, de Midi-Pyrénées, du Languedoc-Roussillon, de Provence-Alpes-Côte d'Azur, des Pays de Loire, de Rhône-Alpes et de Corse. Dans ces régions, la cicadelle *Scaphoideus titanus*, vecteur de la maladie, est potentiellement présente avec des effectifs très variables. En Alsace, Lorraine et Champagne, le vecteur n'a pas été détecté. Par contre, en Bourgogne, Franche Comté et Centre, le vecteur est présent. La maladie est absente des vignobles septentrionaux. En 2004 et 2005, quelques souches contaminées ont été découvertes localement en Bourgogne et Champagne. Ces souches ont été détruites et des arrêtés de lutte mis en place. On peut supposer l'introduction par les plants. Une enquête sur l'origine des plants, qui a pu être menée grâce à une collaboration active entre les services de l'Etat et les pépiniéristes ont permis d'orienter la prospection vers les jeunes vignes. La découverte de ces foyers dans des régions non infectées a permis d'aboutir à un accord entre viticulteurs et pépiniéristes pour aller vers une généralisation du traitement à l'eau chaude. En 2006, à la faveur de 3 machines opérationnelles, une part non négligeable des plantations de 2006 de Bourgogne a pu se faire avec des plants traités.

On peut aussi rappeler les dernières évolutions en France dans la lutte insecticide obligatoire contre la cicadelle de la flavescence dorée. Dans les secteurs où la maladie est aujourd'hui maîtrisée, des résultats d'expérimentations au vignoble ont montré que des aménagements étaient possibles avec le passage sous certaines conditions de 3 à 2 traitements insecticides en viticulture conventionnelle. Des résultats expérimentaux, engagés en 2005 dans des secteurs pilotes ont évalué l'impact des traitements sur des populations d'adultes. Ils ont permis une évolution des préconisations vers un seul traitement obligatoire.

Ces assouplissements permettent de concilier le nécessaire développement d'une viticulture durable, respectueuse de la santé des hommes et de l'environnement et la sécurité phytosanitaire du vignoble.

Ainsi en 2006, les arrêtés préfectoraux ont concerné une trentaine de départements viticoles pour 2241 communes en lutte obligatoire représentant 94 communes à 1 traitement obligatoire, 338 communes à 2 traitements obligatoires et 1809 à 3 traitements obligatoires. Enfin 58 communes sont considérées comme assainies en 2006. L'aménagement de la lutte touche à présent 92 000 hectares, soit 22 % du vignoble en lutte obligatoire. Néanmoins, dans certains secteurs, la maladie progresse, par manque de rigueur dans la protection.

En ce qui concerne le bois noir, la plupart des régions signalent la progression de cette maladie à phytoplasme avec des attaques parfois sévères sur certaines parcelles. Le bois noir est en passe de devenir un problème phytosanitaire majeur pour le vignoble.

RAVAGEURS DE LA VIGNE : UNE ANNÉE PLUTÔT CALME

En 2006, l'Eudémis est en augmentation dans les vignobles septentrionaux. En Champagne, elle ne progresse pas sur un front homogène mais de façon dispersée sur la Grande Montagne de Reims ou sur la Montagne Ouest. En Bourgogne, après une quasi-disparition depuis une dizaine d'années, l'Eudémis se développe à nouveau depuis deux ou trois ans. Dans le Jura, elle est en expansion vers le centre et le nord du vignoble. Dans le Haut-Rhin, une activité de ponte importante est constatée lors de la seconde génération. En Anjou, l'Eudémis est aussi en progression sur certains secteurs.

*L'Eudémis progresse au nord
mais régresse au sud*

Par contre, dans la plupart des vignobles du sud, les Tordeuses ont tendance à régresser depuis 2003. Les périodes de canicule, et de faibles hygrométries, sont souvent évoquées comme hypothèse pour expliquer la diminution des populations larvaires. Signalons aussi que, pour le premier vol en 2006, les conditions souvent fraîches, pluvieuses et ventées du mois de mai ne sont pas favorables au bon fonctionnement des pièges. Les Tordeuses régressent en Provence, en Rhône-Alpes, en Charentes,... En Aquitaine, la situation est hétérogène : progression de la Cochylis dans le Blayais, une tendance à la diminution de l'Eudémis bien que des dégâts plus importants soient constatés sur le secteur de Margaux ou le Sauternais.

En Midi-Pyrénées, la pression de l'Eudémis est inférieure à 2005 mais, sur le vignoble de Gaillac, ce ravageur est bien présent sur trois générations. A tel point qu'en 2006, les traitements sont conseillés dès la première génération dans le secteur de Gaillac et ponctuellement sur Fronton et Cahors.

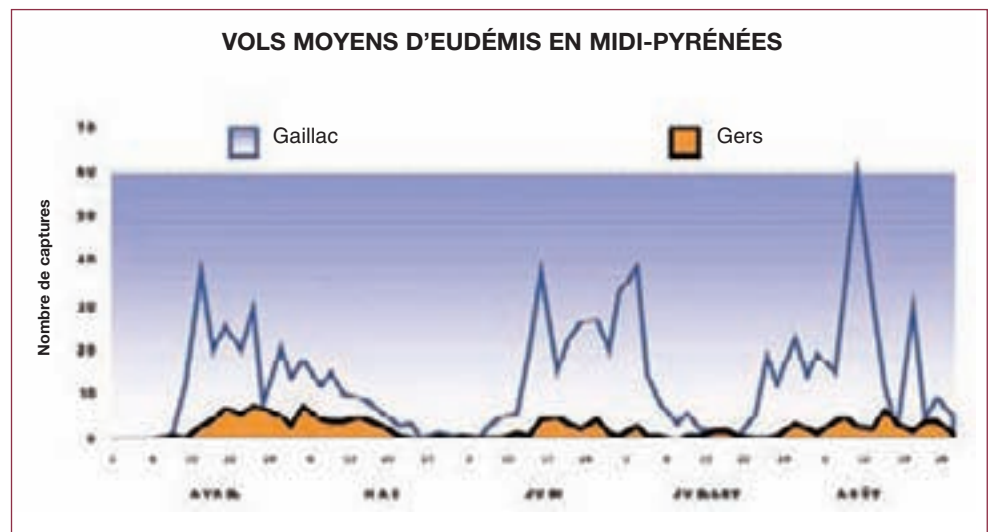


Fig. 3 : Piégeage des tordeuses en Midi-Pyrénées.

Parallèlement à ces variations géographiques, des modifications se produisent parfois au niveau des courbes de vol. Les trois vols sont bien séparés dans les vignobles du sud ; en Anjou, au contraire, les première et seconde générations se superposent partiellement. En Charente, dans les années 90, l'activité de l'Eudémis était continue en été, mais, depuis 2003, les trois vols s'individualisent (fig. 4). D'autre part, au moment de la floraison de l'Ugni blanc en juin, la fin du premier vol est devenue beaucoup plus active que le début.

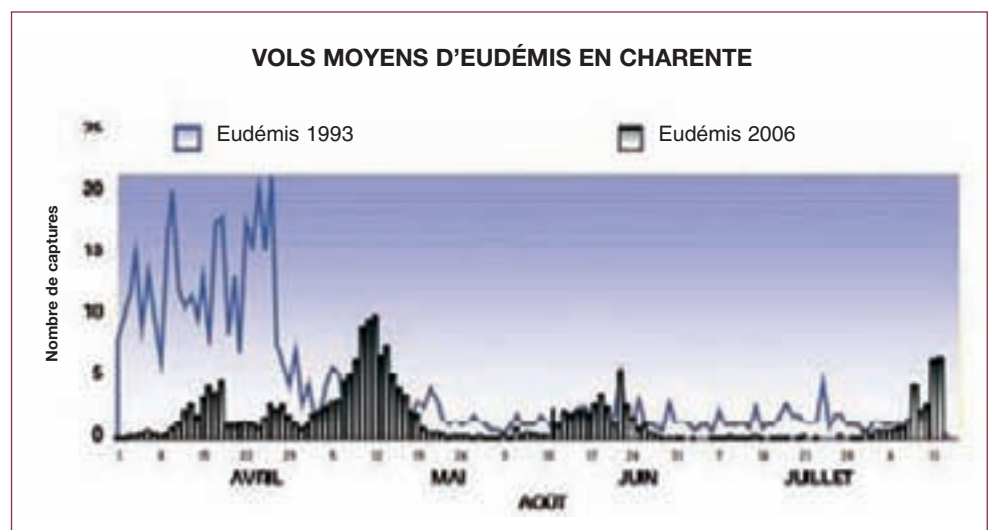


Fig. 4 : Évolution des courbes de vol d'Eudemis en Charente.

La réussite de la lutte contre les Tordeuses (quand elle est nécessaire) est souvent compromise car beaucoup de viticulteurs appliquent les insecticides sur l'ensemble de la végétation (interventions simultanées maladies-ravageurs) et souvent que sur une face de rang sur deux. Dans les vignobles du sud de la France concernés par la flavescence dorée, la protection contre les Tordeuses est souvent conjointe avec la lutte contre la cicadelle vectrice.

LES CICADELLES DES GRILLURES PLUTÔT DISCRÈTES EN 2006

Les populations de Cicadelle des grillures sont très hétérogènes d'une parcelle à l'autre. Globalement en 2006, les populations sont plutôt faibles dans tous les vignobles : peu de parcelles nécessitent des traitements spécifiques. D'autre part, le mois d'août frais et pluvieux est défavorable à l'expression des dégâts. Quelques grillures sont toutefois signalées dans les vignobles de Cahors, de Sancerre ou de Touraine. La lutte contre ce ravageur est associée avec celles qui sont pratiquées contre les Tordeuses ou la cicadelle vectrice de la flavescence dorée.

METCALFA PROGRESSE VERS LE NORD

Le flatide pruineux est en extension dans les vignobles de Rhône-Alpes, de Midi-Pyrénées, dans le Tarn-et-Garonne (Brulhois, Moissac) et sur le Fronton. En Aquitaine, il progresse le long de la Dordogne et de la Garonne. En Provence, où il avance vers le nord et l'ouest, quelques dégâts sur des productions de raisins de table sont signalés. Les traitements spécifiques contre ce ravageur ne sont généralement pas justifiés : seules quelques rares parcelles sont traitées en 2006.

LES ACARIENS PHYTOPHAGES SONT DISCRETS,... SAUF L'ERINOSE

Les Typhlodromes sont en action, on ne parle pratiquement plus des acariens rouges. On trouve quelques acariens jaunes dans les vignobles de Cahors, de Die, de Moissac où quelques rares interventions spécifiques sont pratiquées. Quant à l'Acariose, elle est présente de façon sporadique dans la plupart des vignobles sur les jeunes vignes : quelques traitements sont parfois nécessaires.

Au contraire, l'Erinose est en augmentation. En Anjou, dans quelques parcelles, des attaques importantes sur feuilles et sur grappes provoquent des défauts de floraison en juin. En Charentes, au cours du mois de juillet, une importante sortie s'est produite sur les jeunes feuilles des entrecoeurs. En Aquitaine, en Bourgogne ou en Provence, des dégâts de printemps ou d'été, plus spectaculaires que préjudiciables, sont également signalés.

DES RAVAGEURS PLUS OCCASIONNELS

Les mange-bourgeons ne provoquent que peu de dégâts lors de cette campagne. Dans les vignobles du Diois, du Pays nantais, d'Anjou ou de Bourgogne, 10 à 20 % des parcelles présentent des attaques limitées ne nécessitant pas de lutte spécifique. En Champagne, les bourgeons détruits sont nettement moins nombreux qu'en 2005 mais 1 à 2 % des parcelles atteignent le seuil d'intervention de 10 à 15 % de ceps avec des bourgeons rongés.

Les cochenilles sont présentes dans pratiquement tous les vignobles. Elles ne font que rarement l'objet de traitements spécifiques. En Charentes, on assiste à une progression significative de ces ravageurs depuis quelques années, autant à l'intérieur qu'à l'extérieur du périmètre de lutte obligatoire contre la Flavescence. Pour maîtriser les cochenilles, les viticulteurs ajustent le choix des insecticides utilisés contre les Tordeuses ou la cicadelle de la flavescence dorée.

La Pyrale est surtout signalée en Bourgogne où quelques parcelles approchent le seuil d'intervention (80... des ceps occupés). Elle est observée dans d'autres vignobles (Pays nantais, Anjou, Charente...) où aucune intervention n'est justifiée.

En 2006, l'Eulia est toujours bien présente sur Midi-Pyrénées. Sur le vignoble de Moissac, la première génération est importante, tandis que les seconde et troisième générations sont restées équivalentes à celles de 2005. Les traitements sont couplés avec la lutte contre l'Eudémis et aucun dégât grave n'est constaté.

Les Cigariers se sont fait remarquer en Pays nantais : 720 cigares pour 100 ceps observés au 15 mai à Gorges, où ils provoquent un retard de végétation. Ailleurs, il s'agit d'une curiosité.

Les thrips sont présents dans la plupart de vignobles : des dégâts sont uniquement signalés sur des raisins de table en Midi-Pyrénées.

Le phylloxera est toujours observé sporadiquement : galles sur feuilles, parfois sur parcelle greffée, avec, très rarement, blocage de la croissance.

Pour les ravageurs, signalons enfin qu'en 2006, les dégâts de criquets et de sauterelles sont modérés et moins importants qu'en 2005.

En conclusion, la campagne 2006 est marquée par une bonne maîtrise de la situation phytosanitaire du vignoble, malgré des situations locales parfois délicates. On peut sûrement mettre en avant le raisonnement et une amélioration de la qualité de pulvérisation mais l'appréciation de la situation à la parcelle reste souvent difficile notamment en ce qui concerne l'oïdium. Mais les sujets de préoccupation concernent les maladies du bois (malgré un certain ralentissement) et le bois noir qui progresse de façon inquiétante.

Rédigé à l'aide des données communiquées par les agents des SRPV et des FREDON.



Black Dead Arm, de nouvelles pistes

Bernard MOLOT¹, Philippe LARIGNON¹ et M. COARER² :

¹ITV France - Domaine de Donadille - 30230 RODILHAN

²ITV France - Château de la Frémoire - 44120 VERTOU

INTRODUCTION

De nombreux travaux sont actuellement conduits pour tenter de déterminer les époques et conditions favorables à la contamination de la vigne par les champignons du genre *Botryosphaeria*, agents associés au Black Dead Arm (BDA) ainsi que les voies de pénétration autres que les plaies de taille. Certains résultats préliminaires, provenant notamment de l'étude de la sporée, mènent à penser que la contamination ne se limite pas à la seule période hivernale.

Des observations réalisées sur un échantillon, transmis pour diagnostic, nous ont permis de conforter cette hypothèse.

CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON

Il s'agit de sarments de Muscat à petits grains reçus en mars 2006, en provenance du vignoble de Die (Drôme), porteurs de lésions corticales qui ont alerté le propriétaire lors de la taille. Ces lésions proviennent de plaies occasionnées par l'enlèvement - au sécateur dans ce cas précis - des entre-cœurs (rebiochage ou épionçage selon les appellations régionales) en juillet 2005.

Ces lésions (photos 1 et 2) sont de forme longitudinale, situées à la base du moignon de l'entre-cœur sectionné et s'étendent préférentiellement vers la base du rameau.



Photos 1 et 2 : Disposition et aspect des nécroses sans blanchiment de l'écorce

Elles sont toutes délimitées par un cerne périphérique noir et la majorité d'entre elles présentent des pycnides noires, d'autant plus visibles que les écorces sont souvent blanchies (photo 3).

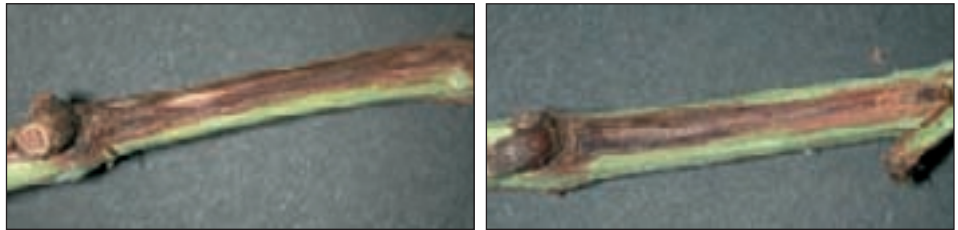


Photo 3 : Présence de pycnides sur écorces blanches

Ces symptômes sont proches de ceux pouvant être causés par l'excoriose mais ils en diffèrent toutefois par leur localisation exclusive à la base des entre-cœurs, l'empatement des rameaux restant par ailleurs parfaitement normal et l'extrémité des rameaux ne présentant aucun blanchiment.

Après mise en chambre humide, ces pycnides ont émis des cirrhes dont la couleur noire excluait toute possibilité d'excoriose. Devant ce constat les cirrhes ont été mis en culture sur milieu malt-agar.

Après « épiluchage » tous les rameaux présentent une nécrose brune, partant de la base de l'entre-cœur et descendant sur 5 à parfois 20 cm (photos 4 et 5).



Photos 4 et 5 : Aspect des nécroses après enlèvement de l'écorce

Après désinfection superficielle à l'hypochlorite de calcium, des fragments de bois ont été également mis en culture sur milieu malt-agar.

Après une dizaine de jours un mycélium noir (photo 6) recouvre l'ensemble des boîtes, provenant aussi bien des pycnides que des fragments de bois.

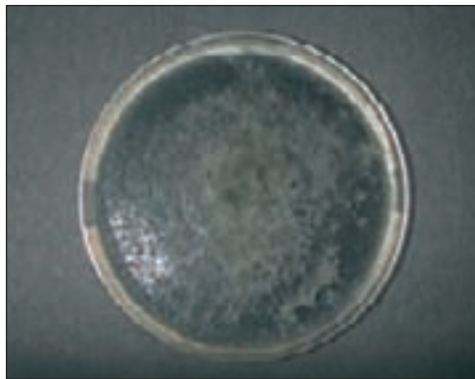


Photo 6 : Aspect des colonies

Ce mycélium noir confirme bien l'absence d'excoriose et indique la présence d'un *Botryosphaeria*, l'espèce n'étant pas formellement identifiable à ce stade du fait de l'absence totale de spores. Après plusieurs semaines de culture l'absence de spores s'est malheureusement maintenue et les échantillons ont donc été expédiés au laboratoire de biologie moléculaire de l'unité ITV France de Nantes aux fins d'identification.

Après amplification ITS et restriction enzymatique par *Hinfl* et *TaqI* deux espèces possibles subsistaient : *Botryosphaeria stevensii* ou *Botryosphaeria lutea*. Une deuxième amplification avec restriction par l'enzyme *Ddel* a permis d'identifier *B. lutea*.

COMMENTAIRES/DISCUSSION

Cette présence de *B. lutea* sur vigne est la première signalée en France. Sa localisation dans des nécroses dues à des plaies faites en juillet indique que des contaminations estivales par les *Botryosphaeria* sont vraisemblablement possibles. La démonstration rigoureuse de la causalité implique toutefois, conformément au postulat de Koch, de parvenir à reproduire ces symptômes par une inoculation artificielle, ce qui n'est pas encore le cas du fait de la difficulté à obtenir *in vitro* des fructifications de *B. lutea*. Des essais de contamination artificielle à partir de mycélium sont en cours.

Nous ne pouvons donc avancer, en toute rigueur, que de très fortes présomptions dont les retombées pratiques sont *a priori* assez claires.

En effet parmi toutes les lésions observées, bon nombre d'entre elles ont une longueur de quelque 20 cm, ce qui permet à celles provenant des entre-cœurs les plus bas de coloniser le bois qui sera laissé après une taille courte (photo 7), possibilité encore plus évidente dans le cas d'une taille longue de type Guyot. Le bras (taille courte) ou le tronc (taille Guyot) pourraient ainsi être colonisés dès l'année suivant la contamination.



Photo 7 : Une taille à 2 voire 1 bourgeon(s) n'élimine pas les tissus contaminés

Cette possibilité de contamination estivale amène également à se poser la question de la réceptivité des plaies causées par l'épamprage, l'ébourgeonnage, l'effeuillage, ainsi que par l'éclaircissage manuel. Les plaies dues à l'écimage semblent a priori moins favorables de par leur éloignement de la zone de taille, mais constituent au moins une source d'inoculum si les sarments sont laissés au sol.

Les pistes de recherche sont donc multiples et ne font que souligner le manque de connaissances sur le BDA en particulier et sur les champignons responsables des maladies du bois en général :

- conditions météorologiques propices ?
- durée de réceptivité de ces plaies ?
- rôle éventuel des fongicides anti-mildiou ou anti-oïdium utilisés en saison ?
- incidences des bois de taille laissés au sol ?
- incidence du broyage ou non de ces bois ?

CONCLUSION

L'identification en France de *Botryosphaeria lutea* à la surface et à l'intérieur de lésions provenant de la suppression d'entre-cœurs en juillet, est un élément nouveau en soi mais qui laisse surtout présager de sérieuses possibilités de contamination estivale par ce parasite ou les *Botryosphaeria* en général. Cette voie de contamination n'a toutefois pas été scientifiquement démontrée, les symptômes n'ayant pas encore été artificiellement reproduits.

Ce n'est donc plus la « simple » protection des seules plaies de taille qu'il convient d'envisager mais bel et bien celle également des blessures liées aux opérations en vert en général.

Le champ d'investigation se complexifie donc sérieusement et l'intérêt des méthodes prophylactiques pour la maîtrise des maladies du bois, en l'absence de méthode préventive ou curative, n'en devient que plus évident.

Dans le cas particulier du BDA, il semble bien que l'enlèvement des sarments atteints soit une mesure supplémentaire à adopter, ce qui dans les conditions de la pratique revient à conseiller l'enlèvement pur et simple des bois de taille, sauf à démontrer que broyage ou compostage neutralisent l'inoculum présent.





VOUS AVEZ BEAUCOUP SOUFFERT DE L'OÏDIUM ?



DÉSORMAIS, SOUFREZ TÔT AVEC MICROTHIOL SPECIAL DISPERSS® !

Bien anticiper est aujourd'hui un facteur de succès pour vos récoltes.

Cela passe par une gestion bien affûtée des risques.

En matière de lutte contre l'oidium, Microthiol Spécial Disperss® a fait ses preuves durant des années d'utilisation sans générer de résistances.

Une expérience et une réussite que d'autres spécialités aimeraient bien pouvoir revendiquer.

Pourquoi prendre des risques ? Utilisez Microthiol Spécial Disperss® dès le démarrage de votre programme anti-oidium, au stade trois feuilles de la vigne.

Microthiol Spécial Disperss® protège aussi vos cultures de l'acariose, l'érinose et l'excoriose.



MICROTHIOL SPECIAL DISPERSS® LE TRAITEMENT PRÉCOCE QUI FAIT DES MERVEILLES CONTRE L'OÏDIUM.

Pour plus d'informations : contact.cerexagri@cerexagri.com - www.agriculture.total.fr

Cerexagri s.a. © Marque déposée Cerexagri s.a. - Homologation n°9800245 - Composition 80% de soufre micronisé atomisé
Classement : exempt de classement - Bien lire l'étiquette avant toute utilisation et respecter les précautions d'emploi.



cerexagri
ARKEMA GROUP

Bois noir : progression inquiétante de la maladie dans certains vignobles français

L'exemple de l'Alsace : des relations très étroites entre les populations du vecteur *Hyaesthes obsoletus* et ses plantes hôtes permettent un début d'explication.

Philippe KUNTZMANN

ITV France Colmar - Biopole - 28, rue de Herrlisheim - 68000 COLMAR
Tél. : 03 89 22 49 61 - E-mail : philippe.kuntzmann@itvfrance.com

La maladie du bois noir de la vigne est connue depuis plusieurs décennies dans certains vignobles en France (Alsace, Bourgogne, Jura...) et à l'étranger (Allemagne, Italie), où des périodes avec des manifestations parfois sévères de la maladie sont signalées, alternant avec des périodes plus calmes.

L'agent responsable a été découvert dans les années 1990. Il s'agit d'un phytoplasme, le stolbur des solanacées.

La propagation de la maladie peut se faire par l'intermédiaire de matériel végétal contaminé ou par l'intermédiaire d'insectes vecteurs. La première voie de dissémination citée semble minoritaire par rapport à la seconde.

Le cixiide *Hyaesthes obsoletus* est le seul vecteur identifié, c'est-à-dire dont le rôle de vection a été démontré de manière expérimentale. D'autres insectes vecteurs potentiels ont été cités, mais leur rôle dans la vection n'a pas été prouvé sur vigne. L'insecte vecteur *Hyaesthes obsoletus* transmet le phytoplasme à la vigne lors de piqûres accidentelles sur celle-ci. En effet cet insecte n'est pas inféodé à la vigne et ses plantes hôtes sont des plantes de la strate herbacée. Les plantes hôtes classiquement admises sous notre climat sont : *Convolvulus arvensis* (liseron des champs), *Calystegia sepium* (liseron des haies), *Urtica dioïca* (grande ortie ou ortie dioïque), *Lepidium draba*, *Ranunculus spp.*, *Lavandula sp.*

Les adultes se nourrissent de sève élaborée ou phloème de leurs plantes hôtes en les piquant sur les feuilles ou les tiges. Lors de ces prises d'alimentation ils peuvent inoculer le phytoplasme à une plante initialement saine. Le phytoplasme peut aussi être inoculé à des plantes non-hôtes - comme par exemple la vigne - lors de « piqûres d'essai ». L'inverse peut aussi se produire, c'est à dire que l'insecte peut acquérir le phytoplasme sur une plante hôte malade.

Les stades larvaires de l'insecte se déroulent dans le sol, sur les racines de ses plantes hôtes. Le stade larvaire est aussi le stade auquel le vecteur passe l'Hiver.

Depuis environ 5 à 6 ans, des cas de parcelles parfois significativement atteintes sont signalés dans différents vignobles en France : Alsace mais aussi Jura, Bourgogne, Champagne, Vallée du Rhône, Languedoc-Roussillon.

Des cas similaires sont relatés en Allemagne, en Italie, en Autriche. Des programmes de recherche ont été mis en place afin de caractériser et d'expliquer les situations que rencontrent les différents vignobles concernés.

Des travaux récents effectués en Allemagne et utilisant l'approche moléculaire de l'analyse du polymorphisme de longueur des fragments de restriction de l'ADN non ribosomal, ont mis en évidence trois isolats de stolbur sur vigne et une relation très étroite entre ces isolats, *Hyalesthes obsoletus* et les plantes hôtes sur lesquelles *Hyalesthes obsoletus* est capturé :

- le type I a été isolé dans *Vitis vinifera*, *Urtica dioica* et *Hyalesthes obsoletus* capturé sur *Urtica dioica* et *Calystegia sepium*,
- le type II a été isolé dans *Vitis vinifera*, *Convolvulus arvensis*, *Solanum nigrum*, *Prunus spinosa* et *Hyalesthes obsoletus* capturé sur *Convolvulus arvensis* et *Calystegia sepium*,
- le type III a été isolé dans *Vitis vinifera*, *Calystegia sepium* et *Hyalesthes obsoletus* capturé sur *Calystegia sepium* dans un vignoble de la Moselle allemande.

Nous allons vous présenter quelques résultats des travaux réalisés en Alsace pour cette première année d'expérimentation sur le sujet.

Les travaux, basés sur la constitution d'un réseau de parcelles expérimentales qui sera suivi à long terme, ont été conduits selon différents axes de recherche qui comprennent :

- l'étude de la présence du vecteur et de sa relation avec les plantes hôtes,
- le suivi du vol,
- l'influence des techniques culturales sur la présence du vecteur et son vol,
- l'évaluation du taux de contamination des populations de *Hyalesthes obsoletus* par le phytoplasme du stolbur,
- l'évaluation de l'expression de la maladie dans les parcelles suivies,
- le typage du phytoplasme sur *Vitis vinifera*, *Hyalesthes obsoletus* et plantes hôtes,
- l'étude du risque de propagation par le matériel végétal.

Certaines données sont en cours d'acquisition, c'est pourquoi tous les points ne seront pas abordés dans le développement qui suit. Le secteur principal d'étude se situe sur la commune de Turckheim, dans le Haut Rhin. Il s'agit d'un ensemble de coteaux exposés au sud - sud/est à sud/ouest, sur sol d'arène granitique.

PRÉSENCE DU VECTEUR ET SUIVI DE SON VOL

Les observations que nous avons faites ont permis de vérifier la présence du vecteur *Hyalesthes obsoletus* au stade adulte, mais surtout aussi au stade larvaire, en des points répartis sur l'ensemble du vignoble en Alsace.

Que ce soit dans les parcelles de vigne, ou en bordure des vignobles sur les talus, murs et fossés, nous avons observé les larves et aussi les adultes exclusivement sur *Urtica dioica*, bien qu'il nous ait été possible d'observer aussi des adultes sur des plantes non hôtes comme *Chenopodium album* et *Robinia pseudacacia*, à proximité de foyers sur *Urtica dioica*.

Les figures 1 et 2 représentent pour la zone principale d'étude autour de Turckheim les points d'observation sur *Urtica dioica* et indiquent la présence de *Hyalesthes obsoletus* au stade larvaire au tout début du vol, ou au stade adulte vers la fin du vol. Le vecteur est bien présent aux deux dates mais on remarque une présence bien plus large lors de la deuxième observation, que lors de la première, avec des niveaux de population plus élevés pour la plupart des points.

Le vol de l'insecte vecteur a été suivi par capture sur des pièges jaunes englués posés entre 18 et 33 cm de hauteur. Pour le secteur de Turckheim ce sont ainsi 87 pièges qui ont été suivis, dont les relevés ont été effectués une fois par semaine. Le vol sur ce secteur s'est étalé sur 7 semaines, démarrant la semaine 25 (semaine du 19 juin) et durant jusqu'à la semaine 32 (semaine du 7 août). Le pic de vol est atteint très rapidement, au courant de la semaine 27 (figure 3). La phase descendante du vol est un peu moins accentuée, marquée par des captures faibles les 3 dernières semaines du vol.

Cependant pour les différentes parcelles les captures entre pièges ne sont pas égales et l'étude de la relation entre l'environnement immédiat du piège en terme de plantes hôtes apporte des renseignements supplémentaires.

INFLUENCE DES PLANTES HÔTES SUR LES CAPTURES DU VECTEUR

Comme le montre la figure 4, on distingue 3 groupes de parcelles :

- des parcelles avec plus de 50 captures en moyenne par piège et avec un écart important entre le piège ayant le moins capturé et celui ayant le plus capturé : parcelles KMRi, DR et FQ,
- des parcelles avec de 20 à 50 captures en moyenne par piège, et un écart parfois très important entre le mini et le maxi (parcelle BE) : parcelles BE, RG et RD,
- des parcelles avec moins de 20 captures en moyenne par piège : parcelles D, C, HS et KMaux.

Les parcelles les plus fréquentées par le vecteur sont en fait des parcelles où l'ortie est présente, à côté d'autres adventices : parcelles BE, RG, DR et surtout KMRi. Cependant la parcelle FQ ne présente aucune ortie, mais est fortement infestée de liseron des champs.

La figure 5 montre l'influence de la présence de plantes hôtes à proximité du piège (rayon de 2 m) sur la quantité d'insectes capturés. Les pièges installés à proximité d'orties capturent environ 2 fois plus qu'en l'absence de plantes hôtes. L'écart est encore plus important dans le cas du liseron, pour lequel les pièges capturent 3 fois plus qu'en l'absence de plantes hôtes. Mais il s'agit dans ce cas de valeurs obtenues sur une seule parcelle et avec seulement 8 pièges.

Ainsi, malgré ce qui est constaté pour certaines parcelles où l'ortie est absente (parcelle FQ), voire dans lesquelles il n'y a aucun enherbement (parcelle RD conduite en désherbage intégral de prélevée+ postlevée), on peut estimer que l'éradication de l'ortie devrait permettre d'abaisser le niveau de population de *Hyalesthes obsoletus* de 50 % au moins dans certaines parcelles, en supprimant certains foyers à l'intérieur de ces parcelles. Cette mesure, même si elle contribue aussi à supprimer des réservoirs du phytoplasme, ne sera pas suffisante, car il y a très certainement des mouvements de population en provenance de zones naturelles présentes dans le voisinage des parcelles, et à cela s'ajoute la méconnaissance du risque que peut constituer une population même réduite du vecteur *Hyalesthes obsoletus* vis-à-vis de la transmission du stolbur, à en juger par les taux d'expression du phytoplasme sur vigne.

Un élément de cette appréciation du risque est continué par l'évaluation du taux de contamination des populations de *Hyalesthes obsoletus* par le phytoplasme du stolbur.

EVALUATION DU TAUX DE CONTAMINATION DES POPULATIONS DE VECTEUR HYALESTHES OBSOLETUS PAR LE PHYTOPLASME ET TYPAGE DU PHYTOPLASME

Les résultats pour l'ensemble des parcelles suivies en 2006, sont repris dans la figure 6. Les insectes analysés ont été capturés soit par aspiration ciblée sur l'ortie, soit décollés des pièges chromatiques. Les analyses ont été effectuées par pools de 2 insectes, exceptionnellement 1 (parcelle Turckheim NW SR point 29).

Pour les insectes capturés par aspiration, le taux moyen de contamination est de 12,58 %, avec des prélèvements dépassant les 20 % d'insectes contaminés, approchant même les 30 %, mais restant malgré tout conformes aux taux cités par Maixner pour des insectes capturés sur ortie, qui varient entre 0 et 30 %. L'isolat type I a été presque exclusivement retrouvé, mais il aurait dû être le seul de façon exclusive et non quasi exclusive, en raison du mode de prélèvement utilisé. Ainsi on retrouve 2 échantillons qui présentent le type II à hauteur respectivement de 3 % et de 30 % des pools positifs stolbur.

Pour les insectes décollés des pièges jaunes, le taux moyen de contamination de 12,33 % est très proche de celui obtenu sur les insectes capturés par aspiration, ce qui indique un profil de population identique dominé par le type I et donc des insectes inféodés à l'ortie, alors que nous avons aussi un échantillon qui révèle le type II à hauteur de 14 % des pools positifs stolbur. Pour la parcelle FQ on remarquera l'absence de détection du type II alors que la parcelle est infestée par le liseron des champs. Le type II détecté dans les prélèvements par aspiration pour la parcelle KMRi n'est pas retrouvé ici.

Abstraction faite des lots qui dépassent 30 % de contamination et qui sont des prélèvements de faible effectif, les taux sont conformes aux valeurs indiquées par Maixner pour les insectes capturés sur ortie.

Les différences de taux de contamination pouvant exister entre les deux types de capture lorsque ceux-ci coexistent pour une parcelle, peuvent s'expliquer par la nature ciblée et ponctuelle de ces prélèvements qui ne donnent qu'une image partielle de la population (aspiration sur quelques taches d'ortie - décollements réalisés sur une partie des pièges seulement, voire sur un seul piège).

Les taux de contamination peuvent paraître faibles, mais ils sont compensés dans la pratique par la taille des populations rencontrées.

CONCLUSION

Les observations réalisées au cours de cette première année d'expérimentation sur le bois noir de la vigne, semblent montrer que des relations très étroites entre le vecteur de la maladie, le phytoplasme et ses plantes hôtes sont à l'origine d'une situation parfois préoccupante de la maladie dans le vignoble Alsacien. Les analyses de typage réalisées sur vigne qui concernent plus de 300 échantillons à ce jour, vont dans le même sens, avec une situation de monopole pour le type I du phytoplasme.

Les suivis et travaux relatés ici vont être poursuivis, mais nous sommes d'ores et déjà engagés dans la recherche de méthodes de lutte contre le vecteur, et aussi contre l'expression de la maladie, car le premier point ne sera certainement pas doté d'une efficacité suffisante, et il s'agit aussi de réduire l'expression des symptômes et de maintenir la productivité et la qualité de production des parcelles déjà touchées.

Enfin, si ces résultats permettent un début d'explication pour la situation que connaît l'Alsace, nul doute que des travaux de cette nature mériteraient d'être entrepris dans les différents vignobles de l'hexagone.

Ce travail a bénéficié du soutien financier :

- de VINIFLHOR dans le cadre du CPER année 2006,
- du CIVA (Conseil Interprofessionnel des Vins d'Alsace).

Ce travail a été réalisé grâce à la collaboration de :

- Eric THILL, stagiaire, étudiant en M1ProGQPV vigne et vin - UFR Sciences Exactes et Sciences de la Nature - Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse,
- Aurélie MARMONIER, CDD, Station Régionale d'Expérimentation Viti-Vinicole d'Alsace,
- Stéphanie VILLAUME, CDD, ITV France Colmar,
- Claudia RENEL, ITV France Colmar.

Nous tenons aussi à remercier le LNPV de Colmar et plus particulièrement Monsieur Jacques GILLET, pour la mise à disposition de matériel et l'encadrement technique ayant rendu possible la réalisation des analyses moléculaires.





Figure 1



Figure 2

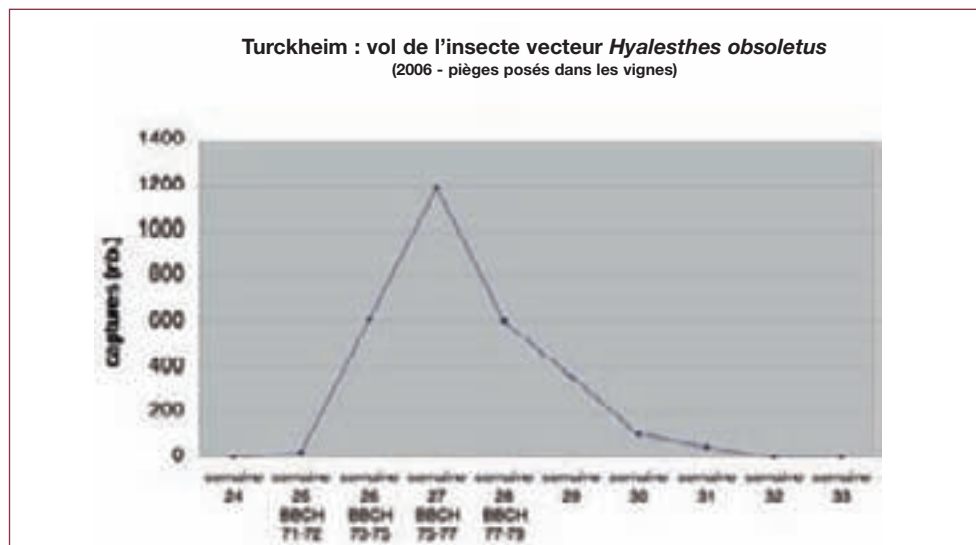


Figure 3

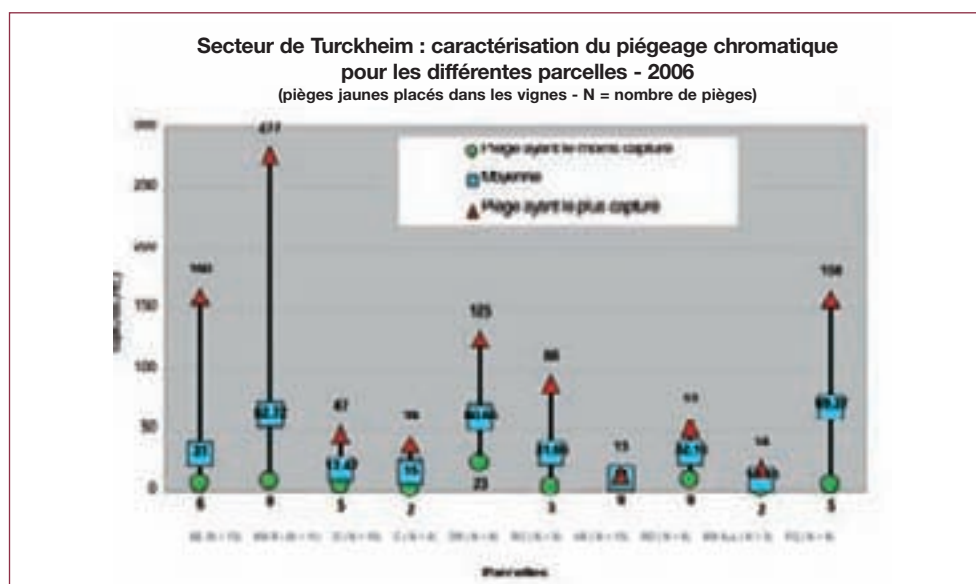


Figure 4

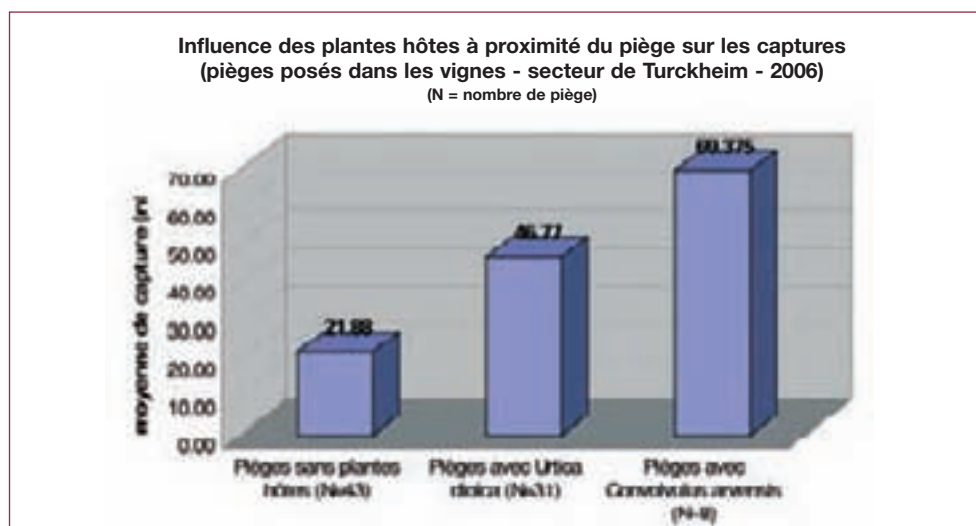


Figure 5

Taux de contamination par le stolbur des solanacées des différents prélèvements de *Hyalosthes obsoletus* effectués (N = nombre d'insectes analysés)

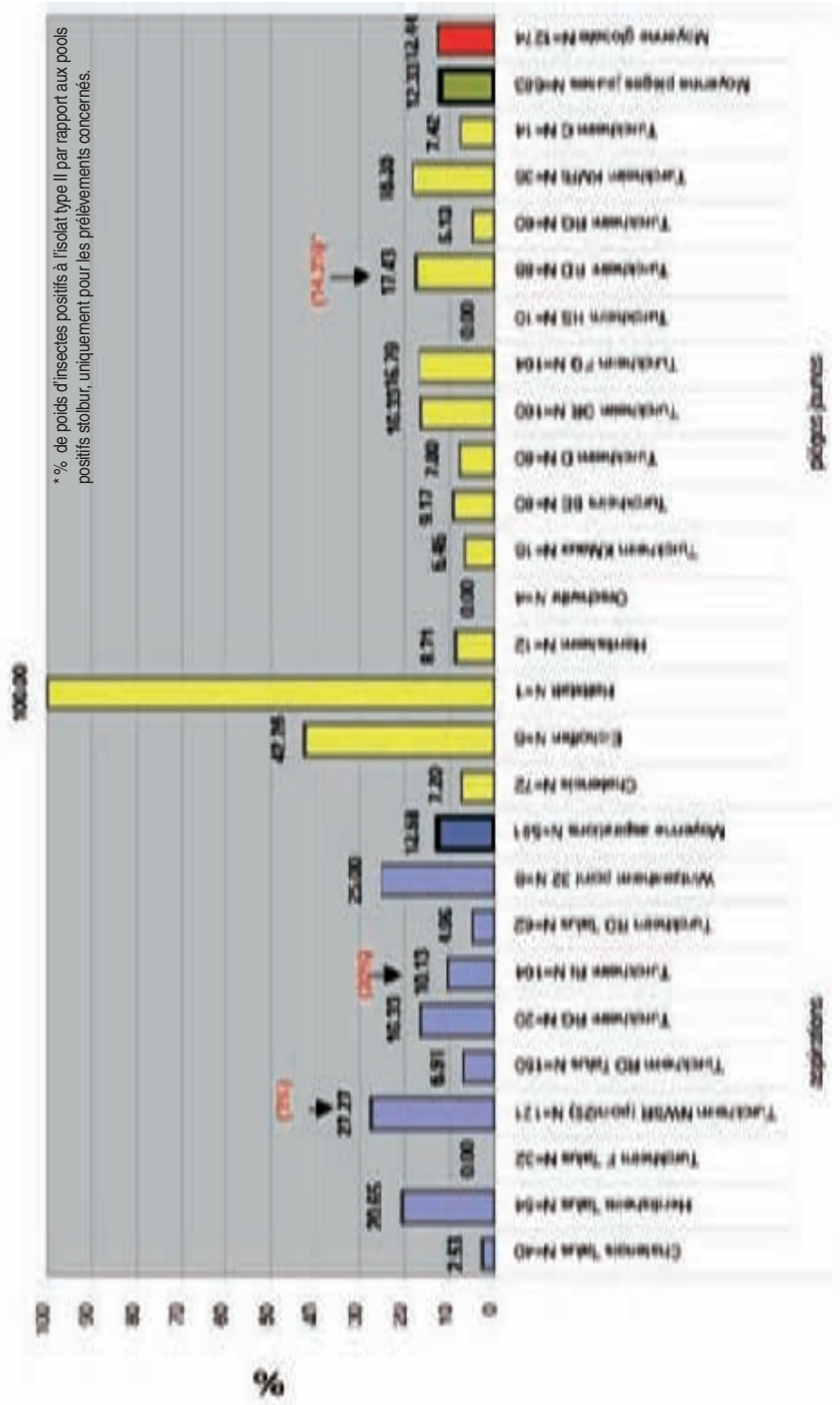


Figure 6

DuPont™
Steward®

DuPont™
Explicit®



LES VERS VONT TREMBLER COMME DES FEUILLES

La nouvelle référence ovicide et larvicide
contre vers de la grappe et cicadelle verte



DuPont™ Steward® : Granulés dispersibles dans l'eau contenant 90 % d'indoxacarbe, A.M.M.P. N° 050544. Insecticide destiné au traitement des parties aériennes : se référer à l'étiquette. Steward® est une marque déposée de E.I. du Pont de Nemours and Company. DuPont™ Explicit® : Suspension concentrée contenant 150 g/l d'indoxacarbe, A.M.M.P. N° 300036. Insecticide destiné au traitement des parties aériennes des cultures suivantes : Vigne (pyrale, tordeuses (prochyle et/ou eudémis), cicadelle des grillons) 0,25 l/ha, Tomate (hémiteles des fruits) 0,25 l/ha. Explicit® est une marque déposée de E.I. du Pont de Nemours and Company. Du Pont de Nemours (France) S.A.S. - Département Protection des Cultures - DEFENSE PLAZA - 23/25 Rue de la Défense Lafayette - LA DEFENSE 9 - 92044 LA DEFENSE cedex - Tél. 01.41.07.44.00. RCS Nanterre 537 053 103. Langue(s) : respecter les précautions d'emploi. Avant toute utilisation, se référer aux informations contenues sur l'étiquette papier et l'emballage.

DU PONT

The miracles of science™

PRODUITS POUR LES PROFESSIONNELS : RESPECTER LES CONDITIONS D'EMPLOI

Initiation et développement des épidémies d'oïdium :

les bases biologiques pour optimiser la protection.

Philippe CARTOLARO, Laurent DELIERE, Agnès CALONNEC

INRA Bordeaux Aquitaine - UMR INRA-ENITAB en Santé Végétale - ISVV - IFR103
BP 81 - 33883 VILLENAVE D'ORNON CEDEX

Malgré l'évolution des techniques, l'oïdium demeure une réelle menace pour la vigne. Au-delà des zones méditerranéennes dans lesquelles il est très souvent observé, il s'est montré particulièrement agressif ces dernières années dans les vignobles septentrionaux où il est habituellement considéré comme secondaire. L'année 2004 est encore fortement marquée dans nos mémoires par les sévères attaques subies en Champagne, Bourgogne, Beaujolais ainsi que dans le Bordelais et dans quelques vignobles du Sud-Ouest (Bourgoin, Herlemenont, 2005). Passée la trêve de 2005, l'oïdium refait parler de lui en 2006, et cette fois-ci dans le vignoble de Cognac.

Dans ces situations critiques, les symptômes d'oïdium apparaissent nettement visibles sur le feuillage à l'approche ou dès la floraison (fin mai à début juin selon les vignobles), puis rapidement et de manière explosive sur les jeunes baies en croissance (généralement fin juin). La maladie semble progresser inexorablement, dévastant les grappes au moment de leur fermeture (début à mi-juillet) malgré les traitements de rattrapage effectués dans la plupart des cas. Les dégâts irrémédiables se traduisent par l'élimination des grappes sévèrement atteintes de la récolte. Tel est ce que l'on peut constater.



Afin de mieux comprendre ce comportement invasif de l'oïdium, nous rappellerons les principales caractéristiques de la biologie du parasite et développerons les processus qui régissent le fonctionnement général des épidémies. A partir de ces éléments, nous dégagerons les principes à retenir pour établir les stratégies de protection :

- permettant d'assurer une protection efficace dans les situations à risque élevé sans surenchère de traitements,
- et qui ne soient pas dispendieuses d'applications fongicides pour tous les cas, probablement les plus nombreux, où la pression de la maladie est modérée voire nulle.



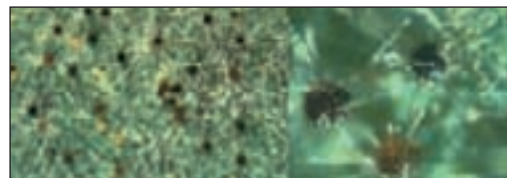
L'OÏDIUM DE LA VIGNE : CARACTÉRISTIQUES DU PATHOSYSTÈME

De façon générale, l'expression d'une épidémie traduit le développement d'une maladie qui résulte d'une infection d'un hôte par un agent pathogène dans des conditions favorables à sa réalisation. Ces éléments constituent ce que l'on appelle le **pathosystème**. Dans le cas qui nous intéresse, la vigne (*Vitis vinifera*) et le champignon ascomycète nommé Erysiphe necator (*ex Uncinula necator*) en sont les protagonistes indispensables. Les facteurs environnementaux qui conditionnent le processus sont essentiellement climatiques. Toutefois, le système est fortement influencé par les aspects culturels exercés par l'activité humaine dans le vignoble.

Parasite externe obligatoire des vitacées, *Erysiphe necator* se développe sous la forme de filaments microscopiques (mycélium) à la surface des tissus de la vigne exclusivement. Pour se nourrir, il élabore des suçoirs qui prélèvent les éléments nutritifs dans les cellules épidermiques des organes herbacés du végétal.

La conservation hivernale du parasite peut être assurée de deux façons :

- par le **mycélium** maintenu entre les écailles de bourgeons infectés au cours de la saison végétative précédente,
- par les **cléistothèces**, petits organes sphériques d'1/10^e de mm de diamètre environ, issus de la reproduction sexuée du champignon. De couleur jaune orange à leur formation, ils prennent une coloration brun-noir à leur maturité. A ce stade, ils contiennent des spores infectieuses (ascospores) groupées dans de fines enveloppes en forme de sac (asques). Ils se forment dès les mois de juillet août sur tous les organes fortement atteints par la maladie mais plus généralement sur les feuilles en septembre octobre, lorsque la vigne n'est plus protégée. Lessivée par les pluies d'automne, la majeure partie d'entre eux tombe au sol où elle est dégradée par les micro-organismes. Seuls ceux retenus sur les écorces des cepes peuvent parvenir à subsister au cours de l'hiver et constituent l'**inoculum primaire** pour la saison à venir (Gadoury *et al.*, 1988 ; 1990).

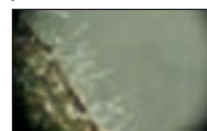


Les **contaminations primaires** issues des formes de conservation hivernale, peuvent également être de deux types. Elles ont lieu au printemps à partir :

- du mycélium hivernant dans les bourgeons infectés qui colonise le jeune rameau en croissance dès sa formation. Cela se traduit par la présence de mycélium blanc-gris abondant à la base de la tige du rameau et conduit au symptôme nommé « **drapeau** » bien connu et aisément reconnaissable par l'aspect fripé des jeunes feuilles fortement infestées par le champignon généralement sur leurs deux faces. Ce faciès est fréquemment observé sur le cépage Carignan. D'autres cépages peuvent également l'exprimer avec une moindre importance. Il est rarement évoqué et observé dans nos vignobles septentrionaux.
- des **cléistothèces viables** maintenus sur les écorces des cepes. Ils expulsent leurs ascospores lorsque les conditions climatiques sont favorables, sous l'effet des pluies (à partir de 2 mm environ) avec une température minimale voisine de 10 °C (Gadoury *et al.*, 1988 ; 1990). Dans le vignoble bordelais, l'éjection des ascospores peut s'étaler dans le temps, sur une période de plusieurs mois entre mars et juin (Clerjeau, 1995 ; Jailloux *et al.*, 1999). Le potentiel infectieux des cléistothèces semble moindre dans les conditions méditerranéennes (Molot, 1995). Les ascospores infectent les tissus des organes atteints lorsqu'ils sont sensibles et produisent alors un réseau de mycélium.



Dans tous les cas, le mycélium formé se développe en colonies sur lesquelles apparaissent de petits appendices porteurs des spores asexuées (**conidies**) du champignon, superposées les unes aux autres en chaînettes. D'aspect translucide, le mycélium et les conidies deviennent visibles à l'œil nu lorsqu'ils sont abondants ; ils constituent les symptômes de la maladie, sous forme de taches gris beige à blanc, d'aspect plus ou moins diffus selon l'exposition à la lumière.



Facteurs favorables

Ces spores constituent l'inoculum secondaire qui assurera l'infection des jeunes feuilles puis des jeunes baies au cours de la saison. Les conidies se détachent des chaînettes sous l'effet de vibrations ou de tout autre choc et sont disséminées principalement par le vent et les pluies. Au contact du végétal, elles germent en quelques heures et développent des filaments mycéliens qui envahissent progressivement les tissus de l'hôte jusqu'à former de nouvelles spores. La durée de ce cycle infectieux est d'environ 8 à 12 jours au vignoble (5 à 6 jours au laboratoire à 22 °C). La succession de ces cycles de façon quasi continue dans le temps assure la dispersion de la maladie et l'inflation des épidémies.

Facteurs climatiques

- La température joue un rôle déterminant par son effet sur la croissance du champignon. L'optimum est compris entre 20 et 25 °C, le parasite pouvant se maintenir entre 6 et 35 °C. Hormis en début de printemps, la température ambiante se situe généralement proche de l'optimum et constitue rarement un facteur limitant pour le développement de la maladie.
- La pluie, plutôt néfaste au parasite, intervient sur l'éjection des ascospores, la dispersion des spores et essentiellement sur l'élévation d'humidité qu'elle entraîne, élément favorisant la croissance et la sporulation du champignon.
- Le vent favorise la dissémination des spores (Willocquet *et al.*, 1998) mais peut perturber l'infection et le développement de la maladie par l'effet desséchant qu'il exerce sur l'air ambiant dans le vignoble.
- Enfin, la lumière directe et plus particulièrement les rayonnements UV (B) du spectre solaire, sont néfastes au parasite (Willocquet *et al.*, 1996).

Pour l'ensemble de ces raisons, la maladie se manifeste en premier lieu de façon discrète principalement à **la face inférieure des feuilles** et se développe de préférence dans les zones ombragées à l'intérieur de la végétation.

Sensibilité de la vigne

Les principaux cépages cultivés dans nos vignobles sont considérés sensibles à l'oïdium (Carignan, Chardonnay, Pinot, Merlot, Cabernet-Sauvignon, Ugni blanc...), les cépages les plus précoces semblant plus particulièrement affectés ces dernières années dans les régions concernées.

De façon générale, tous les organes herbacés de la vigne sont susceptibles d'être infectés par l'oïdium, et plus particulièrement à leur stade juvénile.

- Les jeunes feuilles sont très réceptives dès leur apparition et durant une période de 8 à 10 jours environ.
- Les inflorescences peuvent être attaquées, essentiellement à proximité immédiate des foyers précoces.
- Les baies sont sensibles dès leur formation c'est-à-dire dès la chute des capuchons floraux, en pleine floraison. Leur réceptivité est maximale de la nouaison jusqu'au stade « petit pois », et diminue rapidement pour être quasiment nulle au stade « fermeture de la grappe » (Clerjeu 1997 ; Gadoury *et al.* 2003). La maladie peut se développer jusqu'à la véraison voire au-delà, sur les baies déjà infectées à un stade plus précoce.

INITIATION ET DÉVELOPPEMENT DES ÉPIDÉMIES

L'initiation des épidémies, directement issue des contaminations primaires, peut donc avoir deux origines. Dans le cas des « **drapeaux** » et principalement sur Carignan, elle est forcément précoce puisque concomitante au développement des jeunes rameaux.

La source **cléistothèces - ascospores**, plus universelle, concerne l'ensemble du vignoble. Les conditions qui régissent la maturation hivernale des cléistothèces et leur capacité à libérer leurs ascospores au printemps étant mal connues, il demeure très difficile de prévoir les événements propices aux infections primaires. De par l'étendue des éjections potentielles, celles-ci peuvent affecter aussi bien les toutes premières feuilles formées que les jeunes baies nouées. Les études conduites à l'INRA, montrent que, dans le **vignoble bordelais**, les ascospores peuvent contaminer la vigne très précocement, sur des bourgeons situés au stade E (1 à 2 feuilles étalées). Cela est vérifié chaque année, depuis plus de 6 ans, par l'observation de symptômes

précoces (fin avril à début mai) lorsque les rameaux présentent 4 à 6 feuilles étalées. Ces symptômes **très discrets** apparaissent à la **face inférieure** des feuilles de la base de rameaux (1^{res} et 2^e feuilles) situées à proximité des écorces des ceps, sous forme de petites taches diffuses de couleur gris beige et affectant parfois le point pétiolaire (Cartolaro *et al.*, 2005). Leur détection coïncide le plus souvent avec des événements pluvieux survenus **10 à 15 jours** auparavant, conformément aux données connues sur la durée des cycles infectieux du champignon.



A Bordeaux, ces symptômes précoces sont observés sur plusieurs cépages dont le Cabernet-Sauvignon, mais plus abondamment sur le cépage Merlot plus précoce. La détection de ces taches discrètes nécessite la manipulation des feuilles et est plus ou moins difficile selon les caractéristiques botaniques des cépages (sensibilité, pilosité). Ce type de symptôme a également pu être observé en 2006 (fin avril) sur cépages Chardonnay et Mauzac dans le vignoble languedocien de Limoux (Aude) - (Cartolaro, pers.).

Développement des épidémies

Dans l'état actuel des connaissances, il est impossible de différencier les épidémies d'oidium selon l'origine des contaminations primaires dans les vignobles concernés par les deux modes de conservation hivernale du champignon. Dans le cas de parcelles présentant des foyers de type "drapeaux" et d'après les expérimentations conduites dans le Sud-Est par les différents services techniques (SRPV, Chambres d'agriculture,...), il semble difficile d'établir une relation directe entre la densité de drapeaux, l'importance de l'épidémie sur le feuillage et la gravité des dégâts sur grappes (Speich, comm. pers.).

Toutefois, les études entreprises à l'INRA depuis 1997 ont permis de décrire et de caractériser le développement des épidémies d'oidium à partir d'un foyer artificiel ou de quelques foyers naturels issus de contaminations par ascospores, sur des parcelles non protégées contre la maladie. Les principaux points à retenir sont (Fig. 1) :

- La progression de l'épidémie sur feuilles dans le temps peut être représentée par des courbes « en S » qui traduisent les différentes étapes de l'invasion d'une parcelle par la maladie.
 - **L'explosion de la maladie** généralement constatée **sur les jeunes grappes nouées**, est en fait le résultat du **développement discret de l'oidium à la face inférieure** des feuilles pendant une période de **40 à 50 jours à partir des contaminations primaires précoces**.
 - Dans le cas général de contaminations primaires **au stade 2 à 4 feuilles étalées**, le fort accroissement de la maladie sur feuilles (à partir de 10 % de feuilles attaquées), **coïncide avec la floraison**. Le stock d'inoculum secondaire ainsi constitué sur les feuilles assure la **contamination des jeunes baies alors à leur stade de plus grande réceptivité**.

Le développement des épidémies est plus ou moins rapide et important selon différents critères liés à chacun des éléments du pathosystème. Pour la vigne, **l'état de vigueur** des ceps (porte-greffe, fumure, état hydrique, densité du feuillage, nature et entretien du sol) intervient de façon déterminante sur le taux d'accroissement des épidémies. Concernant l'agent pathogène, l'agressivité intrinsèque des souches du champignon joue un rôle important, mais le facteur prépondérant semble être **le nombre et la précocité des foyers primaires**. Les contaminations plus tardives, au-delà du stade 7 à 8 feuilles étalées, génèrent des dynamiques d'épidémies bien plus faibles, ayant un moindre impact sur l'infection des grappes. Parmi les facteurs climatiques, la température étant rarement limitante, une hygrométrie élevée semble pouvoir favoriser l'inflation épidémique. Toutefois, 10 années de pratique de contaminations artificielles nous ont montré que l'influence du climat sur l'épidémie n'est pas prépondérante : toute implantation précoce du champignon a généré un développement conséquent de la maladie sur feuilles et sur grappes.

Aucune relation directe n'a pu être établie entre la quantité de cléistothèces formés sur le feuillage à l'automne et l'importance des contaminations primaires au printemps suivant sur la parcelle.

- Les dégâts les plus dommageables sur les grappes, du stade « Fermeture de la Grappe » à Véraison, sont observés **sur et à proximité immédiate des ceps atteints précocement** (foyers) (Clerjeau, 1995 - Cartolaro, Calonnec, 2000 - Delière *et al.*, 2002 - Calonnec, 2005).

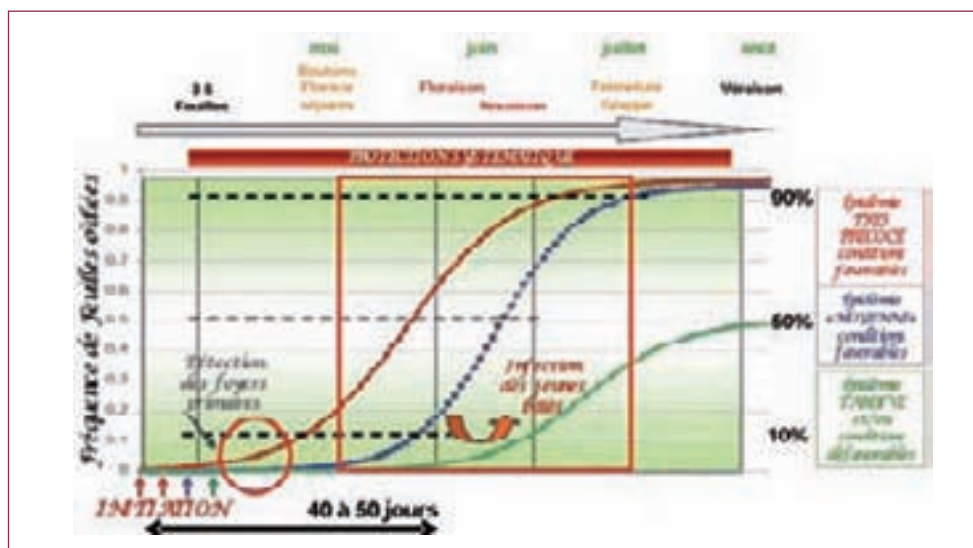


Figure 1 : Évolution de la fréquence de feuilles oïdiées moyenne par cep dans le temps pour 3 types théoriques de situations épidémiques.

RAISONNEMENT DE LA PROTECTION

Le fondement d'une protection phytosanitaire raisonnable et raisonnée est d'adapter la lutte et les coûts qu'elle occasionne (économiques, environnementaux et de santé publique) aux objectifs de production visés. En d'autres termes, l'enjeu est de limiter les dégâts que peut occasionner la maladie et non pas d'éviter l'épidémie elle-même. Il n'est donc pas nécessaire de chercher à atteindre le « zéro symptôme » à tout prix, mais plutôt de contenir le développement du parasite en deçà des seuils acceptables.

L'oïdium est une maladie globalement bien maîtrisée par une protection **encadrant la période de sensibilité des grappes** (jusqu'à la fermeture) et les programmes de lutte prévoient habituellement un démarrage des traitements en **pré-floraison** (Collet, 1995 ; Speich *et al.*, 2001). Le cas particulier des situations à drapeaux ne sera pas abordé dans cette partie.

La contamination des grappes étant liée au développement de la maladie sur les feuilles à partir de foyers initiés précocement, l'objectif des traitements réalisés avant la floraison est de freiner la propagation de la maladie sur le feuillage et de limiter ainsi le stock d'inoculum susceptible de contaminer les grappes (Clerjeau, 1995). Les applications effectuées à partir de la floraison ont pour principal objectif la protection des grappes lors de leur période de grande sensibilité.

- **Protection de pré-floraison** : en l'absence de connaissances précises permettant la prévision des contaminations primaires, il est illusoire de vouloir appliquer des fongicides préventivement à ces événements contaminants. Par ailleurs, de nombreuses expérimentations ont montré qu'il était inutile de protéger systématiquement la végétation dès l'initiation de la maladie. En effet, il est tout à fait possible de tolérer un certain niveau de maladie sur le feuillage sans nuire à la qualité de protection des grappes. Dans l'immense majorité des situations, un seul traitement en pré-floraison est suffisant pour permettre à la stratégie d'assurer une bonne protection de la récolte. Néanmoins, dans un contexte de pression parasitaire très forte (nombreux foyers primaires) un démarrage des traitements plus précoce peut apporter un gain d'efficacité non négligeable. Dans la pratique actuelle, le seul indicateur permettant d'identifier ces situations reste l'historique parcellaire. En effet, des parcelles régulièrement attaquées sur les grappes sont révélatrices de situations favorables à l'expression de la maladie tôt en saison.

Compte tenu de la précocité des contaminations primaires, une stratégie démarrant en pré floraison présente un caractère « curatif » par rapport au développement épidémique, même si elle semble préventive par rapport à des symptômes ultérieurs, aisément visibles au vignoble. En effet, les traitements interviennent le plus souvent alors que l'oïdium est déjà présent de façon discrète sur les feuilles. Certaines spécialités, utilisées lors des premières applications de cette stratégie, permettent de sécuriser l'efficacité globale du programme, notamment sur les grappes (Speich *et al.*, 2001). Le caractère « curatif » par rapport au développement épidémique est lié non seulement aux propriétés curatives (action sur le mycélium) mais également préventives et anti-sporulantes des spécialités (Delière *et al.*, 2006).

- **Les traitements de floraison demeurent primordiaux**, compte tenu de la forte réceptivité des jeunes baies et de l'impact des contaminations à ce stade sur les dégâts à la récolte. Ces applications doivent être réalisées avec le plus grand soin.
- **A l'approche de la fermeture**, les grappes ne sont plus réceptives aux contaminations d'oïdium, mais il est possible de noter une certaine progression des foyers déjà existants jusqu'à la véraison. Les traitements appliqués après ce stade sont donc inutiles lorsque la situation est saine mais peuvent apporter un gain d'efficacité lorsqu'une part non négligeable des grappes présente de légers symptômes.

L'efficacité de la stratégie de traitement est fortement liée à la **qualité de pulvérisation**, notamment sur grappes. A ce titre, la pulvérisation face par face reste la technique permettant la meilleure qualité d'application. Par ailleurs, et le millésime 2004 en a été l'illustration, un défaut important dans l'application des produits ne peut être compensé efficacement par un démarrage plus précoce des traitements.

Enfin, toutes les méthodes culturales limitant la vigueur de la vigne et favorisant l'aération de la zone fructifère permettent de freiner le développement de la maladie et d'améliorer la pénétration des fongicides au sein de la végétation. Il est capital que les produits appliqués **atteignent leur cible**.

CONCLUSION

L'initiation des épidémies d'oïdium peut être très précoce, dans le cas des situations à drapeaux pour lesquelles c'est évident mais également pour les situations initiées à partir de cléistothèces qui concernent la grande majorité de nos vignobles. L'identification des symptômes primaires issus des contaminations par ascospores sur les feuilles de la base des rameaux confirme ce fait. Leur détection permet de vérifier l'occurrence d'événements infectieux dans le vignoble et répond au questionnement sur la grande variabilité des situations observées entre parcelles même proches (Clerjeau *et al.*, 1997, Rouzet *et al.*, 1997). Le critère déterminant pour la compréhension de ce processus réside dans la viabilité des cléistothèces présents, ce sur quoi nous manquons de connaissances fondamentales. De plus, et contrairement aux drapeaux, ces symptômes sont très discrets et peu connus ou du moins peu vus par les praticiens. Or, la manifestation de symptômes précoces est une des caractéristiques des années à forte pression d'oïdium (Rouzet *et al.*, 1997).

On conçoit aisément dès lors que le pilotage précis d'une protection raisonnée optimale qui puisse permettre une économie de traitements notamment pour les situations à faible risque, nécessite de disposer d'une information quantitative sur l'importance des contaminations primaires.

Il est donc indispensable de **rechercher des indicateurs** pertinents et fiables, permettant d'identifier le contexte épidémique auquel on est confronté et de **définir la stratégie de protection** optimale à appliquer (date de démarrage des traitements, nombre d'applications...). Ces indicateurs peuvent être parcellaires et précis, mais coûteux (temps nécessaire à la détection, formation des opérateurs). Ils peuvent être plus généraux, s'appuyant sur une connaissance du risque global élaborée à partir de plusieurs sources dont l'utilisation de modèles en cours d'élaboration et/ou de validation par plusieurs organismes (INRA, PV, ITV...). La prise en compte des foyers primaires d'oïdium par les réseaux régionaux d'observation de parcelles de référence serait un atout majeur qui permettrait notamment d'alerter la profession dans le cas d'année précoce et donc à risque élevé.

La maîtrise de l'oïdium au vignoble suppose certains préalables

Dans l'attente, il convient de ne pas remettre en cause les préconisations fondamentales de stratégie actuelles et il n'est notamment pas indispensable d'anticiper fortement le déclenchement de la lutte. En revanche, toute carence technique dans la mise en œuvre de la stratégie de protection (qualité de pulvérisation, positionnement des applications, choix des produits...) peut mettre en défaut la qualité globale de la protection, particulièrement dans le cas de situation épidémique à caractère exceptionnel. Un soin particulier devra être accordé aux parcelles systématiquement très attaquées et/ou aux cépages fortement sensibles à ce champignon. Il s'agit classiquement de soigner scrupuleusement la prophylaxie - maîtrise de la vigueur du végétal et contrôle de la croissance en végétation - et d'accorder un soin attentif au choix des fongicides mis en œuvre et à leurs conditions d'emploi tout en privilégiant la pulvérisation "face par face".

L'ensemble de ces conditions étant rassemblé, l'oidium restera un parasite qui ne devrait pas poser de difficulté majeure dans nos vignobles.

BIBLIOGRAPHIE

Bourgoin B., Herlemont B. 2005. Comportement épidémique de l'oidium et problèmes de lutte au cours de la campagne. *Mondiaviti* : 18-19.

Calonnec, A., P. Cartolaro, L. Delière, and J. Chadœuf. 2005. Powdery mildew on grapevine: effect of the date of primary contamination on the disease development on leaves and the damages on grape. Paper read at *OILB/SROP Workshop*, at Brescia, Italie, 20-22 octobre.

Cartolaro P., Calonnec A. 2000. Apparition et développement des épidémies d'oidium au vignoble : incidences sur la gravité des dégâts sur grappes. *Union Girondine des Vins de Bordeaux*, 957 : 44-46

Cartolaro, P. et Raynal M. (2001). Mieux connaître le développement des épidémies pour mieux gérer la protection du vignoble contre l'oidium. *Union Girondine des Vins de Bordeaux*, 968 : 38-43.

Cartolaro P., Delière L., Herlemont B. 2002. Protection de la vigne contre l'oidium : préconisations, état des recherches et préconisations. *Union Girondine des Vins de Bordeaux*, 979 : 38-41.

Cartolaro P., Delière L., Delbac L., Forget D., Girard G. 2005. Comportement de l'oidium de la vigne en Aquitaine en 2004. *Union Girondine des Vins de Bordeaux*, 1009 : 40-45.

Clerjeau M. 1995. Données récentes sur la caractérisation des risques d'oidium chez la vigne. *Euroviti* : 105-108.

Clerjeau M., Blancard D. et Launes S. 1997. précocité des contaminations primaires, sensibilité des grappes et gravité des attaques d'oidium de la vigne. *Euroviti* : 75-80.

Collet L. 1995. les périodes clefs de protection contre l'oidium : essais de protection de la vigne à différents stades de développement. *Euroviti* : 118-120.

Collet L., Magnien C., Boyer J., et al. 1998. Raisonement de la lutte contre l'oidium de la vigne : quelles périodes protéger en priorité ? *Phytoma* 504: 50-55.

Delière L., Cartolaro P., Sauris P., et al. 2002. Infestation artificielle de la vigne par l'oidium: des outils pour les expérimentations au vignoble. *Phytoma* 549: 9-12.

Delière L., Cartolaro P., Sauris P. 2006. Action curative des fongicides anti-Oïdium : incidence sur l'élaboration de stratégies à nombre réduit de traitements. In : *6^e Conférence Internationale sur les Maladies des Plantes*, Tours - décembre 2006, AFPP, sous presse.

Gadoury D. M., Pearson R. C. 1988. Initiation, development, dispersal and survival of cleistothecia of *Uncinula necator* in New-York vineyard. *Phytopathology* 78 (11): 1278-1293.

Gadoury D. M., Pearson R. C. 1990. Ascocarp dehiscence and ascospore discharge in *Uncinula necator*. *Phytopathology* 80 (4): 393-401.

Gadoury D. M., Seem R. C., Ficke A., *et al.* 2003. Ontogenic resistance to powdery mildew in grape berries. *Phytopathology* 93 (5): 547-555.

Jailloux, F., L. Willocquet, L. Chapuis and G. Froidefond. 1999. "Effect of weather factors on the release of ascospores of *Uncinula necator*, the cause of grape powdery mildew, in the Bordeaux region. *Canadian Journal of Botany* 77(7): 1044-1051.

Rouzet J., Weber M. et Collet L. 1997. Modèles de prévision des épidémies d'oïdium de la vigne : premiers résultats. *Euroviti* : 82-89.

Speich P., Bourguoin B., Blanc M. 2001. Oïdium de la vigne : raisonner les interventions et gérer les spécialités disponibles. *Phytoma* 535: 24-27

Willocquet, L., D. Colombet, M. Rougier, J. Fargues, and M. Clerjeau. 1996. Effects of radiation, especially ultraviolet B, on conidial germination and mycelial growth of grape powdery mildew. *European Journal of Plant Pathology* 102 (5): 441-449.

Willocquet, L., F. Berud, L. Raoux, and M. Clerjeau. 1998. Effects of wind, relative humidity, leaf movement and colony age on dispersal of conidia of *Uncinula necator*, causal agent of grape powdery mildew. *Plant Pathology* 47 (3): 234-242.



Oïdium : quelles stratégies dans le Sud-Est ?

Bernard MOLOT

ITV France - Domaine de Donadille - 30230 RODILHAN

QUEL CONSTAT EN 2006 ?

Si depuis 2003, les sécheresses printanières puis estivales généralisées entraînent une pression mildiou faible à nulle (avec toutefois quelques exceptions très localisées) il en va un peu différemment en ce qui concerne l'oïdium. C'est ainsi qu'au fil des ans l'on a pu constater un allègement des traitements anti-mildiou, progressivement étendu à l'oïdium, constat particulièrement évident en 2005 et 2006, suite notamment aux difficultés budgétaires de nombreuses exploitations.

Un allongement excessif des cadences, parfaitement possible dans le cas du mildiou, a ainsi été à l'origine d'une présence anormalement élevée de l'oïdium à partir de mi-mai 2006, mais la canicule qui s'est installée à la mi-juin a heureusement stabilisé le parasite dans la plupart des situations.

Ces attaques peuvent également dans de nombreux cas être reliés à une pulvérisation approximative, notamment du fait d'un nombre excessif de rangs traités en un seul passage.

Ces manquements évidents aux « bonnes pratiques agricoles » expliquent la plupart des difficultés rencontrées pour maîtriser l'oïdium dans le Sud-Est, toutefois particulièrement précoce et virulent en 2006.

QUELQUES PARTICULARITÉS MÉRIDIONALES

Dans le vignoble méridional les deux types de conservation hivernale décrits par Ph. Cartolaro sont présents et peuvent cohabiter dans la même parcelle.

C'est le cas le plus répandu en France et qui prédomine également dans le vignoble méridional. Notons d'ores et déjà qu'en 2006, de nombreuses vignes n'ont pas reçu de couverture cuprique et présentaient en octobre de très fortes quantités de cléistothèces sur le feuillage. Même si la corrélation entre fréquence de cléistothèces et gravité des attaques lors de l'année suivante reste délicate à quantifier précisément, il est toutefois plus que probable que cet inoculum compliquera la situation 2007.

Sachant que les contaminations primaires provenant des cléistothèces sont difficilement détectables et qu'elles ont lieu sur une période d'environ 3 mois, il est probable ou en tout cas possible que le premier traitement, habituellement conseillé au stade boutons floraux séparés (soit 10-12 feuilles étalées ou environ 10 jours avant début floraison) soit positionné sur un oïdium déjà présent mais difficilement visible car présent majoritairement sous forme de mycélium. D'où l'intérêt évident de systématiquement démarrer sa protection par un fongicide actif sur oïdium installé et surtout pas par un produit plutôt voire exclusivement préventif (type azoxystrobine ou quinoxyfen). A noter également à ce sujet que le sous-dosage quasi-systématique du soufre mouillable à cette période ne peut qu'amplifier le problème, d'autant plus s'il reste utilisé à sa cadence la plus longue...

Enfin dans les vignes ayant subi des attaques d'oïdium l'année précédente et/ou n'ayant pas reçu de couverture cuprique, il est fortement probable qu'un stock important d'inoculum soit présent et l'on aura logiquement tout intérêt à intervenir plus tôt (stade G ou 17) de façon

*Reproduction sexuée
par cléistothèces*

*Quelles conséquences
pratiques ?*

a priori préventive, pour maîtriser l'attaque dès le départ. L'utilisation de produits actifs sur oïdium déjà présent est dans ce cas moins impérative mais cependant nettement préférable au moins pour la première intervention.

Notons toutefois que dans les parcelles sans drapeaux présentant régulièrement un oïdium mal maîtrisé, la mise en œuvre d'une stratégie de lutte démarrant au stade boutons floraux séparés suffit toujours à régler le problème si :

- le premier fongicide appliqué est actif sur oïdium installé,
- les délais de renouvellement et doses homologuées sont respectés,
- la qualité de pulvérisation est optimale.

Ce qui revient à dire que l'anticipation du premier traitement dans de tels cas vise davantage à contrebalancer de mauvaises pratiques qu'à s'adapter à une épidémiologie différente...

Dans tous les cas de figure l'important doit être d'empêcher la constitution d'un stock d'inoculum primaire

Reproduction asexuée par drapeaux

Ce cas n'est présent que dans les seuls vignobles méridionaux et ne concerne que certains cépages (essentiellement Carignan et dans une moindre mesure Chardonnay, Marsanne et Portan). Il peut toutefois, mais à titre anecdotique, être observé sur d'autres cépages du Sud-Est (Grenache) ou dans d'autres régions (Cabernet-Sauvignon en Bordelais, Riesling en Alsace).

La différence fondamentale provient du fait que l'oïdium se conserve en hiver non plus sous forme de cléistothèces mais sous forme de conidies ou de mycélium dans les bourgeons laissés à la taille. Dès le débourrement le mycélium colonise immédiatement la jeune pousse. L'invasion se traduit initialement par une vitesse de croissance diminuée, ce qui ne permet toutefois pas d'identifier formellement la présence du parasite (le débourrement est naturellement hétérogène et le mycélium n'est visible qu'à la loupe binoculaire). Les feuilles vont progressivement par la suite se crispier et s'incurver vers le haut, juste avant l'apparition d'un feutrage gris cendré caractéristique, correspondant (comme dans le cas de la reproduction sexuée décrite auparavant) à la formation des conidiophores et conidies. Ce feutrage apparaît toujours à partir du pétiole de la feuille, par lequel arrive nécessairement le mycélium. Ces pousses oïdiées typiques de l'oïdium, dénommées drapeaux, sont clairement identifiables généralement à partir du stade 4 à 6 feuilles étalées. A partir de 3 semaines après le débourrement les bourgeons de la base, qui seront conservés lors de la future taille, sont déjà contaminés par l'oïdium.

Les inflorescences présentes sur le drapeau sont généralement entièrement détruites ou au moins atteintes d'une très forte coulure mais il est actuellement impossible de corréler précisément nombre de drapeaux et gravité des attaques classiques durant la phase floraison/nouaison, probablement parce que les deux types d'inoculum (drapeaux et cléistothèces) peuvent parfaitement être présents et cohabiter au sein d'une même parcelle.

Les conidies présentes sur les drapeaux ont les mêmes exigences que celles issues des cléistothèces et vont générer des contaminations secondaires ultérieures exactement dans les mêmes conditions.

Présence de drapeaux : quelles conséquences pratiques ?

La principale différence est que l'épidémie démarre généralement nettement plus tôt et avec un inoculum primaire souvent plus important que dans le cas précédent.

Les bourgeons contaminés générant à terme des coursons dont les bourgeons sont contaminés, la localisation des ceps (et même des coursons) porteurs de drapeaux dans la parcelle est parfaitement stable au fil des ans, si ce n'est le fait qu'une protection trop approximative entraînera une apparition régulière de nouveaux ceps porteurs de drapeaux.

Les bourgeons étant contaminés très tôt un démarrage trop tardif de la protection ne pourra jamais enrayer la progression des drapeaux au fil des ans et limitera tout au plus les contaminations secondaires qu'ils engendreront pour la campagne à venir, la fréquence des drapeaux restant dans le meilleur des cas stable d'une année sur l'autre mais pouvant facilement s'aggraver, cas apparemment plus fréquent.

Le mycélium étant présent très tôt sur les pousses, seul un positionnement précoce (dès que la moitié des pousses est au stade 2 à 3 feuilles étalées) est susceptible de faire à terme disparaître les drapeaux en empêchant ou limitant la contamination des bourgeons.

Ce traitement est incontournable dès la présence d'un drapeau ou plus par cep. La plupart des fongicides peuvent être utilisés à ce stade, ceux actifs sur oïdium installé apportant toutefois plus de souplesse d'emploi.

En présence de moins d'un drapeau par souche, une intervention légèrement plus tardive (moitié des pousses au stade 5-6 feuilles étalées) est possible mais le mycélium ayant déjà commencé à coloniser les bourgeons le fongicide devra nécessairement être actif sur oïdium installé et de préférence pénétrant, un produit de type IBS ou Qol étant alors un bon compromis.

Dans ces 2 cas de figure le choix du fongicide pourra utilement intégrer la problématique excoriose.

RÉCEPTIVITÉ DE LA VIGNE

La sensibilité des cépages méridionaux est très majoritairement conforme à celle décrite par Ph. Cartolaro, avec seulement deux exceptions clairement identifiées et concernant le Muscat à petits grains et le Piquepoul.

Ces deux cépages restent en effet sensibles jusqu'en début véraison et il est parfaitement possible d'y voir une situation saine à la fermeture des grappes se dégrader fortement durant la véraison. Dans une moindre mesure le Chardonnay situé dans un contexte à forte pression (parcelles limitrophes très touchées) peut lui aussi nécessiter une protection jusqu'à mi-véraison.

Pour tous les autres cépages ne pas oublier que :

- cette réelle absence de sensibilité à partir de la fermeture des grappes concerne les contaminations,
- le mycélium présent à ce stade peut poursuivre son évolution.

Le maximum de contamination sur grappes a très probablement lieu durant la phase floraison-nouaison, puisque les tout premiers symptômes apparaissent classiquement en fin de nouaison soit approximativement mi-juin dans le vignoble méridional. La détection visuelle étant très difficile sur de très jeunes baies (une différence anormale de taille entre les différentes baies, un aspect moins brillant peuvent alerter), il faudra attendre la sporulation du parasite, soit encore environ 2 semaines, pour déceler au champ les symptômes caractéristiques du parasite. Ce qui correspond à fin juin/début juillet, époque à laquelle de nombreux viticulteurs alertent leurs services techniques respectifs d'une attaque - généralement conséquente - d'oïdium. Or l'attaque est en fait terminée, ou presque, et il ne reste plus qu'à essayer - en général en vain - de limiter son extension jusqu'à la véraison...

La phase floraison-nouaison doit donc impérativement faire l'objet d'une protection sans faille et ce n'est qu'à la fermeture des grappes que la décision d'arrêter ou non la protection peut intervenir, après observations attentives au vignoble.

Sous réserves d'un contrôle soigné d'au moins 50 grappes observées au hasard sur un minimum de 20 souches et en ne négligeant surtout pas les grappes les plus abritées au cœur de la souche :

- si au stade fermeture la parcelle est indemne (moins de 10 % des grappes touchées) la protection peut-être interrompue, sauf sur Muscat à petits grains et Piquepoul ou sauf si les parcelles limitrophes sont fortement touchées (attention dans ce cas au Chardonnay),
- si 10 à 30 % des grappes sont touchées, il est conseillé de poursuivre la protection jusqu'en début véraison, mais la maladie restera visuellement présente et pourra même parfois continuer à évoluer,
- si plus de 30 % des grappes sont atteintes, la situation est sans espoir et il sera quasi-impossible d'enrayer son évolution qui se poursuivra jusqu'à la véraison. Il faudra identifier clairement les causes d'échec et y remédier pour la campagne à venir.

Quelles conséquences pratiques et quand arrêter la protection ?

En complément des traitements spécifiques contre l'oïdium, il est sans doute utile de rappeler qu'une couverture cuprique permet de considérablement réduire la formation de cléistothèces en arrière-saison. Cet effet secondaire du cuivre n'est donc pas à négliger, d'autant plus qu'il peut être obtenu avec des doses inférieures à celles homologuées, de bons résultats étant constatés avec des apports de 800 g de cuivre/ha.

REMERCIEMENTS

Les préconisations présentes dans ce texte proviennent des nombreuses expérimentations réalisées dans l'arc méditerranéen notamment dans le cadre général des Contrats de Plan entre l'Etat - représenté par Viniflor - et les Conseils Régionaux de Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Ce partenariat a impliqué les Chambres d'Agriculture du Vaucluse, de l'Aude et des Pyrénées Orientales, les Services départementaux de la Protection des Végétaux, le GRAB et ITV France.

La plupart de ces résultats sont repris dans la brochure « Guide des vignobles Rhône-Méditerranée » éditée annuellement par l'AREDAVI (Maison des Agriculteurs, 22 avenue Henri Pontier, 13626 Aix en Provence).



Oïdium : premier traitement, un vrai dilemme ?

Cas du vignoble champenois

Marie-Laure PANON, Sébastien DEBUSSON, Denis BUNNER, Laurent PANIGAI
Services Techniques du CIVC

UNE MONTÉE EN PUISSANCE DE L'OÏDIUM

L'oïdium est une maladie dont l'importance, dans le complexe parasitaire du vignoble champenois est récente.

Si 2004 est une année de référence en matière de pression oïdium, 1981 revient fréquemment à l'esprit des vignerons. L'oïdium fut alors qualifié de « maladie de l'année ». Les cépages noirs, particulièrement le meunier, étant moins sensibles que le chardonnay, l'extériorisation des symptômes sur les trois cépages et dans plusieurs régions, comme en 1981, 2004 et 2006 est un indice probant pour identifier une année à oïdium.

Si en 1982 plusieurs foyers sont encore observés, l'oïdium reste relativement anecdotique pendant plusieurs années, jusqu'en 1996. En 1996, 1998 et 1999 la maladie se signale fortement dans quelques régions. Depuis 2003, la fréquence de parcelles touchées est significative tous les ans.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
% de parcelles avec présence d'oïdium sur grappes	5	2	7	31	57	10	34
% de parcelles avec présence d'oïdium sur plus de 10 % des grappes	1	1	1	6	18	1	13
Nombre de parcelles suivies	385	600	650	581	587	560	572

Tableau 1 : Fréquence de parcelles concernées par l'oïdium, réseau Magister. L'intensification des observations au vignoble par les techniciens depuis le milieu de la décennie 90, et en particulier depuis les années 2000 permet de mieux appréhender la manifestation de la maladie.

ÉVOLUTION DES RECOMMANDATIONS POUR LE DÉBUT DE PROTECTION ANTI-OÏDIUM

Au début des années 80, les recommandations consistent à protéger la vigne du stade 3 à 5 feuilles jusqu'à la véraison. Fin des années 80, la raréfaction des dégâts d'oïdium au vignoble a pour corollaire un glissement du début de protection vers le stade 7/8 feuilles. L'anticipation à 3 feuilles est conseillée dans les parcelles touchées l'année précédente. A cette époque, le début de la protection contre l'oïdium, considérée comme une maladie très secondaire, est à la remorque de la lutte contre le breunner. Dans l'argumentaire technique l'ajout d'un soufre au fongicide anti-breunner permet à la fois de lutter contre l'oïdium et contre l'éryose.

L'abandon des traitements spécifiques contre le breunner, en particulier les BMC à partir de 1996 pour cause de raréfaction de cette maladie, avec les premières références d'essai « à fenêtre » de la Protection des Végétaux et l'approfondissement des connaissances en matière d'épidémiologie de l'oïdium conduisent à consolider les recommandations de lutte.

A partir de 1999 le début de protection est conseillé à partir du stade 10 feuilles, suite aux nombreuses références d'essais « à fenêtre » (Collet *et al.*, 1998). La protection est anticipée à 7/8 feuilles dans les parcelles contaminées par l'oïdium l'année précédente. Le choix du fongicide pour le premier traitement est orienté vers une spécialité curative uniquement dans cette situation (Speich *et al.*, 2001).

2004 ANNÉE CHARNIÈRE POUR LA PRISE EN COMPTE DE L'OÏDIUM DANS LE COMPLEXE PARASITAIRE MAJEUR EN CHAMPAGNE

L'oïdium est classiquement visualisé sur grappes par les techniciens mi-juillet, à partir du stade grain de pois, lors de l'observation des pontes de la deuxième génération de cochylis. En 2004, pour la première fois, des symptômes sur feuilles et sur inflorescences sont observés fréquemment à la veille de la floraison, deux semaines après le début de protection pour certains vigneron. Auparavant, aucune observation précoce dédiée à l'oïdium sur feuilles n'était réalisée par les réseaux de lutte raisonnée.

Ainsi, la stratégie « officielle » de début de protection est remise bruyamment en question par les viticulteurs au cours de la campagne 2004. Mettre en cause le début de la lutte anti-oïdium conseillé par les techniciens pour expliquer des défaillances de qualité de protection est classique et facile à comprendre.

Néanmoins, le stade du premier traitement n'est pas le principal responsable de l'état sanitaire des parcelles constaté en fin de campagne 2004 (voir figure 1).

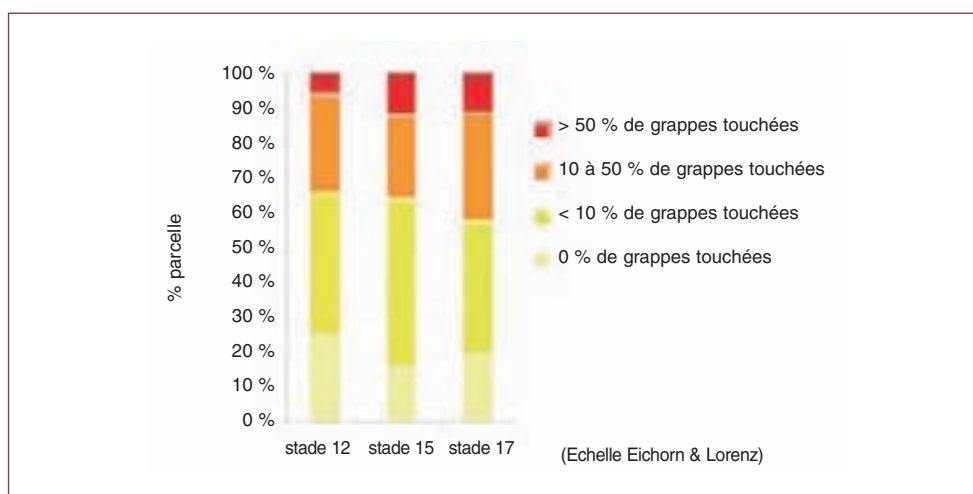


Figure 1 : Stade de début de protection et classe d'attaque sur grappes en fin de campagne, réseau Magister, campagne 2004 (80 parcelles renseignées, effectifs par classe équilibrés)

Par contre, l'effet « qualité de pulvérisation » saute aux yeux. Les notations de dégâts d'oïdium dans un même secteur sur la commune de Broyes, pour deux types de pulvérisation, fin 2004, en fournissent l'illustration (figure 2).

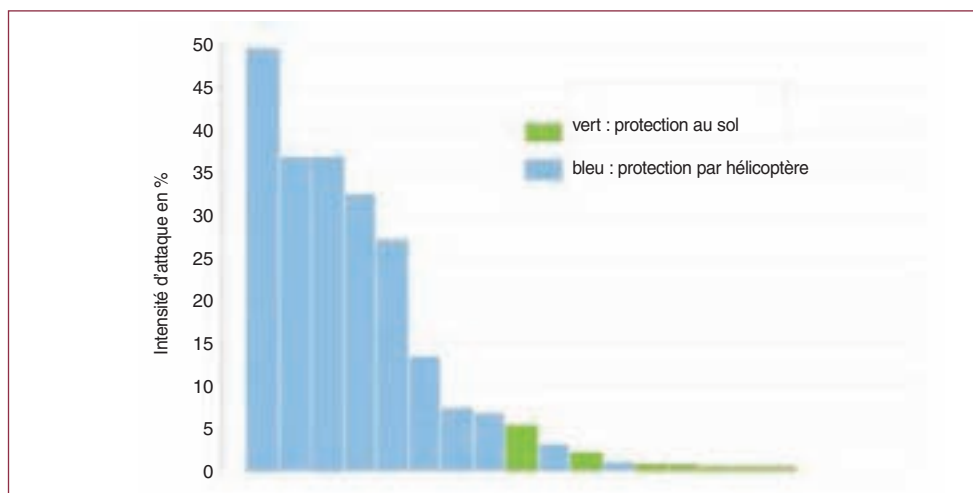


Figure 2 : Intensité d'oïdium comparée selon le mode de protection sol/hélicoptère, commune de Broyes, campagne 2004. Un même nombre de parcelles protégées par voie aérienne, comparé à des parcelles protégées au sol, a été observé. La qualité de pulvérisation est diagnostiquée comme étant le principal facteur limitant la protection contre l'oïdium, en cas de pression parasitaire. La pulvérisation par hélicoptère, qui couvre environ 10 % des surfaces, et par pendillards sont limitantes par manque de dépôt de produit particulièrement dans la zone des grappes. Les viticulteurs ont été fortement sensibilisés sur ce point, suite notamment à la campagne 2004.

LA PULVÉRISATION PRINCIPAL FACTEUR IDENTIFIÉ POUR AMÉLIORER LA QUALITÉ DE PROTECTION

Le taux de rééquipement au vignoble en matériel de pulvérisation pneumatique « face par face » augmente depuis 2002. Il s'accélère surtout depuis 2004. C'est un des matériels les plus performants pour la protection des grappes.

Les appareils pneumatiques non face par face sont en régression. Le parc de pendillards diminue lui aussi : 50 % des tracteurs destinés à la pulvérisation sont équipés en pendillard désormais, contre 75 % il y a 10 ans. Depuis trois ans on ne constate quasiment plus de ventes de tracteurs équipés en pendillards.

Parallèlement, on estime aujourd'hui qu'environ la moitié du parc de pendillards est équipé avec les nouvelles buses TVI, buses à turbulence à injection d'air, commercialisées depuis le printemps 2005 (voir figure 3). Ces buses permettent d'augmenter la quantité de produit déposée sur la plante.

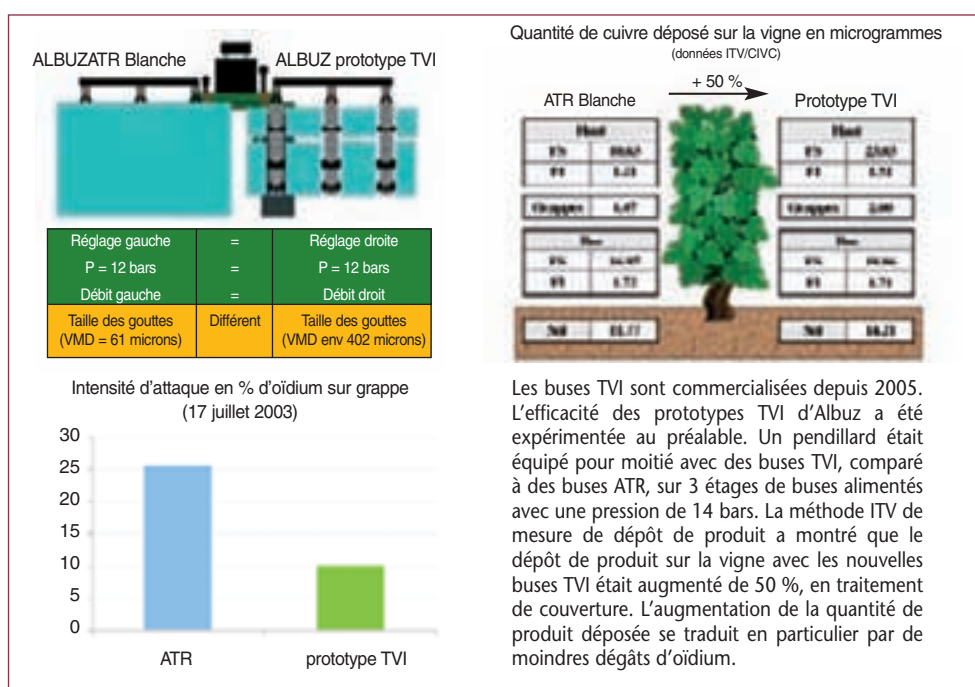


Figure 3 : Evaluation des buses TVI ALBUZ

L'oïdium est une maladie récente pour la majorité du vignoble. La tolérance de dégâts est proche de zéro pour les vignerons. La rumeur qui veut que l'oïdium soit nuisible à la qualité du vin à de faibles niveaux d'attaque justifie d'ailleurs des pratiques qui visent l'éradication du parasite. Quand la maladie est visible sur grappes mi-juillet, les interventions phytosanitaires sont donc parfois « conséquentes ».

NUISIBILITÉ DE L'OÏDIUM SUR VIN

Suite à 2004, des vinifications de raisins oïdiés sont mises en œuvres avec les objectifs suivants :

- évaluer à la dégustation l'impact de l'oïdium sur la qualité des vins, car il n'existe aucune référence œnologique sur le sujet en Champagne, très peu dans d'autres régions viticoles (Darriet *et al.*, 2002 ; Calonnec *et al.*, 2004 ; Stummer *et al.*, 2004),
- mesurer l'efficacité des pratiques de tri à la vigne,
- mesurer l'efficacité des traitements œnologiques pré-fermentaires (le complexe bentonite/PVVP a été testé),
- constituer un référentiel de vins très oïdiés, pour la caractérisation sensorielle de ce problème en Champagne, et aider à la dégustation des essais. Dans ce but, des vinifications en 50 kg sont réalisées par le CIVC tous les ans depuis 2004.

Les dégustations de moûts issus de raisins sévèrement oïdiés (au moins 80 % de volume touché) révèlent des arômes mentholés, brûlants, avec une amertume plus prononcée en fin de bouche et une acidité plus dure en finale. On remarque aussi parfois une grande rondeur.

La première année, des phénomènes d'oxydation liés à la vinification en bonbonne n'ont pas permis d'apprécier de façon convenable les éventuelles déviations présentes sur les vins fortement oïdiés. La récolte de 2005 met en évidence un manque de structure, de la rondeur, des vins presque huileux, visqueux, des notes champignon-terreuses sur des lots où l'oïdium était surinfecté par des moisissures de type *Penicillium*.

Des marcs ou lots de 160 kg ont été vinifiés en 2004 et 2006. Le chardonnay et le pinot noir ont été choisis en 2004. Du fait de la difficulté pour évaluer l'état sanitaire de la vendange sur les cépages noirs, ces derniers étant d'ailleurs moins fréquemment concernés par l'oïdium, seul le chardonnay est désormais vinifié. Les résultats exposés concernent la campagne 2004.

Commune / Lieu-dit	Cépage	Volume de récolte touché par parcelle	Nombre de lots (160 kg)	Volume de récolte touché des lots oïdiés
Avize / Dhymens	Chardonnay	13 % ± 20 %	1 trié sain - 2 oïdiés	31 % ± 11 %
Oger / Le Donjon	Chardonnay	35 % ± 30 %	1 trié sain - 2 oïdiés	37 % ± 9 %
Hautvillers / Cave Thomas	Pinot noir	35 % ± 30 %	1 trié sain - 2 oïdiés	38 % ± 16 %

Tableau 2 : Caractéristiques des lots de 160 kg récoltés en 2004.

L'estimation de l'état sanitaire des parcelles a été effectuée en notant 100 grappes. L'état des parcelles justifiant a priori la pratique du tri, la consigne pour la constitution du lot sain était de récolter des grappes saines, voire très peu touchées (moins de 10 % de volume avec des traces d'oïdium). Concernant le lot oïdié, la consigne était d'écarter les raisins les plus touchés (au moins 80 % du volume de la grappe oïdié) en cueillant la parcelle. L'estimation de l'état des marcs oïdiés a été effectuée sur chaque panier versé sur des clayettes : le volume moyen de récolte touché des lots oïdiés oscille entre 30 et 40 % en 2004 pour les 3 sites.

Parcelle	Modalités	Temps pour obtenir la cuvée (85 l)
Avize	Trié (sain)	1h40
	oïdié marc 1	1h40
	oïdié marc 2	1h43
Oger	Trié (sain)	1h35
	oïdié marc 1	1h30
	oïdié marc 2	1h30
Hautvillers	Trié (sain)	1h40
	oïdié marc 1	1h50
	oïdié marc 2	1h55

Tableau 3 : Pressurage expérimentation 2004, presseoir Bucher 160 kg à membrane latérale, cuverie expérimentale du CIVC.

La présence d'oïdium sur chardonnay dans les conditions de 2004 ne pénalise pas le pressurage. Des différences sont observées à Hautvillers sur pinot noir. Elles sont liées à un niveau de maturité des raisins oïdiés moins avancé que les raisins triés, sur ce site, mais également à l'action enzymatique de botrytis qui déshydrate les baies de raisin. L'oïdium était effectivement surinfecté par la pourriture grise.

On n'observe pas de différences, du point de vue analytique, entre les moûts issus de lots triés et oïdiés, sur les références 2004 et 2006.

Dans les conditions de l'expérimentation de 2004, les dégustations n'ont pas révélé de déviation sensorielle sur les vins des lots oïdiés de 160 kg. Les traitements œnologiques ont engendré des vins moins structurés, moins fruités par rapport aux lots oïdiés non traités sur moût.

Stade	Commune Cépage	Comparaison	Réponses aux tests triangulaires	Commentaires les plus fréquemment cités
Vin de base	Avize / Chardonnay	Trié sain / oïdié	7/13 (NS)	Lot oïdié plus fermé. Des notes de réduction.
		oïdié / oïdié traité sur moût	8/13 (S)	Lot traité plus réduit (8). Lot oïdié jugé plus fruité (3).
	Oger / Chardonnay	Trié sain / oïdié	5/12 (NS)	Lot sain plus acide, plus mordant.
		oïdié / oïdié traité sur moût	8/12 (S)	/
12 mois de tirage	Avize / Chardonnay	Trié sain / oïdié	5/11 (NS)	Lot sain plus réduit (4)
		oïdié / oïdié traité sur moût	7/11 (S)	Lot oïdié plus structuré.
	Oger / Chardonnay	Trié sain / oïdié	8/11 (S)	Lot sain plus réduit (4).
		oïdié / oïdié traité sur moût	4/11 (NS)	/
Vin de base	Hautvillers / Pinot noir	Trié sain / oïdié	7/13 (NS)	Lot sain plus fruité (4), plus acide (5). Lot oïdié plus réduit (3), fumé (2).
12 mois de tirage		oïdié / oïdié traité sur moût	8/13 (S)	Lot oïdié plus fruité (3). Lot traité plus réduit (8).
		Trié sain / oïdié	4/13 (NS)	/
		oïdié / oïdié traité sur moût	6/13 (NS)	/

Tableau 4 : Dégustation des vins, tests triangulaires, réseau parcellaire Avize - Oger - Hautvillers

Des tests de préférence vont être effectués sur les vins champagnisés, pour compléter les informations apportées par les tests triangulaires. Ce test consiste à reclasser à l'aveugle des vins oïdiés parmi une série de vins sains. Le rang de classement de chaque vin est moyenné pour l'ensemble du panel de dégustateurs puis interprété par un test statistique approprié.

Des profils sensoriels adaptés à la description des vins issus de raisins très oïdiés permettront de mieux caractériser le profil aromatique et la structure en bouche de ce type de vin. Par exemple, les caractères gras et huileux d'un vin oïdié sont des descripteurs cités par la littérature pour le cépage chardonnay (Stummer *et al.*, 2004).

En 2006, l'étude de l'effet des traitements œnologiques comparé au tri à la parcelle est abandonnée, suite aux résultats de 2004. Trois parcelles ayant fait l'objet d'essais bandes de comportement, ont été choisies parce qu'elles offraient la possibilité de rentrer des raisins sains, comparés à des raisins oïdiés.

Pour finir, l'exploitation des informations relatives à la nuisibilité de l'oïdium sur vin ne consiste pas à faire récolter allègrement du raisin oïdié, mais à relativiser les dégâts d'oïdium les plus courants : si l'on prend pour exemple le réseau Magister en 2006, moins de 5 % du volume de récolte était touché début véraison sur 80 % des parcelles présentant des symptômes d'oïdium sur grappes. Par ailleurs les dégâts diminuant de début véraison à la vendange, ces parcelles présentaient vraisemblablement un état globalement sain aux vendanges.

Classe d'intensité d'attaque (I)	Nombre de parcelles par classe d'intensité d'attaque	% de parcelles par classe d'intensité d'attaque
$I \leq 1 \%$	55	33
$1 < I \leq 5 \%$	81	49
$5 < I \leq 10 \%$	15	9
$10 < I \leq 20 \%$	10	6
$I > 20 \%$	5	3
TOTAL	166	-

Tableau 5 : Répartition des parcelles avec symptômes sur grappes début véraison 2006, réseau Magister

Pouvoir tolérer des dégâts confère une certaine marge de manœuvre en matière de stratégie de lutte. L'impact quantitatif et qualitatif sur la récolte des maladies et parasites est par ailleurs véritablement le juge de paix, en matière de protection raisonnée.

PERSPECTIVES EN MATIÈRE DE STRATÉGIE DE CONTRÔLE DE L'OÏDIUM EN CHAMPAGNE

L'objectif de la stratégie de protection consiste d'abord aujourd'hui à éviter les dégâts d'oïdium sur grappes. Toutefois, en cas de symptômes sur grappes, les premières expérimentations destinées à comprendre la nuisibilité de l'oïdium conduisent à relativiser la gravité des attaques les plus fréquentes, et ne légitiment pas des pratiques de traitement intensives. Les essais consacrés à la nuisibilité de l'oïdium seront poursuivis.

La mise en place d'essai «à fenêtre» depuis 2004 vise, via des références champenoises récentes, à sensibiliser les opérateurs sur la période de protection la plus critique. L'expertise de l'équipe de spécialistes de l'INRA de Bordeaux et des collègues des régions méridionales, confortée par nos observations nous a conduits à privilégier dans notre expérimentation la période floraison-nouaison, en tant que période majeure dans une épidémie d'oïdium, plutôt que le début de protection.

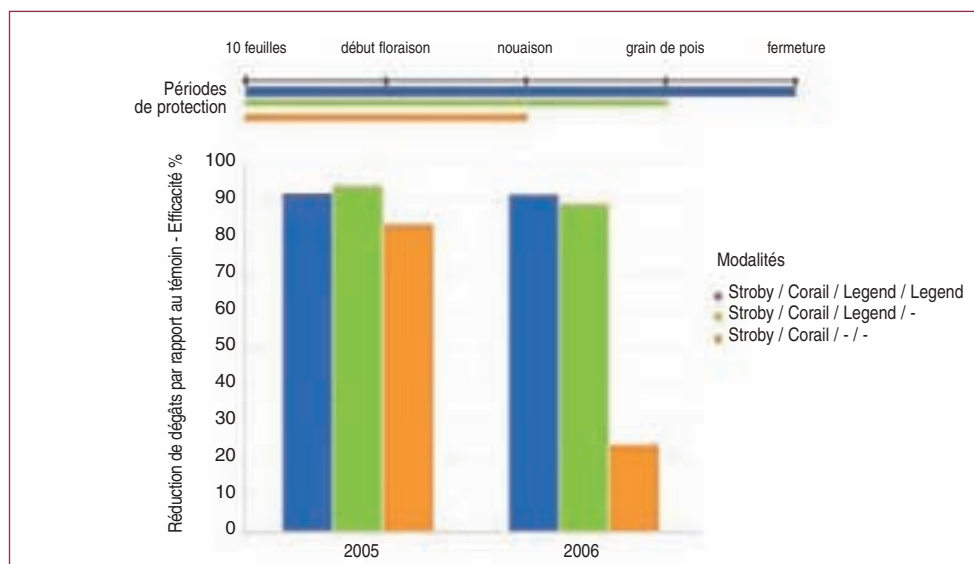


Figure 4 : Résultats essai «à fenêtre», Oger, notations sur grappes début véraison
Effectivement, l'essentiel de l'évolution de l'épidémie se fait sur la période floraison à grain de poids en 2005 et 2006 sur le site d'essai, et pas sur la période antérieure au stade 10 feuilles.

Les recommandations de protection sont toujours basées sur les références d'essais «à fenêtre» de la Protection des Végétaux, avec une anticipation au stade 7/8 feuilles dans les parcelles à historique oïdium. En cas de défaut de protection sévère, l'accent est mis avant tout sur l'amélioration de la qualité de pulvérisation.

Enfin, des outils de prévision sont en cours de validation. L'objectif consiste à cerner le profil de l'année le plus tôt possible, c'est-à-dire avant la floraison, pour ménager aux opérateurs la possibilité de contenir l'épidémie au moment où il existe encore une marge de manœuvre. Ainsi, en cas d'année à risque, l'objectif est de conseiller au cas par cas des resserrements de cadences, voire un traitement intercalaire fin floraison-nouaison, pour éviter la multiplication des interventions tardives à partir de la mi-juillet.

Pour ce faire, l'observation précoce de la maladie sur le feuillage est désormais intégrée dans les réseaux de lutte raisonnée. La gravité de la maladie, à l'échelle de la parcelle, est conditionnée par la précocité et le nombre de foyers sur feuilles, d'après l'équipe spécialiste de l'oïdium de l'INRA de Bordeaux. Ce principe est extrapolé au vignoble : la fréquence de parcelles concernées ainsi que la fréquence de foyers sur feuilles avant la fleur, constitueraient un indicateur de risque.

Depuis la campagne 2006 les premières observations portent dès le stade 5/6 feuilles sur un réseau de parcelles à historique oïdium, le plus souvent hors réseaux de lutte raisonnée. Les observations spécifiques sont ensuite réalisées sur les parcelles des réseaux en pré-floraison, particulièrement si l'année s'avère sensible. Identifier une année à risque est de fait plus facile que le contraire.

Les résultats sont couplés à la tendance donnée par le modèle Potentiel Système. Ce schéma d'organisation doit être calé sur plusieurs campagnes.

L'oïdium passe pour une maladie très difficile à maîtriser, et le niveau d'exigence des vignerons champenois est très élevé, en terme d'état sanitaire de la récolte, vis-à-vis de cette maladie en particulier. L'objectif de cette stratégie globale de lutte contre l'oïdium consiste d'abord à sécuriser les pratiques, donner le sentiment de maîtrise aux viticulteurs et techniciens-conseils, avant d'aller plus loin dans la tolérance de la maladie, préalable indispensable à la limitation des intrants.

BIBLIOGRAPHIE

Collet L., Magnien C., Boyer J., Muckensturm N., Doublet B., Martinet C., Guéry B., Le Gall D., Retaud P., Toussaint P., Bertrand P., Defaut K. 1998. Raisonnement de la lutte contre l'oïdium de la vigne. Quelles périodes protéger en priorité ? *Phytoma*, 504, 50-55.

Speich P., Bourgoïn B. et Blanc M. Raisonnement des interventions et gérer les spécialités disponibles. 2001. *Phytoma*, 535, 24-27.

Darriet P., Pons M., Henry R., Dumont O., Findeling V., Cartolaro P., Calonnec A. and Dubourdieu D. 2002. Impact odorants contributing to the fungus type aroma from grape berries contaminated by powdery mildew (*Uncinula necator*) ; incidence of enzymatic activities of the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50, 3277-3282.

Calonnec A., Cartolaro P., Poupot C., Dubourdieu D. and Darriet P. Effects of *Uncinula necator* on the yield and quality of grapes (*Vitis vinifera*) and wine. 2004. *Plant pathology*, 53, 434-445.

Stummer B., Scott E., Markides A., Clarke S., Francis L. and Wicks T. 2004. Effects of powdery mildew on wine quality. Fungal contaminants and their impact of wine quality, final report to grape and wine research & development corporation, Australia, 23-34.



l'efficacité sélective!

**vers de la grappe,
pyrale, thrips,
drosophile,
carpocapse**



SUCCESS₄



Insecticide pour la vigne et l'arboriculture, **SUCCESS 4*** est composé de spinosad⁽¹⁾, nouvelle matière active obtenue par fermentation, procédé naturel.

Issu de la recherche Dow AgroSciences, ce nouvel insecticide est efficace contre les vers de la grappe, la pyrale, les thrips, la drosophile et le carpocapse,...

SUCCESS 4 respecte les auxiliaires comme les typhlodromes.

SUCCESS 4 : 480 g/l de spinosad - AMM n° 2060098
Xn Nocif. Dangereux, respecter les précautions d'emploi.
N : dangereux pour l'environnement.

Lire attentivement l'étiquette avant utilisation.

DRE (Délai de Rentrée dans la parcelle traitée) : 6 heures.

ZNT (Zone Non Traitée par rapport aux points d'eau) : 20 mètres.

(1) Matière active brevetée et fabriquée par Dow AgroSciences.

*Marque Dow AgroSciences.

 **Dow AgroSciences**

Dow AgroSciences Distribution S.A.S.
BP 1220 - 06254 Mougins Cedex

SITE INTERNET : www.dowagro.fr

PRODUITS POUR LES PROFESSIONNELS : RESPECTER LES CONDITIONS D'EMPLOI

Évolution de la réglementation concernant la mise en œuvre des produits phytosanitaires : les moyens de s'adapter

Thierry COULON

Directeur Technique ITV France
39, rue Michel Montaigne - 33290 BLANQUEFORT

Le dispositif réglementaire annexé à l'arrêté du 12 septembre 2006 relatif à la mise sur le marché et à l'utilisation des produits antiparasitaires à usage agricole n'étant pas complètement mis en place à la date d'impression des Actes du Colloque MondiaViti, nous ne sommes pas en mesure d'insérer dans ces Actes, la note nationale « Préparation des bouillies et gestion des effluents phytosanitaires » dont la publication se trouve retardée.

Ces dispositions complémentaires concernant en particulier des dispositifs de traitement d'effluents phytosanitaires devraient intervenir d'ici la fin 2006.

Dès que ces mesures seront connues, ITV France assurera une large diffusion de la note nationale évoquée ci-dessus.



fongicide



Ouvrez le score
dès le début !

CONTRE LE
MILDIU



- Efficacité sur tous les stades du champignon
- Action systémique
- Protection jusqu'à 14 jours
- Action immédiate dès son application
- En phase avec la lutte raisonnée



La gamme Eperon défend votre agro-compétitivité

www.syngenta-agro.fr Renseignements techniques : 09 69 83 13 13

Syngenta Agro S.A.S. - 20 rue Mirat, 78212 Saint Cyr L'Esclapart Cedex

Tel. : 01 29 42 20 00 ; Fax : 01 29 42 20 10

Capital social : 23 543 003,80 Euro ; Siren S : 422 086 021 RCE Nanterre ; TVA INTRACOM : FR 204312286003

Eperon® Régulier - N° 2010118 - Composition : 2,98 % de Mifénoxyim* + 64 % de mancozèbe** - Xn - irritant

Eperon® LXX Régulier - N° 2010298 - Composition : 4,85 % de Mifénoxyim* + 40 % de lypel*** - Xn - nocif

* Marque et * substance active enregistrées d'une société du groupe Syngenta.

** Substance active du Dithion® M 45B, marque déposée Dow AgroSciences S.A.S. *** Substance active de Malténol® Agri.

Bien lire l'étiquette avant toute utilisation. Dangereux, respecter les précautions d'emploi.

syngenta

Tout le potentiel **agro**
pour réussir ensemble

PRODUITS POUR LES PROFESSIONNELS : RESPECTER LES CONDITIONS D'EMPLOI

Chapitre II

Stratégie d'entretien des sols : contraintes techniques, économiques et environnementales

- > Intérêts et limites des solutions alternatives
au désherbage chimique sur le rang
Christophe CAVIGLIO
- > Conséquences environnementales des modes d'entretien du sol
 - Impact des modes d'entretien de la vigne sur le ruissellement
et l'érosion des sols. Mécanismes et résultats expérimentaux.
Yves LE BISSONNAIS
 - Impact des pratiques culturales sur la vie des sols viticoles
Pascal GUILBAULT
- > Perspectives d'expérimentations
Jean-Yves CAHUREL
- > Logique des stratégies d'entretien des sols viticoles :
une combinaison de pratiques
Yves HEINZLÉ

Il y a tant d'émotions à préserver !



• **Cantus**

Dès le départ, Cantus préserve les qualités originelles de votre vin.

- Aucune résistance croisée
- Efficacité de haut niveau dès le stade A
- Souplesse de positionnement
- Exportation des vins facilitée
- Qualité et arômes préservés



L'anti-botrytis irrésistible.

Fongicide vigne

 **BASF**

The Chemical Company

Retrouvez toutes nos informations produits sur notre site internet : www.basf-agro.fr

PRODUITS POUR LES PROFESSIONNELS : RESPECTER LES CONDITIONS D'EMPLOI

Intérêt et limites des solutions alternatives au désherbage chimique sur le rang

Christophe GAVIGLIO

ITV France - V'innopôle - BP 22 - Brames-Aïgues - 81310 LISLE SUR TARN

Le désherbage chimique sur le rang présente bien des avantages : aucun système d'évitement des souches n'est nécessaire, le matériel employé pour pulvériser les herbicides est simple et généralement peu onéreux. Cependant, dans un contexte où la viticulture est montrée du doigt comme une grande consommatrice de biocides, il est urgent d'apprendre à entretenir ses vignes différemment, en utilisant moins, voire plus du tout de produits chimiques. Les vignes entretenues de manière traditionnelle avec buttage, débattage n'ont pas ce problème mais cette technique n'est pas applicable partout et des itinéraires simplifiés de culture sont envisageables avec les matériels d'aujourd'hui. Pour cela différentes techniques existent, à commencer par le désherbage mécanique. Nous nous intéresserons au désherbage sur la ligne des souches, qui demande plus de technicité et de réglages que le simple entretien mécanique de l'inter-rang, même si ce dernier n'est pas toujours simple. Il existe aussi des matériels qui permettent d'appliquer moins de produit, en ne pulvérisant qu'en cas de détection de mauvaise herbe.

APPROCHE TECHNIQUE DES MATÉRIELS DE DÉSHERBAGE INTERCEPTS, QUELLES SONT LES SOLUTIONS ALTERNATIVES ?

La suppression complète des herbicides n'est possible qu'avec des outils réalisant un désherbage mécanique ou thermique. La réduction de la quantité d'herbicides appliquée est réalisable avec toutes les rampes de désherbage chimique équipées pour faire du désherbage par tâches que cela soit automatisé par un détecteur ou non.

Les solutions mécaniques

Le principe de base du désherbage mécanique sous le rang est de créer et maintenir une bande de terre meuble sur laquelle il est facile d'intervenir en entretien.

Un outil de désherbage mécanique est composé d'un porte-outil adaptable sur un cadre ou entre les roues du tracteur. Ce porte-outil, équipé du système d'effacement devant la souche peut recevoir différents types d'outils qui ne s'utilisent pas tous au même moment ou dans les mêmes conditions de sol.

Il existe plusieurs solutions pour contourner le cep lors du travail. Le principe est de détecter le pied de vigne et de transmettre l'ordre à la machine de s'effacer. La détection se fait par un capteur appelé « palpeur », « pare-cep » ou « antenne » qui transmet un signal de façon mécanique, électrique ou hydraulique et agit sur le système de contournement. Certaines machines fonctionnent en utilisant uniquement la force d'appui sur la souche, amplifiée par un parallélogramme déformable, pour se retirer (photo 1). Enfin, il existe un système d'appui sur la souche avec une cloche en caoutchouc qui protège le cep des pièces en mouvement et qui permet le contournement (cf. photo 4). Ce principe présente l'avantage d'assurer un désherbage au plus près des souches, mais il limite la vitesse d'avancement car plus celle-ci est élevée, plus l'inertie est grande et plus les chocs sont fréquents.



Photo 1 : Système d'effacement mécanique sur Décalex Souslikoff

Les différents systèmes d'effacement devant la souche

*Les différents types d'outils
et leur impact sur le sol*

Les lames travaillent en déplaçant très peu de terre. Leur action se limite au sectionnement des racines des adventices. Si on les équipe d'ailettes de fractionnement, la bande de terre soulevée est désolidarisée des adventices et la durabilité du désherbage est améliorée. Leur efficacité est conditionnée par un ameublissement préalable de la zone de terre concernée et par une vitesse de travail suffisante. En effet l'impact mécanique sur la terre et sur les adventices est meilleur à vitesse plus élevée (jusqu'à 6 km / h dans de bonnes conditions). Le fonctionnement des lames ne nécessite pas ou peu d'hydraulique.



**Photo 2 : Lame intercept Clemens,
système d'effacement hydraulique**

Les outils rotatifs travaillent selon la forme des couteaux qui les équipent. On distingue les bineuses rotatives (houes) et les herses rotatives. Ces dernières sont efficaces en association avec une lame intercept simple pour fragmenter la bande de terre soulevée. Les herses permettent aussi d'entretenir une zone de terre déjà meuble. Les houes rotatives peuvent être utilisées pour un premier passage comme en entretien car leur pouvoir pénétrant est plus important. La présence de cailloux peut gêner leur progression voire entraîner des blocages s'il y a de gros éléments. Ces outils entraînent des projections de terre dans l'inter-rang Ils sont animés par des moteurs hydrauliques qui demandent parfois un débit trop important pour l'hydraulique du tracteur. L'équipement avec une centrale hydraulique est alors nécessaire. La vitesse de passage de ces outils n'excède pas 3, 5 km/h.



**Photo 3 :
Houe
rotative
Starmatic
Boisselet**



**Photo 4 :
Tournesol
Pellenc**

Les décaillonneuses sont utilisées dans les façons culturales traditionnelles de buttage et débattage. Dans les vignobles pour lesquels la protection du bourrelet de greffage n'est pas indispensable, on peut les utiliser de façon plus superficielle à des fins de désherbage. Elles retournent une mince couche de terre, mettant à nu les racines des adventices et enfouissant leurs parties végétatives, assurant un désherbage efficace. Il faut prendre en compte le déplacement de terre vers l'inter-rang dans la suite de l'entretien et prévoir un passage spécifique pour renvoyer la terre sous le rang à l'aide d'un disque ou d'un soc versoir par exemple. Exemple chez Souslikoff : Décalex puis Buttalex.



Photo 5 : Décaillonneuse Boisselet

Les options intéressantes

Les outils interceps peuvent être équipés de commandes ou d'accessoires rendant leur travail plus efficace, plus complet ou plus facile. On peut citer les suivants :

- **Cure cep** : situé en retrait de l'outil, il intervient après le travail de celui-ci et vient fractionner la zone de terre non travaillée autour de la souche laissée par le réglage du pare-cep. Equipé d'un ressort de rappel dont la dureté peut être réglable, c'est une bonne solution pour nettoyer le contour des souches. (photo 6)
- **Centrage automatique** : pour le travail avec un tracteur interligne c'est un avantage non négligeable car cela évite les erreurs de déport latéral et soulage l'attention du chauffeur. (cf. palpeurs Pellenc Photo 4)
- **Sécurité, alarme accrochage** : plusieurs types de sécurités existent pour éviter l'accrochage et le sectionnement des ceps en cours de travail. Les plus basiques, sur les socs de décavaillonneuses légères, consistent en une articulation qui permet un escamotage en cas de résistance forte à l'avancement (sur souches de fort diamètre, bien établies). D'autres systèmes détectent une résistance anormale et déclenchent une alarme qui permet à l'opérateur de s'arrêter.
- **Evitement ou forçage manuel** : ce sont des commandes destinées au désherbage de parcelles particulièrement difficiles (souches tordues, enherbement important). Elles permettent par exemple de forcer l'outil à rentrer sous le rang même si le pare-cep provoque son retrait en raison d'une trop forte densité d'herbe. L'inverse est possible pour éviter une souche que le pare-cep aurait détecté trop tard (souche penchée).
- **Réglages de largeur, profondeur commandés électriquement ou hydrauliquement** : il s'agit d'options de confort, utiles pour s'adapter rapidement à des parcelles différentes.



Photo 6 : Cure-cep monté derrière Décalex Souslikoff

Réglages importants

Largeur de travail, centrage sur le rang. Ces deux paramètres sont plus importants lorsque l'on travaille avec un tracteur interligne. En effet, cela permet d'assurer le bon croisement sur la ligne des souches de la zone de travail des outils. Le travail avec un tracteur enjambeur ou un châssis enjambeur tracté (exemple Acolyte Boisselet) permet d'être plus précis pour l'utilisation des interceps.

Profondeur : détermine le volume de terre travaillé ou déplacé et la résistance à l'avancement. Plus l'outil travaille profondément, plus il lui est difficile de rentrer sous le rang et plus la vitesse d'avancement sera limitée.

Position et sensibilité du pare-cep : pour une meilleure protection du cep, il est préférable de placer l'antenne le plus près possible du sol. Ainsi, on évite qu'une souche penchée soit détectée trop tard. Cette position du pare cep permet aussi de limiter la zone non travaillée autour des souches et donc d'améliorer le désherbage. La sensibilité de l'effacement est à ajuster en fonction de la vigueur des souches, de la vigueur des adventices et de la vitesse de passage souhaitée. Cependant, la règle pour travailler avec des interceps, même avec une sensibilité de déclenchement élevée, est soit d'avoir des souches bien établies, soit de mettre en place des tuteurs solides.

Vitesse d'avancement : c'est le paramètre qui a le plus d'incidence sur le résultat final. Les essais montrent qu'au-delà de 3 km/h pour les outils rotatifs le taux de souches blessées augmente et l'efficacité de désherbage est moins bonne. En effet, il faut une réactivité importante à vitesse supérieure pour que l'outil puisse bien rentrer sous le rang. Pour les décavaillonneuses la vitesse doit être limitée en raison des risques d'accrochage.

Les stratégies de désherbage mécanique sous le rang

L'élaboration d'une stratégie de désherbage mécanique prend en compte la succession d'outils possible lors de la saison et le temps disponible en fonction des contraintes météo. L'objectif est d'obtenir une efficacité correcte, tout en limitant le nombre de passages et leur durée. Pour cela, il faut bien choisir le moment du premier passage. Il va être déterminant pour obtenir une bande de terre meuble à entretenir par la suite, mais aussi pour gérer la flore adventice et éviter d'avoir à faire un deuxième passage rapproché. Les critères à prendre en considération pour démarrer la campagne de désherbage sont :

- **l'état du sol** : l'idéal se situe après une petite pluie, lorsque le sol est suffisamment ressuyé mais frais. Les outils rentrent facilement dans la terre et leur action n'est pas gênée,
- **l'avancement de la flore adventice** : il s'agit de ne pas intervenir trop tard car on peut être confronté à des problèmes de bourrage, mais pas trop tôt non plus car il faut en général recommencer très rapidement, la météo à trois jours pour intervenir à une période où les adventices retournés sont susceptibles de se dessécher rapidement,
- **la météo à trois jours** pour intervenir à une période où les adventices retournés sont susceptibles de se dessécher rapidement,
- **la nature de la flore initiale** : les vivaces sont disséminées avec les outils rotatifs.

Pour obtenir une bande de terre meuble sous le rang, il faut commencer le travail par des outils ayant un impact relativement fort : outils rotatifs ou décavaillonneuses. L'entretien dans la saison peut être réalisé soit avec des lames interceps soit avec des outils rotatifs. Les lames permettent de travailler rapidement et d'obtenir une bonne efficacité mais sur adventices très peu développés, ce qui peut entraîner des passages plus nombreux. Les outils rotatifs sont plus lents mais ils peuvent intervenir un peu plus tard, limitant le nombre total de passages.

C'est la combinaison de ces choix, en fonction de la météo et de la disponibilité pour observer et intervenir qui définit la stratégie et le coût final.

A quel coût ?

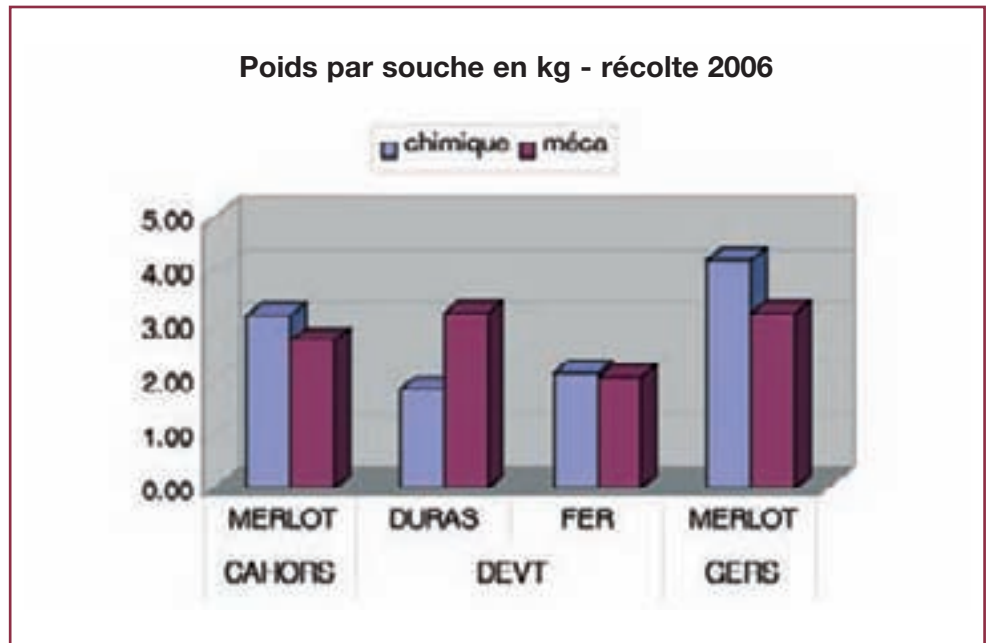
Le coût du désherbage mécanique est très lié au coût initial du matériel et au nombre de passages nécessaire pendant la saison. Le coût variable lié aux pièces d'usure dépend beaucoup de la nature du sol. Les outils rotatifs consomment naturellement plus de pièces. Le coût des intrants est nul mais il y a les consommables et il faut prendre en compte l'investissement matériel et surtout le temps passé. **Voici à titre indicatif quelques chiffres, valables uniquement pour le désherbage du cavaillon et dans le cas de figure décrit ci dessous.**

Exploitation 20 ha, plantée à 2 m x 1 m (soit 5 km / ha). La surface désherbée chimiquement correspond à un tiers de la surface environ (le cavaillon). Le désherbage est fait avec un pré et un post levée. Le matériel est amorti sur 7 ans. L'investissement de départ est très variable, de 2000 à plus de 10000 euros selon qu'il y ait une centrale hydraulique ou pas par exemple.

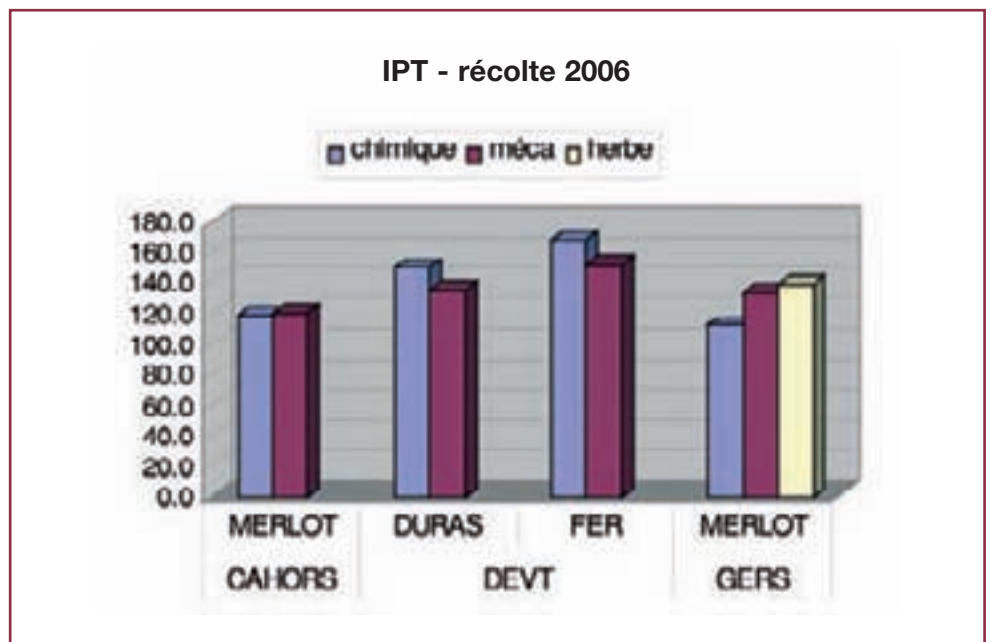
	Chimique	Mécanique
Prix d'achat du matériel	2000 €	3500 €
Coûts fixes par an	195 €	340 €
Nombre de passages	2	3 à 4
Temps passé par an	48 h	88 à 112 h
Traction (10 € /h)	480 €	880 à 1120 €
Main-d'œuvre (11 € /h)	528 €	968 à 1232 €
Produits par ha	95 (75+20) €	0
Total par an	2908 €	2188 à 2692 €
Total par ha	145 €	110 à 135 €

Les effets d'un désherbage mécanique sur la ligne des souches sont liés à la présence ou non de radicelles en surface et à leur possible destruction par les façons culturales. Ils peuvent également être liés à la modification des échanges du sol avec l'atmosphère puisqu'il y a un état de surface différent. Pour connaître tous les impacts, il faut plusieurs années d'observation et de suivi mais voici les premiers résultats issus de nos expérimentations.

Quels sont les effets de la technique sur la vigne ?



En dehors d'un cas, sur Duras, une chute de rendement est observée sur les rangs travaillés mécaniquement par rapport aux rangs désherbés chimiquement. L'hypothèse la plus probable est que les racines de surface ont été sectionnées, privant la plante d'une partie de son alimentation. Les années d'observations suivantes nous diront si le réseau racinaire se reconstitue plus en profondeur avec pour conséquence un retour à des niveaux de rendement comparables, ou si cette tendance se poursuit.



En ce qui concerne les résultats analytiques, les résultats les plus intéressants sont observés sur les polyphénols ou le niveau d'anthocyanes. Ils sont à prendre avec précaution et seront suivis sur plusieurs années avant de tirer des conclusions.

Le désherbage thermique

Il est réservé aux sols ayant une problématique de désherbage particulière : sols peu profonds, parcelles en coteaux sensibles à l'érosion. Efficace, la technique est cependant consommatrice de gaz et demande à être bien maîtrisée pour éviter les phénomènes de brûlure sur les raisins. Les derniers développements en la matière chez les constructeurs montrent que ce phénomène peut être maîtrisé.

CONCLUSION : INTÉRÊT ET LIMITES, PERSPECTIVES

Les solutions alternatives au désherbage chimique sur le rang se déclinent en un panel de matériels assez large, des plus basiques aux plus complexes, permettant de bien maîtriser la flore adventice et de s'adapter à beaucoup de situations. Toutefois, dans quelques cas, ces solutions montrent leurs limites : sol trop superficiel en coteau, présence de cailloux importante, plantiers, et surtout temps disponible à une période ou la charge de travail est concentrée sur les traitements.

Face au désherbage chimique qui présente un coût encore compétitif, il faut imaginer des solutions combinées permettant d'appliquer moins d'herbicides et permettant aussi d'apprendre à gérer le désherbage mécanique en fonction de ses contraintes propres. Les efforts des fabricants de matériels peuvent encore apporter plus de précision, plus de réactivité pour une efficacité plus grande à vitesse plus élevée. D'autres pistes sont à explorer, telles que le désherbage électrique par exemple, qui doit résoudre pour être fonctionnel les problèmes de sécurité, d'énergie à embarquer, et qui doit faire la preuve de son bilan environnemental.



Impact des modes d'entretien de la vigne sur le ruissellement, l'érosion et la structure des sols

Mécanismes et résultats expérimentaux

Yves LE BISSONNAIS et Patrick ANDRIEUX

INRA - Laboratoire d'étude des Interactions Sol-Agrosystème-Hydrosystème, UMR LISAH Agrom
INRA-IRD - Place Viala - 34060 MONTPELLIER CEDEX 1

I. PROBLÉMATIQUE, DÉFINITIONS ET MÉCANISMES

L'érosion des sols est de plus en plus considérée comme un problème environnemental important. Cette prise de conscience se traduit aujourd'hui par deux mesures importantes : au niveau national, la loi sur les risques naturels (Décret du 12 février 2005) impose aux préfets de délimiter dans chaque Département les zones d'érosion des sols agricoles, et d'établir un programme d'actions visant à réduire l'érosion, dont la première mesure concerne la couverture végétale du sol ; au niveau européen, le projet de directive sur la protection des sols (22/09/2006) prévoit le recensement des zones exposées à un risque d'érosion (article 6), et la mise en place de mesures destinées à lutter contre l'érosion (article 8). L'évaluation régionale de l'aléa érosion des sols réalisée à l'échelle de la France (Le Bissonnais *et al.*, 2002) indique que les sols des régions viticoles seront particulièrement concernés par ces mesures réglementaires.

L'érosion hydrique des sols se développe lorsque les eaux de pluie, ne pouvant plus s'infiltrer dans le sol, ruissellent sur la parcelle en emportant les particules de terre. Ce refus du sol d'absorber les eaux en excédent apparaît soit lorsque l'intensité des pluies est supérieure à l'infiltrabilité de la surface du sol (**ruissellement « Hortonien »**), soit lorsque la pluie arrive sur une surface partiellement ou totalement saturée par une nappe (**ruissellement par saturation**). Ces deux types de ruissellement apparaissent généralement dans des milieux très différents, bien que l'on observe parfois une combinaison des deux. Une fois le ruissellement déclenché sur la parcelle, l'érosion peut prendre différentes formes qui se combinent dans le temps et dans l'espace : **l'érosion de versant diffuse ou en rigoles parallèles** et l'érosion linéaire ou concentrée de talweg.

Les facteurs de l'érosion devant être pris en compte pour étudier les phénomènes érosifs font maintenant l'objet d'un consensus et regroupent les caractéristiques du sol, l'occupation du sol, la topographie et le climat (Le Bissonnais *et al.*, 2002). **Les paramètres de l'érosion** sont les différentes informations qui peuvent permettre de caractériser chacun des facteurs de l'érosion. Par exemple, la pente est un paramètre pouvant caractériser le facteur topographie, de même que le dénivelé, l'altitude moyenne, etc.

Les processus érosifs prennent des formes différentes selon les facteurs (sol, occupation du sol, topographie et climat) prédominants dans la zone géographique concernée.

En **érosion de vignobles**, on peut distinguer plusieurs types de fonctionnements érosifs qui correspondent à des gestions différentes des inter-rangs :

- Lorsque les parcelles sont conduites sans travail avec un entretien chimique du sol, celui-ci se tasse progressivement sous les passages successifs des roues et sous l'influence des phénomènes de battance, ce qui provoque une imperméabilité croissante. Sur ces surfaces fermées et tassées, le ruissellement se déclenche pour des pluies d'assez faible intensité. L'eau se concentre dans chaque inter-rang et acquiert ensuite une vitesse suffisante pour creuser

Conséquences environnementales des modes d'entretien du sol

rigoles et ravines : c'est l'érosion par concentration de ruissellement. Ces incisions sont encore favorisées par la destruction de la végétation herbacée en bas de parcelle et dans les talwegs, destruction liée à l'entraînement d'herbicides utilisés pour maîtriser les mauvaises herbes. Les incisions ne sont pas effacées puisque le sol n'est pas travaillé ; elles facilitent ultérieurement la concentration du ruissellement. La résistance du sol au détachement et à l'incision est relativement élevée du fait du tassement du sol. Des écoulements boueux catastrophiques peuvent alors survenir à l'aval de ravines qui produisent le gros de la terre transportée.

- Dans les parcelles dans lesquelles le contrôle des adventices est réalisé par **entretien mécanique** (plusieurs labours au printemps - début été), on peut observer une **érosion par décapage d'un sol ameubli**. L'intensité de l'érosion est ici liée à la forte érodibilité du sol régulièrement ameubli. Le seuil d'intensité de la pluie au-delà duquel le ruissellement se déclenche est relativement élevé, car l'ameublissement du sol favorise le maintien d'une bonne infiltrabilité. Par contre, sous une **pluie de très forte intensité**, le ruissellement entraîne facilement le sol ameubli et provoque des écoulements boueux catastrophiques plus en aval. L'érosion est aggravée par la pente, souvent importante dans les vignobles de coteau (15 à 20 %).
- Les deux types d'érosion de vignoble peuvent se succéder ou se **juxtaposer dans l'espace**, en fonction du mode de conduite des parcelles. En effet, les différentes pratiques d'entretien du sol coexistent souvent dans un même secteur. Par rapport aux risques érosifs, leurs combinaisons le long d'un même versant sont plus ou moins heureuses :
 - lorsque la parcelle tassée (émettrice de ruissellement) est située en amont et la parcelle ameublie en aval, les risques sont augmentés,
 - inversement, lorsque la parcelle ameublie est située en amont, elle retarde l'apparition du ruissellement, et le sol de la parcelle tassée en aval a une bonne résistance à l'incision. Cette combinaison réduit les risques d'apparition d'écoulements boueux.

Les facteurs et processus déclenchant de l'érosion

En plus des caractéristiques des pluies à l'origine du ruissellement, les facteurs de l'érosion mentionnés ci-dessus se combinent pour conduire à des situations à risque : l'occupation des sols, la taille des parcelles et leur localisation dans le paysage agricole ont une grande importance de même que les pratiques et aménagements anti-érosifs ; lorsque les sols sont peu couverts, les pentes et la sensibilité à la battance interagissent : risques essentiellement sur pentes fortes lorsque la sensibilité à la battance des sols est faible, mais risques aussi sur pentes faibles pour des sols plus battants (faible stabilité structurale).

De manière générale, il est clairement démontré par de nombreux essais que les pratiques d'entretien des sols qui visent à maintenir une couverture du sol la plus complète possible dans le temps et l'espace (mulch ou engazonnement) limitent la dégradation de la structure des sols et réduisent significativement les risques de ruissellement et d'érosion (Litzler, 1988).

Il existe cependant une assez forte variabilité de l'ampleur de l'efficacité de ces pratiques (aussi bien entre essais qu'entre années pour un essai donné), que l'on peut tenter d'analyser au travers de la prise en compte des mécanismes en jeu : dégradation de la structure et formation d'une croûte de battance par la pluie conduisant à une réduction de l'infiltrabilité, tassement par le passage des engins, détachement de particules par l'impact des gouttes de pluie, arrachement et incision du sol par la force du ruissellement, ... , en gardant en mémoire que l'érosion est le produit d'un ruissellement par une charge solide, et que ces deux termes peuvent être influencés de manière contradictoire par un facteur donné. La réponse à un paramètre peut donc être complexe, non linéaire et s'inverser selon le domaine considéré.

Le travail du sol et l'érosion

La pratique traditionnelle d'entretien par le travail du sol, présente l'avantage de générer une porosité et une rugosité de la surface du sol qui favorisent, d'une part l'infiltration, et d'autre part la détention superficielle de l'eau et le ralentissement du ruissellement éventuel. Cependant, l'ampleur de cet effet est variable en fonction des outils utilisés et des conditions de travail, et sa durabilité est également variable selon les caractéristiques des pluies et la stabilité structurale des sols. Ainsi un travail grossier réalisé dans de bonnes conditions d'humidité pour un sol argileux stable a toutes les chances de rester très perméable toute la saison culturale, alors qu'à l'autre extrême, un travail produisant une structure très fine dans un

Conséquences environnementales des modes d'entretien du sol

Le désherbage chimique et l'érosion

sol limoneux battant pourra se dégrader et devenir quasi-imperméable à l'issue d'une seule pluie de forte intensité. On doit donc logiquement observer **une grande diversité de comportements érosifs** pour cette pratique, avec une tendance de faible érosion (par absence de ruissellement) d'autant plus qu'on est dans des situations juste après travail, pour les sols peu battants, les faibles pentes et en cas de pluies d'intensité modérée, mais un risque d'érosion **très fort** (effet de seuil) dans les situations inverses, du fait de l'ameublissement du sol.

L'effet du désherbage chimique total est relativement plus simple à analyser dans la mesure où les propriétés de surface résultantes sont plus homogènes et plus stables : le sol reste normalement en permanence nu, avec une faible rugosité, compacté par le passage des engins et présente donc une infiltrabilité et une capacité de rétention superficielle de l'eau réduites, ce qui augmente fortement les risques de ruissellement même pour des pluies relativement faibles. Par contre, la résistance du sol à l'arrachement par le ruissellement peut être importante et limiter l'érosion. On peut donc avoir un effet contradictoire sur les deux termes de l'érosion. Cependant le ruissellement a le plus souvent un poids dominant et de plus le ruissellement généré peut atteindre une parcelle plus sensible à l'arrachement et conduire à une érosion catastrophique. Cette modalité d'entretien qui s'est beaucoup développée à partir des années 60 est aujourd'hui fortement remise en cause pour des raisons environnementales (contaminations des eaux par les produits phytosanitaires et en particulier les herbicides) et tend à évoluer vers des pratiques d'enherbement naturel maîtrisé (par un désherbage chimique partiel, ou un travail du sol).

L'engazonnement et l'érosion

L'engazonnement des inter-rangs est une pratique qui s'est développée ces dernières années en réponse aux préoccupations environnementales. Le couvert protège les sols à faible stabilité structurale contre la battance et empêche la mise en mouvement de particules par effet splash (rôle d'écran protecteur). Il s'oppose à la concentration du ruissellement (division des flux) et augmente l'infiltration, déjà améliorée par le développement racinaire. L'ancrage du sol par le système racinaire augmente par ailleurs sa résistance à l'arrachement par le ruissellement. A plus long terme l'engazonnement a aussi un effet sur l'amélioration de la stabilité structurale du sol, par l'augmentation de la matière organique en surface, et en particulier par l'effet des exudats racinaires.

L'engazonnement peut être total ou partiel : dans les inter-rangs destinés au passage du tracteur il améliore la portance du sol. Il peut aussi n'être que temporaire (cf. ci-dessus) afin que la vigne ne soit pas concurrencée pour l'eau ou pour réduire les risques de gelées. L'obstacle principal à la généralisation de l'engazonnement est lié aux phénomènes de concurrence pour l'alimentation en eau et en azote qui peuvent apparaître dans certaines conditions climatiques et/ou sur des sols peu épais. Cette pratique joue donc a priori un rôle bénéfique durable sur l'ensemble des mécanismes impliqués dans l'érosion hydrique et sur les deux termes de l'érosion. Plusieurs expérimentations montrent cependant qu'un certain délai peut être nécessaire pour que cette pratique montre son efficacité maximale (bonne implantation du couvert végétal) et que certaines précautions doivent être prises au moment de la mise en place de l'engazonnement pour éviter des dysfonctionnements, comme par exemple la formation d'une petite ligne d'écoulement à la limite entre rang désherbé et zone engazonnée.

Les mulchs et l'érosion

L'apport de matériaux en surface (mulch) : le rôle de ces apports qui constituent une couverture sur le sol est proche de celui de l'engazonnement. Ils favorisent, en effet, la dissipation de l'énergie des gouttes de pluie, augmentent l'infiltration de l'eau et limitent la vitesse du ruissellement comme le départ des particules de terre. Pour rester efficaces, ces apports sont à renouveler régulièrement. Cette technique est cependant de peu de secours pour maîtriser l'érosion par concentration du ruissellement en cas d'orage très violent, surtout en bas de parcelle ou de versant : les matériaux peuvent eux-mêmes être emportés par le ruissellement. Plusieurs matériaux sont utilisables : composts d'ordures ménagères, pailles, écorces. Le choix s'effectue en fonction des ressources locales disponibles et d'impacts tels ceux sur le réchauffement du sol, le risque de gelées printanières, l'apport d'azote lors de la minéralisation de la matière organique, le risque de développement de parasites et le risque de pollution des sols par les métaux lourds.

Les références disponibles sur l'effet des pratiques d'entretien sur l'érosion des sols

II. RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Une synthèse sur la maîtrise de l'érosion en vignoble de coteaux a été publiée en 1988 à l'initiative des Ministères de l'Environnement et de l'agriculture (Litzler, 1988). En plus de la description des principales pratiques d'entretien et de leurs effets, cette synthèse recense un certain nombre d'études expérimentales régionales, en particulier en Champagne et en Beaujolais. Ces dernières années, plusieurs expérimentations dans différentes régions permettent d'avoir une vision plus complète et mieux quantifiée de l'influence de des pratiques mentionnées ci-dessus sur le ruissellement et l'érosion des sols. Les résultats de ces expérimentations sont parfois difficilement comparables entre eux du fait de grosses différences méthodologiques, sur la dimension des parcelles (1 m² à plusieurs centaines de m²), la nature des pluies (naturelles ou simulées), la durée des expérimentations, le nombre de répétitions, les types de traitements appliqués, etc. Il est cependant possible de dégager les grandes lignes des tendances observées.

On présentera en particulier ci-dessous les résultats d'une expérimentation suivi pendant 4 ans par la Chambre d'Agriculture de l'Hérault et l'INRA de Montpellier pour laquelle quatre itinéraires techniques ont été mis en place. Les parcelles font environ 2000 m² pour une pente moyenne de 5 % et chaque modalité correspond à 7 rangs plantés dans le sens de la pente.

Les 4 modalités sont les suivantes :

- un **désherbage chimique total (D)**,
- un **enherbement naturel maîtrisé par le glyphosate (G)**,
- un **enherbement naturel maîtrisé par un travail du sol superficiel avec un cultivateur à dents de type ACTISOL (TA)**,
- un **engazonnement (semis) de tous les inter-rangs (E)**. Le mélange de graminées semé (40 % de ray-grass et 60 % de fétuque rouge) a été choisi par la CA34 pour minimiser les risques de compétition pour l'eau avec la vigne. Tous les rangs de vigne sont désherbés chimiquement.

Résultats

On peut distinguer, en termes d'état de surface, d'une part **les modalités D et E qui présentent des états de surface constants** tout au long du cycle cultural et, d'autre part, **les modalités G et TA, dont les états de surface vont évoluer** plus ou moins rapidement tout au long du cycle cultural suivant les opérations culturales et les événements pluviométriques.

Ruissellement

Le tableau 1 précise certaines caractéristiques des crues pour les quatre modalités étudiées.

Tableau 1 : Valeurs annuelles des hauteurs de pluie (événements ≥ 2 mm) et valeurs moyennes de ruissellement (lame ruisselée R et coefficient de ruissellement CR).

Année	Pluie	Désherbage		ENM Glyphosate		ENM Travail sol		Engazonnement	
		R (mm)	CR (%)	R (mm)	CR (%)	R (mm)	CR (%)	R (mm)	CR (%)
2002	348,5	143,5	41,2	100,1	28,7	53,7	15,4	73,9	21,2
2003	831,5	374,8	45,1	221,7	26,7	100,8	12,1	210	25,3
2004	435,5	119,8	27,5	86,9	20	74,2	17	22,3	5,1
2005	741	324	43,7	326,8	44,1	352,7	47,6	206,1	27,8
2002-2005	2 357	962	40,8	735,6	31,2	581,4	24,7	512,3	21,7

- La modalité D est celle qui ruisselle le plus. La valeur moyenne annuelle du coefficient de ruissellement est comprise entre 27 et 45 %. Le coefficient de ruissellement maximal 79 %, a été enregistré le 16.11.2003.
- La modalité Engazonnement est celle qui ruisselle le moins. La valeur moyenne annuelle du coefficient de ruissellement est comprise entre 5 et 28 %. Plus de 50 % des pluies n'ont pas entraîné de ruissellement. L'année 2004, avec peu d'événements à forte pluviométrie, est marquée par un faible ruissellement. Sur les quatre années de l'expérimentation, le ruissellement est toujours égal à environ la moitié de celui de la modalité D. Il est généralement inférieur aussi à celui de la modalité travail du sol, sauf pour les deux premières

Conséquences environnementales des modes d'entretien du sol

Matières en suspension

années ou le ruissellement est supérieur. Ce résultat doit très certainement correspondre à la période d'installation de l'engazonnement, d'environ 2 années. D'une façon générale, le ruissellement sur la modalité E, lorsqu'il est observé, s'explique par des écoulements importants d'eau sur la bande de terre non enherbée située entre le rang et la partie enherbée de l'inter-rang. Cela semble dû à la largeur insuffisante de l'engazonnement dans chaque inter-rang.

- La modalité ENM Travail du sol ruisselle sensiblement plus que la modalité engazonnement. Les pluies sont rarement ruisselantes, notamment après un travail du sol. La valeur moyenne annuelle du coefficient de ruissellement est comprise entre 12 et 48 %. Plus de 50 % des pluies n'ont pas entraîné de ruissellement sur cette modalité. Les événements ruisselants correspondent à des crues ou le sol n'a pas été travaillé depuis plusieurs semaines ou mois et la surface du sol est croûtée.
- La modalité G ruisselle nettement plus que les modalités ENM TA et E. La valeur moyenne annuelle du coefficient de ruissellement est comprise entre 20 et 44 %. Le coefficient de ruissellement maximal est atteint le 16.1.2003 et il est égal à 71 %.

Les concentrations en MES ont été mesurées dans les eaux de ruissellement pour les quatre pratiques culturales. Les pertes en terre résultantes ont été calculées et sont rassemblées dans le tableau ci-dessous. Ces valeurs ne représentent pas la totalité de l'érosion, car elles n'incluent pas les sédiments déposés en fin de crue et la charge de fond entraînée lors des écoulements. Les MES constituent cependant la fraction de l'érosion directement concernée par les pertes en produits phytosanitaires entraînés par les eaux de ruissellement.

Tableau 2 : MES (en T/ha) mesurées dans les eaux de ruissellement aux exutoires des quatre modalités.

Année	Désherbage	ENM Glyphosate	ENM Travail du sol	Engazonnement
2002	7	1,7	0,4	0,6
2003	19,3	8,4	2,7	3,5
2004	2,3	1,2	0,9	0,4
2005	5,25	5,02	4,47	0,8
Moy 2002-2005	8,5	4,1	2,1	1,4

En moyenne, les quantités de MES mesurées sont comprises entre 1,4 et 8,5 T/hectare suivant les modalités.

Les valeurs faibles obtenues pour l'année 2004, sont en accord avec les caractéristiques pluviométriques de cette année : 2004 est en effet caractérisée par des pluies moins nombreuses et surtout moins intenses et donc a priori moins érosives.

Les résultats obtenus en pertes en MES entre juin 2002 et décembre 2005 sont les suivants :

- la modalité D est la plus érosive : 33,9 T/ha en MES cumulées,
- les modalités E et ENM TA sont les moins érosives : respectivement 5,4 et 8,5 T/ha, soit 16 et 25 % des pertes de D. A noter que pour 2005, année pluvieuse pour laquelle l'engazonnement est bien installé, l'érosion sur la parcelle E est près de 5 fois plus faible que sur la parcelle ENM Travail.

Pour la modalité ENM G 16,5 T/ha, soit trois fois plus que E et 50 % de D.

L'intérêt de ces résultats est qu'ils correspondent à des mesures en grandeur réelle : plusieurs rangs de vigne avec une longueur de versant >100 m, ce qui est rarement le cas, et que l'on dispose actuellement de 4 années complètes de suivi qui couvrent une bonne variabilité climatique inter-annuelle et permettent de rendre compte de l'évolution de l'efficacité des pratiques dans le temps.

Il faut noter que ces résultats correspondent au climat méditerranéen avec ses spécificités, en particulier en terme d'intensité des pluies. Les fortes intensités expliquent en particulier les coefficients de ruissellement très élevés mesurés ici : 20 à 40 % en moyenne selon les modalités, et jusqu'à 80 % à l'échelle d'une pluie pour le désherbage chimique.

Conséquences environnementales des modes d'entretien du sol

En relatif, les résultats confirment les tendances habituellement relevées, à savoir un classement pour l'érosion : désherbage chimique > ENM glyphosate > ENM travail > engazonnement, avec pratiquement une division par 2 de l'érosion d'une modalité à l'autre, et un seuil de pluviométrie de déclenchement de l'érosion nettement supérieur pour ENM travail et engazonnement.

En valeur absolue on dépasse les 5 T/hectare/an 3 années sur 4 pour le désherbage chimique, 2 années sur 4 pour l'ENM glyphosate alors que ce seuil n'est pas atteint pour les 2 autres modalités (approché une année pour l'ENM travail).

On peut rapprocher ces résultats en milieu méditerranéen de 3 autres études :

1. Blavet *et al.* (2006), ont comparé différentes situations sous pluie simulée sur des placettes de 1 m², installées dans le milieu agricole.

Variables analysées	Parcelles										
	S1 (milieu agricole)				S2 (milieu expérimental)						
	Garrigue	Jachère 25 ans	Vigne DCT 21 ans sarments	Vigne DCT 4 ans	Vigne DCT 24 ans	Vigne Enherbée	Vigne Paillée	Vigne Sarclo- Dépierrée	Vigne Sarclée	Vigne Sarclo- Empierrée	
Surface fermée (croûtes et cailloux inclus) (%)	avant pluie 24	15	42	56	70	43	< 10	8	7	39	
	après pluie 24	15	100	100	99	87	< 10	92	76	74	
Pluie d'imbibition (mm)	23 ± 2,1	42 ± 0,0	9 ± 3,1	8 ± 1,0	10 ± 3,1	9 ± 4,2	53 ± 2,8	20 ± 4,8	24 ± 5,0	48 ± 15,7	
Coefficient de ruissellement (%)	à 60 mn	49 ± 12,8	0 ± 0,0	56 ± 10,0	55 ± 11,0	48 ± 6,3	34 ± 8,1	1 ± 0,3	31 ± 11,4	9 ± 6,8	6 ± 8,8
	à 90 mn	/	/	/	/	60 ± 6,6	45 ± 8,8	9 ± 3,0	45 ± 12,0	17 ± 9,6	12 ± 13,0
Pertes en terre (T/ha)	à 60 mn	0,03	0	0,89	2,42	1,11	0,67	0	1,48	0,42	0,11
	à 90 mn	/	/	/	/	2,07	1,12	0,02	3,55	1,13	0,29

Données issues des simulations de pluie : les moyennes sont établies sur 3 répétitions pour chaque variable.

Les parcelles sous garrigue et jachère subissent des pertes en terres insignifiantes, malgré l'existence de ruissellement sous garrigue. A l'opposé, des coefficients de ruissellement et des pertes en terre élevés sont relevés dans toutes les parcelles de vignes désherbées chimiquement (S1 et S2) ainsi que dans la parcelle sarclo-dépierrée, le maximum étant obtenu en milieu agricole dans la parcelle de vigne la plus récemment mise en culture. En parallèle, on observe dans ces parcelles à fort ruissellement et pertes en terre une forte augmentation des surfaces fermées durant les pluies, due à la formation de croûtes de battance. Entre ces deux pôles de comportement, on peut toutefois noter une réduction significative du ruissellement et/ou des pertes en terre sous vigne en fonction de certaines techniques culturales : réduction sensible des pertes en terre en milieu agricole, lorsqu'il y a conservation des sarments de vigne sur la parcelle et très forte réduction du ruissellement et des pertes en terre, en milieu expérimental, dès la première année de mise en œuvre des techniques de paillage et de sarclo-empierrage ou mulch de pierres (Nachtergaele *et al.*, 1998). Le cas de l'enherbement, en situation de classement intermédiaire peut sembler étonnant, mais ceci doit être relié au fait que cet enherbement n'a pas forcément été complètement maîtrisé durant l'année de sa mise en place et que son implantation est probablement partielle (cf. le taux de fermeture de la surface mesuré), ce qui est d'ailleurs souvent le cas dans les expérimentations de courte durée. Par ailleurs, la taille réduite des parcelles de mesure et la méthodologie (simulation de pluie) limitent la portée de ces résultats.

2. Des travaux en cours issus du projet européen ProTerra (com. O. Cluzel) menés en France sur 3 sites de 2001 à 2005 (Carcassonne, Gigondas et Le Pradel) avec des comparaisons travail du sol/engazonnement contrôlé, sur des dispositifs de mesure correspondants à un rang d'environ 100 m de long, présentent des résultats intéressants avec de forts contrastes inter-annuels : années avec et sans érosion. Dans tous les cas, l'enherbement inter-rang diminue l'érosion d'un facteur 3 à 6 en moyenne, (après un délai pour l'établissement d'un couvert efficace dans les parcelles engazonnées qui est également de 2 ans), alors même que le ruissellement reste souvent du même ordre de grandeur pour les 2 modalités avec des réductions limitées à 10 à 30 %. En valeur absolue, l'érosion mesurée est plus forte que pour les études précédentes : plusieurs événements dépassent les 10 T/hectare sur les parcelles avec travail du sol à Carcassonne et Gigondas, contre des valeurs de l'ordre d'une à quelques T/ha avec engazonnement.

Conséquences environnementales des modes d'entretien du sol

3. Un travail de thèse mené dans le vignoble de la Clape (Hérault) apporte des données complémentaires qui permettent aussi d'affiner l'analyse, en particulier en ce qui concerne le mode d'implantation de l'enherbement. En effet, un point de faiblesse de l'enherbement souligné dans cette étude concerne la limite entre le rang et la bordure de la zone enherbée qui peut constituer une ligne préférentielle d'écoulement et donc d'érosion, d'autant plus que cette zone peut être ameublie ; le semis à la volée est également indiqué comme préférable au semis en ligne, ce dernier contribuant à maintenir des lignes d'écoulement nues tant que le couvert n'est pas complet. Les résultats mesurés durant 2 saisons pour un enherbement en plein montrent des réductions de ruissellement de 20 à 50 % par rapport au sol travaillé lors des fortes pluies d'automne, alors que les coefficients de ruissellement dépassent souvent 35 % sur les parcelles travaillées ; du point de vue de l'érosion, la réduction est d'un facteur 7 à 22 en faveur de l'enherbement, ce dernier étant d'autant plus efficace que les pluies sont agressives (Igounet, 1997).

Dans d'autres régions de France, on citera, parmi d'autres, les travaux plus anciens de Gril et Carsouille dans le Beaujolais (Gril *et al.*, 1989), ceux de Ballif, en Champagne (Ballif *et al.*, 1995), qui avaient en particulier testé l'effet de différents types de mulchs, avec des résultats le plus souvent très significatifs : réduction du ruissellement d'un facteur 10 par rapport au désherbage chimique et suppression quasi complète de l'érosion, pour des pluies d'intensité moyenne. Néanmoins, la durée de cet effet est limitée dans le temps et les apports sont donc à renouveler tous les 3 à 5 ans.

CONCLUSION

En conclusion, il semble que la plupart des résultats expérimentaux disponibles, dont un certain nombre correspondent à des conditions expérimentales très représentatives des conditions réelles, confirment les indications de l'analyse des processus, à savoir que vis-à-vis de la prévention du ruissellement et de l'érosion, à l'échelle parcellaire (nous soulignons pour indiquer que des mesures anti-érosives à d'autres échelles : inter-parcellaire et bassin-versant, sont à associer à ces pratiques d'entretien), la couverture du sol, la plus complète dans le temps et l'espace, est la mesure la plus efficace, qu'il s'agisse de mulch, de couverture pierreuse, ou de couverture végétale. L'efficacité relative de ces différentes mesures varie en fonction des caractéristiques des pluies, de l'ancienneté de la mise en place : efficacité décroissante dans le temps pour les mulchs, croissante pour l'enherbement, et pour ce dernier, des modalités de mise en œuvre : type de semis, adaptation des espèces utilisées, taux de recouvrement de l'interrang, etc. Il semble que dans beaucoup d'essais, l'enherbement ait un effet nettement plus marqué sur l'érosion que sur le ruissellement lui-même, ce qui signifie que la gestion du ruissellement excédentaire qui pourrait se produire lors de fortes pluies, par des mesures anti-érosives aux échelles inter-parcellaire et bassin-versant complémentaires des mesures intra-parcellaires doit rester une préoccupation.

Il nous paraît donc clair qu'il existe aujourd'hui des pratiques d'entretien de la vigne, et en tout premier lieu l'enherbement, dont l'efficacité pour limiter le ruissellement et l'érosion générés sur les parcelles, bien que variable selon les techniques de mise en œuvre et les conditions pédo-climatiques, est globalement démontrée (Photo).

Ces techniques, qui présentent par ailleurs souvent l'avantage d'une meilleure praticabilité des parcelles et d'une économie de travail, nous paraissent donc à promouvoir dans une optique de protection des sols et de l'environnement (limitation de l'utilisation et du transfert des herbicides), mais également à optimiser dans le cas où les effets potentiellement négatifs font encore obstacle à la généralisation de leur adoption.



Une parcelle enherbée dans le bassin de la Peyne (Hérault)

BIBLIOGRAPHIE

- Ballif J. L. (1995). "Les eaux de ruissellement et d'infiltration d'un sol viticole champenois, résultats de couvertures de composts urbains et d'écorces broyées 1985-1994 (France)." *progrès agricole et viticole* 112 n° 24 : 534 à 544.
- Blavet D., G. De Noni, Y. Le Bissonnais, M. Léonard, J.Y. Laurent, J. Asseline, E. Roose (2006). *Early Stages of Hydric Erosion as affected by Land Use Changes on Calcosols (Calcic Luvisols) of the French Mediterranean Vineyard.*
- Carsoulle J., Canler J.P. et Gril J.J. (1986). *influence de quelques techniques culturales sur le ruissellement et l'érosion en vignoble de coteaux (beaujolais). 2^e symposium international sur la non-culture de la vigne, Montpellier.*
- Corino, Lavezzi, *et al.* (2003). "L'entretien des sols viticoles : l'enherbement." *progrès agricole et viticole* 120, n° 6: 134 à 138.
- Descotes et Moncomble D. (2002). "Les mulchs, mise en pratique et impact sur la vigne." *Le vigneron champenois* N° 4 avril 2002 : 33 à 52.
- Gril J.J., Canler J.P. & Carsoulle J. (1989). *The benefit of permanent grass and mulching for limiting runoff and erosion in vineyards. Experimentations using rainfall-simulation in the Beaujolais. Soil technology, Series 1. Schwertmann, Rickson & Auerswald (eds). P 157-166.*
- Gril J.J. (2003). "Intérêt de l'enherbement de la vigne pour limiter le ruissellement, l'érosion et la pollution par les produits phytosanitaires." *progrès agricole et viticole* 120 n° 6 : 130 à 133.
- Igounet O. (1997). *Modification des états de surface des sols viticoles par paillages artificiels et par enherbement : incidences sur le microclimat de la vigne et la conservation des sols. géographie physique. Strasbourg, université Louis Pasteur (Strasbourg 1).*
- Le Bissonnais Y., Thorette J., Bardet C., Daroussin J. (2002). *L'érosion hydrique des sols en France.* <http://erosion.oreans.inra.fr/rapport2002/>
- Litzler, (1988). *Maîtrise de l'érosion en vignoble de coteaux. Aspects agronomiques.* Ministère de l'Agriculture - Ministère de l'environnement - ITV - Chambre d'Agriculture de Saône-et-Loire.
- Nachtergaele J., Poesen J. & Van Wesemael B. (1998). *Gravel mulching in vineyards of southern Switzerland. Soil & Tillage Research* 46 : 51-59.



Impact des pratiques culturales sur la vie du sol

Pascal GUILBAULT - Chambre d'Agriculture de la Gironde, Service Vigne et Vin
39 rue M. Montaigne - BP 115 - 33294 BLANQUEFORT CEDEX

Le sol a longtemps été considéré uniquement comme un substrat minéral dans lequel les plantes plongent leurs racines. Ce n'est qu'à la fin du XIX^e siècle que l'on a commencé à percevoir le sol comme un milieu vivant (DAVET, 1996). Certains organismes du sol sont considérés favorables à la culture (micro-organismes biodécomposeurs, mycorhizes...), d'autres sont perçus défavorables tels que des champignons lignivores (pourridiés) ou des nématodes vecteurs de maladies comme le court-noué de la vigne.

A défaut de pouvoir étudier l'ensemble des populations, plusieurs indicateurs de la qualité biologique des sols ont été développés. En viticulture, la Biomasse Microbienne (BM) s'est révélée être l'indicateur le plus satisfaisant et le plus accessible dans l'état actuel de nos connaissances. De plus, il autorise un suivi annuel. La BM est une mesure globale représentant une quantité de carbone « vivant » dans le sol. La méthode consiste à traiter la terre prélevée sur les 20 premiers centimètres de sol avec des vapeurs de chloroforme qui solubilisent la quasi-totalité des micro-organismes du sol. La différence de carbone organique soluble entre un échantillon fumigé et un témoin non fumigé fournit la quantité de carbone extractible d'origine microbienne (CHAUSSOD, 1996). La biomasse microbienne des sols cultivés varie entre 0 et 800 mg de carbone par kg de terre et peut dépasser 1200 mgC/kg de terre sous prairie (SALDUCCI, 2004). Dans le contexte agricole, la viticulture fait figure de parent pauvre en ce qui concerne la qualité biologique de ses sols, en raison principalement de ses faibles teneurs en matière organique, source de nourriture indispensable aux micro-organismes. D'autres facteurs tels que la destruction des plantes adventices, les taux excessifs de cuivre ou le tassement des sols peuvent également être incriminés. Ainsi, sur plusieurs centaines d'échantillons analysés depuis 7 à 8 ans par le Service Vigne & Vin de la Chambre d'Agriculture de la Gironde, la taille de la BM a rarement dépassé 200 mgC/kg de terre, la valeur médiane étant voisine de 100.

Dans le cadre de ses études sur la composante biologique des sols, la Chambre d'Agriculture de la Gironde a cherché à développer ses connaissances sur l'impact des pratiques culturales sur la biomasse microbienne, afin d'assurer un conseil approprié à la profession viticole, et participer à la mise en place de référentiels viticoles, régionaux et nationaux. Dans le cadre de cet article, nous développerons plus particulièrement les résultats obtenus sur un essai, mené en collaboration avec la société Phalippou-Frayssinet, qui compare des fumures d'entretien organiques et minérales sur vigne.

COMPARAISON DE FUMURES ORGANIQUES ET MINÉRALES

L'essai est conduit sur une parcelle plane, sableuse (85 % de sables), reposant sur un substrat argileux vers 1 m de profondeur. Le sol est pauvre en matières organiques (9,6 g/kg) et présente une faible capacité d'échanges cationiques (~ 3 Cmol+/kg). Le pH est acide (6,3). La parcelle, d'une densité de 5700 pieds par hectare, est intégralement travaillée avec chausage et déchaussage.

4 modalités d'apports sont étudiées depuis 1997 :

- **TEM** : témoin sans fertilisation,
- **MIN** : fumure minérale seule,
- **ORG** : amendement organique (végéhumus) avec un complément organique P K,
- **OMI** : amendement organique (végéhumus) avec un complément minéral N P K.

Le dispositif expérimental choisi comprend 5 blocs donc 5 répétitions de chaque traitement.

Conséquences environnementales des modes d'entretien du sol

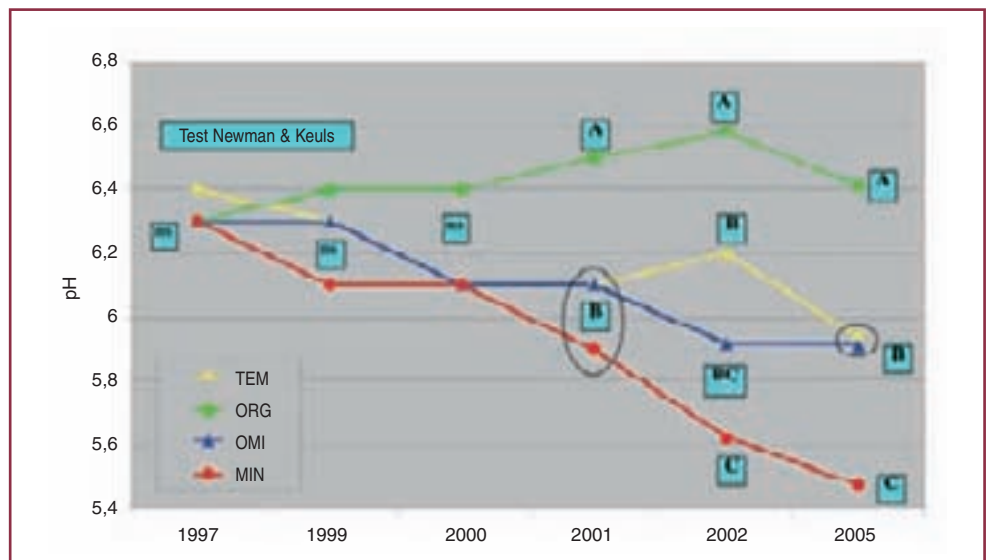
Compte tenu du manque de vigueur observé sur la parcelle, les fumures ont été doublées à partir de 2001, soit : 4 tonnes/ha pour la modalité ORG, 2 tonnes/ha pour OMI et 1 tonne/ha pour MIN. Les doses des différents éléments minéraux apportés sur toutes les modalités traitées sont ainsi devenues : 60 unités d'azote, 40 unités d'acide phosphorique, 120 unités de potasse et 60 unités de magnésie.

RÉSULTATS

Comme tout sol non calcaire, la modalité témoin, ne recevant pas de fertilisation, tend à s'acidifier naturellement au cours du temps. A partir de 2001, lors de la cinquième année d'apports, des différences deviennent statistiquement significatives entre modalités :

- L'apport de compost sous forme de végéthumus (modalité ORG) a augmenté le pH.
- L'apport d'une fertilisation minérale d'entretien (modalité MIN) a diminué le pH du sol qui est passé de 6,3 à moins de 5,5 en 7 ans.
- La modalité organo-minérale tend à présenter un pH similaire au témoin. L'acidité apportée par les éléments minéraux paraît être compensée par la partie organique.

Evolution du pH



Graphique n° 1 : Évolution du pH depuis le point « zéro » en 1997

Un fractionnement des matières organiques a été réalisé sur les 20 premiers centimètres de sol en 2000 et 2006 par le laboratoire Alma Terra. Les matières organiques ont été analysées dans 2 compartiments granulométriques (CHAUSSOD, 1999 ; SALDUCCI, 2004) :

- Compartiment sableux (granulométrie > 50µm), correspondant essentiellement à des résidus végétaux facilement dégradables : **MO libres**.
- Compartiment limono-argileux (granulométrie < 50 µm) : **MO liées, humifiées ou en voie d'humification**.

Matières organiques / granulométrie > 50 µm : MO libres

	Cmg/g sol		%Ctot		C/N	
	2006	Evol.%	2006	Evol.%	2006	Evol.%
TEM	2,3 C	-35	35	-9	13 B	-91
ORG	3,2 A	-14	41	-7	20 A	-80
OMI	2,9 B	-17	39	1	19 A	-80
MIN	2,7 B	-29	43	0	21 A	-88
	+++	ns	ns	ns	+++	ns

Légende :
 A, B : Groupes statistiques déterminés par le test de Newman-Keuls
 ns : non significativement différent d'après l'analyse de variance (risque de 1^{er} espèce de 5 %)

Fractionnement des matières organiques

A, B : Groupes statistiques déterminés par le test de Newman-Keuls
 ns : non significativement différent d'après l'analyse de variance (risque de 1^{er} espèce de 5 %)
 + significatif à 0,05
 ++ significatif à 0,01
 +++ significatif à 0,001

Conséquences environnementales des modes d'entretien du sol

Matières organiques / granulométrie < 50 µm : MO liées

	Cmg/g sol		% Ctot		C/N	
	2006	Evol. %	2006	Evol. %	2006	Evol. %
TEM	4,3	-18	65	5	11 A	-17 A
ORG	4,6	2	59	5	9 B	-27 AB
OMI	4,6	-15	61	-1	9 B	-27 AB
MIN	3,7	-21	57	3	8 B	-40 B
	ns	ns	ns	ns	+++	+

Tableau n° 1 : Évolution du fractionnement des matières organiques (2000-2006)

Le tableau n°1 présente les teneurs en carbone relevées dans les 2 fractions granulométriques en 2006 et le pourcentage d'évolution de ces teneurs entre 2000 et 2006.

On remarque des différences de teneurs en carbone hautement significatives entre modalités au sein de la fraction libre. C'est sur la modalité ORG que les teneurs sont les plus élevées puis sur OMI et MIN. Les teneurs les plus basses sont relevées sur le témoin. Les teneurs en carbone ont diminué sur toutes les modalités entre 2000 et 2006, sans présenter de différences significatives entre modalités. Sur la fraction fine, les teneurs ne sont pas significativement différentes.

En ce qui concerne les rapports C/N, si les rapports obtenus sur sol non fractionné sont semblables entre modalités, le témoin présente des C/N notablement plus faibles dans la fraction grossière et plus forts dans la fraction fine. On peut remarquer une diminution importante du C/N de la fraction fine sur la modalité recevant une fertilisation minérale.

Les premières analyses de biomasse ont été réalisées en 1999 soit 2 ans après le début des apports. Nous ne possédons donc pas de véritable « point zéro ».

Evolution de la Biomasse microbienne



Graphique n° 2 : Évolution de la biomasse microbienne en mg de C microbien/kg terre

En 2006, pour la première fois, la biomasse relevée sur la modalité ORG est significativement plus élevée que sur les autres modalités.

Activités hydrolytiques

Des indices d'activité microbienne ont été mesurés en se basant sur les activités hydrolytiques globales du sol (enzymes en partie impliquées dans la digestion de la matière organique). Les valeurs obtenues sont toutes très faibles et les différences ne sont pas significatives entre modalités.

C et N potentiellement minéralisables en conditions contrôlées de température et d'humidité

Nous avons constaté peu de variations entre modalités. Lorsque des différences statistiques sont relevées, les niveaux restent néanmoins similaires entre modalités.

C mg/g sol : Teneur en carbone dans la fraction granulométrique
 % Ctot : Pourcentage de carbone par rapport à la teneur totale en carbone du sol des 2 fractions
 Evol. % : Evolution entre 2000 et 2006
 C/N : Rapport carbone sur azote

Légende :
 A, B : Groupes statistiques déterminés par le test de Newman-Keuls
 ns : non significativement différent d'après l'analyse de variance (risque de 1^{er} espèce de 5 %)

Autres indicateurs du fonctionnement organique et biologique du sol

Conséquences environnementales des modes d'entretien du sol

Analyses multidimensionnelles

Le tableau n° 2 présente les corrélations obtenues entre les différents paramètres analysés en 2006 sur les 20 premiers centimètres de sol.

Valeurs significatives (hors diagonale) au seuil alpha = 0,05 (test bilatéral)

(Remarque : Les teneurs en argile, limon et sable ne sont pas corrélées avec les paramètres de ce tableau. La texture n'entraîne donc pas de biais dans l'étude de la biomasse sur cet essai)

	pH	C libre	C lié	N libre	N lié	C/N libre	C/N lié	BM	BM/C	Cmin	Nmim	MgO	Cu	Mn
pH	1					0,53	-0,48	0,71	0,58		0,64			-0,77
C libre		1			0,47	0,56				0,45		0,70	-0,57	
C lié			1		0,50			0,53				0,46		
N libre				1				0,48			0,52			
N lié		0,47	0,50		1							0,70	-0,69	
C/N libre	0,53	0,56				1	-0,73	0,74			0,64	0,75	-0,64	-0,61
C/N lié	-0,48					-0,73	1	-0,88			-0,72	-0,49		0,52
BM	0,71		0,53	0,48		0,74	-0,88	1	0,52		0,91	0,53	-0,53	-0,54
BM/C	0,58							0,52	1		0,57			
Cmin		0,45								1	0,45			
Nmin	0,64			0,52		0,64	-0,72	0,91	0,57	0,45	1	0,52	-0,54	
MgO		0,70	0,46		0,70	0,75	-0,49	0,53			0,52	1	-0,86	
Cu		-0,57			-0,69	-0,64		-0,53			-0,54	-0,86	1	
Mn	-0,77					-0,61	0,52	-0,54						1

Tableau n° 2 : Table de corrélation entre différents paramètres du sol analysés en 2006

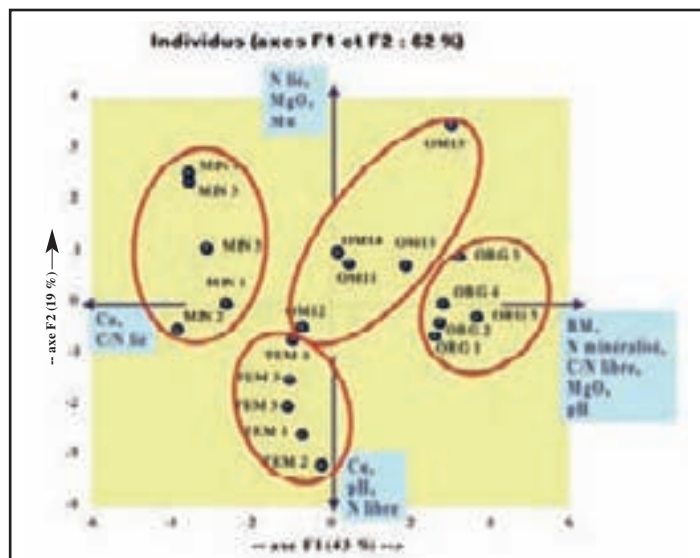
A la lecture du tableau n° 2, nous pouvons observer que la biomasse microbienne est significativement corrélée par ordre décroissant avec le potentiel de minéralisation en azote, le rapport C/N de la fraction sableuse, le pH, la teneur en carbone de la matière organique liée, la teneur en magnésie, le rapport BM/C et la teneur en azote de la matière organique libre. Elle est en revanche corrélée négativement avec le C/N de la matière organique liée et les teneurs en cuivre et manganèse échangeables.

Une Analyse en Composantes Principales (ACP) a également été effectuée à partir des variables quantitatives mesurées sur le sol en 2006.

Le premier axe factoriel explique 43 % de la variabilité totale. Cet axe représente principalement la valeur de BM, croissante vers la droite de l'axe et corrélée comme nous l'avons constaté sur le tableau n° 2, à des paramètres tels que le potentiel de minéralisation en azote et le C/N de la fraction sableuse. A l'opposé, vers la gauche, ce sont les teneurs en cuivre et le C/N de la matière organique liée qui contribuent le plus à la formation de l'axe.

Le second axe factoriel n'explique que 19 % de la variabilité totale. Les placettes situées vers le haut de l'axe, présentent des teneurs plus élevées en azote dans la fraction liée de la matière organique, ainsi que des teneurs plus élevées en magnésie et en manganèse. A l'opposé, on retrouve des teneurs plus élevées de cuivre, de pH et de teneurs en azote dans la fraction sableuse.

Cette ACP permet une bonne distinction des 4 modalités suivies. On remarque notamment la forte opposition sur l'axe 1 entre les placettes ayant reçu une fertilisation minérale et celles ayant reçu une fertilisation organique. La modalité organo-minérale est intermédiaire. L'axe 2 permet de distinguer le témoin des modalités traitées.



Graphique n° 3 : Analyse en Composantes Principales (données 2006)

- TEM : Témoin sans fertilisation
- MIN : fumure minérale
- ORG : fumure organique
- OMI : fumure organo-minérale
- N libre, N lié : Teneurs en azote des fractions > et < à 50 µm
- BM : Biomasse Microbienne
- N minéralisé : Potentiel de minéralisation en 28 jours
- Cu, Mn, MgO : Teneurs en cuivre, manganèse et magnésie
- C/N libre, C/N lié : C/N des fractions > et < à 50 µm

CONCLUSION

Cet essai a permis la mise en évidence de l'impact à moyen terme du mode de fertilisation sur certains paramètres physico-chimiques et biologiques d'un sol sableux. Ainsi, selon que l'on opte pour une fertilisation annuelle, organique, minérale, organo-minérale ou une absence de fertilisation, des conséquences notables sont mesurables au niveau du sol après seulement 5 à 10 ans. Nous avons notamment observé des différenciations de pH et des modifications des caractéristiques des différents compartiments de matières organiques du sol entre les 4 modalités suivies.

La vie du sol, étudiée principalement par l'intermédiaire de la biomasse microbienne est également influencée de façon directe ou indirecte par l'itinéraire de fertilisation. La taille de la biomasse microbienne croît avec les apports organiques qui, bien que fortement compostés, augmentent la fourniture en azote et s'opposent à l'acidification du sol. Les apports organiques permettent également de limiter sensiblement la toxicité du cuivre qui s'avère très préjudiciable à l'activité biologique (Chaussod *et al.*, 2004).

Les résultats obtenus dans le cadre de cet essai ne sont pas transposables à tous les sols viticoles. Ainsi, sur une parcelle sablo-argileuse de pH 8 et de teneur en matières organiques de 13,5 g/kg, des apports de 10 tonnes/ha/an de fumier frais ou composté n'ont pas permis la mise en évidence de différences de pH ou de taille de la BM après 6 années d'étude.

DISCUSSION SUR CERTAINES PRATIQUES CULTURALES

La présentation de l'ensemble des observations effectuées sur la thématique de l'impact des pratiques culturales sur la vie du sol n'étant pas possible dans le cadre de cet article, nous présentons brièvement quelques constatations obtenues.

- **Matières organiques** : En constituant une source d'énergie pour les micro-organismes, l'apport de matières organique est favorable au développement de la biomasse. En revanche, si les sols pauvres en matières organiques (moins de 1,5 % sur les 20 premiers centimètres) présentent toujours une faible biomasse, ce ne sont pas les sols possédant les taux les plus élevés qui présentent les valeurs de biomasse les plus fortes. Une teneur « élevée » en matières organiques n'est, en effet, pas suffisante pour créer un environnement favorable au développement microbien. Le pH et l'aération du sol par exemple sont également des paramètres limitants. A côté de son rôle biologique direct, la matière organique joue un rôle physique (structure, porosité, rétention en eau) et chimique (action sur la fourniture et le stockage d'éléments minéraux, complexation des Eléments Traces Métalliques et rétention des micro-polluants et des pesticides). Des recherches ont également montré qu'en stimulant l'activité microbienne, l'addition de compost au sol augmentait la vitesse de dégradation de certains herbicides (Duah-Yentumi *et al.*, 1980, cité par Barker & Bryson, 2002).
- **Aération des sols** : La diminution de l'aération réduit la diffusion des gaz et la circulation de l'eau, ce qui limite la vie microbienne et peut asphyxier les racines. Les zones compactées par le passage des roues ou au niveau des semelles de labour ne sont donc pas propices à un fonctionnement optimal du sol.
- **pH** : La différence de pH entre modalités semble être un facteur explicatif notable sur un site d'essai pour un millésime donné. En revanche, nous n'avons pas constaté de corrélation entre la BM et le pH sur l'ensemble des sites d'expérimentation et des millésimes étudiés. Cependant, la BM reste faible dans les situations où le pH du sol est inférieur à 5,8.
- **Enherbement** : En augmentant les teneurs en matières organiques du sol et en améliorant l'aération du sol, l'enherbement stimule sensiblement le développement de la BM. On peut néanmoins supposer que dans des situations où il engendre un dessèchement trop important du sol, son effet puisse être défavorable sur la vie du sol durant certaines périodes.
- **Fertilisation azotée** : Chaussod (Chaussod, 1996) rapporte les résultats d'un essai de 27 ans conduit par Schnürer *et al.* (1985) où l'apport de 80 kg d'azote par hectare augmente de 30 % le niveau de biomasse microbienne par rapport aux parcelles non fertilisées. Ces résultats ont été confirmés dans nos essais sur un sol viticole enherbé de texture sablo-argileux à argilo-sableux de pH 6,5 lorsque la fertilisation azotée était apportée en plein durant 5 années. En revanche, l'effet positif a rapidement disparu lorsque la fertilisation a été

Conséquences environnementales des modes d'entretien du sol

localisée sous le rang, ne profitant plus à l'enherbement de l'inter-rang. L'effet de la fertilisation azotée est même devenu significativement dépressif sur la biomasse après 6 années d'apports azotés localisés. Le niveau moyen de BM des modalités ayant reçu 60 ou 90 unités d'azote par hectare et par an, a ainsi été diminué respectivement de -15 et -25 % par rapport aux parcelles non fertilisées. Parallèlement, nous avons pu mettre en évidence une augmentation significative des teneurs en carbone du sol sur les parcelles fertilisées par rapport au témoin. Ainsi, la BM étant significativement plus faible alors que la teneur en carbone est plus élevée, le rapport BM/C est significativement plus faible sur les modalités ayant reçu 60 ou 90 unités d'azote. Des résultats similaires ont été observés sur une parcelle sableuse, désherbée, de pH 6 recevant 50 unités d'azote par hectare et par an, où la différence de BM avec le témoin non fertilisé est de -23 % après 10 ans d'apport. Malgré l'effet positif de la fertilisation azotée sur les teneurs en carbone du sol dans les 2 essais, l'acidification résultant des apports semble avoir une influence prépondérante. Les différences de pH observées entre modalités traitées avec au moins 50 unités d'azote par hectare et par an et le témoin sont ainsi de l'ordre d'une demi unité à près d'une unité pH.

- **Désinfection des sols** : Dans les sols infectés par le court-noué, hormis le repos du sol, il n'existe pas actuellement d'alternatives à la lutte chimique. Une expérimentation concernant le 1,3-dichloropropène et prenant en compte l'impact sur la vie du sol a débuté en gironde fin 2005. Les premiers résultats obtenus indiquent l'absence d'effet négatif sur la taille de la BM, 7 mois après fumigation.

Attention : Si l'on peut supposer que l'augmentation de la vie des sols va dans le sens d'une amélioration du fonctionnement du sol, elle ne présume nullement de l'amélioration de la qualité des vins. A contrario, une augmentation significative de la minéralisation liée au développement microbien peut être préjudiciable à la qualité des baies de raisin.

BIBLIOGRAPHIE

Barker A.V., Bryson G.M., 2002. Bioremediation of heavy metal and organic toxicants by composting. *The Scientific World Journal*. Février 2002, pp 407-420.

Chaussod R., 1996. La qualité biologique des sols : Evaluation et implications. *Etude et Gestion des sols*, 3,4, pp 261-278.

Chaussod R. et al, 1999. La fertilité des sols viticoles : indicateurs microbiologiques. In *Euroviti : 12^e colloque viticole et œnologique*. ITV France, pp 15-22.

Chaussod R., Nouaim R., Breuil M.C., Nowak V., Cahurel J.Y., 2004. Influence du type de sol et des pratiques agro-viticoles sur les caractéristiques biologiques des sols : état actuel des connaissances et premiers résultats en Beaujolais. *Les 13^e Entretiens du Beaujolais*. ITV France.

Davet P., 1996. Vie microbienne du sol et production végétale. INRA ed. 383 p.

Duah-Yentumi S., Kuwatsuka S., 1980. Effect of organic matter and chemical fertilizers on the degradation of benthocarb and MCPA herbicides in soil. *Soil Sci. Plant Nutr.* 26, pp 541-549.

Salducci X., 2004. La biomasse microbienne des sols : de précieux petits indic. *PHM-Revue Horticole*. N° 454, pp 31-33.

Schnürer J., Clarholm M., Rosswall T., 1985. Microbial biomass and activity in agricultural soil with different organic matter contents. *Soil Biology and Biochemistry*, 17, pp 611-618.



Perspectives d'expérimentations

Jean-Yves CAHUREL - ITV France

210 boulevard Vermorel - BP 320 - 69661 VILLEFRANCHE SUR SAÔNE CEDEX

La modification des stratégies d'entretien des sols viticoles, opérée depuis 10-15 ans, va dans le sens d'une diminution de l'utilisation des herbicides et du respect de l'environnement. Les stratégies utilisées, le plus souvent des combinaisons de différentes techniques telles que l'enherbement, le désherbage mécanique ou le désherbage chimique sur le rang, doivent être adaptées aux conditions pédo-climatiques, culturales et économiques de chaque situation. Si, dans la grande majorité des cas, des solutions peuvent être proposées, il n'en reste pas moins que quelques situations, que l'on peut qualifier de critiques, persistent où l'utilisation des herbicides reste nécessaire. On peut citer le cas des sols superficiels de coteaux, les sols superficiels en conditions limitantes en eau (pourtour méditerranéen) ou les vignobles à densité élevée où enherbement et désherbage mécanique sont difficilement concevables économiquement parlant.

Même si le désherbage chimique réalisé uniquement sur le rang permet une limitation importante de l'utilisation des herbicides et, de fait, de la pollution des eaux de surface ou souterraines, il convient tout de même de se pencher sur des solutions où toute utilisation d'herbicide serait bannie. Ce point est d'autant plus important à prendre en compte au vu de la diversité de plus en plus restreinte des matières actives à la disposition du viticulteur et donc des risques que cela pourrait engendrer (concentration dans les eaux, sélection de flore,...).

Des expérimentations sont ou doivent être mises en place pour répondre à ces problématiques particulières.

MAÎTRISE DE L'ENHERBEMENT

L'enherbement est une technique intéressante du fait des nombreux avantages qu'elle procure en terme environnemental sur le plan physique (érosion, stabilité) (Andrieux, 2006 ; Gril, 2002) et biologique (matière organique, fonctionnement du sol) (Crozier *et al.*, 2004 ; Renaud et Chantelot, 2004) en plus des autres points positifs qu'elle peut induire, en particulier au niveau de la vigne elle-même. Toutefois son entretien et surtout la concurrence qu'elle impose à la vigne peuvent être problématiques dans certaines conditions. En effet, l'enherbement est en compétition avec la vigne pour les ressources hydriques et azotées principalement, les deux étant liées (Chantelot *et al.*, 2004 ; Maigre, 2002 ; Schultz et Löhnertz, 2002 ; Soyer *et al.*, 1984). Si cela ne pose pas de problème, et est même recherché dans les conditions non limitantes, dans les situations difficiles, cela peut engendrer des soucis de développement végétatif et de qualité des raisins au niveau de la vigne (Maigre et Murisier, 1992).

ENHERBEMENT SUR LE RANG

L'objectif est l'abandon des herbicides en enherbant en plein. Deux problèmes se posent alors : d'une part la gestion de la pousse, d'autre part la concurrence.

Pour le premier point, l'utilisation d'espèces rases (ex : Pâturin, Plantain, Ray Grass anglais) pourrait permettre de limiter le nombre de tontes. Ces dernières sont réalisées avec une tondeuse inter ceps.

Pour le deuxième point, il conviendrait d'utiliser des espèces peu concurrentielles telles que la Fétuque rouge ou la Fétuque ovine. Des expérimentations comprenant des mélanges de ces différentes espèces ont été mises en place en 2006 par ITV France sur 3 sites en Midi-Pyrénées. Il est également prévu d'étudier l'aspect matériel (tondeuses les mieux adaptées en particulier).

Cet enherbement sur le rang peut se faire également avec des Légumineuses. Des expérimentations sont menées actuellement par les Chambres d'Agriculture de la région PACA pour juger de la faisabilité et de l'influence de cette pratique sur la vigne.