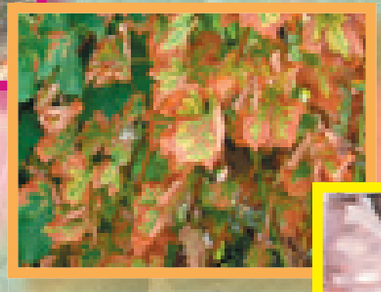
Station Régionale ITV
Midi-Pyrénées

Rencontre Technique

Les maladies du bois en Midi-Pyrénées

ESCA et BDA



Jeudi 9 décembre 2004

INTRODUCTION

Jean-François ROUSSILLON - Président de la Station Régionale I.T.V. Midi-Pyrénées

La thématique qui nous rassemble cette année est malheureusement d'une actulaité brûlante pour notre région. La campagne 2004 aura été marquée par une extériorisation sans précédent des maaldies du bois Esca et Blck Dead Arm.

Celui qui a circulé un minimum dans nos vignobles cet été, a pu remarquer que ces champignons du tronc sont partout et vraisemblablement présents sur chaque parcelle de vigne. Notre patrimoine viticole régional encourt un grave danger.

Cette situation est d'autant plus préoccupante qu'aucune solution alternative n'est proposée à court terme à notre profession.

Mais, elle ne fait que souligner l'importance d'une recherche efficace pour notre filière.

L'ITV tient un rôle central dans notre organisation nationale pour apporter des réponses aux impasses techniques de la viticulture. De part son réseau de Stations Régionales, il est à même d'identifier rapidement les problèmes de la filière et à fédérer les équipes de recherche.

Les maladies du bois en sont la preuve.

L'ITV a su relever le défi depuis quelques années, mais il lui est impossible, à lui seul de résoudre toutes les inconnues qui se posent aujourd'hui. Cette problématique doit êter appréhendée dans sa globalité à travers une approche systémique.

Aussi, c'est avec un grand plaisir que nous voyons se réunir à Toulouse aujourd'hui, les principaux spécialistes nationaux et même européens des maladies du bois de la vigne, pour exposer les avancées de leurs travaux respectifs, mais également débattre avec les professionnels régionaux.

De la recherche fondamentale aux organismes institutionnels, c'est la collaboration de toutes ces connaissances qui permettra de combattre efficacement ce fléau.

Et ce sera avec la plus grande joie, que dans un avenir proche, nous acceuillerons à nouveau ces mêmes acteurs, pourqu'ils puissent venir nous présenter des solutions concrètes de lutte contre ces maladies.

Station Régionale ITV
Midi-Pyrénées

Sommaire

- **Les maladies du bois en Midi-Pyrénées : note de synthèse suite aux enquêtes réalisées en 2004** p. 3
  Synthèse et rédaction : Station Régionale ITV Midi-Pyrénées, Chambre Régionale d'Agriculture

La situation actuelle

- **Effets toxiques de l'arsénite de sodium sur la santé humaine et exposition des utilisateurs** p. 7
  Docteur Francine HARMANDON - Médecine du Travail - MSA Tarn-Aveyron
- **Contexte réglementaire de l'interdiction de l'emploi de l'arsénite de sodium** p. 12
  Benoît HERLEMONT – Expert Vigne, DGAL-SDQPV
- **L'observatoire national des maladies du bois et la situation en France** p. 13
  Benoît HERLEMONT – Expert Vigne, DGAL-SDQPV
- **Les maladies de dépérissement : symptomatologies et éléments de biologie des champignons associés** p. 14
  Philippe LARIGNON - ITV France - Unité de Nîmes-Rodilhan
- **Méthodes de lutte prophylactique** p. 17
  Olivier YOBREGAT - SICAREX Sud Ouest

Les recherches en cours

- **La constitution d'un groupe international de travail sur les maladies du bois et les premiers résultats des expérimentations menées par l'ITV en laboratoire et en pépinière** p. 23
  Philippe LARIGNON - ITV France - Unité de Nîmes-Rodilhan
- **Evaluation de l'efficacité de fongicides et d'agents biologiques utilisés dans la lutte contre les maladies du bois Esca et BDA. Premiers résultats d'expérimentations menées sur le terrain** p. 27
  Gilles SENTENAC - ITV France - unité de Beaune
- **Quelles approches épidémiologiques des maladies du bois ?** p. 33
  Lucia GUERIN-DUBRANA, E.N.I.T.A.B. / I.N.R.A. Bordeaux - U.M.R. Santé Végétale
- **La recherche de molécules ambimobiles pour lutter contre les maladies du bois** p.36
  Cyrille JOUSSE - Doctorant Université de Poitiers / C.N.R.S.

Les maladies du bois en Europe et dans le monde

- **Etiologie et importance des maladies du bois en Espagne** p. 42
  Josep ARMENGOL FORTI - Université Polytechnique de Valence - Espagne
- **L'Esca en Suisse : situation en 2001 et évolution 2004** p. 45
  Olivier VIRET - R.A.C. Changins - Suisse

Les maladies du bois en Midi-Pyrénées

Note de synthèse suite aux enquêtes réalisées en 2004

Enquête menée par la Chambre d'Agriculture du Gers, Maison de la vigne et du vin de Gaillac, Syndicat AOC Cahors, Fédération des syndicats viticoles du Tarn et Garonne, Chambre d'agriculture d'Aveyron, Chambre d'agriculture et ADVA Haute-Garonne.
Synthèse et rédaction : Station Régionale ITV Midi-Pyrénées, Chambre Régionale d'agriculture.

Introduction

Trois ans après l'interdiction de l'utilisation de l'arsénite de sodium dans la lutte chimique contre l'Esca, les vignerons de Midi-Pyrénées ont pu assister en 2004 à une forte extériorisation des symptômes d'Esca et de BDA dans la plupart de leur vignoble. Dès le mois de juin, un grand nombre de parcelles présentaient des symptômes. Fin juillet, les viticulteurs assistaient à une brusque augmentation du nombre de pieds apoplectiques et à une forte mortalité des ceps.

Ces maladies de dépérissement s'attaquent à la charpente et aux organes pérennes de la vigne, provoquant à plus ou moins long terme la mort du cep. Aucune méthode de lutte chimique de remplacement n'a encore été proposée aux viticulteurs.

Face à ce constat alarmant, la Commission Régionale Viti-Vinicole de Midi-Pyrénées a décidé de lancer une enquête sur les différents vignobles de la région, en collaboration avec les Chambres d'Agriculture, les Syndicats et la Station Régionale ITV Midi-Pyrénées.

L'enquête

L'enquête a porté sur les vignobles :

- de Gaillac
- de l'Aveyron
- de Fronton
- du Gers
- de Cahors
- du Tarn & Garonne

Au total, plus de 270 parcelles soit 600 ha de vigne ont été observées début septembre par les viticulteurs et les techniciens. Il est très difficile à cette période de différencier Esca et Black Dead Arm sur feuillage, les symptômes de BDA apparus plus précocement dans la saison évoluant vers des couleurs rappelant des symptômes d'Esca. Aucune différenciation n'a ainsi été effectuée.

Cette enquête a été réalisée en estimant le pourcentage d'attaque par observation des symptômes d'Esca et/ou de BDA sur végétation. Les caractéristiques des parcelles (âge, porte-greffe, clone, cépage, pratiques culturales de la parcelle...) ont également été relevées.

Les réponses portent essentiellement sur des parcelles ayant extériorisé ces maladies en 2004.

Ce réseau établi ne représente donc pas une mesure objective de l'étendue de l'épidémie. Il apporte des éléments de réflexion en ce qui concerne la gravité de l'épidémie.

Résultats

Tous les vignobles de Midi-Pyrénées sont touchés par ces maladies. En moyenne sur l'ensemble des vignobles, 5.3% des pieds de vigne semble atteint (Tableau I). Sur certaines parcelles particulièrement touchées, jusqu'à 35 % des ceps observés peuvent présenter des symptômes.

Appellation ou zone géographique	% de ceps atteints
Aveyron	4.7
Cahors	3.0
Gers	5.0
Fronton	5.2
Gaillac	4.6
Tarn et Garonne	5.0

Tableau I : Pourcentage de ceps atteints par vignoble

Cette enquête n'a pas permis d'observer de différences significatives entre les différents cépages en terme de pourcentage de cep atteint par parcelle. Seule une différence du niveau d'extériorisation sur ceps atteints a pu être notée entre les cépages.

Parallèlement, les résultats ne font pas ressortir de différences en fonction des pratiques culturales de la parcelle (entretien du sol, type de taille, période de taille). Aucune incidence d'une prétaille mécanique n'a pu être mis en évidence.

Les parcelles les plus atteintes sont généralement âgées d'entre 10 et 15 ans. Néanmoins, il apparaît assez nettement que les jeunes vignes ne sont pas épargnées. Au total, plus de 10 % des parcelles atteintes ont moins de 10 ans. Plus inquiétant, des symptômes sont également observés sur des jeunes vignes de 4 à 5 ans.

Enfin, il ressort de cette enquête que la seule spécialité commerciale (Escudo) homologué contre l'Esca, à utiliser de manière préventive sur les plaies de taille, n'est pas utilisée par les vignerons de Midi-Pyrénées. Cette opération reste fastidieuse et coûteuse. Son efficacité préventive, n'est significative que si l'application intervient immédiatement après la coupe et sur l'intégralité des plaies de taille. Cette pratique assure uniquement une protection des plaies de taille qui ne semblent pas être la voie unique de pénétration des champignons.

Synthèse et conclusion

Cette enquête confirme l'étendue des dégâts dans les vignobles de Midi-Pyrénées.

Ces résultats montrent que l'Esca et le BDA touchent tous les vignobles sans exception. L'âge des vignes, l'état général de la parcelle, le type de cépages ne semblent pas avoir d'incidence directe sur la propagation de la maladie.

Les conséquences de ces maladies du

bois pourraient bien être terribles à moyen terme. Elles pourraient provoquer la destruction de notre patrimoine viticole et déprécier la qualité de nos vins en raison du rajeunissement des parcelles et de la replantation des ceps morts.

La décision de non-replanter des cépages autochtones, présumés sensibles, pourrait nuire à la typicité de nos vins.

Cette situation est d'autant plus préoccupante qu'aucune solution alternative n'est proposée à court terme aux viticulteurs. La difficulté à proposer des méthodes de lutte est liée à plusieurs facteurs dont :

- une mauvaise connaissance des maladies et des champignons impliqués

- une durée très longue des expérimentations

- un désintérêt des firmes phytosanitaires à proposer des molécules spécifiques

Les seules mesures envisageables aujourd'hui sont préventives et visent à diminuer les risques de propagation par la restauration des pieds malades.

Afin de conserver le patrimoine viticole régional, **il apparaît nécessaire d'encourager le renouvellement ou la replantation des cépages autochtones.**

La Recherche

Afin de sortir au plus vite de cette impasse technique, les organismes de recherche et les institutions ont mis en place, depuis quelques années, des expérimentations.

Le but est de proposer dans un avenir proche des moyens de lutte efficaces et respectueux de l'environnement. Parmi ces moyens de lutte, nous pouvons citer :

- les méthodes prophylactiques et préventives (protection des voies de pénétration des champignons, éradication des sources d'inoculum)

- les méthode de lutte curative (fongicides, stimulateurs de défense naturelle, produits biologiques)

Pour atteindre ces objectifs, les programmes menés en France s'articulent sur la recherche de méthodes de lutte et sur une meilleure connaissance de ces maladies et des organismes responsables. Ces programmes sont développés aussi bien en laboratoire qu'au vignoble.

En Midi-Pyrénées, les essais mis en place portent sur deux axes :

- dans le vignoble : ces essais concernent l'évaluation de l'efficacité d'éliciteurs des défenses naturelles de la plante. Ces éliciteurs sont injectés dans le tronc et pulvérisés pendant la période herbacée de la vigne (début en 2005)

- en pépinière : au vu des résultats de l'enquête, faisant état du développement d'Esca et/ou BDA sur des vignes particulièrement jeunes (4 à 5 ans), un programme de recherche a été lancé afin d'évaluer l'importance des champignons pionniers de ces maladies dans les plants à la sortie des pépinières. L'objectif sera ainsi, d'essayer d'identifier les étapes critiques du processus d'élaboration des plants, au cours desquelles d'éventuelles contaminations peuvent se produire.

La région participe également à l'amélioration des connaissances sur ces maladies. Un suivi pluriannuel de l'expression des symptômes sur plusieurs parcelles a été initié afin d'essayer d'identifier les raisons de la variabilité de la manifestation de ces maladies.

Ces actions s'inscrivent dans le groupe de travail national aux compétences complémentaires : ITV , INRA, CIVC, ENITAB, Université de Poitiers, Chambres d'Agriculture, Protection des Végétaux.

La situation actuelle

Effets toxiques de l'arsénite de sodium sur la santé humaine et exposition des utilisateurs

Docteur Francine HARMANDON, Médecine du Travail - M.S.A. Tarn-Aveyron

L'arsenic

Les dérivés minéraux de l'arsenic, employés depuis très longtemps comme insecticide, fongicide, défoliant en agriculture, sont des agents cancérogènes reconnus. Ils appartiennent au groupe 1 des agents cancérogènes (1) par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) et à la catégorie 1 des agents cancérogènes (2) pour l'Union Européenne.

Les dérivés minéraux de l'arsenic dont l'arsénite de sodium sont classés T (toxique). La dose létale 50 (DL50) de l'arsenite de sodium est de 150 mg/kg par voie percutanée. Leur utilisation sous forme d'arséniate de plomb, dans la lutte contre les doryphores des pommes de terre, a été autorisée, en France, jusqu'en 1971 (3).

Depuis le seul usage agricole autorisé était le traitement, avec de l'arsénite de sodium, de l'esca et l'escoriose de la vigne. Son emploi est interdit depuis novembre 2001.

Toxicocinétique

La pénétration de l'arsenic dans l'organisme est possible par toutes les voies : cutanée, respiratoire, digestive. En milieu professionnel elle est à 80% digestive (déglutition des gouttelettes d'aérosol et/ou par contact avec les mains souillées). Son transfert se fait par voie sanguine vers l'ensemble des organes du corps humain. Muscle, peau, phanères, os constituent des lieux de stockage.

Il agit en pertubant les mécanismes enzymatiques. Métabolisé au niveau du foie en acide monométhylarsonique (MMA) et en acide diméthylarsinique (DMA), l'arsenic est éliminé essentiellement par voie urinaire, soit sous forme inorganique soit sous forme méthylée.

Toxicologie humaine

L'arsenic a de tout temps était utilisé soit comme poison (Les BORGIA, La VOISIN) soit comme remède (traitement de la syphilis, du psoriasis). L'exposition professionnelle non protégée à l'arsenic ou à ses dérivés est responsable de maladies professionnelles (tableau n°10 du régime agricole, tableau n°20, 20bis et 21 du régime général). C'est un irritant cutanéo-muqueux, donnant :

-des troubles digestifs : nausées, vomissements, diarrhée,- des rougeurs, irritations cutanées et oculaires,

-des atteintes neurologiques : douleurs, paresthésie, faiblesse musculaire, polynévrite à minima,

- des troubles du rythme cardiaque,

- des signes généraux : asthénie, sensation de vertige.

Des nombreuses observations en milieu professionnel réalisées dans divers pays, ont montré le pouvoir cancérigène de l'arsenic métal au niveau pulmonaire, cutané, hépatique.

Une étude suédoise effectuée dans les années soixante-dix a mis en évidence une incidence accrue de fausses couches chez les femmes travaillant dans une fonderie de cuivre, ainsi qu'un nombre important de malformation et de petits poids de naissances chez leurs nouveau-nés.

En 2000 la MSA a décidé de mener une étude sur l'exposition à l'arsenic suite à deux constatations (3) :

- le recours de plus en plus fréquent à des entreprises extérieures spécialisées dans les traitements à base d'arsenic, exposants des salariés pendant plusieurs semaines à l'arsenite de sodium,

- le signalement d'intoxications suite à des expositions à l'arsenic par le réseau de toxicovigilance de la MSA (20 entre 1997 et 1999).

Cette étude bénéficie des progrès de la toxicologie analytique qui permet actuellement le dosage urinaire de l'arsenic inorganique (Asi) et de ses métabolites méthylés, l'acide monométhylarsonique (MMA) et l'acide diméthylarsinique (DMA).

L'étude : sujets et méthodes

L'étude s'intéresse à divers professionnels agricoles et comprend deux phases :

- la première se situe en fin de période de traitement, c'est-à-dire après une période d'exposition plus ou moins prolongée selon les sujets,

- la seconde cible des sujets effectuant leur première journée de traitement à l'arsenic.

Première phase

La première phase de l'étude s'est déroulée en février mars 2000 dans le département de l'Hérault. Quatre groupes ont été étudiés :

- un groupe témoin résidant dans la région étudiée et non exposé professionnellement à l'arsenic (n=14);

- un groupe 1 = salariés d'entreprises de travaux agricoles réalisant les applications d'arsenic pour les viticulteurs (n=15);

- un groupe 2 = exploitants ou de salariés agricoles réalisant les traitements à l'arsenic sur leur propre exploitation (n=16);

S'agissant du matériel utilisé et du port d'EPI pour les exposés, les informations sont quelquefois partielles (manquantes ou incomplètes sur certains auto-questionnaires).

A partir des données disponibles, la comparaison des excrétions urinaires d'arsenic des utilisateurs d'EPI et des autres travailleurs ne montre jamais de différence statistiquement significative que l'on prenne en considération le port d'un masque, de gants, d'une combinaison adaptée ou de l'ensemble gants, combinaison et masque. La présence d'une cabine sur le tracteur n'influence pas non plus les résultats de façon significative (tableau II).

Seconde phase

Trente-cinq sujets ont participé à cette étude mais seulement 34 sujets ont été inclus. En effet, pour un sujet, des résultats biologiques surprenants avant exposition (39,9 µg/g de créatinine) ont été à l'origine d'un interrogatoire complémentaire permettant de mettre en évidence une pré contamination. Ce sujet a été exclu de l'étude.

L'analyse de l'évolution des médianes d'arsenicurie avant et après exposition en fonction du matériel utilisé, du port d'EPI (tableau III), des souillures et contaminations, met en évidence un effet favorable mais non significatif du port d'un vêtement ($p = 0,092$), d'une protection respiratoire ($p = 0,440$) ou de gants adaptés ($p = 0,916$) ; le port cumulé de deux ou trois de ces EPI, quels qu'ils soient, n'entraînent pas de diminution significative de l'arsenicurie. En revanche, l'utilisation d'une cabine fermée ($p = 0,022$) ou d'un matériel correct ($p = 0,046$) a un effet protecteur statistiquement significatif.

La concentration urinaire d'arsenic est corrélée de façon significative au nombre de contaminations comptabilisées pendant la préparation de la bouillie et son application ($p = 0,014$). Par contre, il n'y a pas de liaison entre l'arsenicurie et le nombre de contaminations pendant les pauses. Le nombre de souillures ou contaminations n'est pas lié à la durée du traitement ($p = 0,372$). Il n'est pas significativement différent chez les applicateurs disposant d'une cabine fermée (médiane=17) de celui observé chez ceux qui n'ont pas de cabine fermée (médiane = 20 ; $p = 0,474$).

Les circonstances des contaminations pendant la journée de travail sont :

- les opérations de réglage du matériel avec ou sans problème(s) en début de traitement,

- les incidents techniques ou les pauses dans la phase intermédiaire,

- le relâchement de la vigilance lors d'une durée d'application égale ou supérieure à 6 heures, le nombre de souillures et contaminations étant proportionnellement plus importants en fin de phase d'application.

La photographie sous UV du matériel a révélé après une journée d'utilisation la présence de nombreuses souillures par la bouillie pulvérisée. Ces souillures couvraient le châssis, une partie de la cuve et la réserve d'eau, située à l'arrière du tracteur et destinée au lavage des mains des applicateurs.

Conclusion

Les dérivés minéraux de l'arsenic sont classés dans le groupe 1 des agents cancérogènes (1), depuis la réévaluation par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) en 1987, [2, 3] et dans la catégorie 1 des agents cancérogènes (2) par l'Union européenne. Du fait de l'absence de modèle animal de cancérogenèse, ce classement est essentiellement fondé sur des données épidémiologiques [2, 5, 6, 7, 8] montrant un risque élevé de cancers cutanés et bronchiques chez des travailleurs exposés [2], de cancers cutanés, broncho-pulmonaires et des voies urinaires dans les populations consommant des eaux riches en arsenic [5].

Le décret de 2001 sur la prévention des risques cancérogènes [9] pris en application de directives européennes (97/42/CE du 27 juin 1997 et 99/38/CE du 29 avril 1999) oblige à substituer, chaque fois que c'est possible, des substances moins dangereuses aux cancérogènes de catégorie 1.

A défaut, ces substances doivent être utilisées en vase clos ou au moins avec des protections efficaces. Or les conditions pratiques d'utilisation, comme cette étude le démontre, ne permettent pas de garantir l'absence de contamination des applicateurs.

Ce constat a conduit le Ministère de l'Agriculture à interdire, en novembre 2001, l'emploi de l'arsenic inorganique pour le traitement des vignes, en France.

	Témoins	Groupe 1	*Groupe 2*	Groupes 1 + 2	Groupe 3
Nombre de sujets	14	15	16	31	8
Arsenicurie maximale (µg/g créatinine)	12,8	200,7	226,7	226,7	50,5
Arsenicurie médiane (µg/g créatinine)	4,9	70,3	23,3	26,9	6,7
Arsenicurie minimale (µg/g créatinine)	1	4,9	4,8	4,8	4,1
Durée d'exposition maximale (jours)	0	60	7	60	40*
Durée d'exposition médiane (jours)	0	28	3	5,5	3*
Durée d'exposition minimale (jours)	0	5	1	1	1*

** Durée de l'intervention sur les ceps après le traitement par l'arsenic*

Tableau I : arsenicurie et durée d'exposition dans les différents groupes de la première phase

Matériel et équipements de protection individuelle	Arsenicurie en µg/g de créatinine (n*)		P value
	OUI	NON	
Cabine	64.9 *(14)*	41.6 *(12)*	0.714
Masque	24.2 *(12)*	42.2 *(18)*	0.596
Combinaison	25.0 *(21)*	56.4 *(9)*	0.588
Gants	26.7 *(28)*	21.8 *(2)*	
Trois équipements portés (masque, combinaison, gants)	23.3 *(10)*	42.2 *(20)*	0.344

** n = nombre de sujets concernés*

Tableau II : Médiane des différences d'arsénicurie des groupes 1 et 2 de la première phase selon le matériel utilisé et les EPI portés

Matériel et équipements de protection individuelle	Arsenicurie en µg/g de créatinine (n*)		P value
	OUI	NON	
Cabine fermée	1.5 *(18)*	14.0 *(12)*	0.022
Matériel adapté	-0.2 *(9)*	9.4 *(25)*	0.046
Masque adapté	3.1 *(8)*	6.6 *(26)*	0.440
Vêtements adaptés	0.4 *(11)*	8.4 *(22)*	0.092
Gants adaptés	5.4 *(20)*	9.0 *(14)*	0.916
Bottes en caoutchouc	-0.2 *(9)*	7.2 *(25)*	0.250
Masque, combinaison, gants	-1.1 *(5)*	6.5 *(28)*	0.394

** n = nombre de sujets concernés*

Tableau III : Médiane des différences d'arsénicurie avant et après exposition dans la seconde phase selon le matériel utilisé et les EPI portés

Tableau 20, 20 bis, 20 ter 21, 10 : maladies professionnelles citées

20

REGIME GENERAL

Affections professionnelles provoquées par l'arsénic et ses composés minéraux

Date de création : Décret du 10 novembre 1942		Dernière mise à jour : Décret du 19 juin 1985
Désignation des maladies	Délai de prise en charge	Liste indicative des principaux travaux susceptibles de provoquer ces maladies
A. Intoxication aigüe : Insuffisance circulatoire, troubles du rythme; arrêt circulatoire ; Vomissement, diarrhée, syndrôme de cytolyse hépatique ; Encéphalopathie ; Troubles de l'hémostase ; Dyspnée aiguë.	7 jours	Tous travaux exposant à la manipulation ou à l'inhalation d'arsénic ou de ses composés minéraux, notamment : Traitement pyro-métallique de minerais arsenicaux ; Traitement pyro-métallique de métaux non ferreux arsenicaux ; Fabrication ou emploi de pesticides arsenicaux ; Emploi de composés minéraux arsenicaux dans le travail du cuir, en verrerie, en électronique
B. Effets caustiques : Dermite de contact orthoergonique, plaies arsénicales ; Stomatite, rhinite, ulcération ou perforation de la cloison nasale ; Conjonctivite, keratite, blépharite.	7 jours	
C. Intoxication sub-augüe : Polynévrite ; Mélanodermie ; Dyskératose palmo-plantaire.	90 jours	
D. Affections cancéreuses : Dyskératose lenticulaire en disque (maladie de Bowen) ; Epithélioma cutané primitif ; Angiosarcome du foie	40 ans	

20 bis

REGIME GENERAL

Cancer bronchique primitif provoqué par l'inhalation de poussières ou de vapeurs arsenicales

Date de création : Décret du 19 juin 1985		Dernière mise à jour : Décret du 22 juillet 1987
Désignation de la maladie	Délai de prise en charge	Liste indicative des principaux travaux susceptibles de provoquer ces maladies
Cancer bronchique primitif.	40 ans	Travaux de pyro-métallurgie exposant à l'inhalation de poussières ou de vapeurs arsenicales Travaux de fabrication et de conditionnement de l'anhydride arsénieux Fabrication de pesticides arsenicaux à partir de composés inorganiques pulvérulents de l'arsénic

20 ter

REGIME GENERAL

Cancer bronchique primitif provoqué par l'inhalation de poussières ou de vapeurs arsenicales

Date de création : Décret du 30 avril 1997		**Dernière mise à jour : -**
Désignation de la maladie	Délai de prise en charge	Liste indicative des principaux travaux susceptibles de provoquer ces maladies
Cancer bronchique primitif.	40 ans (sous réserve d'une durée d'exposition de 10 ans)	Travaux d'extraction au fond dans les mines de minerais renfermant des arseno-pyrites aurifères. Travaux de concassage et de broyage effectués à sec de minerais renfermant des arseno-pyrites aurifères

21

REGIME GENERAL

Intoxication professionnelle par l'hydrogène arsénié

Date de création : Décret du 10 novembre 1942		**Dernière mise à jour : décret du 13 septembre 1955**
Maladie engendrées par l'hydrogène arsenié	Délai de prise en charge	Liste indicative des principaux travaux susceptibles de provoquer ces maladies
Hémoglobinurie Ictère avec hémolyse Néphrite azométique Accidents aigus (coma) en dehors des cas considérés comme accidents du travail	15 jours 15 jours 30 jours 3 jours	Travaux exposant aux émanations d'hydrogène arsénié notamment : Traitement des minerais arséniaux ; Préparation et emploi des arséniures métalliques ; Décapage des métaux ; détartrage des chaudières Gonflement des ballons avec de l'hydrogène impur

10 REGIME GENERAL

Affections professionnelles provoquées par l'arsénic et ses composés minéraux

Date de création : Décret du 17 juin 1955		Dernière mise à jour : Décret du 8 août 1986
Désignation des maladies	Délai de prise en charge	Liste indicative des principaux travaux susceptibles de provoquer ces maladies
A. Effets caustiques : -dermite de contact orthoergique, plaies arsenicales ; -stomatite, rhinite, ulcération ou perforation de la cloison nasale ; -conjonctivite, kératite, blépharite	7 jours	Tous travaux exposant à la manipulation ou à l'emploi d'arsénic ou de ses composés minéraux, notamment lors des traitements anticryptogamiques de la vigne.
B. Intoxication aigüe : -insuffisance circulatoire, troubles du rythme, arrêt circulatoire ; -vomissement, diarrhée, syndrome de cytolyse hépatique ; -troubles de l'hémostase ; -encéphalopathie ; -dyspnée aiguë.	7 jours	
C. Intoxication subaiguë ou chronique : -polynévrite ; -mélanodermie ; -dyskératose palmo-plantaire.	90 jours	
D. Affections cancéreuses : -dyskératose lenticulaire en disque (maladie de Bowen) ; -épithélioma cutané primitif ; -angiosarcome du foie -cancer bronchique primitif	40 ans	

BIBLIOGRAPHIE

[1] - Dubos B., Larignon P. - L'esca, ou le Black dead arm. La vigne, 2001;125, pp.32-33.

[2] - IARC - Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Supplement 7, IARC, Lyon, 1987.

[3] - Testud F., Brunner F. - L'arsénite de sodium. In : Testud F., Garnier R., Delemotte B. - Toxicologie humaine des produits phytosanitaires. Paris, Eska, 2001, pp. 193-204.

[4] - Exposition à l'arsenic viticulture dans dix départements français JP. Grillet*, A. Adjémian*, G. Bernadac**, J. Bernon**, F. Brunner*, G Durand**, R. Garnier***

* Echelon national de médecine du travail de la Mutualité Sociale Agricole
** Service de santé et sécurité au travail de la Mutualité Sociale Agricole de l'Hérault
*** Institut Inter-Universitaire de médecine professionnelle en Ile-de-France

[5] - IARC - Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Vol 84. Some drinking

[6] - Guo H., Lu F. - Arsenic ingestion and internal cancers. American Journal of Epidemiology, 1994;139, pp. 1233-1234.

[7] - Jarup L., Pershagen G., Wall S. - Cumulative arsenic exposure and lung cancer in smelter workers : a dose-response study. American Journal of Industrial Medicine, 1989 ;15, pp. 31-41.

[8] - Hung-Yi C., Shu-Ti C., Yi-Hsiang H., Yi-Li C. et coll. - Incidence of transitional cell carcinoma and arsenic in drinking water. American Journal of Epidemiology, 2001;153, pp. 411-421.

[9] - Décret du 1er février 2001 établissant les règles particulières de prévention des risques cancérigènes, mutagènes ou toxiques

Contexte réglementaire de l'interdiction de l'arsénite de sodium

Benoît HERLEMONT - Expert Vigne, DGAL - SDQPV

Le ministre chargé de l'agriculture a interdit les produits phytopharmaceutiques à base d'arsénite de soude aussi bien au stade de la distribution que de celui de l'utilisation, sans délai d'écoulement des stocks, à compter du 8 novembre 2001, date de la notification des décisions de retrait des autorisations de mise sur le marché des préparations concernées (avis au J.O.R.F. du 23 novembre 2001). Des études récentes ont montré que l'arsénite de soude, classée parmi les substances cancérigènes, s'avère dangereux pour la santé des utilisateurs en dépit des précautions qui sont prises lors de son application (étude de la mutualité sociale agricole).

Cette décision a été notifiée aux opérateurs à l'issue d'une longue phase de concertation et a été diffusée par un communiqué de presse du 15 novembre 2001. Elle a été prise suite à l'avis scientifique de la Commission d'étude de la toxicité des produits antiparasitaires du 13 juin 2001 recommandant l'interdiction de l'arsénite de soude, à la proposition de retrait des autorisations de mise sur le marché, sans délai d'écoulement des stocks, émise par le Comité d'homologation du 23 juillet 2001 et après avis de la Commission des produits antiparasitaires à usage agricole du 7 septembre 2001.

Lors de la phase de concertation préalable, aucune des solutions présentées par les industriels et les distributeurs pour un écoulement encadré des stocks n'est apparue suffisamment sécurisée pour garantir la santé des applicateurs des produits à base d'arsénite de soude. La protection des utilisateurs de pesticides constitue en effet une priorité en matière d'autorisation des produits phytosanitaires.

Liste des produits à base d'arsenite de soude retirés du marché le 8 novembre 2001

Numéro d'autorisation	Nom du produit commercial	Société
8200277	PYRAL REP	CALLIOPE SA
8200410	PYRALIVOR RS	CALLIOPE SA
8300413	PYRALESCA RS	RHONE POULENC AGRO FRANCE
8400137	PYRAL REP DOUBLE	CALLIOPE SA
8400440	PYRALUMNOL 2000	AGREVO FRANCE SA
8700176	PYRAL REP FORT	CALLIOPE SA
9000444	PROMO PYRAL	PROMOPHYT
9500118	PYRALDOR	CALLIOPE SA
9600362	MIDIPYRAL	CMPA
9800048	PYRALDOR 250	CALLIOPE SA

L'observatoire national des maladies du bois et la situation en France

Benoît HERLEMONT - Expert Vigne, DGAL - SDQPV

L'observatoire national des maladies du bois a été mis en place en 2003 pour trois ans (rappel : 612 parcelles suivies), suite à l'interdiction de l'arsénite de soude (depuis 2001 en France et depuis le 31 décembre 2003 dans l'ensemble de l'Union européenne) en traitement d'hiver de la vigne. Coordonné par le Service de la Protection des Végétaux, sous l'égide de l'Onivins,.il associe différents partenaires scientifiques et techniques de la filière (I.T.V., I.N.R.A., Chambres d'Agriculture, syndicats agricoles, interprofessions, G.D.V., Fédérations Régionales de Défense contre les Organismes Nuisibles...).

Ses objectifs ? En premier lieu, apprécier l'évolution de l'expression des symptômes foliaires des maladies du bois et mesurer objectivement les conséquences de l'interdiction de l'arsénite de sodium. Et, dans un second temps, permettre de vérifier l'intérêt des mesures prophylactiques et disposer d'un réseau de parcelles de référence pour contribuer, selon les besoins, à la validation d'hypothèses sur l'épidémiologie de ces maladies.

Quelques tendances et des sensibilités variétales

L'état des lieux de départ, le point zéro donc, a été constitué avec les résultats rassemblés en 2003. Ces derniers se résument ainsi :

- 65 % des parcelles présentent au moins un symptôme d'Esca et/ou de Black dead arm (Bda); 55 % extériorisent au moins un symptôme d'Eutypiose;

- mais ce sont 4,7 % des ceps, et dans une large fourchette de 0,2 à 20 % selon les cépages, qui expriment un ou des symptômes de maladies du bois;

- les cépages semblant les plus sensibles à l'Esca et au Bda sont le Sauvignon, le Cabernet Sauvignon, le Chenin, l'Ugni blanc et l'Auxerrois;

- quant à l'Eutypiose, les cépages les plus sensibles sont l'Ugni blanc, le Chenin et le Sauvignon; et dans une moindre mesure le Cabernet sauvignon et l'Auxerrois.

Les premiers résultats nous parvenant pour 2004 montrent une très nette augmentation de l'expression de l'Esca et du BDA (essentiellement la forme lente, c'est à dire les symptômes foliaires, plutôt que la forme apoplectique qui apparaît assez stable par rapport à 2003); et une relative stabilisation de l'Eutypiose.

Il est cependant encore trop tôt pour savoir si cette évolution est liée uniquement à l'arrêt des traitements à base d'arsénite de soude ou si elle est plutôt une conséquence des conditions climatiques très particulières du millésime 2003.

Les observations seront donc poursuives en 2005.

Les résultats acquis en 2004 vous seront présentés à l'occasion de cette journée.

D'autre part, l'excoriose confirme également sa recrudescence dans la plupart des vignobles avec fréquemment des difficultés pour bien positionner les interventions en 2004. Des applications spécifiques devront être envisagées en 2005 dans de nombreuses situations.

Recherches, expérimentations

De nombreux travaux de recherche sont actuellement conduits par l'I.T.V., l'I.N.R.A. et les universités sur les maladies du bois. Deux objectifs : d'une part améliorer nos connaissances sur les champignons responsables des maladies du bois et leur épidémiologie et ainsi de mieux cibler les mesures prophylactiques à appliquer au vignoble (rôle du pré-taillage, devenir des bois de taille, système de conduite par exemple).

Et, d'autre part, l'objectif est de trouver à moyen terme des méthodes pour protéger les vignes contre ces maladies (pulvérisation de substances actives ambimobiles, solutions biologiques de protection des plaies de taille à base de *Trichoderma harzanium*, injection directe au cœur des souches…).

La coordination de ces actions est assurée par un groupe de travail national sur les maladies du bois, sous l'égide de l'ONIVINS, dont la dernière réunion s'est tenue le 6 mai 2004. Ils sont largement financés par les pouvoirs publics à travers les interventions de l'ONIVINS : les actions visant à assurer la pérennité du vignoble sont aujourd'hui le premier poste de dépense de l'office en matière de recherche et d'expérimentation.

Ces travaux de recherche sont bien engagés mais ne devraient pas donner de résultats applicables sur le terrain avant plusieurs années. D'où l'importance de la mise en œuvre des mesures prophylactiques à grande échelle rappelées régulièrement dans les Avertissements Agricoles® et la presse professionnelle.

Remerciements à l'ensemble des techniciens de la Protection des Végétaux, aux agents des Fédérations Régionales de Défense contre les Organismes Nuisibles et aux techniciens de tous les autres organismes qui ont collaboré à cet observatoire.

Les maladies de dépérissement : symptomatologies et éléments de biologie des champignons associés

Philippe LARIGNON, ITV France, Unité de Nîmes-Rodilhan

Les maladies de dépérissement sont très dommageables pour le patrimoine viticole car elles s'attaquent à la charpente de la souche dont elles provoquent la mort à plus ou moins court terme. Trois principales maladies sont connues dans le vignoble français. Il s'agit de l'Eutypiose, de l'Esca et du Black Dead Arm. Les deux dernières étaient contrôlées par l'utilisation de l'arsénite de sodium jusqu'en novembre 2001. Le point sur la symptomatologie et la biologie des champignons qui y sont associés fait l'objet de ce papier.

Symptomatologie

Le terme Esca a été introduit en 1922 par Viala pour désigner les ceps apoplexiés présentant des nécroses dans le bois que vous connaissez sous le nom d'amadou (pourriture blanche), ainsi les distinguant du folletage, maladie physiologique. Entre 1923 et 1926, d'autres formes d'expression d'esca ont été décrites. Il s'agit de la forme « rabougrissement des rameaux » et « marbrures des feuilles » qui correspondent respectivement à l'eutypiose et aux autres dépérissements, Esca et Black Dead Arm. La description des symptômes ne portera uniquement sur les formes sévères et lentes de l'Esca et du Black Dead Arm.

Les symptômes se manifestent régulièrement durant toute la période végétative. Ils touchent soit toute la plante, soit un seul bras. Ce sont les feuilles de la partie inférieure qui sont touchées les premières. Les symptômes peuvent évoluer très rapidement (forme sévère) ou alors passer par différents faciès (forme lente), conduisant à la chute prématurée des feuilles. Il convient de noter l'extrême variabilité de l'expression des symptômes d'une année sur l'autre. En effet, un pied malade une année peut très bien, l'année suivante, apparaître sain.

L'Esca

D'une manière générale, les premiers symptômes apparaissent à partir de la fin juin. Ils peuvent se présenter sous deux formes dans le vignoble :

- **Une forme apoplectique**: tout ou une partie du cep se dessèche en l'espace de quelques heures ou de quelques jours.

- **Une forme lente** caractérisée par une coloration des feuilles. Concernant les cépages noirs, d'abord de petites taches jaunes apparaissent à la surface du limbe, qui prennent ensuite une teinte rouge en leur centre. Ces taches s'agrandissent, puis fusionnent pour former de plus grandes plages. Elles prennent ensuite une teinte «feuille morte», ne laissant qu'une bande rouge et jaune entre cette partie et celle de la feuille encore verte.

Concernant les cépages blancs, les tissus desséchés sont séparés de la partie saine par une bande jaune.
Les baies restent soit saines, ne subissant qu'un retard dans la maturation, soit flétrissent et se momifient.

Dans le bois, une coupe dans un cep malade révèle la présence d'une pourriture blanche que vous connaissez sous le nom d'amadou. Cette nécrose peut être située en position centrale ou en position sectorielle.

Le Black Dead Arm (BDA)

Les premiers symptômes apparaissent à partir de la fin mai ou début juin. Ils se présentent également sous deux formes dans le vignoble :

- ***Une forme lente s***ur les cépages noirs, les symptômes commencent à se manifester par de petites taches de couleur rouge-vineux en bordure des feuilles ou sur le limbe. Ces taches s'agrandissent, fusionnent pour donner de plus grandes plages rougeâtres, laissant une bande verte le long des nervures principales. Ces zones prennent ensuite une teinte «feuille morte», ne laissant qu'un liseré de couleur rouge vineux entre cette partie et celle de la feuille encore verte. Pour les cépages blancs, les feuilles présentent tout d'abord sur le limbe ou en leur bordure des zones qui perdent leur turgescence et prennent très rapidement une teinte jaune orange. Ces zones s'agrandissent, puis fusionnent pour donner des zones, entièrement nécrotiques, ne laissant qu'une bande verte le long des nervures principales.

- ***Une forme sévère :*** cette forme est caractérisée par une défoliation rapide des rameaux qui peuvent se dessécher complètement ou en partie. Selon la gravité de la maladie ou la période où elle se manifeste, elle peut toucher les inflorescences ou alors les fruits conduisant à leur dessèchement.

Différences BDA-Esca

En ce qui concerne le BDA, les premiers symptômes apparaissent plus tôt en saison (début juin). Pour les cépages noirs, les feuilles atteintes ne présentent jamais de taches jaunes et le rouge de la nécrose est plus foncé (rouge vineux). Pour les cépages blancs, les feuilles atteintes ne montrent jamais de taches jaunes.Dans les premiers stades de la maladie, il est facile de la distinguer de l'Esca. En fin de saison, il peut être très difficile de les différencier même pour les spécialistes, car les feuilles montrant les symptômes de Black Dead Arm peuvent également jaunir. Il est à noter que ces deux maladies peuvent être observées sur la même plante.

Dans le bois, le décollement de l'écorce à la main montre une bande brune d'une largeur de quelques centimètres, qui part du rameau atteint pouvant aller jusqu'au niveau de la soudure, voire le porte-greffe.

Les champignons associés à l'Esca et au Black Dead Arm ont été identifiés.

Pour le syndrome de l'Esca, ils se répartissent en deux séquences dans le processus menant à la dégradation du bois. Une colonisation primaire du bois par *Phaeomoniella chlamydospora* (Pch) et *Phaeoacremonium aleophilum* (Pal) semble être une étape nécessaire pour l'installation secondaire de *Fomitiporia mediterranea*, responsable de la dégradation du bois caractéristique de l'esca. Un autre champignon, *Eutypa lata*, est également considéré comme pionnier dans ce processus. Le rôle exact de ces champignons n'est cependant pas connu, notamment sur leur responsabilité dans l'expression des symptômes.

Pour le Black Dead Arm, plusieurs espèces de *Botryosphaeria* semblent y être associées. Le champignon n'est pas isolé sur toute la longueur de la bande brune. Ces champignons peuvent être l'origine de cette bande brune ou alors colonisent cette nécrose suite à un stress d'origine inconnu.

Cycle biologique

Les informations apportées ci-dessous sur le cycle biologique des différents champignons proviennent de travaux réalisés par la communauté scientifique internationale.

Le cycle biologique des champignons pionniers de l'esca est encore mal connu.

Phaeomoniella chlamydospora (*Pch*) est impliqué dans le syndrome de l'esca. Il est isolé dans la pré-nécrose de l'esca (nécrose brune et dure), dans les tissus ceinturant la pourriture blanche et au niveau de ponctuations noires, situées à la périphérie des nécroses. Il est aussi associé à un dépérissement chez *Actinidia sinensis*. Il se développe à des températures comprises entre 10°C et 35°C avec un optimum de 25 – 30°C. La germination des conidies est optimale à la température de 25°C. Elle peut avoir lieu entre 5°C et 40°C.

Pch est un champignon à dissémination aérienne qui pénètre par les plaies de taille pendant la période hivernale lors de périodes douces et pluvieuses. La durée de réceptivité des plaies est variable selon la date de taille. Elle peut être longue lorsqu'elle est effectuée précocement (2-3 mois) et courte pour les tailles tardives (deux semaines). Au moment des pleurs, les plaies ne le sont plus. Sous la surface de la plaie, les spores (unités contaminatrices) germent, le mycélium colonise les vaisseaux pour former la nécrose qui lui est caractéristique, les ponctuations noires en coupe transversale et des stries noires en coupe longitudinale.

Sa source d'inoculum sous forme de pycnides (conceptacle renfermant les unités contaminatrices) est localisée sur les plaies de taille âgées, dans des zones protégées (craquelures dans le bois) ou encore sous l'écorce dans les zones où les vaisseaux sont exposés suite à des blessures. Les pycnides sont de très petite taille (jusqu'à 70 µm de diamètre) et invisibles à l'œil nu et contiennent de nombreuses pycniospores de dimension très petite (1,5 – 2 µm x 1 – 1,5 µm). Sa dissémination peut également se dérouler pendant la période végétative de la vigne.

Sa présence a été également montrée à la surface de ses différents organes suggérant son caractère épiphyte, mais actuellement aucune information ne permet de dire si, ce sont les surfaces qui sont polluées lors de sa dissémination ou alors s'il s'agit du champignon qui se développe à la surface des organes. Sa présence sur les sarments pourrait jouer un rôle considérable dans la contamination des plants lors de leur élaboration en pépinière.

Le champignon peut également se propager par les bois de porte-greffe ou de greffons en pépinières). En pépinière, Pch pourrait contaminer les greffés-soudés lors de leur élaboration. Des analyses de détection par PCR ont montré sa présence dans les bains de réhydratation, sur les outils de greffage ou encore dans le substrat lors de la stratification en pot. On peut supposer qu'il est apporté par du matériel pollué à sa surface ou infecté. Les différentes étapes au cours desquelles il pourrait contaminer les plants, n'ont pas été identifiées. De nombreux travaux ont porté également sur sa recherche dans le sol. Aucune étude réalisée jusqu'à maintenant n'a permis de le détecter.

Phaeoacremonium aleophilum est un champignon pionnier de l'esca. Il provoque une nécrose de couleur brun-rose qui part toujours de la moelle, et qui ensuite se mélange avec les ponctuations noires, dues à Pch pour former la prénécrose de l'esca . Il est présent sur d'autres plantes, l'*Actinidia sinensis*, l'olivier…. Il se développe à des températures comprises entre 10°C et 35°C avec un optimum de 25 – 30°C. La germination des conidies est optimale à la température de 35°C. Elle peut avoir lieu entre 5°C et 35°C.

Son cycle biologique est mal connu. C'est un champignon à dissémination aérienne qui ne semble pas contaminer les plaies de taille pendant la période hivernale. Les spores sont plus particulièrement disséminées pendant la période végétative de la vigne. La source d'inoculum (sous forme mycélienne) est située sur le tronc ou les bras excoriés. Sa voie de pénétration dans la plante n'a pas été déterminée. La forme sexuée est connue mais n'a pas été encore observée dans le vignoble. Il s'agit de *Togninia minima*.

Il peut également se propager par les bois de porte-greffe ou de greffons en pépinières.

Fomitiporia mediterranea est responsable de la pourriture blanche. Il dégrade le bois déjà colonisé soit par *Eutypa lata*, responsable de la nécrose brune et dure en position sectorielle, soit par Pch et Pal, responsables de la nécrose brune et dure en position centrale (encore appelée pré-nécrose de l'esca). Très peu d'études ont été

réalisées sur son cycle biologique car il est considéré comme saprophyte. Il se conserve dans les parties malades de la plante. Sous certaines conditions non définies, les basidiospores (unités contaminatrices) sont libérées des basidiocarpes (fructifications du champignon) qui sont situés dans les zones humides des vignes malades, et contaminent la plaie de taille.

Les Botryosphaeria

On possède peu de connaissances sur la biologie du champignon *B. obtusa,* associé au Black Dead Arm. D'autres champignons du genre *Botryosphaeria* peuvent être également associés à ce dépérissement. Ils sont isolés dans la bande brune ou des nécroses sectorielles de couleur brun gris. *B. obtusa* se développe à des températures comprises entre 5°C et 40°C avec un optimum à 30°C. La germination des conidies est optimale à 25 – 30°C. Elle peut avoir lieu entre 5°C et 40°C.

B. obtusa est un champignon à dissémination aérienne. Les spores sont plus particulièrement disséminées pendant la période végétative de la vigne. Les pics de dissémination correspondent toujours aux périodes pluvieuses, surtout lorsque les températures sont supérieures à 10°C. Les contaminations semblent se réaliser à proximité des sources d'inoculum qui ont été localisés soit sur le cep (tronc, bras, plaies de taille), soit sur les bois de taille laissés au niveau du sol. La voie de pénétration du champignon dans la plante n'a pas été encore identifiée.

Les *Botryosphaeria* peuvent également se propager par les bois de porte-greffe ou de greffons en pépinières.

Conclusion

Pour trouver un substitut à l'arsénite de sodium, il est nécessaire d'améliorer les connaissances sur ces maladies de dépérissement qui sont complexes, faisant intervenir un grand nombre de champignons, notamment connaître les causes qui déclenchent l'expression des symptômes et le cycle biologique des différents microrganismes.

Méthodes de lutte prophylactique

Olivier YOBREGAT, SICAREX Sud-Ouest

Introduction

L'inquiétude grandissante que suscite la forte extériorisation des symptômes de Black Dead Arm et Esca en 2004 provoque une prise de conscience collective de la part des différents intervenants viticoles. L'absence actuelle de molécules efficaces en plein champ pour lutter contre ces maladies remet en lumière l'importance des mesures prophylactiques, longtemps reléguées au second rang des préoccupations avec l'emploi possible de l'arsénite de soude.

Cependant, si toutes ces mesures s'avèrent incontournables aujourd'hui, il convient de garder plusieurs points importants à l'esprit : pour certaines d'entre elles, seule leur application stricte à une grande échelle peut être garante d'un résultat, ce sont des opérations gourmandes en temps et qui exigent de la méticulosité.

Elles ne permettront jamais l'éradication des sources d'inoculum (largement présentes pour certains champignons sur les bois morts de nos forêts et bosquets , et sur des souches sans symptômes).

Pour être vraiment complète sur le sujet, cette intervention traitera non seulement des mesures préventives au sens strict, mais également des techniques de restauration des souches (lorsque c'est possible) et de complantation des ceps manquants.

1er niveau d'intervention : limiter l'inoculum

Les mesures préventives sont connues et divulguées depuis longtemps, mais une plus grande rigueur doit être appliquée concernant leur calendrier de réalisation.

Bras morts et souches mortes

Ils sont à éliminer et brûler, sarments compris, **dès leur repérage** dans la vigne.

Dans tous les cas, il faut absolument agir avant la taille de la parcelle

Tas de souches

A proscrire complètement (clapiers, bras morts entassés en bout de rang… .), ainsi que les parcelles à l'abandon. Ils sont à l'origine d'émissions de spores considérables, en particulier du champignon responsable de l'eutypiose, qui intervient aussi dans l'ESCA.

En cas d'utilisation pour chauffage, les protéger très soigneusement et complètement (privilégiez les hangars couverts, attention aux bâches déchirées, à doubler éventuellement, et couvrir le tas jusqu'à la base). Evitez toujours les endroits ventés.

Les spores sont libérées par temps doux et humide, et transportées par le vent sur des distances de plusieurs kilomètres.

A la taille

Il est nécessaire de sortir et brûler au plus vite les bois de 2 ans et plus. Chaque jour augmente les risques d'émissions massives de spores et de contamination !

Des essais sont actuellement en cours, afin d'évaluer le développement des nombreux champignons incriminés dans ces maladies sur les sarments de l'année, et donc leurs possibilités de contamination par ce support. A l'heure actuelle, il est simplement préconisé d'éliminer par précaution ceux des souches mortes.

Il n'y a donc pas de remise en cause du prétaillage ou du broyage des sarments (ainsi que des travaux en vert), dans l'état actuel des connaissances, encore très partielles sur les cycles des différents champignons,

2ème niveau d'intervention : réduire et protéger les plaies

La dissémination des spores des différents champignons est aérienne, et leur pénétration s'effectue par les différentes plaies, bien que, pour certains d'entre eux, rien n'ait encore été clairement montré.

En ce qui concerne les plaies fraiches en vert, les pénétrations ne sont pas impossibles mais peu probables (encore moins en cas d 'émission de sève). Certains champignons sporulent cependant durant la période végétative, et ces aspects demandent encore beaucoup d'études.

Il ne semble pas y avoir de risques par les plaies de rognage (éloignées de la souche).

La période de réceptivité des plaies, par contre, est un réel problème. Il semble que la pénétration des spores d'*Eutypa lata* soit possible pendant environ 15 jours après la taille, puis rendue quasiment impossible au fur et à mesure de la cicatrisation ; par contre, il n'en est pas de même pour d'autres champignons, manifestement capables de se développer sur de vieilles plaies, sans que l'on évalue encore leur vrai pouvoir d'infestation par cette voie.

Maîtriser la vigueur

- Raisonner absolument le choix du porte-greffe : réservez les plus puissants au sols très maigres

- Une étape importante : les deuxième et troisième feuilles.

Ne pas apporter d'azote de la plantation à l'entrée en production.

Réaliser des épamprages précoces, quitte à passer souvent (éviter les arrachements profonds). En cas de passage tardif, avec gros diamètres et bois durs, utiliser le sécateur sans trop raser les plaies (opération longue…)
Implanter les enherbements précocément (progressivement si terrains difficiles).

- Sur toute vigne
Raisonner la fertilisation azotée
Ne pas hésiter à enherber les parcelles, avec des espèces adaptées

Taille d'hiver

- Attention aux grosses plaies, faciles à faire avec des sécateurs électriques ou pneumatiques ; évitez de raser les plaies au maximum dans tous les cas de figure.

- Adaptez la taille : si la vigne est très vigoureuse, une taille trop courte renforcera sa vigueur, et provoquera des plaies plus grosses l'année suivante. Dans ces cas, mieux vaut tailler plus long et ébourgeonner plus sévèrement.

- Privilégiez autant que possible la taille en période sèche : les chocs mécaniques dûs à la pluie et à la neige libèrent de nombreuses spores, en particulier d'eutypiose. Le vent transporte ces spores parfois sur plusieurs dizaines de kilomètres.

- Taillez le plus tardivement (en sève montante) les parcelles les plus sensibles : les plaies qui coulent ne sont pas réceptives

Il est essentiel d'avoir éliminé et brûlé tous les bois morts avant la taille, pour limiter les sporulations qui se produiraient alors à de très faibles distances des plaies, avec une probabilité élevée de nouvelles contaminations.

La protection des plaies de taille

Un produit homologué spécifiquement ESCA/Eutypiose : ESCUDO, dont l'efficacité préventive a été confirmée.

Protection mécanique et chimique, dont la durée varie selon les sources (de 3 semaines à 45 jours, en fonction des conditions et de l'époque de la taille). Un éventuel effet curatif de quelques jours a parfois été évoqué, mais n'a jamais été revendiqué par la firme, dans l'état actuel des connaissances sur les différents champignons et les conditions d'infestation.

L'application doit donc se faire le plus vite possible après la taille :

- Au pinceau (environ 2,5 l/ha) soit 103 €/ha
- Au tampon applicateur (environ 2 l/ha) soit 84 €/ha
- Au sécateur pneumatique muni d'un pulvérisateur (2 l/ha)
- Au pistolet pneumatique (5 l/ha soit 210 €) : prohibitif…

Il faut compter pour l'application seule environ 400 souches protégées par heure, soit au minimum 10 à 12 heures / ha. Des évolutions des matériels d'application sont en cours (tampons applicateurs adaptables à tout sécateur,…)

Il existe d'autres produits homologués pour la protection des plaies de taille en général :

- Protection mécanique et chimique : phytopast (formulation pâteuse) ; 20 €/kg, à raison de 2 kg environ par ha, applicable au pinceau ou au tampon (possibilité de légère dilution)

- Protection mécanique : plusieurs spécialités d'huiles, goudrons, mastics, qui n'apportent une protection efficace que si l'application est réalisée au plus près de la taille.

Des travaux sont menés, en particulier à l'INRA de Bordeaux, afin d'évaluer l'efficacité de différentes spécialités (cuivre/folpel,associations d'autres fongicides), appliquées en pulvérisation sur les souches juste après la taille.

Les premiers résultats sont encourageants, et les travaux dans cette voie doivent continuer (P. LECOMTE et Al. - 2004). La possibilité de réaliser les applications avec un appareil à grand travail équipé de panneaux récupérateurs apporterait beaucoup plus de souplesse.

Beaucoup d'aspects restent cependant à évaluer :

- durabilité de la protection : risques de lessivage, durée de réceptivité potentielle des plaies, connaissance plus précise des conditions de pénétration des nombreux champignons incriminés concentration des matières actives et volumes/ha optimaux effet de rattrapage éventuel des différentes matières actives (permettrait une phase de latence de quelques jours entre taille et traitement, précieuse pour l'organisation des chantiers)

3ème niveau d'intervention : restaurer les souches

L'objectif est d'éviter la mort totale du cep lorsque c'est possible. Pour y parvenir, il faut souvent agir vite, dès l'apparition des symptômes graves.

En cas d'apoplexie

Il est possible de recéper immédiatement. On observe souvent des souches qui, une fois la phase critique passée, voient leur végétation repartir après la chute totale des feuilles et le déssèchement des rameaux herbacés :

Si l'on élimine uniquement les sarments et que la souche redémarre du haut , il est probable que la rémission ne soit que temporaire (vaisseaux conducteurs certainement très dégradés).

Une solution consiste à recéper les souches en vert : sectionner le tronc 10 à 15 cm au-dessus du porte-greffe, en s'assurant que le plan de coupe est exempt de nécroses de toutes sortes. Il est inutile alors de protéger la plaie (émission de sève, qui empêche la pénétration de spores). La vigueur de la souche permet, dans de nombreux cas, le départ de nouveaux gourmands qui permettront de la restaurer.

Si un gourmand, même petit, est déjà présent, couper le tronc 5 cm au moins au-dessus. Dans tous les cas, les pousses choisies devront être protégées et tuteurées, mais jamais avec le tronc de l'ancienne souche (source de contaminations), et dont les nécroses peuvent descendre jusqu'au porte-greffe si on n'élimine pas la partie atteinte de la charpente.

Tous les bois des souches recépées ainsi sont évidemment à sortir de la vigne et à brûler immédiatement.

Il est conseillé par précaution de protéger les grosses plaies ainsi pratiquées l'hiver suivant ; un produit type mastic est alors suffisant.

Si le temps manque pour réaliser l'opération en vert, il est toujours possible de l'effectuer l'hiver, à trois conditions majeures :

- marquer préalablement les souches

de façon très visible

- recéper et brûler tous les bois de ces souches avant de tailler le reste de la parcelle pour supprimer ces sources de contamination

- protéger immédiatement les plaies pratiquées, de préférence avec ESCUDO (protection mécanique et chimique)

- quant aux souches exprimant des symptômes foliaires sans mortalité, il est également préférable de prévoir leur recépage de la même façon, et ce d'autant plus que les symptômes sont marqués. La faisabilité de cette action dépend néanmoins du niveau d'attaque constaté dans la parcelle. Sur des cépages sensibles comme le sauvigngon blanc, où des pourcentages très élevés de souches malades peuvent être observés, la pratique du recépage à grande échelle n'offre pas toutes les garanties de succès à moyen terme (nouveaux symptômes fortement probables).

En cas de non départ d'un gourmand, ou si la nécrose descend jusqu'au point de greffe : il est possible de regreffer sur le porte-greffe, ce qui permet de conserver le système racinaire en place. La technique de greffe en fente double (positionnement de deux greffons à deux yeux) donne de bons résultats, sous couvert de quelques précautions :

- section du porte-greffe saine, sans nécrose

- conservation correcte des greffons, avec un grand choix de diamètres

- greffage au printemps, une fois passés les risques de gelées, par temps poussant

- protection immédiate des plaies par un mastic, un goudron ou une cire spéciale

- buttage des greffes (protection contre le dessèchement)

- arrosage abondant des pieds parfois nécessaire en cas de période sèche

4ème niveau d'intervention : gérer les remplacements

En l'absence de molécules curatives, cette opération est appelée à prendre une place incontournable dans le calendrier des travaux viticoles.

Or, il est difficile pour un jeune plant de se développer dans une vigne en place, en raison de la concurrence des autres souches au système racinaire puissant, de l'état du sol (compactions…), des maladies (hors de la zone d'atteinte des traitements…), de sa fragilité face aux travaux mécanisés.

Pour toutes ces raisons, il n'est pas simple de réussir ses complantations, et encore une fois, elles demandent une attention soutenue.

Fréquence des remplacements

Ils sont à effectuer très régulièrement : il y a souvent beaucoup plus de manquants que l'impression intuitive que l'on s'en fait. Pour estimer précisément leur nombre réel, il est nécessaire de réaliser des comptages par parcelle, par exemple sur quelques rangs.

Il est préférable de ne jamais dépasser un seuil d'environ 5 % (ce qui représente déjà un minimum de 200 à 250 trous par hectare).

Réalisation des trous

En sol argileux, toujours travailler sur terrain bien sec pour éviter le lissage des parois du trou, qui deviennent difficilement perméables aux jeunes racines et peuvent piéger l'eau en hiver (risque d'asphyxie). Pour une mise en place au printemps, il est conseillé de pratiquer les trous l'automne qui précède, afin que le sol s'émiette correctement sous l'effet du gel et réduise la formation de cavités.

En sol limoneux, il faut également que le sol soit ressuyé correctement. La mise en place des plants doit s'effectuer juste après les trous, sous peine de voir le sol se refermer à la première pluie importante.

-Caractéristiques d'une bonne tarière :

On trouve aujourd'hui plusieurs fabricants (Souslikof, Hydro-tech, Laupètre, Rabaud…), l'offre commence à se diversifier. Le choix de la vrille est important : utiliser une vrille bêche (2 pales opposées pour une bonne pénétration avec émiettement), d'un diamètre minimal de 400 mm. Préférer les modèles avec pare fils. De plus en plus d'options existent, qui améliorent la commodité de l'opération : déport et inclinaison hydrauliques, inversion du sens (blocages en terrain caillouteux…).
Nombreux équipements pour s'adapter au terrain et réaliser divers travaux (arrachage des souches, vrilles hélicoïdales pour avant-trous, clef pour visser les amarres…)
Inconvénient fréquent : rejette beaucoup de terre hors du trou

- Bêche excavatrice (Lafforgue) :

Multi usage (arrachage des pieds + préparation du trou)
Travail du sol sans semelle ni lissage, sur 70 cm de large et jusqu'à 60 cm de profondeur
Déport latéral jusqu'à 1.05 m, peu de déplacement de terre
Sans risque pour le palissage (travaille sous les fils)
Prix : 4900 euros HT
Intéressant en CUMA

La plantation elle-même

Deux époques sont possibles :

- en automne, avec des plants en pots aoûtés : résistants aux gelées « habituelles ». Les gros pots sont préférables (de 1 à 3 l) : terreau plus abondant, plants plus vigoureux avec des racines plus développées ; ils sont à commander spécifiquement au pépiniériste, et leur coût varie de 2 à 3 euros (3 litres). Planter hors période de forts gels, pour éviter de brûler en partie les racines le temps que la terre se referme ; tasser très légèrement au pied.

- au printemps, avec des plants traditionnels (racines nues). Attention aux terrains asphyxiants (boulbènes blanches, sols très argileux) ; dans ce cas, employez par exemple un mélange sable/terreau à mettre autour du plant. Gardez les racines assez longues, en les disposant dans le trou sans qu'elles rebiquent vers la surface. Des plants retaillés très courts vont utiliser beaucoup d'énergie à refaire des racines, et seront plus sensibles à l'asphyxie puis à la sécheresse.

On peut disposer au fond du trou une

poignée de compost, qui n'apportera pas d'azote mais améliorera localement le fonctionnement du sol.

Entretien des plants

Il est indispensable pour garantir une bonne reprise et valoriser le travail effectué !

Tuteurage et protection obligatoires et immédiats :
- attacher le tuteur au fil porteur
- utiliser de préférence des protections rigides (type Tubex ou autres) : moins traumatisantes en cas de vent, elles respectent le feuillage, et créent un effet de serre au printemps
- soigner l'épamprage

En fonction de l'état du sol et des conditions de pousse :

- sarclages si sol refermé en été (ex. boulbènes battantes)
- arrosages à prévoir en été, si besoin, quelle que soit la technique de plantation.

Il est possible d'apporter une petite quantité d'azote, en localisé au pied, **mais pas avant la deuxième année de pousse** (risque de toxicité ammoniacale, déséquilibre entre développement du système racinaire et aérien). Mieux vaut employer par exemple du phosphate d'ammoniaque (moins riche en azote et moins dangereux pour les racines) ou des engrais organiques.

Le matériel végétal

Ne pas hésiter à utiliser des porte-greffes vigoureux, quelle que soit la technique : ils auront moins de difficultés à développer leur système racinaire.

Outre les pots gros volumes déjà signalés, il existe des spécialités de pépinières qui facilitent la reprise et l'établissement des plants.

↳ Le système « Ceptonic » (pépinières MERCIER)

Le plant est livré dans un fourreau de protection en plastique rigide et une base ajourée contenant 1 litre de terreau

Il n'est pas nécessaire de tuteurer, le haut est amovible pour la taille et l'épamprage
Prix : 1.85 à 2 € H.T.
Problème : peu diffusé dans la région

↳ Les plants greffés-soudés hautes tiges (plusieurs pépiniéristes régionaux)

Spécialités racines nues, à planter au printemps
Le greffon est placé sur un porte-greffe de 80 cm environ de long

Avantages :

- le plant est directement monté, avec la végétation à hauteur du fil porteur, et dans la zone de pulvérisation des produits phytosanitaires
- aucune protection nécessitée contre les désherbants et le gibier
- troncs très droits, sans pampres, et quasiment sans plaies (éborgnés en pépinière), ce qui diminue les risques d'infection des jeunes plants les premières années.

Précautions particulières :

- soigner le tuteurage et l'attachage
- préférer les porte-greffes qui ont une croissance normale en épaisseur (le SO4 ou le Riparia restent plus fins)
- pas de recépage possible en cas d'attaque des maladies du bois, mais surgreffage facilité (tronc intact, possibilité de greffe en fente ou à l'oeil)
prix : environ 2.50 €

à commander absolument à l'avance au pépiniériste, en précisant la longueur voulue

Conclusion provisoire

Les différents points détaillés dans cette intervention représentent aujour'hui les seuls moyens de réduire l'impact des maladies du bois sur le vignoble. Les connaissances doivent absolument progresser dans ce domaine, et impliquer fortement tous les acteurs de la recherche fondamentale et appliquée, ainsi que leurs financeurs.

Il est cependant peu probable que des traitements curatifs puissent être mis au point dans un proche avenir. Par contre, certains aspects des préconisations prophylactiques sont certainement appelées à évoluer en fonction des avancées de la recherche.

Les recherches en cours

La constitution d'un groupe international de travail sur les maladies du bois et les premiers résultats des expérimentations menées par l'ITV en laboratoire et en pépinières

Philippe LARIGNON, ITV France, Unité de Nîmes-Rodilhan

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

- L'Eutypiose, identifiée en France à la fin des années 70, est la maladie la mieux connue mais reste encore difficile à combattre en dépit des travaux réalisés par de nombreuses équipes portant sur différents thèmes : épidémiologie, relation hôte-parasite, méthodes de lutte.

- Le Black Dead Arm, dépérissement malheureusement encore peu connu en raison de sa récente identification en France en 1999, existe pourtant depuis très longtemps dans notre pays, car il a été confondu avec l'Esca du fait de la similitude des symptômes foliaires. Actuellement, peu d'équipes travaillent sur ce dépérissement.

- L'Esca, maladie cryptogamique sévissant dans la majorité des vignobles du monde, tout d'abord décrite sous sa forme apoplectique, fut attribuée à un champignon à la fin du XIXe siècle et de ce fait se distinguait du folletage, maladie physiologique. La découverte de l'arsénite de sodium à l'égard de ce dépérissement de façon tout à fait fortuite a entraîné dans les années 20 l'arrêt des travaux sur cette maladie pendant un demi-siècle en Europe. Durant les années 80, les recherches ont été réinitiées en France en raison d'un éventuel retrait de l'arsénite de sodium, du fait de sa toxicité non seulement pour l'homme mais aussi pour l'environnement. Les études ont porté sur l'identification et le mode d'action des microrganismes qui y sont associés. Depuis les années 90, différentes études portant sur cette identification étaient entreprises dans différents pays où l'Esca était devenu un problème majeur. Les travaux se sont de plus en plus développés et ont porté sur différents thèmes de recherches : diagnostic, épidémiologie, taxonomie, relation hôte-parasite, méthodes de lutte.

Des groupes de travail mis en place

La sensibilisation de plusieurs chercheurs (Etats-Unis, Australie, Italie, France) à ce problème a permis de créer lors d'une visite du vignoble californien un groupe international sur les maladies du bois de la vigne appelé ICGTD (International Council Grapevine Trunk Disease) qui s'est réuni pour la première fois en 1999 à Sienne et se réunit actuellement tous les deux ans (Lisbonne en 2001, Christchurch en 2003, Stellenbosch en 2005). Il regroupe maintenant une centaine de chercheurs venant de tous les pays viticoles. Les congrès ont pour but de partager les connaissances acquises lors des différentes recherches menées et de réfléchir sur les futures études à conduire, bien sûr dans l'objectif de trouver une méthode de lutte efficace à l'égard des maladies du bois. Ne traitant tout d'abord que le problème de l'Esca, il s'est élargi sur les autres maladies du bois de la vigne (Eutypiose, Black Dead Arm, Hoja de Malvon, Pied noir, Maladie de Petri…..).

Un autre groupe, FAVOR, mis en place par les Liens de la Vigne et réunissant des chercheurs européens, américains et australiens, se réunit deux fois par an dans le but de construire des programmes de recherches européens. Deux programmes ont vu le jour : programme CAMAR n° 8001–CT–91.205 portant sur l'Eutypiose (1989-1993) et le programme FAIR n° 1CT-95.654 « Maîtrise de l'Esca et Respect de l'Environnement »(1996-1999).

En France, suite à l'interdiction de l'arsénite de sodium (nov. 2001), un groupe national de travail, sous l'égide de l'ONIVINS, a été créé et regroupe les différents organismes de recherche et interprofessionnels, qui travaillent en collaboration avec les chercheurs internationaux.

Un programme de recherches, axé plus particulièrement sur l'Esca et le Black Dead Arm a été élaboré dont l'objectif est d'apporter aux viticulteurs une méthode aussi efficace et de moindre toxicité que l'arsénite de sodium. Une action en communication par le biais d'une plaquette destinée aux professionnels a été également réalisée.

Les objectifs du programme national

Dans l'objectif d'aider la viticulture à sortir de cette impasse technique, il est important d'apporter des moyens de lutte aux viticulteurs pour contrôler ces maladies, qui doivent être efficaces, respectueuses de l'environnement et économiquement acceptables pour les exploitations. L'aboutissement de ces recherches doivent impérativement permettre de :

- préconiser des méthodes prophylactiques et préventives (protection des voies de pénétration des champignons dans la plante au moyen de substances chimiques ou biologiques, éradication des sources d'inoculum),

- proposer des méthodes de lutte curatives (fongicides, produits biologiques, stimulateurs des

mécanismes de défense de la plante).

Pour atteindre ces objectifs, il est nécessaire d'améliorer les connaissances sur la propagation de ces dépérissements dans le vignoble, d'identifier le cycle biologique des champignons associés aux maladies et de mieux comprendre leur rôle dans l'expression des symptômes sur la partie herbacée.

Le programme mené à l'ITV

Les recherches sur l'amélioration des connaissances portent sur l'identification du cycle biologique des différents champignons associés aux maladies du bois. Il est nécessaire de savoir comment vit le champignon dans le vignoble et en pépinières pour savoir comment empêcher son développement. Connaître la voie de pénétration dans la plante, identifier les sources d'inoculum, connaître leur période de dissémination sont autant de questions auxquelles il faudra répondre pour protéger la cible, détruire les sources d'inoculum et identifier la période la plus propice à l'intervention.

Nos recherches portent également sur l'identification des facteurs qui sont favorables à l'expression des symptômes foliaires esca/BDA. La connaissance des raisons des fluctuations des symptômes pourra aboutir à de nouvelles stratégies de lutte.

La recherche sur les méthodes de lutte est menée non seulement dans l'objectif d'obtenir des plants indemnes de champignons inféodés aux maladies du bois à la sortie des pépinières, mais aussi dans le but de protéger les nouvelles plantations (mesures préventives), d'enrayer leur propagation dans les vignes déjà existantes (mesures préventives) et de soigner les plantes malades (mesures curatives).

Des criblages de molécules et de produits microbiens sont tout d'abord réalisés au laboratoire afin de sélectionner les meilleurs candidats pour les expérimentations au champ ou en pépinières. Ces produits sont ensuite testés soit en préventif, soit en curatif. Dans le vignoble, différents modes d'application sont testés : par pulvérisation sur toute la souche ou sur les plaies de taille, par injection dans les troncs ou encore par application au sol pour les produits microbiens.

Les premiers résultats concernant le cycle biologique des champignons associés aux maladies du bois

Importance de la propagation des champignons par les bois de greffage

Les études menées depuis 1996/97 jusqu'en 2003 par un groupe de travail impliquant l'ITV, l'INRA, la Chambre d'Agriculture du Vaucluse et le SPBPVV ont permis d'évaluer l'importance de la propagation de certains champignons associés aux maladies du bois par les bois de greffons et de porte-greffe. Les champignons pionniers de l'esca, *Phaeomoniella chlamydospora* (Pch) et *Phaeoacremonium aleophilum* (Pal), l'agent de l'excoriose, *Phomopsis viticola*, et les champignons *Botryosphaeria* sont présents à l'intérieur des sarments, issus de vigne mère de greffons ou de porte-greffe, et par conséquent peuvent se propager par les bois destinés à la pépinière.

Les champignons *Fomitiporia mediterranea*, responsable de l'amadou, et *Eutypa lata*, agent de l'eutypiose, ne semblent pas se propager par les bois en pépinières. Les analyses microbiologiques réalisées à différents niveaux dans le bois de porte-greffe montrent que Pal et Pch sont isolés uniquement à proximité de la tête de souche alors que les *Botryosphaeria* et *Phomopsis viticola* sont isolés à tous les niveaux.

Par extrapolation pour une plantation au vignoble de 5000 pieds hectare, on peut considérer que la propagation des champignons pionniers de l'esca par les bois de porte-greffe est très faible. Un ou deux plants sont infectés par Pch au moment de la plantation, aucun ou un plant infecté par Pal.

Ce résultat tient compte de l'hypothèse que les ces champignons ne sont isolés qu'en tête de saule. Leur faible présence dans les bois de porte-greffe et leur importance dans le vignoble soulèvent plusieurs interrogations sur leur origine. Plusieurs hypothèses peuvent être faites pour expliquer une telle observation : ces champignons ne sont pas toujours isolés dans le bois de porte-greffe par la méthode utilisée, des contaminations peuvent avoir lieu lors de l'élaboration des greffés-soudés en pépinières ou les contaminations ne s'effectuent que sur la jeune plantation par le milieu environnant (vignes, diverses plantes, autres).

Pour les autres champignons, la propagation par les bois de porte-greffe semble être importante. On peut considérer que 1,1 % et 2,7 % des plants sont respectivement infectés par *Botryosphaeria obtusa* et *B. parva*, 4,8 % des plants par *Phomopsis* sp. Il est important de noter que ces données ne tiennent pas compte de leur présence dans les greffons, de l'élimination de matériel végétal par le tri des bois, la mortalité des plants au cours de l'élevage, le tri des plants sur table.

Des études supplémentaires sont nécessaires pour évaluer vraiment leur importance dans les plants, à la sortie de la pépinière, et pour identifier également les étapes au cours desquelles peuvent avoir lieu d'éventuelles contaminations par les champignons lors de l'élaboration des plants en pépinières.

Les premiers résultats concernant les méthodes de lutte

Criblage de produits biologiques au laboratoire : les Trichoderma

Les *Trichoderma* sont connus comme étant des champignons qui présentent une activité antagoniste et d'hyperparasitisme à l'égard d'un grand nombre de microrganismes plus particulièrement ceux du sol et sont utilisés en lutte biologique à l'égard de diverses maladies sur différentes cultures.

Leur utilisation peut être une solution intéressante dans la lutte à l'égard des maladies du bois. Pour atteindre cet objectif, le pouvoir antagoniste de treize souches (3 *harzianum* et 10 *atroviride*) provenant de cinq sociétés

est testé à l'égard des champignons associés aux maladies du bois : les champignons pionniers de l'esca, *Phaeomoniella chlamydospora*, *Phaeoacremonium aleophilum*, *Fomitiporia mediterranea* responsable de la pourriture blanche, *Eutypa lata* (eutypiose) et trois espèces de *Botryosphaeria* associées au BDA (*B. obtusa*, *B. parva*, *B. stevensii*). Les tests sont réalisés sur un milieu de culture au laboratoire (tests de confrontation).

Des différences sont notées entre les souches de *Trichoderma* à l'égard d'un même protagoniste d'une part et d'autre part pour une même souche de *Trichoderma* des réponses différentes selon les protagonistes. Certaines souches (*2* souches de *T. harzianum* et 1 de *T. atroviride*) ont un faible pouvoir antagoniste à l'égard des différents champignons du bois (Tableau I, souche 3).

Une autre souche de *T. harzianum* (Tableau 1, souche 6) qui a une croissance très rapide exerce une forte inhibition à l'égard des différents champignons. Elle occupe très rapidement l'espace mais ne recouvre que très rarement son protagoniste. Le plus souvent, elle est ensuite lui-même recouverte par le protagoniste (cas de *E. lata*, *P. aleophilum*, *B. stevensii*, *B. obtusa*).

Elle montre une activité intéressante seulement envers *P. chlamydospora* et *F. mediterranea*.

Toutes les autres souches de *T. atroviride* montrent une activité antagoniste intéressante à l'égard des *Botryosphaeria* spp., *P. chlamydospora* et *F. mediterranea* (Tableau I, souche 2). Parmi ces souches, une seule inhibe totalement le développement d'*E. lata* et limite fortement le développement de *P. aleophilum* (Tableau I, souche 10).

En conclusion, ce travail a permis dans les conditions expérimentales choisies de sélectionner une souche de *Trichoderma atroviride* qui a un pouvoir antagoniste intéressant à l'égard de tous les champignons du bois.

Toutes les autres souches de *T. atroviride* (à l'exception d'une souche) sont également de bons candidats pour pouvoir contrôler le développement de la majorité des champignons, plus particulièrement ceux associés au Black Dead arm et à l'esca.

Enfin, il est à noter que les souches de *T. harzianum* testées ne sont pas d'excellents antagonistes.

Les meilleures souches de *Trichoderma*, sélectionnées au laboratoire, sont actuellement évaluées en protection des plaies de taille à l'égard de *Phaeomoniella chlamydospora*.

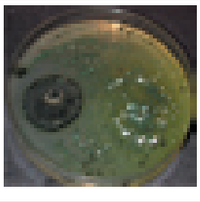
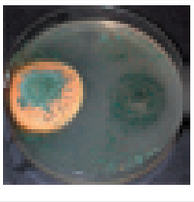
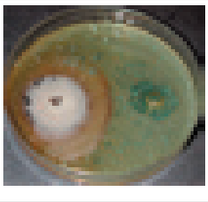
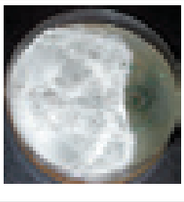
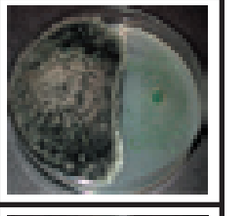
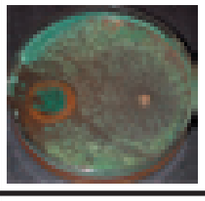
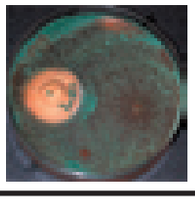
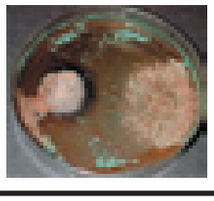
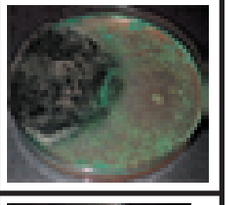
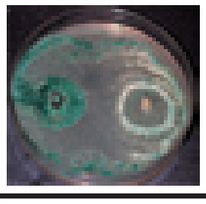
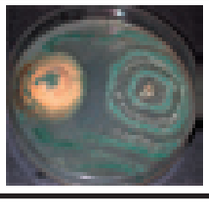
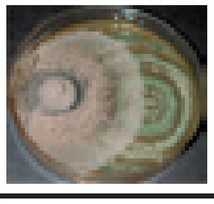
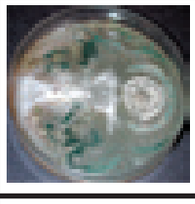
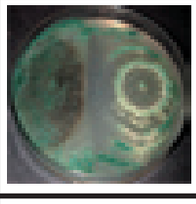
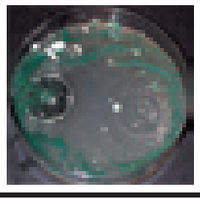
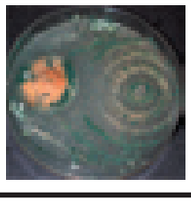
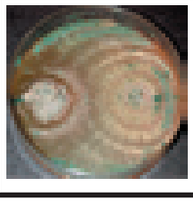
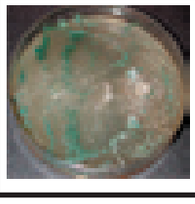
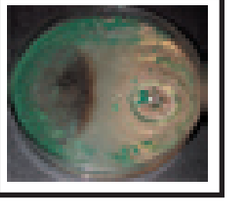
	P. chlamydospora (21 jours)	*F. mediterranea* 33 jours	*P. aleophilum* 50 jours	*E.lata* 50 jours	*B. obtusa* 21 jours
T. harzianum (souche 3)					
T. harzianum (souche 6)					
T. atroviride (souche 2)					
T. atroviride (souche 10)					

Tableau 1 : Exemples de confrontations entre différentes souches de Trichoderma et les champignons du bois

Production de plantes saines en pépinières : les traitements à l'eau chaude (collaboration CA 84, SPBPVV)

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'efficacité du traitement à l'eau chaude à l'égard des champignons associés aux maladies du bois. Les essais ont été réalisés pendant deux années consécutives sur des greffés-soudés à la sortie de l'élevage au champ.

En 2002, des greffés-soudés (Syrah clone 100/Ru 140 clone 101) inoculés par différents champignons au moment du greffage, stratifiés à l'eau et élevés au champ sont traités à l'eau chaude dans les conditions utilisées pour la flavescence dorée (45 min à 50°C). Le traitement diminue fortement le nombre de plants infectés par *Phaeomoniella chlamydospora* (78 % d'efficacité), et totalement pour *Botryosphaeria obtusa* (100 %) et *Phomopsis viticola* (100 %).

Cependant, il montre peu d'efficacité à l'égard de *Botryosphaeria parva* (autre espèce de *Botryosphaeria* associée au BDA).

En 2003, des greffés-soudés ont subi le même traitement (contamination par Pch et Pal, stratification à l'eau, élevage au champ et traitement eau chaude). Les champignons pionniers de l'esca sont souvent isolés des plants traités à l'eau chaude. Son efficacité à l'égard de Pch et de Pal est respectivement de 25 % et 0 %. L'origine de la variabilité des résultats sur l'efficacité du traitement à l'eau chaude à l'égard de *P. chlamydospora* ne trouve pas actuellement d'explications.

Le traitement à l'eau chaude peut être une méthode satisfaisante pour éradiquer certains champignons du bois, mais ne donne pas toujours les résultats escomptés. Des tests complémentaires sont indispensables pour trancher sur sa réelle efficacité à la sortie des pépinières.

Evaluation de l'efficacité de fongicides et d'agents biologiques utilisés dans la lutte contre les maladies du bois Esca et BDA. Premiers résultats d'expérimentations menées sur le terrain.

Gilles Sentenac, Philippe Larignon*, Bernard Molot* Virginie Viguès**, Philippe Kuntzmann**
** ITV France, Unités de Beaune, Nîmes, Colmar*
*** Station Régionale Midi-Pyrénées*

Actuellement les seuls moyens d'action que les professionnels peuvent mettre en œuvre pour limiter la présence des maladies du bois dans le vignoble reposent sur les mesures prophylactiques qui ont pour objectif de réduire la quantité d'inoculum ainsi que de diminuer les risques de contamination, et sur la lutte chimique qui fait intervenir une seule spécialité phytopharmaceutique autorisée sur Eutypiose et sur Esca.

En toute objectivité, bien que considérées comme nécessaires, nous sommes dans l'incapacité d'affirmer que les mesures prophylactiques seront suffisantes comme moyen de lutte efficace contre l'Esca et le BDA.

Quant à la lutte chimique contre l'Eutypa et l'Esca, elle est purement préventive, c'est-à-dire sans effet sur les ceps déjà contaminés. Sa mise en œuvre est par ailleurs fastidieuse puisque chaque plaie de taille doit être traitée au moyen d'un pinceau ou d'un tampon applicateur et son efficacité sur le BDA n'est pas démontrée.

Conscient de cette situation pour le moins préoccupante, l'ITV a engagé, entre autre, un programme de recherche sur les méthodes de lutte curatives et préventives.

Lutte curative : les injections

Une société néo-zélandaise (Chemcolour) propose une méthode de lutte originale qui consiste à injecter dans le tronc des arbres des matières actives. Cette méthode a été transposée en viticulture pour tester l'efficacité de certaines préparations ou de certains produits phytopharmaceutiques, à l'égard des maladies du bois. Ces essais sont réalisés dans différentes régions viticoles : Alsace, Bourgogne, Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon.

Matériel et méthodes

Les ceps, repérés malades en 2001, sont d'abord perforés à deux ou trois niveaux dans la partie saine. Cinquante millilitres de produit sont injectés dans le tronc par une pompe Stemject à haute pression (fournie par la Société Chemcolour, Nouvelle-Zélande). Les orifices d'injection sont ensuite obturés.

Les produits injectés et leur concentration sont :

- Propiconazole : 1 g de matière active injecté
- Difénoconazole : 1 g de matière active injecté
- Acide 2-hydroxybenzoïque : 18,5 g/l sous forme de sels de potassium
- Trichoderma atroviride souche T8 B11 : 108 spores/ml

Les observations, effectuées en août, septembre ou octobre selon les régions, portent sur la présence ou non de symptômes foliaires d'Esca/Black Dead Arm, forme lente ou forme apoplectique. La première récolte après injection a été détruite.

Le descriptif des essais est présenté dans le tableau I. L'objectif étant d'évaluer l'efficacité curative des modalités à l'étude, une observation préalable pour repérer les ceps présentant des symptômes foliaires est nécessaire. Pour limiter les déplacements et la durée des opérations d'injection, les modalités sont constituées de ceps malades proches les uns des autres, la randomisation totale ne s'impose pas.

	Nombre de ceps par modalités				
	Alsace 1	**Alsace 2**	**Bourgogne**	**Midi-Pyrénées**	**Languedoc-R**
Cépage	Riesling	Sylvaner	Pinot-Gamay	Fer Servadou	Sauvignon.
Date d'inj.	8 avril 2002	8 avril 2002	5 avril 2002	novembre 2001	novembre 2001
Densité	5 495	4 960	10 000	4 760	3 630
Témoin	21	22	21	19	20
Propiconazole	-	-		19	13
Difénoconazole	20	21		19	6
Acide 2-hydro.	-	21	20	17	11
T. atroviride	22	-	21		

Tableau I : description des sites expérimentaux

Résultats et discussion

Les résultats sont rapportés dans le tableau II et en annexe 1. L'efficacité des différents produits phytopharmaceutiques ou préparations ne peut être évaluée que dans la mesure où les ceps de la modalité témoin extériorisent de nouveau, en grande partie, des symptômes.

		2001	2002		2003		2004	
Région	**Modalité**	**nbr. de ceps**	**Esca/BDA**	**%**	**Esca/BDA**	**%**	**Esca/BDA**	**%**
Alsace 1	**difénoconazole**	20	0	0 %	0	0 %	1	5 %
	T. atroviride	22	1	4,5 %	0	0 %	2	9 %
	témoin	21	10	48 %	4	19 %	10	48 %
Alsace 2	**difénoconazole**	21	0	0 %	0	0 %	1	5 %
	A. 2-hydroxyb.	21	2	9,5 %	0	0 %	0	0 %
	témoin	22	17	77 %	1	5 %	3	13,5 %
Bourgogne	**T. atroviride**	21	4	19 %	6	28,5 %	12	57 %
	A. 2-hydroxyb.	20	2	10 %	4	20 %	10	50 %
	témoin	21	15	71 %	9	43 %	13	62 %
Midi-Pyrénées	**difénoconazole**	19	9	47 %	7	37 %	11	58 %
	propiconazole	19	1	5 %	1	5 %	16	84 %
	A. 2-hydroxyb.	17	2	12 %	2	12 %	11	65 %
	témoin	19	4	21 %	2	10,5 %	19	100 %
Languedoc	**difénoconazole**	6	3	50 %	2	33 %	2	33 %
	propiconazole	13	6	46 %	6	46 %	6	46 %
	A. 2-hydroxyb.	11	3	27 %	8	73 %	8	73 %
	témoin	20	10	50 %	11	55 %	8	40 %

Tableau II : effets des différentes modalités appliquées en injection dans le tronc sur l'Esca et ou le BDA. Les résultats sont exprimés en nombre de ceps présentant des symptômes foliaires d'Esca /BDA (forme lente ou apoplectique) ou en pourcentage de réexpression de symptômes.

Les résultats concernant l'efficacité des DMI appliqués par injection dans les ceps atteints d'esca/ BDA sont différents selon le site d'expérimentation.

Le difénoconazole a une bonne efficacité sur un des deux sites en Alsace (le taux de réexpression est très faible dans le témoin sur le deuxième site) alors qu'il n'a aucune efficacité sur les sites du Languedoc et de Midi-Pyrénées. Les raisons de ces différences ne sont pas connues.

L'autre triazole, le propiconazole, n'a aucune efficacité sur le site du Languedoc, alors que sur le site de Midi-Pyrénées, le taux de réexpression des symptômes est réduit par rapport à celui observé dans le témoin, mais cette apparente efficacité ne résiste pas à l'épreuve du temps : à peine plus de 30 mois après l'injection, le taux de réexpression est similaire à celui du témoin.

Le stimulateur des mécanismes de défense de la plante, l'acide 2-hydroxybenzoïque, a une action intéressante à l'égard de l'Esca/BDA sur les sites d'expérimentation de Bourgogne et d'Alsace, cette dernière étant plus discrète sur les sites du Languedoc et de Midi-Pyrénées.

Cependant, son action semble limitée dans le temps, car dès la deuxième ou troisième année d'observation, le pourcentage de plantes malades est identique au témoin. Le site 2 d'Alsace est difficile d'interprétation dans la mesure où les symptômes dans le témoin se sont encore une fois très faiblement exprimés.

Le Trichoderma atroviride présente dans un premier temps une très bonne efficacité à l'égard de l'Esca/BDA. Mais comme dans le cas précédent, elle semble présenter une persistance

inférieure à 30 mois, du moins sur le site de Bourgogne.

L'application de l'acide 2-hydroxybenzoïque et du Trichoderma par injection dans le cep pourrait être une méthode satisfaisante à l'égard de l'Esca/BDA, mais dans la pratique elle semble irréalisable à cause de la trop faible persistance de son efficacité et du temps que nécessite sa mise en oeuvre (de 4 à 6 heures pour traiter une quarantaine de ceps dans les conditions de l'expérimentation).

Evaluation de l'efficacité des Trichoderma en application au sol et sur la souche par pulvérisation

L'objectif de cette expérimentation est d'enrayer la propagation de la maladie dans les vignes déjà en place et atteintes par l'Esca/BDA au moyen de champignons du genre Trichoderma, connus pour avoir une activité antagoniste à l'égard d'un grand nombre de microorganismes du sol. Il convenait également de vérifier la véracité des propos ou des écrits de certains, présentant le Trichoderma harzanium comme moyen de lutte biologique préventive contre l'Esca.

Matériels et méthodes

L'expérimentation est menée sur une parcelle située sur la commune de Vosne-Romanée, âgée de 15 ans et plantée en pinot noir (clones 113, 114, 115) greffé sur 161-49 C à la densité de 10 000 pieds/ha. Cette vigne est taillée en guyot simple.

Il est à noter que cette parcelle n'a jamais été traitée à l'arsénite de sodium.

Deux essais sont conduits sur ce site, l'essai 1 met en œuvre des produits de la société Koppert, l'essai 2 des produits de la société Letellier.

Essai 1 : il est constitué de deux blocs de 527 ceps. Un des blocs a été traité en 2002, 2003 et 2004, avec du T. harzanium souche T22 de Koppert. Chaque année, au mois de mars ou d'avril, deux applications sur ceps (plaies de taille) apportant 450 à 500 l/ha sont réalisées à deux semaines d'intervalle. Une application au sol apportant 400 à 450 l/ha est également effectuée au cours de cette période. Koppert a préconisé une concentration en T22 de 7,5 g/l pour les applications sur cep, de 0,75 g/l pour l'application au sol. A partir de 2003, le produit expérimental ayant changé de formulation, les concentrations en T22 sont de 3,75 g/l pour les applications sur ceps, de 0,375 g/l pour l'application au sol.
Les traitements ont été réalisés au moyen d'un pulvérisateur à jet projeté Solo 425 , pression d'utilisation : 4 bars, buse à jet plat.

Essai 2 : il est constitué de deux blocs de 678 ceps. Chaque année (2002, 2003, 2004) un des blocs a été traité par apport de Végétax S dans le rang (semé à la volée) et par pulvérisation de Végéplus sur les ceps. Le Végétax S est un amendement organique enrichi en Trichoderma TH Let (2.108 germes/kg de Végétax S), le Végéplus est un amendement soluble obtenu par fermentation de tourteaux végétaux avec du T. harzanium BR 105. Le Végétax S est apporté à la dose de 2000 kg/ha, le Végéplus à la dose de 1 kg/ha en 2002 et 2003, de 10 kg/ ha suite au conseil d'Agrolor (fabriquant du Végéplus). Les applications visant les ceps ont été effectuées dans les mêmes conditions et avec le même matériel que précédemment.

Les observations ont été réalisées le 30 août, les 11 et 25 septembre 2002, le 11 septembre 2003 et le 20 septembre 2004. La présence ou non de symptômes foliaires d'Esca/Black Dead Arm, forme lente ou apoplectique, a été notée. Les observations portent sur l'ensemble des ceps.

Résultats et discussion

Essai 1 : (voir tableau III et annexe 2)
L'efficacité du T22 en application au sol et en pulvérisation sur les ceps est loin d'être évidente, la partie traitée présentant plus de ceps avec symptômes en 2002 et 2003 que le témoin non traité, idem pour les ceps présentant la forme apoplectique. L'expression des symptômes, dans une modalité, présente, au cours du temps, une amplitude nettement supérieure à celle que l'on peut observer entre traité et témoin au sein d'une même année. Le lot traité présente la même dynamique que le lot témoin, avec pour la première fois en 2004, une réduction de 26 % du nombre de ceps exprimant la forme lente. Cette réduction, tout comme l'augmentation rencontrée en 2002 et 2003, n'est peut-être pas une conséquence du traitement. Quant au cumul de ceps morts (forme apoplectique), il est identique pour les deux modalités.

Année	2001		2002		2003		2004	
Modalité	Témoin	Traité	Témoin	Traité	Témoin	Traité	Témoin	Traité
Nb de ceps exprimant symptômes Esca/BDA	17	17	25	31	3	5	19	14
Nb de ceps morts cause Esca/BDA	-	-	6	7	2	7	26	20
Cumul ceps morts Esca/BDA	-	-	6	7	8	14	34	34

Tableau III : Effet sur l'Esca/BDA du Trichoderma (souche T22) appliqué par pulvérisation sur la souche et sur le sol

Essai 2 : (voir tableau IV et annexe 2)

Nous pouvons faire pratiquement les mêmes commentaires : les fluctuations d'une année sur l'autre dans l'expression des symptômes sont plus importantes que les écarts relevés entre témoin et traité en 2002, 2003 ou 2004.

Les deux modalités présentent la même dynamique, les apports annuels de Végétax S et de Végéplus n'empêchent pas l'augmentation au fil du temps du nombre de ceps présentant des symptômes ou du nombre de ceps morts des suites des maladies du bois.

La modalité Végétax S /Végéplus affiche une réduction, voisine de 30 %, du nombre de ceps exprimant des symptômes en 2002 et en 2004. Une réduction du même ordre est observée en 2004 au niveau du cumul des ceps morts d'Esca/BDA.

Ces apports d'amendements organiques ont un coût, en retenant les prix indiqués en 2002 par la société, on atteint les 1570 €/ha ttc pour les deux premières années et 2050 €/ha ttc pour 2004….ce qui peut paraître disproportionné au regard du niveau d'efficacité rencontré les premières années de suivi.

Année	2001		2002		2003		2004	
Modalité	**Témoin**	**Traité**	**Témoin**	**Traité**	**Témoin**	**Traité**	**Témoin**	**Traité**
Nbre de ceps exprimant symptômes Esca/BDA	20	19	47	31	11	10	53	36
Nbre de ceps morts cause Esca/BDA	-	-	5	4	9	0	42	33
Cumul ceps morts Esca/ BDA	-	-	5	4	14	4	56	37

Tableau IV : Effet sur l'Esca/BDA du Trichoderma (souche Letellier) appliqué par pulvérisation sur la souche et sur le sol

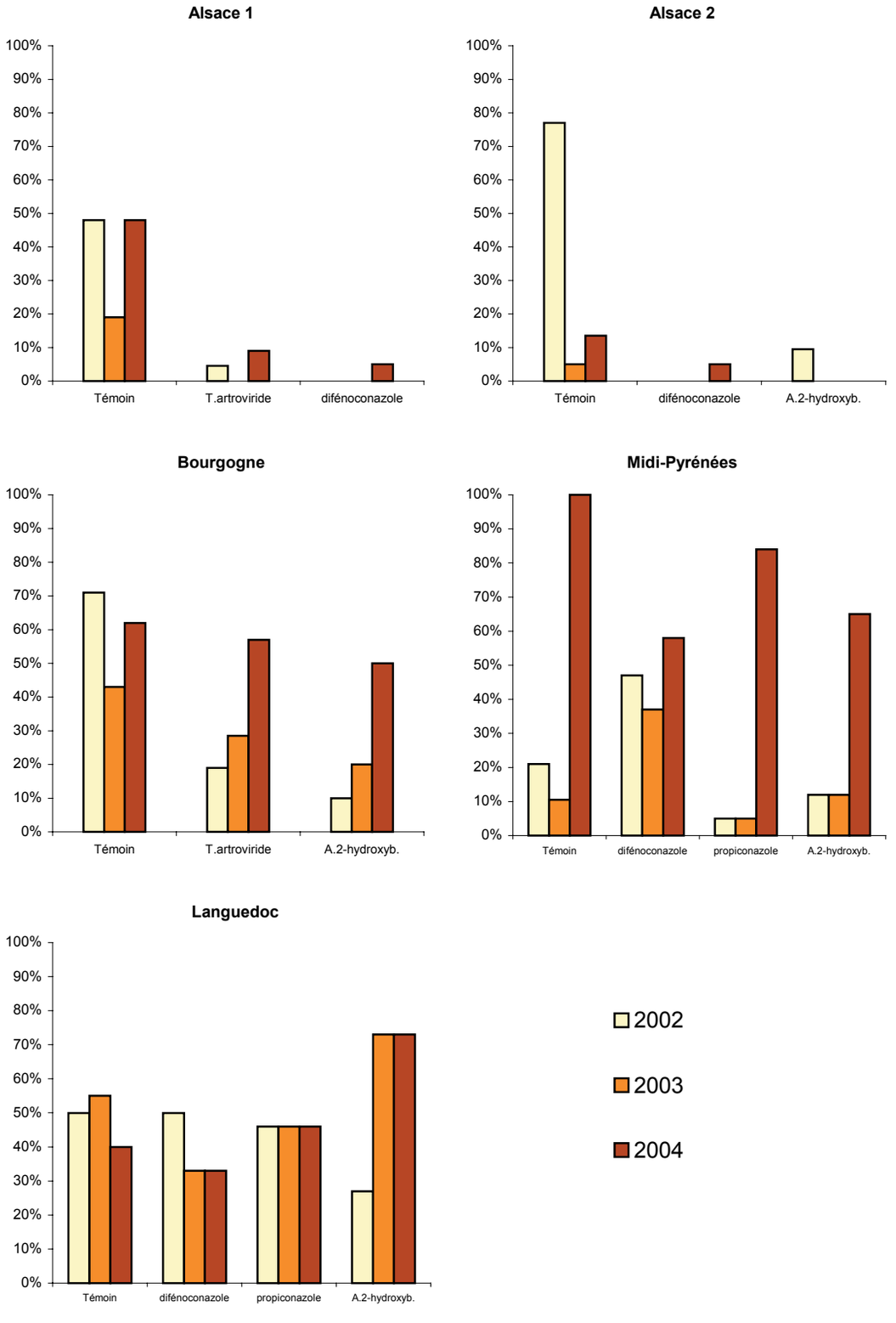
Conclusions

Pour que la méthode d'injection soit acceptable, il faut non seulement améliorer la mise en œuvre en réduisant le temps de travail mais aussi trouver des molécules, des éliciteurs ou des agents de lutte biologique dotés d'une efficacité plus persistante dans le temps.

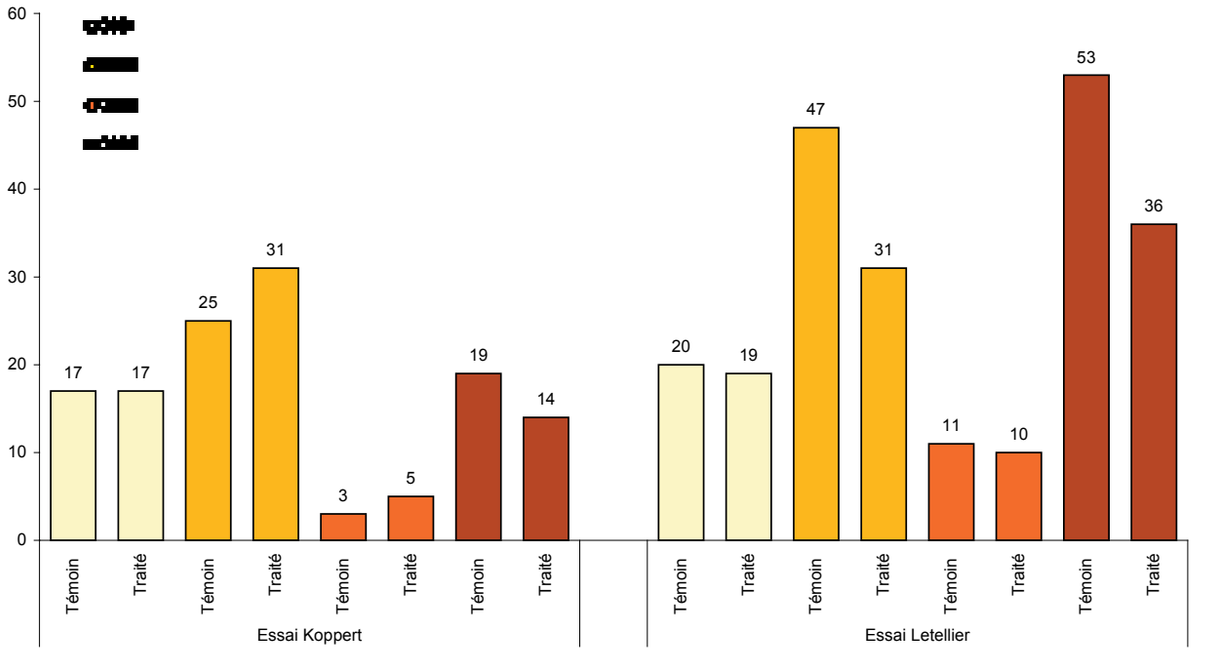
Suite à trois années d'observations, les apports au sol et sur les plaies de taille de Trichoderma, sous différentes formes, n'ont pas révélé une efficacité suffisante pour garantir la pérennité du vignoble. De plus leur coût peut s'avérer dissuasif.

Annexe 1 :

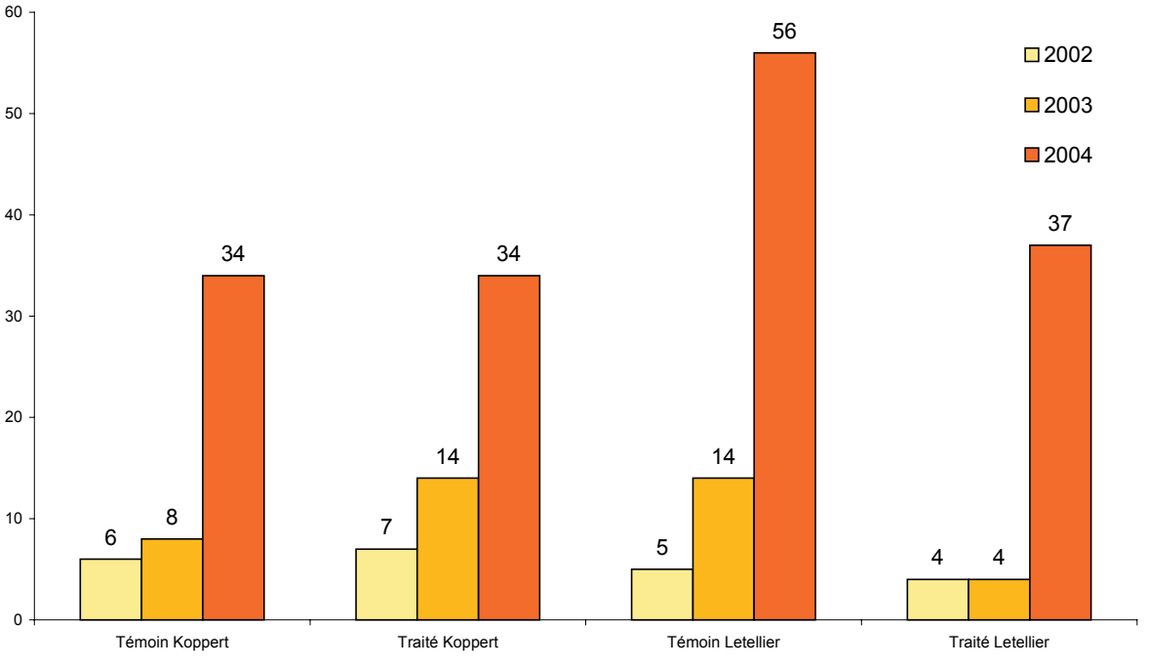
% de ceps réexprimant des symptômes d'Esca et/ou BDA (forme lente ou forme apoplectique)



Nombre de ceps exprimant les symptômes d'Esca et/ou BDA de 2001 à 2004



Cumul du nombre de ceps mort d'Esca et/ou BDA de 2002 à 2004



Quelles approches épidémiologiques des maladies du bois?

Lucia GUERIN - E.N.I.T.A.B. / I.N.R.A. Bordeaux - U.M.R. Santé Végétale

Introduction

Les maladies du bois de la vigne, Esca, Black Dead Arm (BDA) et Eutypiose, présentes dans toutes les régions viticoles françaises, constituent une menace pour la pérennité du vignoble. Depuis l'abandon de l'arsénite de sodium en 2001, les viticulteurs redoutent une recrudescence de ces maladies, notamment l'Esca étant donné l'absence de méthodes de lutte alternative efficace actuellement disponible.

En France, les symptômes foliaires d'Esca, considéré comme étant une maladie liée au vieillissement du vignbole, sont également observés sur des vignes jeunes, parfois à partir de 3-4 ans. La maladie du Black Dead Arm décrite en 1999 (Larignon et Dubos, 1999), présente dans les différentes régions viticoles, s'apparente à l'Esca par une symptomatologie similaire. A l'étranger, d'autres maladies du bois proche de l'Esca se manifestent i.e Maladie de Petri (Italie), Black Goo et Esca «juvénile».

Dans ce contexte, il apparaît indispensable d'entreprendre un projet de recherche visant à mieux comprendre ce pathosystème complexe. Sa complexité est liée au développement systémique des champignons dans les tissus du bois, à la forte intéraction entre symptômes Esca et BDA observés au vignoble, à leur nom permanence et à la difficulté d'identifier et de hiérarchiser les causes biotiques (champignons pathogènes, cépages) et abiotiques (facteurs pédo-climatiques, techniques culturales...). Parmi les facteurs en cause, les champignons, *Eutypa lata* pour l'eutypiose, *Phaemoniella chlamydospora* et *Phaeoacremonium aleophilum* pour l'Esca (Larignon et Dubos, 1999 ; Mugnai al, 1999), *Botryosphaeria spp.* pour le BDA sont reconnus comme étant des agents pionniers dans le cortège parasitaire impliqué au moins pour ceux associés à l'Eutypiose et à l'Esca.

Le choix et la mise à l'épreuve de méthodes de protection vis-à-vis de ces maladies nécessitent une meilleure connaissance de l'étiologie et de l'épidémiologie de l'Esca et du BDA comme le confirme l'ensemble des chercheurs présents lors du colloque CIVB/INRA, le 4 juillet 2003 à Bordeaux.

Programme de recherche et finalité

En septembre 2003, suite à la restructuration de l'équipe «maladies du bois» au sein de l'Unité Mixte de Recherche «Santé Végétale» INRA/ENITA de Bordeaux composée actuellement de 3 chercheurs : L. Guérin-Dubrana (Maître de Conférence-ENITAB), P. Lecomte (Ingénieur d'étude-INRA), G. Louvet (Ingénieur d'étude-INRA), un nouveau programme a été défini comprenant 3 axes de recherche principalement sur l'Esca et le BDA, mais aussi sur l'eutypiose, sachant qu'*Eutypa lata* peut être un agent pionnier de l'Esca.

Axe 1 : Etiologie - Diagnostic moléculaire

- Eclaircir l'étiologie du Black Dead Arm

- Développer des outils moléculaire pour l'identification et la détection des champignons impliqués

Axe 2 : Epidémiologie-Dynamique des populations

- Etudier l'expression foliaire de la maladie en fonction des paramètres éco-physiologiques de la vigne et des pratiques culturales

Axe 3 : Nuisibilité et protection

- Développer des tests biologiques pour l'évaluation de l'efficacité des méthodes de lutte (protection des plaies de taille, injection, méthodes à efficacité partielle)

- Etudier l'impact technico-économique des maladies du bois et des méthodes de prophylaxie et de remplacement des ceps

L'objectif vise à mieux comprendre les facteurs et les processus en jeu dans le syndrome de l'Esca dans le but de définir des stratégies de lutte adéquates. L'ensemble de ces recherches devrait permettre à moyen ou long terme de définir des seuils et des facteurs de risque au vignbole et de proposer des règles de décision pour l'application de méthodes de lutte dans le respect des objectifs de production du viticulteur.

Les maladies du bois sont des phénomènes à étiologie complexe

Dans le cadre du développement de l'axe **épidémiologie**, nous avons engagé une étroite collaboration avec 3 chercheurs de l'UMR oenologie ampélologie INRA/Université Bordeaux II (Jean-Pierre Gaudillère, Jean-Pascal Goutouly et Anne Letouze).

En effet, les maaldies de dépérissements sont des phénomènes complexes pour lesquels il est nécessaire d'avoir une approche globale de la plante dans son environnement et d'étudier les différents facteurs biotiques et abiotiques.

Dans le domaine forestier, les dépérissements sont considérés comme des phénomènes à cause multiple, pour lesquels il est difficile de reproduire les symptômes. Manion (1981) définit le dépérissement forestier comme étant le résultats de différents types de facteurs agissant :

- facteurs de prédisposition : ex environnement, potentiel génétique, qualité du sol...

- facteurs d'incitation : sécheresse, chablis...

-facteurs contribuant : champignons pathogènes, Scolytes, virus...

Dans le cas des maladies de dépérissement de la vigne tout d'au moins pour l'Esca et le BDA, pour lesquels il est difficile de reproduire les symptômes foliaires par simple inoculation artificielle des champignons en cause, nous pouvons identifier quelques facteurs associés : le potentiel génétique et l'âge sont des facteurs de prédisposition, mais au niveau de l'environnement de la plante (contexte pédoclimatique, activité anthropique) existe-t-il d'autres facteurs de prédisposition actuellement non identifiés?

Des événements climatiques telle qu'une gelée ou une sécheresse peuvent-ils être des facteurs d'incitation pour l'Esca ou le Black Dead Arm? Nous savons par exemple qu'un été frais et humide favorise la forme lente alors que certaines conditions de stress hydrique sont plus favorables au déclenchement de la forme apoplectique de l'Esca.

Les premiers résultats de l'observatoire national sur les maladies du bois, coordonné par le Service de Protection des Végétaux mettent en évidence des différences d'expression foliaires en fonction des parcelles de même cépage, même âge dans un contexte pédoclimatique similaire. Surico *et al.* (2001) ont montré une répartition différentielle des ceps manifestant les symptômes au sein d'une même parcelle, pouvant être relié à la topographie du site.

En dehors de ces quelques résultats, aucune étude scientifique n'a été conduite dans le but d'analyser ces différences d'expression, et d'identifier des facteurs contribuant ou incitant.

Deux types de facteurs pouvant expliquer cette répartition différentielle sont à étudier :

- les risques de contamination lié à la disponibilité de l'onculum et aux facteurs favorisant (hôte et environnement) en relation avec l'expression des symptômes foliaires

- l'état physiologique de la plante avant et après infection en relation avec l'expression des symptômes foliaires

Epidémiologie des maladies du bois : approche multidisciplinaire

Dans le but de tester ces hypothèse, nous nous proposons dans un premier temps d'étudier l'expression foliaire des maladies Esca et BDA en relation avec les facteurs écophysiologiques et les pratiques culturales des viticulteurs.

Pour atteindre cet objectif, nous privilégions au départ l'observation de terrain par le biais d'enquêtes et dobservation à trois niveaux d'échelle différentes allant de la parcelle au cep :

- étude interparcellaire : l'objectif vise à comparer des parcelles présentant des niveaux différenciés de maladies dans un même contexte pédo-climatique d'un point de vue éco-physiologique (statut azoté, carboné, hydrique) environnemental et cultural afin d'identifier les paramètres pouvant être relié à un niveau d'expression des maaldies (surtout Esca et BDA). En 2004, 24 parcelles du bordelais ont été suivi dans 4 zones géographiques différentes.

- étude intraparcellaire : pour l'Esca et le BDA, l'objectif est d'anlayser la distribution spatio-temporelle exprimant les symptômes reliés aux données pédo-climatiques, et physiologiques (état hydrique, vigueur) des ceps sains à proximité. Grâce au réseau des 24 parcelles, le suivi pluriannuelle (5 ans) de 2000 ceps par parcelle, nous permettra d'acquérir de nombreuses données par rapport à l'évolution de la maladie et d'élaborern des hypothèses quant aux sources d'inoculum et aux voies de dissémination des champignons impliqués.

- étude au niveau du cep : en situation d'infection naturelle, il s'agit d'étudier les relations pouvant exister entre l'expression des symptômes foliaires (niveau de maaldie, fréquence d'expression pluriannuelle), la sévérité des nécroses internes et l'altération du système conducteur du bois pour l'Esca et le BDA.

La deuxième approche de ce programme d'épidémiologie consiste à mettre en place des **expérimentations** dans le but de vérifier l'implication de certains paramètres observés et de comprendre les processus en jeu.

Par exemple, à partir e contamination artificielle de boutures ou de plantes adultes, des essais seront conduits en conditions contrôlées dans le but de tester l'effet de différents ététas physiologiques sur l'expression de la maladie (nécrose interne, symptôme foliaire) pour l'Esca et le BDA. Cette étape requiert au préalable de maîtriser les inocultations artificielles avec les différents champignons impliqués, de choisir le matériel végétal adéquat et les conditions de culture (vignoble, semi-contrôlé ou contrôlées). Il est aussi indispensable de pouvoir vérifier la qualité sanitaire du témoin «sain» et de contrôler l'installation des champignons. Pour cela la mise au point d'outils moléculaires de détection tels que la PCR constitue une étape nécessaire.

Les **outils de la génétique moléculaire** seront aussi impliqués pour répondre à des questions d'ordre épidémiologique. En effet, l'analyse de la structure génétique des population sde champignons associés aux maaldies du bois peut nous renseigner sur les méthodes de dissémination des champignons, notamment pour tester l'hypothèse de la dissémination via le matériel (vigne mère, bois, plant, vignoble).

Ces travaux demandent la mise au point de marqueurs moléculaires (de type AFLP et/ou microsatellites), d'élaboerr un protocole d'échantillonnage adapté à la question posée et de vérifier au préalable l'existence d'une diversité génétique au sein des populations.

Les différents résulats provenant des données de terrain ou de l'expérimentation seront exploitées par le biais de **modèles mathématiques** dans le but de tester certaines hypothèses et peut être à moyen ou long terme d'élaborer un outil de gestion appliqué des maladies du bois au vignoble.

Ce programme débuté en 2004 met l'accent sur une vision globale du patho-système complexe des maladies du bois. Son approche pluri-disciplinaire implique de nombreuses collaborations entre pathologistes, agro-

nomes, physiologiste, généticiens des populations, mathématiciens...dans l'espoir d'élucider ce problème et d'apporter aux viticulteurs les réponses qu'ils attendent.

BIBLIOGRAPHIE

Larignon 2004 Réflexion sur l'esca.pp 28 -30 Phytoma N° 576

Larignon P & Dubos B. 1999 Preliminary studies on the biology of Phaeoacremonium. Phytopathologia Mediterranea 39 (1) pp 184-189.

Larignon P 2001. Le Black Dead Arm, maladie nouvelle à ne pas confondre avec l'Esca. Phytoma-538, 26-29

Manion 1981 Tree Disease Concepts. Prentice Hall,Englewood Cliffs, NJ 399 pp.

Mugnai L., A Graniti et G. Surico 1999. Esca (Black measles) and brown wood-streaking : two old and elusive diseases of grapevines. Plant Disease, 83, 288-301.
Surico et al. 2001

La recherche de molécules ambimobiles pour lutter contre les maladies du bois

Cyrille JOUSSE - Doctorant Université de Poitiers / C.N.R.S.

Cyril JOUSSE, Jean-François CHOLET et Jean-Louis BONNEMAIN, Laboratoire «Synthèse et Réactivité des Substances Naturelles», Unité Mixte de Recherche CNRS 6514, 40 avenue du Recteur Pineau, 86 022 POITIERS CEDEX, FRANCE. Laboratoire «Transport des Assimilats», Unité Mixte de Recherche CNRS 6161, 40 avenue du Recteur Pineau, 86022 POITIERS CEDEX, FRANCE.

Diverses maladies sont à l'heure actuelle relativement bien contrôlées. Ainsi, des fongicides modernes permettent de lutter contre le mildiou, l'oïdium ou encore le black rot de la vigne.En revanche, subsistent des maladies cryptogamiques du bois très insidieuses : l'eutypiose, l'esca et le black dead arm. Face à celles-ci, les viticulteurs sont démunis. Le seul produit efficace qui existait a été retiré du marché en raison de sa toxicité et de ses effets cancérigènes. Il n'existe donc plus à l'heure actuelle de méthodes curatives et dans chaque cas, la mort des ceps survient à plus ou moins long terme.

La difficulté de lutter contre les maladies du bois résulte de la localisation des champignons pathogènes à l'intérieur de la plante. Or, les fongicides classiques sont soit de contact, auquel cas, ils restent en surface des plantes traitées, soit systémiques ascendants, c'est à dire véhiculés avec la sève brute depuis les racines vers le feuillage.

C'est ce qui explique que le seul remède proposé jusqu'ici consiste en un badigeonnage des plaies de taille, ceci afin de constituer une barrière pour stopper l'envahissement par les spores de champignons pararsites. Ce mode d'application est malheureusement contraignant et coûteux en main d'oeuvre.

La stratégie que nous proposons est basée sur une approche fondamentale qui consite à mettre au point des fongicides systémiques phloémiens, c'est à dire qui puissent après pulvérisation foliaire être véhiculés avec la sève élaborée des plantes qui circule dans le phloème. De tels composés peuevtn aussi être ambimobiles, autrement dit passer du liber (ou phloème) vers le bois et ainsi atteindre les champignons parasites. Pour parvenir à cet objectif, nous avons utilisé une stratégie déjà exploitée dans le doomaine des herbicides. Certaines molécules acides (tel que le 2,4-D par exemple) pénètrent dans le phloème dans lequel elles circulent. Cette particularité est une conséquence des propriétés physico-chimiques de ces composés.

Parmi les molécules commerciales actives *in vitro* sur les champignons responsables des maladies du bois (esac, eutypiose), notre attention a été retenu par la famille des phénylpyrroles. Outre son activité intéressante, cette famille, et en particulier le fenpiclonil (figure I), offre en effet des possibilités pour effectuer les modifications de structure souhaitées. Nous avons donc ensuite transformé le fenpiclonil en lui greffant une fonction acide de manière à lui conférer les propriétés physico-chimiques escomptées. Soulignons dès à présent que la difficulté de cette approche consiste alors à conserver les propriétés fongicides : jusqu'alors toutes les tentatives pour rendre un fongicide phloème mobile s'étaient accompagnées de la perte du pouvoir antifongique de la molécule initiale. Des tests simples indiquent que les dérivés du fenpiclonil synthétisés sont phloème mobiles et que parmi la trentaine de dérivés synthétisés, une molécule conserve les propriétés antifongiques du fenpiclonil contre *Eutypa lata* qui est l'agent responsable de l'eutypiose et 'un des éléments du complexe de champignons responsables de l'esca.

Par ailleurs, nous avons identifié un fongicide qu inhibe totalement la croissance de l'un des trois champignons pionniers de l'esca à très faible dose. Ce produit n'est pas phloème mobile, mais il paraît possible de lui conférer cette propriété selon la même démarche que celle retenue pour le fenpiclonil. Naturellement, il s'agit là encore d'une tentative très spéculative et rien n'indique que l'on conservera cette fois-ci l'activité fongicide de la molécule initiale. Une réussite éventuelle soulèvera de nouveaux problèmes : toxicité des molécules transformées, période d'application des produits. C'est la raison pour laquelle, en parallèle nous nous intéressons aux activateurs des réactions de défense des plante, par exemple à l'acide salicylique et à ses analogues.

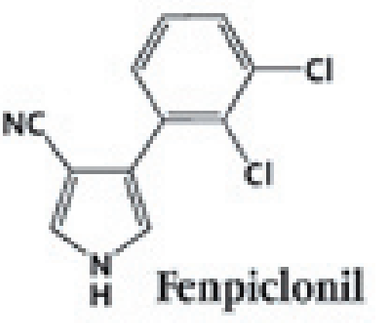
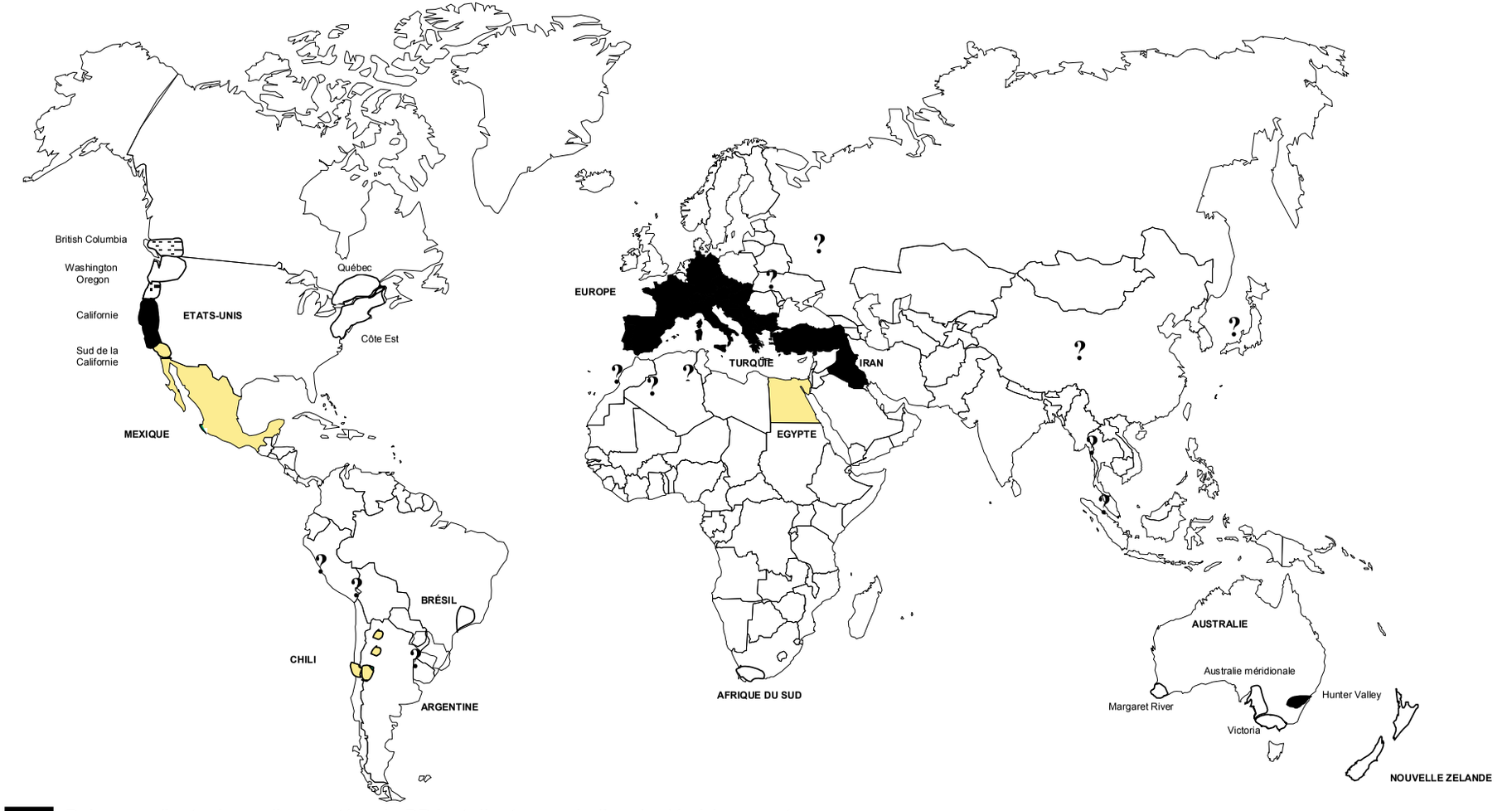


Figure I : molécule de Fenpiclonil

Les maladies du bois en Europe et dans le monde

LES MALADIES DU BOIS DANS LE MONDE



Présence d'eutypiose, d'esca et/ou de BDA et d'autres maladies de dépérissement

Présence d'eutypiose et d'autres maladies de dépérissement notamment liées à *Botryosphaeria*

Pas d'eutypiose (zone semi-désertique, précipitations inférieures à 300 mm / an) mais existence d'autres maladies de dépérissement

? Pas de données précises sur les maladies du bois dans ces pays

Etiologie et importance des maladies du bois en Espagne

Josep Armengol, Ana Giménez-Jaime, Antonio Vicent et José Garcia-Jiménez, Instituto Agroforestal Mediterráneo. Universidad Politécnica de Valencia / C.N.R.S.

La culture de la vigne possède une grande importance en Espagne puisque avec 1,17 millions d'hectares de vigne cultivés, le vignoble espagnol représente 30% du vignoble de l'Union Européenne. En ce qui concerne la production, l'Espagne se situe au 3ème rang mondial derrière l'Italie et la France (FAO, 2004).

On a pu observer ces dernières années une recrudescence des maladies du bois de la vigne d'origine fongique. Ces maladies sont rapidement devenues un facteur limitant pour la production et sont la cause de nombreuses préoccupations dans la filière vitivinicole espagnole.

La situation en Espagne se révèle être la même que celle décrite dans d'autres gros pays producteurs et nous a conduit à réaliser dans notre laboratoire (Grupo de Investigación en Hongos Fitopatógenos. Instituto Agroforestal Mediterráneo. Universidad Politécnica de Valencia) différentes études et enquêtes a fin de déterminer l'étiologie (étude de la cause des maladies) et l'importance de ces maladies. Le texte qui suit, présente un résumé des résultats obtenus.

Pendant la période 1995-2004, nous avons étudié un total de 418 échantillons de vigne présentant des symptômes, en provenance des principales zones de production de différentes Communautés Autonomes Espagnoles. Chacun de ces échantillons inclut un ou plusieurs plants, de cépages différents et à l'intérieur, des plants d'âge distinct, de 2-3 ans à plus de vingt ans.

Le tableau 1 représente les fréquences d'observation de chacun des champignons isolés sur l'ensemble des échantillons. *Phaeomoniella chlamydospora* (W. Gams, Crous, M.J. Wingf. Et L. Mugnai) Crous et Gams est l'espèce fongique la plus fréquemment observée puisqu'elle est présente dans 40,91 % des échantillons analysés. Le deuxième champignon le plus isolé fut *Cylindrocarpon* spp., avec 20,33%. *Phaeoacremonium aleophilum* W. Gams, Crous, M.J. Wingf. Et L. Mugnai fut observé dans 18.18% des échantillons. *Botryosphaerria obtusa* (Schwein.) et *Fusicoccum* spp. furent retrouvé respectivement dans 13.16% et 14.83% des échantillons analysés. Deux basidiomycètes furent également identifiés: *Fomitiporia puncatata* (Fr.) Murrill (dans 2.39% des échantillons) et *Stereum hirsutum* (Wild.) Fries (dans 0.48% des échantillons). Nous avons également pu isoler l'ascomycète *Eutypa lata* (Pers. :Fr.) Tul & C. Tul. qui fut détecté dans simplement 1.20% des échantillons analysés.

Champignons isolés	Fréquence	
	Nombre d'échantillons	% [a]
Phaeomoniella chlamydospora	171	40,91
Phaeoacremonium aleophilum	76	18,18
Cylindrocarpon spp.	85	20,33
Botryosphaeria obtusa	55	13,16
Fusicoccum spp.	62	14,83
Eutypa lata	5	1,20
Fomitiporia punctata	10	2,39
Stereum hirsutum	2	0,48

[a]Pourcentage calculé par rapport aux 418 échantillons analysés

Tableau 1 : Fréquence d'isolement des différentes espèces fongiques

Les résultats de cette étude n'ont pas permis d'établir une corrélation précise entre les symptômes observés et les champignons observés. En effet, dans de nombreux cas, un champignon peut être isolé sur des plants de vigne possédant des symptômes multiples et au contraire, un seul plant malade peut être infecté par différentes espèces fongiques.

Cependant, nous pouvons souligner que *B. obtusa et Fusicoccum* spp. furent isolés le plus souvent sur des échantillons qui présentaient des lésions nécrotiques importantes sur les rameaux et le bois du greffon. *E. lata* fut identifié également sur ce type de symptômes, même si sa fréquence, comme nous l'avons commenté précédemment est beaucoup plus basse que d'autres espèces fongiques.

Les basidiomycètes *F. punctata* et *S. hirsutum* furent retrouvés sur des échantillons qui présentaient des traces de pourriture spongieuse sur le vieux bois. *P. chalmydospora* et *P. aleophilum* étaient présents sur les plants de vignes possédant des lésions nécrotiques du xylème à la fois dans le porte-greffe et dans le greffon et furent retrouvés particulièrement sur les jeunes vignes, de 2 à 3 ans, souvent en association avec *Cylindrocarpon* spp.

En ce sens, il est important de signaler, qu'à l'heure actuelle, dans de nombreuses zones viticoles espagnoles nous assistons à une augmentation massive du dépérissement et de la mortalité des jeunes pieds âgés de 1 à 4 ans. Afin de réaliser une étude détaillée des plants de vigne qui présentaient cette symptomologie, nous avons réalisé une recherche exhaustive sur des parcelles infectées de la Communauté de Castilla La Mancha (voir localisation figure n°1) dans laquelle les dégâts sont

particulièrement importants.

Nous avons étudié des échantillons de jeune vigne sur 106 parcelles situées dans 4 provinces différentes (Tableau 2) : 69 échantillons en provenance de Ciudad Real, 20 de Cuenca, 11 de Tolède et 6 d'Albacete (voir figure n°2).

Dans seulement 25 échantillons (24% du total) (Tableau 2), nous n'avons pas détecté la présence d'espèces fongiques décrites comme pathogène, alors que dans les 81 échantillons restants (76%), il fut possible d'isoler quelqu'un des champignons suivants : *P. chlamydospora*, *P. aleophilum*, *B. obtusa*, *B. doth*idea, *Fusicoccum* spp. et *Cylindrocarpon* spp.

Figure I : Carte d'Espagne

Figure II : Carte des provinces de Castilla La Mancha

Provenance	Nombre d'échantillons analysés	+	-
Albacete	6	5	1
Cuenca	20	19	1
Ciudad Real	69	47	22
Toldeo	11	10	1
Total	106	81 (76 %)	25 (24%)

+ = nombre d'échantillons infectés

- = nombre d'échantillons où aucun champignon pathogène de la vigne n'a pu être détecté

Tableau n°2 : Provenance des échantillons

Champignon isolé	Partie du Plant				%[a]
	Porte-Greffe	Point de Greffe.	Greffon	TOTAL Echantillon	
Phaeomoniella chlamydospora	45	8	4	49	46,23
Phaeoacremonium. aleophilum	21	5	2	26	24,53
Fusicoccum sp.	11	7	2	15	14,15
Botryosphaeria obtusa	3	4	8	14	13,21
Cylindrocarpon sp.	14	0	0	14	13,21
Botryosphaeria dothidea	2	1	0	3	2,83

[a]pourcentage calculé sur la base des 101 échantillons analysés

Tableau n°3 : Nombre d'échantillons dans lesquels on pu être isolé chacun des champignons cités et leur distribution dans les différentes parties du cep: porte-greffe, point de greffe et greffon.

Le Tableau 3 présente le nombre d'échantillons dans lesquels nous avons pu isoler chacun des champignons.

D'autre part, nous avons différencié ces résultats en fonction de la zone où ont pu être isolé les champignons: porte-greffe, point de greffe et greffon. Dans certains cas, un même champignon peut être présent dans différentes parties du plant.

L'espèce la plus rencontrée fut *P. chlamydospora*, presente dans 49 échantillons (46.23% du total). Le plus souvent il fut trouvé sur le bois du porte-greffe (sur 45 échantillons). *P. aleophilum* fut isolé sur 26 échantillons (24.53% du total) et de la même manière préférentiellement sur le bois du porte-greffe sur 21 échantillons.

A des fréquences plus faibles, furent isolés *Fusicoccum* spp. (15 échantillons, 14,15%), *B. obtusa* (14 échantillons,13.21%),*Cylinfrocarpon* spp. (14 échantillons, 13,21%) et *B. dothidea* (3 échantillons, 2.83%). *Cylindrocarpon* spp. fut rencontré simplement sur les bois du porte-greffe, ce qui paraît assez logique puisqu'il s'agit d'un champignon du sol qui provoque la pourriture de la

zone basale et des racines des plants.

En ce qui concerne *B obtusa*, il se retrouve principalement dans le bois du greffon.

Ces résultats démontrent l'importance de *P. chlamydospora* et de *P. aleophilum*, agents responsables de la maladie dite de «Petri», provoquant le dépérissement et la mort de vignes jeunes dans les premières années de plantation. Les visites réalisées sur le terrain sur ces parcelles ont également permis de vérifer que dans certains cas, la mort des souches pouvait être favorisée par des méthodes de conduite inadaptées, des conditions du sol difficiles ou l'utilisation de plants de mauvaise qualité.

En ce sens, nous pensons que les méthodes de lutte prophyllactique doivent être adaptées en fonction de la situation, c'est à dire s'il s'agit de nouvelles plantations ou de parcelles déjà établies.

En ce qui concerne les nouvelles plantations, il apparaît comme fondamental d'utiliser du matériel végétal sain. Les greffés-soudés doivent posséder une grosseur suffisante, avec un cal bien cicatrisé à la base du porte-greffe montrant une distribution uniforme des racines. La plantation doit être réalisée correctement en essayant à ce que les racines restent en bas et qu'elles ne se replient pas vers le haut. Pendant les premières années après plantation, il est crucial d'éviter toute situation de stress pour la plante: des récoltes dès les premières années peuvent être préjudiciables.

En plus de cela, il est important de retarder le moment de la taille et si c'est possible de réaliser des traitements fongicides juste après, afin de perturber la pénétration des champignons par les plaies de taille. Cette application doit être réalisée surtout sur les grosses plaies de taille à l'aide d'un pinceau afin de recouvrir toute la surface. Lorsqu'au moment de la taille, on peut observer des traces de nécrose ou de pourriture, il est fondamental de continuer à tailler jusqu'à se que l'on rencontre des tissus sains. En aucun cas, les bois de taille ne doivent rester à même le sol ni être triturés ou enterrés mais doivent être ramassés et brûlés afin de réduire les éventuelles risques de contaminations.

En ce qui concerne les vignobles déjà établis, qu'une parcelle présente ou non des symptômes externes, il est important d'adopter des pratiques culturales qui empêchent ou du moins qui rendent difficiles la dispersion et le développement des différents champignons pathogènes: la taille doit être tardive, les coupes verticales, et les plaies de taille badigeonnées. Un traitement fongicide devrait être réalisé après la taille et si ce n'est pas possible, le minimum serait de désinfecter les sécateurs entre chaque cep. Sur les pieds adultes il est intéressant de tailler plus court en éliminant les tissus infectés jusqu'à ce que l'on arrive à des tissus sains et en brûlant les bois de taille.

En ce qui concerne la lutte chimique, elle était traditionnellement effectuée à l'aide d'arsénite de sodium mais son utilisation est interdite depuis juillet 2003. Les seuls matières actives autorisées concernent des traitements fongicides préventifs.

L'Esca en Suisse : situation en 2001 et évolution 2004

Olivier VIRET : R.A.C. Changins

O.Viret[1], B. Bloesch[1], A.-L. Fabre[1] et J. Taillens[1], W. Siegfried[2]
[1]Agroscope, Station fédérale de recherches agronomiques de Changins, CH-1260 Nyon
[2]Agroscope, station fédérale de recherches agronomiques de Wädenswil, CH-8820 Wädenswil

Introduction

Déjà décrite au temps des Grecs et des Romains, l'esca est une des plus anciennes maladies de la vigne. Malgré cela elle a été relativement peu étudiée et reste encore très mal connue. Ces dernières années, l'esca apparaît de façon régulière et semble prendre de l'importance dans nos vignobles.

Au niveau international, les maladies du bois sont présentes dans les principales régions viticoles. Il n'existe pas de moyens de lutte directe et elles sont irréversibles. Récemment de nombreux travaux relatifs à l'esca ont été réalisés en Europe. On distingue une forme foudroyante menant à l'apoplexie du cep et une forme de dépérissement lent s'exprimant par des symptômes foliaires. L'apoplexie se manifeste généralement au cours de l'été alors que les ceps ont débourré et se sont développés tout à fait normalement. Les plants atteints sèchent totalement en quelques jours ou semaines du bas vers le haut. Cette forme de dépérissement spectaculaire est la plus facilement identifiable. La forme lente de la maladie se manifeste essentiellement au niveau du feuillage qui sèche entre les nervures après s'être nettement décoloré. Les feuilles du bas des rameaux sont touchées en premier, puis l'ensemble du sarment.

Cette deuxième forme de l'esca fluctue d'une année à l'autre et ne mène qu'après plusieurs années à l'apoplexie du cep ou peut dans certains cas disparaître. Dans les deux cas, l'intérieur du cep est partiellement spongieux et contient la même flore fongique. En plus de *Fomitiporia punctata (syn. Phellinus punctatus)* et de *Stereum hirsutum*, deux nouvelles espèces fongiques ont été identifiées, il s'agit de *Phaeomoniella chlamydospora* et de *Phaeoacremonium aleophilum* (Crous and Gams, 2000; Larignon and Dubos, 1997; Mugnai et al., 1999, Fischer).

Plus récemment une nouvelle espèce de *Fomitiporia* a été identifiée par Fischer (2002) dans les souches atteintes d'esca en Allemagne et en Italie, il s'agit de *F. mediterranea*. La présence régulière d'*Eutypa lata* dans les ceps atteints d'Esca ne permet pas de séparer complètement l'esca de l'eutypiose. *P. chlamydospora* est le champignon les plus souvent isolé, alors que les genres *Phellinus* et *Stereum* préalablement identifiés ne sont qu'occasionnellement présents.

La biologie et l'épidémiologie des différents champignons liés à l'esca reste lacunaire et difficile à étudier. Il est toutefois certain que les infections ne sont possibles que par les plaies de taille ou autres blessures. Les symptômes sont ensuite la conséquence d'infections successives par différents champignons, parmi lesquels *P. chlamydospora* et *F. punctata (F. mediterranea)* semblent jouer un rôle déterminant.

Les travaux de Larignon et Dubos (2000), basés sur des infections artificielles de plaies de taille, la réisolation de rameaux infectés durant toute l'année à intervalles réguliers, ainsi que le suivi de la sporée aérienne ont mis en évidence que *P. aleophilum* ne sporule qu'en été et ne peut de ce fait pas infecter les plaies de taille. Cette espèce est d'ailleurs que discrètement isolée de souches atteintes d'esca. Par contre *P. chlamydospora* peut sporuler toute l'année et infecter directement les plaies de taille.

Plus la période de taille est précoce, plus la durée de réceptivité des plaies est longue. Il a pu ainsi être démontré que des vignes taillées en décembre et en janvier ont une successibilité de 8 à 12 semaines, alors que si la taille s'effectue à l'extrême en mars, cette période se réduit à deux semaines. Le processus infectieux peut prendre plus de dix ans, bien que récemment de jeunes vignes aient dépérit en Sicile en présence de *P. chlamydospora* (Sidoti et al., 2000).

Cette constatation laisse supposer que le champignon peut être transmis par les plants lors du greffage et rester ensuite latent dans les tissus ligneux jusqu'à l'apparition des premiers symptômes de dépérissement, peut-être dix à quinze ans après.

La lutte directe contre l'esca, pratiquée en France à l'aide d'arsénite de soude, est dès lors interdite pour des raisons de toxicité humaine et environnementale. En Suisse comme en Allemagne, l'arsénite de soude n'a jamais été homologué, en vente ou appliqué par les producteurs. Dans ces pays, l'application de mesures prophylactiques, a permis de limiter l'incidence de l'esca et de l'eutypiose. La période de taille joue un rôle important. Des travaux effectués sur l'abricotier ont mis en évidence que les arbres taillés en hiver sont jusqu'à dix fois plus atteints d'eutypiose que ceux taillés en phase végétative (Bolay et al., 1990).

La tendance actuelle étant de débuter la taille de la vigne toujours plus tôt, il est possible que ce facteur ait des incidences sur la recrudescence des maladies du bois. Les grosses plaies de taille devraient être évitées, ainsi que des tailles trop rasantes, rendues possible par l'utilisation des sécateurs pneumatiques ou électriques. Des mesures sanitaires comme l'élimination et la destruction par le feu des souches atteintes sont impératives. Le stockage des souches après l'arrachage ne peut se faire qu'en lieu sec et si possible à distance des parcelles de vigne, afin de limiter au maximum la dissémination d'éventuelles spores fongiques sur les parcelles encore saines.

L'esca et l'eutypiose apparaissent d'abord sur des plants isolés et

s'étend ensuite, pour former des foyers. Afin de limiter au maximum la transmission des pathogènes par le matériel de taille, il est conseillé de désinfecter le sécateur à l'alcool après avoir taillé un cep situé autour des foyers infectés.

Un autre moyen de lutte préventive consiste à désinfecter les plaies de taille avec un mastic cicatrisant contenant un fongicide comme le Ramag C (carbendazime + thirame) ou le Nectec (imazalil + azaconazol). Ces mesures ont surtout un effet à long terme, lié au processus d'infection très lent des champignons lignicoles.

Situation en Suisse romande en 2001

En Suisse romande, un relevé de la situation au niveau de l'esca a été réalisé dans le Bassin lémanique en 2001, dans le but de pouvoir apprécier l'importance de la maladie. 91 parcelles prises au hasard ont été parcourues en comptant 4 x 100 ceps et en dénombrant le nombre de plants apoplectiques, ceux présentant des symptômes foliaires et les ceps remplacés durant les deux années précédentes.

Les résultats préliminaires obtenus indiquent que l'esca est régulièrement présente dans les vignobles du Bassin lémanique dont le 70% des parcelles observées présentent des ceps apoplectiques. L'importance de la maladie dans les parcelles infectées varie entre 0.2 et plus de 10% de ceps apoplectiques (moyenne, 2.8%).

Lorsque l'on ajoute les ceps ne présentant que des symptômes foliaires, ce taux d'infection varie de 0.2 à plus de 16% (moyenne, 5.6%). En considérant que les ceps remplacés aient dépérit les années précédentes pour les mêmes causes, le taux de dépérissement cumulé sur plusieurs années peut alors dépasser les 30% (moyenne, 10.7%).

L'esca ne semble pas être un problème des jeunes vignes. Aucun cep apoplectique ou présentant des symptômes foliaires n'a pu être observé dans des jeunes parcelles âgées de deux à cinq ans. La majorité des parcelles observées étant plantées de Chasselas, il serait hasardeux de prétendre que ce cépage est particulièrement sensible à l'esca. Les parcelles de Pinot gris ou de Pinot noir rencontrées lors de ce relevé étaient toutefois nettement moins touchées que le Chasselas.

Cette constatation ressort également d'une étude similaire réalisée par la Station de Wädenswil qui indique que les vignobles de Suisse alémanique, majoritairement plantés de Pinot noir et de Riesling x Sylvaner sont peu concernés par l'esca alors que le vignoble de Chasselas du Lac de Bienne semble être dans une situation comparable à celle du Bassin lémanique. L'influence du climat et du sol joue certainement un rôle important et permet en partie d'expliquer ces différences.

Evolution en 2004

Actuellement une des plus grandes inquiétudes des viticulteurs au niveau des maladies fongiques est certainement l'esca. En France depuis le retrait de l'arsénite de sodium, d'ailleurs jamais homologué en Suisse, on n'hésite pas à parler d'une situation catastrophique.

Cette année, dans certaines régions du Bassin lémanique, le nombre de ceps apoplectiques frappe de par son ampleur. L'expression des symptômes foliaires ou les apoplexies observées ont certainement un lien avec l'important stress hydrique de l'été 2003 et du printemps 2004. Malgré la présence régulière de ceps atteints, la progression de la maladie est relative. Une centaine de parcelles de Suisse romande ont été choisies au hasard en 2001 pour y déterminer le taux de ceps atteints d'esca et d'eutypiose.

Ces mêmes parcelles ont été observées à nouveau cette année, afin de quantifier l'évolution de la maladie. Le résultat global montre que le nombre de parcelles présentant des symptômes est passé de 84 à 89%.

Par contre le taux de ceps atteints est pratiquement identique qu'en 2001, autant pour l'apoplexie, que pour les symptômes foliaires, la région de La Côte étant légèrement plus touchée que le Lavaux. En Valais (vallée du Rhône suisse) moins de 60% des parcelles présentent des symptômes.

Ces données reflètent une situation momentanée du vignoble et ne sont qu'indicatives, elles ne tiennent pas compte du taux de remplacement annuel plus difficile à établir.

Par contre il ressort clairement de ce travail que l'esca est importante dans les vignobles et qu'elle concerne pratiquement toutes les parcelles de plus de 15 ans. Un relevé mycologique plus précis de ceps atteints d'apoplexie a permis d'isoler plus de 60 champignons différents dans les ceps atteints, dont *Ph. aleophilum, P. chlamydospora, F. mediterranea,* les principaux agents de l'esca, mais également *Phomopsis viticola, Eutypa lata, Botryosphaeria obtusa* et un grand nombre d'autres champignons saprophytes ou endophytes de la vigne.

Le rôle de ces différentes espèces et leur détection fait l'objet d'un plus large projet de recherche sur l'esca conduit à Agroscope RAC-Changins en vue de déterminer plus précisément les sources d'infection par des méthodes moléculaires.

Des séquences moléculaires spécifiques aux 40 plus importantes espèces identifiées sont connues et devraient permettre de les détecter au vignoble avant l'apparition des premiers symptômes et dans le matériel de multiplication dans les champs de pied-mères et les pépinières. A ce niveau, un grand travail reste à réaliser afin de pouvoir à long terme certifier du matériel végétal exempt d'organismes fongiques latents, comme c'est déjà le cas pour les virus.

Des variantes de lutte directe ont été mises en place en 2004, impliquant des désinfections de plaies de taille et du sécateur, ainsi que des injections de fongicides dans les ceps. Les résultats de ces essais ne pourront être mis en valeur qu'après plusieurs années expérimentales.

Dans l'immédiat les mesures de lutte restent prophylactiques, allant de l'élimination des plantes atteintes à la désinfection des plaies de taille et du sécateur autour des foyers infectés, en passant par des tailles plus tardives.

L'efficacité de ces mesures est discutable, leur effet ne pouvant être mesuré qu'à long terme. L'importance de la maladie implique par contre une large mobilisation des moyens financiers afin de pouvoir identifier avec certitude les sources d'infection, particulièrement au niveau du matériel de multiplication. A cet effet, seul des contrôles moléculaires du matériel végétal pouvant contenir les organismes fongiques latents permettraient d'atteindre cet objectif.

Conclusions

L'esca est une maladie du bois qui doit être prise au sérieux. L'état de la situation dans le Bassin lémanique (Suisse) montre que la maladie est installée dans la majorité des parcelles avec plus ou moins d'importance.

L'esca est une maladie complexe impliquant plusieurs agents pathogènes et dont la séquence d'infection reste inconnue. L'esca semble surtout poser des problèmes dans les parcelles relativement âgées.

Les interactions complexes entre le climat, le sol, l'équilibre physiologique de la plante, le porte-greffe et le cépage rendent l'étude de l'esca particulièrement difficile et de nombreuses investigations seront nécessaires afin de mieux comprendre ce syndrome de dépérissement. Il est impératif de mieux connaître les sources d'infection et de transmission des différents agents pathogènes afin de pouvoir prendre des mesures sanitaires adéquates.

Une réintroduction de l'arsénite de soude serait une aberration, tant au niveau écologique, environnemental, pratique qu'en matière d'efficacité, puisque les pays ne l'ayant jamais appliqué sont touchés au même degré que les pays qui l'ont utilisé régulièrement.

Références

Bolay, A., Spring, J.-L., Monney, P. 1990. Influence de l'époque de la taille des abricotiers sur le développement de chancres. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 22(6): 371-376.

Crous, P.W., Gams, W. 2000. *Phaeomoniella chlamydospora* gen. Et comb. Nov., a causal organism of Petri grapevine decline and esca. *Phytopathol. Mediterr.* 39: 112-118.

Fischer, M. 2002. A new wood-decaying basidiomycete species associated with esca of grapevine: *Fomitiporia mediterranea* (Hymenochaetales). Mycological Progress 1(3): 315-324.

Larignon, P., Dubos, B. 2000. Preliminary studies on the biology of *Phaeoacremonium*. *Phytopathol. Mediterr.* 39: 184-189.

Larignon, P., Dubos, B. 1997. Fungi associated with esca disease in grapevine. *Eu. J. Plant Pathol.* 103: 147-157.

Mugnai, L., Graniti, A., Surico, G. 1999. Esca (black measles) and brown Wood-streaking: two old and elusive diseases of grapevines. *Plant disease* 83(5): 404-418.

Sidoti, A., Buonocore, E., Serges, T., Mugnai, L. 2000. Decline of young grapevines associated with *Phaeoacremonium chlamydosporum* in Sicily (Italy). *Phytopathol. Mediterr.* 39: 87-91.

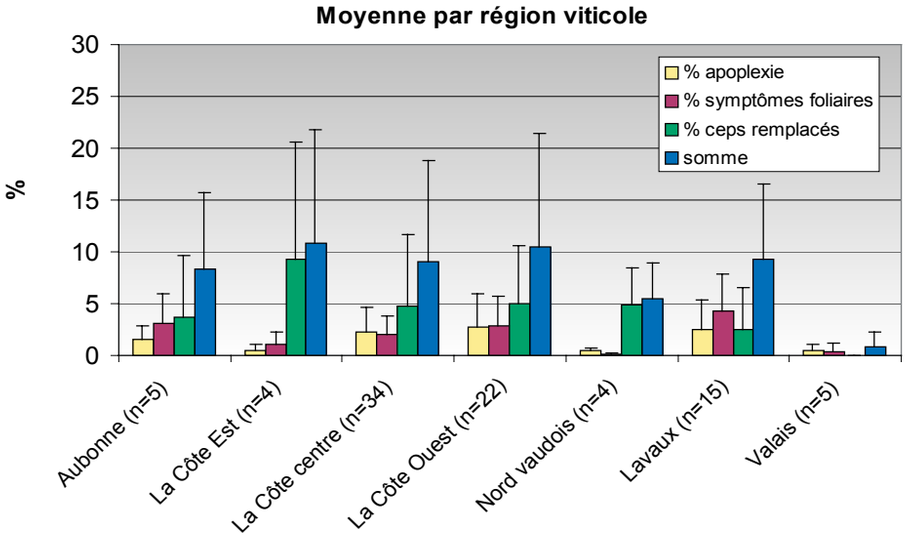


Figure 1. Relevé de septembre 2001.
% de plants atteints d'apoplexie, présentant des symptômes foliaires ou remplacés dans les différentes régions viticoles en observant 4x100 ceps par parcelle (valeurs moyennes par région et écart-types, n=nombre de parcelles observées par région).

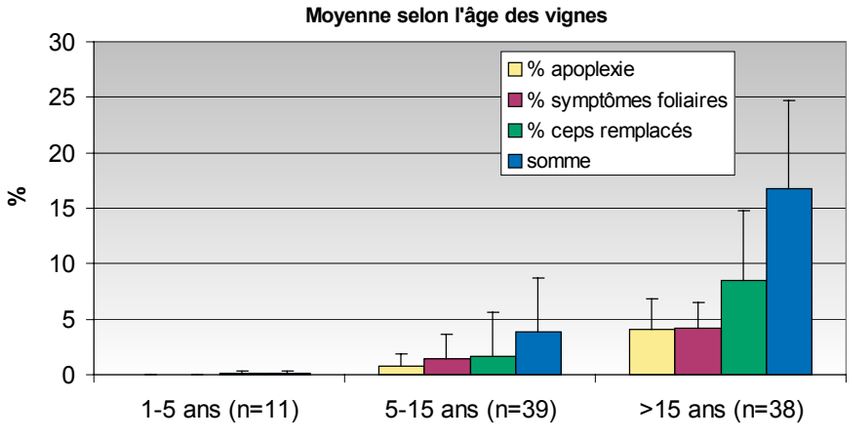


Figure 2. Relevé de septembre 2001.
% de plants atteints d'apoplexie, présentant des symptômes foliaires ou remplacés en fonction de l'âge des vignes, en observant 4x100 ceps par parcelle (valeurs moyennes par catégorie et écart-types, n=nombre de parcelles observées par catégorie d'âge).