



(ph. Kobes)

# observer

## Vigne, maladies du bois, des facteurs-clés

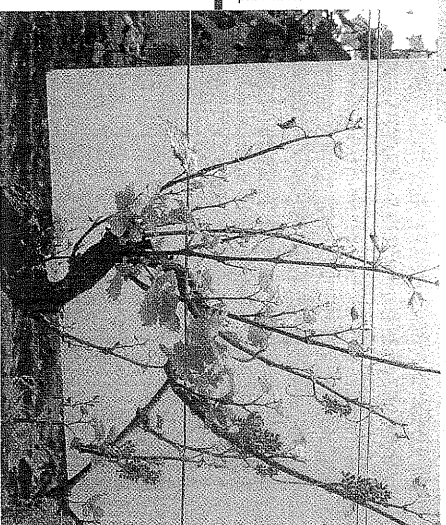
Premiers résultats de l'analyse statistique des données de l'Observatoire national

Nathalie Kobes\*, Lionel Fussler\*\*, Mael Pleyner\*\*, Serge Savary\*\*\*, Frédéric Bertrand\*\*\*\* et Myriam Maumy\*\*\*\*\*

Les maladies du bois de la vigne, (eutyptiose, esca et BDA), constituent actuellement une grave préoccupation en matière de protection du vignoble. Cela tient notamment à la très forte mortalité associée généralement à ces maladies, aux progrès encore limités en matière d'étiologie et au manque d'outils disponibles pour les maîtriser depuis l'interdiction de l'arsénite de soude. Ainsi, dans le cadre de l'Observatoire des maladies du bois mis en place en 2003, on a non seulement surveillé les vignes pour mesurer l'évolution des maladies, mais encore fait des analyses statistiques pour comprendre les facteurs de cette évolution. Voici les premiers résultats. Ils mettent en avant l'âge des vignes et leur cépage. Et ce n'est qu'un début...

Cep atteint d'eutyptiose. Cette maladie du bois est suivie dans le cadre de l'Observatoire national.

ph. Kobes



Puisque, depuis l'interdiction de l'arsénite de soude en 2001, on ne peut plus traiter les vignes avec ce produit, on cherche à trouver d'autres moyens de lutte contre les maladies du bois de la vigne. Ainsi, dans le cadre de l'Observatoire des maladies du bois (v. encadré ci-dessous), des analyses statistiques ont été menées sur les parcelles suivies pour tenter de trouver quels facteurs favoriseraient ces maladies. Ceci dans l'espoir de mieux jouer sur eux à l'avenir.

### Méthodes d'analyse

L'unité statistique considérée dans l'ensemble des analyses réalisées est la parcelle, avec ses caractéristiques agronomiques propres et les

#### L'Observatoire des maladies du bois de la vigne

suite à l'interdiction de l'emploi l'arsénite de soude en 2001, un Observatoire national des maladies du bois de la vigne a été établi en 2003 par un groupe de travail national sous l'égide de l'ONIVINS.

Le dispositif, pluriannuel, couvre plus de 700 parcelles de 29 cépages sur l'ensemble du vignoble français. Il est coordonné dans les différentes régions par les DRAF-SRPV, et les partenaires techniques locaux (FREEDON, Chambres d'agriculture, stations ITV, coopératives, Comité Interprofessionnels) réalisent les observations. L'Observatoire national des maladies du bois constitue ainsi un dispositif unique de par sa taille et le nombre de structures impliquées.

• **Les variables « à expliquer »** (dont on veut décrire les variations), sont constituées par les niveaux d'eutyptiose, d'esca/BDA et de mortalité observés. Ces niveaux sont exprimés en termes d'incidences, c'est-à-dire en pourcentage de la population totale observée.

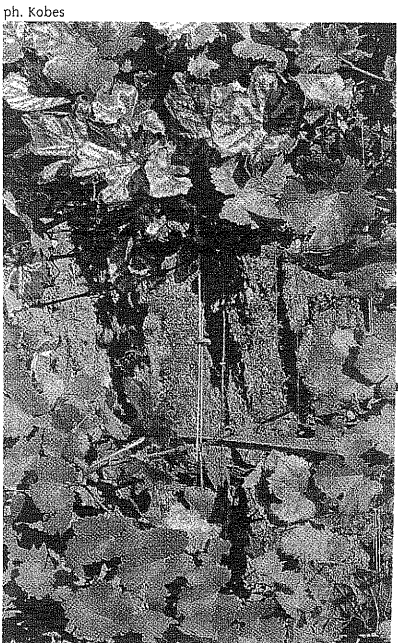
Son premier objectif est d'établir un état des lieux de la situation des maladies du bois de la vigne : eutyptiose, esca et black dead arm (BDA), afin de répondre objectivement à la question de leur progression éventuelle dans le vignoble français. Sur ce point, un premier bilan tiré des trois premières années d'observations a été réalisé (1). La poursuite du dispositif jusqu'en 2008 permettra de préciser les évolutions et de conforter les hypothèses. Le second objectif de cet observatoire est de préciser les facteurs parcelaires associés à ces maladies. Un ensemble d'analyses statistiques a donc été entrepris en 2006 à l'issue des trois premières années d'enquête. Ce travail a été réalisé par la DRAF-SRPV Alsace en collaboration avec l'Université Louis-Pasteur de Strasbourg et l'INRA de Bordeaux (2). Cet article porte sur ce second point.

\* Lors de la rédaction de l'article, Rapporteur Maladies du bois de la vigne, basée au DRAF-SRPV Alsace.

\*\* DRAF-SRPV Alsace, 14, rue du Maréchal-Juin, 67084 Strasbourg cedex.

\*\*\* UMR Santé Végétale, ISV, IFR103, Centre INRA de Bordeaux, BP 61, 33883 Villenave-d'Ornon Cedex.

\*\*\*\* IRMA, Université Louis-Pasteur, 7, rue René-Descartes, 67084 Strasbourg Cedex.



Ecsa et BDA. Ces deux pathologies sont difficiles à différencier sur le terrain et leurs symptômes semblent souvent liés. Aussi on a préféré les analyser comme une seule entité (voir notamment le tableau 1).

Le BDA et l'escs sont traités comme une seule entité vu les liens entre les symptômes associés à ces dénominations (3) d'une part, et la difficulté à les distinguer au vignoble d'autre part. La mortalité des plants est estimée en cumulant pour chaque parcelle les ceps morts, manquants et les jeunes complants. Les données utilisées ont été collectées au cours des années 2001, 2004 et 2005.

• **Les Variables « explicatives »** (susceptibles de décrire les variations de celles « à expliquer »), sont tropres aux parcelles suivies : âge de la vigne, vignueur, historique d'application de l'arsénite de soude, prophylaxie, etc. Les données ont été recueillies par enquête auprès des viticulteurs.

Un premier tri des variables a été réalisé grâce à des analyses de deux à deux entre variables « explicative » et « à expliquer », à l'aide de tests paramétriques et non paramétriques (chi-deux d'indépendance, exacts de Fisher, régression, et Kruskal-Wallis). Ces tests per-

mettent de déterminer les variables associées aux variables à expliquer et de déceler de premières tendances.

Des analyses multivariées ont été ensuite conduites pour étudier les liaisons entre les différentes variables. Pour des raisons liées au

Tableau 1 - Variables utilisées pour les analyses multivariées.			
Variable	Catégories	Limites choisies pour le codage des variables en catégories	Unité
<b>Variables à expliquer</b>			
<i>Maladies et mortalité</i>			
Incidence de l'eutypiose	Euty0 ; Euty1 ; Euty2	Euty0 : Euty = 0 ; Euty1 : 0 < Euty ≤ 2 ; Euty2 : Euty > 2	%
Incidence de l'escal/BDA	Escal0 ; Escal1 ; Escal2	Escal0 : Escal = 0 ; Escal1 : 0 < Escal ≤ 3 ; Escal2 : Escal > 3	%
Incidence de la mortalité	Mort0 ; Mort1 ; Mort2	Mort0 : 0 ≤ Mort < 3; Mort1 : 3 ≤ Mort < 10; Mort2 : Mort ≥ 10	%
<b>Variables explicatives</b>			
Âge de la vigne	age0 ; age1 ; age2 ; age3	age0 : 0 ≤ age < 15; age1 : 15 ≤ age < 25; age2 : 25 ≤ age < 40; age3 : age ≥ 40	années
Complémentaires			
Nombre de traitements à l'arsénite de soude	ars0 ; arsr1 ; arsr2 ; arsr3	ars0 : 0 traitement; arsr1 : 1 traitement; arsr2 : 2 traitements; arsr3 : 3 traitements	aucune
Région	ALS ; AQT ; BIL ; BRG ; CEN ; DIO ; JUR ; LRO ; PAC ; PCH ; PDL	ALS : Alsace ; AQT : Aquitaine ; BIL : Beaujolais ; BRG : Bourgogne ; CEN : Centre ; DIO : Dilois ; JUR : Jura ; LRO : Languedoc-Roussillon ; PAC : PACA ; PCH : Poitou-Charentes ; PDL : Pays de Loire	aucune
Porte-greffe	101-14 ; 161-49 ; 3309C ; 41B ; Rhio ; SO4	Porte-greffes correspondant aux catégories	aucune
Prétraitage	preto ; preti	preto : pas de prétraitage ; preti : oui, prétraitage	aucune
Devenir des sarments	broyage ; brûlage ; enlevement	Devenirs des sarments correspondant aux catégories	aucune
Type de taille	cordon de royat ; gobelet ; guyot	Types de taille correspondant aux catégories	aucune
Enlèvement des bois morts	bmo ; bmi	bmo : oui ; bmi : non	aucune
Dates de taille	tailleo ; taillet	tailleo : taille précoce (début de taille en oct., nov., déc., janv.) ; taillet : taille tardive (fin de taille en février, mars, avril)	aucune
Vignueur	vigo ; vigi ; vigz	vigo : vignueur faible ; vigi : vignueur moyenne ; vigz : vignueur forte	aucune
Persistance de plantation	dens0 ; dens1 ; dens2	dens0 : 0 ≤ dens < 4000 ; dens1 : 4000 ≤ dens < 6000 ; dens2 : dens ≥ 6000	nbre de plants/ha

## Influence de l'âge et du cépage

Les tests préliminaires ont permis de mettre en évidence les relations entre plusieurs variables explicatives et les incidences des maladies ou la mortalité des plants (2). Deux variables apparaissent comme prépondérantes : le cépage et l'âge de la vigne (6).

### Influence du cépage

Des classes de vulnérabilité à l'eutypiose et à l'escal/BDA ont été réalisées en combinant l'ensemble des données obtenues au cours des années 2003 à 2005 (Tableaux 2 et 3).

Ces classes sont fondées sur le test de Kruskal-Wallis : elles pourront être affinées en intégrant des données supplémentaires. La classification est donc provisoire.

### Influence de l'âge de la vigne

L'influence de l'âge de la vigne sur l'incidence observée d'escal/BDA a été étudiée à l'aide d'une régression linéaire. La figure 1 illustre les résultats obtenus à partir de l'analyse de 752 parcelles regroupées par classe d'âge annuelle.

Les variations d'incidence de la maladie peuvent être décomposées en deux phases selon l'âge du peuplement de vigne. De 0 à 18 ans, on observe une augmentation linéaire (coefficient de détermination de 0,86) pour atteindre plus de 6,5 %. Entre 16 et 40 ans, l'incidence de l'escal/BDA diminue de manière linéaire (coefficient de détermination 0,73).

Tableau 2 - Classes de vulnérabilité des cépages de vigne à l'eutypiose.				
Peu vulnérables	Vulnérables	Très vulnérables	Extrêmement vulnérable	
Melon Savagnin Riesling Gewurztraminer Poulsard Trousseau Carignan Merlot	Muscats Petits Grains* Pinot Noir Grenache Chardonnay* Cinsault Pinot Auxerrois Syrah	Gamay Cabernet Sauvignon* Chenin Sauvignon*	Ugni Blanc	
Moyenne	0,27 %	1,29 %	3,56 %	20,20 %
Médiane	0 %	0,49 %	2,17 %	17,19 %

\* Cépage constitué par un regroupement de plusieurs vignobles.

Tableau 3 - Classes de vulnérabilité des cépages de vigne à l'esca/BDA.				
Peu vulnérables	Vulnérables	Très vulnérables		
Pinot Noir Syrah Grenache Merlot Carignan Muscats Petits Grains*	Chardonnay* Pinot Auxerrois Melon Gamay	Chenin Cinsault Riesling Sauvignon* poulsard Ugni Blanc Gewurztraminer Trousseau Sauvignon* Savagnin		
Moyenne	0,91 %	2,57 %	4,53 %	
Médiane	0,31 %	1 %	2,66 %	

\* Cépage constitué par un regroupement de plusieurs vignobles.

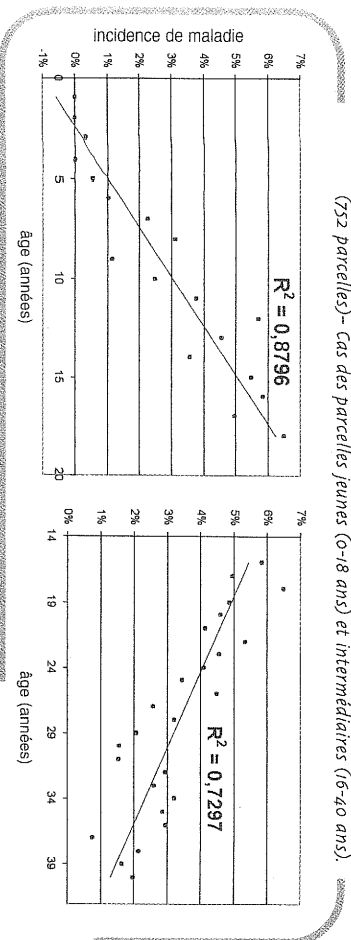


Figure 1 - Évolution de l'incidence de l'esca/BDA en fonction de l'âge pour 10 cépages (752 parcelles) - Cas des parcelles jeunes (0-18 ans) et intermédiaires (16-40 ans).

Ce test a été répété sur différents échantillons tirés du jeu de données de base des trois années d'études (7). Les conclusions sont similaires quel que soit l'échantillon étudié :

- l'incidence maximale d'esca/BDA (pourcentage de plants apparemment atteints) se situe entre 12 et 18 ans, avec une augmentation régulière jusqu'à ce maximum,
- l'incidence d'esca/BDA diminue ensuite régulièrement jusqu'à 40 ans. Au delà, les effectifs sont trop faibles pour pouvoir conclure de manière fiable.

L'âge de la vigne a donc un impact important sur l'incidence de l'esca et du BDA puisque les parcelles jeunes sont plus touchées que les plus âgées. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer cela, entre autres une modification de certaines pratiques culturales il y a une vingtaine d'années ou un âge particulière-ment sensible de la vigne.

## Relation complexe entre maladies, âge et mortalité

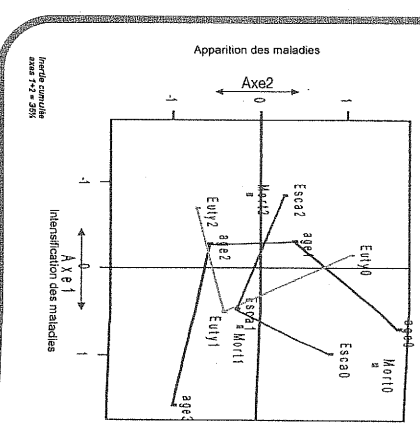
Afin de caractériser les associations entre les deux maladies et la mortalité des plants, une ACM (analyse factorielle des correspondances multiples) a été réalisée impliquant uniquement ces variables (euty, esca et mort) :

Tableau 1) ainsi que l'âge de la vigne (âge). Cette quatrième variable a été incluse au vu des résultats des tests préliminaires.

Les deux premiers axes de l'analyse (Figure 2) permettent de caractériser l'évolution de l'incidence de l'esca/BDA et de l'eutypiose.

L'axe 2 décrit l'apparition des maladies (passage d'Euty0 à Euty1 et d'Esca0 à Esca1) et l'axe 1, leur intensification (Euty1 vers Euty2, Esca1 vers Esca2).

Figure 2 - Analyse factorielle des correspondances multiples des relations entre la mortalité des plants, l'âge des parcelles et les niveaux des maladies.



Il apparaît une relation complexe entre les deux pathologies. Elle semble pouvoir être décomposée en deux parties : d'abord une phase d'apparition (axe 2), puis une phase d'intensification où les deux pathologies semblent diverger (axe 1). L'observation des axes 3 et 4 (non indiqués ici) corrobore ces tendances (2).

Les variations d'incidences des maladies sont également associées à celle de la mortalité des plants. Le taux de mortalité augmente avec les incidences des maladies. En particulier les niveaux de mortalité importante (Mort2) sont associés aux incidences élevées des deux maladies (Euty2 et Esca2), la classe de mortalité maximale (Mort2) étant projetée à mi-chemin entre la classe d'incidence la plus élevée d'eutypiose et d'esca/BDA.

Enfin, les variations d'incidence des deux maladies, et à un degré moindre la mortalité des plants, semblent associées à l'âge de la vigne. Comme l'indiquent nos tests préliminaires, les parcelles les plus atteintes par l'esca/BDA (Esca2) appartiennent à la classe d'âge 15-25 ans (age1), et celles les plus touchées par l'eutypiose sont plus âgées (age2 = 25-40 ans).

Également, les parcelles jeunes (age0) correspondent à un taux de mortalité faible (Mort0) et à des incidences faibles d'esca/BDA (Esca0). En revanche, les parcelles âgées (age3, plus de 40 ans) ne semblent pas associées avec le niveau de mortalité, qu'il soit élevé ou faible.

## Relations entre ces variables et les autres

L'ACM décrite ci-avant a servi de cadre général pour analyser les liens éventuels entre les quatre variables (Euty, Esca, Mort, Age) et d'autres variables. Ces variables supplémentaires ont été projetées une à une sur le système d'axes généré par l'ACM.





ph. Kobes

Symptôme et BDA sur feuille de vigne. Les analyses statistiques rapportées ici confirment l'importance du cépage et de l'âge de vignes dans l'expression des maladies du bois.

Par exemple, aucune information n'est disponible sur l'antériorité de la mise en œuvre de ces mesures prophylactiques.

## Conclusion et perspectives

Nos résultats permettent de mettre en évidence des associations entre les évolutions des deux maladies ainsi qu'une association forte entre les deux pathologies et la mortalité des plants. Ils soulignent l'importance des caractéristiques propres des parcelles (âge et cépage), sur lesquelles le viticulteur a peu de prise (contrainte de production liée aux AOC).

En revanche, la prise en compte de ces éléments pourrait permettre le cas échéant de cibler la mise en œuvre de mesures prophylactiques adaptées sur des parcelles jugées à risque (lors de l'installation de la vigne, parcelles jeunes, cépages vulnérables).

Ce travail ne met hélas pas en évidence à ce stade d'effets significatifs des mesures prophylactiques sur les incidences ni la mortalité. Toutes les mesures prophylactiques n'ont cependant pas été impliquées dans les analyses présentées ici, comme la date de taille. Par ailleurs, l'effet de chaque méthode est *a priori* modeste. Elles peuvent éventuellement être combinées (ici, les mesures n'ont été étudiées que séparément), ou cumulatives au cours du temps (nos observations ne concernent que trois années successives).

Enfin, l'analyse des données doit apporter une meilleure connaissance des contextes où ces maladies sont particulièrement aiguës (ou au contraire relativement bénignes) : ce type d'information est à même de nourrir en hypothèses les recherches actuelles sur l'étiologie de l'esca, en particulier.

Des perspectives d'études complémentaires sont à envisager au vu de ces premiers résultats.

- Étudier spécifiquement certains cépages afin d'éclairer l'effet probablement prépondérant de la variable cépage, et pouvoir ainsi mieux analyser d'autres variables susceptibles d'influer sur l'évolution des maladies et leurs effets sur la mortalité des plants.

- Collecter des informations complémentaires : en effet, certains variables n'ont pas pu être

## Bibliographie

- (1) Kobes N., Grosman J. et Decoin M., 2006 - Maladies du bois de la vigne. Trois ans de résultats de l'Observatoire national. Phytoma-LDV n°389 de janvier 2006.
- (2) Fussler L., « Analyse statistique de données de l'observatoire national des maladies du bois », mémoire de Master II de mathématique spécialité Statistiques Appliquées. Université Louis-Pasteur, Strasbourg, 157 p.
- (3) Lecomte P., Leyo M., Louvet G., Cortot-Costet M.F., Gaudillère J.-P., Blancard D., 2005 - Le Black Dead Arm, genèse des symptômes : observations au vignoble en Bordelais et réflexion en lien avec l'esca. Phytoma-LDV n°387 : 29-37).
- (4) Note de service 2006 - DGAL/SDQPV/N2006-8108 du 2 mai 2006 "Observatoire national des maladies du bois de la vigne - Année 2006".
- (5) Ecoffier B., Pages J., 1998 - Analyse factorielles simples et multiples : Objectifs, méthodes et interprétation. Éditeur : Dunod, 3<sup>e</sup> édition, 8 octobre 1998.
- (6) Anthony C., 2003 - Statistical Models de Dawson, Éditeur : Cambridge University Press, 4 août 2003.
- (7) Les populations étudiées sont les suivantes : ensemble des cépages, cépages répartis de manière homogène (test de chi-deux) sur les classes d'âge [10,2], [12,20] et [30,40], cépages répartis de manière homogène (test de chi-deux) sur les classes d'âge 01,0], [10,20] et [30,40], tests individuels de certains cépages.
- (8) Guilbaud P., Lecomte P., Louvet G., 2005 - Le compostage des sarmets - Une nouvelle mesure prophylactique pour lutter contre les maladies du bois: Union Girondine 1017, 30-33.
- (9) Lecomte P., Louvet G., Vacher B., Guilbaud P., 2006 - Dépeçages de la vigne et prophylaxie. L'épandage du compost de bois de taille fait couvrir peu de risques de réintroduction du vignoble des parasites lignicoles. Phytoma-LDV n°392: 18-22.
- (10) Lecomte P., Louvet G., Vacher B., Guilbaud P., 2006 - Survival of fungi associated with grapevine wood declines in pruned wood after composting. Phytopathologia Mediterranea 45: 5127-5130.

retenues dans l'analyse à cause de la grande hétérogénéité des réponses proposées (type de sol), de la subjectivité des réponses associées à ces variables (vigneur) ou encore de leur imprécision (mesures prophylactiques).

Une réflexion sera menée dans le cadre du groupe de travail national sur les maladies du bois de la vigne afin d'élaborer un questionnaire d'enquête complémentaire à intégrer aux données acquises dans le cadre de l'Ob-

## Résumé

L'objectif de cette étude qui porte sur les données issues de l'observatoire des maladies du bois de la vigne est de préciser à l'aide d'une étude statistique les facteurs associés à l'expression des maladies du bois de la vigne (Eutypiose, Esca, Black Dead Arm). Elle a été réalisée à partir des données collectées au cours des années 2003, 2004 et 2005.

Parmi les différentes variables recueillies dans le cadre de cette enquête, deux d'entre elles semblent avoir un impact prépondérant sur l'incidence de l'Eutypiose et de l'Esca/BDA : le cépage et l'âge de la vigne. Des relations complexes entre les maladies, la mortalité de la vigne et son âge ont pu être caractérisées à l'aide d'une analyse des correspondances multiples. Des analyses complémentaires montrent également un effet vraisemblable de l'arsénite de soude sur l'intensification de l'Esca/BDA, mais n'établissent aucune relation statistiquement fiable entre le nombre de traitements à l'arsénite et la mortalité des plants. Cette étude devrait

servatoire national des maladies du bois pour le proposer ensuite aux viticulteurs.

Enfin, les résultats des observations complémentaires menées de 2006 à 2008 devraient permettre d'étoffer les données disponibles et de mener de nouvelles analyses, en y intégrant notamment un aspect chronologique à même de prédire les évolutions, et de détecter des effets faibles comme ceux qui pourraient être associés aux mesures prophylactiques.

être poursuivie en intégrant les résultats des observations complémentaires menées de 2006 à 2008 dans le cadre de l'Observatoire des maladies du bois.

**Mots-clés :** vigne, maladies du bois, eutypiose, esca, black dead arm, observatoire.

## Summary

NATIONAL GRAPEVINE  
WOOD DISEASE SURVEY IN FRANCE

Several statistical approaches were used to analyse data collected during 2003, 2004, and 2005 by the National Grapevine Wood Disease Survey in France, with the aim of identifying factors associated with these diseases: Eutypa dieback, Esca, and black dead arm (BDA).

Among the range of variables considered, the grapevine cultivar and grapevine age appear to have very large effects on these diseases. Complex relationships are detected among wood diseases, grapevine mortality, and age. Additional analyses indicate a likely effect of the (now banned) arsenite treatments on Esca-BDA symptom intensification. However, no significant relationship was detected between such treatments and grapevine mortality. This study will be pursued, and include additional data from 2006 till 2008.