

Le Black Dead Arm, genèse des symptômes

Observations au vignoble en Bordelais et réflexions en lien avec l'esca

Pascal Lecomte^{*} et Jean-Pierre Lecomte^{**}

À quoi donc est dû le black dead arm ? Ce syndrome de dépérissement de la vigne est associé à la présence de champignons du genre *Botryosphaeria*, mais sont-ils réellement responsables ? Ce syndrome, souvent rencontré dans des vignobles sujets par ailleurs à l'esca, en est-il indépendant, formant une maladie distincte, ou bien y a-t-il des liens entre eux ? Et y a-t-il des facteurs favorisant l'un et/ou l'autre ? Une étude menée dans le Bordelais en 2004 aborde ces deux questions. Voyons ici le pourquoi de cette étude, la façon dont elle a été menée (des feuilles examinées sous toutes leurs coutures, pardon ! nervures, aux ceps découpés dans le sens de la longueur), et surtout quels en sont les résultats.

ph. M. Leyo

Nécrose brunâtre longitudinale caractéristique du symptôme de black dead arm dans les tissus externes du bois de vigne.

Le black dead arm (BDA) est un syndrome de dépérissement de la vigne, récemment décrit en France (Larignon et Dubos, 2001). Au niveau du bois, ce dépérissement est caractérisé par la présence, sous l'écorce des bras ou des troncs, d'une nécrose brune longitudinale, large parfois de plusieurs centimètres, partant le plus souvent d'un rameau exprimant les symptômes foliaires caractéristiques et pouvant aller jusqu'au point de greffe (ph. 1).

ph. P. Lecomte

Évolution sur la même feuille d'un symptôme de black dead arm (2a) vers un symptôme d'esca (2b). C'est une feuille de Cabernet Sauvignon photographiée en juillet puis en septembre 2004.

ph. P. Lecomte

La formation de cette bande brune est généralement associée au développement de champignons appartenant au genre *Botryosphaeria* (Lehoczky, 1974 ; Larignon et Dubos, 2001).

Depuis le retrait de l'arsénite de sodium, un observatoire national a été mis en place pour suivre l'évolution des maladies de dépérissement dans les principaux vignobles français (Herlemont, 2003). Les notations effectuées dans ce cadre au cours des étés 2002 à 2004, ainsi que d'autres observations dans le vignoble français ont montré :

- qu'il était très souvent difficile de distinguer les symptômes foliaires du black dead arm de ceux de l'esca ; nombreux sont d'ailleurs les observateurs de terrain qui ne distinguent plus aujourd'hui les deux syndromes dans leurs notations estivales,
- que de nombreux ceps pouvaient exprimer simultanément ou successivement les deux types de symptômes foliaires.

Une évolution du symptôme foliaire « BDA » vers un symptôme « Esca » comme le montrent précisément les photos 2a et 2b ainsi que la

^{*} UMR en Santé Végétale n° 1065 (INRA-ENITAB), Centre de Recherches de Bordeaux, Avenue E. Bourleaux, BP 8, 33883 Villenave-d'Ornon cedex.

^{**} UMR Œnologie Ampélogie n° 1219 (INRA U-BX2), Centre de recherches de Bordeaux (même adresse). NDLR. Une précédente version de cet article a été publiée dans le « Progrès agricole et viticole ».

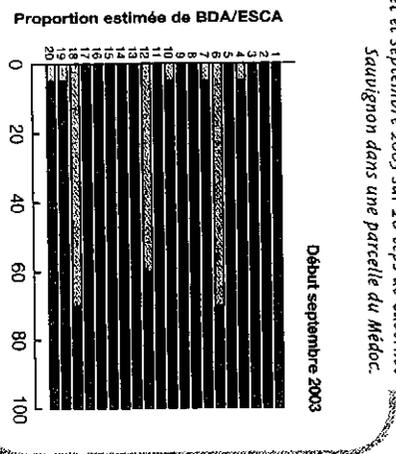
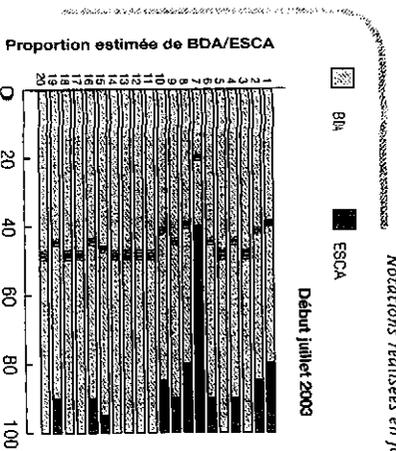


Figure 1 - Exemple d'évolution de symptômes foliaires de black dead arm vers des symptômes d'esca. Notations réalisées en juillet et septembre 2003 sur 20 cepes de Cabernet Sauvignon dans une parcelle du Médoc.

figure 1. Ça va déjà être constatée en particulier lors de notations espacées de quelques semaines sur les mêmes cepes d'un même vignoble.

La nature de ces symptômes foliaires (flétrissement, dessèchement, anomalies de couleurs), leur cohabitation ou l'évolution de l'un vers l'autre sont assez surprenantes. Cette situation confuse nous a naturellement incités à chercher à mieux comprendre l'origine des symptômes attribués au BDA afin de lever les incertitudes qui subsistent quant au statut actuel de ce syndrome présenté souvent comme une maladie fongique classique.

En effet, l'attribution des symptômes foliaires liés à l'action à distance (conséquences de toxines ? obstruction des vaisseaux par les champignons ?) de champignons longtemps considérés comme de simples saprophytes du bois nous conduit à nous interroger sur leur rôle exact.

Rappelons que les *Botryosphaeria* étaient auparavant classés dans le genre *Sphaeropsis* (dont *Sphaeropsis malorum*), genre qui fait partie de la flore commensale de la vigne. Ces champignons ont donc l'habitude de coloniser l'écorce et le bois de vigne, et *S. malorum* a d'ailleurs été isolé de plus d'un cep sur deux montrant des symptômes d'euryptiose dans la région Languedoc-Roussillon (Féros et al., 1999).

Pour ces champignons, l'inoculum semble rarement être un facteur limitant de développement surtout sur des plantes adultes. Par ailleurs, ils ne semblent pas produire de toxine majeure (aucune n'a encore été décrite). De croissance rapide et très opportunistes, ils colonisent fréquemment et rapidement les

tissus blessés au printemps (Lecomte et al., 2004). Ils sont généralement décrits sur d'autres plantes pérennes (actinidia, pommier, arbres forestiers...) comme des champignons secondaires ou parasites de faiblesse, sans faire l'objet d'interventions spécifiques en matière de lutte.

En outre, le BDA n'aurait été signalé que dans cinq pays seulement dans le monde viticole (France, Italie, Hongrie, Yougoslavie, Portugal) et aucune démonstration du postulat de Koch⁽¹⁾ n'a été rapportée.

Enfin, les symptômes foliaires de flétrissement et de dessèchement présentent une forte similitude avec ceux de problèmes biotiques vasculaires, de type fusariose ou verticilliose, ou encore d'atfections abiotiques de type sécheresse, folletage. Par exemple, dans les pays chauds du pourtour méditerranéen, des dépérissements spectaculaires, d'origine abiotique, sont parfois observés dans des vignobles de raisin de table à haut rendement.

Ces vignobles, souvent fortement fertilisés et irrigués, ont une importante puissance végétative. Exposés à de fortes variations de température ou à des coups de vent chaud, certains pieds développent des flétrissements et des nécroses dans lesquelles on peut y isoler différents parasites du bois (dont des *Botryosphaeria*). Ces problèmes ponctuels sont

(1) Rappel : le postulat ou principe de Koch est un principe fondamental en pathologie animale ou végétale. Il consiste à isoler et caractériser l'agent responsable, à l'inoculer afin de reproduire l'intégralité des symptômes de maladie et à le réisoler ensuite de l'organisme malade.

souvent résolus par un raisonnement de la fertilisation et de l'irrigation.

L'étude initiée en 2004

Afin de mieux comprendre le mode de formation des symptômes foliaires de BDA et leur évolution, des observations régulières et hebdomadaires ont été réalisées en juin et juillet 2004, dans deux parcelles de Cabernet-Sauvignon situées en région bordelaise.

Par le passé, ces parcelles avaient déjà été sujettes à l'expression d'esca et/ou de BDA : l'une est située dans le Médoc (suivi de 1 000 cepes, âge : 24 ans, porte-greffe : 5BB) et l'autre dans l'Entre-Deux-Mers (suivi de 500 cepes : âge : environ 15 ans : porte-greffe : 3309), les deux étant conduites en Guyot mais en formes basse et haute respectivement.

Les notations ont été réalisées chaque semaine en début d'expérience, de mi-juin à fin juillet, de manière à repérer les cepes présentant des symptômes récents (moins de 7 jours, dans leur phase la plus précoce de développement), puis une fois par mois à partir d'août. À chaque passage, 1 à 3 cepes ont été prélevés et écorcés (décollement complet de l'écorce) pour observer la formation des nécroses dans le bois et réaliser des isolements microbiologiques. Les bras et les troncs ont été sciés longitudinalement afin d'examiner d'éventuelles nécroses internes.

Les symptômes foliaires de BDA, majoritaires en début de saison, évoluent ensuite vers des symptômes foliaires d'esca

Dans les deux parcelles suivies, les symptômes foliaires de BDA sont apparus rapidement et majoritairement, dès le 14 juin (Tableau 1).

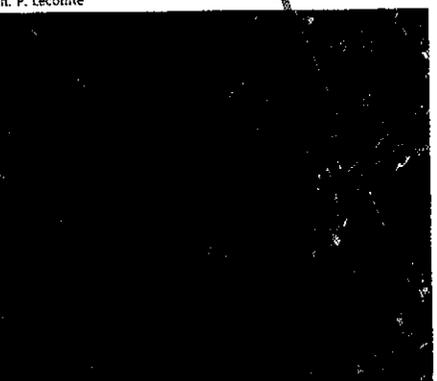
Souvent, des plaques nécrotiques internevrilles et irrégulières, à l'aspect grisé ou terre, qui n'étaient pas sans rappeler des symptômes de folletage (ph. 3), ont été observées. Le pourcentage de pieds montrant des symptômes était assez élevé, de l'ordre de 20 %.

Tableau 1 - Fréquence des cepes exprimant des symptômes foliaires de BDA et/ou esca dans les deux parcelles d'essai. Synthèse de notations réalisées entre juin et septembre 2004.

Localisation et nombre de cepes suivis	Pieds dépérissant (%)	dont :	
		BDA (puis Esca)*	Esca « seul »*
Médoc (1000 cepes)	20,3	16,5	3,8
Entre-deux-Mers (500 cepes)	18,8	15,8	3

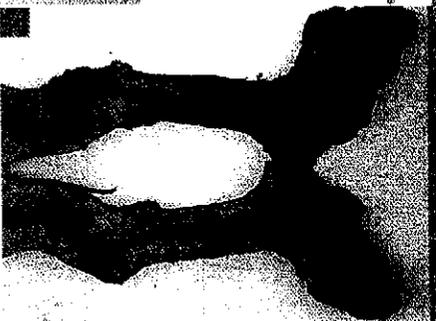
* Tous les cepes notés atteints d'esca (sauf un enregistré en juillet) ont été enregistrés pour la première fois au cours des deux notations réalisées en août et septembre : compte tenu du changement de cadence dans les notations à partir de la mi-juillet, il est probable qu'une partie de ces cepes aient d'abord manifesté un faciès BDA avant les notations. Dans ce cas, les pourcentages réels d'esca observés seraient encore plus faibles. Cette remarque montre l'importance de réaliser des notations très suivies et régulières dans le cas de ces problèmes de dépérissement pour bien apprécier l'importance relative de chaque faciès et leur évolution respective.

ph. P. Lecomte



Aspect grisé et terre d'un symptôme foliaire récent de black dead arm comparable à un symptôme de folletage.

Exemple de nécroses caractéristiques de l'esca observées dans le bois des ceps examinés prélevés à Genac (photo 4) ou à Luchon-Médoc (photo 5).



ph. M. Leyo



ph. M. Leyo

Aspect discontinu de bandes longitudinales en formation (photo 6, au niveau de l'arcure d'un tronc).



ph. M. Leyo

symptômes foliaires. Dans cette parcelle, 11,5 % des ceps ont montré des symptômes de BDA puis d'esca contre seulement 0,7 % des ceps exprimant uniquement des symptômes d'esca. Le symptôme foliaire attribué au BDA est ainsi clairement apparu, dans une majorité de cas, comme une première étape avant l'apparition des symptômes foliaires de l'esca.

Les notations mensuelles réalisées ensuite début août et début septembre ont permis l'enregistrement supplémentaire d'environ 3 % de ceps (Tableau 1) présentant des symptômes d'esca (forme lente essentiellement) dans chaque parcelle (soit 38 et 15 ceps). Parmi ces ceps, respectivement 25 et 8 ceps avaient auparavant montré des signes de faiblesse (végétation faible) ou des signes importants de dépérissement (bras morts ou amputés) et 3 étaient des plants.

Des trajets de sève perturbés en relation avec des points de faiblesse dans l'architecture des ceps

Les 23 ceps analysés (Tableau 2, p. 34), présentant des symptômes foliaires récents de BDA, ont tous montré d'importantes nécroses

internes caractéristiques de l'esca, généralement centrales avec souvent une pourriture blanche (amadou) (photos 4, et 5). Ces nécroses pouvaient déjà limiter fortement la capacité d'alimentation en sève de ces ceps et/ou leur capacité de réaction face à des stress hydriques importants.

L'examen visuel des altérations longitudinales a montré un brunissement des vaisseaux du bois discontinu et hétérogène (photos 6 et 7) avec une alternance de zones de bois sain et lésé, les portions orangé à brun n'affectant qu'un ensemble limité de vaisseaux et correspondant à un courant de sève. Cette coloration orangé à brun qui semble caractéristique d'un processus d'oxydation progressive des tissus serait liée à une rupture plus ou moins brutale d'un trajet de sève brute. Cette rupture très localisée du système d'alimentation en sève pourrait être reliée à la présence de nombreux points de faiblesse

Du 14 juin à mi-juliet, tous les ceps ayant exprimé des symptômes de BDA ont ensuite présenté sur la plupart des feuilles (sauf celles qui ont chuté) des symptômes d'esca avec le liseré jaune caractéristique en bordure des nécroses. Cette évolution « BDA vers esca » a été assez rapide dans la plupart des cas (une à deux semaines) surtout pour les feuilles de la base des sarments. Les feuilles les plus desséchées sont rapidement tombées. Une coloration rouge clair s'est parfois développée en lieu et place de la coloration rouge vineuse (ph. 2a). Des résultats similaires ont été obtenus dans une parcelle du domaine expérimental de l'INRA situé à Couhins dans laquelle 12,6 % de pieds ont exprimé des

ESSAIS AGRONOMIQUES

- Etudes BPL
- Etudes BPE
- Essai de démonstration

L'ASSOCIATION

- Les Vignerons de France
- Les Viticulteurs de France
- Les Viticulteurs de France - Fédération des Viticulteurs de France
- Les Viticulteurs de France - Fédération des Viticulteurs de France

CONSEILS

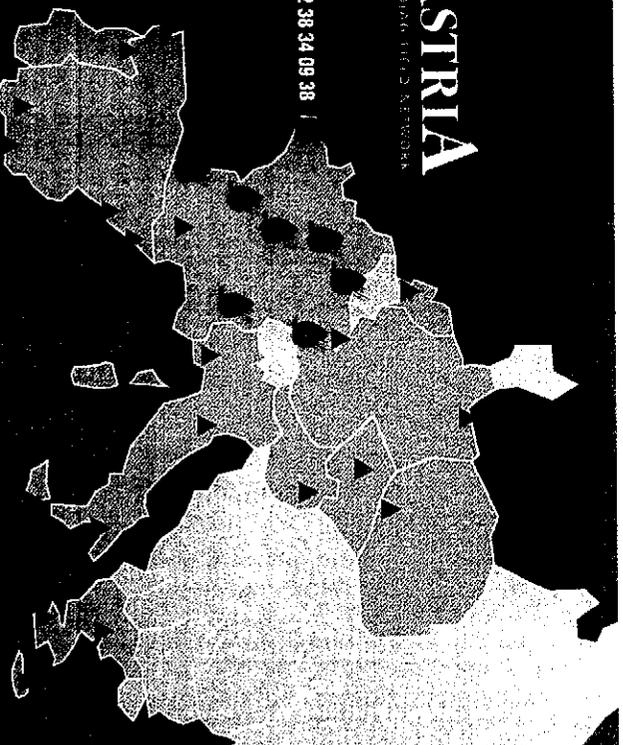
- Gestion de la vigne
- Viticulture d'avenir - Qualité
- Développement durable
- Santé et sécurité

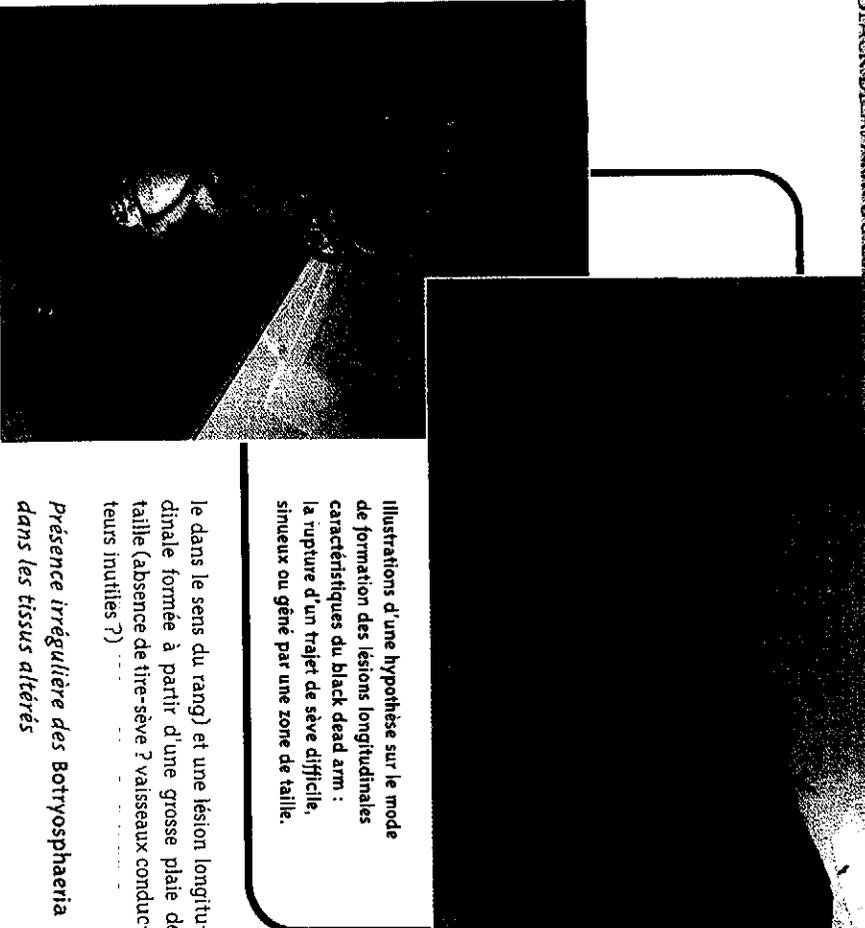
ASTRIA

ASSOCIATION DES VITICULTEURS DE FRANCE

Tel. 02 38 34 09 38

Spécialistes
de l'expérimentation
des produits phytosanitaires





ph. M. Leyo

ph. M. Leyo

Illustrations d'une hypothèse sur le mode de formation des lésions longitudinales caractéristiques du black dead arm : la rupture d'un trajet de sève difficile, sinueux ou gêné par une zone de taille.

le dans le sens du rang) et une lésion longitudinale formée à partir d'une grosse plaque de taille (absence de tire-sève ? vaisseaux conducteurs inutiles ?)

Présence irrégulière des *Botryosphaeria* dans les tissus altérés

Les isoléments microbiologiques réalisés à différents niveaux (ph. 9 p. 36) tout au long des lésions longitudinales ont montré la présence de nombreux champignons considérés comme saprophytes, chacun occupant une zone donnée de tissus. Un exemple de résultats à partir d'isoléments est présenté dans le tableau 3.

Parmi les champignons identifiés, les *Botryosphaeria* sont majoritaires mais ils n'ont pas été isolés tout le long de la nécrose en formation. De plus, aucun signe de progression d'un champignon pathogène à partir d'une blessure ou d'une zone de bois déjà nécrosée (ancienne plaque de taille ou d'épamprage, bande longitudinale formée les années précédentes) n'a été observé. Seules quelques lésions à partir de plaques récentes d'ébourgeonnage ont montré la présence de *Botryosphaeria*, mais leur implication n'a pas été retenue comme un point de faiblesse dans notre étude.

Il n'est pas facile de distinguer un processus parasitaire dû à l'action prédominante d'un pathogène d'un processus d'envahissement par un parasite de faiblesse. Néanmoins l'ensemble des éléments observés lors de cette

première étude milite plutôt en faveur d'un processus d'envahissement des tissus lésés par différents champignons issus des écorces. Ce processus parasitaire, passif, serait, au moins dans sa phase précoce de développement, plutôt transversal que longitudinal : de l'écorce vers les vaisseaux devenus non fonctionnels. Cette hypothèse serait renforcée par le fait que les *Botryosphaeria* sont des parasites communs associés à l'écorce de vigne. Leur présence a été vérifiée aussi bien dans l'écorce de ceps exprimant des symptômes que dans celle de ceps exempts de symptômes (Leyo, 2004).

Interprétations en lien avec la physiologie de la vigne

Un trajet de sève perturbé ou rompu à un endroit précis

L'examen des symptômes dans le bois, après avoir retiré l'écorce, conduit à un premier constat d'importance majeure : la formation de la nécrose longitudinale, caractéristique du syndrome appelé « Black Dead Arm », ne semble pas résulter d'un processus aléatoire. En effet, les altérations du bois externe observées dans le système vasculaire semblent coïncider avec la perturbation ou rupture d'un trajet de sève localisé à des endroits bien précis dans l'architecture des ceps et correspondant à l'un des points de faiblesse identifiés : trajet de sève difficile situé dans l'axe de cônes de cicatrification des plaques de taille, blessures liées à l'arcure des sarments lors de la taille... En juin et juillet, période de nos observations, ces lésions ne concernaient alors que les vaisseaux situés dans la partie du xylème la plus externe, proche des assises cambiales et de l'écorce. Mais certains ceps (9 sur 23) présenteraient également d'anciennes lésions du bois de type BDA, confirmant que ces lésions superficielles peuvent avec le temps devenir plus profondes ainsi que l'avait initialement décrit Lehoczy (1974).

Les symptômes foliaires de flétrissement observés pourraient être dus à une rupture plus ou moins complète d'un trajet de sève en relation avec la capacité de la plante à réagir et à s'adapter à la perturbation de son réseau hydrique. Cette rupture provoquerait, comme tout phénomène vasculaire, un dessèchement foliaire plus ou moins localisé (les symptômes les plus marqués étant proches de ceux du folletage), se matérialisant par une nécrose des tissus intermervaires et des colorations rouge vineux suivies par des colorations rouge clair ou jaunes qui caractérisent l'esca (ces symptômes ne sont pas sans rappeler ceux de certaines carences ou les couleurs de l'autome pendant la mise en réserve).

Ce processus est l'inverse de ce qui est souvent décrit dans le cas des formes lentes l'esca (décolorations des tissus intermervaires avant apparition de zones desséchées). Ainsi la diversité des symptômes foliaires de type esca (dessèchement puis décoloration ou l'inverse)

visibles dans le bois au niveau de l'architecture des ceps (Tableau 2).

En effet, en observant attentivement le bois débarrassé de son écorce, nous avons constaté plusieurs anomalies ou points de faiblesse pouvant expliquer ou favoriser une perturbation de circulation de la sève. Au moins trois points de faiblesse majeurs ont été identifiés :

- trajet de sève très sinueux (75 % des cas étudiés) ou rendu difficile du fait du contournement des zones de taille (ph. 8a et b),
- lésion longitudinale formée (50 % des cas) dans le prolongement d'une lésion importante des tissus ligneux au niveau de l'arcure d'un sarment (pluie et fixation trop vigoureuse des sarments aux fils de palissage),
- lésion longitudinale formée (50 % des cas) dans l'axe de plusieurs plaques de taille ou d'épamprage et des cônes de cicatrification correspondants (ph. 1).

Deux autres points de faiblesse, moins fréquents, ont également été identifiés : une masse foliaire trop importante (fort appel de sève) en relation avec une longueur de sarment excessive (non rogné et poussant à l'horizontal-

Tableau 2 - Observations réalisées lors de l'examen du bois de 23 ceps présentant des symptômes foliaires récents de BDA et principales anomalies (points de faiblesse) identifiés dans l'architecture des ceps.

	Effectif	%
Formation discontinue de la lésion longitudinale	23	100
Nécrose interne caractéristique de l'esca	23	100
Trajet de sève difficile	17	74
Lésion au niveau de la pluie du sarment	13	57
Plaies de taille dans l'axe du trajet de sève	11	48
Nécrose externe profonde (nécrose ancienne)	9	39

Tab. Ieur 3 - Exemple de champignons isolés dans une bande brune longitudinale.

Localisation des isollements *		Principaux champignons isolés par zone étudiée
Côte du cep Côte sarmants et feuilles	1	<i>Alternaria</i>
	2	<i>Penicillium</i>
	3	<i>B. obtusa</i>
	4	<i>B. dothidea</i>
	5	<i>B. obtusa</i>
	6	<i>B. obtusa</i>
	7	<i>B. obtusa</i>
	8	<i>B. obtusa</i>
	9	<i>B. obtusa</i>
	10	<i>B. dothidea</i>
	11	<i>Alternaria, Penicillium</i>
	12	<i>Penicillium</i>
	13	<i>B. obtusa</i>
	14	<i>B. obtusa</i>
	15	<i>B. dothidea</i>
	16	<i>B. obtusa</i>
	17	<i>B. dothidea</i>
	18	<i>B. obtusa</i>
	19	<i>Trichoderma</i>

* : ++ 20 bûches/hectares de bois déposées sur milieu Malt Agar/isolément.

pourrait être expliquée par la rapidité et l'importance de cette rupture dans l'alimentation en sève en relation avec la capacité de la plante à réagir et à s'adapter à la perturbation de son réseau hydrique.

Black dead arm et état des vaisseaux

Viticoches de l'écorce

Ces phénomènes de rupture, appelés également embolies estivales, sont bien connus des physiologistes : en période de forte transpiration, une déshydratation partielle des colonnes d'eau peut entraîner la pénétration d'air dans des vaisseaux conducteurs et l'arrêt de circulation de sève. En général, les plantes préviennent ces accidents vasculaires en régulant l'ouverture des stomates. Mais l'important

diamètre des vaisseaux de vigne rend probablement cette plante très vulnérable, au moins pour une partie de sa ramure, comme le suggère la formation des nécroses liées à des points de faiblesse. Ces accidents vasculaires seraient dus à un déséquilibre hydrique trop important entre la demande croissante en eau (due à l'évapotranspiration en période de chaleur estivale) et l'offre, déjà fortement limitée ici par les nécroses internes liées à l'esca, et ce alors que la charge et la surface foliaire de ces cepts « malades » sont souvent semblables à celles des cepts voisins apparemment « sains ».

Cette hypothèse doit nous encourager à étudier le fonctionnement hydrique de la vigne et les conséquences des stress sur le déve-

loppement des dépérissements. Des différences de tolérance (ou de fragilité) à des stress hydriques pourraient expliquer en partie les différences de comportement observées au vignoble entre cépages vis-à-vis des dépérissements.

Un phénomène physio-pathologique

Contrairement à ce qui a été souvent évoqué, il est plausible que les symptômes foliaires ne soient pas la conséquence directe de l'action des champignons isolés dans les nécroses. Cependant les *Botryosphaeria* sont apparus comme des colonisateurs capables de profiter rapidement de ces accidents vasculaires en envahissant très vite les tissus affaiblis ou non fonctionnels, rendant vite irréversible le processus d'altération des tissus ligneux (NB, en particulier dans les lésions au niveau de la courbure des sarmants).

Ainsi le BDA ne serait pas véritablement une maladie au sens strict du terme mais un phénomène physio-pathologique bien caractéristique d'un dépérissement dans lequel le parasite associé n'agirait pas activement mais plutôt passivement au moins dans la phase la plus précoce de déclenchement du phénomène. Ce genre de situation est déjà bien connu en pathologie forestière, par exemple avec *Sphaeropsis sapinea* impliqué dans les dépérissements de conifères (Prou et al., 1991).

Cette hypothèse pourrait aussi expliquer l'origine de symptomatologies associées ou assimilées au black dead arm et observables sur de jeunes plantes ou sur des plantes ne présentant pas de nécroses d'esca développées. Toutes ces symptomatologies doivent d'ailleurs pouvoir s'expliquer également en relation avec la physiologie des plantes, leur fonctionnement hydrique et des situations de faiblesse.

CHOISIR BEISER...

Local de stockage phytosanitaire

Bac de rétention pour fûts d'huile

Primé à 8 reprises

Citernes à engrais liquide

Ammoire de sécurité

Stations fuel aux normes

Cellules phyto

Catalogue gratuit

10 ALIO BEISER 825 825 488

PHYTOMA • La Défense des Végétaux
N°587 Novembre 2005

Exemple d'exams réalisés le long d'une lésion longitudinale caractéristique du black dead arm. Chaque punaise matérialise un point de dissection.

Un rôle éventuel de toxines

mais incertain

Pour expliquer la mise en place des symptômes foliaires, une influence éventuelle des toxines émises par les différents micro-organismes présents dans le bois sur le métabolisme global de la vigne (régulation de la transpiration...) n'est pas exclue (tous les céps analysés étaient déjà très affaiblis par des nécroses internes d'esca, généralement centrales).

Néanmoins la formation de la bande longitudinale au niveau de points de faiblesse architecturaux précis et l'importante proportion de céps porteurs d'esca potentiellement observée lors de l'arrachage d'un vignoble (c'est-à-dire présentant des nécroses mais n'exprimant pas de symptômes foliaires) suggèrent que l'effet des toxines ne peut constituer un élément unique responsable des symptômes foliaires.

Mais des champignons très présents

Sachant aussi que les champignons du genre *Botryosphæria* sont très fréquemment isolés dans les différentes nécroses internes du bois de vigne (Larignon et Dubos, 1997 ; Péros *et al.*, 1999), il est très vraisemblable que ces champignons très opportunistes puissent également profiter et amplifier le moindre affaiblissement de toutes les zones de bois (externe ou interne) pour les envahir (et dans ce cas ils pourraient être également considérés comme des pionniers de l'esca).

Ainsi le développement des nécroses internes caractéristiques de l'esca (au moins une partie d'entre elles) pourrait également être favorisé par des situations de stress hydrique, et ce d'autant que le bois le plus âgé et situé le plus proche du cœur est connu comme déjà moins fonctionnel que le bois jeune plus externe.

L'esca : un syndrome à facettes multiples

Les symptômes d'esca recensés pendant l'été 2004 dans le vignoble bordelais ont généralement pu être classés en deux catégories : 1) - des formes brutales ou sévères (apoplectiques) avec des symptômes foliaires de type BDA assez généralisés sur l'ensemble d'un cep (formes plutôt rares) ou d'un bras, 2) - des formes plus progressives plutôt localisées sur un ou quelques rameaux, à deux variantes, l'une majoritaire présentant d'abord un faciès BDA (de mise en place rapide) évoluant ensuite en esca (ph. 2a et 2b, p. 29), l'autre mino-

ritaire (plus lente) et caractéristique de l'esca.

Ce profil d'évolution des symptômes peut éventuellement être différent sous d'autres climats et des études dans d'autres régions mériteraient d'être entreprises. Par exemple, les céps étudiés en 2004, présentaient des lésions longitudinales bien visibles. Mais l'examen de quelques céps, prélevés dans d'autres parcelles exprimant des symptômes attribués à l'esca, a révélé aussi l'existence d'altérations du bois externe beaucoup plus discrètes (moins longues et moins larges que celles associées au BDA jusqu'à maintenant).

La coupe longitudinale des bras et des troncs a révélé pour les 23 céps étudiés d'importants cônes de cicatrization de plaies de taille et des nécroses internes d'esca pénalisant leur fonctionnement hydrique. Cette étude est poursuivie et élargie en 2005 pour confirmer si, dans les vignobles adultes, la présence des nécroses d'esca est indispensable à la formation des lésions superficielles. Il conviendra également de confirmer l'importance relative des autres points de faiblesse identifiés comme étant à l'origine des ruptures de trajets de sève (Tableau 2).

L'histoire de chaque cep, sans doute le facteur explicatif le plus pertinent

De même, il conviendra à l'avenir de mieux caractériser les facteurs environnementaux (sol, climat) et culturaux (mode de conduite, système de taille) susceptibles de contribuer à l'expression des maladies de dépérissement (un tel programme existe aujourd'hui à Bordeaux). Nous avons noté par exemple que les deux parcelles suivies avaient en commun un volume de sol prospecté ou « prospectable » par les racines peu important lié à un faible enracinement des céps. En Entre-Deux-Mers, la parcelle est située sur un plateau dans un sol très compact et très asséchant l'été. Dans le Médoc, la parcelle est implantée sur un sol sableux avec une nappe phréatique haute en morte saison et favorable à une forte croissance au printemps, en particulier dans la zone sud de la parcelle où les céps ont présenté des symptômes de BDA/esca plus fréquemment que dans la partie nord (11 % seulement). Cette

situation pourrait être semblable à celle des vignobles installés dans des sols à forte réserve utile et favorables à l'expression des symptômes (Querin-Dubrana, 2005).

Nos observations mettent l'accent sur l'importance potentielle des situations de stress en vignoble pour le développement de différentes nécroses conduisant ensuite à plus ou moins long terme à des symptômes de dépérissement. Ce concept, déjà exposé par Péros (1995), permet d'expliquer la très grande variabilité annuelle et géographique qui caractérise les maladies de dépérissement de la vigne. Rappelons que Ferreira *et al.* (1999) avaient aussi montré en Afrique du Sud, l'influence des situations de stress pour le développement mycélien de *Phaeomonilia chlamydospora* (champignon pionnier de l'esca associé également aux dépérissements de jeunes plants de vigne).

Nos résultats suggèrent ici pour la première fois le rôle combiné d'une situation de stress, de l'architecture de la vigne et des caractéristiques culturales sur l'expression de symptômes foliaires de dépérissement et sur le développement de parasites de faiblesse tels que les *Botryosphæria*.

Il est encore prématuré d'envisager les conséquences de ces observations sur les méthodes de lutte. Mais il est d'ores et déjà évident qu'une plus grande attention devra désormais être accordée à l'identification des parcelles sujettes à l'expression de ces dépérissements et aux facteurs les prédisposant à une telle expression. Par exemple, il conviendra probablement de revisiter les modes de taille ou de conduite comme l'ont suggéré Geoffrion et Renaudin (2002) pour éviter de modifier trop souvent ou de trop solliciter certains trajets de sève, ou de mieux adapter encore les interventions culturales (taille, ébourgeonnage, rognage, vendange verte) à l'architecture fonctionnelle de certains céps. De même, veiller à l'établissement d'un système racinaire efficace et d'une charpente en rapport avec la charge et la surface foliaire, ou encore éviter un excès de vigueur au printemps pourraient permettre aux céps de vigne de mieux supporter ensuite les situations de stress.

À terme, cela peut aussi signifier un choix raisonné des cépages (éviter l'implantation des cépages fragiles dans les zones les plus prédisposantes), voire des porte-greffe ou des façons culturales selon les situations parcelaires. Il est très vraisemblable que dorénavant les solutions, pour réduire l'incidence de l'esca (en particulier pour diminuer leur expression foliaire qui inquiète tant les viticulteurs) soient autant d'ordre agronomique (recherche d'un équilibre optimal feuille/fruit/bois/racine selon les caractéristiques parcelaires) que d'ordre strictement phytosanitaire.

Remerciements. Cette étude a été en partie rendue possible grâce à un soutien financier de l'ONIVINS. Elle a également bénéficié de l'implication de D. Bailey (INRA, UMR Santé Végétale), de C. Lagrange (INRA Bordeaux, Services d'appui à la recherche) et de P. J. Dalesme (étudiant).

La bibliographie de cet article

(14 références) est disponible auprès

de ses auteurs.

Résumé

Une étude préliminaire a été réalisée en région bordelaise, en juin et juillet 2004, pour mieux comprendre le mode de formation des symptômes caractérisant le black dead arm.

Deux vignobles en particulier ont fait l'objet d'observations hebdomadaires. L'un dans le Médoc et l'autre en Entre-Deux-Mers. Les résultats ont montré que la plupart des feuilles sur les cepes de vigne présentant initialement des symptômes foliaires typiques de black dead arm mourraient après environ deux semaines les symptômes foliaires caractérisant le s.a. Vingt-trois cepes avec symptômes très récents ont été prélevés. Les coupes longitudinales des bras et des troncs ont généralement révélé d'importantes lésions d'esca (le plus souvent centrales).

Les observations effectuées après l'écorage de ces cepes tendent à montrer que les lésions longitudinales et externes du bois, situées dans le prolongement des

symptômes foliaires, se forment après la rupture d'un trajet de sève autorisant ensuite l'invasion des tissus lésés par différentes espèces saprophytes parmi lesquelles figurent très fréquemment les *Botryosphaeria*.

Ce désordre vasculaire, associé à une situation de stress estival, semble favorisé par différents points de faiblesse identifiés dans l'architecture des cepes tels que les courbures de sarments (souvent accompagnées de lésions), des trajets de sève situés dans l'axe de zones de taille ou de cônes de cicatrisation ou encore des trajets de sève difficiles (très sinueux).

Cet article est le premier à montrer le rôle combiné de l'architecture des cepes et des conditions environnementales (situations de stress), favorisant les ruptures de trajets de sève, dans le développement des symptômes associés à un dépérissement de la vigne.

Mots-clés : vigne, esca, black dead arm (BDA), symptômes foliaires, nécroses, *Botryosphaeria* sp. stress hydrique, architecture des cepes.

Abstract

ORIGIN OF BLACK DEAD ARM SYMPTOMS ON GRAPEVINE: OBSERVATIONS IN BORDEAUX VINEYARDS AND RELATIONSHIPS WITH ESCA

A survey was carried out in the Bordeaux area, during June and July 2004, in order to describe more precisely the appearance of Black Dead Arm symptoms (foliar symptoms and external wood necroses). Weekly observations were made in two vineyards in the Médoc and Entre-Deux-Mers viticultural regions. Results revealed that most of the leaves of vines which initially showed typical foliar symptoms of Black Dead Arm after about two weeks showed typical tiger-shriveled foliar symptoms of esca. Twenty-three vines showing recent decline expression were uprooted and collected.

Longitudinal sections exhibited important typical necroses of esca (mainly in the center of the trunk) in all vines examined. After peeling off the bark of each vine, a visual assessment indicated that the characteristic brown streaking of the external wood, corresponding to foliar symptoms had probably formed after sap disruption which in turn facilitated wood invasion by saprotrophic species, namely *Botryosphaeria* species. This vascular disorder, linked with water stress was favoured by architectural weaknesses such as cane bending or spring or winter pruning wound zones located along the disrupted sap route. This report is the first that underlines the combined role of vine architecture and environmental conditions, leading to sap flow disruption, in the development of foliar symptoms associated with grapevine decline.

Utiliser la Technologie Terpène Action Pin, c'est assurer l'optimisation des traitements dans un meilleur respect de l'environnement, grâce aux remarquables propriétés de ces adjuvants et spécialités fongicides* :

