



ph. P. Lecomte, INRA

Maladies du bois de la vigne situation, enjeux et perspective

Les enseignements de la journée thématique de l'ISVV du 22 octobre 2010

Patrice Rey*, Pascal Lecomte*, Lucia Guérin-Dubrana*, Marie-France Corio-Costet*, Florence Fontaine**, Éric Gomes***, Jean-Pascal Goutouly***, Valérie Hofstetter****, Xavier Legorburu*** **, Bruno de La Rocque*** **

Les maladies du bois (MDB) de la vigne sont en recrudescence dans le vignoble français suite à l'interdiction de l'arsenite de sodium en 2001. La recherche sur ces maladies, quasiment en sommeil tant que l'arsenite maîtrisait notamment l'esca, est de nouveau active. Mais, face à ces maladies internes au bois, aux multiples causes et dont l'expression varie d'une année à l'autre, les parades ne sont pas simples à trouver et doivent se baser sur la compréhension des phénomènes. Le 22 octobre dernier, une journée organisée par l'Institut des Sciences de la Vigne et du Vin (ISVV, UMR Santé Végétale INRA-ENITAB) de Bordeaux faisait le tour de la question en France, et ailleurs en Europe.

L'impact des pathologies regroupées sous le nom de « *maladies du bois* » (MDB) dans les vignobles français est de 11 % de ceps improductifs en moyenne selon l'Observatoire National des Maladies du Bois, parfois beaucoup plus. Il induit des modifications importantes de la conduite culturale des plantes : arrachages précoces de vignes et complantations fréquentes. L'absence de solutions de lutte efficaces, l'implication de facteurs biotiques et abiotiques aux liens complexes rend ces pathologies très difficiles à combattre ; la question de la pérennité du vignoble est posée. Il en est de même dans d'autres pays.

Afin d'apporter des solutions à cette problématique, plusieurs programmes de recherche sont en cours. Leurs approches sont très diverses et complémentaires. Ils relèvent d'études en épidémiologie, sur les micro-organismes associés à ces maladies, les réponses de la plante à l'infection, la détection précoce de l'expression des symptômes foliaires et les moyens et perspectives de lutte. Ces actions ont été présentées le 22 octobre dernier lors de la journée « *Les maladies du bois de la vigne : situation actuelle, enjeux et perspectives de lutte* » à la profession viticole, dans le but de l'informer et de susciter les échanges avec les chercheurs.

Épidémiologie de l'esca

Suivi depuis 2004 en Bordelais

Un pré requis essentiel pour combattre efficacement une maladie est de connaître son développement. Concernant l'esca de la vigne, les connaissances en épidémiologie sont relativement restreintes. Afin de combler ce déficit en information, Luciana Guérin-Dubrana développe des travaux sur l'analyse quantitative et dynamique de la maladie à l'échelle de la parcelle et du cep.

Les données obtenues chaque année depuis 2004 (suivi de 22 placettes d'environ 2000 ceps contigus, cépage Cabernet Sauvignon, plantées entre 1987 et 1990 dans le Bordelais) renseignent sur la progression de la maladie et sur la mortalité des ceps.

Lien entre feuilles et bois

Des situations très contrastées ont été observées soulevant des questions sur la relation entre l'expression foliaire de l'esca et la morta-

Ci-dessous, premières manifestations de l'esca en début d'été sur les feuilles d'un cépage noir. En médaillon, symptômes typiques d'esca sur un cep présentant de nombreuses feuilles tigrées et très colorées en fin de saison.

* UMR Santé Végétale INRA / ENITA de Bordeaux, Institut des Sciences de la Vigne et du Vin, Centre INRA Bordeaux Aquitaine, 71, av. E. Bourleaux - BP 81, 33883 Villenave d'Ornon.

** Université de Reims Champagne-Ardennes, Laboratoire Stress, Défenses et Reproduction des Plantes, UFR Sciences, Moulin de la Housse Bât. 18, BP 1039, 51 687 Reims Cedex 2.

*** UMR Écophysiologie et génomique Fonctionnelle de la Vigne, Institut des Sciences de la Vigne et du Vin, 210 Chemin de Leysotte 33882 Villenave d'Ornon cedex.

**** Station Fédérale de Recherche Agroscope Changins-Wädenswil (ACW), Protection de végétaux grandes cultures, vigne et horticulture, 1260 Nyon, Suisse.

*** ** Neiker-Tecnalia, Departamento de Producción y Protección Vegetal, Vitoria/Gastiez, Pays Basque, Espagne. (6) Ruralia-AFPP, 8, allée des chênes, 33114 LeBarp.



ph. P. Lecomte

lité. Un lien direct entre la sévérité des nécroses internes et les symptômes foliaires a été établi. Les ceps présentant la forme apoplectique de l'esca ont un volume de nécrose significativement plus important avec une forte altération des tissus périphériques (xylème et zone cambiale) en comparaison des ceps « forme lente » et de ceux sans symptôme foliaire.

Evolution graduelle

La quantification des nécroses dans les ceps permet de mieux comprendre l'évolution graduelle, souvent cryptique, de la maladie, associée à une altération graduelle des tissus internes fonctionnels et à une colonisation successive des tissus internes par les champignons pathogènes.

Dynamique spatiale aussi

Grâce à l'utilisation d'outils statistiques adaptés, la dynamique temporelle de la maladie peut être conjuguée à la dynamique spatiale à l'échelle de la parcelle pour mesurer, modéliser et mieux comprendre les processus biologiques sous-jacents et répondre, par exemple, aux questions suivantes :

Comment la maladie est initiée ?

Comment évolue-t-elle ?

Quels sont les processus de contagion ?

Quels sont les effets de l'environnement ?

Les résultats de l'analyse exploratoire, utilisant les tests d'hypothèses par la méthode de Monte Carlo non paramétrique, montrent que la répartition des ceps n'est pas toujours aléatoire. Il existe, pour certaines parcelles, une structure agrégative à petite échelle, orientée ou non selon le sens du rang.

Influence des facteurs abiotiques : hydrique, azoté et carboné sur les MDB

Même lieux, mêmes années

La progression des maladies de dépérissement est influencée par plusieurs facteurs biotiques et abiotiques. Concernant ces derniers, identifier les facteurs climatiques et édaphiques, ainsi que les modes de conduite de la vigne, susceptibles de favoriser ou de freiner l'expression et la progression de ces pathologies est un élément essentiel à prendre en compte.

Jean-Pascal Goutouly a présenté des travaux sur la caractérisation des statuts hydrique, azoté et carboné chez la vigne (réseau de 22 parcelles décrit précédemment).

Les MDB « aiment » l'eau et l'azote

Les bilans hydriques moyens sur les 5 millésimes ont révélé qu'une contrainte hydrique sur la vigne contribuerait à limiter l'expression des symptômes foliaires de maladies. Les divers indicateurs de fonctionnement de la plante montrent une tendance observée chaque année : les parcelles à forte réserve utile (sol à alimentation en eau non limitante) seraient plus atteintes par

les MDB. Les taux d'expression les plus élevés seraient reliés à des variables indicatrices d'un statut azoté riche (azote des limbes) et à un rendement élevé. Ces résultats sont cohérents puisque les parcelles présentant ces caractéristiques (taux d'azote et rendements élevés) sont généralement situées sur des sols à fortes réserves utiles.

Rapport C/N (carbone/azote), ce que dit la bibliographie

La bibliographie montre que le rapport carbone/azote (C/N) dans les tissus végétaux interagit fortement avec la propagation des pathogènes, en orientant le métabolisme.

En effet, un rapport C/N faible (nutrition azotée forte) favorise le métabolisme de croissance. A l'inverse, un C/N élevé (nutrition azotée faible) favorise le métabolisme secondaire avec la production de composés phénoliques...

Or ces derniers entrent notamment dans la voie de biosynthèse des molécules de défense que la vigne met en place pour limiter la progression des champignons dans le bois.

Selon ce schéma, les années aux conditions climatiques favorables à la croissance (type 2007) verraient une baisse des capacités de résistance de la vigne aux maladies de dépérissement. Ceci se traduirait alors par une augmentation des symptômes foliaires. Inversement, les années défavorables à la croissance (type 2005) favoriseraient la résistance et entraîneraient une baisse de l'expression foliaire.

Les mesures confirment

Une première série de mesures faites avec un capteur portatif (Multiplex) confirme cette tendance. Ce fonctionnement écophysologique pourrait expliquer, en partie du moins, les fluctuations inter-annuelles des symptômes.

Influence des facteurs biotiques sur les MDB : étude de la microflore colonisatrice des troncs

Endophytes ou pathogènes ?

Les facteurs biotiques sont étudiés *via* la caractérisation des communautés microbiennes (fongiques, bactériennes, archéennes...) colonisant le tronc des ceps. Plusieurs scientifiques de l'UMR Santé végétale (Marie-France Corio-Costet, Pascal Lecomte, Patrice Rey) et de l'Agroscope à Changins (Valérie Hofstetter) ont montré combien cette microflore est nombreuse et diversifiée.

Valérie Hofstetter rapporte que certaines espèces pourraient ne pas être pathogènes au sens strict mais plutôt endophytes (communément associées au bois de vigne). Elles profiteraient de faiblesses de certaines plantes (stress) pour adopter un comportement opportuniste.

Pour déterminer si ces champignons sont endophytes ou pathogènes de la vigne, ces scientifiques ont comparé la communauté fongique associée à des plantes saines avec celle de plantes atteintes de l'esca.



Préparons la future campagne de printemps ensemble!





Services en EXPERIMENTATION AGRONOMIQUE

Prestations à la carte

- dossiers d'homologation,
- essais de produits de protection des plantes BPE & BPL,
- semis et récoltes toutes espèces,
- essais d'évaluation variétale et vitrines promotionnelles,
- études de résistance aux fongicides,
 - transformations agroalimentaires,
 - études sur abeilles,
 - transports BPL.

Nos atouts

- un réseau à dimension européenne,
- des matériels d'expérimentation récents et de qualité,
- des systèmes d'information sécurisés et réactifs,
- des équipes compétentes et expérimentées,
- une réactivité et une qualité de travail exemplaires.

UN SAVOIR FAIRE RECONNU
EN EUROPE DEPUIS BIENTÔT 25 ANS

Pour nous contacter :
contact@staphyt.fr - Tel : 03 21 21 45 21 - www.staphyt.com

Crédit : OLIVIER / ISTOCK.COM - 03 21 73 33 36 - www.elledef.fr

Jeunes ceps en Bordelais

Ainsi en utilisant des approches de microbiologie classique ou moléculaire, il a été montré que le bois sains de jeunes ceps (9 ans, parcelle dans le Bordelais) n'exprimant pas de symptômes d'esca/BDA était colonisé par de nombreux champignons connus pour leurs potentialités à protéger le végétal.

Par exemple, on y détecte fréquemment des *Trichoderma* spp., l'espèce la plus fréquente étant *Trichoderma atroviride* (des souches de cette espèce sont utilisées en lutte biologique).

Il faut cependant noter que ce bois sain est aussi colonisé par des champignons potentiellement pathogènes du genre *Botryosphaeria* dont les espèces *Diplodia seriata* et *Neofusicoccum parvum*. Ainsi, au sein du bois de jeunes ceps non atteints par l'esca/BDA une compétition existe entre champignons potentiellement protecteurs ou pathogènes de la vigne.

Vignes âgées, nécroses et ceps

Chez la vigne plus âgée (15-25 ans), plusieurs nécroses typiques (centrales, sectorielles, amadou...) sont observées dans le bois et sont préférentiellement colonisées par quelques champignons pathogènes. Ainsi, *Phaeoconiella chlamydospora* colonise majoritairement les punctuations noirâtres et les *Botryosphaeria* les nécroses centrales.

Dans les ceps, une évolution caractéristique est observée avec passage d'une grande diversité de champignons (bois sains, ceps jeunes) à celle où quelques pathogènes colonisent préférentiellement les zones dégradées (bois nécrosés, ceps de 15-25 ans).

Restent des questions

Plusieurs questions se posent : qu'est devenue la microflore fongique initiale, en particulier les champignons potentiellement protecteurs du végétal ? Comment expliquer cette évolution de la microflore fongique ? Quels événements sont responsables de cette modification ?

La compréhension des équilibres microbiens et de leurs dynamiques dans une plante permettra certainement d'envisager de nouvelles voies dans la prévention et la lutte contre ces pathologies.

Influence des MDB sur la physiologie de la plante : détection précoce et approches en génomique

Forme foudroyante : mécanique perturbée avant les symptômes

L'étude de la physiologie de la plante et des modifications engendrées par les MDB permet d'obtenir des informations importantes sur la détection précoce de l'esca.

Florence Fontaine rapporte que des perturbations précoces du métabolisme carboné sont de bons indicateurs de stress et que des variations de la photosynthèse nette et de la fluorescence

chlorophyllienne reflètent précocement des dysfonctionnements et dommages structuraux au niveau des photosystèmes II (PSII).

L'étude de la forme apoplectique ou foudroyante de l'esca indique que les mécanismes photosynthétiques sont fortement perturbés 7 jours avant que les feuilles deviennent apoplectiques (sèches) alors que, visuellement, aucun signe ne permet de dire que la plante va bientôt exprimer des symptômes foliaires.

Cette altération est détectable au niveau physiologique avec une chute brutale de l'assimilation du CO₂, une fermeture des stomates et une baisse de l'activité du PSII mais aussi par une diminution de la transcription de certains gènes associés à la photosynthèse.

Marqueur précoce non destructif

Les mesures de photosynthèse, non destructives, seront donc utilisées comme marqueur précoce de stress de l'apoplexie.

À l'inverse, les gènes de réponse au stress suivis sont surexprimés dans les feuilles 7 jours avant et pendant l'expression visibles des symptômes sur la plante. Cette perception est maximale juste un jour avant le dessèchement total des feuilles.

La plante réagit donc avant que les symptômes apparaissent, mais pas suffisamment puisque l'apoplexie surviendra quand même.

Une étude similaire est actuellement menée sur la forme lente de l'esca.

Approches génomiques : contexte

Eric Gomes utilise des approches en génomique de la vigne pour comprendre les interactions entre la vigne et plusieurs agents pathogènes impliqués dans les maladies du bois.

Il rapporte que, ces 10 dernières années, la génomique végétale a fortement progressé, avec le séquençage complet de plusieurs génomes d'espèces modèles (*Arabidopsis thaliana*, *Medicago truncatula*) ou d'intérêt agronomique (riz, maïs). Ces progrès ont ouvert la voie aux études globales des réponses moléculaires des plantes à l'infection par les agents pathogènes, par les approches dites de transcriptomique globale à l'aide de la technologie dite des puces à ADN. Ces méthodes permettent d'analyser sans *a priori* l'expression de l'ensemble des gènes d'une plante en réponse à l'attaque d'un agent pathogène.

Le génome de la vigne ayant été récemment séquencé, les approches transcriptomiques globales ont commencé à être utilisés pour étudier des maladies fongiques foliaires telles que l'oïdium, et très récemment pour une maladie du bois à savoir l'eutypiose. Deux projets de recherche sur les MDB de la vigne utilisant ce type d'approche ont débuté en 2010.

Projet eutypiose et trois cépages

Le premier projet vise à mieux comprendre l'interaction vigne/*Eutypa lata* (agent de l'eutypiose) en comparant l'expression génique

globale de bois de vigne sains et infectés par le champignon. Les réponses moléculaires à l'infection de trois génotypes sont comparées : le Merlot, réputé tolérant, et le Cabernet sauvignon et l'Ugni blanc, sensibles. L'objectif est :

- d'avoir une vision globale de la réponse de la plante à l'infection et
- de rechercher parmi les gènes différentiellement exprimés par les plantes en réponse à l'infection ceux qui pourraient servir de marqueurs de tolérance à *E. lata*.

Projet esca et boutures

Le second projet utilise une approche similaire pour étudier les réponses moléculaires globales de boutures de vigne à l'inoculation par *Phaeoconiella chlamydospora*, un champignon impliqué dans l'esca.

Symptomatologie chez l'esca

41 parcelles en France et ailleurs

La problématique de la symptomatologie complexe des MDB en période estivale a été abordée par Pascal Lecomte.

À partir de 2003, il a initié une enquête de terrain dans 41 parcelles, tant en France qu'à l'étranger, soit 35 localités différentes.

Il en ressort que les symptômes d'esca sur feuilles étaient très variables en fréquence, en intensité et en diversité de coloration ; de plus ils évoluaient en cours de saison.

Ces symptômes apparaissaient progressivement à partir de juin, au fur et à mesure de l'augmentation des températures moyennes, et se stabilisaient début août, indiquant une influence très probable du climat estival.

Là aussi, lien feuilles et bois

Presque tous les ceps examinés (95 % parmi un total de 647) ayant exprimé des flétrissements de feuilles ou de rameaux entiers, avaient une ou plusieurs altérations longitudinales orangées brunes sous l'écorce. Ce symptôme avait déjà été décrit comme caractéristique de l'esca par Arnaud et Arnaud en 1931. Les ceps montrant des symptômes sévères (analysés par coupes transversales ou longitudinales), avaient toujours montré d'importantes nécroses internes caractéristiques de l'esca.

Variabilité, facteurs explicatifs

La conclusion de ces observations pluriannuelles et « multi-sites » est qu'au niveau des symptômes foliaires (sur vigne adulte), les symptômes associés à l'esca présentent un gradient croissant de sévérité allant de simples taches réparties sur quelques feuilles jusqu'à l'apoplexie d'un cep entier.

Au cours de cette enquête, l'incidence de l'esca a été notée comme très variable selon les parcelles, indiquant que plusieurs facteurs abiotiques, seuls ou combinés, sont susceptibles d'expliquer les différents niveaux de gravité



Photos : P. Lecomte

À gauche, nécrose caractéristique d'esca dans le bois d'un cep malade. À droite, large altération brun orangé sous l'écorce d'un cep foudroyé par l'esca.

observés au vignoble, notamment le mode de conduite ou de taille.

Ainsi, certaines parcelles présentent des taux très préoccupants (jusqu'à 50 %) de ceps improductifs (complants, morts, manquants, restaurés, recépés ou avec des bras morts).

Les parcelles avec des formes très simplifiées (de type Guyot) aux bras très courts, favorisant un développement rapide d'importantes nécroses en tête de souche, sont particulièrement atteintes par l'esca.

Ailleurs en Europe

En Suisse

Lors de cette journée, le point sur les maladies du bois en Suisse et Espagne a été réalisé.

Valérie Hofstetter a indiqué que dans les régions viticoles de Suisse romande (La Côte, Lavaux, Chablais et Valais), l'esca touche entre 60 % (en Valais) et 100 % (dans La Côte et le Lavaux) des vignobles suivis pour les symptômes de cette maladie de 2001 à nos jours. Si, ces dix dernières années, le nombre de parcelles atteintes par région viticole montre une légère tendance à la

hausse, le nombre de ceps malades par parcelle est en revanche en légère baisse.

Par ailleurs, le nombre de parcelles atteintes de l'esca et le pourcentage de ceps atteints par parcelle sont les plus bas en Valais, région à climat plus sec et un peu plus doux que celui des autres régions. Le climat semble donc avoir une influence sur l'évolution de cette maladie.

En Espagne

Xavier Legorburu a présenté la situation en Espagne. Dans les vignobles de la région atlantique, les maladies du bois n'ont pas été signalées comme très dommageables ; de même dans la zone de production du raisin de table du Sud-Est mais cette situation pourrait être due à une moindre intensité des recherches.

Dans la partie méditerranéenne, des syndromes de dépérissement liés aux plantes adultes ou aux plantes jeunes ont été identifiés.

Résumé

Une journée a été organisée sur les maladies du bois de la vigne le 22 octobre 2010 par l'ISVV. Des chercheurs y ont présenté leurs travaux concernant ces syndromes :

- suivi sur 22 placettes dans le Bordelais (cépage Cabernet Sauvignon) de l'épidémiologie de l'esca et de l'influence des facteurs abiotiques (statuts hydrique, azoté, carboné, rapport C/N des sols et conditions climatiques de l'année) sur son expression ;
- influence sur les MDB des facteurs biotiques : flore fongique (espèces endophytes, protectrices et pathogènes) présente dans le bois et son évolution ;
- effets physiologiques mesurables sur les plantes (stress) avant l'expression visible de symptômes d'esca, et possibilité d'utiliser leur mesure comme marqueur pour une détection précoce ;
- approches génomiques comparant l'expression des gènes entre ceps sains et

ceps infestés par l'agent de l'eutypiose (trois cépages) ou un des pathogènes de l'esca (sur boutures) ;

- enquête en France et Europe sur la symptomatologie de l'esca (suivi de 41 parcelles, mise en évidence de facteurs abiotiques tels que mode de conduite et taille) ;
- présentation de la situation en Suisse (effet du climat) et en Espagne (symptomatologies sur vignes jeunes et adultes, relation hôte-pathogène-environnement avec l'importance de ce dernier facteur, abiotique).

Mots-clés : vigne, maladies du bois, MDB, esca, eutypiose, black dead arm (BDA), ISVV (Institut des sciences de la vigne et du vin), épidémiologie, facteurs abiotiques, facteurs biotiques, champignons pathogènes, champignons endophytes, physiologie, génomique, symptomatologie.

On signale deux pathologies sur jeunes vignes : la maladie de Petri et celle du Pied noir.

Quant aux vignes adultes, elles présentent deux types de symptomatologie identifiés :

- l'esca ou des symptomatologies très voisines, caractérisées par des « bandes tigrées » sur les feuilles, des striations dans le bois en phase précoce (associées récemment à *Phaeoaniella* et *Phaeoacremonium*) et des pourritures molles claires en phase tardive (produite par le basidiomycète *Fomitiporia mediterranea*) ;
- deux pathologies dans le bois caractérisées par des nécroses sectorielles, dures et brunes, avec d'une part, l'eutypiose (causée par *Eutypa lata*) et d'autre part des chancre (« bot cancer », « black dead arm » ou « BDA ») associés à des Botryosphaeriacées, notamment *Diplodia seriata*, syn. *Botryosphaeri obtusa*.

Par rapport à d'autres régions viticoles mondiales, *E. lata* est assez rarement isolé en Espagne malgré la présence de symptômes foliaires caractéristiques (pousses rabougries au printemps, avec des petites feuilles crispées avec des taches nécrotiques).

Concernant la « Rioja Alavesa », l'hypothèse de travail actuelle est que les conditions propices à une contamination par *E. lata* ne sont pas toujours réunies, ni tous les ans ni dans toutes les vignes. Par comparaison à l'eutypiose, l'expression des symptômes foliaires de l'esca est, de façon caractéristique, assez erratique : des ceps atteints une année peuvent devenir asymptomatiques les années suivantes. Quelques auteurs ont décrit des symptômes foliaires identiques à ceux de l'esca comme étant l'expression foliaire estivale du BDA. Cependant, dans les conditions de la Rioja Alavesa, les plants montrant de tels symptômes ont toujours évolué vers un esca typique.

Dans le triangle « hôte/pathogène/environnement » qui caractérise chaque maladie, il semble que le poids de ce dernier soit le plus important. Les symptômes foliaires de l'esca (caractérisés par des bandes tigrées ou l'apoplexie) seraient, surtout, l'expression d'une perturbation du régime hydrique de la plante. En faveur de cette hypothèse, notons que l'expression de symptômes est exacerbée les années de printemps humides suivies d'étés secs.

Conclusion

Suite aux différentes présentations, la journée s'est terminée par une table ronde avec une forte participation du public. Le principal thème abordé a été celui de la protection de la vigne contre ces pathologies : les solutions actuelles pour restreindre la progression de ces maladies ont été exposées ainsi que celles envisagées à moyen et long termes.

Un professionnel participant a rapidement présenté des plans et coupes de taille dans le cas de la « taille Guyot-Poussard ».

Le déroulement de cette journée ayant suscité un vif intérêt de la part de la profession viticole, une suite est attendue.