

# Maladies du bois de la vigne avancées en France depuis 2010

En novembre dernier, une rencontre a permis de faire le point sur les MDB : les connaissances acquises mais aussi les recherches en cours.

PATRICE REY\*, CHRISTOPHE BERTSCH\*\*, FLORENCE FONTAINE\*\*\* ET PHILIPPE LARIGNON\*\*\*\*

**L**es 17 et 18 novembre 2015 ont eu lieu à Colmar les journées sur les maladies du bois (MDB) de la vigne, organisées par Philippe Larignon (Institut français de la vigne et du vin) et Christophe Bertsch (université de Haute-Alsace). Voici une évocation de leur contenu riche et dense.

## Des recherches fédérées depuis 2010

Ces deux journées ont permis de faire le point sur plusieurs programmes de recherche, en particulier les programmes Casdar/Cniv qui ont fédéré les recherches effectuées en France sur ces pathologies complexes depuis 2010.

Les différentes présentations en provenance de laboratoires de recherche (Inra, universités, écoles d'agronomie), d'organismes techniques et de développement (IFV, chambres d'agriculture, cellules de transfert, la SicaVAC), de la DGAL, ont porté sur des thèmes divers : nuisibilité, étiologie, écologie microbienne, épidémiologie, interactions hôte-pathogènes et méthodes de lutte contre les MDB.

## Épidémiologie

### Une situation préoccupante

Un point sur l'expansion des MDB en France a tout d'abord été présenté par la DGAL. La situation est préoccupante, car il est actuellement estimé que ces



Photo : P. Larignon

**Symptôme foliaire de MDB (maladie du bois). Ces symptômes se manifestent alors que les champignons liés à ces MDB sont à distance, dans le bois.**

maladies rendent 13% du vignoble français improductif, des valeurs proches de celles obtenues en 2013 et 2014. En s'appuyant sur ce réseau, les études sur l'épidémiologie de l'esca/BDA ont beaucoup avancé ces dernières années.

La dynamique spatio-temporelle de l'esca/BDA à l'échelle de la parcelle a ainsi été montrée à partir de l'analyse de données collectées entre 2004 et 2011 dans quinze parcelles de la région bordelaise.

L'absence ou la très faible contagion sur de petites distances à partir des ceps symptomatiques a été mise en évidence. Il a été montré que l'origine de l'agrégation de ceps symptomatiques sur certaines parcelles serait liée aux facteurs d'hétérogénéité intraparcelle tels que les facteurs pédologiques.

## À propos de cépages

Au niveau national, les observations réalisées par l'Observatoire des MDB ont mis en évidence des taux d'expression différents en fonction de la région et des cépages. Aucun cépage de *Vitis vinifera* ne présente une résistance totale aux champignons impliqués dans les MDB.

Les variétés ont été classées en fonction de leur sensibilité et récemment des marqueurs moléculaires de sensibilité de la vigne à *Eutypa lata* ont été identifiés, c'est-à-dire qu'ils sont liés aux transports d'hexoses

## RÉSUMÉ

**■ CONTEXTE** - Une rencontre, les 17 et 18 novembre 2015 à Colmar, a permis de faire le point sur les travaux de recherche en cours et les avancées depuis 2010 en France concernant les maladies du bois (MDB) de la vigne.

**■ TRAVAUX** - Le point épidémiologique a souligné l'inquiétante expansion des MDB. Le tour des connaissances acquises et travaux de compréhension de la maladie a été fait.

Ont été présentés : des évaluations de sensibilité des cépages, des travaux autour de l'hypothèse du rôle des composés extracellulaires produits par les champignons (phytotoxines fongiques), des études des réponses de la vigne,

la recherche d'un modèle conceptuel sur les MDB, l'évaluation de l'effet des modes de taille. Trois axes de travail sur les méthodes de lutte ont été présentés : les pratiques culturales (taille, mode de greffe, porte-greffe et curetage), le biocontrôle (une souche de *Pythium oligandrum* et de 46 souches bactériennes testées) et la compréhension du mode d'action de l'arsénite de soude pour cibler la recherche de produit.

**■ MOTS-CLÉS** - Vigne, MDB (maladies du bois), esca-BDA, recherche, épidémiologie, champignons associés, composés extra-cellulaires, flux de sève, protection, pratiques culturales, biocontrôle, arsénite de soude.

et de nitrates. La recherche de marqueurs moléculaires des sources naturelles de tolérance à deux champignons pionniers de l'esca, *Phaeoacremonium minimum* et *Phaeomoniella chlamydospora* est également en cours.

Par ailleurs, plusieurs accessions de *V. vinifera* ssp. *sylvestris* ont montré une grande tolérance aux développements de nécroses causées par certains *Botryosphaeriaceae*. Cette tolérance de *sylvestris* s'accompagne d'une expression plus intense et plus précoce de certains gènes de défense dans le bois. L'ensemble de ces résultats pourrait ouvrir la voie à la création de nouvelles variétés de vigne plus tolérantes aux MDB.

### Champignons associés et composés extracellulaires

#### Une hypothèse étudiée

Ces maladies sont associées à la présence de différents champignons capables de dégrader les tissus ligneux, leur agressivité étant, en partie, liée aux composés extracellulaires produits par les agents fongiques. Présents dans le tronc, ces champignons ne sont pas retrouvés au niveau des feuilles et des baies, mais ces dernières expriment des symptômes caractéristiques. L'hypothèse de molécules sécrétées par les champignons et agissant à distance a été étudiée.

Par exemple, plusieurs composés à activités phytotoxiques ont été identifiés et caractérisés chez *Neofusicoccum parvum* et *Diplodia seriata*, la production de protéines extracellulaires spécifique à *N. parvum* lui conférerait une agressivité supérieure par rapport à *D. seriata*.

De plus, il a été montré que l'ajout de ces protéines extracellulaires induit une alcalinisation rapide du milieu de culture des cellules de vigne. L'intensité de la réponse dépend du champignon et du niveau de résistance du cépage.

Des effecteurs produits par les champignons entraîneraient une inhibition d'une étape de signalisation de

**Bois atteint de MDB et transformé en amadou, entouré par du bois encore sain. Le curetage est possible uniquement chez des ceps qui ne sont pas trop atteints, sinon cela ne fonctionne pas.**



Photo : P. Larignon



Photo : M. Doumergue

**Il ne semble pas exister de transmission directe des maladies du bois de cep à cep. En revanche, la technique de taille a une influence.**

la défense de la plante et expliqueraient l'agressivité différente des champignons et la sensibilité des cépages. Un travail similaire est entrepris avec *E. lata*, l'agent responsable de l'eutypiose.

#### La vigne pourrait détoxifier

La plante peut cependant se défendre contre ces agressions et l'étude du processus de détoxification mis en place par la vigne contre les phytotoxines fongiques d'origine phénolique est en cours.

L'utilisation d'une bactérie, *Bacillus subtilis*, dans ce processus de détoxification montre des résultats intéressants. L'objectif ultime est d'optimiser la capacité de détoxification de la vigne afin de la rendre plus tolérante aux MDB.

#### Comment répond la vigne ?

##### Vers un modèle pour concevoir des itinéraires techniques

L'étude des réponses physiologiques et moléculaires de la plante à l'infection des agents pathogènes associés aux MDB est également essentielle pour développer des moyens de lutte efficaces. Un modèle conceptuel sur les MDB est en cours de réalisation ; il a pour objectifs de faire un bilan des connaissances et d'être un support à la réflexion pour, au final, concevoir un outil d'aide à la décision d'itinéraires techniques limitant l'expression des symptômes.

Les premières avancées de ce modèle mettent notamment l'accent sur la fonction des défenses de la vigne, processus en interaction directe avec les autres fonctions d'une vigne « saine », à savoir la croissance, l'élaboration du rendement et la mise en réserve.

#### De la recherche génétique à l'évaluation de l'effet du mode de taille

Afin de mieux appréhender ces réponses de la plante, différentes approches sont développées. Des boutures infectées artificiellement par deux agents impliqués

dans l'esca (*P. chlamydospora*, *P. minimum*) ont permis de mettre en évidence que quelques heures après la mise en contact, des défenses sont induites dans le bois en lien avec la colonisation.

Pour approfondir cette caractérisation, une technique d'hybridation *in situ* visant la colocalisation *in planta* des champignons et des marqueurs de défense est en cours. Cette étude ciblée concerne pour l'instant deux *Botryosphaeriaceae*, *D. seriata* et *N. parvum*, et les réponses localisées de quatre gènes de défense au niveau du bois.

Des recherches de marqueurs de tolérance vis-à-vis d'*E. lata* sont également menées à l'aide de cépages à sensibilité différente (merlot, cabernet-sauvignon, ugni blanc), trois gènes marqueurs semblent prometteurs.

L'étude de l'influence du fonctionnement interne du cep, défini par les flux de sève (taille Guyot Poussard, respectueuse des flux de sève<sup>(1)</sup>), sur l'expression des symptômes esca/BDA a été initiée dans le vignoble jurassien. Les résultats obtenus au cours des deux dernières années sont encore partiels, l'étude va se poursuivre sur plusieurs années.

### Méthodes de lutte : trois axes de recherche sont développés

Contre les MDB, sont mis en œuvre : les pratiques culturales, le biocontrôle et la compréhension du mode d'action de l'arsénite de sodium afin de trouver une molécule aux effets similaires mais sans effet nocif sur l'environnement.

### Pratiques culturales : travaux sur la taille, le type de greffe, le porte-greffe et le curetage

Une approche descriptive (ceps improductifs) et analytique (surface de bois nécrosé, abondance et composition du microbiote) a été utilisée pour comparer l'effet des pratiques de conduite du cep et la taille (qualité, type) sur le développement de l'esca/BDA. Des couples de parcelle présentant des profils agronomiques assez comparables (cépage, porte-greffe, années de plantation) mais ayant des modes de conduite ou de taille très différents ont été suivis dans plusieurs vignobles (Gers, Gironde, Jura, Hérault). Ces approches montrent l'existence d'un effet du mode de conduite sur le développement de la maladie.

En Bourgogne, depuis 2009, des essais sont réalisés afin d'évaluer l'effet de pratiques culturales respectant l'intégrité du cep (taille respectueuse des trajets de sève, non mutilante) tout en essayant de pallier des phénomènes perturbateurs de l'équilibre physiologique de la vigne (forte chaleur, fertilisation... ) sur le développement des MDB.

D'autres paramètres ont été étudiés tels que l'influence du type de greffe et le porte-greffe. L'impact de trois types de greffe (en fente pleine, à l'anglaise, oméga) sur l'expression de l'esca/BDA a été mené dans un réseau de 49 parcelles réparties sur deux régions (Provence, Bordelais).

Le suivi conduit en 2013 et 2014 montre que les parcelles en fente pleine manifestaient moins de



Photo : C. Bertsch

symptômes d'expression que la fente anglaise et celle en oméga. Cependant, pour ce dernier type de greffe, il n'est pas possible aujourd'hui de conclure avec certitude car les types de greffe retenus ont été pratiqués à des périodes différentes.

Quant à l'impact du porte-greffe sur l'expression des symptômes, il est aujourd'hui difficile, à travers l'étude menée dans le Bordelais sur deux parcelles de cabernet-sauvignon comportant douze répétitions de quatre porte-greffes, de tirer une conclusion définitive : les porte-greffes conférant le moins ou le plus de symptômes varient d'une parcelle à l'autre, voire d'une année à l'autre !

Des résultats sur la pratique du curetage appliquée dans plusieurs vignobles du Centre-Loire ont aussi été présentés. Après trois ans d'essais, cette technique curative, qui consiste à enlever avec une tronçonneuse le bois transformé en amadou (bois jaune et tendre) dans les ceps atteints de formes lentes esca/BDA, montre des résultats encourageants. Actuellement, de nombreux viticulteurs du Centre-Loire s'essaient à cette technique. Les essais se poursuivent afin d'estimer son effet bénéfique sur le long terme.

### Le biocontrôle, un *Pythium oligandrum* et 46 bactéries au banc d'essai

Au niveau du biocontrôle, deux types d'agents potentiels ont été étudiés : un oomycète, *Pythium oligandrum*, et des bactéries. L'ensemble de ces micro-organismes a été isolé au préalable de différents organes de la vigne (baies, bois, racines).

*P. oligandrum* colonise différemment les racines de trois porte-greffes (SO4, 3309C et 101-14) associés ou non avec les greffons des cépages sauvignon blanc et le cabernet-sauvignon. L'introduction de *P. oligandrum* dans la rhizosphère n'a pas exercé de bouleversements notables au niveau des microflores indigènes. Par contre, une protection des jeunes plants

L'assistance à Colmar découvre les avancées de la compréhension des MDB et des méthodes de lutte contre elles. La première facilite la recherche des secondes.

La pratique du curetage montre des résultats encourageants.

(1) Voir R. Geoffrion et I. Renaudin, 2002, « Tailler contre l'esca de la vigne, une mesure utile face à la menace de recrudescence de cette ancienne maladie du bois », *Phytoma* n° 554, novembre 2002, p. 23 à 27.

de vigne greffés (SO4 + cabernet-sauvignon) est induite par *P. oligandrum* contre l'agent pathogène, *P. chlamydospora*.

Quarante-six souches bactériennes ont été criblées pour leur pouvoir antagoniste vis-à-vis de deux espèces fongiques pathogènes majeures, *N. parvum* et *P. chlamydospora*. Le criblage a été fait par la méthode de co-inoculation sur boutures foliées en croissance de vigne en serre. Des différences entre les souches bactériennes, dans leur pouvoir à inhiber les symptômes en fonction du champignon pathogène considéré, ont été observées.

Avec ces 46 souches bactériennes, d'autres criblages sur baies (contre *N. parvum* et *Botrytis cinerea*) ainsi que sur feuilles (contre *B. cinerea*) ont montré que l'organe-hôte et l'espèce de pathogène interfèrent avec l'efficacité antagoniste des bactéries.

**Étudier l'arsénite, oui... mais pour pouvoir le remplacer par un produit aussi efficace tout en présentant un meilleur profil toxicologique !**

### Comprendre l'action de l'arsénite de sodium pour lui chercher un remplaçant

L'arsénite de sodium, seule molécule active contre l'esca, a été interdit en 2001 à cause de ses effets sur l'environnement et l'homme. L'objectif du programme est de déterminer précisément le mode d'action de cette molécule, afin que lorsqu'il sera connu, la re-

cherche d'une ou de molécules non nocives pour l'environnement mais ayant un effet similaire puisse être entreprise.

Dans ce cadre, une expérimentation a été menée dans trois parcelles ayant chacune un cépage différent (gewurztraminer, merlot, chardonnay) situées dans trois régions différentes (Alsace, Languedoc, Champagne).

Son application par pulvérisation, effectuée dans les conditions de la pratique sur des cepes malades, a empêché l'expression foliaire de l'esca. À l'intérieur de la plante, l'arsenic est surtout détecté dans les feuilles et le bois, notamment dans les zones nécrosées (nécroses sectorielles, amadou) où il est présent à de fortes concentrations.

L'arsénite de sodium modifie la proportion des communautés fongiques et bactériennes présentes dans les

ceps. Par exemple, plusieurs champignons impliqués dans l'esca (*P. chlamydospora*, *Fomitiporia mediterranea*) sont moins nombreux alors que l'inverse est observé pour des saprophytes ou des agents fongiques potentiellement protecteurs pour le végétal, c'est-à-dire *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp.

Une diminution d'autres agents pathogènes, notamment les *Botryosphaeriaceae*, colonisant la surface des sarments et des coursons ainsi que les tissus ligneux a aussi été observée. Le traitement à l'arsénite de sodium modifie la physiologie de la plante, il active l'expression de gènes de défense et de détoxification dans le bois et les tiges herbacées et les réprime au niveau des racines. Des modifications tissulaires ont été observées au niveau des feuilles.

En complément des expérimentations au vignoble, une étude a été conduite sur des plants greffés-soudés du cépage tempranillo âgés d'un an et inoculés par des *Botryosphaeriaceae*. Cette étude montre aussi des modifications de la physiologie de la plante : diminution de la taille des rameaux et de leur diamètre, réduction du système racinaire, forte altération de l'activité photosynthétique, en lien avec une diminution de la conductance stomatique et de l'évapotranspiration, qui devient par la suite supérieure à celle des plants non traités.

Une activation de l'expression des gènes de détoxification et de défense au niveau des feuilles, des tiges ou des racines a également été observée. Ces résultats ont été obtenus dans le cadre d'un projet Casdar/Cniv et devront être confirmés en 2015.

### Rendez-vous en juillet 2017

Les différents acteurs français des recherches sur les maladies du bois se retrouveront en juillet 2017, à Reims, avec leurs collègues européens et ceux d'autres parties du monde, lors d'un congrès organisé conjointement par le Cost FA1303 « Sustainable Control of Grapevine Trunk Diseases » et l'« International Council on Grapevine Trunk Diseases ».

Cet événement sera à nouveau l'occasion d'échanger sur les avancées de la recherche, en particulier sur les solutions en cours, ou à venir, contre ces pathologies complexes.

L'arsénite de sodium modifiait la composition de la flore présente dans le bois.



Photo : M.-F. Delannoy

#### POUR EN SAVOIR PLUS

**AUTEURS** : \***P. REY**, UMR Santé et agroécologie du vignoble, Inra-Bordeaux Sciences Agro, 71, avenue Edouard Bourlaux, CS 20032, 33882 Villenave-d'Ornon.

\*\***C. BERTSCH**, université de Haute-Alsace, Laboratoire vigne biotechnologie et environnement, 33, rue de Herrlisheim, BP 50568, 68008 Colmar.

\*\*\***F. FONTAINE**, université de Reims Champagne-Ardenne (URCA), Laboratoire stress défenses et

reproduction des plantes, Moulin de la Housse, BP 1039, 51687 Reims Cedex 2.

\*\*\*\***P. LARIGNON**, Institut français de la vigne et du vin, (IFV, Pôle Rhône-Méditerranée), 7, avenue Cazeaux 30230 Rodilhan.

**CONTACTS** : prey@bordeaux.inra.fr  
christophe.bertsch@uha.fr  
florence.fontaine@univ-reims.fr  
philippe.larignon@vignevin.com