

Etude de la cinétique de contamination de jeunes plants par les champignons responsables des maladies du bois

OLIVIER YOBRÉGAT¹, PHILIPPE LARIGNON², BRIGITTE MILLE¹, PASCAL BLOY³, DORIAN CARCENAC¹, PHILIPPE SACCHARIN¹, FLORA DIAS¹, STEVE CHARLOT⁴

¹Institut Français de la Vigne et du Vin, Pôle Sud-Ouest, 81310 Lisle sur Tarn, France.

²IFV Pôle Rhône-Méditerranée, 30230 Rodilhan.

³IFV Pôle National Matériel Végétal, 30240 Le Grau du Roi. ⁴Domaine Expérimental Viticole Tarnais, 81 600 Gaillac.

Email : olivier.yobregat@vignevin.com

Introduction et généralités

Le rôle des nombreuses espèces fongiques impliquées dans les maladies du bois de la vigne a fait l'objet de multiples études ces 20 dernières années. Depuis 1999, l'ICGTD (*International Council on Grapevine Trunk Disease*) réunit tous les deux ans des chercheurs du monde entier venant d'horizons scientifiques variés et complémentaires (pathologistes, physiologistes, biologistes moléculaires, praticiens de terrain, ...). A cette occasion, les travaux présentés permettent de mesurer l'avancée des connaissances dans les différents domaines, et nombre d'entre eux s'intéressent à la biologie des espèces fongiques impliquées dans les différents syndromes, à leur dissémination et à leur action dans le bois.

Même si les dégâts sont généralement considérés comme le fruit d'une interaction entre sensibilité variétale, facteurs aggravants de stress, conditions climatiques et action des champignons eux-mêmes, l'observation de symptômes dans des parcelles parfois âgées de moins de 10 ans a soulevé des interrogations, voire des accusations parmi les vignerons et les scientifiques quant à une implication du matériel végétal dans le problème.

Des travaux menés en France et à l'étranger ont étudié la contamination des plants en pépinière, et plus largement, le rôle du matériel végétal dans la dissémination des pathogènes. Il a ainsi été montré à de multiples reprises que de nombreux champignons se propagent tout au long du processus d'élaboration des plants. Présents dès l'entrée de la pépinière sur les boutures greffons et porte-greffes, en quantités très variables mais principalement sur les écorces, on les retrouve également à l'intérieur des tissus ligneux, les porte-greffes semblant à ce niveau plus contaminés que les greffons. Leur mode principal de culture, en tête de saule taillée annuellement au ras du vieux bois, et laissant les sarments directement reposer sur le sol, a pu être incriminé dans ce caractère porteur. En effet, les plaies de tailles sont considérées comme des portes d'entrée pour les pathogènes, et la végétation abondante au ras du sol génère un microclimat humide susceptible de favoriser la propagation de nombreuses espèces fongiques.

A l'instar de beaucoup d'autres équipes, et avec la participation active des syndicats de pépiniéristes, plusieurs pôles de l'Institut Français de la Vigne et du Vin ont mené des investigations à partir de 2003, portant à la fois sur les sources d'inoculum en pépinière, les niveaux de contamination et les champignons impliqués, les étapes clefs et les voies de pénétration dans les greffes-boutures, ainsi que sur l'étude de diverses solutions de désinfection des bois et plants et de biocontrôle. Les principaux constats, qui ne seront pas détaillés ici (voir bibliographie), ont confirmé la plupart des travaux effectués par ailleurs : la propagation de nombreux champignons, le rôle majeur des phases de réhydratation et de stratification, l'efficacité limitée des moyens de lutte chimiques ou physiques en termes de désinfection et, *in fine*, la contamination effective des jeunes plants à des niveaux divers et imprévisibles.

Cependant, à ce jour aucune étude n'a permis de mettre en relation la présence avérée de ce primo-inoculum et les symptômes ultérieurs observés au champ ; de la même façon, les questionnements sur la cinétique de contamination post-plantation par le milieu extérieur n'ont pas ou très peu été abordés. Or, plusieurs résultats préliminaires issus de comparaisons entre mêmes lots greffes-boutures élevés en serre et implantés en pépinière de plein champ laissent à penser qu'elle pouvait être rapide et importante (*IFV Sud-Ouest, non publié*).

Au cours des études visant à comparer l'impact éventuel de diverses techniques de pépinière sur les niveaux de contamination, les analyses effectuées sur des plants issus de greffages herbacés ont systématiquement démontré l'absence totale de champignons impliqués dans les maladies du bois, que ce soit à l'intérieur des tissus, ou sur les écorces (Larignon *et al*, 2013). Cette technique, qui ne fait intervenir que des fragments herbacés (greffons et porte-greffes) durant la période végétative, est employée à l'IFV pour multiplier rapidement du matériel végétal rare, et a fait l'objet d'une mise en pratique à plus grande échelle dans certaines pépinières, qui la réalisent encore sur demande. Elle n'a cependant jamais été généralisée, en raison des difficultés logistiques de sa mise en œuvre et du faible diamètre des plants obtenus, malgré la bonne qualité des

soudures. Une rapide enquête sur le comportement de tels plants présents au vignoble n'a pas permis de mettre en évidence une quelconque différence de comportement par rapport à des plants produits plus classiquement, même si la faiblesse des effectifs recensés et l'absence fréquente de témoins comparables ne pouvaient pas donner lieu à des études approfondies.

Cependant, aucune technique de désinfection n'ayant permis de garantir l'absence totale de champignons dans un lot de plants, cette possibilité offerte par les greffes-boutures herbacées les désignaient comme matériel d'étude idéal pour étudier la contamination au champ de plants initialement exempts de ces pathogènes.

Dispositif et conditions initiales

En 2012-2013, à partir du même matériel végétal de départ (Sauvignon blanc B clone 297 sur 110 Richter clone 237, catégorie initial), deux lots de plants ont été produits, l'un en greffage herbacé et l'autre en greffage ligneux. Le Sauvignon blanc B a été choisi en raison de sa forte sensibilité connue aux maladies du bois, et de sa tendance à exprimer rapidement des symptômes sur vignes jeunes. Le porte-greffe 110 R, conférant une forte vigueur au greffon, était parfaitement adapté aux objectifs de l'essai, la vigueur en excès étant considérée comme un facteur pouvant favoriser la survenue des symptômes. Une parcelle, au sol vierge de vigne depuis plus de 20 ans, a été implantée sur le site du Domaine Expérimental Viticole Tarnais (vignoble de Gaillac). Elle met en comparaison les deux modalités dans un dispositif en bandes alternées.

Le statut sanitaire des deux lots de plants a été préalablement déterminé par analyses microbiologiques selon la méthode de Larignon et Dubos (1997). Un échantillon de 30 plants issus de chaque lot a été débité à 6 niveaux et des prélèvements de tissus internes ont été mis en culture. En même temps, des prélèvements d'écorces ont été pratiqués sur 5 niveaux, et analysés de la même façon (figures 1 et 2).

Abrégé	Nom	Implication
<i>Pch</i>	<i>Phæomonella chlamydospora</i>	Esca, maladie de Petri
<i>Pal</i>	<i>Phæocremonium minimum</i>	Esca, maladie de Petri
<i>Ds</i>	<i>Diplodia seriata</i>	Botryosphaerioses (<i>Black dead arm</i> , ..)
<i>Np</i>	<i>Neofusicoccum parvum</i>	Botryosphaerioses (<i>Black dead arm</i> , ..)
<i>Bd</i>	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	Botryosphaerioses (<i>Black dead arm</i> , ..)
<i>Bsp</i>	autres <i>Botryosphaeriaceæ</i>	Botryosphaerioses (<i>Black dead arm</i> , ..)
<i>Pv</i>	<i>Diaporthe (= Phomopsis) sp.</i>	Excoriose
<i>Il</i>	<i>Ilyonectria liriodendri</i>	Pied noir

Figure 1 : Champignons recherchés et syndromes associés

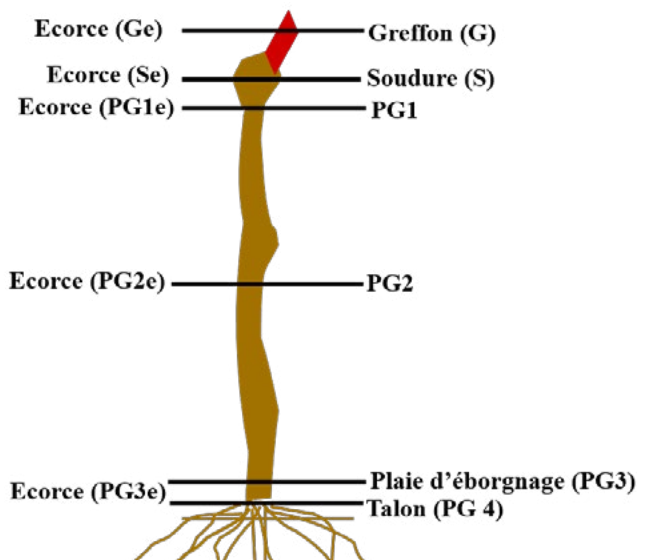


Figure 2 : Niveaux internes et externes de prélèvements

Les résultats ont permis de constater les fortes différences entre les deux lots (figure 3):

- Sur les plants issus de greffes-boutures herbacées (GBH) : seul un plant a été trouvé porteur de l'agent du pied noir (*Ilyonectria liriodendri*) au niveau d'un talon. Ce champignon, largement répandu dans les sols, a probablement été apporté dans ce cas par le substrat de culture. Il a été observé mais ne constitue pas un champignon cible de l'étude, la maladie ne se développant que dans des conditions très

Nom	% de plants - tissus internes	% de plants - écorces	Cumul
<i>Ds = Diplodia seriata</i>	23.3	26.7	36.7
<i>Np = Neofusicoccum parvum</i>	33.3	33.3	36.7
<i>Bsp = autres Botryosphaeriaceæ</i>	3.3	6.7	10.0
Total <i>Botryosphaeriaceæ</i>	60.0	63.3	76.7
<i>Pv = Diaporthe (Phomopsis) sp.</i>	6.7	6.7	13.3

Figure 3 : Champignons retrouvés sur les plants du lot témoin

particulières (asphyxie, stagnation d'eau, hydromorphie), et ne concernant en France que très peu de cas.

Aucun autre champignon n'a été trouvé, ni sur écorces ni à l'intérieur des tissus, ce qui confirmait les résultats précédemment obtenus.

- Par contre, le lot témoin s'est révélé largement contaminé par plusieurs espèces fongiques : plus de 76 % des plants étaient porteurs de *Botryosphaeriaceæ* à au moins un des niveaux de prélèvements, dont 60% (18 plants sur 30) hébergeaient au moins une des espèces à l'intérieur des tissus. Sur 43 % des plants, les prélèvements ont permis de trouver les mêmes espèces de *Botryosphaeriaceæ* à la fois sur écorces et à l'intérieur du bois. La présence de ces champignons en pépinière est habituelle et ne constitue pas une surprise, même si le niveau de contamination est élevé



Figure 4 : Plantation fin 2014, et taille des pieds (troncs d'un an)

dans ce cas. L'agent de l'excoriose (*Diaporthe*) est également bien connu pour se disséminer en pépinière, voire même être responsable de certains dégâts directs sur les greffes-boutures (Dubos, 1999). Il ne constitue cependant pas une cible prioritaire de l'étude, cette dernière ayant pour objectifs principaux les champignons impliqués dans les syndromes de l'esca et des botryosphærioses.

Méthodologie d'échantillonnage

Dès la campagne suivant la plantation (2014-2015), des prélèvements de troncs ont été effectués sur les deux types de matériel, et un programme d'échantillonnage a été déterminé, mettant en œuvre des recépages et des analyses microbiologiques annuelles.

- En fin d'année de plantation, une taille à deux yeux a été pratiquée, aucune analyse n'a été faite (figure 4).
- En année n+1 (2014), la bonne vigueur de la plantation, sur laquelle aucun manquant n'a été à déplorer, a permis de monter convenablement deux troncs sur toutes les souches. Lors de la taille suivante, l'un des deux a été conservé et plié directement sur le fil porteur, et le deuxième a été prélevé pour analyse. Toutes les souches ont été taillées le même jour, afin qu'aucun biais ne compromette l'homogénéité de la parcelle. Sur ces bois, âgés d'un an et dont la croissance a été rapide, les isollements ont été effectués à trois niveaux internes (et à deux niveaux sur les écorces).

Les deux années suivantes (2015 et 2016), des recépages ont été planifiés sur un échantillonnage de 100 souches définies à l'avance. Durant la période végétative, un pampre a été conservé, tuteuré et protégé sur chaque pied. Lors de la taille, le tronc a été prélevé, le recépage permettant de pratiquer les analyses (destructives) sans altérer l'effectif de



Figure 5: Recépage d'une souche fin 2015, et prélèvement du tronc de 2 ans

la parcelle, ce qui aurait pu provoquer des hétérogénéités non souhaitables.

Chaque souche prélevée est ensuite sortie du champ de l'étude une fois analysée, la plaie de recépage (protégée par un mastic) et le rajeunissement du tronc induisant un biais important par rapport aux autres pieds suivant une évolution normale.

Chaque tronc a été emballé individuellement dès son prélèvement, afin d'éviter les contaminations post-taille ou par contact entre les échantillons. La taille pratiquée sur la parcelle, une fois la formation des souches achevée, est un guyot simple avec une baguette à 8 yeux et un courson de rappel à 2 yeux (figure 5).

Un plan précis des souches prélevées, et de leur statut sanitaire révélé par les analyses a été dressé et incrémenté chaque année de l'étude, afin d'observer un éventuel zône ou une progression préférentielle des contaminations.

Résultats

Dès l'année qui suit la plantation, les premières mesures montrent une colonisation des plants par les pathogènes, notamment des espèces de Botryosphaeriaceae, résultant finalement en une convergence rapide des statuts sanitaires des deux lots étudiés. La présence des champignons est constatée en surface (écorces) et à l'intérieur des tissus ligneux. Ce sont ces derniers résultats, révélateurs de la pénétration des champignons dans des souches qui en étaient exemptes et indicateurs principaux pour cette étude, qui seront majoritairement exposés ici (figure 6).

- Au premier échantillonnage (n+1), alors que les ceps n'ont subi qu'une taille à deux yeux, 10.1 % d'entre eux ont été trouvés porteurs de *Botryosphaeriaceae* à l'intérieur du bois. Ces mêmes champignons sont aussi mis en évidence à

	Ds				Np				Bd				Bsp				Total Botryo			
	2013	2014	2015	2016	2013	2014	2015	2016	2013	2014	2015	2016	2013	2014	2015	2016	2013	2014	2015	2016
Témoin	23,3	22,5	30,0	72,5	33,3	22,5	15,0	25,0	0,0	0,0	2,5	0,0	3,3	0,0	0,0	5,0	60,0	45,0	42,5	80,0
GBH	0,0	10,1	26,7	75,0	0,0	0,0	5,0	10,0	0,0	0,0	1,7	1,7	0,0	0,0	1,7	6,7	0,0	10,1	33,3	80,0

Figure 6 : Analyses microbiologiques (en % de plants hébergeant les champignons)

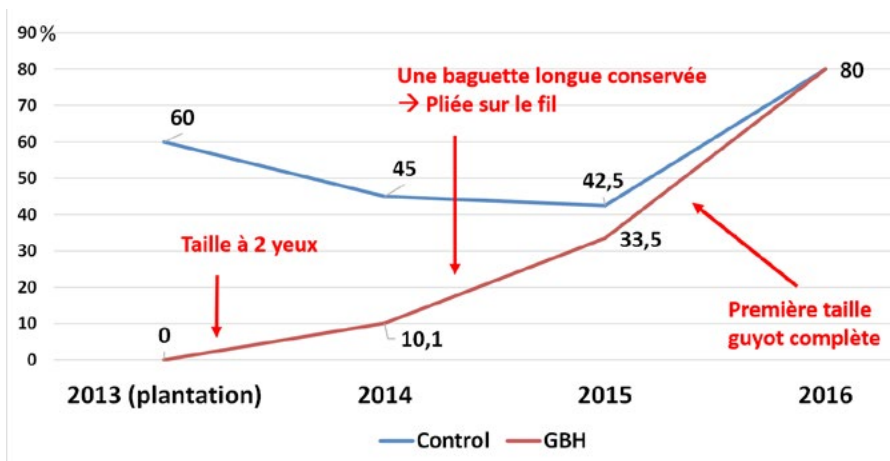


Figure 7 : Evolution des contaminations (en % de plants hébergeant les champignons)

l'intérieur de 45 % des plants témoins réalisés en greffe ligneuse, alors que la proportion mesurée avant plantation était plus élevée (60%). Cette différence, révélatrice d'une sous-estimation globale de la présence des pathogènes, peut s'expliquer par la méthode d'échantillonnage (nombre de prélèvements proportionnellement plus important sur des greffés-soudés, associé à une « dilution » probable de l'inoculum de départ durant la forte croissance de première année).

- l'année n+2, les troncs conservés n'ont connu que de faibles plaies de taille (baguette directement pliée sur le fil porteur), mais le pourcentage de plants où sont retrouvés des champignons (toujours différentes espèces de *Botryosphaeriaceae*) à au moins un niveau monte à 33.5 %, alors qu'il reste stable dans les témoins (42.5 %).

- l'année n+3, après une première grosse plaie liée à la taille guyot, le taux monte brusquement à 80 % pour les deux modalités comparées (respectivement 34 plants sur 40 analysés pour les témoins, et 46 sur 60 plants pour les GBH) (figure 7).

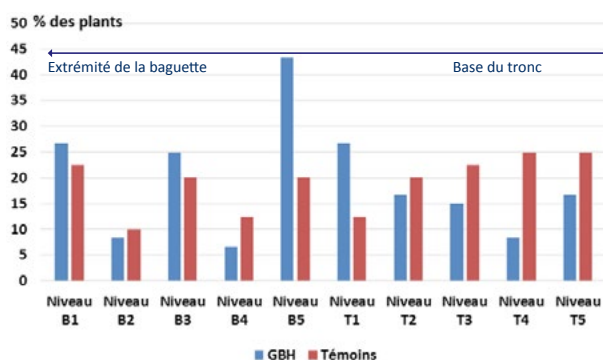


Figure 8 : Localisation des champignons sur les 10 points de prélèvement

Discussions

Dans cet essai, l'espèce majoritairement retrouvée au champ est *Diplodia seriata*, qui contamine très rapidement les plants issus de greffage herbacé après la plantation, *Neofusicoccum parvum* apparaissant plus tardivement et moins massivement. Dans les deux modalités, on observe une forte augmentation du nombre de plants infectés durant l'année de croissance qui suit la première véritable taille en

Guyot simple (2016). Les prélèvements ayant porté fin 2016 sur 10 points répartis sur la souche (5 sur le tronc de 3 ans, et 5 sur la baguette de l'année), l'examen de la répartition des champignons s'avère difficilement interprétable : si on observe bien un pic relatif entre le haut du tronc et la base de la baguette (B5 et T1) pour la modalité GBH, on constate que les champignons sont isolés par ailleurs à tous les niveaux d'analyse, et que concernant les témoins la répartition ne fait pas apparaître de gradients évidents (figure 8).

On remarque aussi que les champignons sont largement présents dans les baguettes de l'année. Cette observation, associée aux contaminations constatées très rapidement et en l'absence de plaies de taille significatives, laisse supposer que les voies de pénétration dans les souches sont multiples pour les *Botryosphaeriaceae*, et ne sont visiblement pas limitées aux plaies hivernales. Cette observation corrobore des résultats antérieurs, qui avaient désigné l'époque de la floraison comme la plus favorable aux contaminations par les *Botryosphaeriaceae* (Spagnolo *et al.*, 2014).

Les résultats présentés ici ne concernent que la vision globale des contaminations au champ ; d'autres mesures restent à exploiter et à interpréter (quantification relative de l'envahissement des tissus, estimée par le nombre de buchettes contaminées dans les boîtes de Pétri, étude du zonage des souches, de l'inoculum sur les écorces...).

En guise de conclusion temporaire...

L'un des objectifs assignés à cette implantation pilote passe également par l'observation et le suivi des premiers symptômes de maladies du bois. Or, durant l'été 2017, une première souche de la parcelle a nettement manifesté de tels symptômes (figure 9). En l'occurrence, il s'agit d'un pied issu de greffage herbacé et ayant fait l'objet d'une recépage pour analyse en fin d'année 2015, cette dernière n'ayant pas permis de détecter de champignons dans le tronc prélevé. La survenue de ce premier symptôme est très précoce, la vigne n'étant âgée que de 4 ans et le pied présumé exempt de champignons à la plantation. Des investigations sont prévues sur cette souche, afin de tenter de déterminer les



Figure 9 : Premiers symptômes en 2017, sur une souche issue de GBH

facteurs de déclenchement des expressions foliaires observées. A première vue, ces dernières rappellent bien la symptomatologie des botryosphérioses décrites entre autres par Philippe Larignon (2016 pour une revue).

De nombreuses questions restent posées suite à ces résultats, concernant l'origine de l'inoculum (même si les éléments exposés plaident pour un rôle déterminant du milieu extérieur), les voies privilégiées de pénétration, l'action effective des champignons dans les tissus et leur lien avec d'éventuels symptômes ultérieurs, etc.

D'autres études, probablement basées sur une approche similaire, doivent être conduites en faisant appel à des outils complémentaires, tels que des analyses moléculaires visant à caractériser génétiquement les populations de pathogènes, et tenter d'en déterminer l'origine. Concernant la parcelle étudiée, cette phase d'observation étant arrivée à son terme au vu de la contamination massive constatée, elle continuera à être observée, un certain nombre de souches n'ayant pas été recépées à ce jour. Elles évoluent donc normalement, aux côtés de pieds présentant des troncs d'âges différents en fonction de l'année de leur prélèvement, et constituent un matériel d'étude potentiellement utilisable dans le cadre de plusieurs projets labellisés par le Plan National Dépérissement du Vignoble (ORIGINE, VITIMAGE, LONGVI, PHYSIO-PATH).

Enfin, ces résultats posent la question de l'efficacité en termes de prophylaxie d'une désinfection poussée en pépinière, considérant le caractère massif et rapide des contaminations à la parcelle par différentes espèces de *Botryosphaeriaceae*. Le lien entre ces champignons et les symptômes observés n'étant cependant pas établi, et *P. minimum* et *P. chlamydospora*, deux espèces pionnières de l'esca, n'ayant pas été retrouvés dans ce travail, beaucoup reste à faire avant de pouvoir tirer des conclusions définitives sur le sujet. De futurs travaux sur cette parcelle et sur d'autres permettront peut-être de mieux préciser l'ensemble des processus à l'œuvre.

Bibliographie

Billones-Baaijens R., Allard A., Hong Y., Jones E.E., Ridgway H., Jaspers M.V., 2014. Management of *Botryosphaeria* species infection in grapevine propagation materials. *Phytopathologia Mediterranea* 53, 589.

Dubos B., 1999. *Maladies cryptogamiques de la vigne*. Editions Féret, 174 p.

Fourie P.H., Halleen F., 2006. Chemical and biological protection of grapevine propagation material from trunk disease pathogens. *European Journal of Plant Pathology* 116, 255–265.

Gramaje D., Armengol J., 2011. Fungal trunk pathogens in the grapevine propagation process: potential inoculum sources, detection, identification, and management strategies. *Plant Disease* 95, 1040–1055.

Gramaje D., Di Marco S., 2015. Identifying practices likely to have impacts on grapevine trunk disease infections: a European nursery survey. *Phytopathologia Mediterranea*, 54, n. 2, p. 313-324.

Halleen F., Crous P.W., Petrini O., 2003. Fungi associated with healthy grapevine cuttings in nurseries, with special reference to pathogens involved in the decline of young vines. *Australasian Plant Pathology* 32, 47–52.

Hunter J.J., Volschenk C.G., Le Roux D.J., Fouché G.W., Adams L., 2004. *Plant Material Quality*, a compilation of research. Research Reports, ARC Infruitec-Nietvoorbij, Stellenbosch, South Africa.

Larignon, P. (2012). *Maladies cryptogamiques du bois de la vigne: symptomatologie et agents pathogènes*. <http://www.vignevin.com>

Larignon P., Dubos B., 1997. Fungi associated with esca disease in grapevine. *European Journal of Plant Pathology*, 103: 147-157.

Larignon P., Baptiste C., Mallet J.F., Granier J.P., Bloy P., 2013. Greffage en vert, premier test contre les maladies du bois: Essai préliminaire sur l'intérêt de cette technique pour produire des plants de vigne indemnes des champignons associés à ces maladies. *Phytoma* 661, pp. 33-35.

Larignon P., Bérud F., Girardon K., Dubos B., 2006. Maladies du bois de la vigne. Et les pépinières ? Quelques éléments sur la présence des champignons associés, leur localisation dans le bois et les moments de contamination. *Phytoma*. 592, 14-17.

Larignon P., Dubos B., 2001. Le Black Dead Arm. Maladie nouvelle à ne pas confondre avec l'esca. *Phytoma*, 538, 26-29.

Larignon P., Coarer M., Girardon K., Bérud F., Jacquet O., 2009. Propagation of pioneer fungi associated with esca disease by vegetative material in French grapevine nurseries. *Phytopathologia Mediterranea* 48, 177.

Mercier pépinières, 2017. Greffe herbacée. <http://www.mercier-groupe.com/fr/produits/greffe-herbacee>

Plan National Dépérissement du Vignoble, 2017. Programmes de recherches. <https://www.plan-deperissement-vigne.fr/travaux-de-recherche/programmes-de-recherche>

Retief E., Damm U., Mc Leoda, Fourie P.H., 2005. Petri disease : potential inoculum sources in South African grapevine nurseries. 4th International Workshop on grapevine Trunk Diseases, Stellenbosch.

Spagnolo A., Larignon P., Magnin-Robert M., Hovasse A., Cilindre C., Van Dorsselaer A., Clément C., Schaeffer-Reiss C., Fontaine F., 2014. Flowering as the most highly sensitive period of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Mourvèdre) to the *Botryosphaeria* dieback agents *Neofusicoccum parvum* and *Diplodia seriata* infection. *International Journal of Molecular Sciences*, 15, 9644–9669.

Stamp J. A., 2001: The contribution of imperfections in nursery stock to the decline of young vines in California. *Phytopathologia Mediterranea*, 40 (supplement), 369-375

Viguès V., Dias F., Barthélémy B., Yobréat O., Coarer M., Larignon P., 2008. Maladies du bois de la vigne, des étapes à risque identifiées en pépinière. *Phytoma*, 621, 30-32.

Viguès V., Yobréat O., Barthélémy B., Dias F., Coarer M., Larignon P., 2009. Fungi associated with wood decay diseases : identification of the steps involving risk in a French nursery. *Phytopathologia Mediterranea*, 48, 177.

Viguès V., Yobréat O., Barthélémy B., Dias F., Coarer M., Girardon K., Bérud F., Muller M., Larignon P., 2010. Wood decay diseases: tests of disinfection methods in French nursery. *Phytopathologia Mediterranea*, 49, 130.

Waite H., Morton L., 2007. Hot water treatment, trunk diseases and other critical factors in the production of high-quality grapevine planting material. *Phytopathologia Mediterranea* 46 (1): 5-17.

Waite H., Whitelaw-Weckert M., Torley P., 2015. Grapevine propagation: principles and methods for the production of high-quality grapevine planting material. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 43:2, 144-161.

Whiteman S.A., Stewart A., Ridgway H.J., Jaspers M.V., 2007. Infection of rootstock mother-vines by *Phaeoconiella chlamydospora* results in infected young grapevines. *Australasian Plant Pathology* 36, 198–203.

Yobréat O., Larignon P., 2014. Maladies du bois : les greffes-boutures herbacées, matériel d'étude précieux pour évaluer les contaminations au vignoble. La Grappe d'Autan, n°100, http://www.vignevin-sudouest.com/publications/grappe-autan/documents/LaGrappe_100.pdf