

## Minimiser l'impact des maladies foliaires et du bois sur le vignoble par biocontrôle

**Résumé** Les modifications réglementaires, en particulier en Europe, les demandes sociétales ainsi que la volonté d'un management moins intensif des vignobles et de certaines autres productions agricoles conduisent à rechercher des anti-pathogènes plus neutres pour l'environnement. Des études sont par exemple ainsi en cours afin de proposer des solutions pour lutter contre certaines maladies de la vigne (foliaires et du bois) à partir d'actifs issus eux-mêmes de coproduits de la vigne.

**Mots-clés** Chimie durable, vignoble, biocontrôle, anti-pathogènes, viniférine.

**Abstract** **Minimizing the impact of grapevine diseases on the vineyard by biocontrol**

Regulatory changes, particularly in Europe, societal demands and a desire for less intensive management of agricultural production lead to develop new anti-plant pathogens with neutral toxicological profile, and to support new harmless business solutions with respect for the applicator, the consumer and the environment. In accordance with this approach, this article points out solutions to fight against certain diseases of the vineyard (foliar and wood) by using farm coproducts.

**Keywords** Sustainable chemistry, vineyard, biocontrol, anti-plant pathogens, viniferin.



© eyetronic - Fotolia.com.

### L'impact économique

La vigne est une plante ligneuse, pérenne, de la famille des vitacées. Les vignes cultivées appartiennent au genre *Vitis*, originaire de l'hémisphère nord (Amérique, Europe, Asie). Plus particulièrement, les espèces d'intérêt agronomique dépendent du sous-genre *Euvitis*, au sein duquel les vignes sont distinguées en fonction de leur continent d'origine. Son importance économique est de premier plan pour de nombreux pays, particulièrement en Europe, encore plus en France.

La filière viticole française est présente dans 66 départements et dix régions métropolitaines et représente 3,7 % de la surface agricole utile (SAU). On compte près de 800 000 hectares de vignes en France, soit 10 % de la surface mondiale de vignes,

ce qui place la France en deuxième position derrière l'Espagne. La viticulture est le premier secteur agricole français en valeur (15 % de la production agricole, 85 000 exploitations, près de 800 000 emplois directs et indirects). Son chiffre d'affaires est estimé, tous vins confondus, à près de douze milliards d'euros. Sa balance commerciale est très positive et avec dix milliards d'euros, le vin constitue en 2015 le premier poste des exportations agroalimentaires de la France et le second contributeur à la balance commerciale derrière l'aéronautique.

L'impact économique de la vigne est donc fort. Sa protection phytosanitaire revêt des enjeux financiers importants mais également environnementaux depuis le Grenelle de l'environnement (2007) et le plan d'action Écophyto 2018.

Par ailleurs, la viticulture est consommatrice de 20 % des pesticides utilisés en France (équivalent à 12 000 t), alors qu'elle ne représente que 3,7% de la SAU. En 2013, les viticulteurs ont appliqué en moyenne dix-neuf traitements phytosanitaires avec une grande variabilité en fonction des régions (de 12 à 27 traitements). La protection de la vigne contre les champignons pathogènes est à l'origine de 79 % des traitements, soit environ 9 600 tonnes (figure 1).

En 2012, les traitements fongicides en viticulture s'élevaient en moyenne à 3 900 €/ha pour dix passages dont 495 € de matières premières pour les traitements anti-mildiou, anti-oïdium et anti-botrytis, et 2 800 € de main d'œuvre et mécanisation.

### Les agents pathogènes

La vigne est en effet sensible à de nombreuses maladies dues à divers agents pathogènes : virus, phytoplasmes, bactéries, insectes et champignons. Les principales maladies visées par les traitements sont le mildiou et l'oïdium, et dans une moindre mesure la pourriture grise, qui sont respectivement dues aux agents *Plasmopara viticola*, *Erysiphe necator* et *Botrytis cinerea*. Ces affections atteignent les organes herbacés de la vigne et peuvent être maîtrisées en conjuguant prophylaxie et usage de traitements chimiques.



Nombre moyen de traitements phytosanitaires par bassin viticole en 2013

BASSIN	Ensemble des traitements				
	Ensemble des traitements	fongicides bactéricides	insecticides et acaricides	herbicides	autres
Beaujolais	22,2	18,2	1,0	3,2	0,0
Bordelais	22,8	18,5	2,0	2,4	0,1
Bourgogne	23,9	20,4	1,8	1,7	0,1
Cahors	23,6	19,7	2,4	2,1	0,1
Champagne	23,0	20,2	0,4	2,3	0,1
Charentes	24,2	18,2	2,9	3,1	0,0
Cher	20,1	17,3	0,8	2,0	0,2
Dordogne	21,9	17,3	2,5	2,5	0,0
Gaillac	21,3	16,0	3,0	2,6	0,0
Gers	27,5	21,5	3,0	3,3	0,2
Lot-et-Garonne	22,4	17,3	2,2	3,7	0,1
ENSEMBLE	19,0	15,1	1,8	2,2	0,1

Figure 1 - Carte des bassins viticoles français (source : IFV) et nombre moyen de traitements phytosanitaires par bassin viticole en 2013 (valeurs estimées) (source : Agreste, Enquête sur les pratiques culturales en viticulture en 2013).

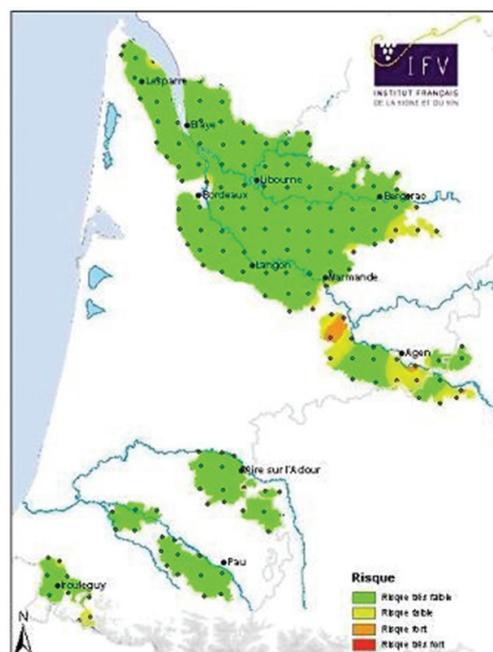
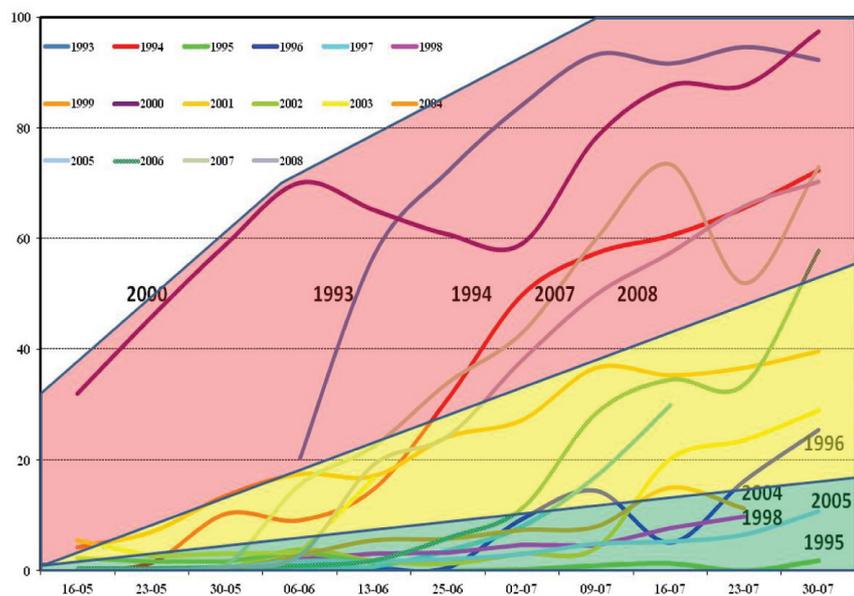


Figure 2 - Fréquence moyenne des attaques du mildiou sur les feuilles sur un réseau de parcelles de 1993 à 2008 (à gauche), et risque potentiel de l'oïdium au 1<sup>er</sup> août 2017 (à droite) (source : IFV).

Actuellement, la pression parasitaire est telle qu'il est impossible de ne pas traiter contre le mildiou et l'oïdium. Pour preuve, l'IFV (Institut français de la vigne et du vin) suit depuis maintenant plus de vingt ans un réseau de témoins non traités. Les observations sont synthétisées dans la figure 2. Elles montrent une variation de la pression parasitaire en fonction du millésime mais également, la plupart du temps, une intensité d'attaque incompatible avec une production suffisante et de qualité.

Concernant le *Botrytis*, des pratiques prophylactiques permettent de réduire considérablement la pression parasitaire. Néanmoins, les années propices au développement du champignon, les attaques de botrytis entraînent des pertes conséquentes de récolte et sont préjudiciables à la production d'un vin de qualité. Certains viticulteurs font cependant l'impasse sur ces traitements, toujours appliqués de façon préventive, compte tenu de leur coût élevé.

L'offre de produits phytosanitaires contre le mildiou, l'oïdium ou le botrytis est importante en culture conventionnelle. En viticulture biologique en revanche, seuls les produits à base de cuivre sont autorisés contre le mildiou et à base de soufre contre l'oïdium. Il existe également quelques produits de biocontrôle homologués contre ces maladies. Néanmoins, mis à part le soufre, ils ne sont pas suffisamment efficaces. De plus, concernant la lutte contre le mildiou, aucun des produits n'est homologué « agriculture biologique ». On peut ajouter à cela que la vigne est aussi sensible à plusieurs types de maladies vasculaires, comme la maladie d'Oléron, une nécrose bactérienne engendrée par *Xylophilus ampelinus*. Néanmoins, les maladies vasculaires les plus préoccupantes aujourd'hui sont celles dites « maladies du bois », dues à un ou plusieurs champignons capables de se développer dans les vaisseaux du xylème. La dégradation des tissus ligneux et la production de certains composés par les agents pathogènes

causent des perturbations dans le métabolisme de la plante et l'apparition de symptômes foliaires. La mort de la plante, à plus ou moins long terme, est inévitable. Depuis la fin du XX<sup>e</sup> siècle, plusieurs syndromes ont pris de l'ampleur dans les vignobles des cinq continents : l'eutypiose, la maladie de Petri, le syndrome de l'esca, le « black foot » et diverses infections du bois liées à des *Botryosphaeriaceae*. Les maladies vasculaires de la vigne sont alors devenues une préoccupation majeure et la recherche s'est intensifiée autour de cette thématique ; la création de l'International Council of Grapevine Trunk Diseases, qui réunit tous les deux ans les spécialistes du domaine, en est la preuve.

En France, les principales maladies du bois de la vigne sont l'eutypiose, l'esca et le « black dead arm » (BDA) [1].

### L'eutypiose

Cette maladie est due à un champignon ascomycète de la famille des diatrypacées : *Eutypa lata*. Sa forme asexuée (ou anamorphe), *Libertella blepharis*, ne semble pas participer à la contamination de la plante. L'agent responsable de l'eutypiose a d'abord été identifié sur l'abricotier en 1957, en Australie, sous le nom de *Eutypa armeniaca* [2]. Ce n'est que dans les années 1970 que cet ascomycète est associé aux maladies vasculaires de la vigne [3] et que le postulat de Koch est vérifié [4]. Les symptômes de l'eutypiose peuvent apparaître cinq à dix ans après l'infection par *E. lata* et leur expression est aléatoire [5]. Ils se caractérisent au printemps par des rameaux à l'aspect rabougri, aux entre-nœuds raccourcis et portant de petites feuilles déformées et nécrosées [6]. Les inflorescences se dessèchent et s'il y a nouaison, une forte coulure ou des baies millerandées sont observées. Sur la partie externe du tronc, sous l'écorce, apparaissent des zones bosselées correspondant aux périthèces contenant les spores. Dans le bois, une nécrose sectorielle brune et dure apparaît au niveau d'une blessure (plaie de taille, accident mécanique) et se prolonge dans le bois. Elle correspond à la zone de développement du champignon qui progresse grâce à des enzymes de dégradation : cellulases, xylanases,  $\beta$ -1,3- et  $\beta$ -1,4-glucanases, chitinases, protéases [7]. La contamination au vignoble se fait par les périthèces présents sous l'écorce [8]. La pluie favorise la libération des ascospores qui sont disséminés par le vent et se déposent sur les plaies de taille ou les blessures. La dissémination aérienne a lieu tout au long de l'année [9] ; néanmoins, la contamination des plaies de taille au moment des pluies hivernales est la voie d'infection majeure. Les spores germent au niveau du xylème puis progressent lentement dans le bois. La reproduction de *E. lata* se fait par voie sexuée ; la diversité génétique des souches au vignoble est forte en Europe [10].

### Le syndrome de l'esca

C'est une maladie incurable très ancienne dans le vignoble européen. Le terme esca est donné en 1922 par Pierre Viala et désigne une maladie associant une pourriture blanche, ou amadou, et l'apoplexie. Une forme lente de la maladie est décrite au cours des années suivantes. Elle se caractérise par une zone centrale brune et dure (pré-nécrose) au niveau du tronc, qui évolue en zone claire et molle (l'amadou), elle-même entourée d'une zone brune. Des ponctuations noires peuvent aussi apparaître. Les symptômes foliaires permettent de distinguer la forme lente de la forme apoplectique. Dans le premier cas, des digitations internervaires – jaunes sur les cépages blancs, jaunes et rouges sur les cépages noirs – apparaissent durant la période estivale et évoluent en nécrose pouvant aller

jusqu'au dessèchement de la tige. La forme sévère correspond à un dessèchement total et soudain des organes aériens. Ces symptômes peuvent n'apparaître que sur un bras et à des degrés différents sur les sarments d'un même bras. Le dessèchement est dû à un déficit de transport de l'eau. Le dysfonctionnement du xylème serait lié d'une part à la dégradation du bois par les champignons et d'autre part à l'obstruction des vaisseaux par des structures défensives, les thylles et les gommages, qui permettent de confiner le mycélium aux vaisseaux infectés [11]. L'esca est également associé à une altération de la photosynthèse détectable deux mois avant l'apparition des symptômes foliaires [12] et à une mauvaise lignification des sarments [13].

### État des lieux en France

La création en 2002 d'un Observatoire national des maladies du bois de la vigne a permis de faire un état des lieux en France. Entre 2003 et 2008, l'analyse a porté sur plus de 600 parcelles réparties dans la plupart des régions viticoles et représentant environ 27 cépages. Les données collectées ont porté sur l'expression de symptômes d'eutypiose et d'esca/BDA confondus, ainsi que sur la mortalité des ceps et certains facteurs culturels (âge de la parcelle, traitement à l'arsénite de sodium, système de taille...). Concernant l'eutypiose, le nombre de parcelles présentant au moins un cep exprimant la maladie évolue peu globalement (29,97 % en 2003, 35,78 % en 2008), malgré de fortes augmentations en 2004, 2005 et 2007. Le pourcentage moyen de ceps atteints (incidence) par l'eutypiose diminue au cours des six années d'observations (3,35 % en 2003, 2,54 % en 2008). Cette incidence peut être bien plus élevée comme dans le cognaçais avec des valeurs supérieures à 20 % entre 2003 et 2005. Concernant l'esca et le BDA, la progression de ces maladies est bien plus marquée et le nombre de parcelles exprimant des symptômes a augmenté au cours des six années d'études, passant de 50,26 % en 2003 à 72,96 % en 2008. L'incidence de ces syndromes augmente aussi régulièrement (1,04 % en 2003, 3,23 % en 2008). Pour ces maladies, les chiffres avancés sont sous-estimés du fait qu'une année sur l'autre, une même plante n'exprime pas forcément de symptômes.

Au vu de ces données épidémiologiques, les maladies du bois ont donc un impact économique non négligeable et en perpétuelle augmentation, entraînant des pertes de rendement et de qualité. L'Observatoire a montré qu'entre 2003 et 2008, le nombre de ceps morts avait presque doublé (0,89 % à 1,53 %), en corrélation avec l'augmentation de l'expression des symptômes de maladies du bois. Le nombre de ceps improductifs a doublé en six ans et atteint 11 % en 2008.

### En quête de traitements efficaces

Suite à ce constat, la lutte contre les maladies du bois de la vigne est malheureusement devenue ces dernières années un enjeu majeur pour les viticulteurs qui ne disposent plus d'aucun traitement autorisé. L'arsénite de sodium, molécule toxique pour l'utilisateur et l'environnement, a été interdit en novembre 2001 (pouvant expliquer les fortes augmentations des maladies dans les années qui ont suivi) ; l'Escudo, un traitement chimique, a été lui aussi retiré du marché en 2007, et l'Esquisse WP, seule solution de biocontrôle autorisée à ce jour, ne donne pas de résultats très concluants.

En France, l'impact du dépérissement sur la production peut aujourd'hui atteindre un niveau tel que certaines exploitations

se retrouvent en péril. La perte liée à ce dépérissement y est estimée à 4,6 hL/ha, soit environ 10 % de la production à l'échelle nationale, ce qui représente une perte de chiffre d'affaires estimée à 1,2 milliard d'euros.

Dans ce contexte, le dépérissement du vignoble est une préoccupation forte et croissante de la filière viticole. Le constat est le même dans toutes les régions viticoles françaises : la longévité des pieds de vigne diminue et partout il est observé des formes de dépérissement qui engendrent une mortalité du cep à plus ou moins long terme. Le diagnostic et l'analyse des problèmes de dépérissement restent à ce jour particulièrement complexes. Même si les causes du dépérissement ne sont pas encore totalement expliquées, il ne fait aucun doute que les maladies, en particulier l'oïdium, le mildiou, le botrytis et l'esca, jouent un rôle prédominant dans cette dégénérescence. Malheureusement, la solution à cette pandémie programmée à l'heure actuelle ne trouve de réponse que quasi exclusivement dans l'utilisation d'intrants chimiques. Pourtant des solutions alternatives existent, parmi lesquelles figurent les biopesticides et des microorganismes du sol, dont les rhizobactéries à activités bénéfiques sur la physiologie de la vigne et/ou sa résistance aux agents pathogènes. Ces bactéries du sol qui vivent en association avec les racines des plantes sont capables de promouvoir leur croissance, soit directement *via* la production de phytohormones et l'amélioration de la nutrition, soit indirectement *via* leur capacité à améliorer leur tolérance aux stress abiotiques et biotiques. Leur activité de biocontrôle est réalisée par la production de substances et/ou d'enzymes à propriétés antimicrobiennes, ainsi que *via* un processus de résistance systémique induite qui stimule les voies de défense des plantes.

L'enjeu des travaux de R & D au sein de Valagro, en partenariat avec les équipes universitaires des professeurs J. Guillard et P. Coutos-Thévenot (Université de Poitiers) est donc d'innover dans le domaine de la protection végétale en développant de nouvelles stratégies de lutte plus respectueuses de l'environnement et, dans un futur proche, sur les maladies fongiques de la vigne, avec pour objectifs :

- de limiter l'utilisation d'intrants phytosanitaires dans les vignobles ;

- de maintenir la protection de la vigne contre ces maladies en utilisant des actifs directement produits par la plante, plus respectueux de l'environnement et de la santé humaine, et obtenus par un procédé écoresponsable ;

- de maîtriser la robustesse de l'activité des solutions de biocontrôle par un contrôle et une maîtrise industrielle des actifs et de leur stabilité ;

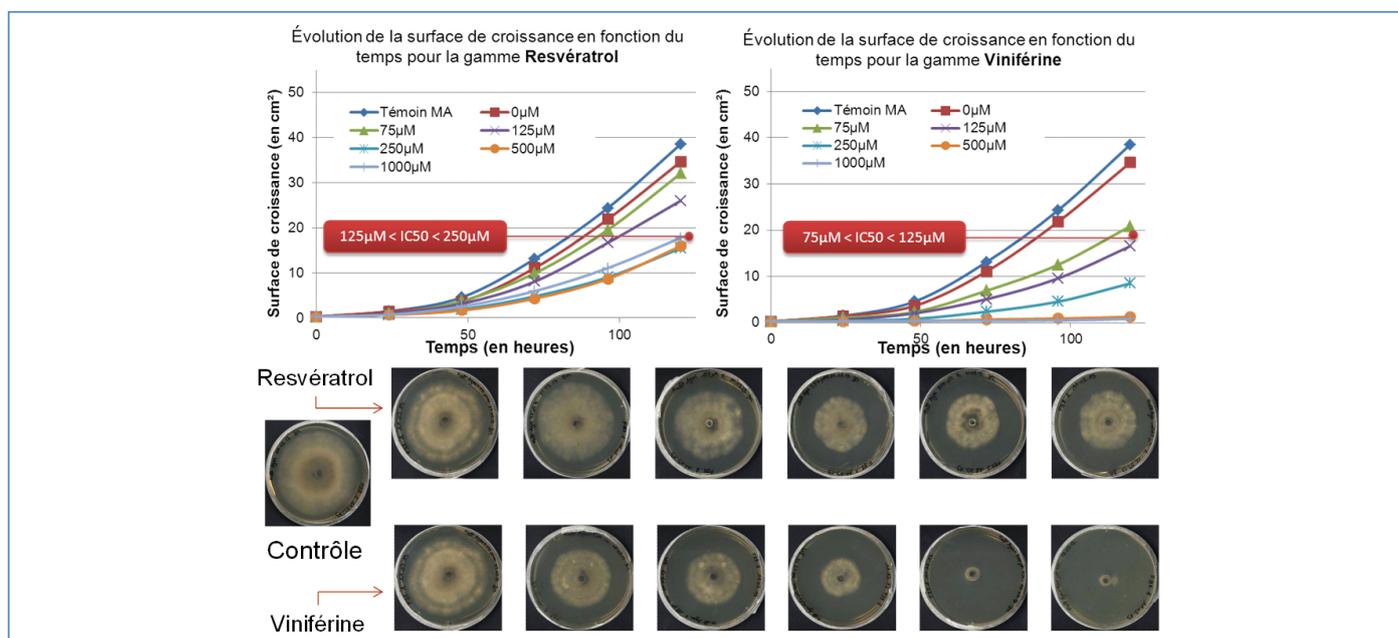
- d'instaurer une économie circulaire de collecte, une extraction des co-produits agricoles et viticoles, une récupération d'actifs, une création d'énergie (biogaz) et une restitution au sol du résidu de méthanisation sur un domaine donné qui puisse être ensuite transposable à d'autres propriétés ;

- d'ouvrir le champ d'applications de ces solutions de biocontrôle à d'autres productions hors vigne fortement affectées par les agents pathogènes (fraises, tomates, pommes de terre...).

La production de ces actifs et de ces formulations de biocontrôle seront maîtrisées afin de garantir une efficacité constante dans le traitement des maladies fongiques. Cette maîtrise passera par l'identification de la nature du mélange d'actifs cibles extraits de la matière végétale et par le contrôle de sa qualité *via* un procédé de préparation fiable et robuste. La stabilité du mélange d'actifs devra être optimisée ainsi que leur formulation pour délivrer un produit fini qui soit en adéquation avec les pratiques de traitement utilisées dans le monde viticole. Enfin, ces produits formulés devront répondre aux profils toxicologiques et écotoxicologiques respectueux de l'environnement et de la santé, tout en utilisant des produits biosourcés.

### Expériences de biocontrôle à suivre

Le projet que nous proposons s'appuie sur des résultats *in vitro* obtenus précédemment [14]. L'approche expérimentale a consisté en des tests d'inhibition de croissance par la viniférine en microbiologie sur quatre champignons responsables de pathologies graves chez la vigne : *Botrytis cinerea*, agent de la pourriture grise, *Eutypa lata*, agent de l'eutypiose, *Diplodia seriata* et *Neofusicoccum parvum*, champignons du syndrome de l'esca. Après inoculation du mycélium au centre d'une



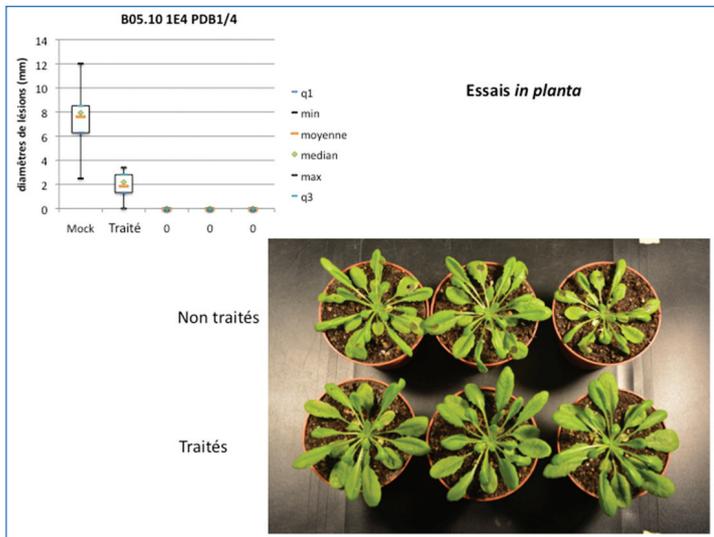


Figure 4 - Test *in planta* sur la mesure de la taille de nécroses produites par *Botrytis cinerea* par l'extrait partiellement enrichi en viniférine.

boite de culture contenant le milieu Malt-Agar et les molécules à tester à différentes concentrations, les mesures de la surface de croissance centrifuge du mycélium permettent d'estimer l'effet fongistatique ou fongicide des molécules. Un contrôle positif avec du resvératrol commercial est utilisé pour chaque champignon. Les résultats montrent que pour *Diplodia seriata*, la viniférine est encore plus efficace que le resvératrol à la même concentration. Il semble même que pour ce champignon, l'effet est fongicide car il n'y a aucune reprise de croissance, même après trois semaines de culture, alors que le resvératrol n'est que fongistatique. La concentration inhibitrice médiane (IC<sub>50</sub><sup>(1)</sup>) de la viniférine se situe entre 75 et 125 µM, ce qui est relativement bas pour ce type de molécule. Tous les tests ont été faits pour l'ensemble des champignons et donnent des résultats similaires avec des IC<sub>50</sub> ne dépassant pas ces valeurs. La viniférine est donc dans ce test fortement antifongique sur les quatre champignons testés (voir figure 3). Enfin, un test *in planta* réalisé à l'Université de Poitiers basé sur la mesure de la taille de nécroses produites par *Botrytis cinerea* sur le pathosystème<sup>(2)</sup> *Arabidopsis/B. cinerea* a permis de montrer que l'utilisation de la *trans* ε-viniférine à 250 µM est active (figure 4). Une étude préliminaire sur feuille de vigne infectée par le mildiou fait apparaître un recul du pathogène lorsque la viniférine est pulvérisée (de 40 % par rapport au mancozèbe).

### Des solutions inoffensives... sauf pour le pathogène

Attestées par des évolutions réglementaires en cours, notamment en Europe, les exigences sociétales en matière de gestion et de qualité des productions agricoles créent la nécessité de développer de nouveaux agents anti-phytopathogènes à profil toxicologique neutre. Il s'agit de mettre au point et soutenir de nouvelles solutions opérationnelles à caractère inoffensif vis-à-vis de l'applicateur, du consommateur et de l'environnement. C'est en adéquation avec cette démarche que notre stratégie industrielle est envisagée. Elle a pour objectif de proposer une solution pour lutter efficacement contre les maladies foliaires de la vigne de façon écoresponsable au moyen de molécules naturelles obtenues grâce au végétal. L'interdisciplinarité scientifique réunie autour de notre R & D permettra d'obtenir une excellente complémentarité et la création d'une plateforme industrielle unique utilisant le monde végétal pour soigner les productions agricoles.

Le lecteur retrouvera en annexe (téléchargeable librement sur le site de la revue à partir de la page liée à cet article) un complément bibliographique sur lequel les auteurs se sont appuyés pour rédiger cet article.

- (1) IC<sub>50</sub>: mesure de l'efficacité d'un composé donné pour inhiber une fonction biologique ou biochimique spécifique.
- (2) Pathosystème : dans un écosystème, sous-système régi par une forme de parasitisme.
- [1] Larignon P., Fontaine F., Farine S., Clément C., Bertsch C., Esca et Black Dead Arm: deux acteurs majeurs des maladies du bois chez la vigne, *C.R. Biol.*, **2009**, 332, p. 765.
- [2] Carter M., *Eutypa armeniaca* Hansf. & Carter, sp. nov., an airborne vascular pathogen of *Prunus armeniaca* L. in southern Australia, *Austr. J. Bot.*, **1957**, 5, p. 21.
- [3] Carter M., Price T., *Eutypa armeniaca* associated with vascular disease in grapevine and barberry, *Austral. Plant Pathol. Soc. Newslett.*, **1973**, 2, p. 27.
- [4] Moller W., Kasimatis A., Dieback of grapevine caused by *Eutypa armeniaca*, *Plant Dis. Rep.*, **1978**, 62, p. 254.
- [5] Wicks T., Creaser M., Yearly variation in *Eutypa* Dieback symptoms and the relationship to grapevine yield, *The Australian Grapegrower & Winemaker*, **2001**, 452, p. 50.
- [6] Moller W., Kasimatis A., Kissler J., A dying arm disease of grape in California, *Plant Dis. Rep.*, **1974**, 58, p. 869.
- [7] Larignon P., Contribution à l'identification et au mode d'action des champignons associés au syndrome de l'esca de la vigne, Thèse de l'Université de Bordeaux 2, **1991**; Schmidt C., Wolf G., Lorenz D., Production of extracellular hydrolytic enzymes by the grapevine dieback fungus *Eutypa lata*, *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenz.*, **1999**, 106, p. 1.
- [8] Moller W., Kasimatis A., Dieback of grapevine caused by *Eutypa armeniaca*, *Plant Dis. Rep.*, **1978**, 62, p. 254.
- [9] Paillassa E., Dubos B., Larignon P., Chevrier J., L'inoculum infectieux d'*Eutypa lata*. Sa formation, son évolution et sa dispersion : les facteurs qui les influencent, *Phytoma*, **1992**, 440, p. 21.
- [10] Péros J.P., Berger G., Diversity within natural progenies of the grapevine dieback fungus *Eutypa lata*, *Curr. Genet.*, **1999**, 36, p. 301; Travadon R. et al., Genetic structure of the fungal grapevine pathogen *Eutypa lata* from four continents, *Plant Pathol.*, **2011**, 61, p. 85.
- [11] Del Rio J.A. et al., Phenolic compounds have a role in the defence mechanism protecting grapevine against the fungi involved in Petri disease, *Phytopathol. Mediterr.*, **2004**, 43, p. 87; Edwards J., Pascoe I.G., Salib S., Impairment of grapevine xylem function by *Phaeoaniella chlamydospora* infection is due to more than physical blockage of vessels with 'goo', *Phytopathol. Mediterr.*, **2007**, 46, p. 87.
- [12] Christen D., Scönmann S., Jermini M., Strassen R.J., Défago G., Characterization and early detection of grapevine (*Vitis vinifera*) stress responses to esca disease by *in situ* chlorophyll fluorescence and comparison with drought stress, *Environ. Exp. Bot.*, **2007**, 60, p. 504; Letousey P. et al., Early events prior to visual symptoms in the apoplectic form of grapevine esca disease, *Phytopathology*, **2010**, 100, p. 424.
- [13] Andreini L., Viti R., Scalabrelli G., Preliminary histological observations on grapevine affected by esca disease, *Centr. Eur. J. Biol.*, **2010**, p. 1.
- [14] Coutos-Thévenot P. et al., *In vitro* tolerance to *Botrytis cinerea* of grapevine 41B rootstock in transgenic plants expressing the stilbene synthase *Vst1* gene under the control of a pathogen-inducible PR 10 promoter, *J. Exp. Bot.*, **2001**, 52, p. 901.

Jérôme GUILLARD\*,

professeur à l'Université de Poitiers, Institut de Chimie des Matériaux de Poitiers (IC2MP), Équipe Synthèse Organique.

Pierre COUTOS-THÉVENOT,

professeur à l'Université de Poitiers, Laboratoire Écologie & Biologie des Interactions.

Joël BARRAULT,

directeur de recherche émérite au CNRS, président de Valagro Recherche, Poitiers.

\* jerome.guillard@univ-poitiers.fr