IVES Technical Reviews vigne & vin

https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2023.7502

L'un ou l'autre : en condition de sécheresse, la vigne n'exprime pas de symptômes foliaires d'esca

Giovanni Bortolami[1,2], Gregory A. Gambetta[3], Chloé E. L. Delmas[1]

[1] INRAE, Bordeaux Sciences Agro, ISVV, SAVE, F-33140, Villenave d'Ornon, France
[2] Naturalis Biodiversity Center, P.O. Box 9517, 2300 RA Leiden, The Netherlands
[3] Ecophysiologie et Genomique Fonctionnelle de la Vigne (EGFV), BSA, INRAE, Université de Bordeaux, ISVV, Villenave d'Ornon 33140, France

La viticulture mondiale a connu une baisse de rendement et de la longévité des vignes au cours des deux dernières décennies. Notre compréhension des causes sous-jacentes est limitée par les interactions complexes entre les différents facteurs impliqués et les verrous techniques qui limitent les recherches sur ces interactions. Dans Bortolami *et al.* (2021a)[1], nous avons étudié l'interaction entre deux facteurs principaux du déclin de la vigne, la sécheresse et une maladie vasculaire (esca), en étudiant le développement des symptômes foliaires d'esca et la physiologie du cépage Sauvignon blanc au cours de ces deux stress. Nous avons constaté que les conditions de sécheresse inhibaient le développement des symptômes foliaires d'esca, révélant le rôle clé de l'état hydrique de la plante dans la pathogenèse de l'esca et ouvrant de nouvelles perspectives en matière de gestion de l'utilisation de l'eau dans le contexte du changement climatique.

Les relations entre le fonctionnement hydraulique de la vigne et les symptômes d'esca

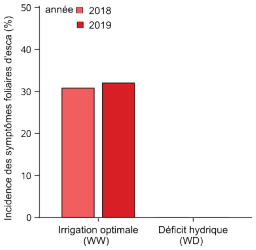
L'esca est l'une des maladies du bois de la vigne qui affecte les vignes et induit des pertes de rendement et une réduction de la durée de vie des plantes[2], avec une perte économique estimée en France à 1 milliard d'euros en 2014[3]. Les champignons pathogènes responsables vivent et dégradent les organes ligneux pérennes (tronc, bras et sarments pluriannuels), et induisent les symptômes caractéristiques « tigrés » sur les feuilles[4]. Cependant, la question de savoir comment les agents pathogènes induisent les symptômes foliaires et comment les conditions environnementales (en particulier la sécheresse et la température) affectent l'incidence de l'esca reste ouverte. Nous avons récemment montré que les symptômes foliaires de l'esca sont associés à une perte de conductivité hydraulique (c'est-à-dire de transport de l'eau) dans les feuilles et les tiges de l'année[5]. Cette découverte a mis en évidence le rôle clé du fonctionnement hydraulique de la plante et de l'anatomie du xylème (le tissu qui transporte l'eau) dans le processus de la maladie. Nous avons alors émis l'hypothèse que les relations plante-eau sont la pierre angulaire de l'expression des symptômes de l'esca sur les feuilles et qu'une modification de la disponibilité de l'eau (en particulier pendant la sécheresse) pourrait induire différents niveaux d'expression des symptômes de l'esca. En effet, les agents pathogènes liés à l'esca vivent dans le xylème[6], et leur activité devrait être affectée par l'état hydrique de la plante.

Résoudre le problème de l'étude de l'esca dans des conditions contrôlées

Les méthodes classiques permettant d'étudier de l'esca en conditions contrôlées nécessiteraient la capacité de reproduire les symptômes foliaires de la maladie par inoculation d'un (ou plusieurs) des agents pathogènes liés à l'esca dans des vignes saines, généralement des boutures racinées ou des greffés soudés. Cependant, ces méthodes n'ont pas réussi à reproduire de manière fiable les symptômes foliaires, ce qui entrave notre compréhension de l'esca. Dans nos études[1, 5], nous avons arraché des ceps de Sauvignon blanc âgés de 30 ans dans un vignoble expérimental situé à INRAE, Villenave d'Ornon, France. Chaque plante utilisée dans cette étude a fait l'objet d'un suivi de l'expression des symptômes foliaires de l'esca au cours des six années précédentes. Au cours des expérimentations, les plantes ont ensuite été divisées en différents lots, selon l'historique de leur expression de symptômes au vignoble (précédemment asymptomatiques, pA ou précédemment symptomatiques au moins une année, pS). Les plantes ont été transplantées directement dans des pots de 20 litres juste avant le débourrement dans un milieu argileux fin (substrat Klasmann Deilmann 4:264). Cette méthode nous a permis d'obtenir des ceps matures dans des pots, pour lesquels les antécédents d'expression de l'esca étaient connus. Cela nous a permis de suivre la physiologie de ceps présentant des symptômes foliaires d'esca dans un environnement contrôlé.

Les vignes étudiées n'ont jamais exprimé les symptômes foliaires d'esca pendant une sécheresse modérée à sévère.

Pendant deux saisons consécutives, nous avons soumis la moitié des plantes (n=25/51) à un niveau de sécheresse modéré à sévère. Cette condition de déficit hydrique a été maintenue pendant trois mois (de juillet à octobre) en vérifiant le potentiel hydrique de base (maintenu à -1 MPa en moyenne), et en arrosant une fois tous les deux-trois jours la quantité exacte d'eau perdue par transpiration. L'autre moitié des plantes a été arrosée, tous les deux jours, jusqu'à la capacité du champ (c'est-à-dire du pot). Au cours des deux années, nous avons observé qu'aucune des plantes en déficit hydrique n'a exprimé de symptômes foliaires d'esca, alors que dans des conditions optimales d'arrosage, environ 30 % des plantes ont exprimé des symptômes au cours des deux années (figure 1). Il est très peu probable que ce résultat soit dû au hasard ; la probabilité qu'aucune plante en situation de sécheresse n'ait exprimé de symptômes au cours des deux années de l'étude était inférieure à 1 sur 100 millions.



	Irrigation optimale (WW)		Déficit hydrique (WD)	
	pA	pS	pA	pS
Incidence symptômes foliaires d'esca en 2018	14 % (2/14)	50% (6/12)	0% (0/13)	0% (0/12)
Incidence symptômes foliaires d'esca en 2019	33% (4/12)	31% (4/13)	0 % (0/13)	0 % (0/13)

FIGURE 1. Effet du régime d'arrosage sur le pourcentage de plants de Sauvignon blanc exprimant des symptômes foliaires d'esca en 2018 et 2019. Dans le tableau, les plantes sont regroupées selon leur régime d'arrosage (plantes WW et WD) et selon leur historique de maladie entre 2012 et l'année précédant l'expérimentation : plantes n'ayant jamais exprimé de symptômes (pA) et plantes ayant exprimé des symptômes au moins une fois (pS). Les ratios présentent le nombre de plantes symptomatiques l'année de l'expérimentation dans chaque catégorie sur le nombre total de plantes de la catégorie dans chacune des deux années différentes. Adaptée de Bortolami *et al.* (2021a)[1].

Étant donné que les mécanismes sous-jacents de cette interaction antagoniste avec la sécheresse sont encore inconnus et doivent être explorés davantage, nous pouvons seulement spéculer sur différents scénarios futurs. Dans notre étude, l'intensité de la sécheresse était modérée à sévère, ce qui a entraîné une très faible transpiration des plantes, mais l'intégrité du xylème a été préservée (c'est-à-dire que les seuils critiques induisant l'embolie du xylème n'ont pas été atteints). On peut s'attendre à ce que l'incidence de l'esca diminue en cas d'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse à l'avenir. Au contraire, les plantes bien arrosées avec des taux de transpiration élevés exprimaient plus de symptômes au cours de notre expérience. De même, nous émettons l'hypothèse que les augmentations de température accompagnées d'une forte disponibilité en eau du sol devraient augmenter les taux de transpiration et éventuellement l'expression de l'esca au vignoble.

Ce travail est disponible sous la licence Creative Commons Attribution 4.0 International.

Dans ce contexte, les pratiques culturales telles que l'irrigation, qui peuvent temporairement atténuer le déficit hydrique, pourraient accélérer le dépérissement des vignes par l'esca.

La présence de symptômes foliaires d'esca n'affecte pas l'anatomie du xylème sur le long terme

L'une des caractéristiques les plus intéressantes des symptômes foliaires de l'esca est que leur expression n'est pas constante d'une année sur l'autre. De nombreuses études de terrain ont mis en évidence que les plantes qui présentent des symptômes au cours d'une saison peuvent être totalement asymptomatiques et présenter un feuillage totalement indemne de symptômes la ou les saisons suivantes. Nous avons montré que l'historique des symptômes foliaires du cep de vigne n'influence pas plusieurs paramètres physiologiques chez les plantes asymptomatiques l'année de l'observation[1, 5]. Les plantes asymptomatiques présentaient le même fonctionnement hydraulique et la même anatomie du xylème dans les tiges, qu'elles aient exprimé ou non des symptômes foliaires de l'esca au cours de l'une des saisons précédentes[5]. Dans le même ordre d'idées, la réponse de la vigne à la sécheresse ne diffère pas entre les plantes qui n'ont jamais exprimé de symptômes foliaires d'esca et celles qui ont présenté des symptômes au moins une fois au cours des six années précédentes (Figure 2). Ce résultat suggère que l'impact négatif des symptômes d'esca sur les tissus verts de l'année (tiges et feuilles) est principalement limité à la saison d'expression de la maladie.

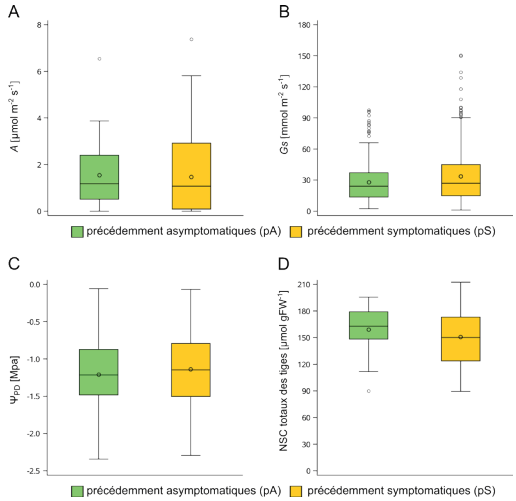


FIGURE 2. Effet de l'historique de l'expression de l'esca sur la réponse physiologique de la plante à la sécheresse. Les couleurs représentent l'absence (pA, vert) ou la présence (pS, jaune) de symptômes foliaires d'esca au cours des six saisons précédentes avant de soumettre les plantes à la sécheresse. (A) assimilation de CO_2 (A, µmol m-2 s-1), (B) conductance stomatique de la plante entière (Gs, mmol m-2 s-1), (C) potentiel hydrique de base (Ψ_{PD}, MPa), (D) glucides non structurels totaux dans les tiges (µmol gFW-1) après avoir modifié le régime d'arrosage. L'historique de l'esca (pA versus pS) n'a eu aucun effet significatif sur les autres paramètres physiologiques mesurés. Adaptée de Bortolami *et al.* (2021a)[1].

Repousses vertes après l'expression des symptômes : une capacité de la plante à se remettre de l'esca ?

Toutes les plantes qui ont exprimé des symptômes foliaires ont été capables, deux à cinq semaines après l'expression des symptômes, de générer de nouvelles feuilles vertes à partir de bourgeons secondaires situés au sommet des tiges symptomatiques (Figure 3). Cette repousse verte était associée à une reprise de la transpiration de l'ensemble de la plante et à un fonctionnement hydraulique proche des plantes asymptomatiques « contrôles »[1]. Ces nouvelles pousses, qui assurent de nouveau la photosynthèse, pourraient faire l'objet d'une attention particulière puisqu'elles sont généralement éliminées au cours de la saison de croissance. Elles pourraient, par exemple, contribuer à l'atténuation des effets négatifs de l'esca sur les réserves de carbone, le rendement et la longévité de la plante. En effet, des études récentes ont suggéré qu'une taille minimale pourrait réduire l'incidence des maladies du bois de la vigne[7], alors qu'une taille intensive pourrait l'augmenter[8]. Par conséquent, l'effet des différentes pratiques de taille et d'élagage sur les plantes présentant des symptômes d'esca devrait être étudié attentivement lors des futurs relevés d'observation sur le terrain.



FIGURE 3. Plante de *V. vinifera* cv Sauvignon blanc montrant une repousse verte asymptomatique à partir de bourgeons secondaires au sommet des pousses symptomatiques de l'esca.

Les études intégratives, une priorité pour comprendre et prévenir le dépérissement des vignobles

Au cours des 20 dernières années, les vignobles européens ont subi des pertes de rendement liées à un dépérissement des ceps de vigne[3]. Nous souhaitons ici souligner que les facteurs de stress ne doivent pas être considérés indépendamment dans les programmes de recherche si nous voulons comprendre les mécanismes sous-jacents au dépérissement de la vigne.

En effet, en tant que culture pérenne, la vigne subit différents stress au cours de sa vie, parfois de manière séquentielle, parfois de manière simultanée. Il est temps, en utilisant les avancées technologiques qui nous sont offertes, d'augmenter le nombre d'études intégratives afin de mieux comprendre la physiologie de la vigne en condition de production et comment elle (et nous) ferons face au changement climatique. ■

Ce travail a été soutenu par le Ministère français de l'Agriculture et de l'Alimentation, FranceAgriMer, et le Comité National des Interprofessions des Vins à appellation d'origine et à indication géographique (CNIV) dans le cadre du projet PHYSIOPATH (22001150-1506 ; Programme Plan National Dépérissement du Vignoble).

Article prenant sa source de l'article de recherche "Grapevines under drought do not express esca leaf symptoms" (Proceedings of the National Academy of Sciences, 2021).

1 Bortolami, G., Gambetta, G.A., Cassan, C., Dayer, S., Farolfi, E., Ferrer, N., Gibon, Y., Jolivet, J., Lecomte, P., & Delmas, C.E.L. (2021a). Grapevines under drought do not express esca leaf symptoms. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 118*, e2112825118. https://doi.org/10.1073/pnas.2112825118

2 Gramaje, D., Urbez-Torres, J. R., & Sosnowski, M. R. (2018). Managing grapevine trunk diseases with respect to etiology and epidemiology: current strategies and future prospects. *Plant disease, 102*(1), 12-39

3 Riou, C., Agostini, D., Aigrain, P., Barthe, M., Robert, M.-L. des, Gervais, J.-P., Jobard, E., Lurton, L., Moncomble, D., & Prêtet-Lataste, C. (2016). Action plan against declining vineyards: An innovative approach. *BIO Web Conf, 7*, 01040. https://doi.org/10.1051/bioconf/20160701040

4 Claverie, M., Notaro, M., Fontaine, F., & Wery, J. (2020). Current knowledge on Grapevine Trunk Diseases with complex etiology: a systemic approach. *Phytopathologia Mediterranea, 59*, 29–53. https://doi.org/10.14601/Phyto-11150

5 Bortolami, G., Farolfi, E., Badel, E., Burlett, R., Cochard, H., Ferrer, N., King, A., Lamarque, L.J., Lecomte, P., Marchesseau-Marchal, M., Pouzoulet, J., Torres-Ruiz, J.M., Trueba, S., Delzon, S., Gambetta, G.A., & Delmas, C.E.L. (2021b). Seasonal and long-term consequences of esca grapevine disease on stem xylem integrity. *J. Exp. Bot. 72*, 3914–3928. https://doi.org/10.1093/jxb/erab117

6 Pouzoulet, J., Rolshausen, P.E., Charbois, R., Chen, J., Guillaumie, S., Ollat, N., Gambetta, G.A., & Delmas, C.E.L. (2020). Behind the curtain of the compartmentalization process: Exploring how xylem vessel diameter impacts vascular pathogen resistance. *Plant Cell Environ., 43*, 2782-2796. https://doi.org/10.1111/pce.13848

7 Travadon, R., Lecomte, P., Diarra, B., Lawrence, P.D., Renault D., Ojeda, H., Rey, P., & Baumgartner, K. (2016). Grapevine pruning systems and cultivars influence the diversity of wood-colonizing fungi. *Fungal Ecol, 24*, 82-93. https://doi.org/10.1016/j.funeco.2016.09.003

8 Lecomte, P., Diarra, B., Carbonneau, A., Rey, P., & Chevrier, C. (2018). Esca of grapevine and training practices in France: results of a 10-year survey. *Phytopathol. Mediterr, 57*, 472-487. https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-22025