IVES Technical Reviews
vigne & vin

https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2025.9359

Le compostage des feuilles de vignes pour réduire l'inoculum primaire de *Plasmopara viticola* au vignoble ?

Eva Courchinoux[1], Pierre-Adrien Roux[2], Marie Rodriguez[1], Isabelle Demeaux[1], Séverine Dupin[2], Laurent Deliere[1], Marc Raynal[3], Charlotte Poeydebat[4]*

[1] INRAE, Bordeaux Sciences Agro, SAVE, ISVV, 33140, Villenave-d'Ornon, France
[2] Chambre d'agriculture de la gironde - Pôle Viticulture-Œnologie—Vinopôle Bordeaux-Aquitaine - 33295 Blanquefort Cedex France
[3] IFV, UMT Seven, 33140 Villenave-d'Ornon, France
[4] Bordeaux Sciences Agro, INRAE, SAVE, ISVV, 33140 Villenave-d'Ornon, France

Le mildiou de la vigne causé par l'oomycète *Plasmopara viticola* est l'une des maladies les plus préjudiciables au vignoble. Les enjeux actuels autour de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques incitent à évaluer des stratégies de protection incluant des étapes de prévention des risques épidémiques. Le projet PROFIL vise à étendre la période de lutte contre cet oomycète sur la période hivernale.

La réduction de l'inoculum primaire de *Plasmopara viticola* par des mesures prophylactiques

À l'automne, la reproduction sexuée de *P. viticola* donne lieu à la formation d'oospores dans les feuilles. Une fois au sol, ces formes de conservation hivernale peuvent survivre plusieurs années et constituent l'inoculum primaire des futures épidémies. La réduction de l'inoculum primaire par exportation du feuillage hors du vignoble après la récolte (*e.g.*, par arrachage ou ramassage au sol) est un moyen pour limiter l'accumulation d'inoculum au fil du temps et faire baisser la pression épidémique. Une des actions du projet est l'évaluation de l'effet du compostage sur la viabilité des oospores afin de pouvoir restituer une matière organique assainie au vignoble.

Effet de températures élevées sur la viabilité des oospores de *P. viticola*

Au cours du compostage, la matière organique est décomposée par divers processus physico-chimiques et par l'action de micro-organismes qui engendrent une augmentation de la température. Pendant cette phase dite « thermophile », la température du compost peut dépasser 70 °C. Parmi les réactions observables dans un compost, l'effet température est le plus facile à maîtriser[1 2].

Pour évaluer l'effet de températures élevées sur la capacité germinative des oospores, des feuilles de vigne (cépage Merlot) contenant des oospores ont été récoltées à l'automne 2021 et réparties (sous forme de disques de feuilles) en 15 échantillons (3 modalités et 5 répétitions). Pendant un mois, 5 des échantillons ont été placés dans une étuve humide à 50 °C et 5 autres dans les mêmes conditions, mais à 70 °C. Les 5 derniers, en tant que témoins, ont été conservés en conditions naturelles sur le sol durant la même période. Un test biologique a permis d'analyser la capacité germinative des oospores dès la sortie de l'étuve (mars), un mois (avril) et deux mois après (mai) : i) les feuilles sont placées dans des conditions de température et d'humidité optimales pour la germination des oospores (*i.e.*, 20 °C obscurité et immersion dans l'eau) ; ii) les zoospores libérées sont piégées en utilisant des disques de feuilles de vigne sensibles (disques pièges) et iii) la viabilité des oospores est évaluée en caractérisant le degré d'infection des disques de feuilles incubés en conditions optimales de sporulation (*i.e.*, 20 °C alternance 12 h jour/12 h nuit, 100 % d'humidité)[3 4].

En moyenne, 28.6 ± 4.2 % (écart-type) des disques pièges témoins (n = 350) ont été infectés. Aucune infection n'a été observée à partir des échantillons passés à l'étuve (Figure 1, n = 700). Ces résultats semblent donc indiquer que les oospores de *P. viticola* perdent leur capacité germinative quand elles sont exposées pendant 1 mois à des températures telles que celles rencontrées durant la phase thermophile d'un compost.

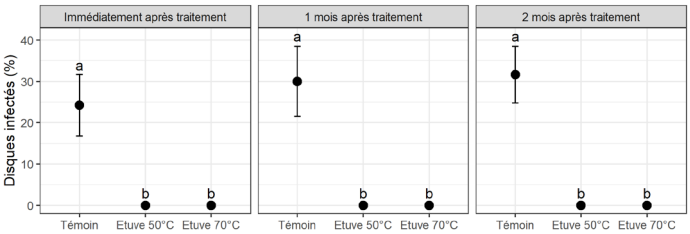


FIGURE 1. Pourcentage de disques pièges infectés utilisés comme indicateur de la capacité germinative des oospores contenues dans les échantillons de feuilles de vigne, hivernés en conditions naturelles (témoins) ou placés 1 mois dans une étuve à 50 °C ou 70 °C. Différentes lettres indiquent des différences significatives.

Effet de la température sur la viabilité des oospores en conditions réelles de compostage

Suite à ce premier résultat en conditions contrôlées, l'effet sur la capacité germinative des oospores a été évalué en conditions réelles avec un compost de 50 m^3 composé majoritairement des sarments de vigne et de la tonte, retourné et arrosé mensuellement. Des feuilles de vigne contenant des oospores, collectées à l'automne 2022, broyées et homogénéisées, ont été réparties équitablement dans 30 sachets de toile à bluter (mailles de 11 µm, suffisamment fine pour assurer le maintien du matériel test) et placés dans le tas de compost. Ces sachets ont été enfouis, en mars 2023, à différentes profondeurs pour tenir compte de la stratification verticale de la température. Douze échantillons y ont été maintenus pendant 3 mois de mars à mai et douze autres durant 4 mois jusqu'à juin (4 répétitions par modalité : durée x profondeur). Des relevés thermiques ont été effectués en différents points sur les 3 niveaux du compost toutes les 1 à 2 semaines (Figure 2). Six sachets de broyat de feuilles issus du même lot ont été placés en conditions naturelles au sol à proximité du tas de compost, en tant que témoins (4 répétitions par durée). Le compost a atteint 60 °C en moyenne à son lancement et s'est maintenu au-dessus de 50 °C pendant deux mois. Les températures ont ensuite diminué, oscillant entre 37 °C et 54 °C selon la zone, jusqu'à la sortie des premiers échantillons mi-mai. Au cœur du compost, la température n'est jamais descendue sous les 50 °C. Les températures atteintes sont cohérentes avec les températures attendues dans un compost pour donner lieu à son hygiénisation naturelle[2].

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

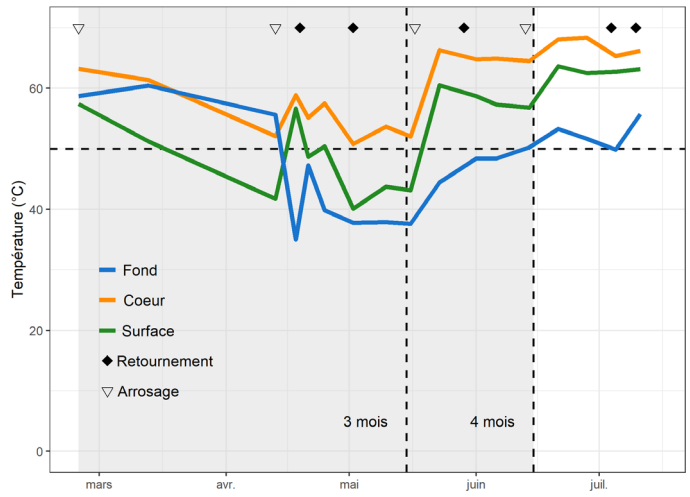


FIGURE 2. Évolution de la température moyenne de différentes couches du compost : au niveau du sol – fond (bleu), au cœur (orange) et en surface (vert) du tas, de sa mise en place en février 2023 à juillet 2023. La période grisée correspond à la période de présence des échantillons dans le tas de compost. Les évènements de retournement et d'arrosage du tas de compost sont indiqués respectivement par les losanges noirs et les triangles blancs. Les lignes pointillées verticales indiquent les dates de sortie des lots. La ligne pointillée horizontale correspond à 50 °C, la température minimale testée en conditions contrôlées (étuve).

La capacité germinative des oospores présentes dans les échantillons compostés et témoins a été évaluée à l'aide du test biologique décrit ci-dessus.

Aucune infection n'a été observée sur les disques pièges mis en contact avec les oospores placées dans le compost (n = 960), quelles que soient la durée et la profondeur d'enfouissement (Figure 3). *A contrario*, pour les sachets d'inoculum témoins, 11.5 ± 3.98 % (écart-type) et 2.84 ± 1.48 % (écart-type) des disques pièges respectivement en mai (n = 160) et juin (n = 160) ont été infectés (taux de germination des oospores connu pour décliner après un pic en avril). La sporulation des témoins est en revanche plus faible que l'année précédente en raison d'un inoculum initial différent, la pression mildiou étant plus faible en 2022 qu'en 2021.

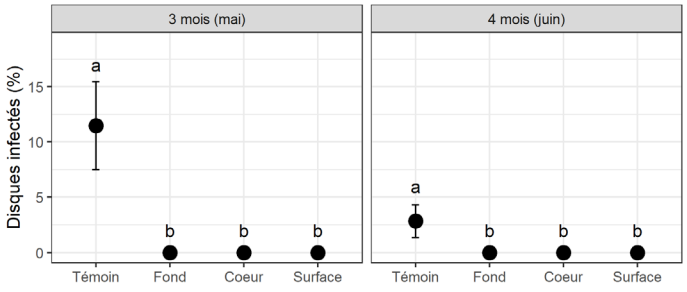


FIGURE 3. Pourcentage de disques pièges infectés comme indicateur de la viabilité des oospores contenues dans des échantillons de feuilles de vigne hivernés en conditions naturelles (témoins ; n = 4) ou placées 3 ou 4 mois dans un compost à trois profondeurs : au fond du tas (n = 4), au cœur du tas (n = 4) ou en surface du tas de compost (n = 4).

Les oospores de *P. viticola* contenues dans les feuilles de vigne semblent ainsi perdre de leur capacité germinative après un passage de 3 ou 4 mois au sein d'un compost se maintenant à des températures comprises entre 40 et 70 °C.

Une méthode prophylactique prometteuse à conforter et à intégrer dans une stratégie préventive globale

Nos essais ont montré une inhibition de la germination des oospores de *Plasmopara viticola* après un passage à températures élevées, aussi bien en conditions contrôlées qu'en conditions réelles de compostage. Le compostage des feuilles de vigne extraites des parcelles à l'automne semble ainsi être efficace pour limiter le pouvoir infectieux de l'inoculum primaire du mildiou de la vigne et d'envisager une restitution de la matière organique assainie au vignoble. Bien que l'étude se focalise sur le paramètre « température », la composition, les propriétés intrinsèques et la gestion du compost sont des points indispensables, pour maîtriser la réussite de ce procédé de lutte contre les formes de conservation hivernale du mildiou de la vigne[1 5 6 7].

Le dispositif de compostage des feuilles de vignes, fondé sur la réduction de l'inoculum primaire de *P. viticola* pourrait s'inscrire dans une démarche globale de gestion préventive des épidémies de mildiou.

La mise au point d'une méthode de défoliation mécanique pour le retrait de la biomasse foliaire contaminée sur des surfaces significatives à l'automne, et des travaux sur les effets induits sur la physiologie de la vigne et la qualité de la récolte sont en cours. Une méthode de dosage de l'inoculum de mildiou dans le sol a déjà été mise au point[4] afin d'évaluer l'assainissement progressif des sols viticoles.

Si cette pratique d'extraction-compostage permet effectivement de réduire la pression épidémique, elle pourrait limiter le recours aux fongicides de synthèse et mieux valoriser les stratégies de protection à base de produits de biocontrôle qui restent à ce jour plus difficiles à maîtriser que les fongicides classiques, tout en encourageant le compostage des sarments (plutôt que leur brûlage) et en contribuant à la fertilisation organique des vignobles. ■

Remerciements : *Le projet PROFIL est financé par l'OFB en tant que lauréat de l'AAP R&I du plan Ecophyto 2+ : "Les approches globales pour limiter l'utilisation des produits phytopharmaceutiques : coupler le préventif et le curatif au sein des filières, des agriculteurs jusqu'aux consommateurs". Les auteurs tiennent à remercier les membres de la Chambre d'Agriculture de la Gironde, de l'IFV, de l'Unité Expérimentale Vigne-Vin de Bordeaux (INRAE) et de l'Agrocampus Bordeaux Gironde (lycée viticole de Libourne-Montagne) ayant concouru aux expérimentations.*

1 Bollen, G. J., Volker, D., & Wijnen, A. P. (1989). Inactivation of soil-borne plant pathogens during small-scale composting of crop residues. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 95, 19-30. https://doi.org/10.1007/BF01974281

2 Hoitink, H. A., & Fahy, P. C. (1986). Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. *Annual review of Phytopathology*, 24(1), 93-114. https://doi.org/10.1146/annurev.py.24.090186.000521

3 Hill, G.K. (1998). Studies on the germination of *Plasmopara viticola* oospores with a floating disc test. Integrated Control in Viticulture. Vol. 21 (2) IOBC OILB.

4 Poeydebat C., Courchinoux E., Demeaux I., Rodriguez M., Chataigner A., Lelièvre, Goutouly J.-P., Rossi J.-P., Raynal M., Delière M., Delmotte F, 2024. Quantitative assessment and spatial distribution of *Plasmopara viticola* oospores in vineyard soil. *bioRxiv*, https://doi.org/10.1101/2024.07.29.605284

5 Ylimäki, A., Toiviainen, A., Kallio, H., & Tikanmäki, E. (1983). Survival of some plant pathogens during industrial-scale composting of wastes from a food processing plant. *Annales Agriculturae Fenniae*, 1983, Vol. 22, No. 2, 77-85 ref. 11

6 Larbi, M. (2006). Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques (Doctoral dissertation, Institut de recherche de l'agriculture biologique FiBL, CH-Frick; l'Université de Neuchâtel). https://orgprints.org/id/file/54614

7 Mehta, C. M., Palni, U., Franke-Whittle, I. H., & Sharma, A. K. (2014). Compost: its role, mechanism and impact on reducing soil-borne plant diseases. *Waste management*, 34(3), 607-622. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.11.012