IVES Technical Reviews
vigne & vin

https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2024.8242

COPPEREPLACE. L'application du cuivre en viticulture biologique représente aujourd'hui un véritable défi. Partie 1 – Activités scientifiques

Mario de la Fuente[1,2], António Graça[3], José Manso[3], Ivone Tomás[3], Natacha Fontes[3], Caroline Gouttesoulard[4], Bartosz Tylkowski[5], Magdalena Olkiewicz[5], Josep M. Montornes[5], Elena Sánchez[6], Emilio Gil[6]; Ruth Pereira[7,8], Anabela Cachada[8,9], Cristiana Paiva[7,8], Beatriz Fernandes[7,8], Verónica Nogueira[8,9], Cátia Santos[10], Leonor Pereira[10], Luís Marcos[10], David Fernández Calviño[11]

[1] CEIGRAM-Polytechnic University of Madrid, Spain
[2] Spanish Wine Technological Platform, Spain
[3] Sogrape, Portugal
[4] Institut Français de la Vigne et du Vin, France
[5] Eurecat, Centre Tecnològic de Catalunya, Unitat de Tecnologia Química, Spain
[6] Barcelona School of Agri-Food and Biosystems Engineering, Universitat Politècnica de Catalunya, Esteve Terradas, 8, 08860, Castelldefels, Spain
[7] GreenUPorto & INOV4Agro - Centro de Investigação em Produção Agroalimentar Sustentável, Portugal
[8] Departamento de Biologia, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre 4169-007 Porto, Portugal
[9] CIIMAR - Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental, Portugal
[10] Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense – ADVID, Portugal
[11] Universidade de Vigo, Departamento de Bioloxía Vexetal e Ciencia do Solo, Facultade de Ciencias, As Lagoas s/n, 32004 Ourense, Spain

Dans la production de raisin et de vin, l'une des principales maladies importantes et récurrentes est le mildiou, causé par le champignon *Plasmopara viticola*. Sa présence est fréquente dans les vignobles à travers le monde, avec une forte incidence annuelle dans certaines régions. Depuis la découverte de la bouillie bordelaise (sulfate de cuivre et chaux) dans les années 1880, de nombreuses formulations à base de cuivre (Cu) ont été développées et utilisées en viticulture.

➥ https://coppereplace.com/

Introduction

La pollution des sols par le Cu est principalement due à son utilisation inconsidérée contre le mildiou sur les sols vulnérables au cours de la seconde moitié du XXème siècle. Le Cu est un élément essentiel à la croissance des plantes, naturellement présent dans le sol, généralement à de faibles concentrations (5-30 mg/kg) ; cependant, en raison de l'utilisation continue de fongicides à base de Cu, une augmentation significative des niveaux de Cu a été observée dans de nombreux sols européens[1]. L'augmentation des concentrations de Cu dans les sols, couplée à celle d'autres pesticides peut avoir un effet négatif et à différents niveaux, tels l'accumulation dans le sol, la dégradation du microbiote du sol, de la biodiversité globale et du fonctionnement de l'écosystème ; cela a conduit à l'application de réglementations spécifiques dans les zones peuplées proches des vignobles[2], ce qui constitue un défi majeur pour les viticulteurs d'aujourd'hui.

L'utilisation du Cu en agriculture biologique est restreinte depuis 2002[3] [4], ce qui influence particulièrement les autres modes de production (c'est-à-dire la viticulture intégrée, la lutte intégrée contre les ravageurs), parce qu'ils permettent d'alterner l'usage du Cu et celui d'autres produits alternatifs. En outre, les processus complexes d'enregistrement et d'autorisation des nouveaux produits phytopharmaceutiques (PPP) représentent des obstacles ayant une incidence économique.

L'utilisation de produits alternatifs au Cu est donc demandée dans de nombreux pays, mais avec des degrés de réussite variables, ce qui entraîne des limitations et influence les stratégies en viticulture[5].

Modules de travail, activités et certains résultats

COPPEREPLACE était un projet de recherche financé par le programme Interreg SUDOE et formé par 13 partenaires multi-acteurs espagnols, français et portugais. L'objectif global du projet était de développer et de mettre en œuvre de nouvelles technologies, de nouveaux produits et de nouvelles stratégies afin de limiter ou de remplacer l'utilisation du Cu, et donc de réduire son application dans les vignobles tout en réhabilitant les sols contaminés dans la région SUDOE. Six modules de travail (MT) ont été développés dans le cadre du projet. Dans ce premier article, nous présentons la portée et les résultats des trois premiers : (MT1) les alternatives au Cu, (MT2) l'impact sur les sols vulnérables et (MT3) l'optimisation de la dose de Cu (Figure 1).

Le MT1 visait à identifier des solutions alternatives pour aider à réduire l'utilisation du Cu dans la lutte contre le mildiou. Certains des produits alternatifs sélectionnés étaient déjà sur le marché et enregistrés comme fongicides ou engrais, tandis que d'autres étaient en phase de développement dans le secteur des PPP. L'objectif des essais expérimentaux du projet était de combiner les produits alternatifs avec une dose réduite de cuivre. Les essais ont été menés dans trois zones géographiques, et deux modes de production (intégrée et biologique) ont été appliqués sur des parcelles de taille différente : trois petits essais en micro-parcelles (IFV, SOGRAPE) pour sélectionner 11 produits ; un essai moyen (TORRES) pour évaluer certains produits sélectionnés sur une parcelle plus grande ; et enfin, trois grands essais (GERARD BETRAND, SVBNA, SOGRAPE) en collaboration avec des viticulteurs dans des conditions réelles. Toutes les expérimentations ont été menées dans le cadre d'essais contrôlés randomisés, comprenant des témoins non traités, afin d'évaluer la pression locale des pathogènes sur une période de deux ans. Au cours de cette période, la faible pression du mildiou et les dégâts causés par la grêle ont perturbé certains essais. Néanmoins, le fait d'avoir des sites d'essai dans trois pays différents a permis d'obtenir des résultats exploitables. Des résultats intéressants concernant plusieurs produits non encore homologués (pulvérisés séparément du cuivre) à base de plantes ou d'extraits d'algues ont été observés lors de petits essais, mais le sujet nécessite des travaux de recherche supplémentaires. Un engrais à base de Cu (Cu-heptagluconate) a montré des résultats prometteurs à répétition (efficacité similaire au traitement témoin), diminuant la quantité totale de Cu appliquée lorsque la pression du

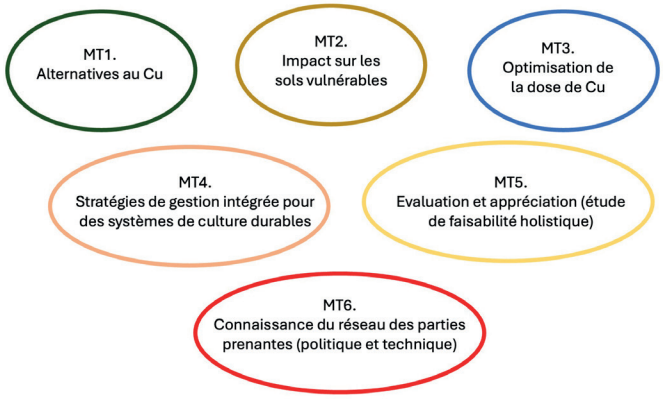


FIGURE 1. Plan de travail de COPPEREPLACE (modules de travail inclus dans le projet).

Dieses Werk steht unter der Lizenz Creative Commons Namensnennung 4.0 International.

mildiou était modérée. La réglementation de l'utilisation des engrais devenant plus stricte, il serait intéressant de présenter ces résultats à la CE à des fins d'élaboration de politiques. Il est nécessaire de poursuivre les recherches dans le cadre d'essais à grande échelle et sous des niveaux de pression du mildiou plus intenses afin d'obtenir des résultats solides lors de l'évaluation de ces alternatives.

Aucune de ces réglementations ne prend en compte les propriétés des sols viticoles, qui peuvent moduler la disponibilité du Cu dans le sol. Par conséquent, l'objectif du MT2 était de dévoiler le rôle du pH et de la matière organique du sol (MOS) dans l'identification des sols de vignobles les plus vulnérables au Cu. Des sols provenant de dix vignobles différents (différentes gammes de pH et de teneur en matière organique du sol) ont été traités et testés quant à leur toxicité pour une variété d'espèces terrestres et aquatiques. La vulnérabilité des sols à la contamination par le Cu et son niveau de toxicité dépendaient principalement de deux facteurs : l'accumulation du Cu et les propriétés du sol. Les sols à faible pH (acides) et à faible teneur en matière organique (MO) étaient les plus vulnérables à la même concentration de Cu. La vulnérabilité du sol dépendait de trois propriétés physicochimiques du sol : sa teneur totale en Cu, son pH et sa teneur en MO. En général, lorsque la teneur en Cu du sol est inférieure à 100 mg/kg, l'impact sur les eaux environnantes et les organismes terrestres et aquatiques est faible. Si la teneur en Cu est supérieure à 100 mg/kg^{-1} et que le pH du sol est inférieur à 5,0, des effets négatifs sur la biodiversité et les fonctions du sol peuvent se produire. Dans le cas de sols très acides (pH 5,0-6,0), une attention particulière et une surveillance stricte du sol sont nécessaires. Si le pH du sol est supérieur à 6,0, il faut s'attendre à des effets moindres du Cu. Si les niveaux de Cu dépassent 100 mg/kg, la survie des vers de terre doit être étroitement surveillée, car ils sont probablement les organismes testés les plus vulnérables dans les sols des vignobles.

Le MT2 a également établi des lignes directrices pour l'identification des sols les plus vulnérables, des limites d'application du Cu et pour la mise en œuvre de stratégies de réhabilitation. Des recommandations générales ont été incluses ; par exemple, des spécifications ont été données concernant les doses de substances actives et la fréquence d'application, les pratiques de gestion des sols (comme l'ajout de carbonate de calcium sous forme, par exemple, de coquilles de moules broyées) pour augmenter le pH du sol, ou l'incorporation d'une source de MO telle que l'écorce de pin broyée pour absorber les ions Cu), et l'évaluation des sols qui intègre à la fois des indicateurs biologiques et physicochimiques. Ces lignes directrices se sont avérées efficaces pour améliorer les propriétés des sols, réduire la biodisponibilité et la toxicité du Cu, ou réduire les impacts négatifs de l'accumulation de Cu sur les organismes et l'environnement. Toutefois, l'efficacité de ces solutions de réhabilitation dépend du type et des propriétés du sol et il convient donc de procéder obligatoirement à une évaluation préliminaire du site et du sol.

Le MT3 visait à développer et à mettre en œuvre des techniques de précision innovantes pour un meilleur ajustement de la dose de Cu, réduisant ainsi la dispersion et les impacts négatifs sur l'environnement. Une stratégie d'application du produit sur mesure (Dosaviña® [6]) a été mise en œuvre pour déterminer le volume d'application optimal pour les traitements phytosanitaires dans les vignobles en fonction des caractéristiques structurelles de la végétation et du type d'équipement utilisé.

L'application à taux variable de PPP basée sur des cartes de vigueur de la canopée a été étudiée pour ajuster le bon volume d'application en fonction de la surface foliaire, laquelle dépend de plusieurs facteurs (zones de vigueur, phénologie, pente, réserves d'eau du sol, etc.) À l'aide d'images satellites, une carte de vigueur a été créée et les volumes d'application appropriés pour chaque zone de vigueur ont été ajustés à l'aide de l'application Dosaviña®. Grâce à l'utilisation d'un système de contrôle intelligent des PPP (WAATIC), nous avons réduit le volume d'application du produit (8-42 %) par rapport à l'application à taux fixe. Parallèlement, des réductions significatives de Cu ont été enregistrées pour des applications variables (20-60 %) au lieu d'un taux fixe, avec la même efficacité biologique contre le mildiou entre les traitements.

Enfin, une demande de brevet européen[7] pour un nouveau produit, du Cu microencapsulé (à base de CuSO4 à différentes concentrations, avec des matériaux polymères non toxiques ou contaminants), a été enregistrée. Des études ont montré un dépôt de Cu plus important sur les papiers filtres et les feuilles de vigne[8], ce qui peut réduire le seuil de cations Cu nécessaires (25 %) pour une protection suffisante des cultures.

Les résultats du MT3 indiquent que l'utilisation intégrée de ces nouvelles technologies pourrait aider les agriculteurs à atteindre les objectifs de réduction du Cu de l'Union européenne exigés par les réglementations actuelles. ■

Remerciements : *COPPEREPLACE est un projet cofinancé par le 4ème appel du Programme de Coopération Territoriale de l'Europe du Sud-Ouest (Programme Interreg Sudoe) à travers le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER) avec un budget de 1 171 841,21 €.*

1 Ballabio, C., Panagos, P., Lugato, E., Huang, J. H., Orgiazzi, A., Jones, A., & Montanarella, L. (2018). Cu distribution in European topsoils: An assessment based on LUCAS soil survey. *Science of The Total Environment, 636*, 282-298. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.268

2 https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000039686039

3 Council Regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products. *Journal Officiel de l'Union Européenne*.

4 REGULATION (EU) 2018/1981 of 13 December 2018. *Journal Officiel de l'Union Européenne*.

5 De la Fuente, M., Fernandez-Calvino, D., Tylkowski, B., Montornes, J.M., Olkiewics, M., Pereira, R., Cachada, A., Caffi, T., Fedele, G., & De Herralde, F. (2021). Alternatives to Cu applications in viticulture. How R&D projects can provide applied solutions, helping to establish legislation limits. In: *IntechOpen eBooks*. https://doi.org/10.5772/intechopen.100500

6 Dosaviña®. Polytechnic University of Catalonia. https://dosavina.upc.edu/

7 Tylkowski, B., et al. 2021. European Patent Application EP21382965.8. Authors: Fundation EURECAT and Polytechnic University of Catalonia.

8 Ortega, P., Sánchez, E., Montornes, J.M., Tylkowski, B., Olkiewicz, M., Gil, E., Design and evaluation of microencapsulation technology to reduce the environmental impact of copper fungicides in vineyards. *Crop Protection, 176*, 106502. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106502