

## FICHE TECHNIQUE

### Injection de nanoparticules de cuivre

Pratique atypique observée au champ pour réduire l'incidence des Maladies du Bois (MDB)



Ce document est le résultat d'enquête réalisées par les agents facilitateurs du projet Winetwork dans l'objectif principal de mettre en lumière la diversité des techniques utilisées sur le terrain. En l'absence d'évaluation scientifique de cette pratique, sa réussite dans des conditions différentes de celles exposées ici n'est pas garantie et la responsabilité des partenaires de Winetwork ne peut être engagée.

**Réseau pour l'échange et le transfert d'innovations  
entre régions viticoles européennes**



Ce projet est cofinancé par l'union européenne dans le cadre du programme Horizon 2020 recherche et innovation sous grant agreement No 652601

# Application de nanoparticules de cuivre

## Introduction

Les nanotechnologies sont déjà utilisées en agriculture pour le traitement de certaines maladies. Leur utilisation peut augmenter l'efficacité des pesticides et des insecticides en réduisant significativement les doses d'application, avec un impact positif sur l'environnement.

L'application de nanoparticules de cuivre (NPCu) pour lutter contre les maladies du bois de la vigne (MDB) a été identifiée en Espagne dans la région de la Galice. Certains viticulteurs injectent périodiquement dans le tronc une solution aqueuse de nanoparticules de cuivre dans des vignes d'Albariño âgées de plus de 25 ans et atteintes d'Esca. Ils effectuent également des traitements foliaires, en pulvérisant un mélange de nanoparticules de cuivre et d'élécteur à base d'acides aminés.

Les résultats n'ont pas encore été observés, puisque les essais ont débuté en 2016. Les applications seront effectuées au moins deux ans de plus.

## Zone d'application

Le vignoble dont il est question est situé dans le comté de Condado, au sud-ouest de la Galice, dans la Dénomination d'Origine Espagnole « Rias Baixas ». Le climat est océanique côtier avec des températures douces, des précipitations abondantes et une absence de neige ou de gel.



Figure 1 : L'application des nanoparticules de cuivre a été observée uniquement dans la région de la Galice, en Espagne (parmi les 219 enquêtes réalisées au cours du projet).

## Description

L'application de nanoparticules de cuivre pour lutter contre les MDB est une pratique qui a été identifiée comme innovante, puisqu'elle n'a été mentionnée que dans une seule interview sur 219 réalisées dans les 10 régions qui participent au projet Winetwork.

Caractéristiques du vignoble dans lesquelles est réalisée cette pratique :

- Porte-greffe : R110 et 196-17 CL
- Cépage : Albariño
- Année de plantation : 1990
- Densité de plantation : 1200 ceps/ha
- Rendement : 8000-9000 kg/ha
- Système de culture : en treille
- Système de taille : Guyot. La taille démarre en novembre et prend fin en février. Des sécateurs sont utilisés pour la taille et chaque ouvrier porte un pulvérisateur avec de l'eau de javel diluée (50/50). Les outils sont systématiquement désinfectés après chaque taille. Les débris sont broyés puis enlevés. Les blessures de taille sont immédiatement protégées avec du mastic.
- Toutes les plantes présentant des symptômes d'Esca sont marquées et suivies rigoureusement tous les ans.



Figure 2 : Symptômes foliaires dans une vigne cv. Albariño touchée par l'Esca

En pratique :

1. Deux injections de nanoparticules de cuivre : la première lors du débourrement (avril) et la seconde à véraison (fin août). Pour se faire, une solution aqueuse de nanoparticules de cuivre (15 mg/l) est directement injectée à l'aide d'une seringue dans un trou réalisé préalablement avec un foret (mèche de 8) dans le tronc. Puis, le trou est scellé avec du coton.
2. Entre avril et août, 4 à 5 traitements foliaires sont effectués par pulvérisation d'un mélange de NPCu (10 g/l) et d'un éliciteur à base d'acides aminés de sang porcine (3g/l).

L'essai a débuté en 2016 et se poursuivra jusqu'en 2019. Pour le moment, aucun résultat ne peut être présenté.



Figure 3 : Injection d'une solution de NPCu dans une vigne touchée par l'Esca

## Données scientifiques

Le cuivre a un intérêt particulier puisque, contrairement à d'autres métaux antimicrobiens, il possède un large spectre d'action contre les bactéries et les champignons. Il est largement utilisé dans l'industrie agricole en tant que pesticide depuis plusieurs années. Son efficacité dépend des conditions environnementales, de la concentration des ions cuivre dans la bouillie et du type de micro-organisme.

En général, les produits agrochimiques sont appliqués par pulvérisation. Seule une faible quantité de la substance active atteint la cible, en raison du lessivage des produits, de la photolyse, de l'hydrolyse et de la dégradation microbienne.

Par conséquent, afin d'avoir un contrôle efficace, il est nécessaire d'utiliser une plus grande quantité de substance active, avec des effets défavorables sur l'eau et le sol. L'utilisation des nanoparticules en agriculture peut accroître l'efficacité des pesticides et des insecticides, tout en réduisant l'impact environnemental. Les nanoparticules permettent une meilleure assimilation du produit par la plante ce qui réduit les doses utilisées. De plus, les nanoparticules utilisées sous forme de nano-émulsion ou de nano-encapsulation peuvent être utilisées comme nouvelles formulations de pesticides, d'insecticides et de répulsifs contre les insectes. Des nanoparticules de silice, de polyéthylène glycol, d'argent, d'aluminium, d'oxyde de zinc et de dioxyde de titane ont été testées avec des résultats prometteurs (peu de données sont disponibles pour la culture de la vigne).

Les NPCu ont attiré l'attention au cours de ces dernières années, en raison de leurs propriétés physiques, chimiques, antimicrobiennes, ainsi que pour leur abondance (Betancourt et al, 2013). En outre, le cuivre a un rôle important dans la photosynthèse des plantes, bien qu'il ne fasse pas partie de la composition de la chlorophylle.

Les propriétés antimicrobiennes du cuivre sont liées à sa capacité d'accepter ou de donner des électrons, ce qui lui permet d'avoir à la fois une oxydation catalytique élevée et un potentiel de réduction. Dans son état oxydé ( $\text{Cu}^{2+}$ ), il est très efficace comme antimicrobien, en raison de l'interaction avec les acides nucléiques microbiens, des sites actifs enzymatiques et des composants de la membrane cellulaire.

# Application de nanoparticules de cuivre

## Résultats

Cette pratique est réalisée par une cave particulière espagnole dans le cadre d'un projet de recherche financé par des fonds publics nationaux. Le projet a débuté en 2016, les essais n'ont démarré que depuis un an. Le projet durera 3 ans, il est donc encore trop tôt pour avoir des résultats et en tirer des conclusions.

## Aspects innovants

L'utilisation du sulfate de cuivre comme fongicide en viticulture est bien connue et répandue, mais comme souligné précédemment, l'utilisation des nanotechnologies pour le contrôle des insectes et des parasites est une alternative plus respectueuse de l'environnement que les produits agrochimiques. Leur utilisation peut accroître l'efficacité des pesticides et des insecticides en réduisant la dose d'application, avec les conséquences environnementales positives que cela implique. En plus de l'impact environnemental plus faible, des études ont montré que la concentration minimale inhibitrice de l'agent bactéricide est plus faible pour les NPCu que pour le sulfate de cuivre (Mallick et al, 2012), ce qui montre une efficacité antimicrobienne plus élevée des NPCu.

## Points clés de la réussite / risques

Le **point clé** de cette pratique est la capacité supposée des NPCu à se déplacer dans les vaisseaux des plantes pour arrêter les MDB.

Dans cette pratique, il y a un avantage clair pour l'environnement, en raison de la réduction drastique de la quantité de cuivre avec l'utilisation des nanoparticules.

### Inconvénients :

- Le prix actuel relativement élevé des NPCu.
- Les traitements foliaires ne sont pas efficaces contre d'autres maladies fongiques telles que l'oïdium et le mildiou.

### Risques potentiels :

**Les risques potentiels que cette pratique peut entraîner sont ceux de n'importe quelle application phytosanitaire, puisque le choix du produit et l'application doivent être appropriés (dosage et nettoyage de la cuve). A ce jour, aucune réaction indésirable n'a été observée sur la plante après application mais il faut être prudent avec la dose puisque le cuivre présente des effets phytotoxiques**

## Autres recommandations

Cette pratique **peut être appliquée** sur tous les cépages et à tout type de vignobles.

En termes de coût, il convient de noter que le traitement avec des nanoparticules de cuivre présente un coût élevé. Environ 450 €/ha.

Les doses de cuivre dans le vignoble ont une limitation légale, mais les nanoparticules permettent de travailler avec des doses bien inférieures à celles autorisées (15 mg/l).

## Littérature scientifique

Begum, N., Sharma, B, Pandey, R.S. Evaluation of insecticidal efficacy of Calotropis procera and Annona squamosa ethanol extracts against Musca Domestica. J. Biofertil. Biopestici. 2010, 1, 101-109.

Betancourt, R. Reyes, P.Y., Puente, B., Ávila-Orta, C., Rodriguez, O., Cadenas, G., Lira-Saldivar, R.H., Synthesis of copper nanoparticles by thermal decomposition and their antimicrobial properties. Journal of Nanomaterials. Volume 2013, Article ID 980545, 5 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2013/980545>.

Cioffi, N., Torsi, L., Ditaranto, N., Tantillo, G., Ghibelli, L., Sabbatini, L., D'Alessio, M., Zambonin, P.G., Traversa, E. Copper nanoparticle/polymer composites with antifungal and bacteriostatic properties. Chem. Mater. 2005, 17, 5255-5262.

Jeyaraman Ramyadevi, Kadarkaraihangam Jeyasubramanian, Arumugam Marikani, Govindasamy Rajakumar, Abdul Abdul Rahman, Synthesis and antimicrobial activity of copper nanoparticles. Materials Letters 2012, 71, 114-116.

Sadhucharan Mallick, Shilpa Sharma, Madhuchanda Banerjee, Siddhartha Sankar Ghosh, Arun Chattopadhyay, and Anumita Paul, Iodine-Stabilized Cu Nanoparticle Chitosan Composite for Antibacterial Applications 2012, 4, 1313–1323

Ren G, Hu D, Cheng EWC, Vargas-Reus MA, Reip P, Allaker RP. Characterisation of copper oxide nanoparticles for antimicrobial applications. International Journal of Antimicrobial Agents. 2009, 33, 587–590.

Rupareli JP, Chatterjee AK, Duttagupta SP, Mukherji S. Strain specificity in antimicrobial activity of silver and copper nanoparticles. Acta Biomaterialia. 2008, 4, 707-771.

## Plus d'information

[www.winetwork-data.eu](http://www.winetwork-data.eu)

### Technical datasheets :

- Good pruning practices
- Global vineyard strategy to prevent GTDs

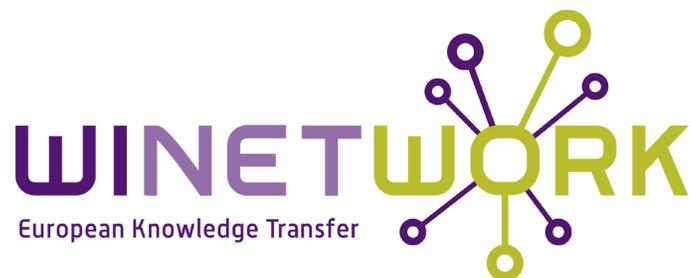
### Video clips :

- [Epidemiology and symptomatology of GTDs](#) (Dr. Vincenzo Mondello, URCA)
- [Scientific overview on Grapevine Trunk Diseases](#) (Dr. Vincenzo Mondello, URCA)

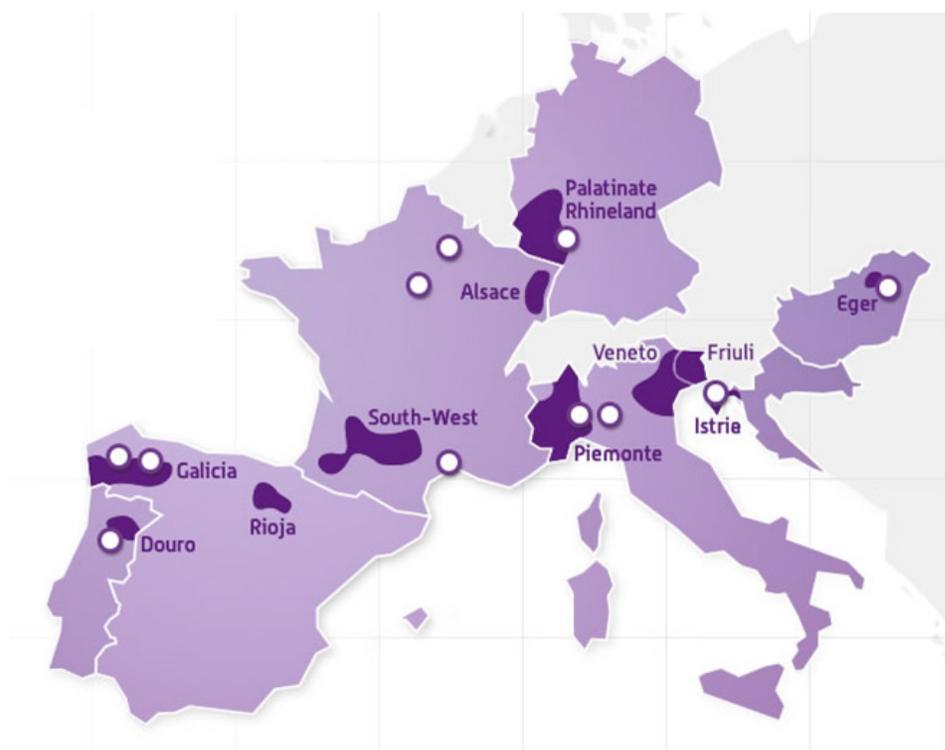


Travail réalisé en commun par les Agents Facilitateurs du projet Winetwork.

Les données présentées ici proviennent du terrain et ont été collectées à travers 219 enquêtes réalisées dans les vignobles européens et d'une analyse de la littérature scientifique.



## Réseau pour l'échange et le transfert de connaissances et d'innovations entre régions viticoles européennes



**WINETWORK** est un projet collaboratif Européen d'échange et de transfert du savoir et de l'innovation entre les régions viticoles européennes dans le but d'augmenter la productivité et la durabilité du secteur viticole. 11 partenaires de 7 pays européens échangent leurs connaissances sur deux maladies majeures du vignoble : les maladies du bois et la Flavescence Dorée. WINETWORK entend d'une part favoriser le transfert des connaissances acquises vers la production, mais également dynamiser la diffusion des innovations techniques appliquées ou testées dans les différentes régions européennes pour lutter contre ces deux fléaux. WINETWORK a été construit sur une méthodologie originale de détection de l'innovation.

**Son objectif** général est de réduire le fossé entre la recherche et l'innovation de terrain grâce à la mise en place d'un réseau thématique pluridisciplinaire. Le projet repose sur l'existence d'échanges interactifs entre un réseau d'agents facilitateurs, des groupes de travail techniques régionaux et de deux groupes de travail scientifiques Européens. Cette approche participative originale assure le transfert à travers l'Europe des résultats de la science et des connaissances pratiques vers les viticulteurs, grâce à la création d'outils de diffusion adaptés.

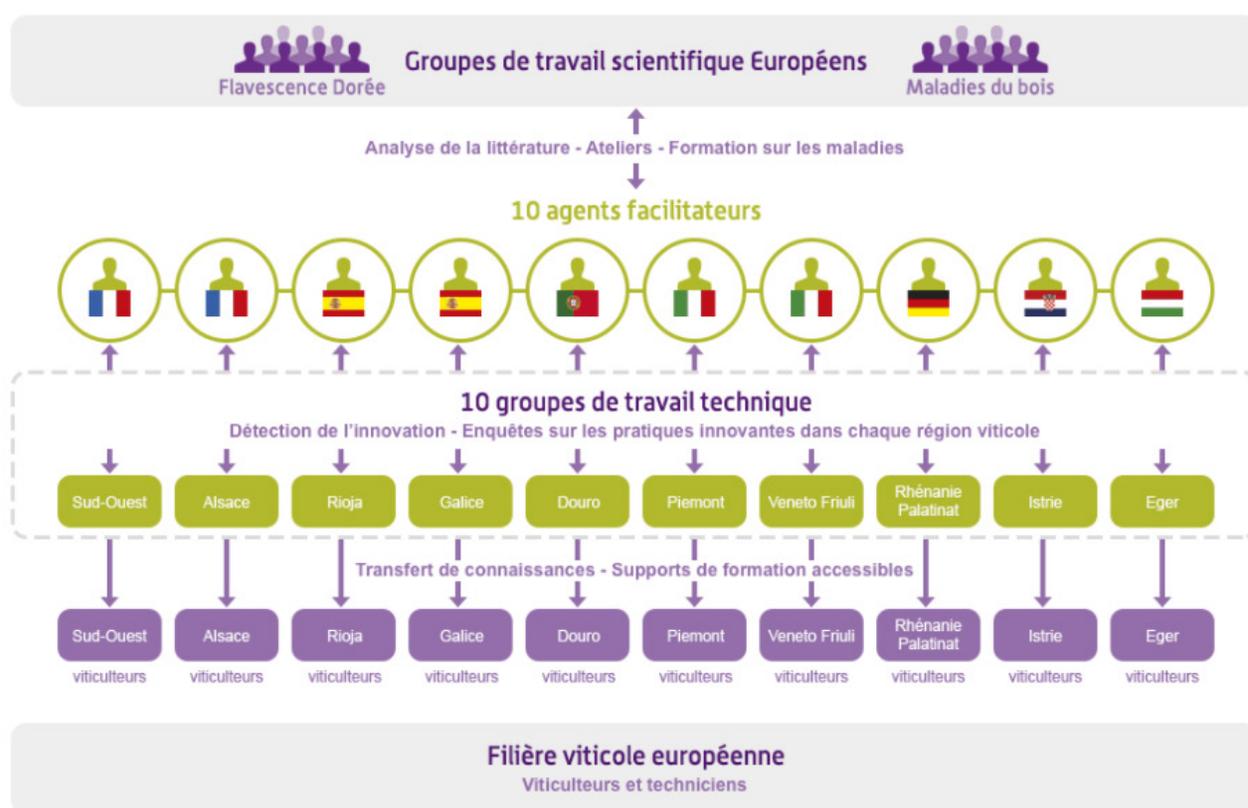


WINETWORK est construit sur une méthodologie fondée sur trois éléments clés travaillant en coordination : l'agent facilitateur (FA), les groupes de travail technique (TWG) et le groupe de travail scientifique européen (SWG).

L'élément principal de cette méthodologie est l'agent facilitateur qui représente le lien entre la science et la pratique. Il encourage l'échange d'informations et de connaissances entre les entreprises, les chercheurs, et les autres acteurs du secteur viticole. Ce nouveau profil professionnel est la clé du succès. Il permet à tous

les acteurs impliqués dans le projet d'être en contact permanent, d'assurer les interactions entre eux et de faciliter la communication et la compréhension mutuelle. Il identifie et collecte l'information (problèmes rencontrés et besoins, bonnes pratiques, connaissances scientifiques et technologiques, projets, etc). L'agent facilitateur résume, synthétise, traduit et simplifie ces informations dans le but de les convertir en connaissances utiles et accessibles pour tous.

Le réseau est formé de 10 agents facilitateurs, un dans chaque région viticole participant au projet.



### WINETWORK c'est:

- ▶ Un écosystème pour la co-crédation du savoir à l'échelle européenne.
- ▶ Un échange d'informations et un réservoir de connaissances inédit sur les maladies du bois et la Flavescence Dorée.
- ▶ L'amélioration des connaissances et du matériel d'information du monde viticole.





[www.winetwork.eu](http://www.winetwork.eu)