

Réponse aux commentaires de Imfeld *et al.* sur l'article

"La biodiversité des sols est-elle impactée par l'apport de cuivre ou son accumulation dans les sols de vignes ? Synthèse des connaissances scientifiques" par Karimi *et al.*, *Etude et Gestion des Sols* 28(1), pp. 71-92

B. Karimi₍₁₎*, P-A. Maron₍₂₎ et L. Ranjard₍₂₎

1) Novasol Experts, 21000 Dijon, France

2) INRAE, Univ. Bourgogne, Univ. Bourgogne Franche-Comté, 21000 Dijon, France

* Auteur correspondant : battle.karimi@novasol-experts.com

RÉSUMÉ

La synthèse de la littérature académique internationale a montré que la dose limite de cuivre de 4 kg/ha/an fixée par la Communauté Européenne ne semble pas avoir d'impact délétère sur la biodiversité des sols. Ce résultat doit être pris avec précaution, au vu du faible nombre d'études (seulement 19), des nombreux biais qui les caractérisent (un seul apport d'une forte dose et mesures d'impact à court-terme) et de la faible diversité de sols étudiés. En effet, la plupart de ces études s'intéresse à des sols à faible teneur en cuivre, donc potentiellement moins vulnérables à un nouvel apport de cuivre. Ainsi, bien que la dose de 4 kg/ha/an ne semble pas délétère pour la qualité biologique des sols pour certains vignobles à court-terme, d'autres plus sensibles (fortes teneurs en cuivre, pH, matière organique) peuvent courir un risque imminent. Cela signifie qu'il est nécessaire pour évaluer les risques de prendre en compte les particularités locales et aussi d'intensifier les recherches à l'échelle globale pour des solutions alternatives au cuivre qui seraient aussi efficaces pour la lutte anti-Mildiou mais également durables pour les sols, la biodiversité et nos terroirs.

Mots-clés

Cuivre, biodiversité, sol, synthèse bibliographique, limites et manques.

Comment citer cet article :

Karimi B., Maron P.-A. et Ranjard L., 2021 - Réponse aux commentaires de Imfeld *et al.* sur l'article 'La biodiversité des sols est-elle impactée par l'apport de cuivre ou son accumulation dans les sols de vignes ? Synthèse des connaissances scientifiques' par Karimi *et al.*, *Etude et Gestion des Sols* 28(1), pp. 71-92 - *Etude et Gestion des Sols*, 28, 187-190

Comment télécharger cet article :

<http://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/volume-28-numero-1/>

Comment consulter/télécharger tous les articles de la revue EGS :

<https://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/>

SUMMARY**REPLY TO THE COMMENTS FROM IMFELD ET AL ON THE PAPER:****"Is soil biodiversity impacted by the addition of copper or its accumulation in the vineyards?"****Review of scientific knowledge." *Etude et Gestion des Sols* 28(1), pp. 71-92**

The review of international academic literature has shown that the copper dose of 4 kg/ha/year set by the European Community does not seem to have a deleterious impact on soil biodiversity. This result should be taken with caution, due to the small number of studies (only 19), the numerous biases that characterize them (a single input of a high dose and measures of short-term impact) and the low diversity of soils studied. Most of these studies focus on soils with low (or no) copper content, and potentially less vulnerable to new copper input. Consequently, although the dose of 4 kg/ha/year does not seem deleterious for the biological quality of the soils for certain vineyards in the short term, more sensitive vineyards (high copper contents, pH, organic matter) could run an imminent risk. This implies that the soils should be locally evaluate to assess the risks and that research of alternatives to copper have to be intensified with the objective of efficacy against downy mildew but also sustainability for soils, biodiversity and terroirs.

Key-words

Copper, biodiversity, soil, literature review, limits and gaps.

RESUMEN**CONTESTA A LOS COMENTARIOS DE IMFELD ET AL. SOBRE EL ARTICULO****"¿Impacta la biodiversidad de los suelos el aporte de cobre o su acumulación en los suelos de viñas?"****Síntesis de los conocimientos científicos" por Karimi et al, *Etude et Gestion des Sols* 28(1), pp. 71-92**

La síntesis de la literatura académica internacional mostró que la dosis límite de cobre de 4 kg/ha/año fijada por la Comunidad Europea no parece tener impacto nocivo sobre la biodiversidad de los suelos. Se debe tomar este resultado con precaución, considerando el reducido número de estudios (únicamente 19), numerosos sesgos que los caracterizan (un solo aporte de una dosis fuerte y medidas de impacto a corto plazo) y la diversidad reducida de suelos estudiados. En efecto, la mayoría de estos estudios se interesan a suelos con reducido contenido en cobre, por lo tanto potencialmente menos vulnerables a un nuevo aporte de cobre. Así, aunque la dosis de 4/kg/ha/año no parece perjudicial para la calidad biológica de los suelos de ciertas viñas a corto plazo, otras más sensibles (fuertes contenidos en cobre, pH, materia orgánica) pueden correr un riesgo inminente. Esto significa que es necesario para evaluar los riesgos de tomar en cuenta las particularidades locales y así intensificar las investigaciones a escala global para soluciones alternativas al cobre que serían tan eficaces para la lucha anti-Mildiu pero igualmente sostenibles para los suelos, la biodiversidad y nuestros terruños.

Palabras clave

Cobre, biodiversidad, suelo, síntesis bibliográfica, límites y carencias.

En 2019, la Communauté Européenne a réglementé l'utilisation du cuivre comme fongicide à une dose de 4 kg/ha/an, avec un lissage sur 7 ans (soit 28 kg/ha). Cette décision a réactivé le débat sur l'écotoxicité du cuivre et sur les implications de son utilisation contre le Mildiou en viticulture, principalement chez les producteurs biologiques, qui n'ont pas d'autres alternatives à ce jour.

Afin d'apporter des éléments rationnels à ce débat souvent idéologique, nous avons récemment produit une synthèse de la littérature académique concernant l'impact écologique du cuivre sur la biodiversité des sols (Karimi *et al.*, 2021a, 2021b). Étant donné les enjeux environnementaux, agronomiques, sanitaires et sociétaux de cette question, l'objectif de ce travail de synthèse était double : 1- apporter des conclusions objectives pour aider la profession viticole à évaluer ses pratiques et pour alimenter les décisions de réglementations des autorités sanitaires nationales et européennes ; 2- mettre en évidence les lacunes dans les connaissances scientifiques et ainsi remobiliser la communauté de chercheurs en sciences environnementales sur ce sujet.

Cette synthèse de la littérature a mis en évidence que :

- Aucune étude ne montre d'impact du cuivre pour une dose apportée de 4 kg/ha/an sur la qualité biologique des sols.
- Les études sont peu nombreuses, généralement limitées à un type de sol, souvent non-viticole donc peu contaminé en cuivre, et le fongicide cuprique est apporté en une seule fois à des doses non réalistes. A cela s'ajoute que l'impact est évalué à court, voire à très court terme. Ces caractéristiques nous ont amené à conclure que les résultats de ces études montraient une faible généralité.
- La littérature scientifique manque d'études comparatives sur une diversité de sols, et surtout incluant des sols viticoles avec différents niveaux de contamination au cuivre. De plus, aucune étude complète des communautés biologiques comprenant les différents groupes d'organismes du sol (microorganismes, nématodes, microarthropodes, vers de terre et arthropodes) n'a été menée, avec un suivi à différentes échelles de temps.

Suite à cette publication, Imfeld et ses co-auteurs ont réagi quant aux conclusions sur l'innocuité identifiée du cuivre à 4 kg/ha/an (Imfeld *et al.*, 2021). Une de leur principale remarque est qu'il est impossible de statuer sur l'innocuité d'une dose fixe de cuivre sachant que son impact écologique est fortement dépendant des conditions locales. Cette remarque nous semble bien entendue fondée et rejoint notre discussion sur un nombre d'études et une diversité de sols étudiés trop faibles pour pouvoir conclure de façon générale. En effet, le risque induit par un apport de cuivre dépend de la dose mais également de la quantité de cuivre d'ores-et-déjà accumulé dans le sol, ainsi que du pH et de la teneur en matière organique du sol qui influence la disponibilité du métal. Ces conditions physico-chimiques du sol sont également en partie déterminées par le type de couvert végétal. Cela appuie la nécessité de multiplier les études

locales à des échelles territoriales que ce soit en France ou en Europe, afin d'amender et de préciser les conclusions de notre étude bibliographique. En l'absence d'études complémentaires en adéquation avec les perspectives de recherche soulevées par Karimi *et al.*, 2021b et Imfeld *et al.*, 2021, cela reste donc délicat de conclure pleinement sur l'écotoxicité du cuivre à une dose de 4 kg/ha/an pour tous les sols et à long terme.

Une seconde remarque importante de Imfeld *et al.* concerne la diffusion des conclusions de notre étude dans la presse nationale. Le principal message qui a été relayé est celui de l'absence d'effet du cuivre apporté à une dose de 4 kg/ha/an, souvent sans plus de précision sur le type d'étude (une synthèse bibliographique étant une approche scientifique qui ne repose pas sur l'expérimentation), ni sur les autres conclusions de l'étude. En effet, très peu d'articles de presse ont mentionné les lacunes de la recherche scientifique mises en évidence par notre synthèse bibliographique, ce qui aurait très certainement amené de la nuance dans les messages relayés par les différents médias. Pourtant cette nuance apportée par la science est des plus importantes quand on aborde un sujet soumis à débat tel que le cuivre.

Étant donné les remarques de Imfeld *et al.*, il nous paraît important de clarifier les conclusions de notre synthèse bibliographique. Le cuivre appliqué à une dose de 4 kg/ha/an n'a pas d'impact sur la qualité biologique des sols à court terme pour les sols étudiés et dans les travaux décrits dans la littérature scientifique à ce jour. En l'absence de données de terrain supplémentaires, de récents travaux de simulation laissent supposer un impact à moyen ou long terme dû à son accumulation dans le sol année après année, même pour de faibles doses d'apport (Droz *et al.*, 2021). De plus, comme expliqué par Imfeld et ses co-auteurs, l'état actuel des connaissances sur le comportement du cuivre dans le sol suggère que son accumulation et les risques associés sont hautement dépendants du contexte local et pourraient survenir à plus court terme dans certains vignobles. Considérant l'ensemble de ces risques théoriques, les efforts pour réduire l'utilisation de cuivre, voire pour faire sans, devraient être fortement encouragés.

Pour conclure cet échange avec Imfeld et ses collaborateurs, l'ensemble des éléments scientifiques apportés dans les articles Karimi *et al.*, 2021 et Imfeld *et al.*, 2021 suggère qu'une dose de 4 kg/ha/an ne présente pas de risque à court-terme pour la biodiversité des sols dans certains vignobles mais pourrait constituer une menace dès à présent dans les vignobles les plus vulnérables (forte accumulation historique, conditions spécifiques de pH et de matière organique des sols). L'étude de la qualité des sols localement devrait permettre de mieux évaluer ces risques afin d'en tenir compte autant et dès que possible dans les stratégies de lutte contre le Mildiou. Pour les vignobles les moins vulnérables, la recherche d'alternatives reste malgré tout nécessaire car sans arrêt de son utilisation, le cuivre continue à s'accumuler dans les sols, faisant de l'application de

fongicides cupriques une pratique agricole écologiquement peu durable dans un contexte de transition agroécologique. Étant donné les connaissances scientifiques actuelles, il nous paraît primordial de préciser qu'il est indispensable de mettre en place une stratégie internationale de recherche pour le développement d'alternatives avec une efficacité garantie à la fois en termes de lutte phytosanitaire et de durabilité environnementale pour le bénéfice de la filière viticole, de nos terroirs et de l'environnement.

CONFLITS D'INTÉRÊTS

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Gwenaël Imfeld et ses collaborateurs pour leur commentaire ainsi que pour les échanges qui en sont issus. Nous tenons également à remercier Dominique Arrouays pour avoir stimulé cette réponse et ces échanges.

BIBLIOGRAPHIE

- Droz B., Payraudeau S., Rodriguez-Martin J., Tóth G., Panagos P., Montanarella L., Borrelli P., Imfeld G., 2021 - Copper content and export in European vineyards soils influenced by climate and soil properties. *Environ Sci Technol*. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c02093>
- Imfeld G., Duplay J., Paraydeau S., 2021 - Prise en compte du stockage et de la disponibilité du cuivre dans les sols viticoles pour en évaluer son écotoxicité. Commentaires sur l'article de Karimi *et al.*, 2021 - La biodiversité des sols est-elle impactée par l'apport de cuivre ou son accumulation dans les sols de vignes ? Synthèse des connaissances scientifiques. *Etude et Gestion des Sols*, 28(1). pp. 181-185
- Karimi B., Masson V., Guillaud C., Leroy E., Pellegrinelli S., Giboulot E., Maron P.-A., Ranjard L., 2021a - Ecotoxicity of copper input and accumulation for soil biodiversity in vineyards. *Environ Chem Lett*. 19, 2013–2030 <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01155-x>
- Karimi B., Masson V., Guillaud C., Leroy E., Pellegrinelli S., Giboulot E., Maron P.-A., Ranjard L., 2021b - La biodiversité des sols est-elle impactée par l'apport de cuivre ou son accumulation dans les sols de vignes ? Synthèse des connaissances scientifiques. *Etude et Gestion des Sols*. 28(1), pp. 71-92