



HAL
open science

La fertilisation soufrée augmente-t-elle la solubilisation et la disponibilité du cadmium dans le sol ?

Agathe Vidal, Christophe Nguyen, Noémie Janot, Pierre Eon, Cécile Coriou,
Jean-Yves Cornu

► To cite this version:

Agathe Vidal, Christophe Nguyen, Noémie Janot, Pierre Eon, Cécile Coriou, et al.. La fertilisation soufrée augmente-t-elle la solubilisation et la disponibilité du cadmium dans le sol?. 16 ième Journées d'Etude des Sols: Les sols et les systèmes alimentaires, Jun 2023, Dijon, France. hal-04678815

HAL Id: hal-04678815

<https://hal.inrae.fr/hal-04678815v1>

Submitted on 27 Aug 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La fertilisation soufrée augmente-t-elle la solubilisation et la disponibilité du cadmium dans le sol ?

A. Vidal¹, C. Nguyen¹, N. Janot¹, P. Eon¹, C. Coriou¹, J.Y. Cornu¹
¹ ISPA, Bordeaux Sciences Agro, INRAE, 33140 Villenave d'Ornon, France

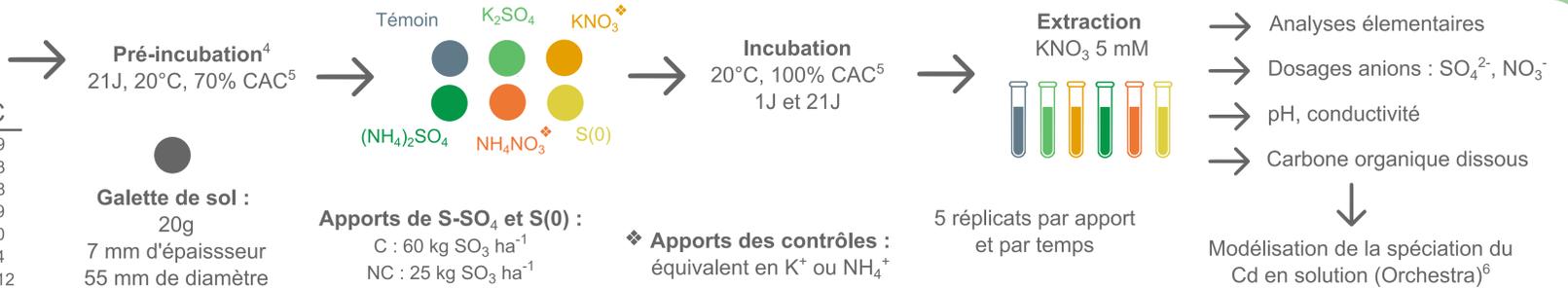
- Le cadmium (Cd) est un élément naturellement présent dans le sol et toxique pour les êtres humains¹
 - Le blé dur accumule le Cd dans ses grains à des concentrations proches du seuil réglementaire européen de 0.18 mg kg⁻¹ (CE 1323/2021)²
 - Dans la littérature, l'apport de soufre (S) à fortes doses augmente la solubilisation et la disponibilité du Cd pour le blé dur via la formation de CdSO₄³
- L'objectif de cette étude est d'évaluer si la disponibilité du Cd est modifiée par des apports de S sous des formes et à des doses couramment utilisées en céréaliculture dans deux sols agricoles issus de bassins de production du blé dur

2 sols agricoles :

- argilo-calcaire (C)
- limoneux non calcaire (NC)

| | C | NC |
|--|------|------|
| Argiles (%) | 66.5 | 25.9 |
| Limons (%) | 24.0 | 40.3 |
| Sables (%) | 9.5 | 33.8 |
| pHeau | 8.1 | 6.9 |
| CaCO ₃ (g kg ⁻¹) | 48.9 | 2.0 |
| MO (%) | 4.0 | 1.4 |
| Cd _{total} (mg kg ⁻¹) | 1.73 | 0.12 |

Tableau 1 : Paramètres physico-chimiques des sols sélectionnés.



Dynamique du Cd dans le sol non calcaire

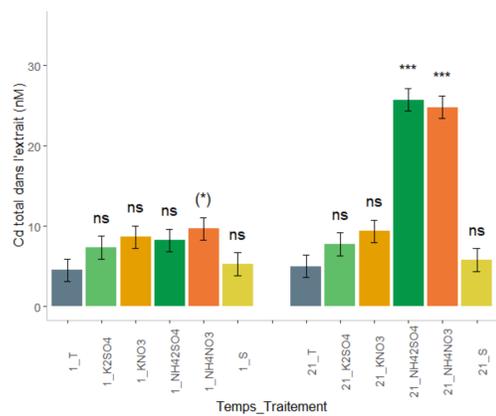


Figure 1 : Concentrations en Cd total dans l'extrait KNO₃ à 1J et 21J dans le sol NC.

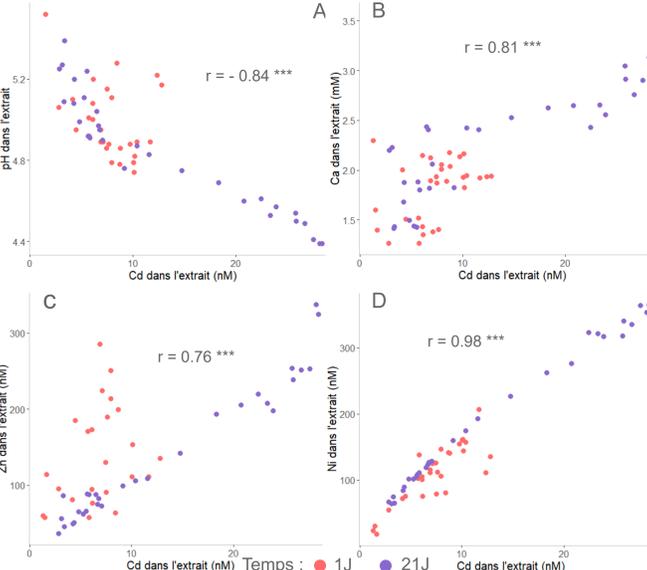


Figure 2 : Corrélations des concentrations en Cd avec le pH (A), la concentration en Ca (B), la concentration en Zn (C) et la concentration en Ni (D) dans le sol NC.

La solubilisation du Cd ne semble pas liée aux apports de S-SO₄ mais plutôt à contre ion NH₄⁺ et plus particulièrement à sa nitrification par les micro-organismes du sol (données non présentées). Cette réaction produit des protons qui désorbent fortement le Cd des phases. Ni, Zn, et Ca semblent occuper les mêmes sites que Cd sur les phases et être solubilisés selon le même mécanisme. L'apport de S(0) à doses agronomiques n'a pas solubilisé le Cd.

Dynamique du Cd dans le sol calcaire

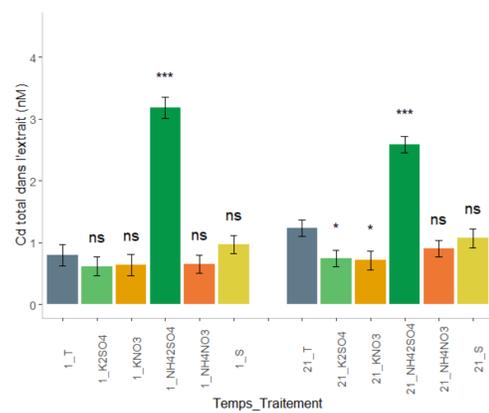


Figure 4 : Concentrations en Cd total dans l'extrait KNO₃ à 1J et 21J dans le sol C.

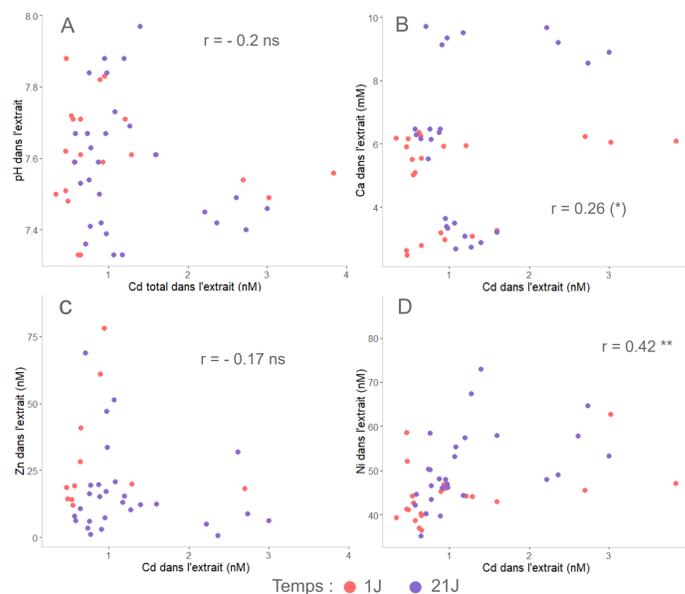


Figure 5 : Corrélations des concentrations en Cd avec le pH (A), la concentration en Ca (B), la concentration en Zn (C) et la concentration en Ni (D) dans le sol C.

Les concentrations en Cd sont augmentées par (NH₄)₂SO₄ à 1J et 21J (Figure 4), ces concentrations ne montrent aucune relation avec le pH et les concentrations en Ca, Zn, Ni contrairement au sol NC (Figure 5).

(*), **, *** indiquent un niveau de probabilité de p<0.1, p<0.05, p<0.01 et p<0.001, respectivement.

Pour les figures 1 et 4 sont représentées les moyennes ajustées sur 3 à 5 réplicats et les erreurs-standard associées.

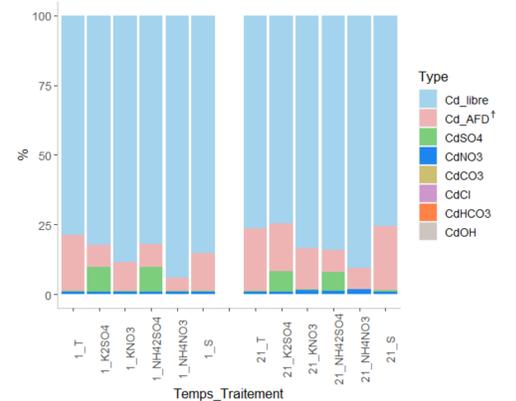


Figure 3 : Spéciation du Cd en solution dans le sol NC.
 † Cd_AFD : Cd lié aux acides fulviques dissous

La spéciation du Cd en solution montre qu'avec les apports de S-SO₄, le complexe CdSO₄ se forme dans les mêmes proportions avec les deux formes de S-SO₄ (K₂SO₄ et (NH₄)₂SO₄) et aux deux temps (1J et 21J) mais qu'il n'est pas, ici, le moteur de la mise en solution de Cd (Figure 3).

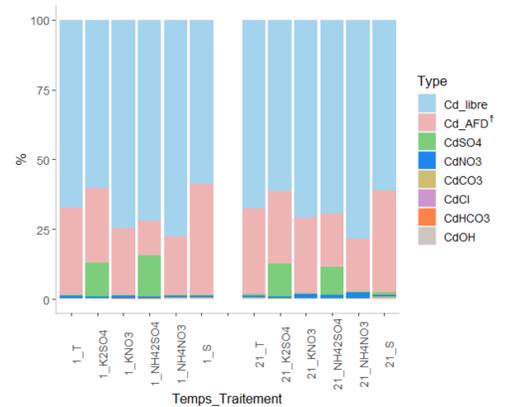


Figure 6 : Spéciation du Cd en solution dans le sol C.
 † Cd_AFD : Cd lié aux acides fulviques dissous

En solution, la spéciation du Cd est similaire pour les deux apports S-SO₄ et pour les deux temps : le complexe CdSO₄ se forme dans les mêmes proportions (Figure 6).

La solubilisation de Cd ne semble pas être uniquement liée :
 - à la nitrification puisqu'elle apparaît dès 1J et n'est pas observée avec l'apport de NH₄NO₃ à 21J.
 - à la désorption liée au cation apporté avec S-SO₄ puisque cela n'est pas observé avec l'apport de NH₄NO₃ à 1J.
 - à la formation de CdSO₄ puisque cela est observé avec l'apport de K₂SO₄ également.
 La solubilisation de Cd ne semble pas non plus en lien avec le pH et le Cd semble être le seul élément solubilisé uniquement par (NH₄)₂SO₄. L'apport de S(0) n'a pas solubilisé le Cd dans ce sol également.

- A doses agronomiques le Cd est solubilisé par la fertilisation soufrée, essentiellement par la forme (NH₄)₂SO₄ et les mécanismes diffèrent selon les sols.
- Dans le sol non calcaire, la solubilisation de Cd n'est pas en lien avec la formation de complexes CdSO₄ mais semble plutôt liée à la désorption du Cd consécutive à la production de protons par la nitrification de NH₄⁺ apporté en contre ion de S-SO₄.
- Dans le sol calcaire, la solubilisation de Cd semble liée à l'association de NH₄⁺ et de S-SO₄ selon des mécanismes qui restent encore à déterminer.
- Ces résultats sont à valider sur plante avant de faire l'objet de recommandations en terme de fertilisation soufrée sur céréales, en particulier sur blé dur.