

Colloque final

Pollutions diffuses de la terre à la mer

1^{er} juin 2021



Rôle de la composante microbienne dans la mobilité et le transfert sol-plante du cuivre

Thierry Lebeau (LPG UMR 6112 CNRS, Université de Nantes)

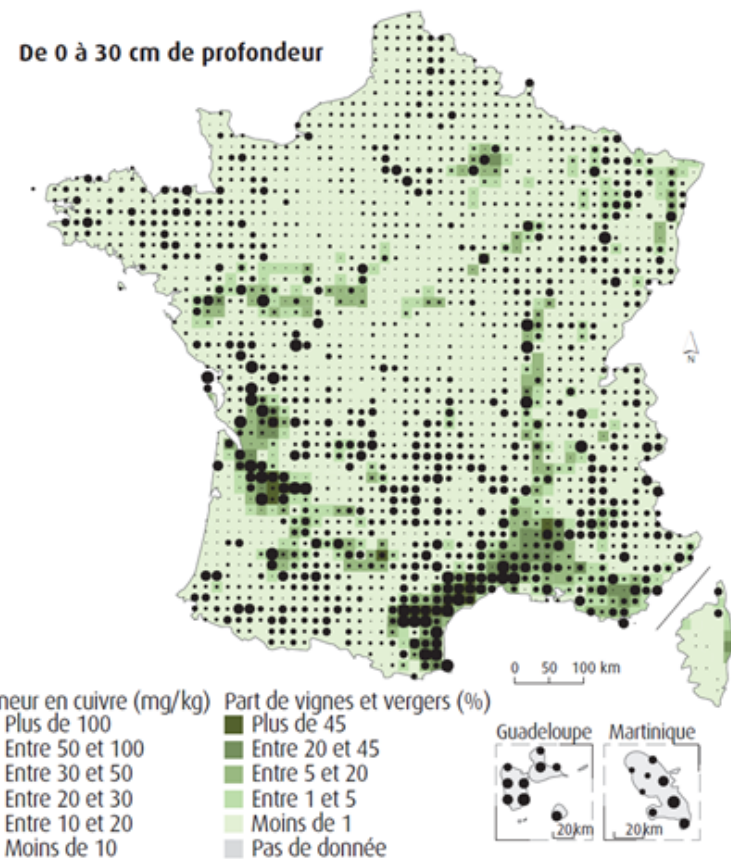


Contexte

Usage répété du cuivre pour lutter contre le mildiou de la vigne
→ accumulation du cuivre dans les sols

14-430 mg Cu kg⁻¹ dans les sols viticoles français (Komárek et al. 2010)
Contamination peut atteindre 10 fois celle du fond pédogéochimique

- A faible dose → **oligoélément**
- A forte dose → **toxique** pour les microorganismes (Soler-Rovira et al. 2013), la faune du sol (Belotti 1998) et certaines plantes (e.g. chlorose du blé (Michaud et al. 2007))



Note : La part occupée par les vignes et les vergers a été calculée pour chaque maille de 16 km de côté du RMQS. Les teneurs totales en cuivre mesurées dans les sols sont comprises entre 1 et 508 mg/kg en métropole et entre 27 et 156 mg/kg dans les Antilles.

Source : Gis Sol, RMQS, 2009 – UE-SOeS, CORINE Land Cover, 2006. Traitements : SOeS, 2009.



Problématique / questions scientifiques



Thèse Sitraka Randriamamonjy (2021)

Problématique

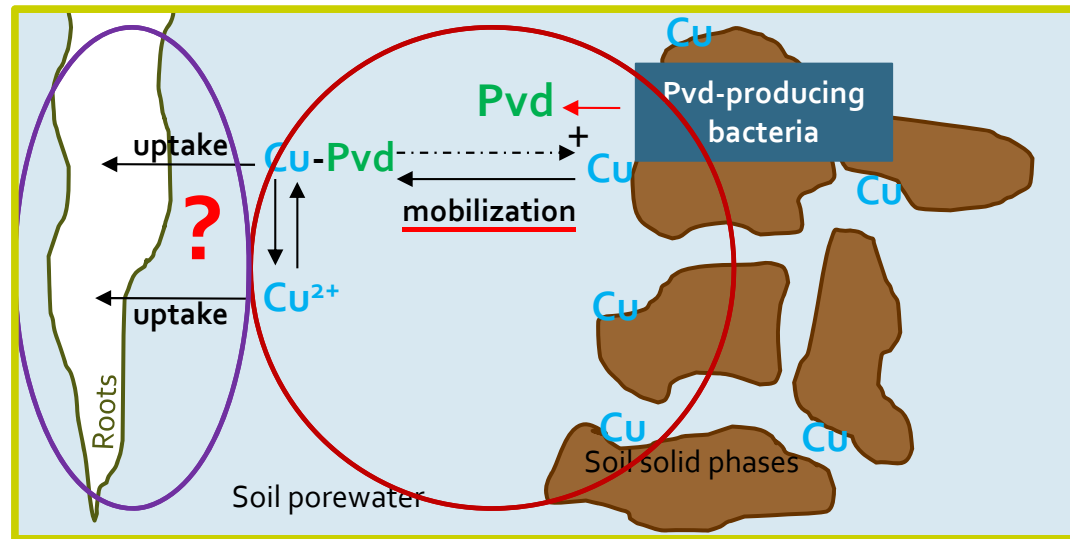
- En quoi la composante microbienne des sols intervient dans la mobilisation du cuivre et son transfert dans la plante ?

Questions de recherche

- Quel est le rôle des complexants bactériens ?
- En quoi les associations bactéries-plantes peuvent augmenter les performances de phytoextraction ?



Objectifs



α Partie 1

Variabilité de l'effet de la pyoverdine sur la mobilité et la phytodisponibilité de Cu dans différents sols viticoles

α Partie 2

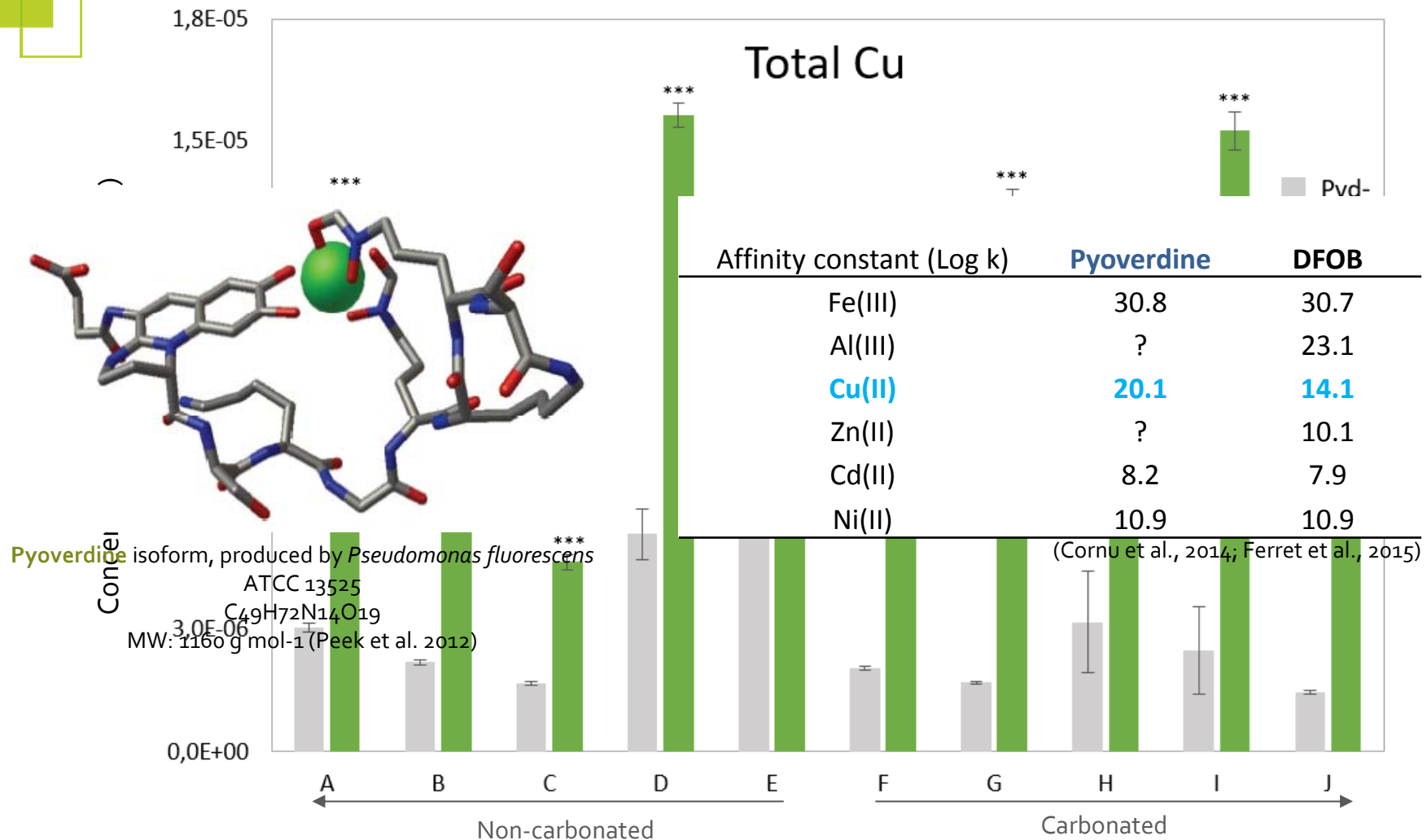
Contribution du complexe pyoverdine-Cu au prélèvement du Cu par la racine

α Partie 3

Approche spatialisée de l'effet de *Pseudomonas fluorescens* sur la mobilité et phytodisponibilité du cuivre à l'interface sol-racine et sa phytoextraction



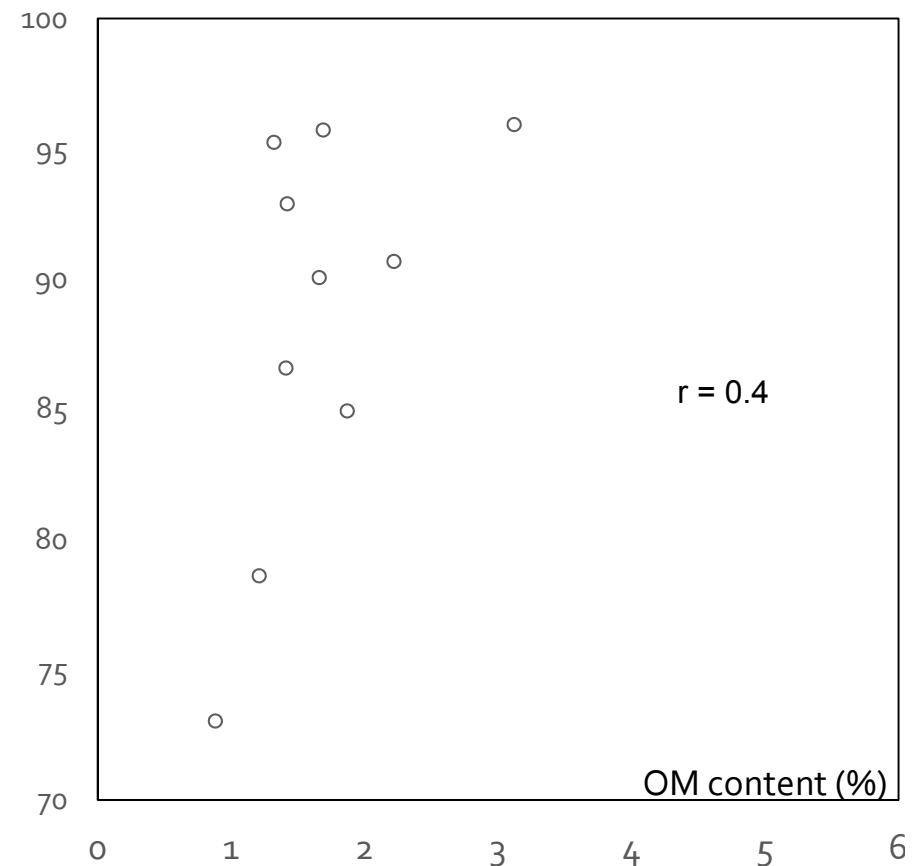
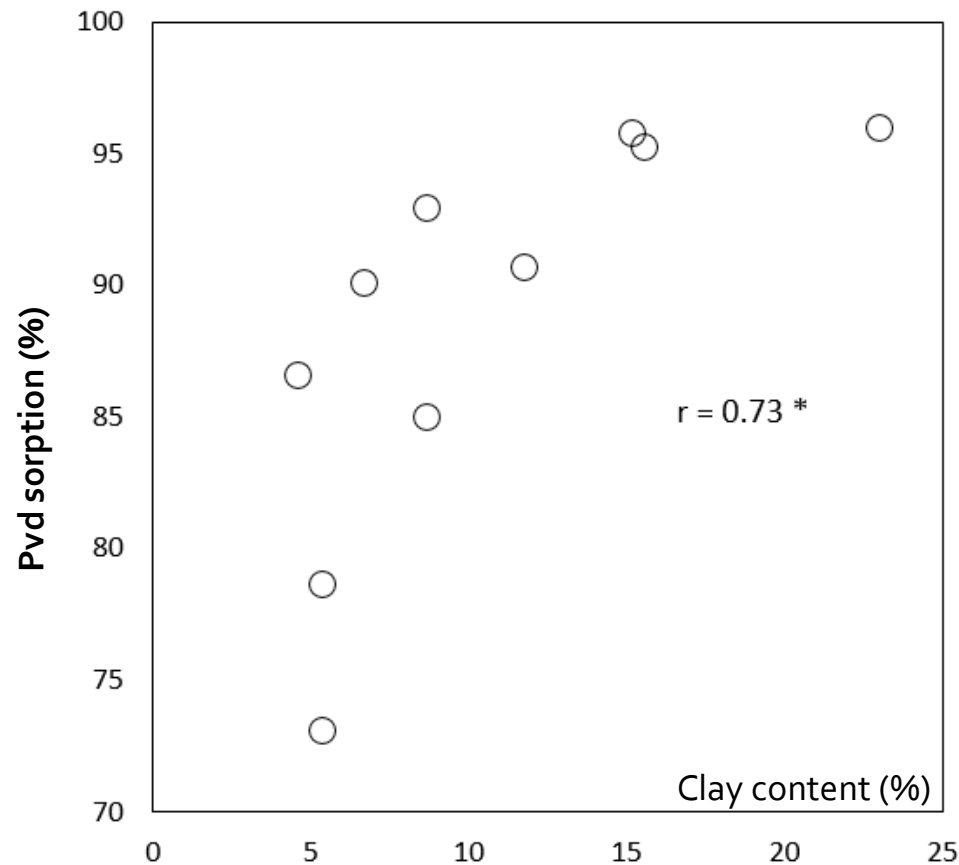
Partie 1: Variabilité de l'effet de la pyoverdine sur la mobilité de Cu



† L'ajout de pyoverdine (Pvd) augmente la mobilité de Cu d'une large gamme de sols viticoles (carbonatés vs. non carbonatés)

† Variabilité de l'effet de la Pvd selon le sol

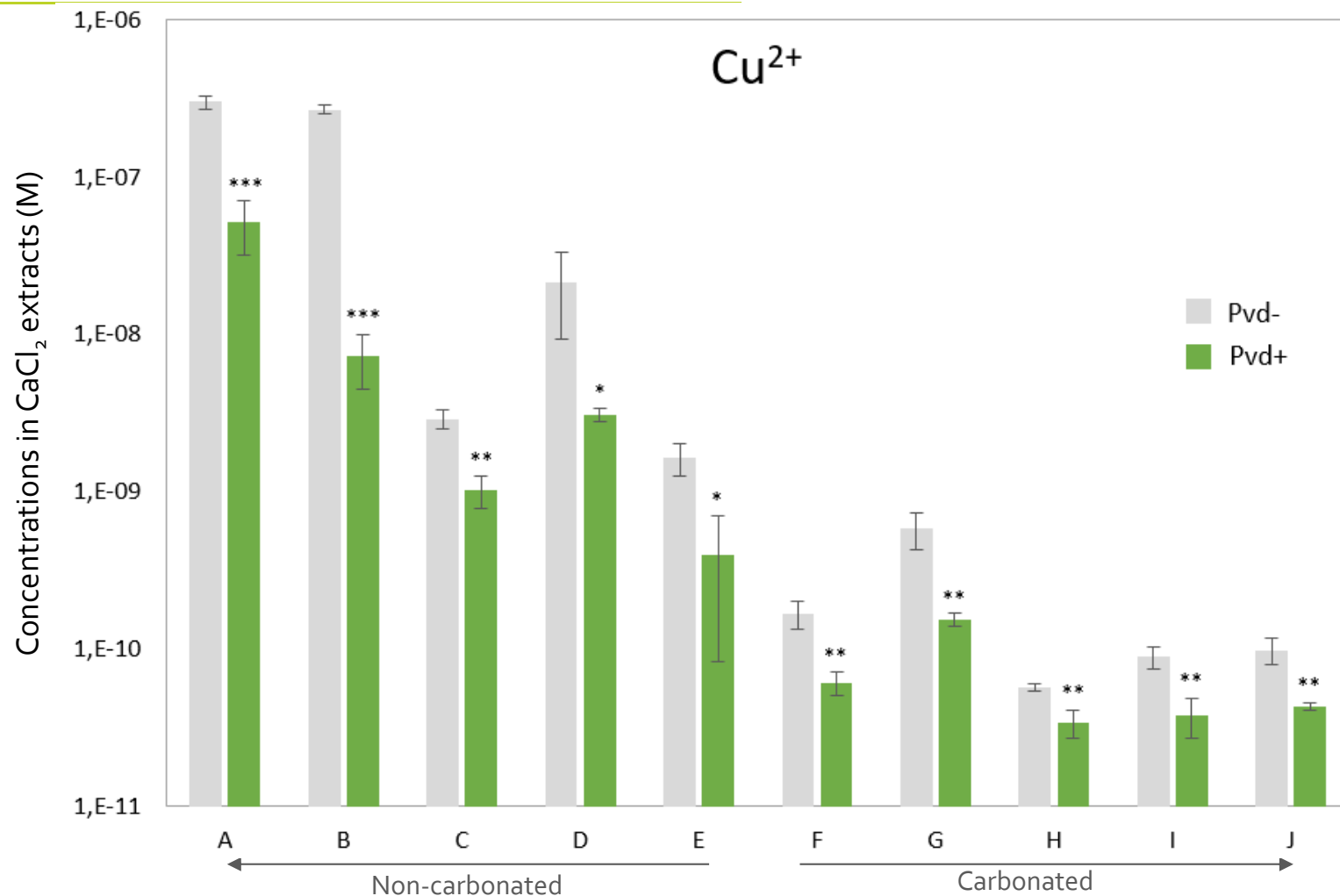
Partie 1: Variabilité de l'effet de la pyoverdine sur la mobilité de Cu



† La variabilité de la mobilisation de Cu dépend de la répartition de Pvd entre les phases porteuses (e.g. argile) et la solution du sol



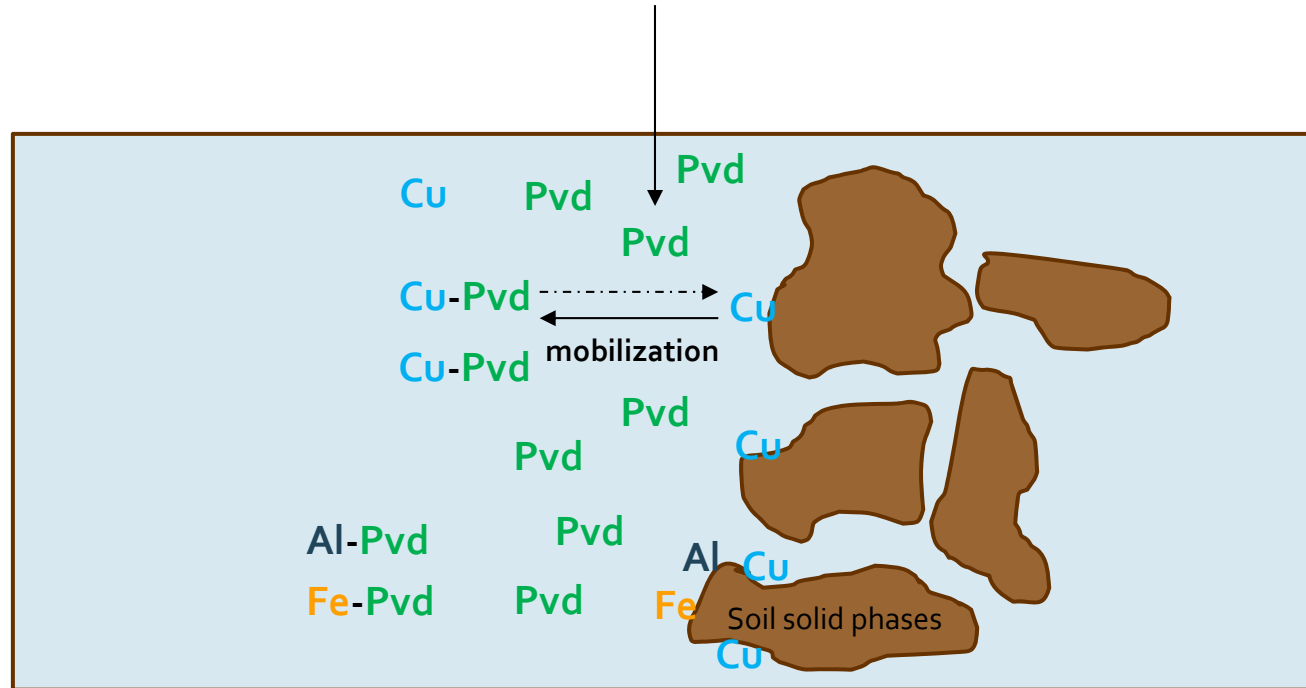
Partie 1: Variabilité de l'effet de la pyoverdine sur la mobilité de Cu



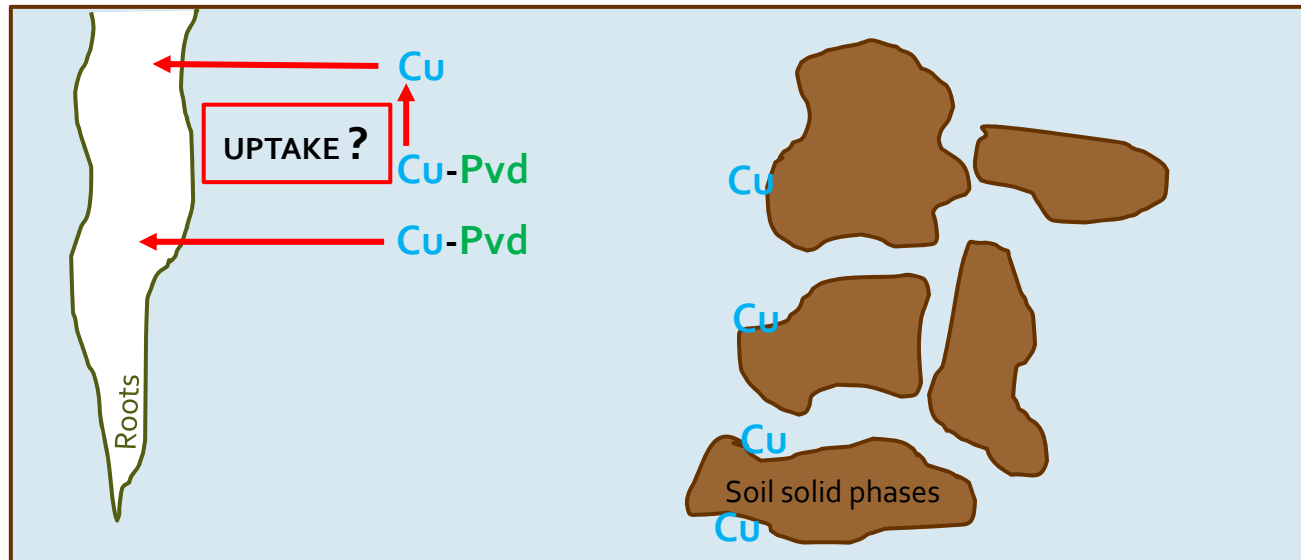
† L'ajout de Pvd réduit [Cu²⁺] de tous les sols → complexation du Cu

† L'effet de Pvd sur la phytodisponibilité de Cu dépend de la contribution du complexe Pvd-Cu au prélèvement de Cu par la plante

Partie 1: Conclusion



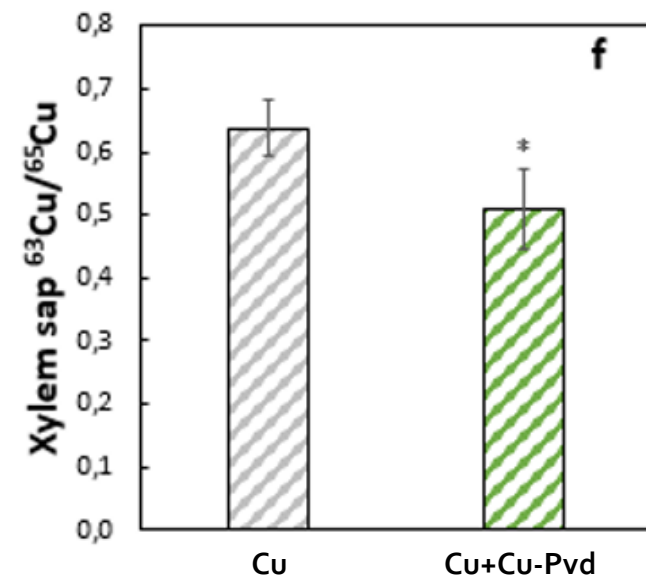
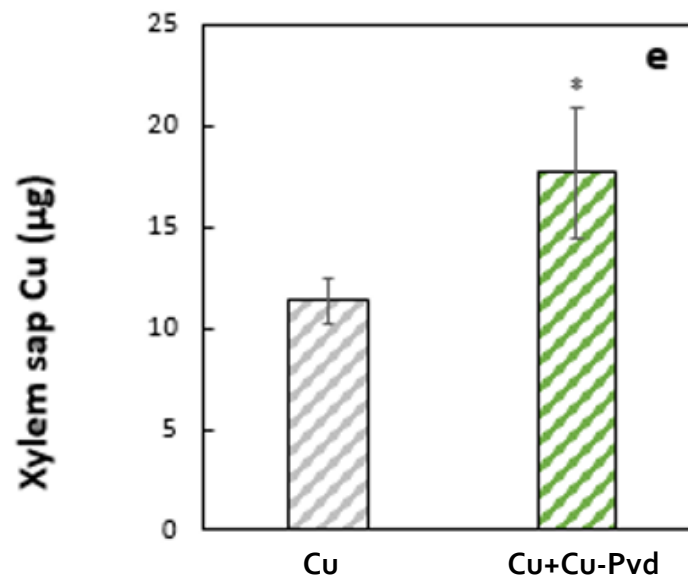
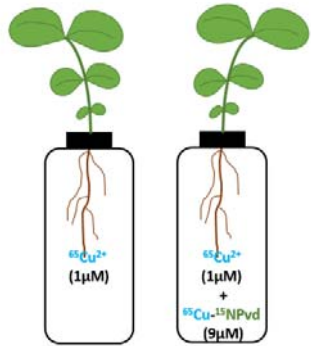
Partie 2: Contribution du complexe pyoverdine-Cu au prélèvement du Cu par la racine



OBJECTIFS :

- Evaluer la contribution du complexe Pvd-Cu au prélèvement de Cu par le tournesol
- Déterminer si Cu est prélevé sous forme Cu^{2+} (dissociation Pvd-Cu) ou sous forme complexée (internalisation Pvd-Cu)

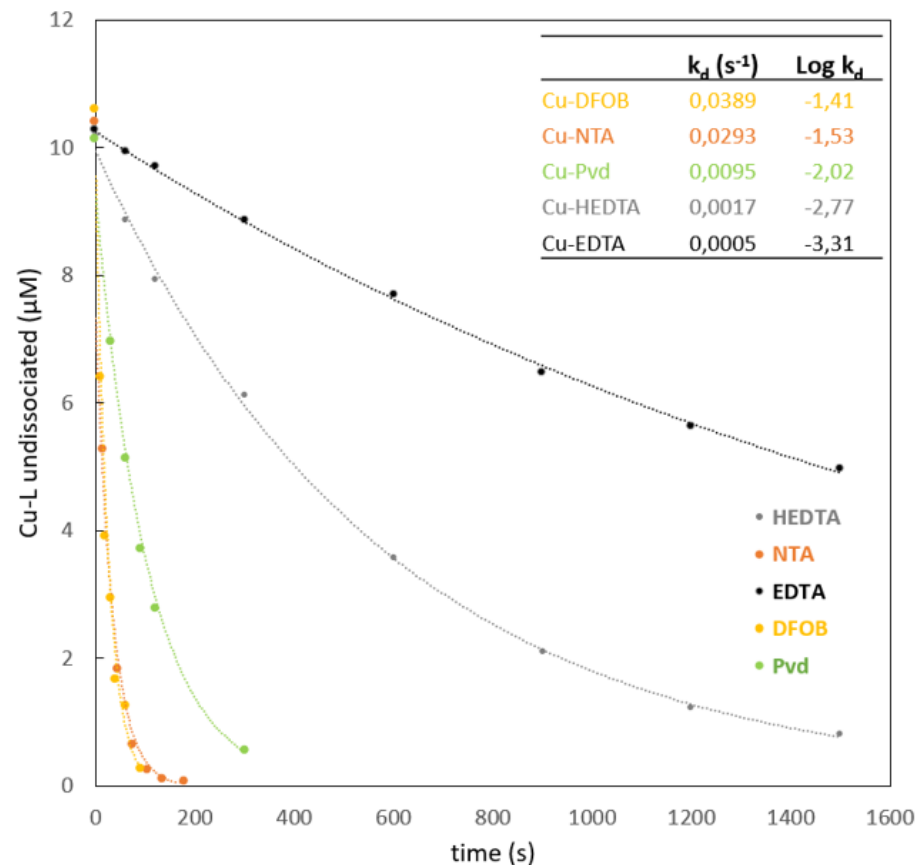
Partie 2: Contribution du complexe pyoverdine-Cu au prélèvement du Cu par la racine



- † Quantité de Cu de la sève \rightarrow x 1,5 avec Cu+Cu-Pvd
- † Indique une contribution du complexe Pvd-Cu au prélèvement de Cu par le tournesol (mécanisme ?)
- † Augmente le flux de diffusion qui compense la déplétion de Cu^{2+} à l'interface sol-racine



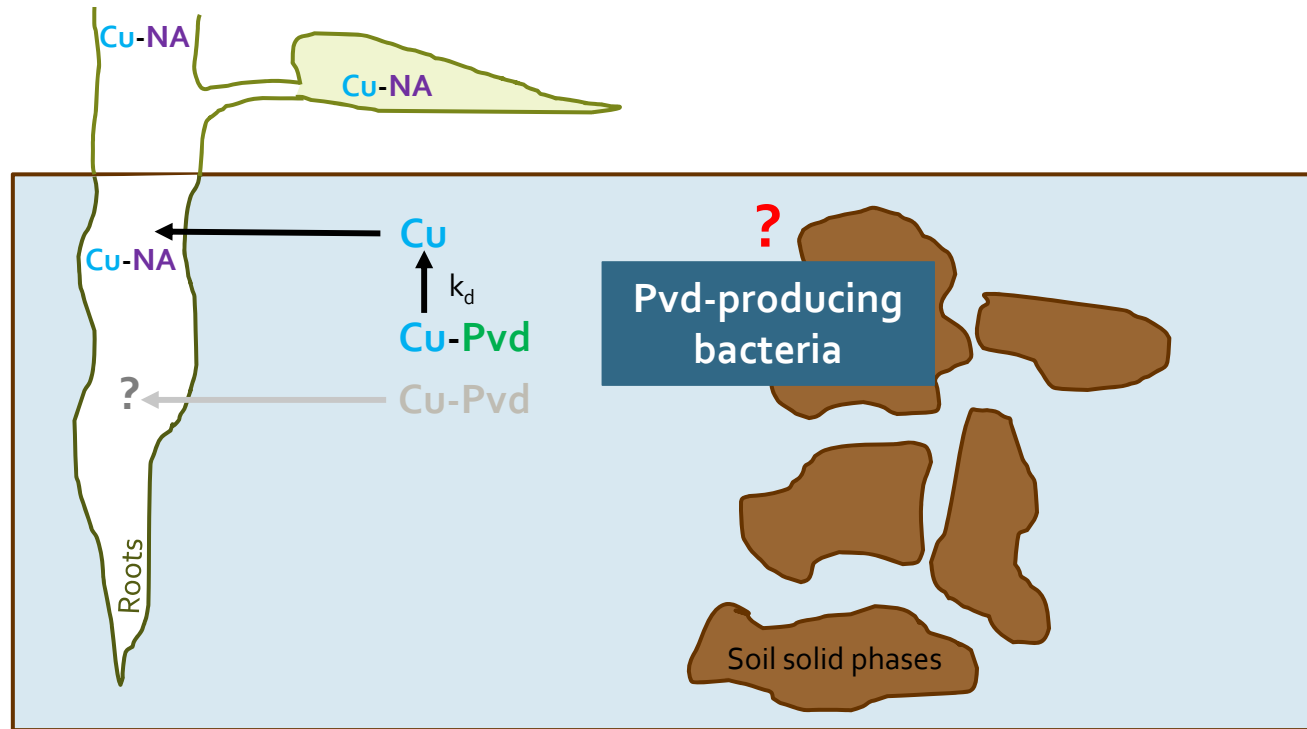
Partie 2: Contribution du complexe pyoverdine-Cu au prélèvement du Cu par la racine



† Cu-Pvd relativement labile : NTA = DFOB > PVD > HEDTA > EDTA

† La contribution de Cu-Pvd au prélèvement de Cu par la plante résulte probablement de sa dissociation à l'interface sol-racine

Partie 2: Conclusion



Partie 3: Analyse 2D à l'interface sol-racine de l'effet de *P. fluorescens*

Carbonated soil

Sid

pH

Fe

P

control



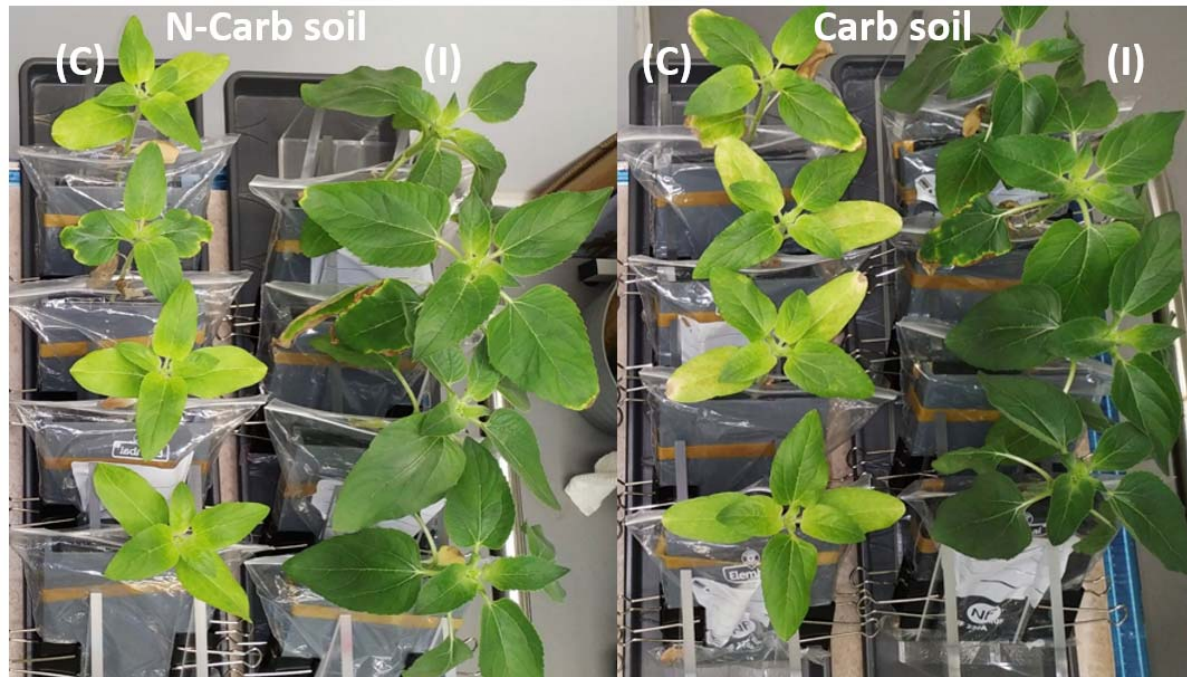
Inoculated



- † L'inoculation de *Pseudomonas fluorescens* augmente la mobilité de P et de Fe dans la solution du sol (Cu, Al, Fe, Mn, Zn et NO₃⁻, NH₄⁺ augmentent aussi)
- † Mobilisations peu influencées par le pH
- † Spots de sidérophores (même ordre de grandeur que les concentrations de Pvd mesurées dans la solution de sol (2μM))

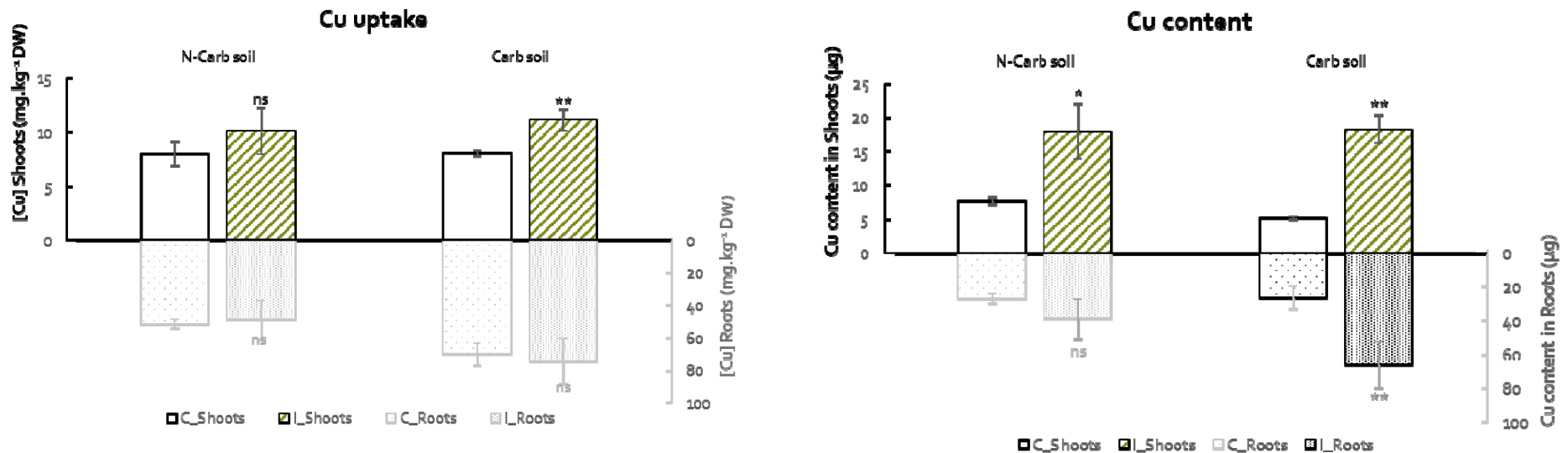


Partie 3: Effet de *P. fluorescens* sur la croissance du tournesol et l'accumulation de cuivre



- † La bioaugmentation augmente la croissance du tournesol quel que soit le sol (meilleure absorption de l'azote ?)
- † Les traits caractéristiques des PGPB jouent un rôle → e.g. production d'hormones de croissance (AIA)

Partie 3: Effet de *P. fluorescens* sur la croissance du tournesol et l'accumulation de cuivre



- † La bioaugmentation accroît la concentration de Cu (+30%) dans les parties aériennes du tournesol cultivé sur sol carbonaté (directement lié à la Pvd produite par *P. fluorescens*)
- † L'effet de la bioaugmentation est encore plus intense sur la quantité de Cu (+200%) → Effet "Plant Growth Promoting"





Merci pour votre attention

