

EFFET DE L'UTILISATION RÉPÉTÉE DE BOUILLIE BORDELAISE SUR LA CONTAMINATION DES SOLS, LA BIODISPONIBILITÉ DU CUIVRE ET SON ACCUMULATION DANS LA VIGNE

Laurence Denaix, Laetitia Anatole-Monnier, Denis Thiéry

UMR ISPA INRA-Bordeaux Sciences Agro, Villenave d'Ornon

UMR SAVE INRA-Bordeaux Sciences Agro, Villenave d'Ornon



Contexte historique

1860

Découverte de la bouillie bordelaise

Introduction du
phylloxera (1863)

Importation de porte-
greffes américains

Arrivée du mildiou en
1878

Découverte de la bouillie
bordelaise (1882)

Utilisation en quantité importante

Mise en évidence de la toxicité du cuivre

Mise en évidence de
l'accumulation de cuivre dans
les sols viticoles

Mise en évidence de la
phytotoxicité du cuivre sur la
culture

Mise en évidence de la
perturbation de l'écosystème
du sol

Utilisation plus modérée

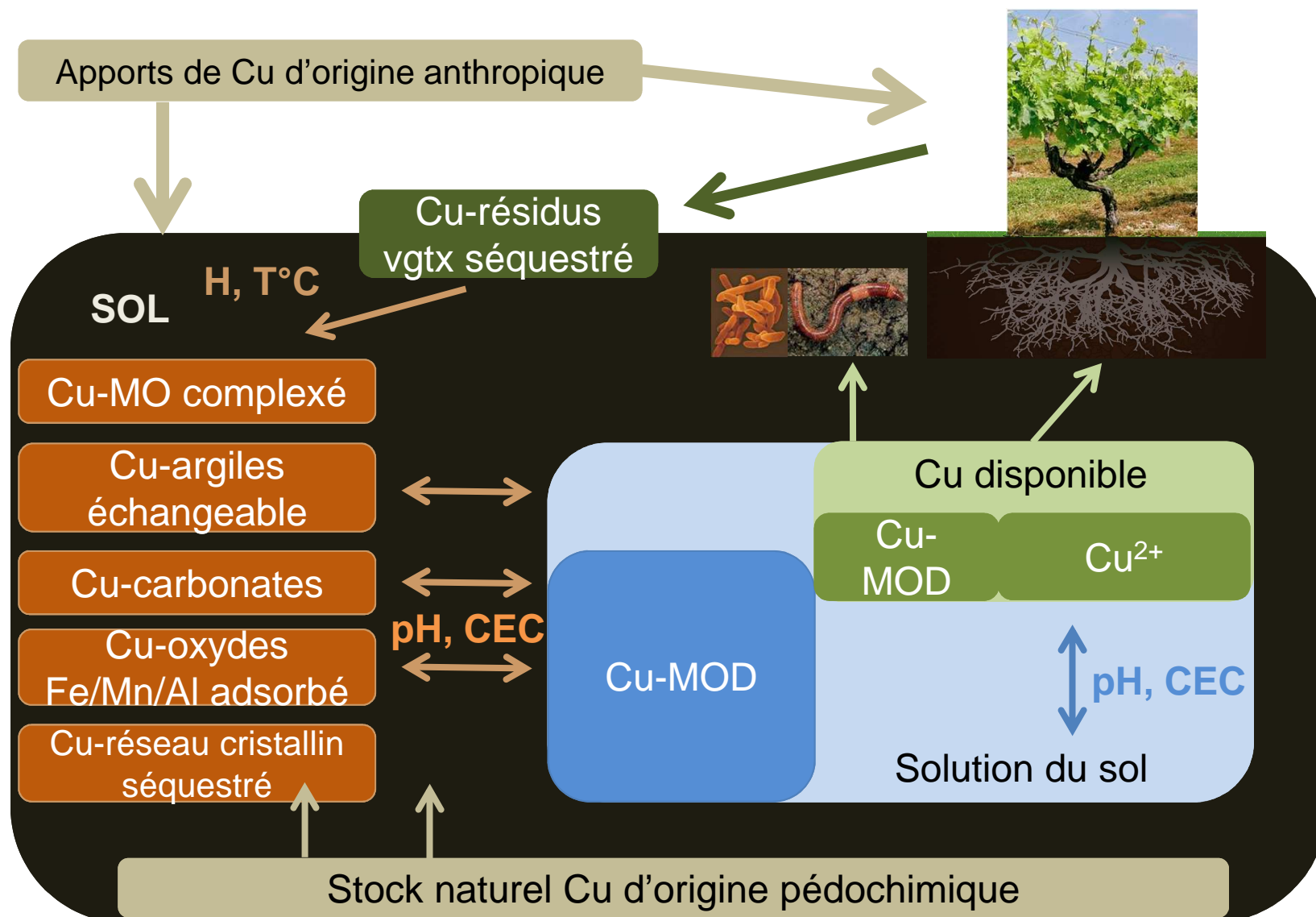
Prise de conscience sociétale

Grenelle de l'environnement (2007)
et Ecophyto 2018 (2008)

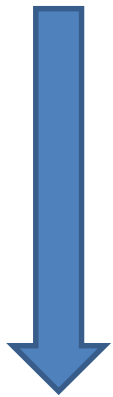
Horizon 2014:
Vers une limitation de la dose autorisée?

2014

Accumulation du cuivre dans les sols viticoles



Quel est l'impact d'un apport répété de bouillie bordelaise sur :

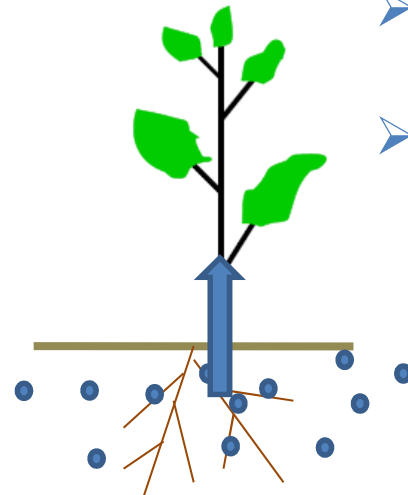


L'accumulation du Cu dans les sols ?

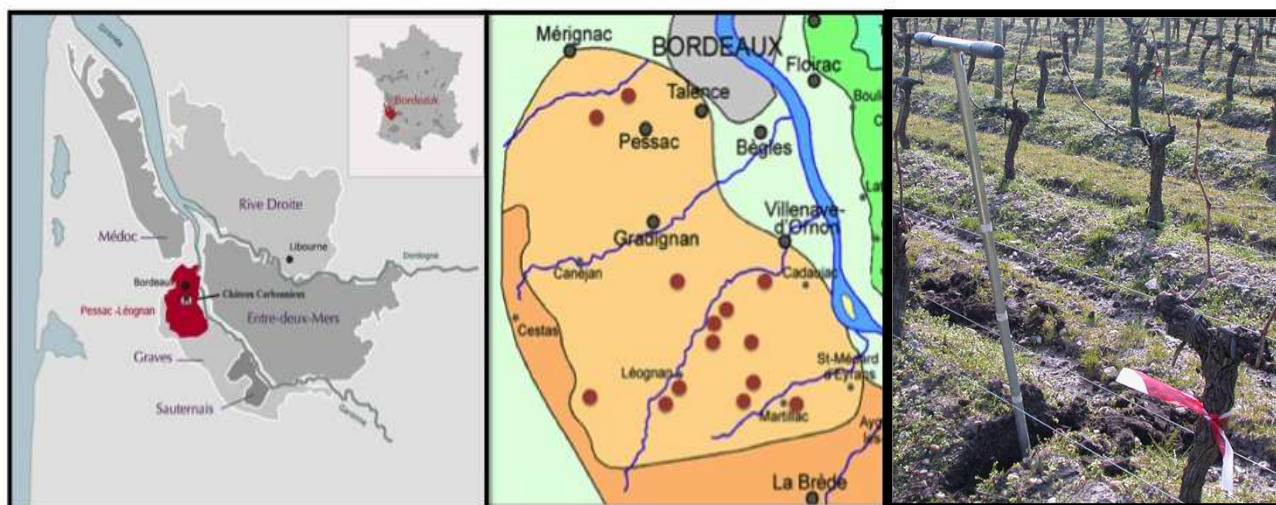
- Niveau de Cu total dans les sols viticoles ?
- Teneur en Cu disponible ?

Le transfert du Cu vers la vigne ?

- Distribution Cu dans les organes ?
- Variabilité entre cépages ?



Démarche



14 châteaux

47 parcelles (enquêtes)

6 prélèvements/parcelle

Sous le rang
0-20 cm et 20-40 cm/ 1m

Historique parcellaire (enquêtes et photos aériennes)

Caractéristiques du sol (texture, pH, MO, CEC, Calcaire total)

Analyses des différentes formes du Cu

Cu Total

Eau régale

Cu échangeable

Extraction EDTA

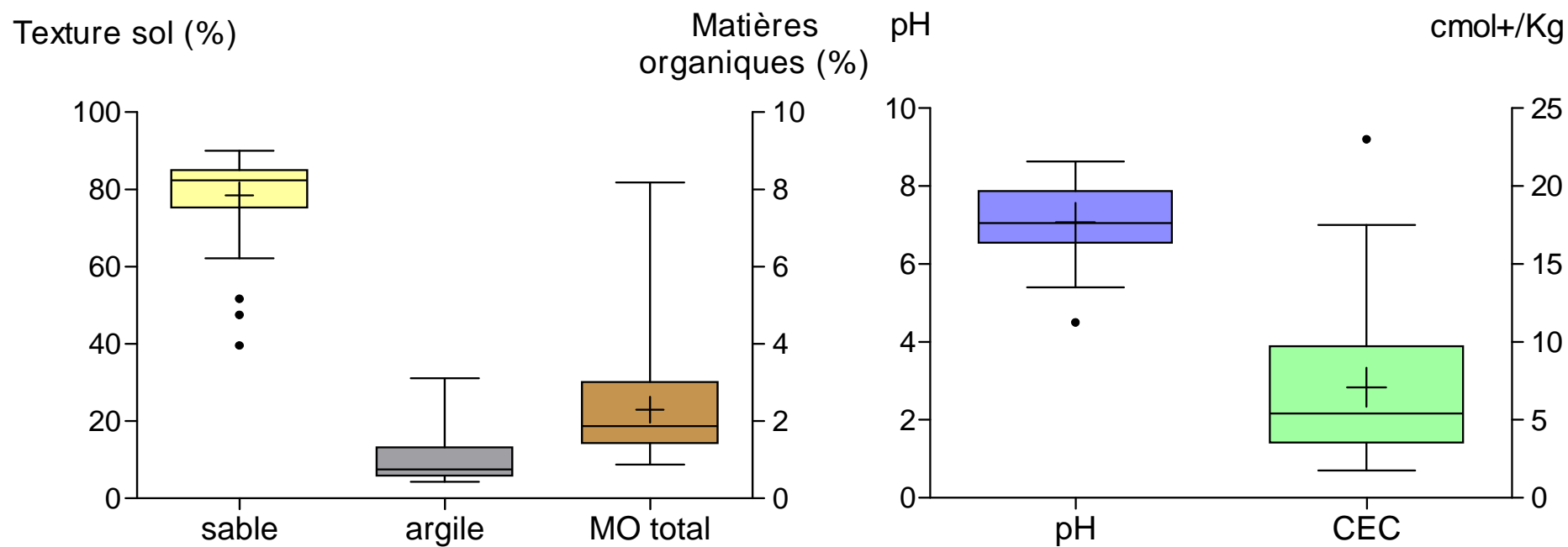
Cu soluble

Bougie poreuse

Cu disponible

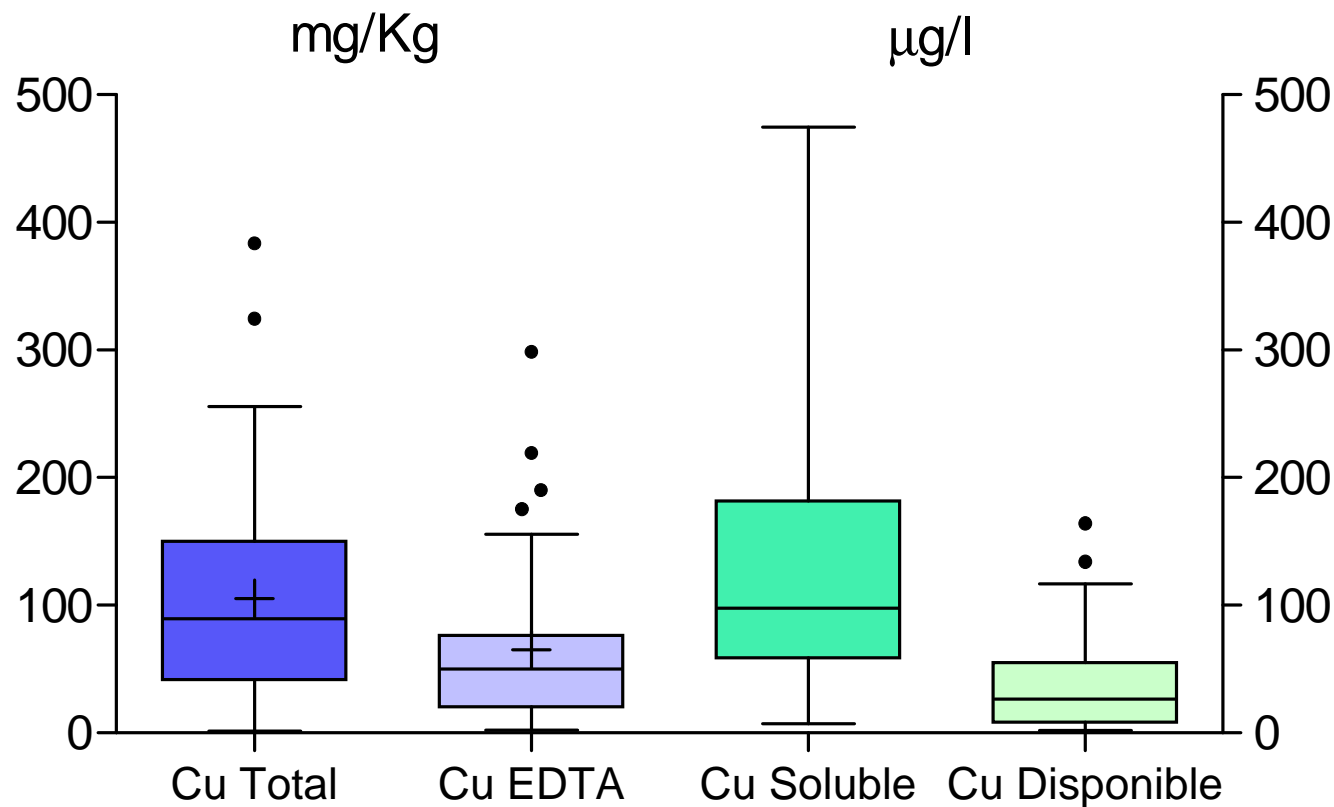
Capteur passif
(DGT)

Caractéristiques pédologiques



→ Une grande variété de sols sur une petite région viticole

Teneur en cuivre des sols viticoles



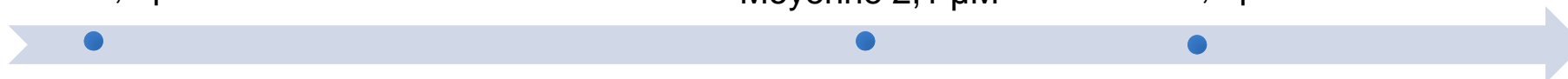
Teneurs totales Cu : Moyenne sols français 20,4 mg Cu/kg

Teneurs en cuivre EDTA : Moyenne sols français 5,3 mg Cu/kg

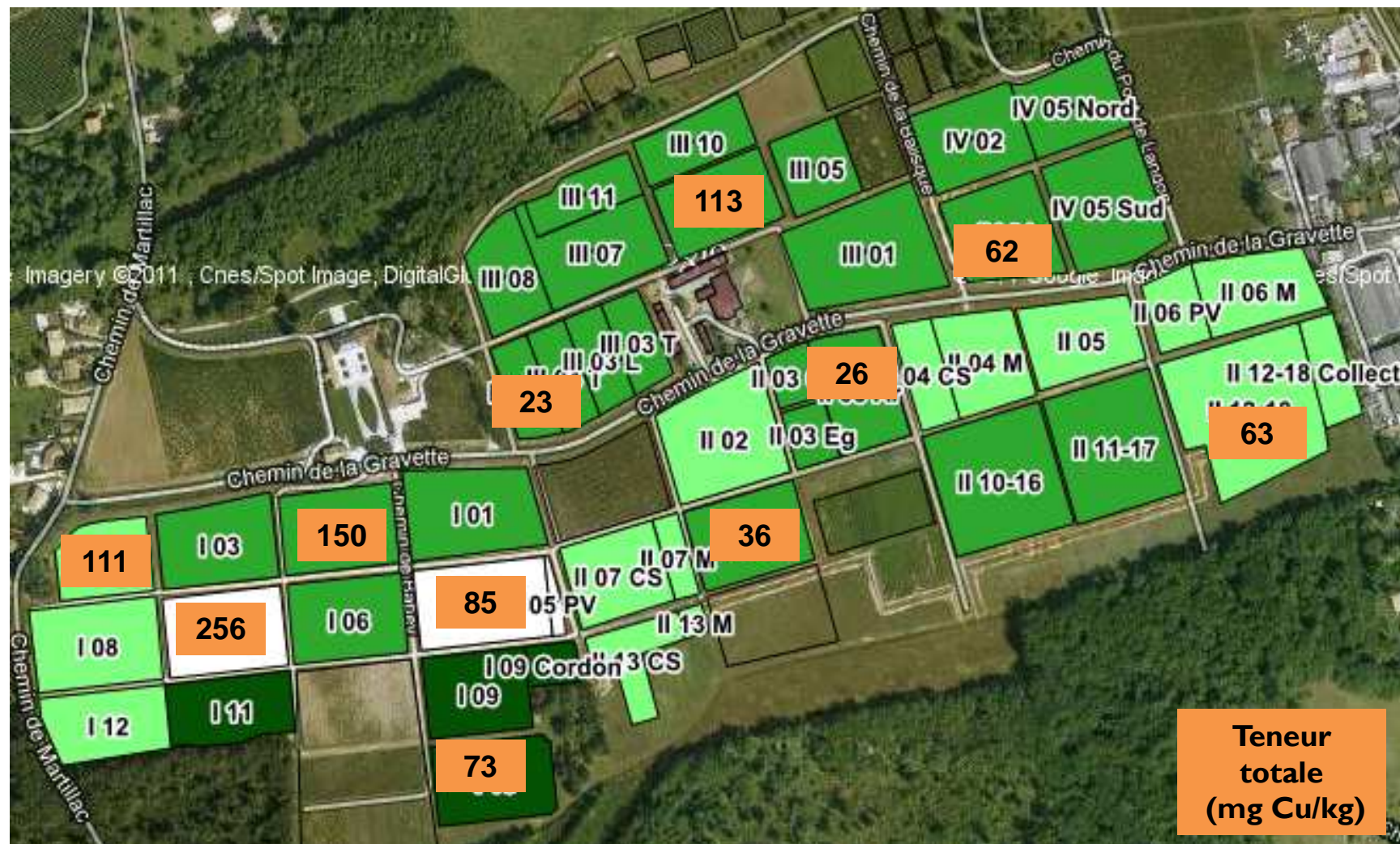
Min 0,1 µM

Moyenne 2,1 µM

Max 7,5 µM

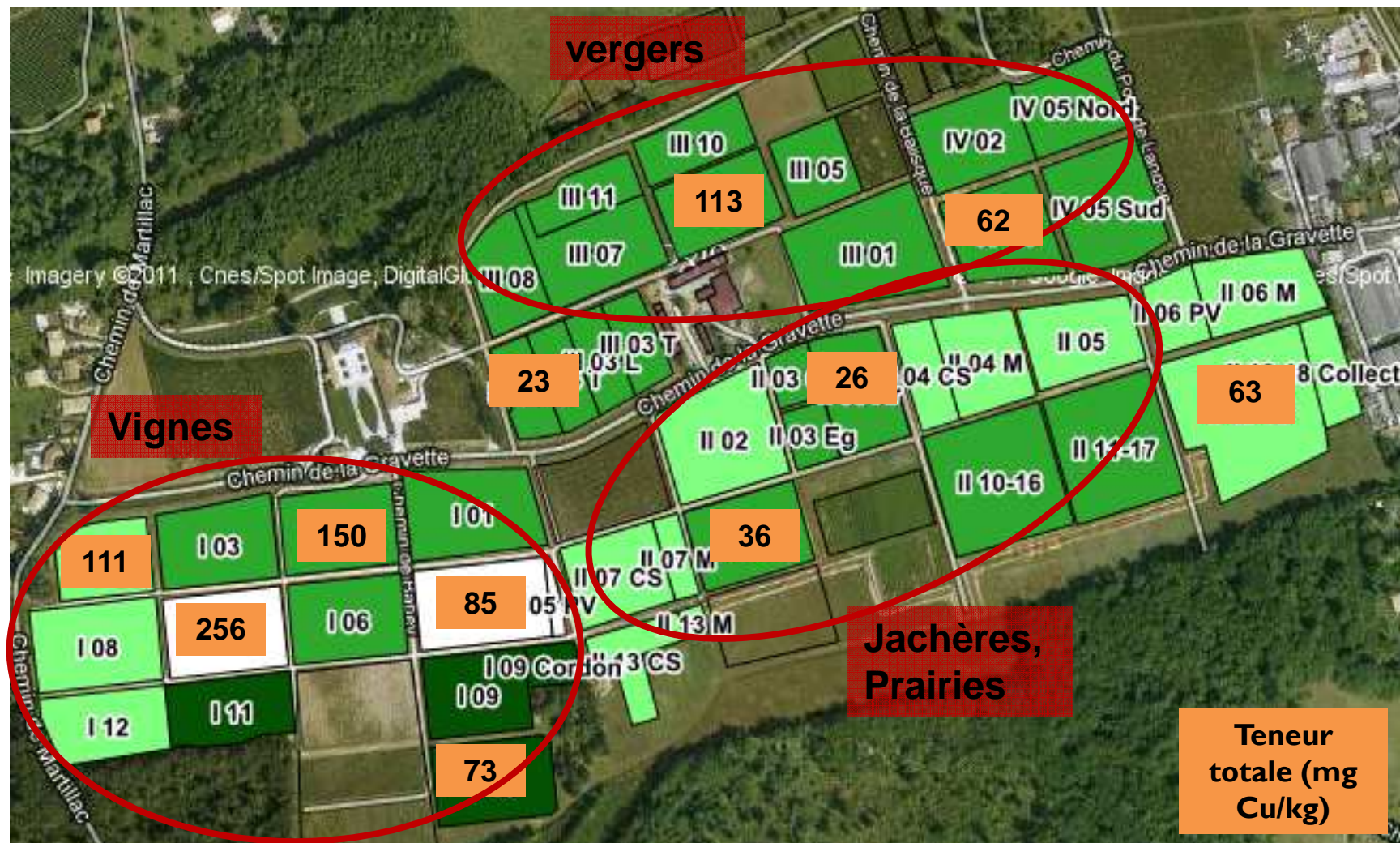


Variabilité parcellaire



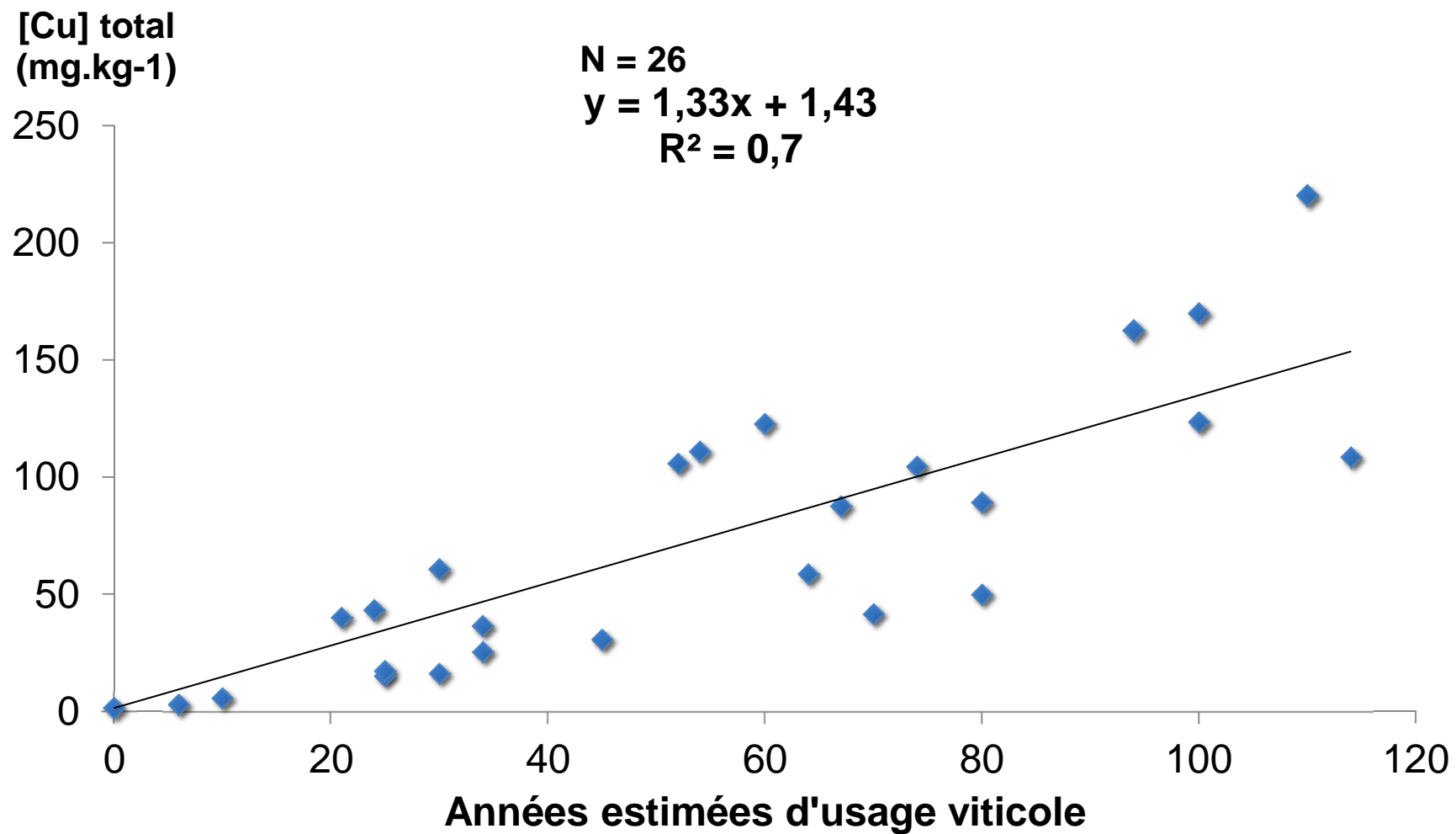
→ Facteur 10 au sein d'un même château

Variabilité parcellaire



→ L'historique parcellaire explique la teneur en cuivre total des sols

Importance de l'historique parcellaire



Estimation du Cu disponible

A l'aide d'un modèle de régression multilinéaire :

$$[\text{Cu}]_{\text{soluble}} = 0,61 \log[\text{Cu}]_{\text{EDTA}} - 0,3 \log(\text{MO}) - 0,15 \text{ pH} + 3,15 \quad (\text{R}^2=0,72)$$

$$\text{Log} ([\text{Cu}]_{\text{DGT}}) = 1,33 + 0,82 \times \log ([\text{Cu}]_{\text{EDTA}}) - 0,39 \times \log (\% \text{ argiles } + \% \text{ limons fins}) - 0,39 \log ([\text{C}]) \quad (\text{R}^2=0,85)$$

Calcul du Cu disponible comme indicateur risque de toxicité à partir d'une analyse de sol courante

À valider pour d'autres régions viticoles

Répartition du cuivre dans la vigne



BOUTURES

- Merlot, Cabernet Sauvignon, Porte greffe 101.14
- 15 jours d'exposition en serre après 4 semaines de préculture
- Gamme de [Cu] réaliste (0,2 - 1 - 2,5 - 10 μM) en solution nutritive
- 5 étages foliaires + tiges + racines



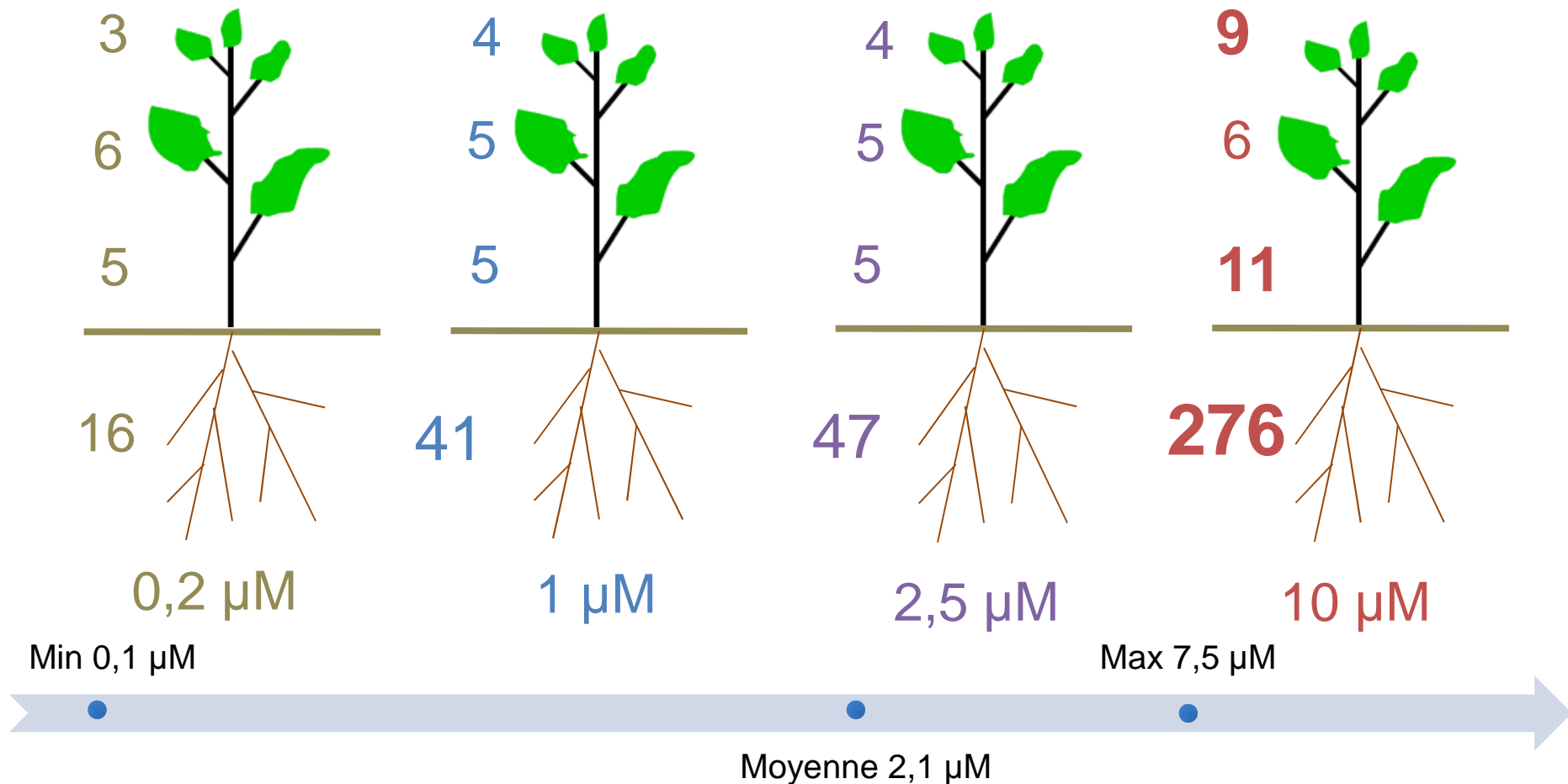
PLANS GREFFES

- Cabernet Sauvignon sur 101.14
- 3 sols de contamination variable

	Témoin	Sol 1	Sol 2
Cu soluble	0,1 μM	3,5 μM	1,2 μM
Cu DGT disponible	0,5 μM	1,2 μM	6,9 μM

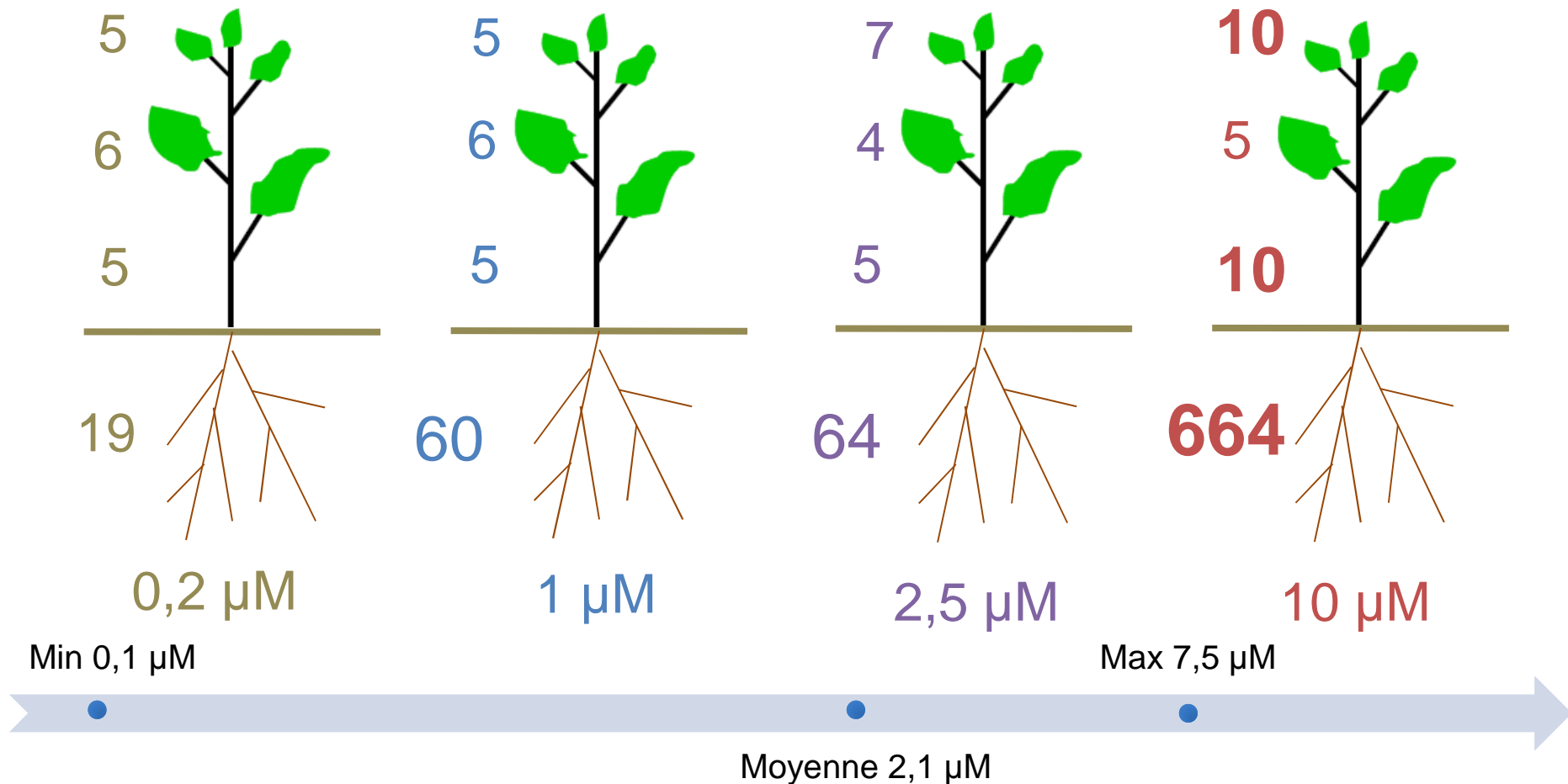
- 5 mois d'exposition
- Feuilles + tige + cep + racine

Distribution du cuivre (mg.kg^{-1}) du Cabernet Sauvignon



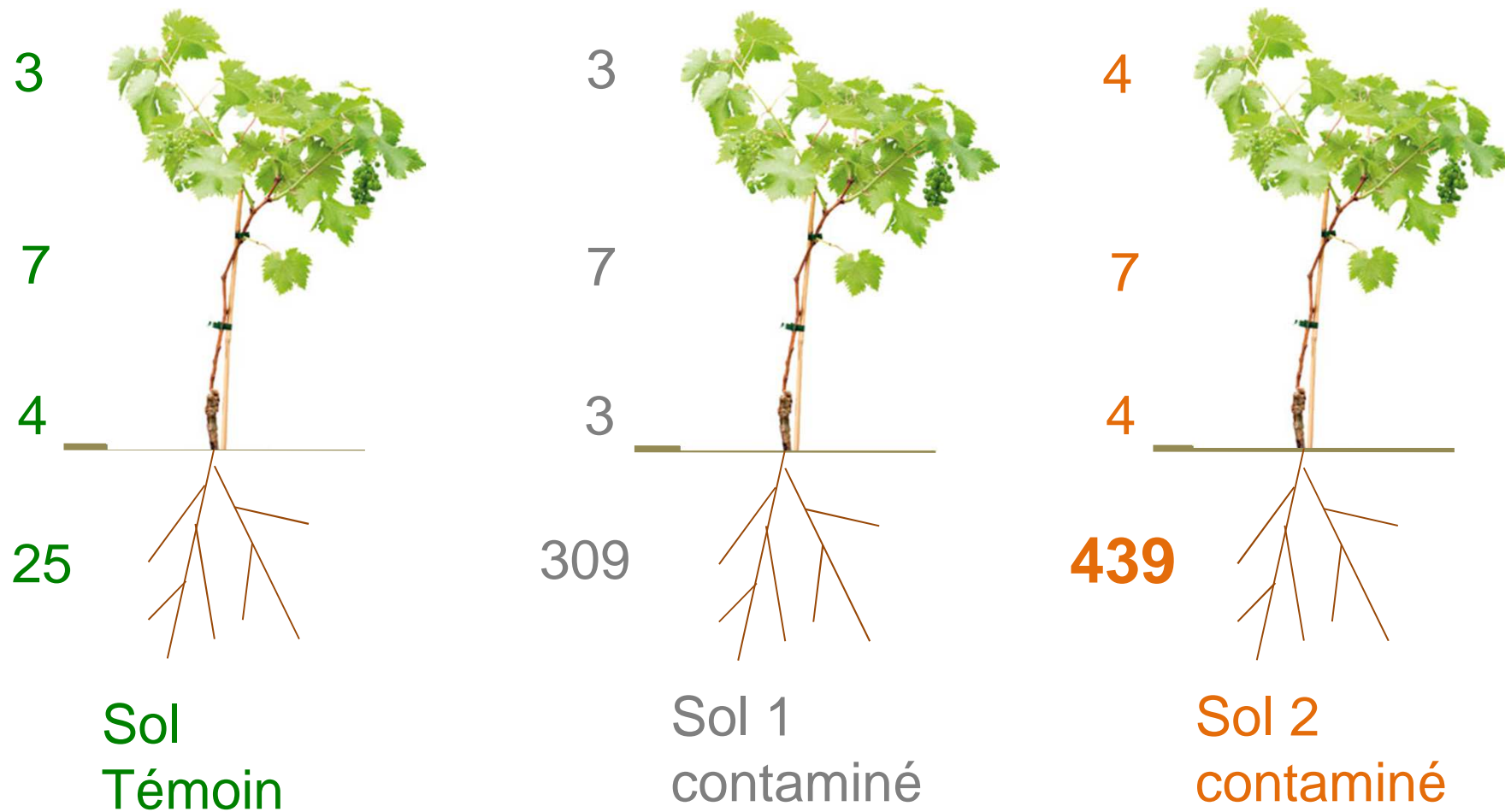
Stockage Cu dans ses racines, transfert régulé vers les parties aériennes
 ➔ Transfert vers les organes aériens en croissance au delà d'un seuil

Distribution du cuivre (mg.kg^{-1}) dans le porte-greffe



→ + de Cu accumulé dans ses racines et + transfert vers les parties aériennes

Distribution du cuivre (mg.kg^{-1}) du Cabernet S. greffé



Conclusions

- Grande variabilité des concentrations dans les sols, expliquée par l'historique d'usage des sols
- Disponibilité du cuivre estimée par la teneur totale, le pH et la proportion de phases sorbantes : matières organiques et particules fines
- Accumulation préférentiel dans les racines
- Distribution et comportement de répartition suite à une exposition croissante est fonction de la variété