

# VITALICUIVRE

2021 – 1<sup>er</sup> Trim. 2024



Restitution des actions de  
recherche et expérimentation  
viti-vinicole du Val de Loire

**INTERLOIRE**  
Interprofession des Vins du Val de Loire

## De la viticulture à l'alimentation animale : réduction de la teneur en Cuivre des sols viticoles et développement d'une filière de valorisation du cuivre

Thierry LEBEAU (Coord. Scientifique) – LPG – Nantes Université

Clémentine LAPIE – OSUNA – Nantes Université

Marie BONNISSEAU – IFV

Cécile LE GUERN – BRGM

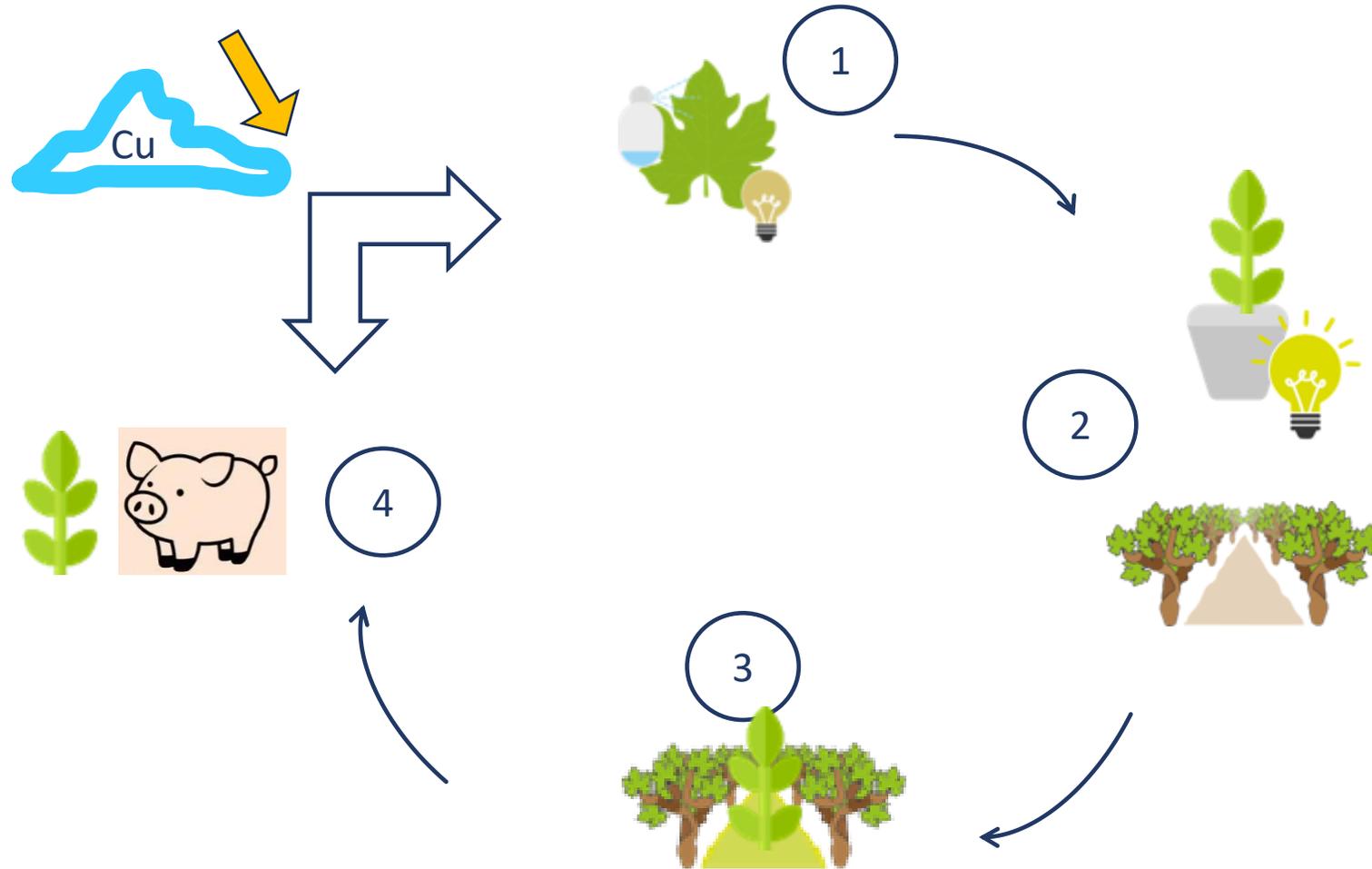
Simon GAUTIER – BRGM

Eric Schetelat - WISIUM



# Objectifs

- Création d'un cycle vertueux du cuivre et d'économie circulaire

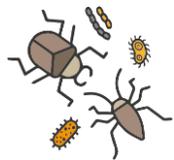


# Objectifs

- Création d'un cycle vertueux du cuivre et d'économie circulaire



Contexte d'utilisation du Cu en viticulture



Fonctionnement et la durabilité des écosystèmes viticoles

- Sol
- Vigne et biodiversité

# Objectifs

- Création d'un cycle vertueux du cuivre et d'économie circulaire

Sélection de plantes phytoextractrices de Cu et agronomiquement compatibles en laboratoire – Nantes Université

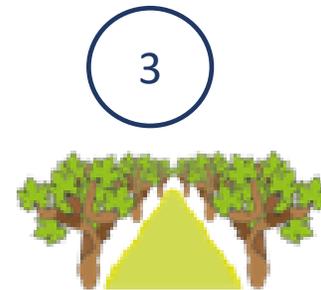
Cartographie de teneurs en Cu des sols ligériens viticoles - BRGM



# Objectifs

- Création d'un cycle vertueux du cuivre et d'économie circulaire

Expérimentation au champ – IFV  
Suivi vigne débourrement aux vendanges



# Objectifs

- Création d'un cycle vertueux du cuivre et d'économie circulaire



Intégration des plantes enrichies en Cu  
dans la ration animale – WISIUM

# Cartographie du Cu phytoaccessible : hypothèses

- Cuivre et disponibilité

- Cu total
- Cu phytoaccessible

- Facteurs de phytoaccessibilité

- pH, matière organique, argile, oxy/hydroxydes de fer et manganèse

- Hypothèses

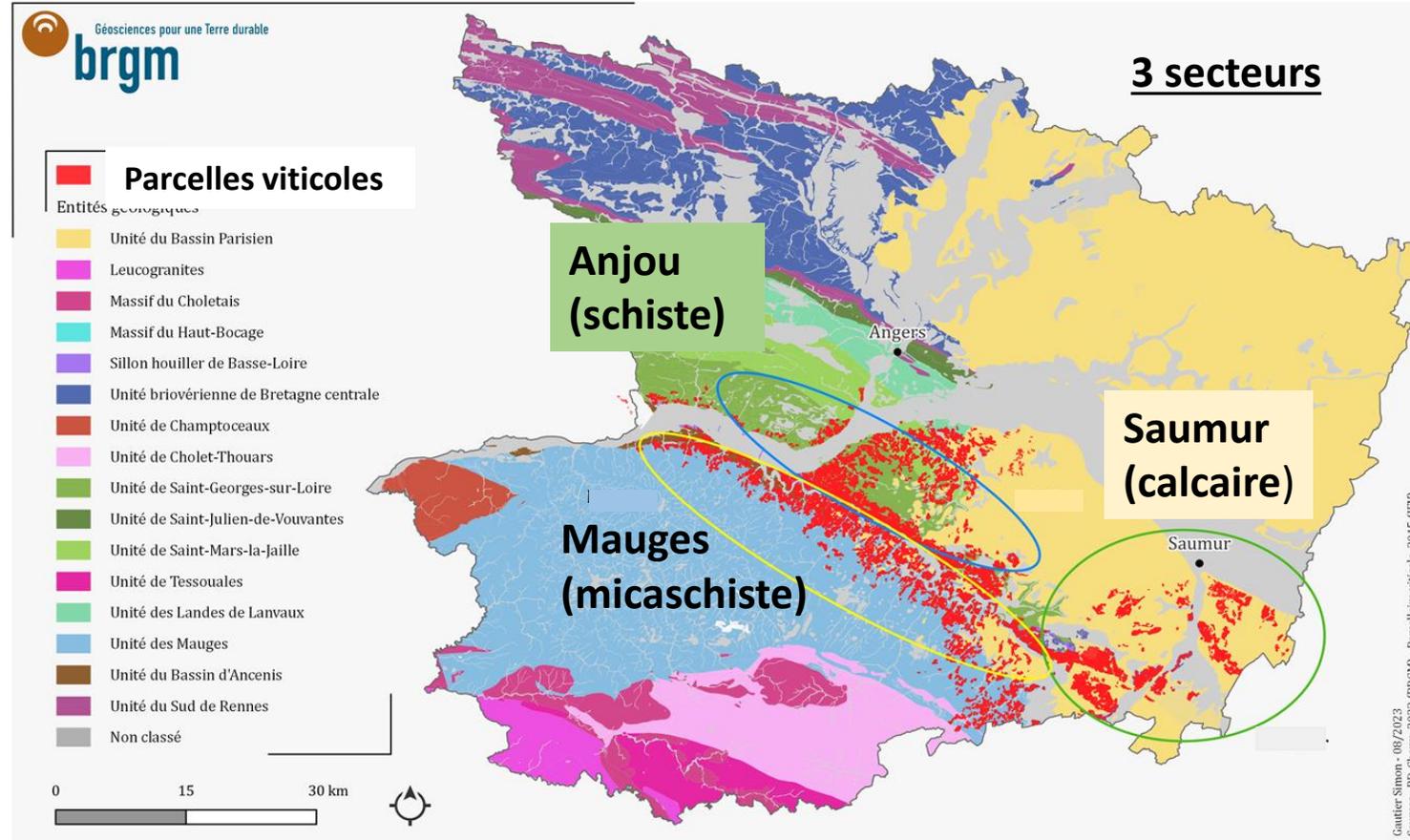
- Cu phytoaccessible : évalué par extraction au DTPA
- Correlation Cu total - Cu phytoaccessible

→ Cu tot mesuré par fluorescence X sur le terrain permettrait 1/ d'évaluer Cu phytoaccessible et 2/ de dresser plus rapidement des cartes

pXRF : fluorescence X portable

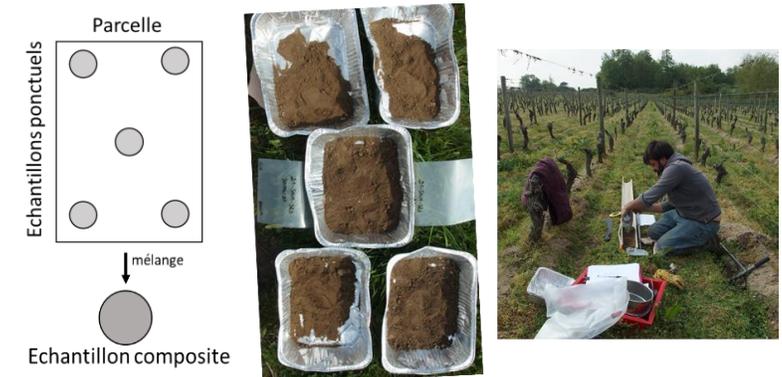


# Méthode : Evaluation de la variabilité spatiale des teneurs et de la phytoaccessibilité du Cu



## • Acquisition de données

- 25 à 30 échantillons par secteur
- Mesures pXRF sur différentes zone par secteur (parcelles enrichies en Cu)
- Trière à main (0-20 cm) : composite
- Analyses de terre complète (laboratoire)

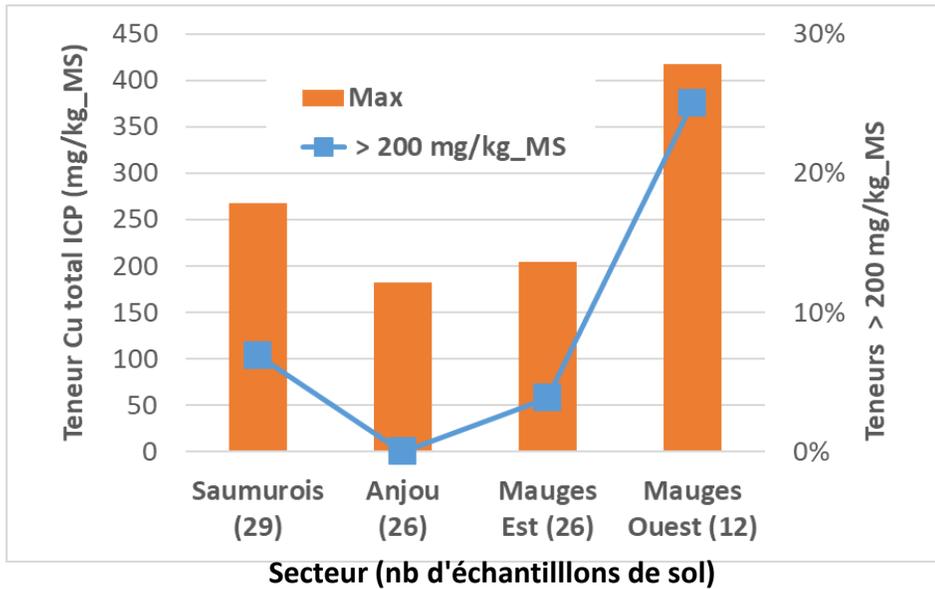


## • Test de modèles de corrélation (CupXRF-CuDTPA)

- Validation des modèles
- Echantillonnage complémentaire pour mise à l'épreuve du modèle retenu (Muscadet Mauges + Saumurois sableux)

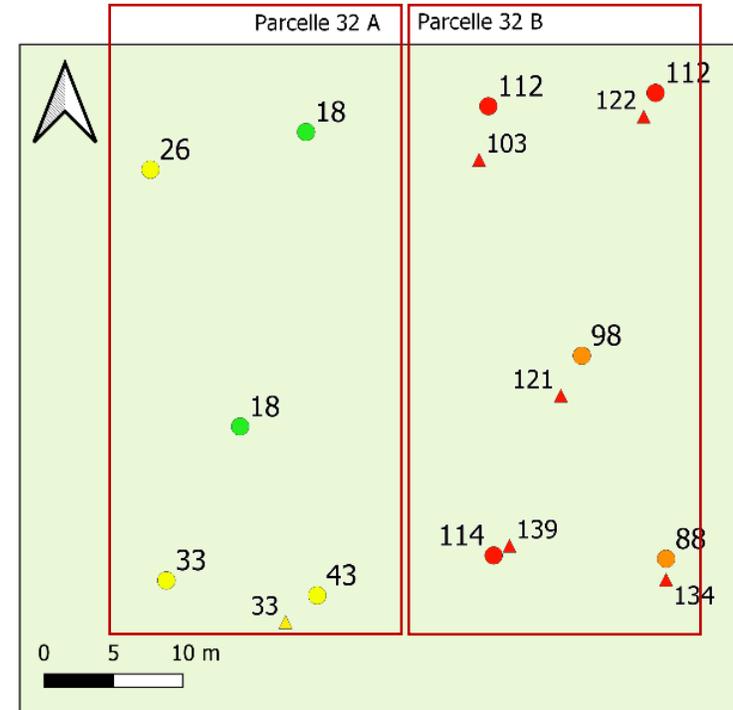
# Résultats : Variabilité importante des teneurs en Cuivre total

- Entre secteurs



Facteurs météorologiques  
(pluies plus abondantes à l'ouest)

- Entre parcelles



Durée de l'activité viticole  
Pratiques culturales

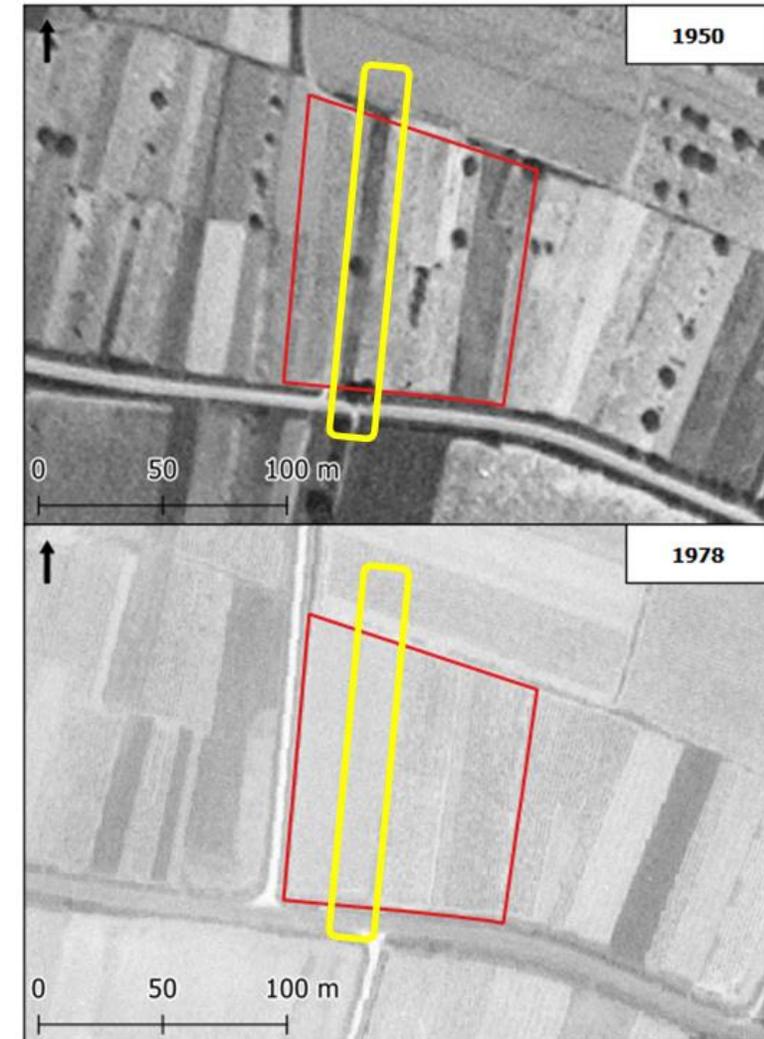
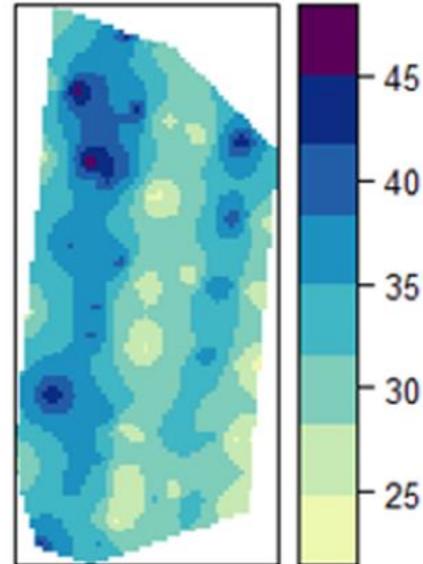
=> extrapolation cartographique difficile

# Résultats : Variabilité importante des teneurs en Cuivre total

- Au sein d'une même parcelle

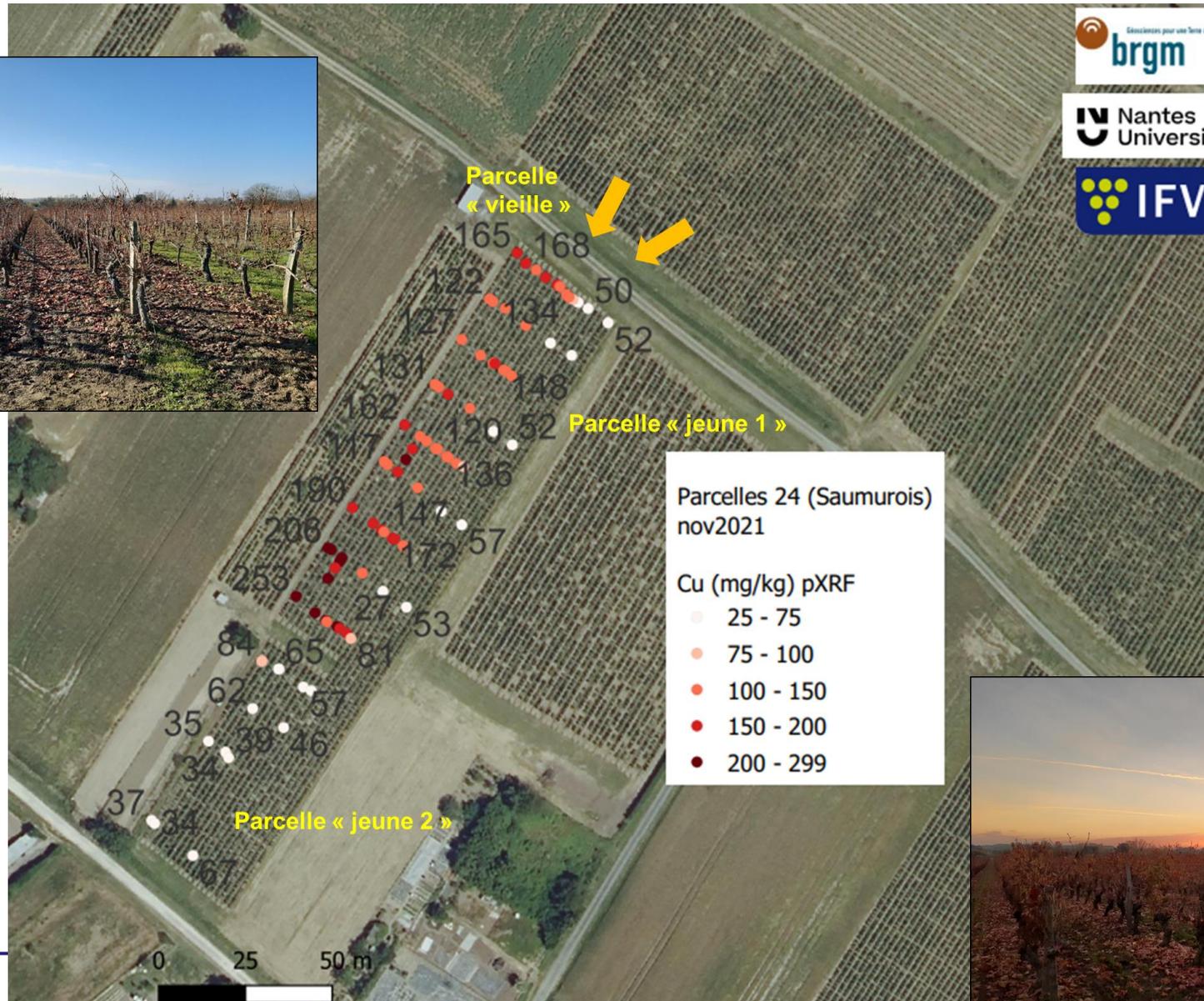


Teneurs en cuivre biodisponibles estimés (mg/kg)



Remembrement des parcelles entre 1959 et 1978  
Cultures et pratiques différentes

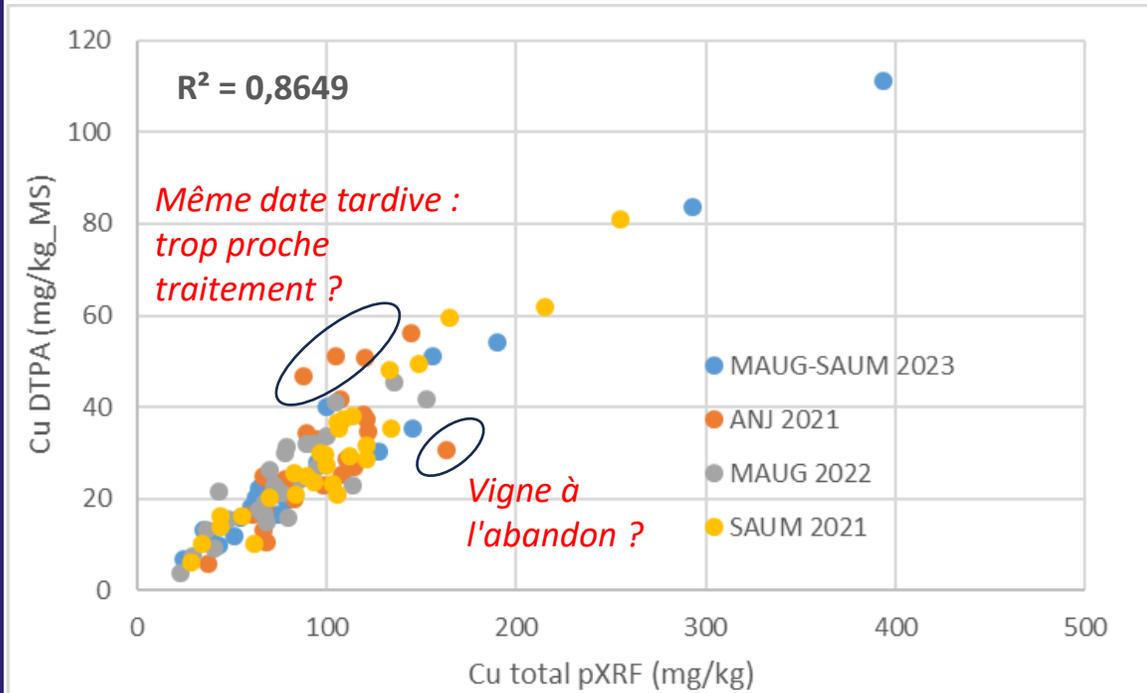
# Résultats : Variabilité importante des teneurs en Cuivre total



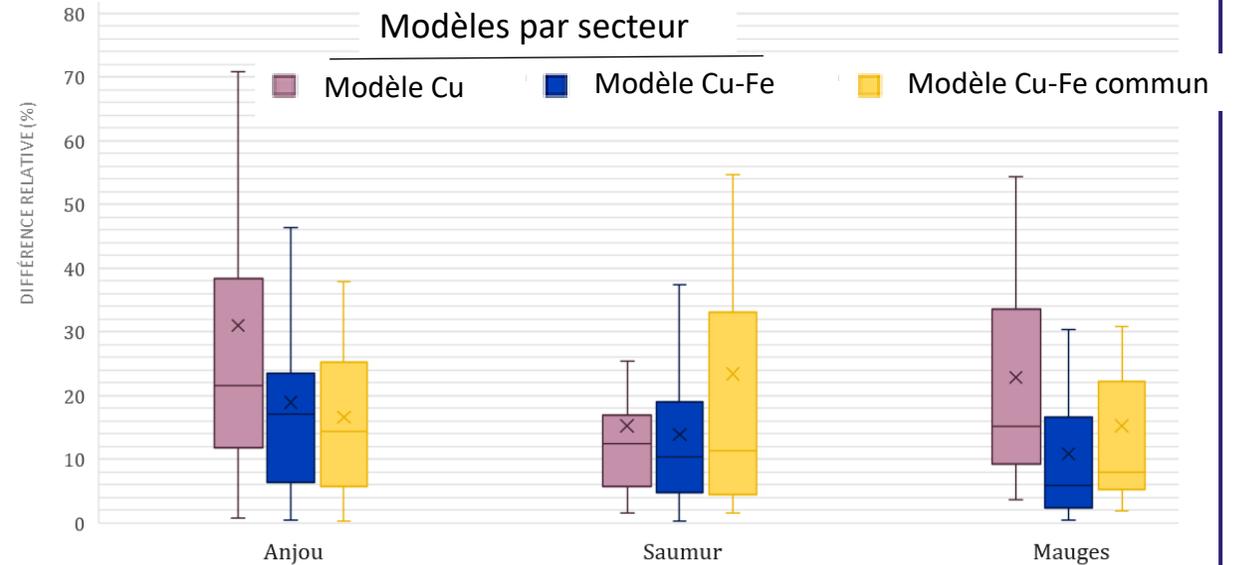
- Au sein d'une même parcelle
  - Remembrement
  - Age/durée culture
  - Retournement tracteur ?



# Modèle de corrélation Cu total pXRF – Cu DTPA



→ Hypothèse de corrélation confirmée

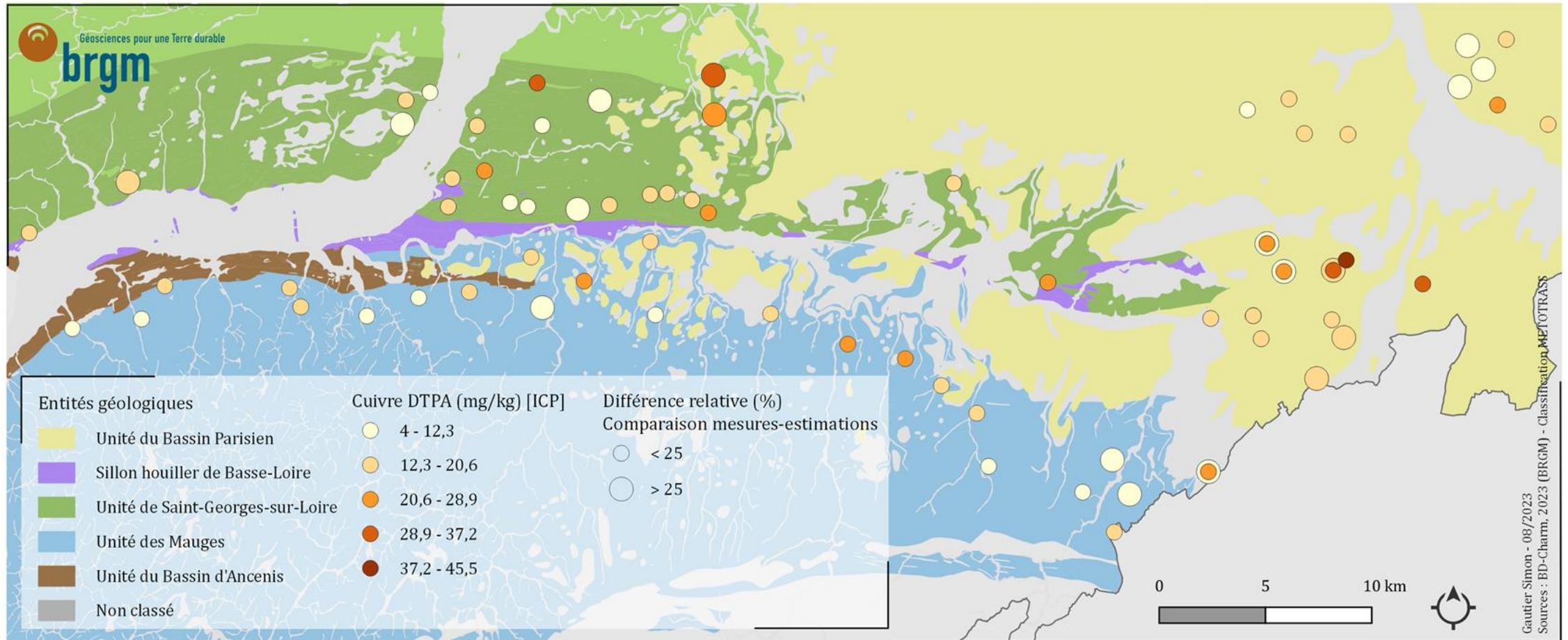


Modèle par secteur amélioré en considérant Fe, sauf pour le Saumurois (peu de Fe)

Modèle commun considérant Fe : prédiction très satisfaisante (moins pour le Saumurois)

→ Modèles par secteur proches d'où modèle commun

# Cartographie du Cu phytoaccessible : comparaison modèle commun – analyses laboratoire



→ Variabilité des teneurs en cuivre DTPA mesuré [ICP]

→ Plus grande incertitude du modèle dans le secteur de Saumur : [Fe Total] plus faible

# Sélection plantes au laboratoire

Which plant accumulates the most Cu?



Oats



Hemp



Chicory



Brown mustard



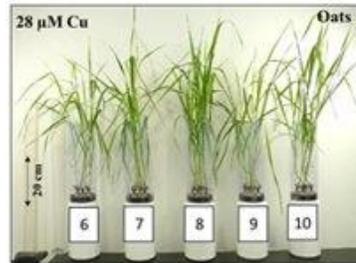
Ryegrass



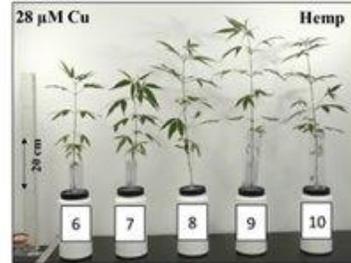
Buckwheat



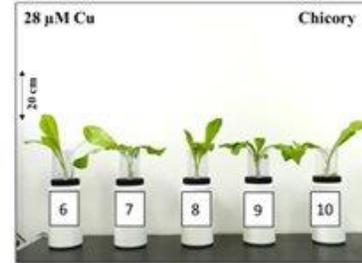
Sunflower



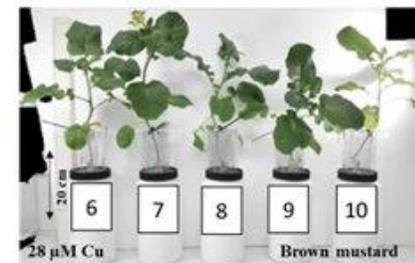
Oats



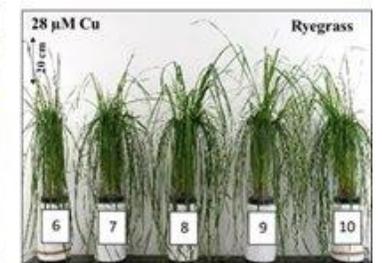
Hemp



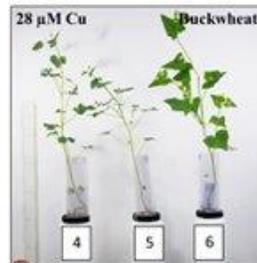
Chicory



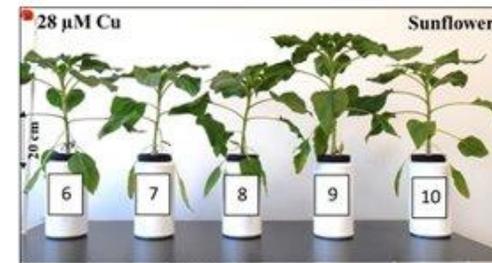
Brown mustard



Ryegrass



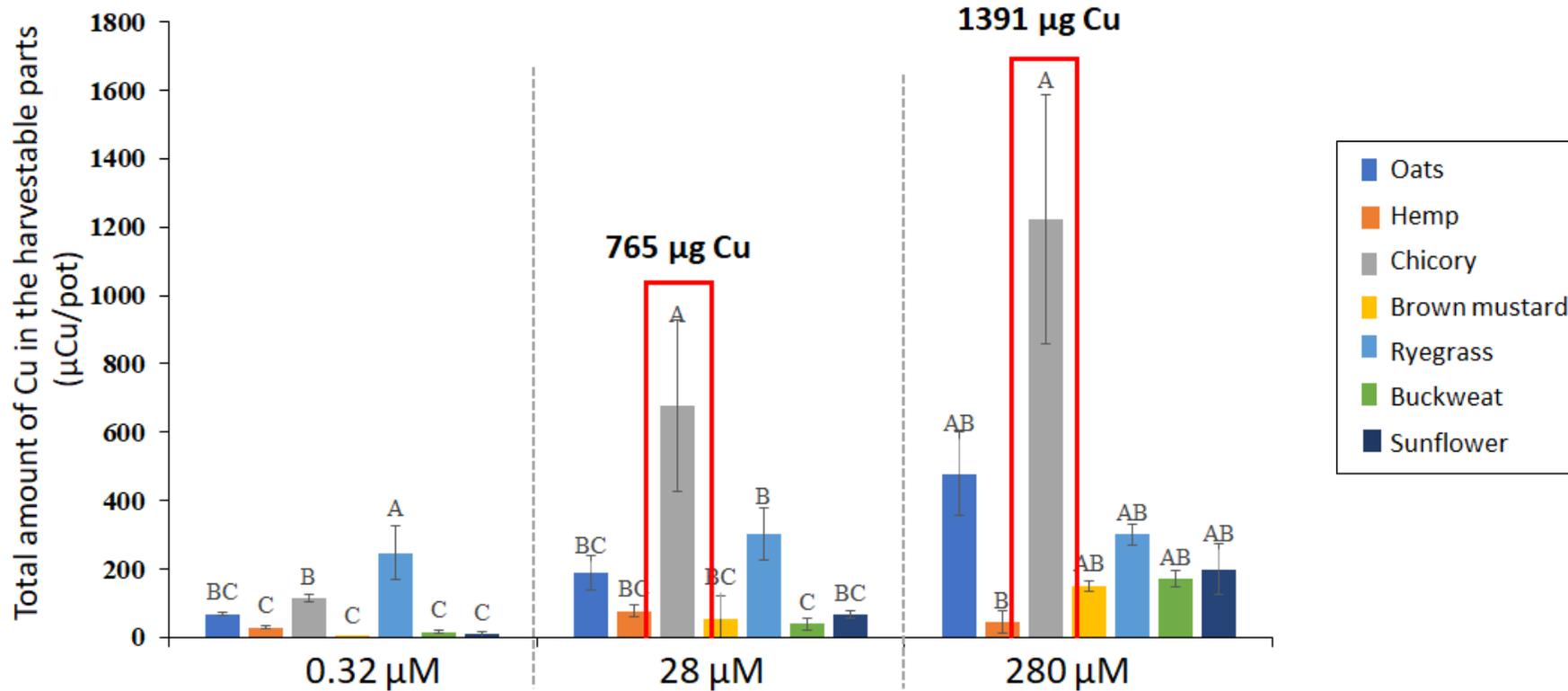
Buckwheat



Sunflower

- Tolerance to metals
- Sufficient accumulation of copper in the harvestable part
- Edibility for pigs

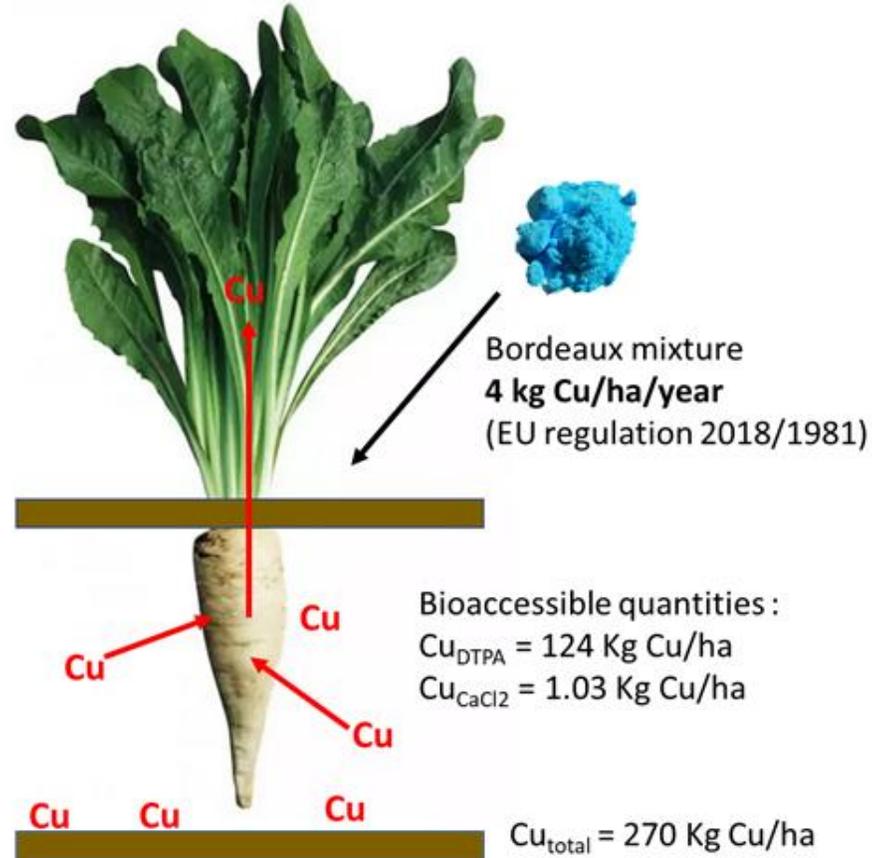
# Sélection plantes au laboratoire



- Only chicory has harvestable aerial parts and root parts
- **28 and 280 µM Cu** : Chicory accumulates the most Cu in plant

# Test cultures in situ

Expected performance for soil bioaugmentation : **1 – 1.8 kg Cu/ha/year**



- Average biomass obtained in fields = 10 tons of dry roots/ha (EAW 2022)
- Growing chicory between the rows would help to compensate partially annual Cu charge

# Résultats : parcelles d'essais

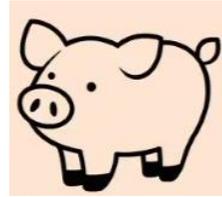
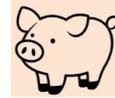
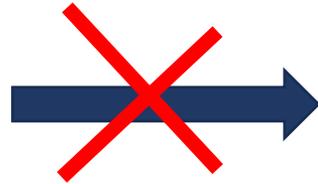


- Scénario retenu :
  - 3 parcelles d'essai
  - Cultivées
  - 2 saumurois, 1 Anjou
- Plantes semées :
  - Avoine, Chicorée, Moutarde brune, Ray Grass, Sarrasin
- Indicateurs : NS
  - Vigueur
  - Statut nutritionnel et hydrique
  - Composantes du rendement

Code	CuDTPA mg/kg	pH	C org (%)	CEC	Tx argile (%)	Texture
SAUM -13	49,3	8,1	1,5	18	20	SLA
SAUM-24	59,6	6,7	1,5	8	10	SLA
ANJ-30	38,3	7,4	1,9	13	15	SLA

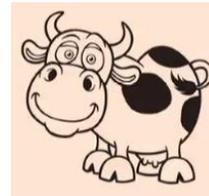
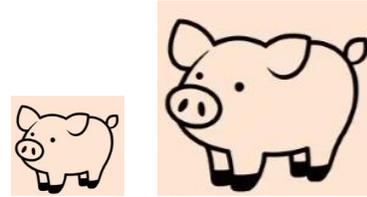
# Résultats : alimentation animale

- Modélisation



# Résultats : alimentation animale

- Modélisation



- Utilisable plante entière comme fourrage, circuit court

# Conclusions

- Création d'un cycle vertueux du cuivre et d'économie circulaire
  - Cartographie finalisée
  - Sélection des plantes bien avancées
    - Chicorée : plante modèle racine + feuille
    - Tester d'autres plantes racines
  - Culture inter rang
  - Recyclage des plantes en filière bovine possible

# VITALICUIVRE

2021 – 1<sup>er</sup> Trim. 2024



Restitution des actions de  
recherche et expérimentation  
viti-vinicole du Val de Loire

**INTERLOIRE**  
Interprofession des Vins du Val de Loire

## De la viticulture à l'alimentation animale : réduction de la teneur en Cuivre des sols viticoles et développement d'une filière de valorisation du cuivre

Thierry LEBEAU (Coord. Scientifique) – LPG – Nantes Université

Clémentine LAPIE – OSUNA – Nantes Université

Marie BONNISSEAU – IFV

Cécile LE GUERN – BRGM

Simon GAUTIER – BRGM

Eric Schetelat - WISIUM

