

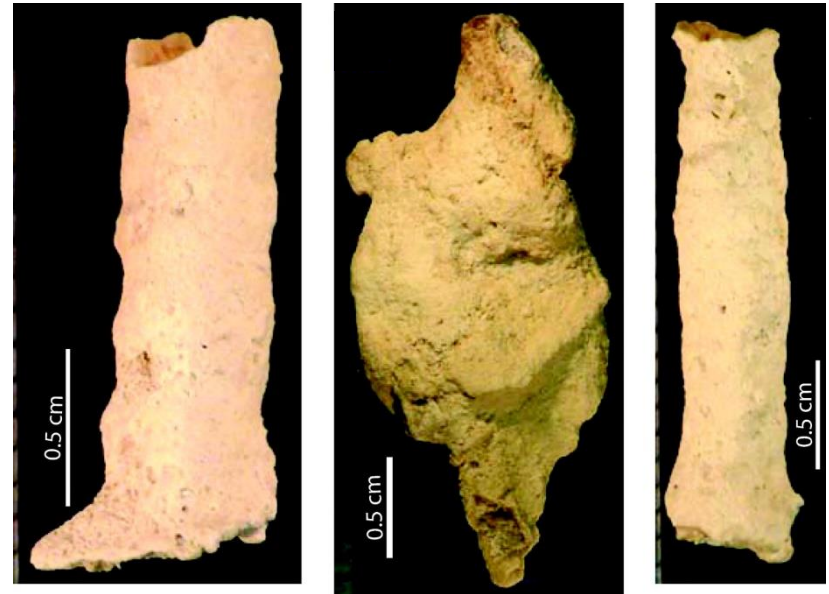
Etude multi-échelles et multi-techniques des mécanismes de formation des racines calcifiées dans les sédiments terrestres

Rime El Khatib
(postdoctorante)

Qu'est-ce que les racines calcifiées ?

Liutkus, 2009.

- ❑ Structures sédimentaires organo-minérales / carbonatées
- ❑ Forme tubulaire, $d = 1 \text{ mm}$ à quelques cm et $L = \text{jusqu'à } 9 \text{ m}$ (Bromeley et al., 1975)
- ❑ Nomenclature :
Pédotubule, Fossile tubulaire, Racines pétrifiées, **Rhizolithe**
- ❑ Abondantes dans les sédiments terrestres (argileux/sableux)
- ❑ Peuvent être plus jeunes que le sédiment : pénétration post-sédimentaire
⇒ Erreur dans les reconstructions paléoenvironnementales
- ❑ Mécanismes de formation ⇒ peu et/ou mal connus



Objectif du projet



Compréhension des mécanismes de formation des rhizolithes

Comment ?



Analyses morphologiques et structurales des rhizolithes

Quels moyens ?



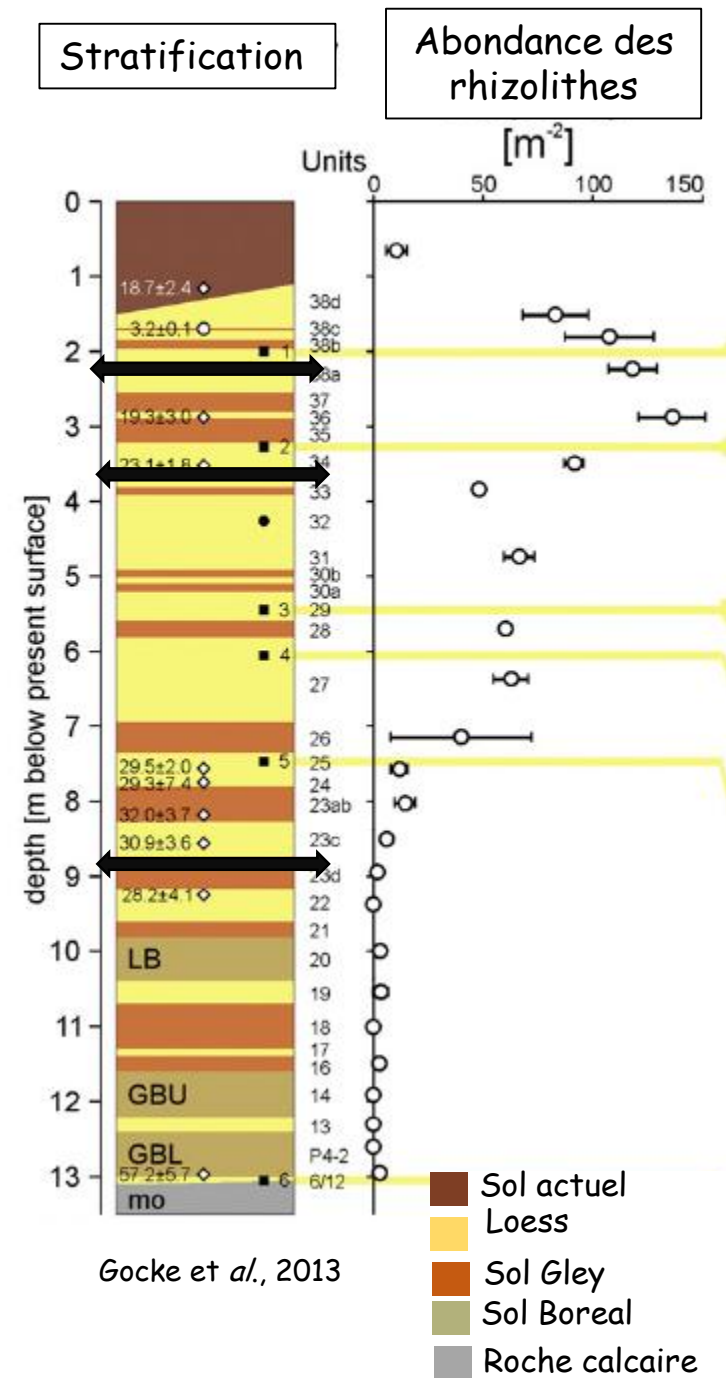
Outils de la géochimie
organique

+

Outils de microscopie et de
spectroscopie

Echantillonnage

Séquence de loess-paléosol
à Nussloch / Allemagne
(collaboration avec l'Université de Zurich)



Prélèvement de racines fraîches sur le site

Echantillon



Rhizolithe
=
Racine calcifiée

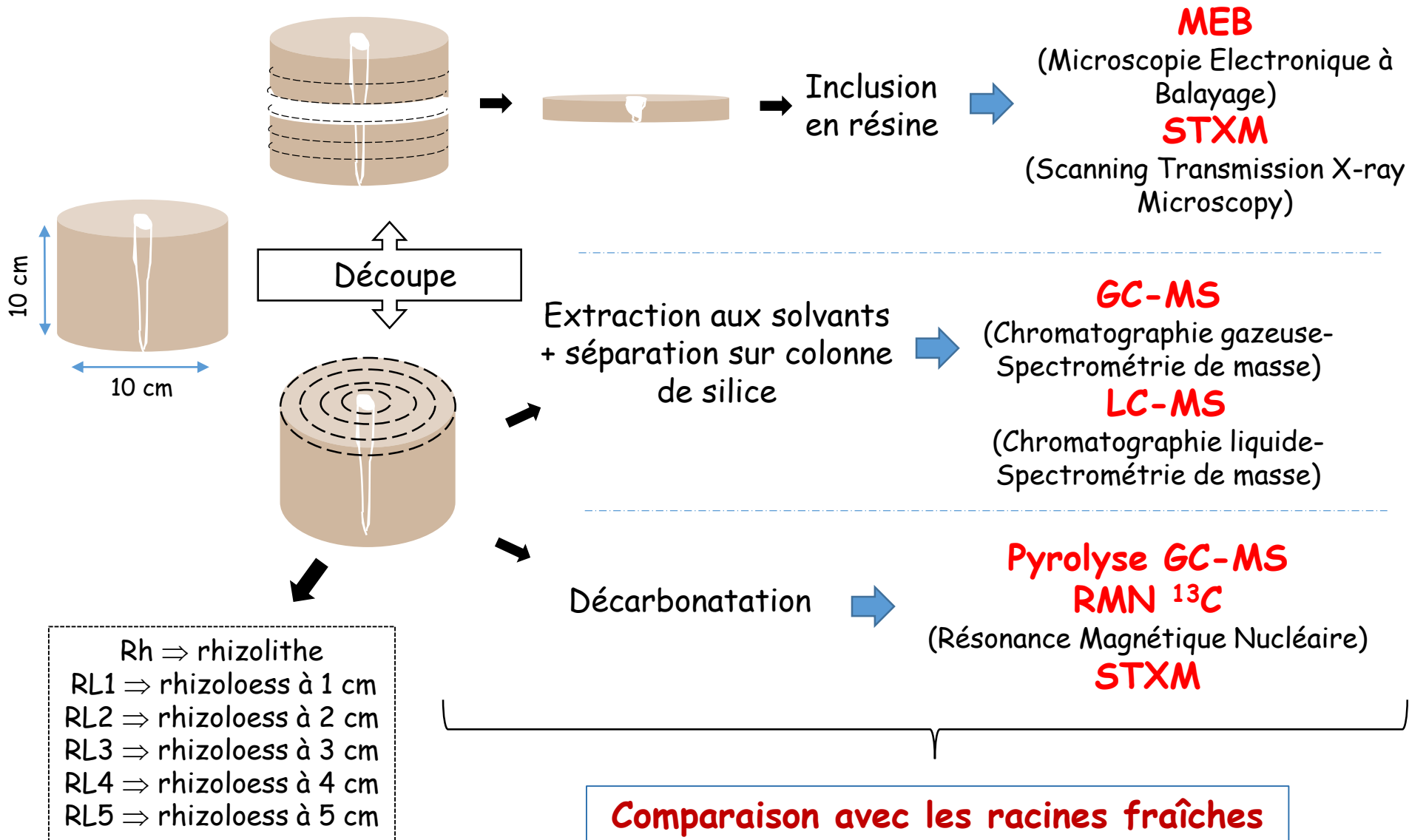
Rhizoloess
=
Ancienne rhizosphère



Racine

Rhizosphère

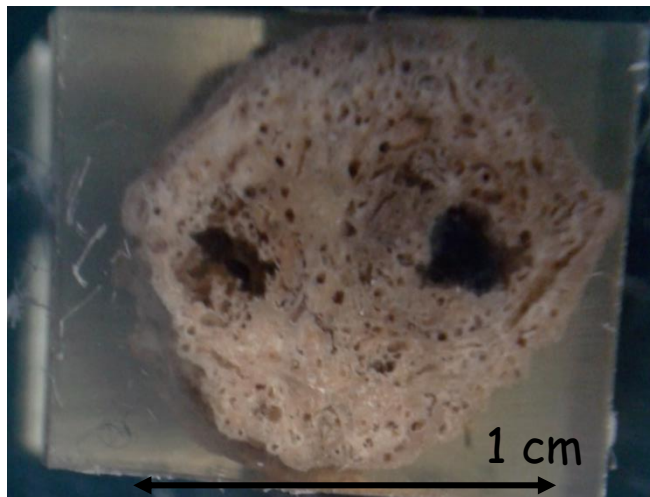
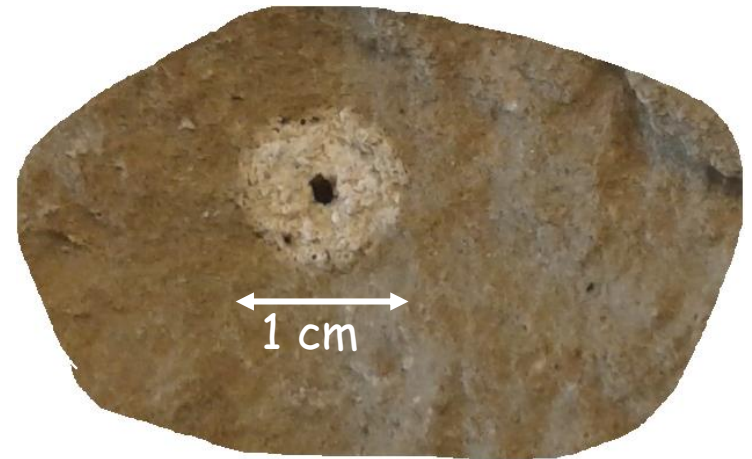
Préparation des échantillons et analyses



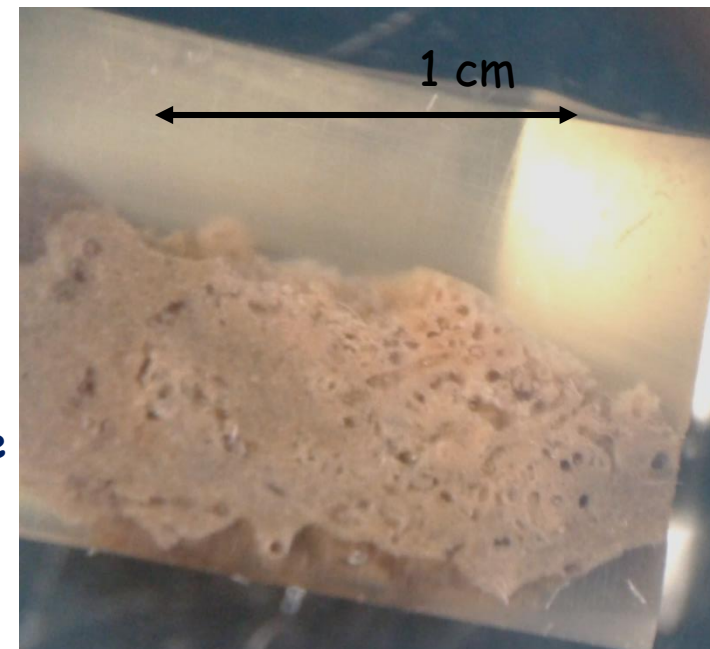
Analyses morphologiques



Œil nu

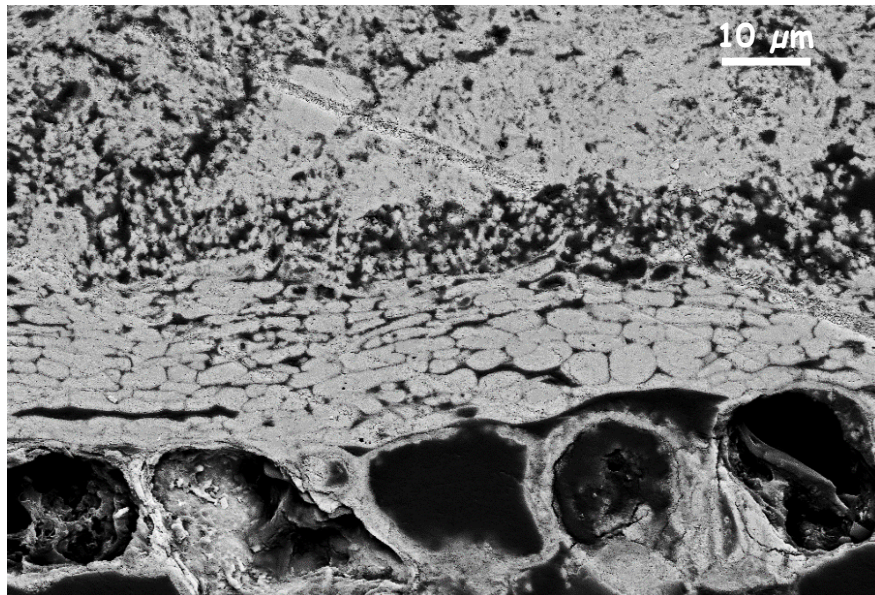
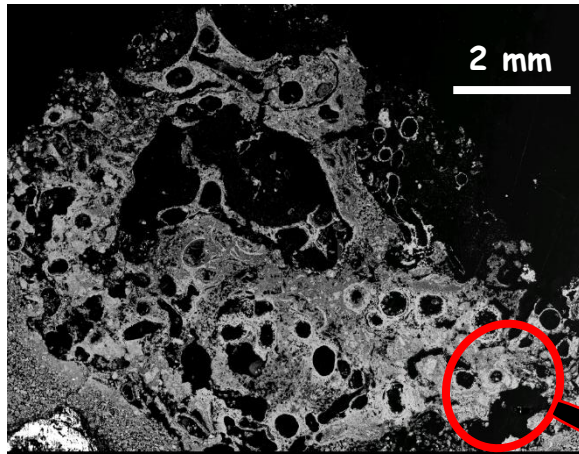


Inclusion en résine
+
Observation microscope
optique



Analyses morphologiques (MEB)

(2)

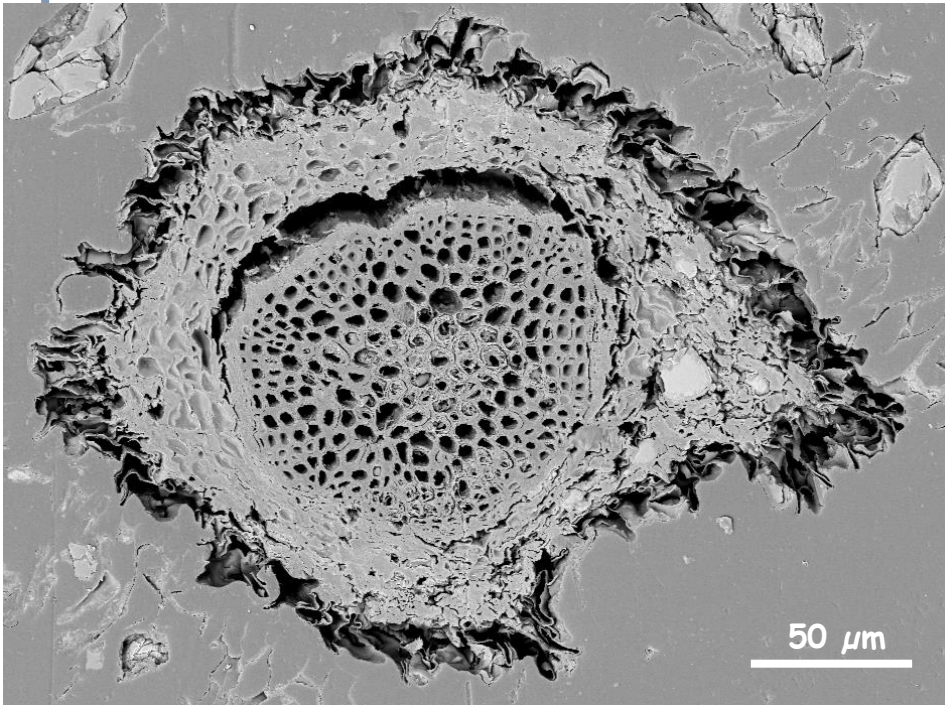


Structure tubulaire simple **X**

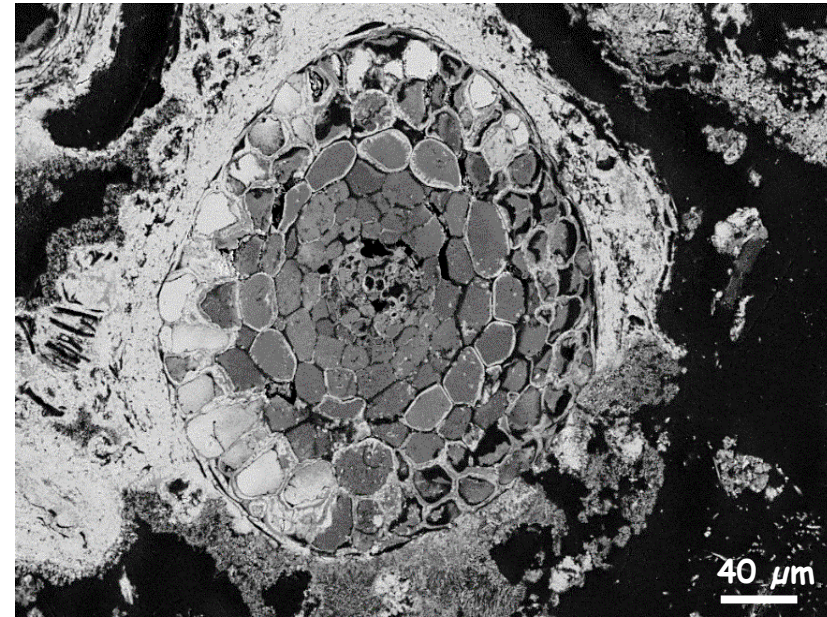
Microstructures cellulaires
cimentées entre elles



Comparaison avec une racine fraîche



Coupe transversale d'une racine fraîche



Rhizolithes

Préservation de la structure
cellulaire



Calcification avant
dégradation des tissus

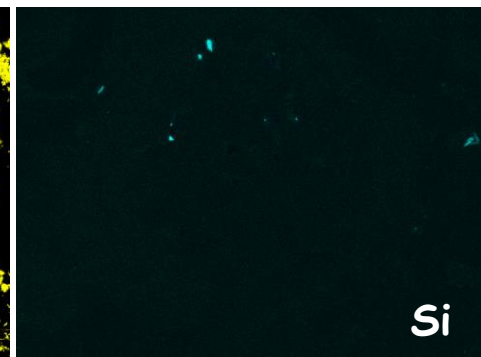
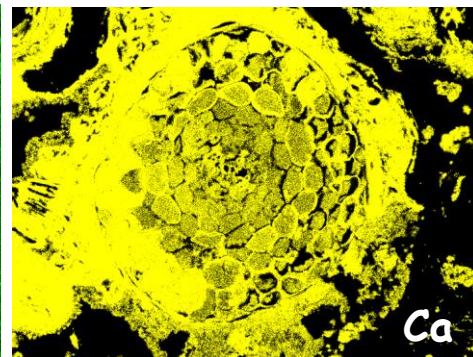
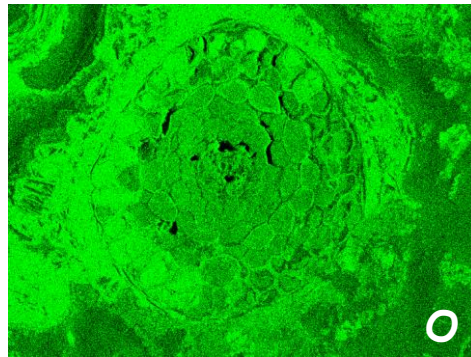
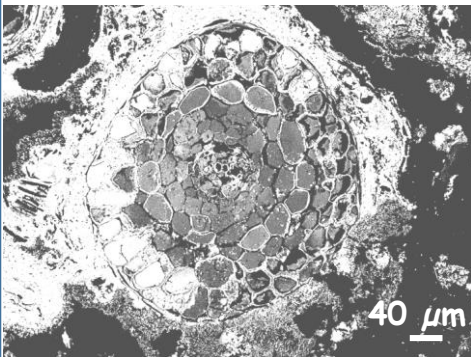
Analyses Chimiques (MEB-EDXS)

Chemical mapping

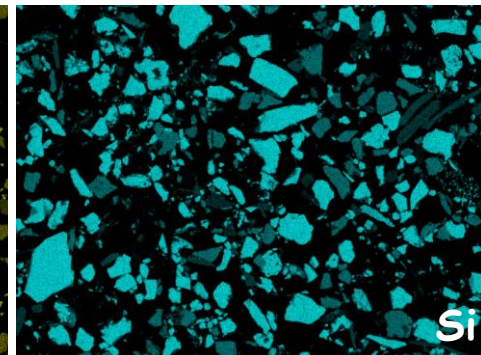
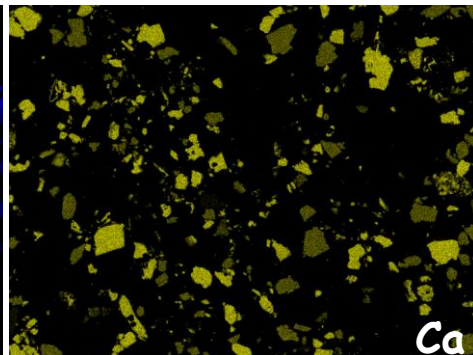
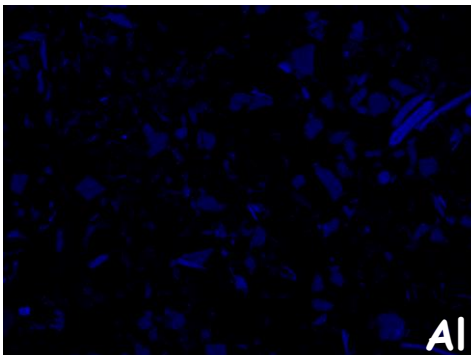
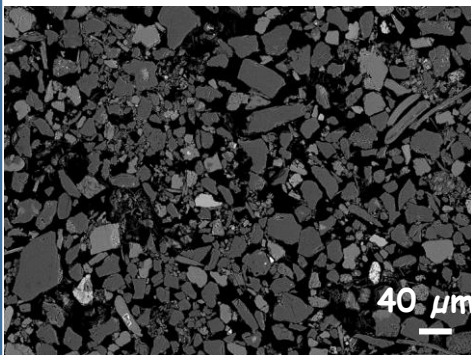


Analyse chimique dispersive qui permet d'analyser les éléments et les localiser dans l'échantillon

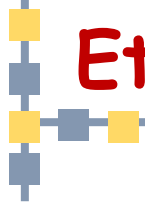
Rhizolithe



Rhizoloess

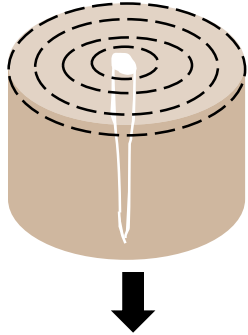


- ➡ Calcification interne des racines et non seulement un encroûtement externe
- ➡ Composition minérale $\neq$ entre rhizolithe et rhizoloess



Et la matière organique ?

Carbone organique total



Rh $\Rightarrow$ rhizolithe

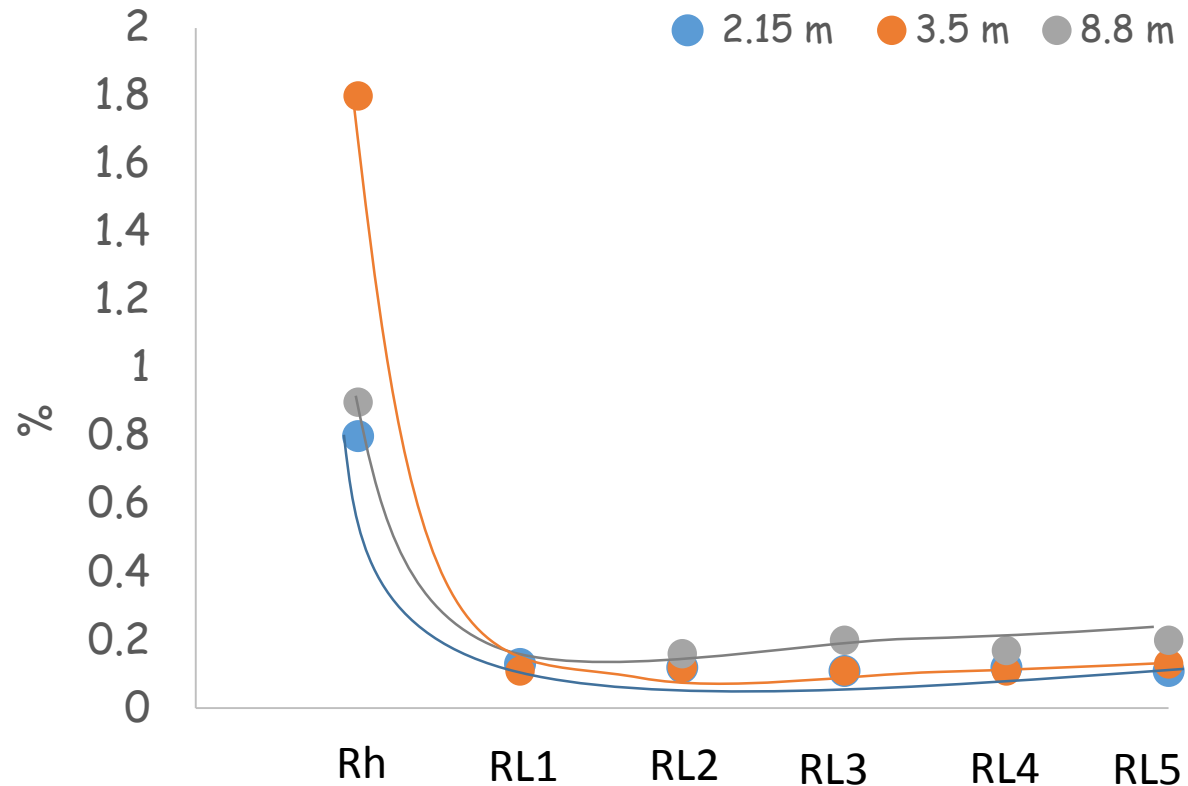
RL1 $\Rightarrow$ rhizoloess à 1 cm

RL2 $\Rightarrow$ rhizoloess à 2 cm

RL3 $\Rightarrow$ rhizoloess à 3 cm

RL4 $\Rightarrow$ rhizoloess à 4 cm

RL5 $\Rightarrow$ rhizoloess à 5 cm

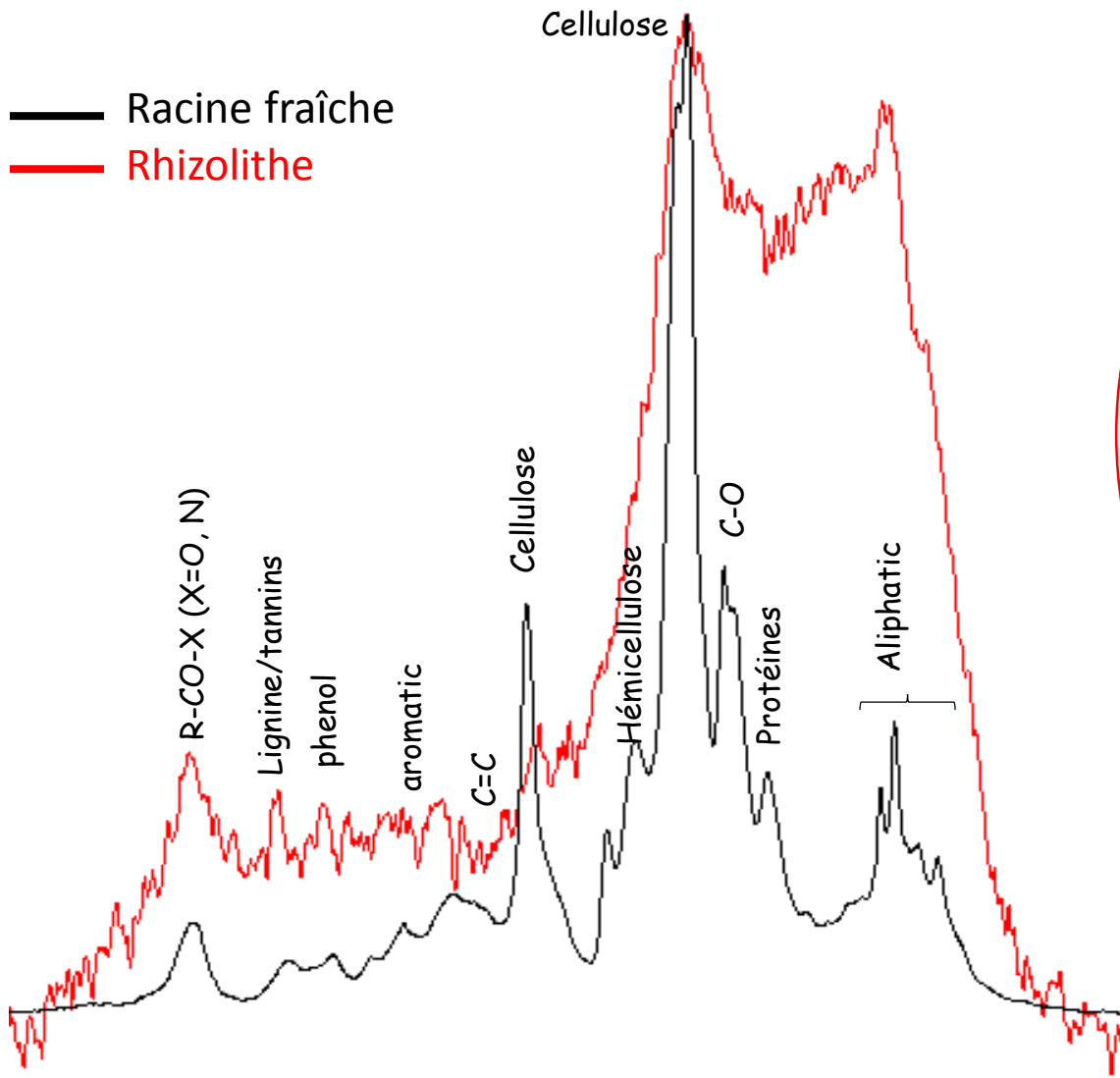


MO - Rhizolithe $\gg$ MO - Rhizoloess



Calcification préserve la MO

Quelle est la nature de la MO? ^{13}C -RMN



Aliphatic
C-O
Cellulose
Aromatic
Phenol
Lignine/Tannins
Amides/Acides

Préservation de la matière
organique racinaire

Analyse de la matière organique (GC-MS)

Alcanes linéaires

$C_{25}-C_{35}$ impair $\Rightarrow$ plantes supérieures	}	Rhizoloess $\Rightarrow$ signature de végétaux supérieurs
courtes chaînes $< C_{20} \Rightarrow$ microorganismes		Rhizolithe $\Rightarrow$ signature de microorganismes

Alcools

$C_{20}-C_{34}$ pair $\Rightarrow$ plantes supérieures	}	Rhizoloess $\Rightarrow$ signature de végétaux supérieurs
$C_{14}-C_{18} \Rightarrow$ microorganismes		Rhizolithe $\Rightarrow$ signature de microorganismes

Pristane/phytanes

Marqueur des conditions Redox de préservation	}	Rhizoloess $\Rightarrow$ conditions oxydantes
		Rhizolithe $\Rightarrow$ conditions réductrices

Hopanes

Biomarqueurs bactériens	}	Rhizoloess $\Rightarrow$ absence
		Rhizolithe $\Rightarrow$ présence

Conclusions

Originalité du travail



Etude multi-échelles et multi-techniques



+ d'informations sur la formation des rhizolithes :

- Encroûtement externe + imprégnation interne des tissus par les carbonates
- Conditions différentes de minéralisation entre le rhizolithe et son rhizosphère
- Nature de la MO différente entre le rhizolithe et la rhizosphère.

En cours

- Données STXM
- Influence du stade de calcification
- Analyses de géochimie organique (racines fraîches/racines début calcification)

Merci pour votre attention

Remerciements

Guido Wiesenberg
Martina Gocke



Universität
Zürich ^{UZH}

Prélèvement des échantillons

Christelle Anquetil



Analyses de géochimie organique

Véronique Vaury

U EES Paris

Analyses de COT

Damien Deldicque



Analyses de microscopie
électronique

Labex Matisse



Financement du projet