



CETAB+

Centre d'expertise et de transfert en
agriculture biologique et de proximité

INAB **V** CÉGEP DE VICTORIANVILLE

Pistes à explorer pour l'amélioration des sols Le glaisage des sables et la gestion des vers de terre

Denis La France

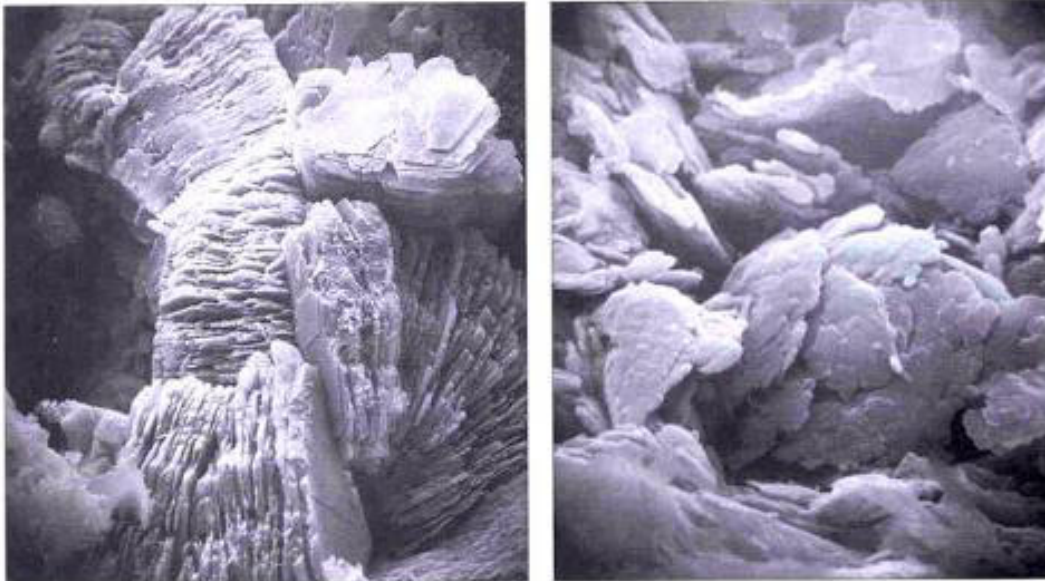
Enseignant et expert en agriculture biologique

Centre d'expertise et de transfert en agriculture biologique et de proximité

Cégep de Victoriaville

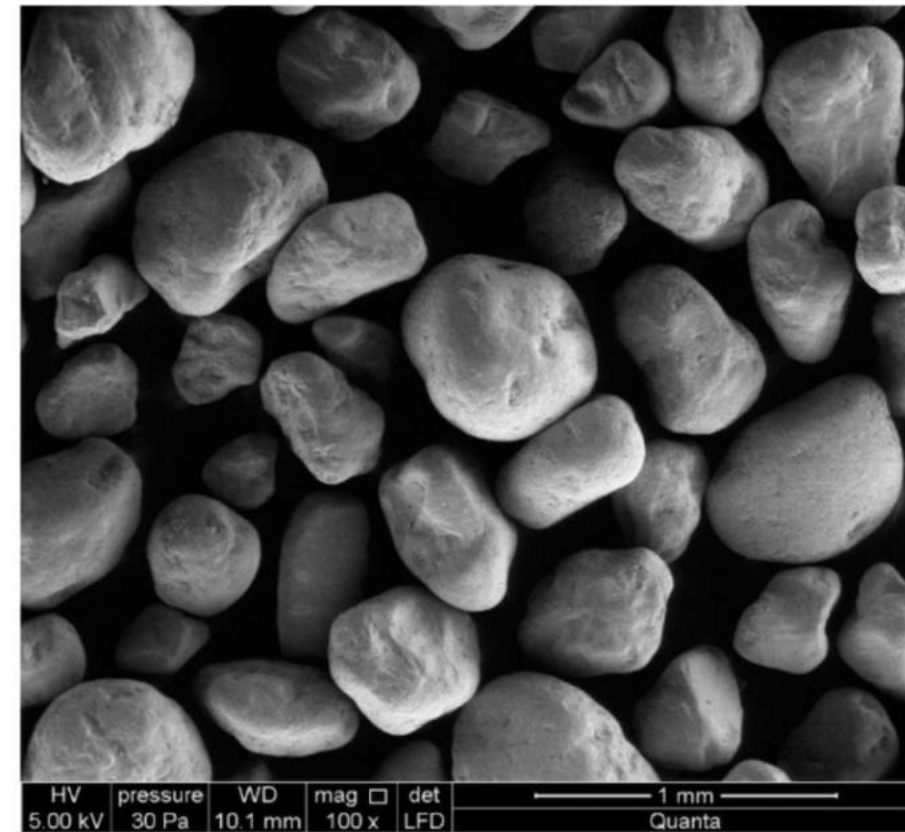
Matière organique (MO) stable – associée aux minéraux MOAM

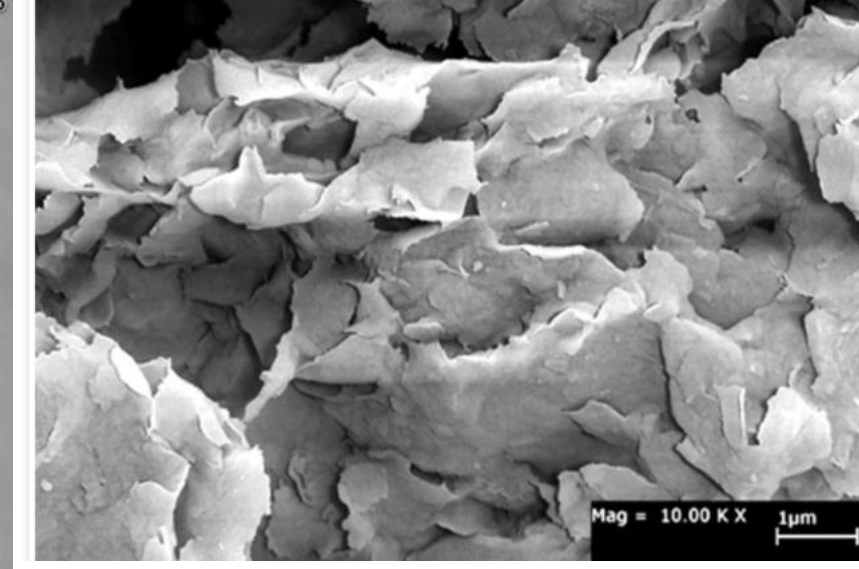
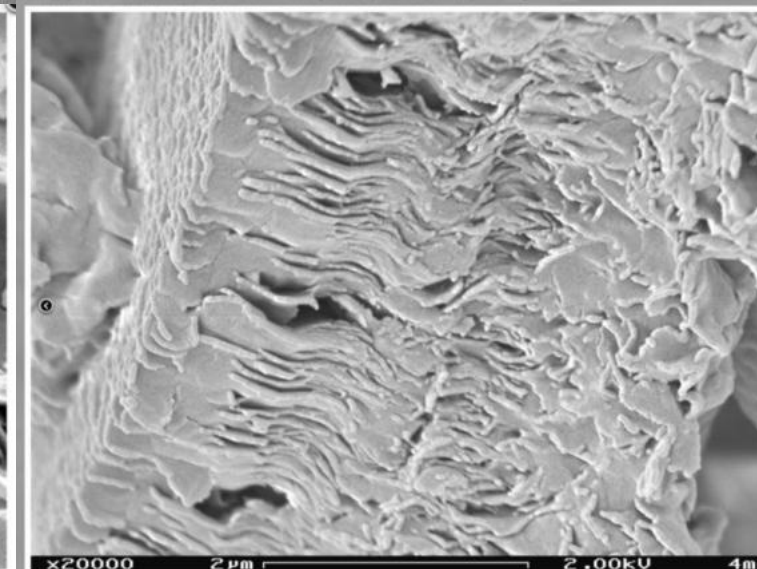
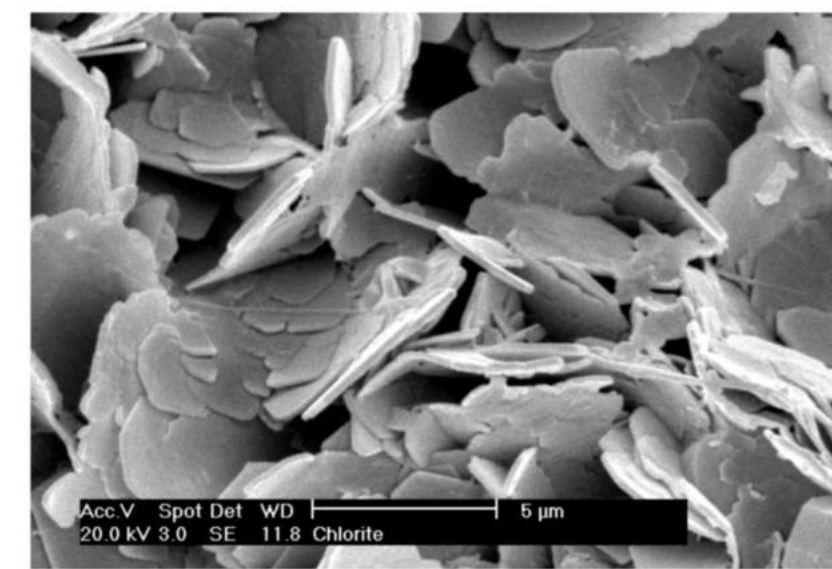
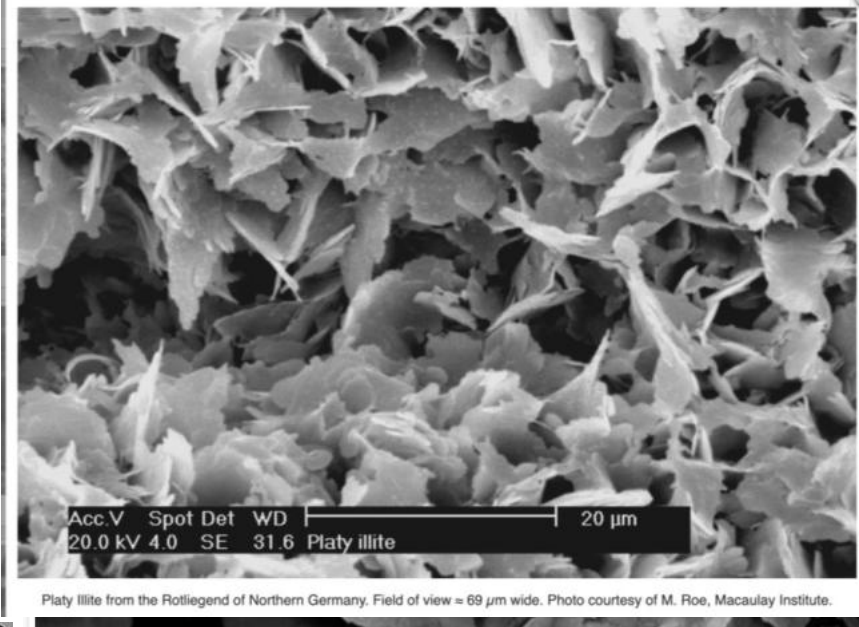
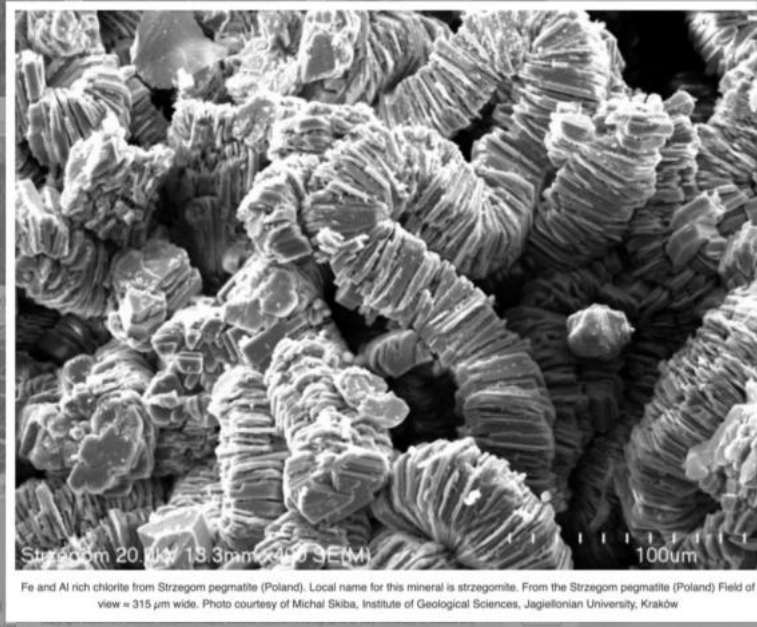
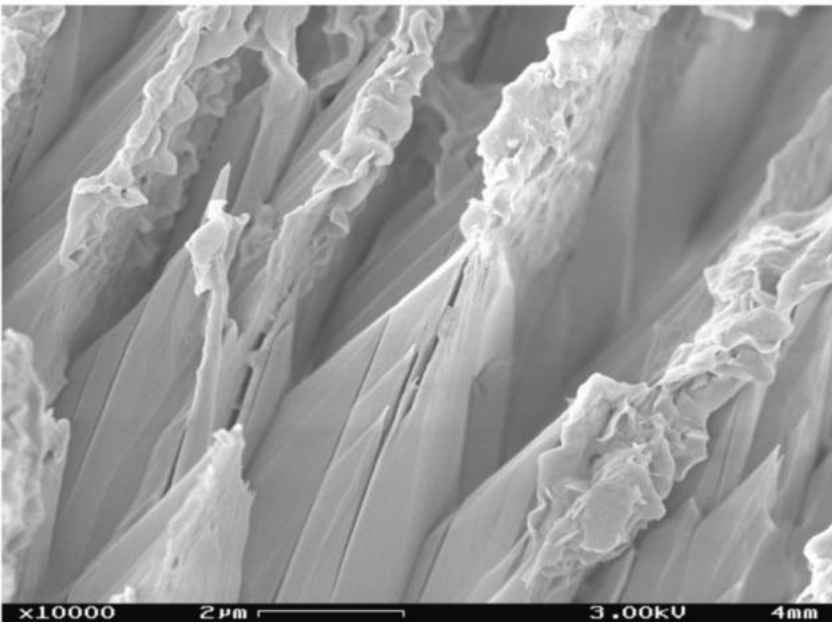
- Quels minéraux? Fe, Al, Ca (Mn)
- Allophanes (peu étudiés), certains limons
- Argiles minéralogiques



Electron Microscope of Clay Particles Mosser et al., 2026 Borek et al, 2020

Pas le sable





Mg-rich chlorite, Rotliegendes, Northern Germany. Field of view = 23 μm wide. Photo courtesy of M. Roe, Macaulay Institute.

Higher magnification view of anisotropic interstratification in a sapropelite clay mineral from Kusa Baka, Ivory Coast, West Africa. Field of view = 4 μm wide. Photo courtesy of Michael Weibel (Michigan State University) and William Barber, (University of Wisconsin-Madison).

Platy illite from the Rotliegendes of Northern Germany. Field of view = 69 μm wide. Photo courtesy of M. Roe, Macaulay Institute.

Argile stabilise MO : Agrégation, adsorption, complexation

- Divers liens : ex. ligands, ponts cationiques, adsorption Von Lutzow et al. 2006
- Formation de micro et macro-agrégats- occlusion de MO Particulaire protégée (moins d'O₂)
- Densité ou complexation avec FeOH/AlOH bloquent accès des micro-organismes décomposeurs aux MO Baldock 2007, Chenu et al 2009, Singh et al., 2017
- Sols sableux minéralisation plus élevée (+ O₂), potentiel de stabilisation plus faible

Augmenter carbone stable par ajout de minéraux stabilisateurs?

- Ca un peu (effet pH)
- Fe, Al, allophanes, on doit accepter les caractéristiques du sol
- On peut ajouter de l'argile
- Je propose de relancer le glaisage pour les sols sableux pauvres
- Technique ancestrale, augmente la rétention d'eau, la formation d'agrégats, la CEC, la richesse en cations, les rendements - + PPN = + retour de MO au sol
- Hypothèse : humidité accrue favorise micro-organismes créateurs de nouvelle MO – dépôts de EPS (Polysaccharides) et nécromasse (MOAM)

Surfaces internes + externes = surfaces totales; CEC

Table 1 Clay Mineral Properties

Group Name	Type	Name	Distinctive Physical Properties	Effective Surface Area (m ² g ⁻¹)	Cation Exchange Capacity (cmol kg ⁻¹)	Stability
Kaolin	1:1	Kaolinite	Platy	6–40	0–8	Quite high
		Halloysite	Mostly tubular or spheroidal	20–60	5–10	Moderate
Mica	2:1	Illite	Platy	55–195	10–40	Moderate
Smectite	2:1	Montmorillonite	Swell	650–800	80–120	Low
Vermiculite	2:1	Vermiculite	Swell	600–800	120–150	Low
Al–Si	Noncrystalline	Allophane	Amorphous	700–1500	pH variable	Low to moderate

Adapted from Churchman, G.J., 2006. Soil phases: the inorganic solid phase. In: *Certini, G., Scalenghe, R.* (Eds.), *Soils: Basic Concepts and Future Challenges*. Cambridge University Press, New York, pp. 23–45; Churchman, G.J., Lowe, D.J., 2012. Alteration, formation, and occurrence of minerals in soils. In: Huang, P., Li, Y., Sumner, M.E., (Eds.), *Handbook of Soil Sciences: Properties and Processes*. CRC Press, USA.

Déficit de saturation
Plus argile et limons
élevés, plus il y a
de potentiel de
stabilisation de
carbone fin

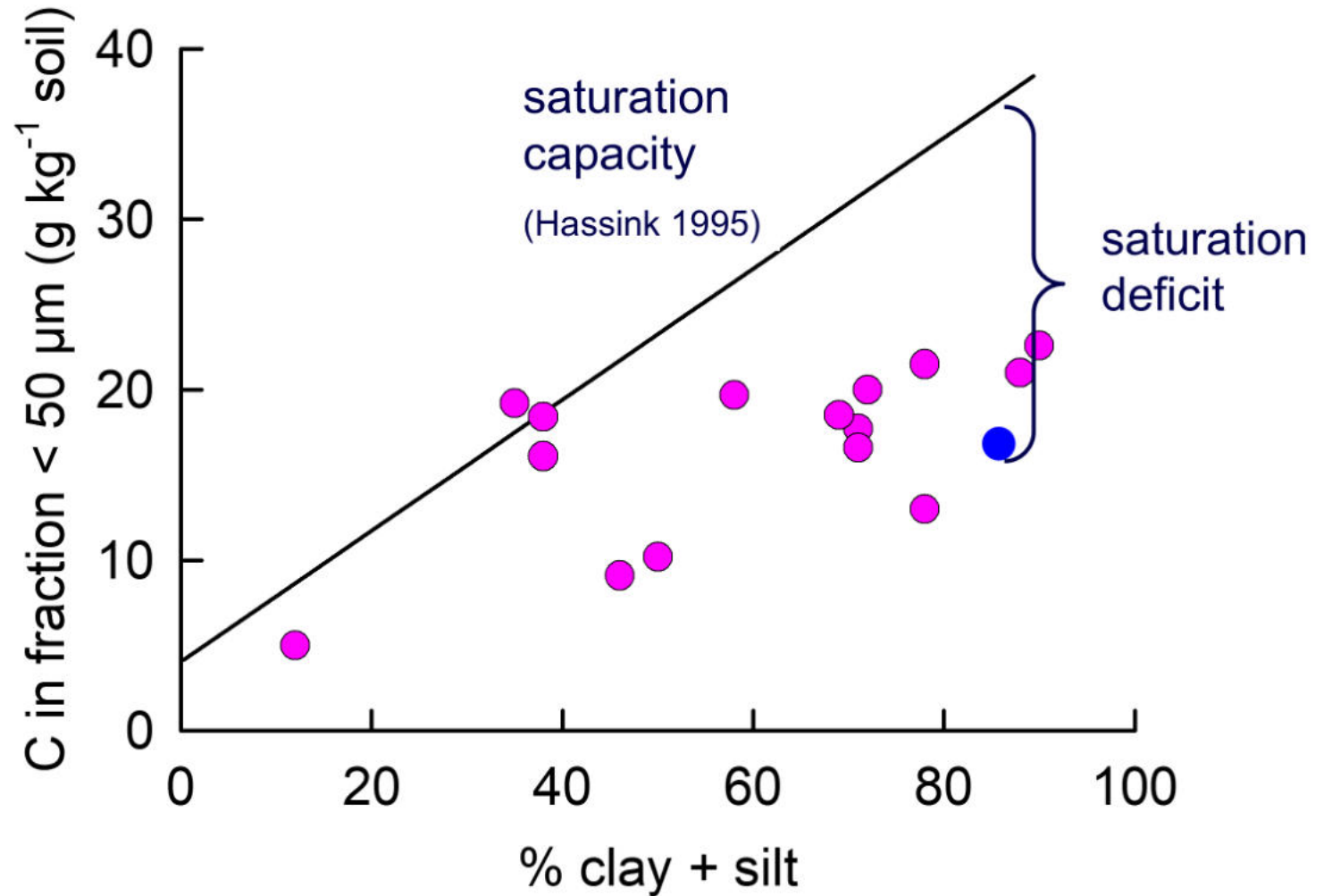


Fig. 3 Cultivated soils from Eastern Canada

Angers, D., N. Bissonnette, R. Simard, J. Lafond. 2001. Storage of soil C and N as influenced by management and aggregation. 11th Nitrogen Workshop 9-12 September 2001, Reims, France

Argiles du Québec conviennent?

- 13 sols – horizons A-B-C de Rigaud à Normandin à La Pocatière
- Divers types d'argiles présents en mélange dans tous ces sols
- Surface totales de 130 à 285 m²/g De Kimpe, Laverdière, Martel 1979
- Avec de telles surfaces toutes sont utilisables pour glaiser
- Si la granulométrie est assez élevée
- Utiliser les argiles de la ferme? (Règlementation CPTAQ)
- Ou acheter de la bentonite?
 - Glassjet développe mine canadienne en Alberta
 - Prix en vrac plus accessible; + plus cher que glaisage

Où trouver un matériau argileux

- Veines dans sablières- cartes pédologiques, près sols argileux
- Levées de fossés et autres creusages
- Creusage d'étangs de biodiversité – autres avantages
- Le matériau doit rencontrer la norme bio
- Extraire du sous-sol du champ

Australie
30-60 cm



One of the reasons Peter Luberda's selected a Farmax spader was because the parts are replaceable.



Australie > 300 000 ha Davenport et al., 2015
Sables acides hydrophobes
Argile (30%) du sous-sol- 70-300 t/ha
Rendements > 20-130%
250-350 \$/ha (2015)



Jusqu'à 80 cm Attention les drains



A clay pit will be part of the landscape for a long time. The choice of location needs to consider on-going paddock operations and safety.

Profondeur inaccessible
Aménagent un étang

Ça prend de la recherche ET des essais à la ferme

- Étudier effets sur amélioration de la MO
- Étudier effets sur cultures
- Identifier qualité des argiles des séries de sols
- Étudier sols déjà glaisés comparés à témoin voisin
- Mettre au point méthodes d'extraction, d'épandage, d'incorporation
- Déterminer dosages, potentiel de doses excessives
- Impact des limons et allophanes associés
- Les aspects économiques
- Recherche mondiale abondante (120 études)- surtout bentonite
- Peu milieux tempérés
- EX. Churchman et al 2020 ; Singh et al 2017; Button et al., 2022; Tahir & Marschner,2016; Ye et al., 2019

Glaisage des sols - observations

- Biodynamie : amendement des sables avec argile depuis 100 ans
- Technique ancestrale Québec fin XIXe siècle, abandonnée avec arrivée de la chimie après la 2^e guerre –
- C. Magnan, 1927, Le glaisage des terres –St-Raymond Portneuf
 - 200-300 t/ha matériaux argileux berge de la rivière, en tas hiver, traineaux
- Sols glaisés 1941- L'Anse-St-Jean- abandonnés
 - 1986- végétation 10-15 cm (mousses, épervières) vs >1m50 (brome, épilobe, etc.)
 - Granulo 2025- 36% limons, 17 % argile, 46% sable
- Glaisé sable graveleux- argile Chicoutimi 250 t/ha (47-57 % argile)
 - poireaux double diamètre vs témoin
 - Calcium de 1600 kg/ha à 4800 kg (Saturé Ca 74-85 %)
 - Granulo 2025- 25 % limon, 21,5 % argile, 53,6 % sable

Suite - Glaisage

- Claude Bourguignon 1989 podzols – 1t/ha bentonite par année
- Au jardin, podzol, ajouté 1t/ha pendant 22 ans
 - Transformé granulométrie 21-24% argile?
- Bouctouche légumes patates –
 - irrigation 1 x semaine vs tous les jours
- 5 agriculteurs réseau CETAB+ - 1 satisfait, 4 très satisfaits

- Anecdotique, rien de scientifique
- Souvent les chercheurs réagissent à des innovations terrains
- Donc faut faire de petits projets terrain pour éveiller intérêt
- Par exemple les terres noires

Ajout 25 t/ha sous-sol à 25 % argile Poudel et al., 2024

- Plaine côtière USA
 - 4 ans plus tard : Augmentation argile de 1,9 à 3,4 %
 - Augmente N disponible de 51%
 - Réduit activité enzymes mais pas microbes (stabilise MO labile, < minéralisation MO)
 - Engrais verts plus productifs
 - Sols plus riches en N minéral, hypothèse < lessivage NO₃,
 - Sous-sol + agrégats, plus stables
 - Améliore structure, fertilité, stabilité carbone (Ultisols - 89% sable)

S'intéresser aux vers pour les comprendre



Connaître les vers de terre chez soi ça vaut la peine?

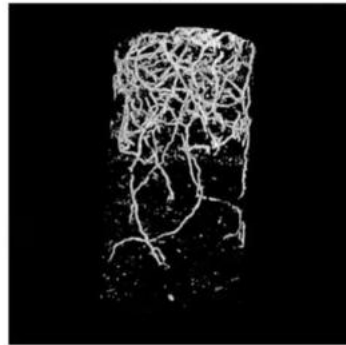
- « En extrapolant les processus physiologiques des VDT(...), le flux annuel de N à travers les vers est estimé à 18–105 kg N ha / an »

(Christensen 1987 ; Whalen et Parmelee 2000 ; Abail et Whalen 2021)

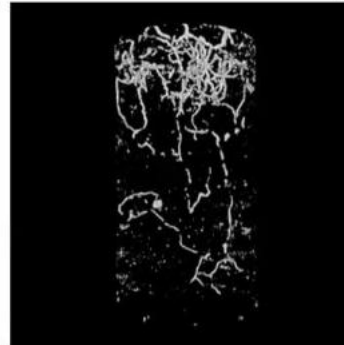
11-30 du N des plantes provient des vers de terre (Whalen 2025)

- Autres services :
 - bioturbation,
 - avec les racines, ingénieurs qui créent le milieu de vie pour les êtres vivants du sol (59 % de la biodiversité Anthony 2023)
 - Grands cycles : de l'eau (drainage, rétention), du carbone, des nutriments
 - Aident à la protection sanitaire des plantes

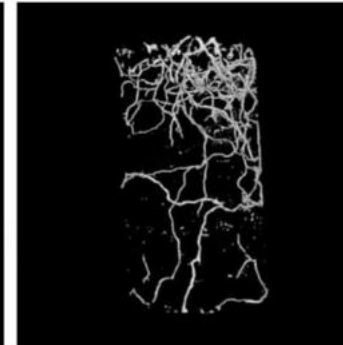
A great diversity of burrow systems



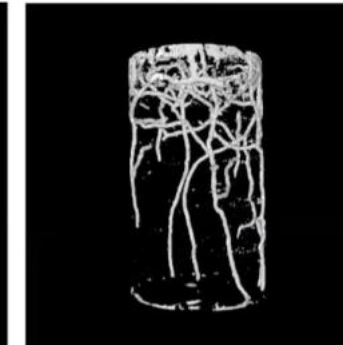
A. caliginosa



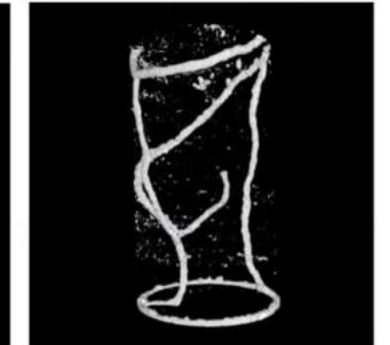
A. chlorotica (pink)



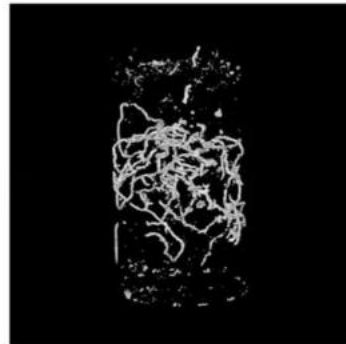
M. dubius



A. longa



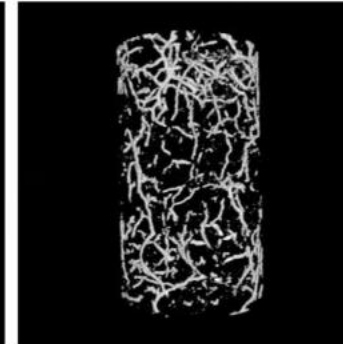
L. terrestris



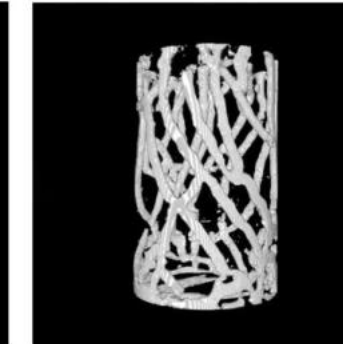
A. icterica



L. castaneus



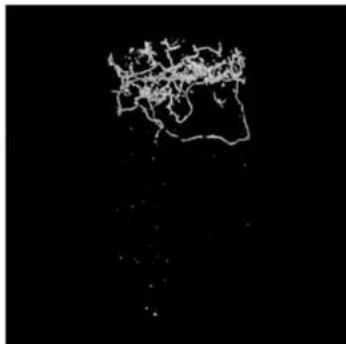
K. calarensis



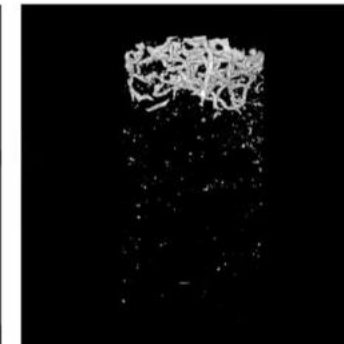
S. gigas rhodana



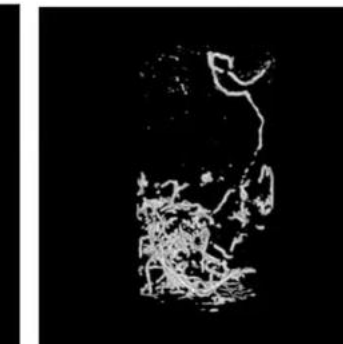
A. ripicola viridis



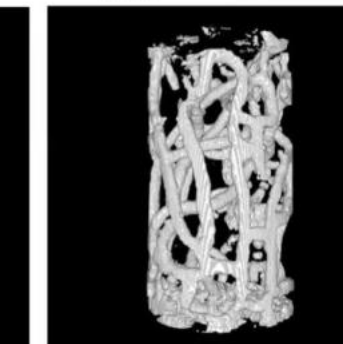
O. lacteum



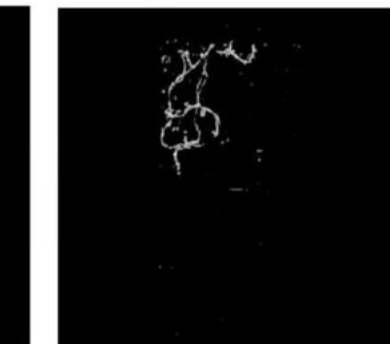
N. rubicundus



V. poppi



S. chicharia



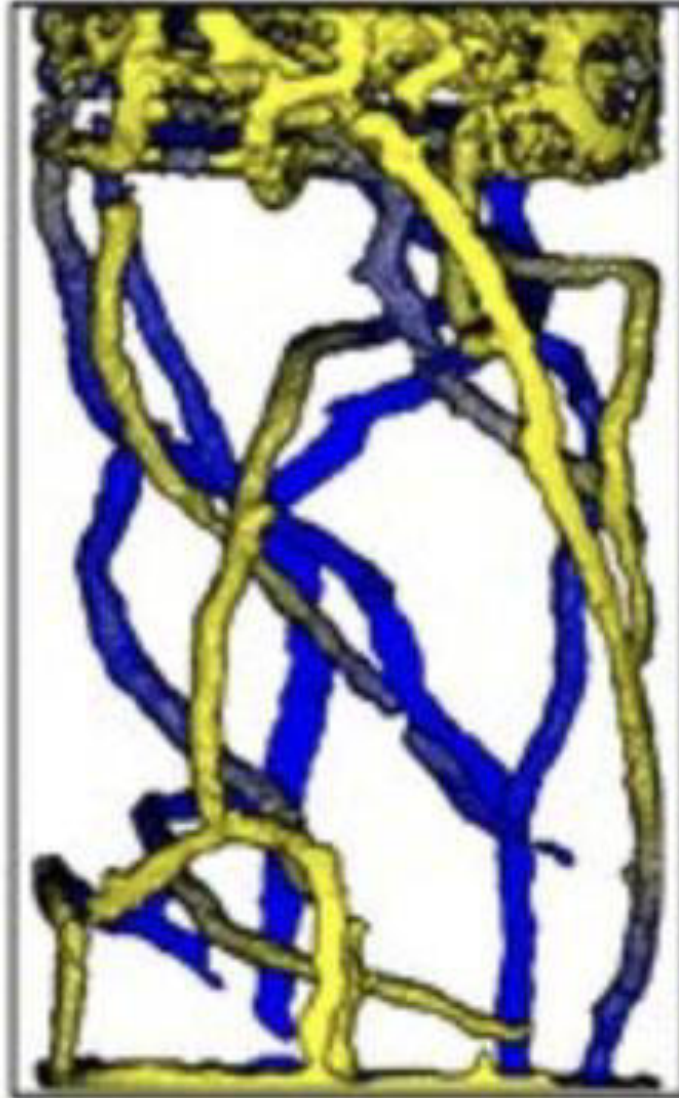
A. cupulifera

Images
tomographie
Capowiez

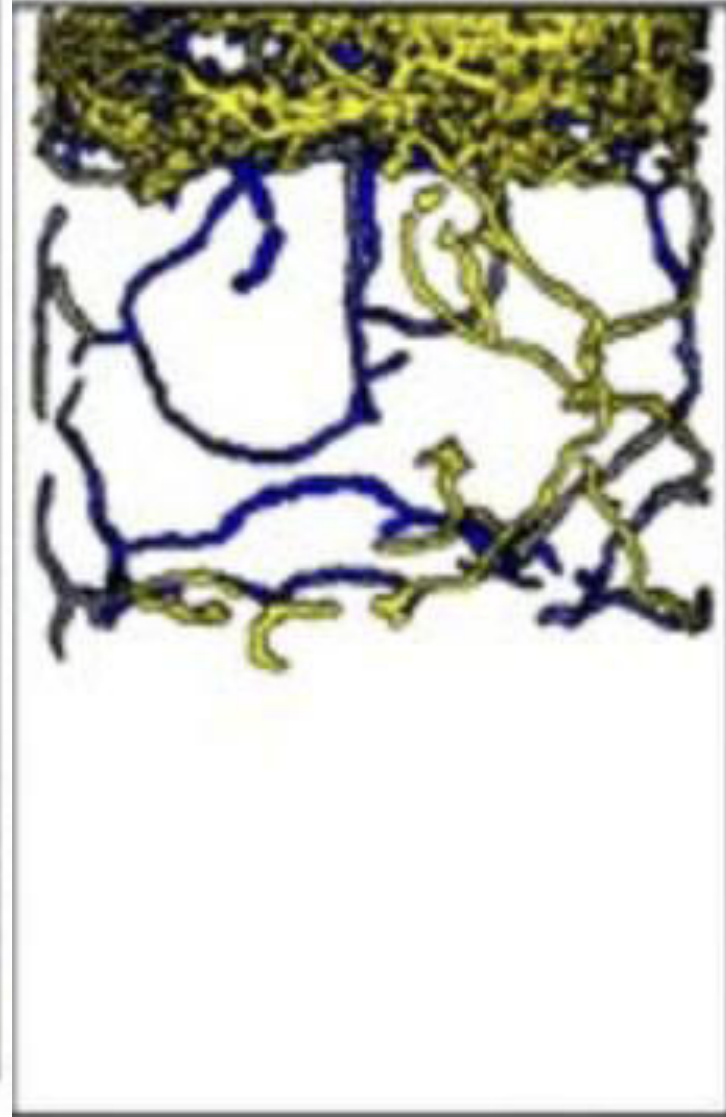
Pas le même travail, ni le même drainage

Capowiez- Mombo et al., 2018

L. terrestris



Ap. caliginosa



Aporrectodea turgida (Eisen, 1873)

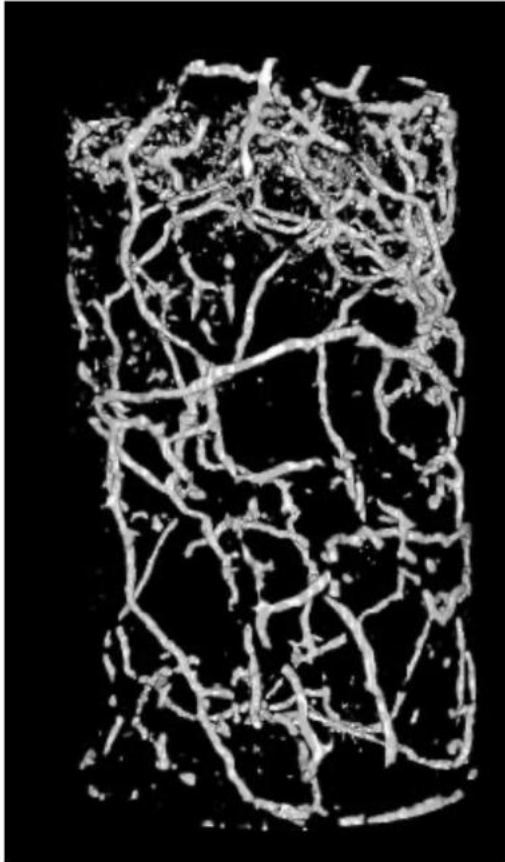
11-0-3¹

Lumbricus terrestris Linnaeus, 1758

8-1-1

Allolobophora chlorotica (Savigny, 1826)

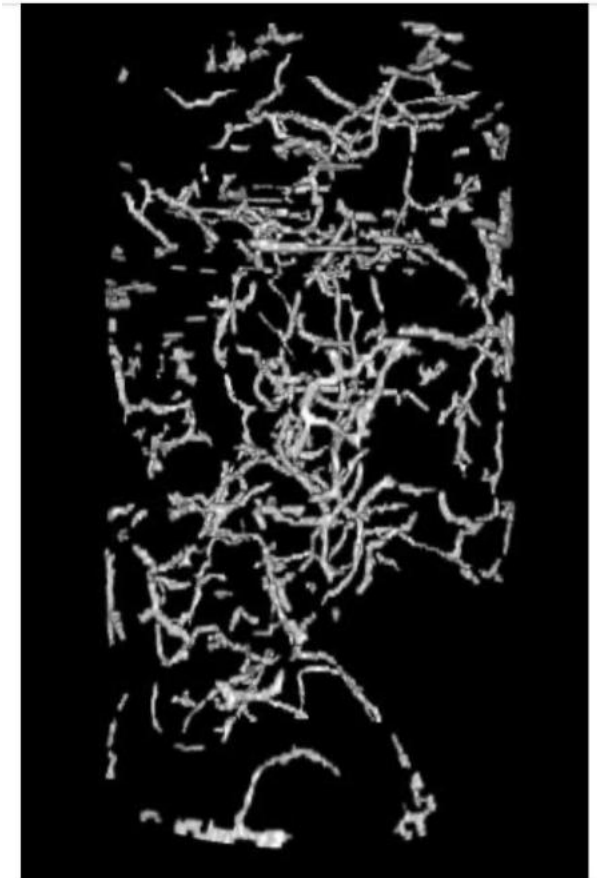
4-0-11



A. caliginosa



L. terrestris



A. chlorotica (green)

Aporrectodea turgida (Eisen, 1873)

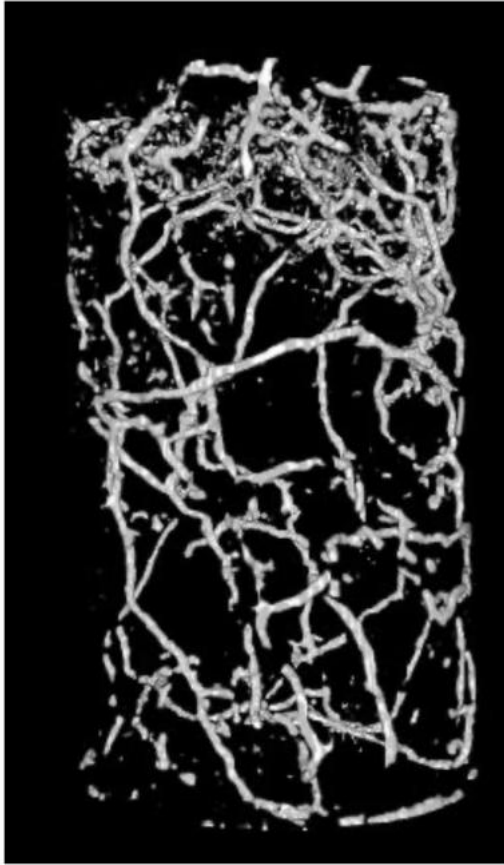
35-2-15¹

Lumbricus rubellus Hoffmeister, 1843

3-1-5

Aporrectodea tuberculata (Eisen, 1874)

0-0-1



A. caliginosa



L. rubellus



A. tuberculata

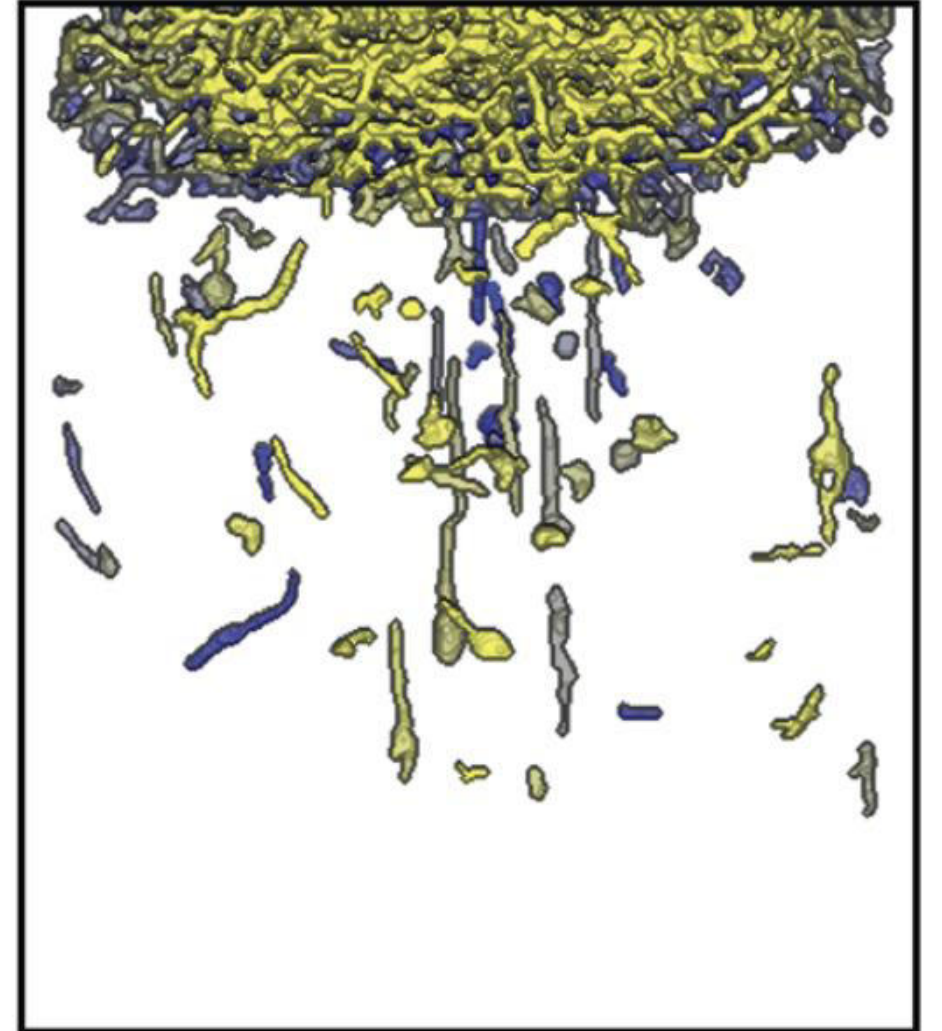
L. rubellus
A. trapezoides

1 champ
Travail incomplet
Manque endogé
plus actif
et anécique

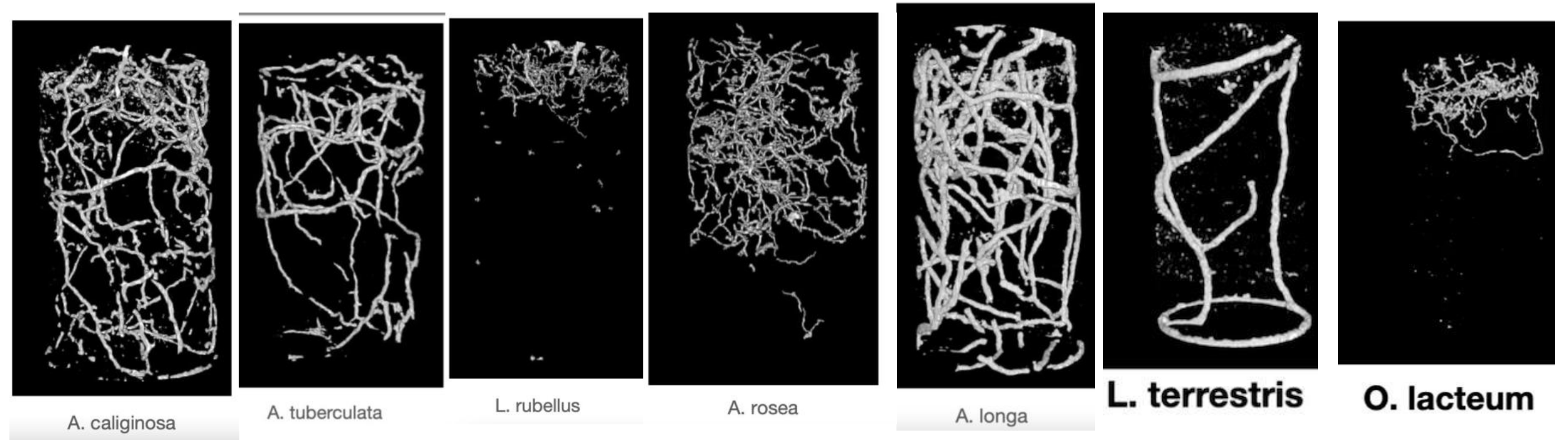


L. rubellus

Endogéic



Crumsey, Capowiez, 2013



Bioturbation : porosité potentielle créée par le travail de 7 espèces complémentaires de vers sur une ferme en Mauricie

Question : Sont-ils répartis partout?


Collecte pour identification- Facebook Vers de terre Québec- www.lesversetlaterre.bio

- À divers endroits sur la ferme
- Fin mars-avril (mai), ou octobre-novembre
- Le plus facile :
 - À la grosse pluie ou juste après, sous des annexes; plastiques, bouses, roches, bûches, planches, tout ce qui est en contact étroit avec le sol- sacs plasticulture, balles rondes,
 - Aussi creuser des pelletées ici et là
- Lombrics sortent la nuit (s'il y a des monticules en surface, il y en a)
- Dans un contenant fermé, avec un peu de terre humide, pas mouillée. Pas argile très lourde
- Envoi : John W. Reynolds, 1250 Weber Street East, Unit 9, Kitchener, ON. N2A 4E1

2 ans de collectes/identification

- 45 participants
- Seulement 5 du réseau du CETAB+
- Impliquez-vous, c'est important, ne manquez pas le bateau!

- Puis continuez à collaborer avec votre conseiller/ère pour augmenter les populations

A man, Kevin Butt, is shown in a dark environment with several long, thin, red, branching structures (biopores) hanging from the ceiling. The structures are illuminated with a red light, giving them a vibrant, almost glowing appearance. Kevin is looking towards the camera with a slight smile.

L. Terrestris
Biopores profonds
et stables
Le plus important
Absent il faudrait
l'inoculer, puis le
favoriser

Kevin Butt

A close-up photograph of a person's hand holding several earthworms. The worms are dark brown and appear to be of the species *Aporrectodea longa*. The background shows some dry grass or straw.

Vers à tête noire *Aporrectodea longa*

Inoculer

- On peut cueillir-laborieux
- Lombric- magasin chasse et pêche moins cher
- Inoculer le soir à la pluie, couvrir un peu
- Grouper pour accouplement
- Moi dans mon jardin multiples espèces –groupes de 50 au moins
- Une espèce, groupes de 10

Appâts Photo T. Vinet



Annexes

