

La construction de sols végétalisés à partir de déchets afin de préserver la ressource naturelle «sol »

Patrice Cannavo, Laure Vidal-Beaudet

Agrocampus Ouest

Unité de recherche Environnement Physique de la plante Horticole (EPHor)

La place des sols dans l'agronomie urbaine

Changement d'usage des sols: une diminution des surfaces cultivables et une demande croissante d'espaces verts en ville

L'ARTIFICIALISATION DES SOLS



MEDDE (2014). L'environnement en France – Les grandes tendances

9% des sols continentaux sont urbanisés

En France, la construction d'espaces verts requiert 3.1 millions de tonnes de terre arable chaque année !

Des incitations politiques fortes pour stopper l'expansion urbaine

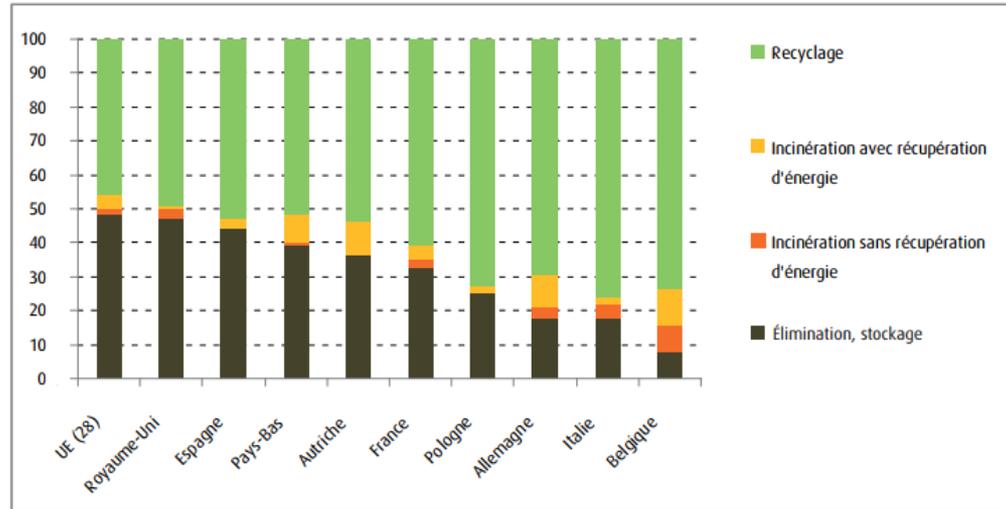
⇒ La ressource en sol arable devient rare et chère (20–30 € / m³)
Quelles solutions alternatives ?

La place des sols dans l'agronomie urbaine

La production de déchets en Europe: quelles nouvelles voies de valorisation ?

Traitement des déchets dans l'Union européenne en 2012

En %



Source : Eurostat au 29 janvier 2015

En France, tous déchets confondus, 36 % des déchets n'ont pas été valorisés en 2012.

⇒ Développement durable de l'écosystème urbain = valorisation agronomique des déchets dans la ville

La place des sols dans l'agronomie urbaine

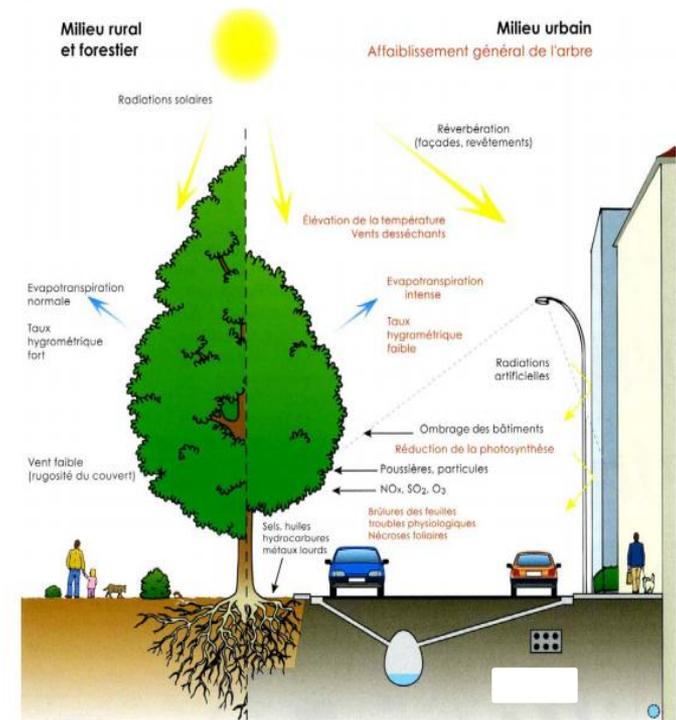
Le milieu urbain: un environnement stressant pour les végétaux

Un volume racinaire limité

Un sol compacté par l'activité urbaine, souvent pollué

Pas de restitution de la MO au sol

⇒ Mauvaise circulation de l'eau et de l'air dans les sols



Plante & Cité (2014)

Questionnement scientifique

Quels sont les leviers pour la construction de sols urbains fertiles ?

Quelle capacité du végétal à se développer dans ces milieux construits ?

Objectifs scientifiques

Etudier les propriétés physico-chimiques des sols urbains construits :

- avec apport de matières organiques en grande quantité
- à partir de sous-produits et déchets urbains

Evaluer la croissance d'arbres en fosse de plantation :

- colonisation racinaire
- architecture aérienne

Démarche de travail

Présentation de 2 études (financement Ademe) :

- Impact de l'ajout de matière organique en grande quantité sur les propriétés physiques du sol (contrat ADEME n°05 75C0028 et thèse C. Grosbellet 2008)
- Propriétés physico-chimiques de sols construits à partir de déchets en mélange terre-pierre (Projet Siterre et thèse S. Rokia 2014)

Etude de sol dans des lysimètres :

- Fosse de plantation d'arbre à échelle réduite (env. 500 l)
- Essais de 3 à 5 ans

Suivi de paramètres :

- Hydrodynamiques : caractérisation de la porosité, stabilité des agrégats, conductivité hydraulique, masse volumique apparente, capacité de rétention en eau
- Biologiques : biodégradation de la matière organique, densité racinaire, biomasse végétale aérienne

Impact de l'ajout de matière organique en grande quantité sur les propriétés physiques du sol

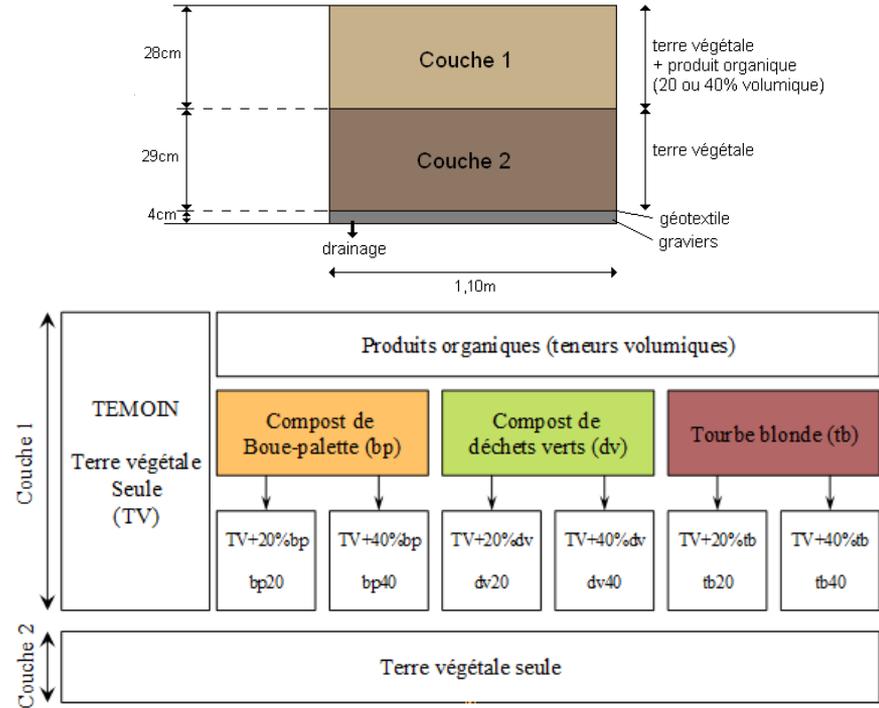


Impact de l'apport de matière organique en grande quantité sur les propriétés physiques du sol

Dispositif expérimental

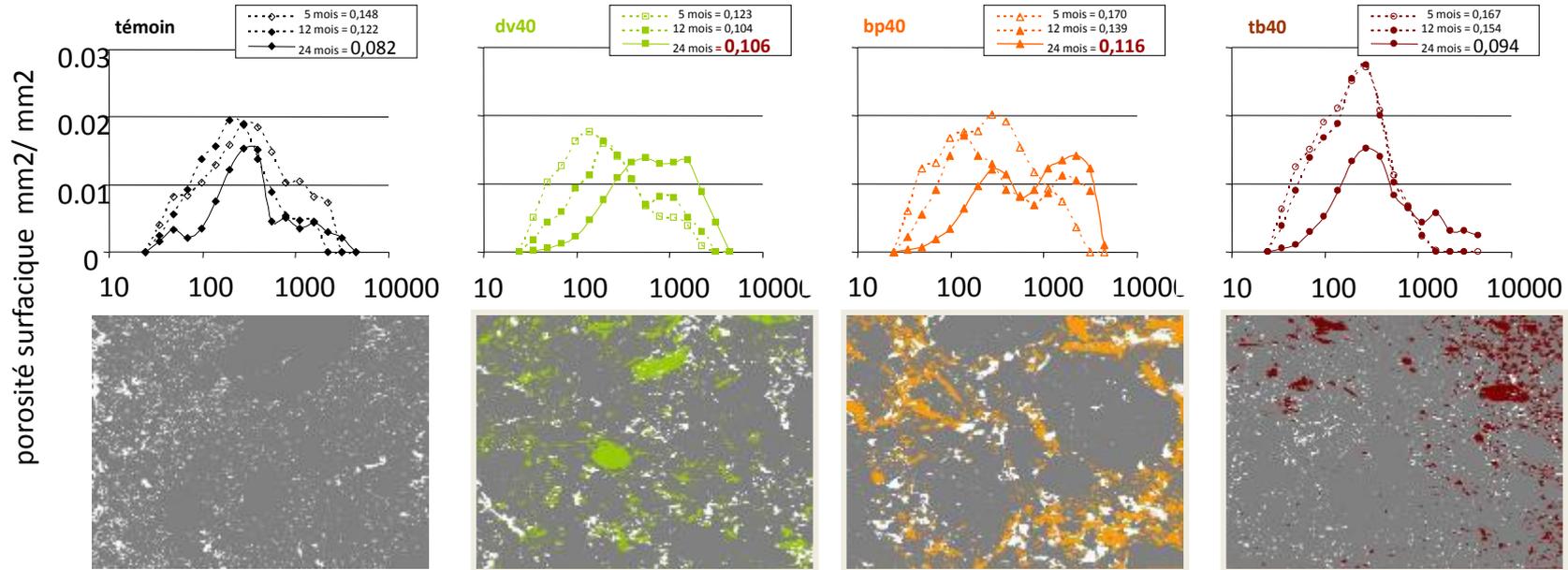


Essai 2005–2010 – Thèse C. Grosbellet (2008)
Espèce d'arbre: *Ostrya carpinifolia*



Impact de l'apport de matière organique en grande quantité sur les propriétés physiques du sol

Caractérisation de la porosité par analyse d'image

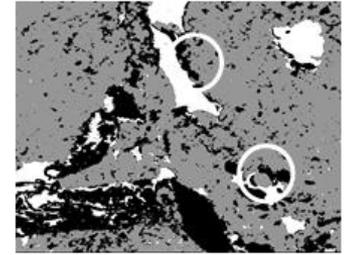
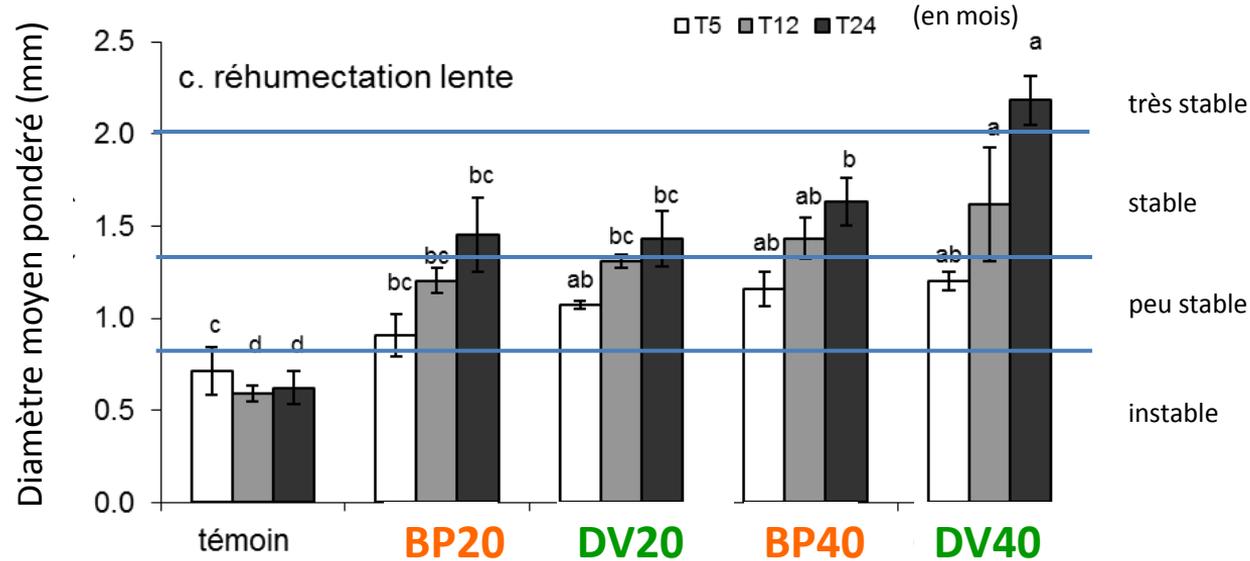


⇒ Impact de la nature de la MO sur l'organisation de l'espace poral

Stabilité des agrégats au cours du temps

➔ Au cours du temps de la teneur en C dans les agrégats 3-5mm

Grosbellet et al (2012), Geoderma



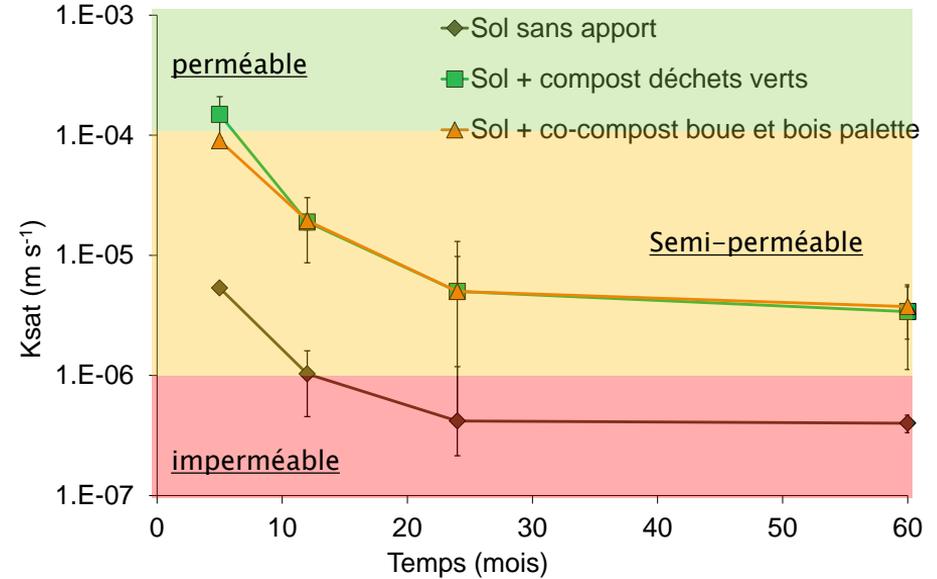
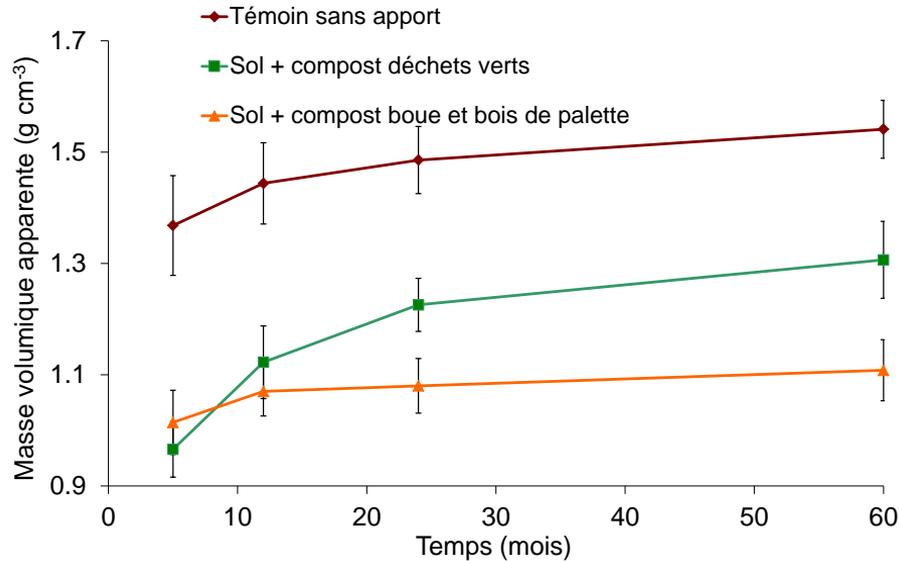
2.6 mm

⇒ Impact de la nature de la MO sur la formation et la stabilité des agrégats

Impact de l'apport de matière organique en grande quantité sur les propriétés physiques du sol

Masse volumique apparente et conductivité hydraulique à saturation

Cannavo, Vidal-Beaudet et al. (2014), Soil Use Management



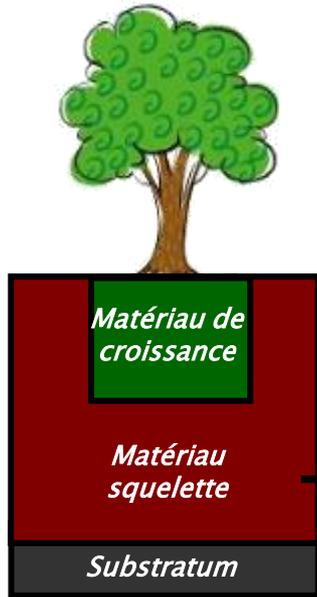
⇒ Stabilisation des propriétés au bout de 24 mois

⇒ Impact positif de l'apport de MO (40% vol) et influence de la nature de la MO

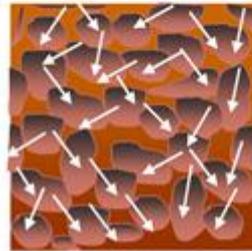
Propriétés physico-chimiques de sols construits à partir de déchets en mélange terre-pierre



Dispositif expérimental



Basé sur le principe du mélange terre-pierre



Sol Paysage

Mélange terre-pierre:

- 65% de pierres 40-90 mm, en volume
- 35% de terre végétale

Essai 2013-2016 - Projet **siterre**
Espèce d'arbre: *Acer platanoides*

Propriétés physico-chimiques de sols construits à partir de déchets en mélange terre-pierre



Matériau de croissance

Matériau squelette

Substratum

Constituants	% vol.	Notation
Brique	53	BR-CO
Co-Compost boue STEP + déchets verts	47	



Brique (0-40 mm)



Co-compost

Propriétés physico-chimiques de sols construits à partir de déchets en mélange terre-pierre



Matériau de croissance

Matériau squelette

Substratum

Constituants	% vol.	Notation
Brique	53	BR-CO
Co-Compost boue STEP + déchets verts	47	



Brique (0-40 mm)



Co-compost

	Constituants	% vol.	Notation
1	Calcédoine	65	Témoin (Ville d'Angers)
	Terre végétale + compost	35	
2	Ballast usagé (BA)	71	TA/BA/BS
	Terre d'excavation acide (TA)	21	
	Boue de STEP (BS)	8	
3	Déchet de bâtiment (DB)	75	TA/DB/DV
	Terre d'excavation acide (TA)	21	
	Déchet vert (DV)	4	

3 répétitions



Terre excavée



Ballast (0-40 mm)



Déchet bâtiment (0-40 mm)



Boue de STEP



Déchet vert

Propriétés physico-chimiques de sols construits à partir de déchets en mélange terre-pierre



Propriétés physico-chimiques de sols construits à partir de déchets en mélange terre-pierre



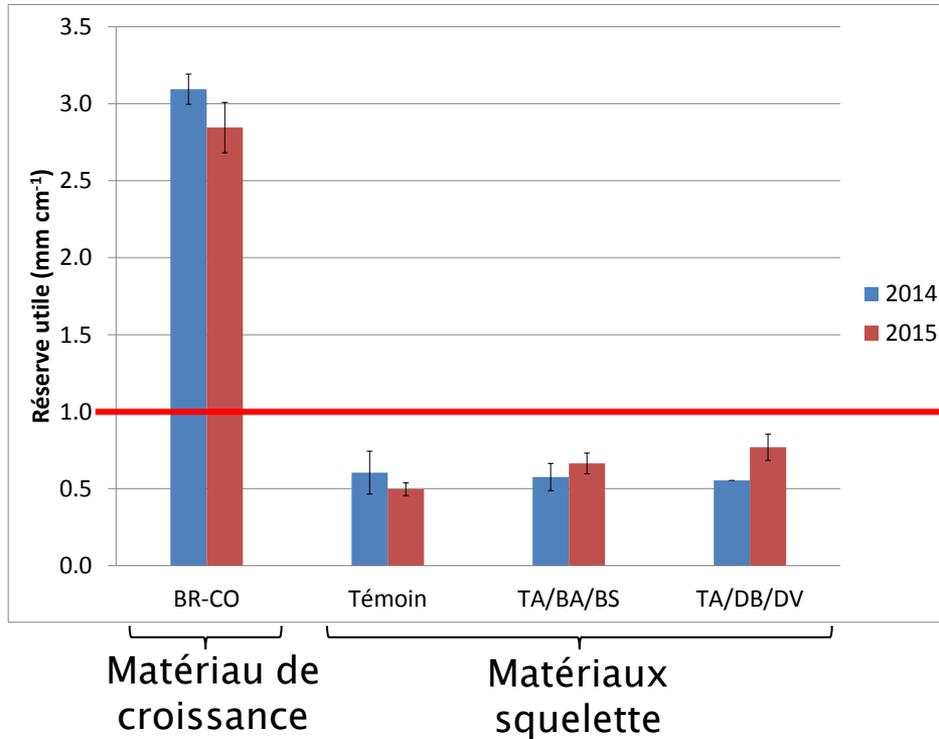
Propriétés physico-chimiques de sols construits à partir de déchets en mélange terre-pierre



Propriétés physico-chimiques de sols construits à partir de déchets en mélange terre-pierre



Réserve utile



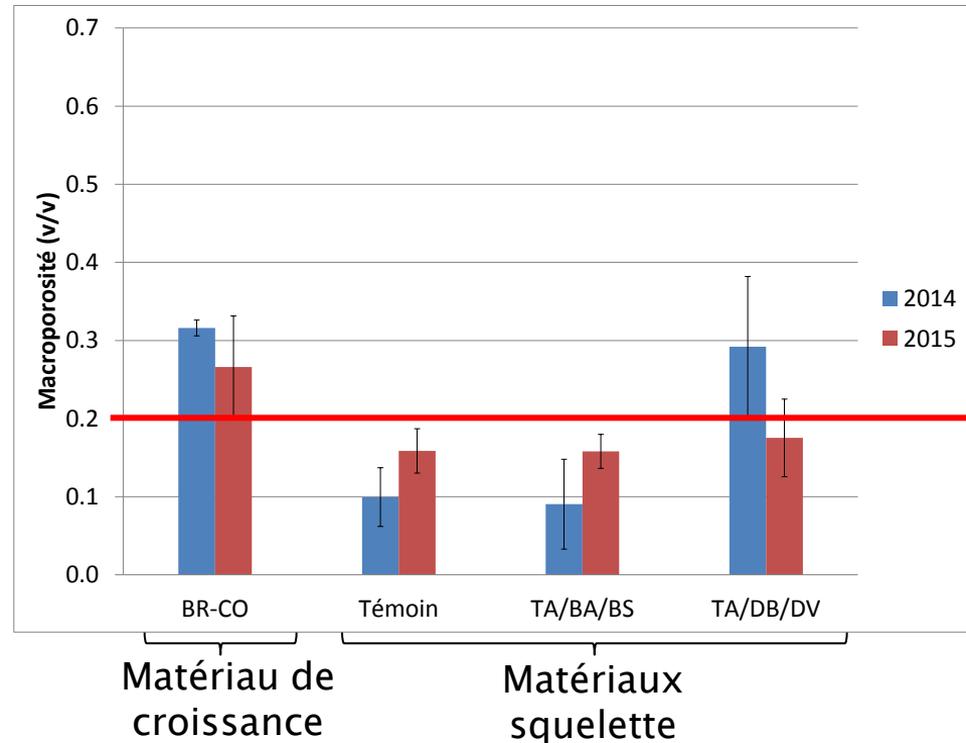
100% sol < 2 mm	Réserve utile (mm cm ⁻¹)
Type sableux	0.7
Type limoneux	1.3
Type argileux	1.8

Seuil acceptable de disponibilité en eau

Contribution forte de la matière organique dans la réserve utile

Stabilité dans le temps, sauf pour TA/DB/DV, effet de la nature de la MO ?

Disponibilité en air (macroporosité)



Des matériaux squelette qui ne répondent pas au seuil théorique de disponibilité en air

Stabilité dans le temps, sauf pour TA/DB/DV

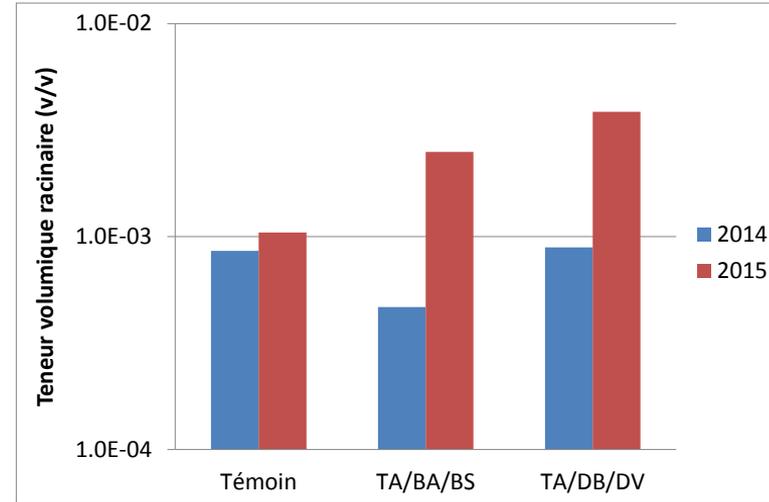
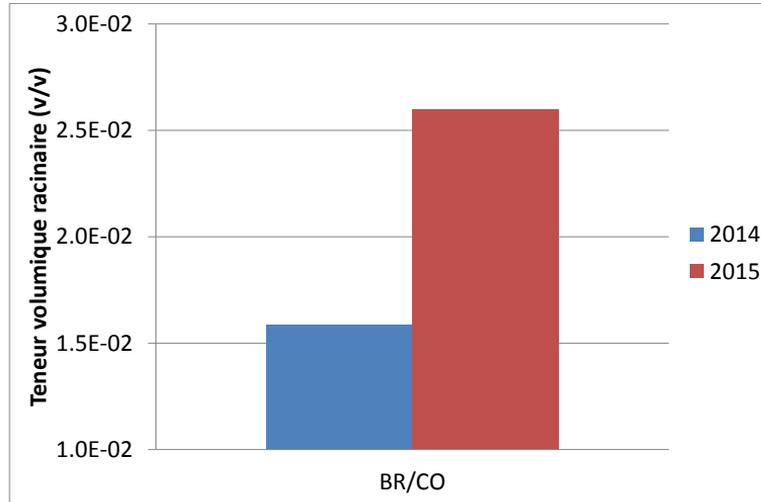
Seuil critique de disponibilité en air

Croissance racinaire



Au bout d'un an de croissance (2014), l'ensemble du volume de sol a été exploré par les racines

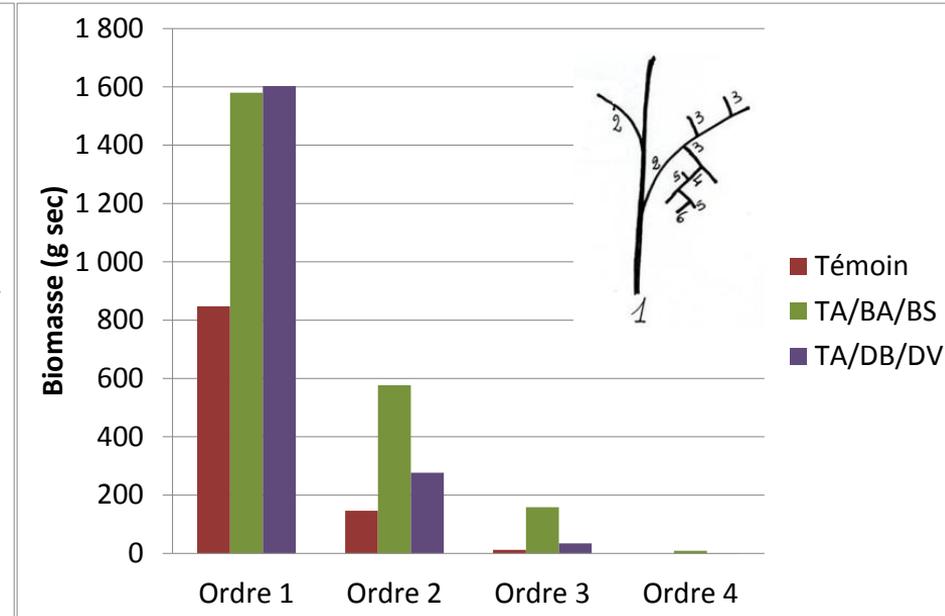
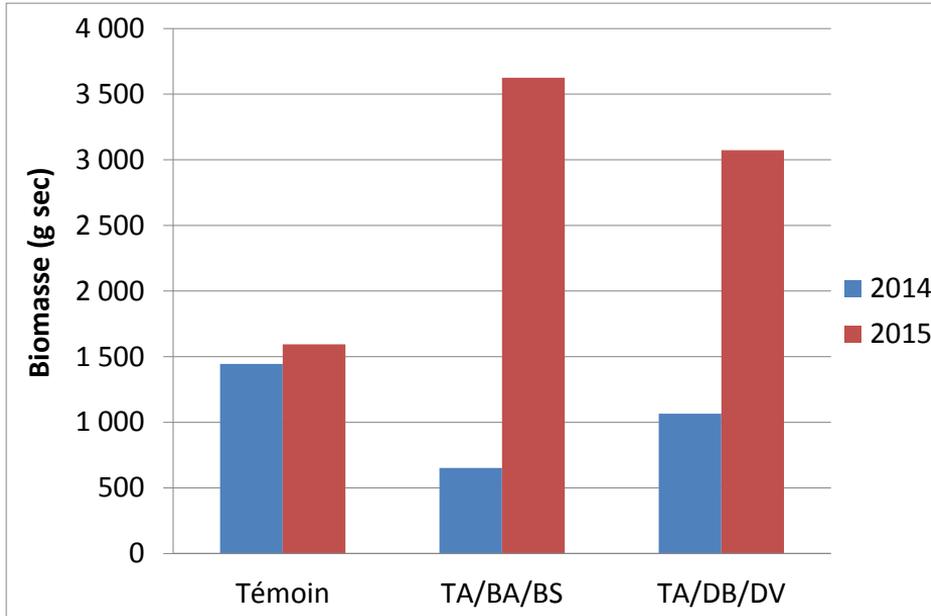
Croissance racinaire



Les sols ne présentent pas de carence ou d'excès notables en éléments majeurs et oligo-éléments

Faible évolution de croissance racinaire dans le témoin en raison d'un pH faible (4.2)

Biomasse aérienne en 2014 et 2015



⇒ Une ramification plus importante dans les traitements constitués à partir de déchets

Conclusion

Les sols urbains en place ne sont pas souvent favorables à la croissance de la végétation dans les aménagements urbains ⇒ construction de sol avec des matériaux exogènes

La matière organique = catalyseur indispensable de développement durable des espaces végétalisés urbains

Il existe des solutions alternatives permettant de préserver la ressource naturelle « sol »

Faire pousser des arbres dans des déchets, c'est possible !

Nécessité de faire évoluer les normes de supports de culture pour une mise en œuvre de cette solution alternative

Capital acquis et perspectives

Connaissance des processus :

- Transfert d'eau dans le système sol construit–plante–atmosphère
- Dynamique des matières organiques apportées en grandes quantités

Ingénierie pédologique des sols construits pour une gestion durable des sols urbains:

- Développement d'indicateurs de la qualité agronomique
- Vers le développement d'un réseau de mesures de la qualité des sols urbains

Merci de votre attention

