



# Sols artificialisés : de la reconstitution à la construction de sols

Laure Vidal-Beaudet

UPSP EPHor

FR CNRS 2488 IRSTV

AGROCAMPUS OUEST - Campus Angers

*Journée d'information SNHF*  
*Les sols : sources de vie*

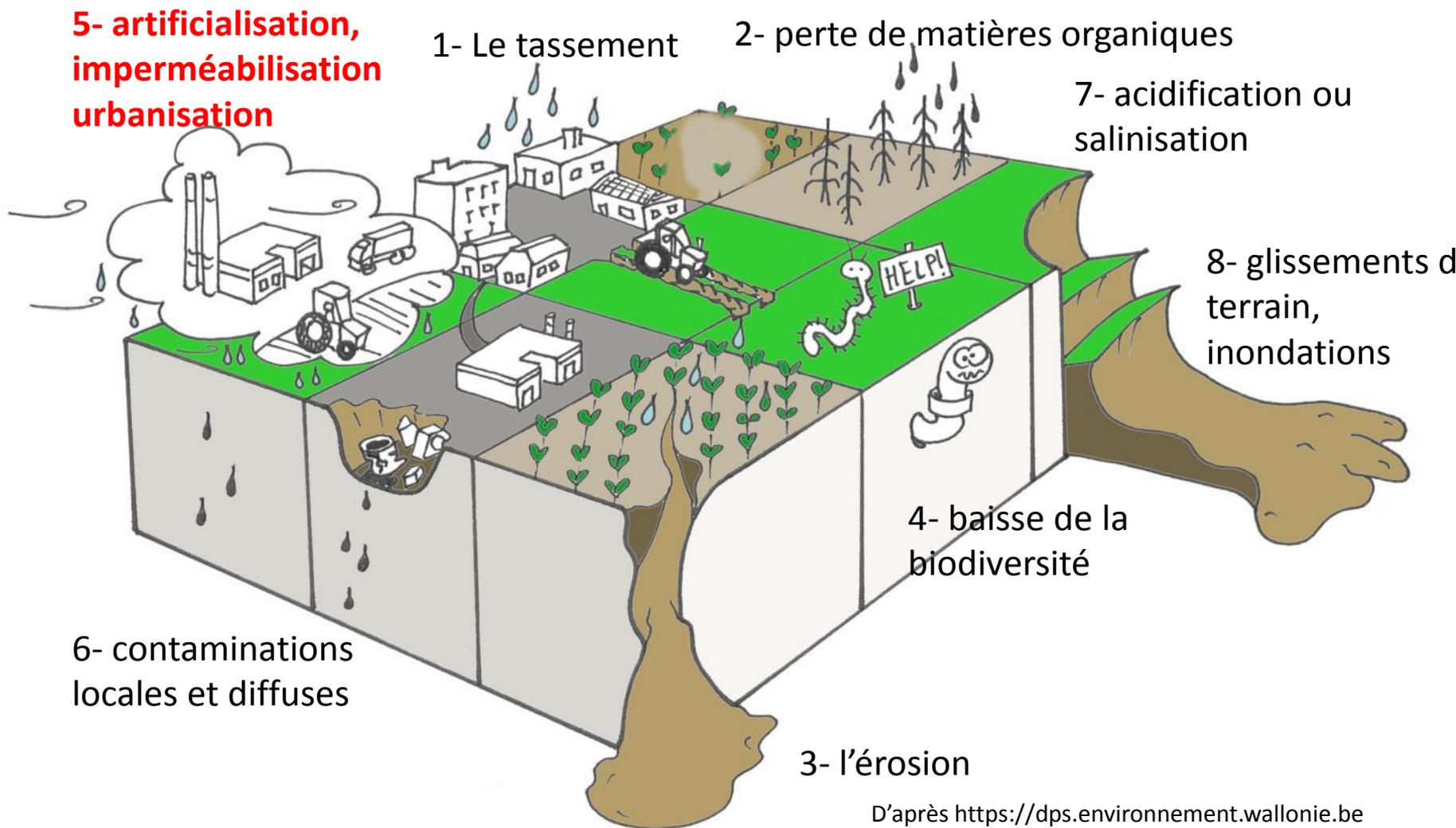


# **Sols artificialisés :** **de la reconstitution à la construction de sols**

- Contexte des sols artificialisés
- Les sols artificialisés urbains
- Construction de sols urbains fertiles

# Contexte des sols artificialisés

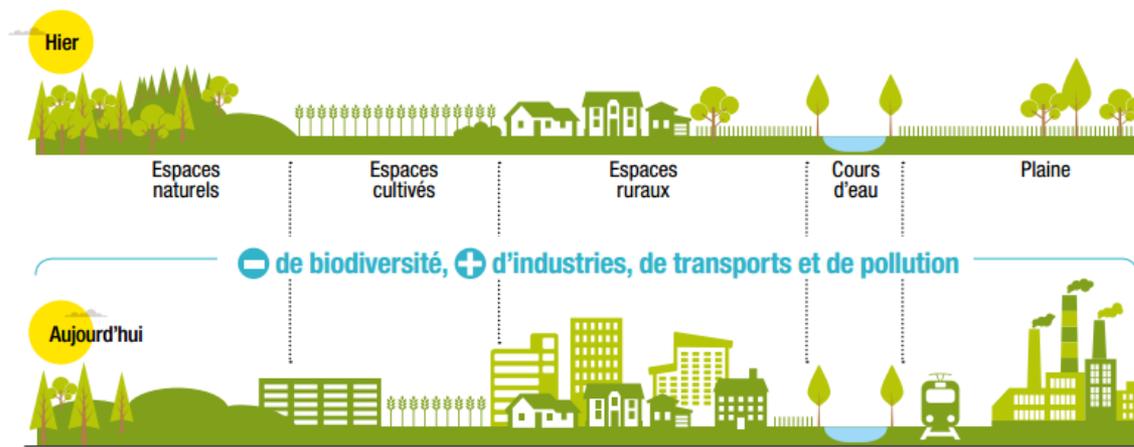
L'artificialisation = une des 8 menaces identifiées au niveau mondial qui s'exerce sur les sols



D'après <https://dps.environnement.wallonie.be>

# Contexte des sols artificialisés

L'artificialisation = changement d'affectation des surfaces agricoles, forestières ou à l'état naturel → **perte de ressource en sol à usage agricole et perte de biodiversité**

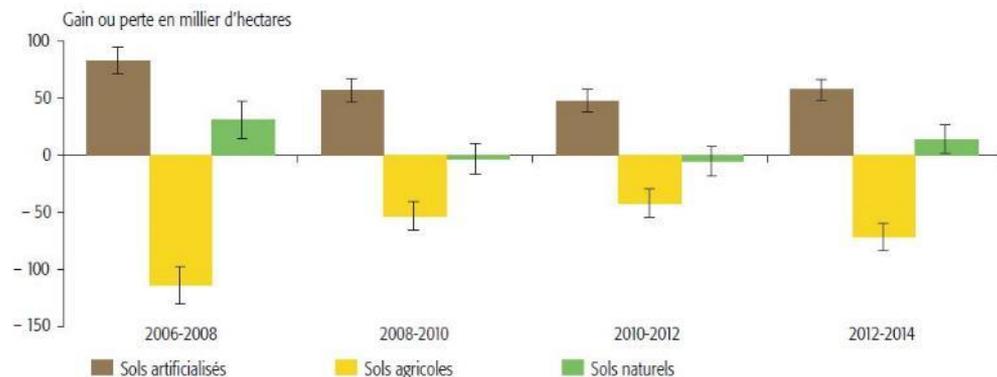


MEDDE (2014). L'environnement en France - Les grandes tendances

Surfaces artificialisées = habitat urbain, espaces végétalisés urbains, zones d'activités commerciales et industrielles, infrastructures de transport, mines et carrières, équipements sportifs



**+ 1,2% de sols artificialisés entre 2012 et 2014**

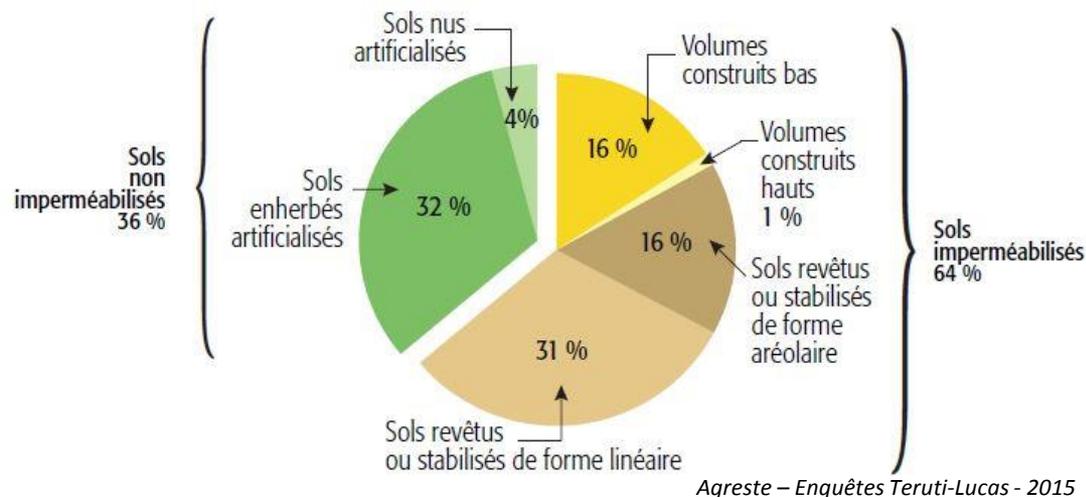


Enquêtes Agreste - Teruti Lucas 2015

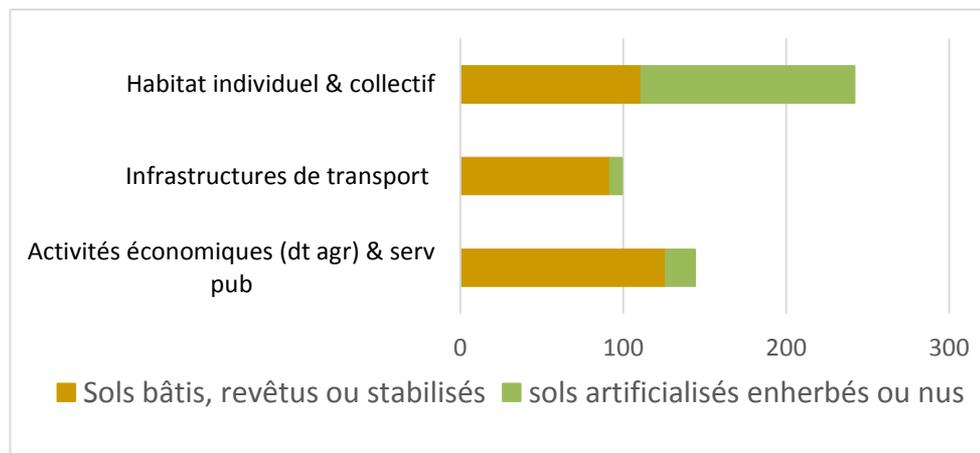
# Contexte des sols artificialisés

En 2014, 9,3 % du territoire métropolitain est artificialisé

Sols artificialisés =  
sols imperméabilisés +  
sols couverts de  
végétation insérés dans  
le bâti et la voirie



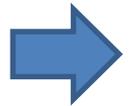
Un hectare sur deux  
consommé par  
l'habitat individuel



Solde des flux 2006-2014 des sols artificialisés selon l'utilisation du sol (en milliers d'hectares). Source : Agreste, 2015

# Un besoin de nature en ville ?

Forte demande sociale et environnementale des urbains pour : plus de proximité avec la nature, une amélioration de la qualité de vie , une horticulture et agriculture urbaine.



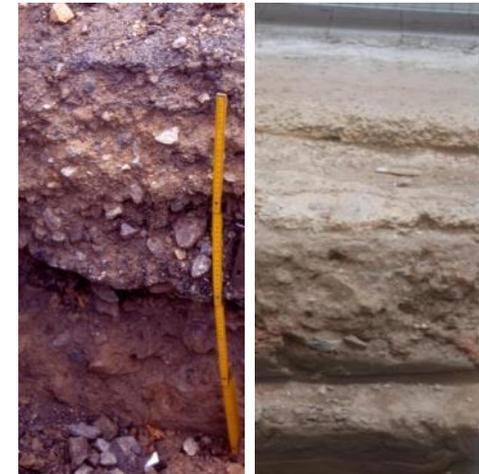
Les villes doivent développer leurs stratégies de végétalisation et de renaturation dont le succès dépend de la qualité et des fonctions assurées par **les sols supports** de la végétation.

# Les sols artificialisés urbains

Grande variabilité spatiale et verticale, dépôts successifs hétérogènes stratifiés

Sols artificialisés végétalisés 36%

Sols artificialisés revêtus 64%



Sol péri-urbain

Sol de jardin

Sol square  
et parc

Sol sous ancienne  
décharge

Sol industriel

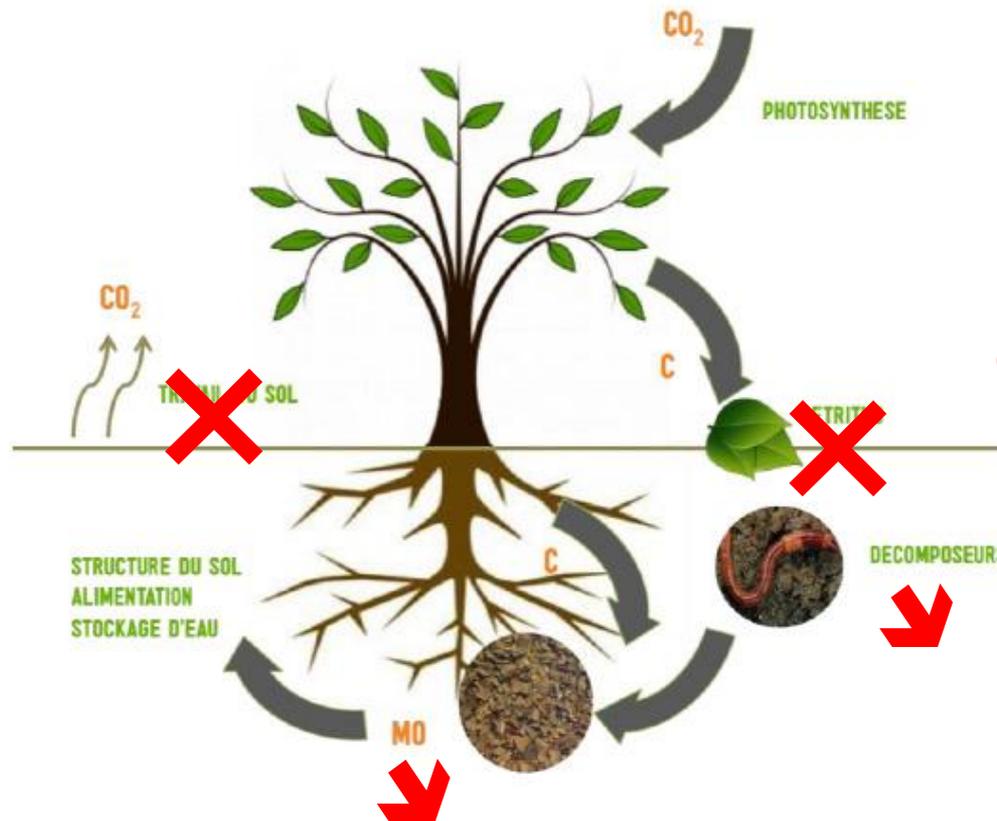
Sol sous trottoir

Sol bétonné

**urbanisation +**

# Les sols artificialisés urbains

## ➔ Modification du continuum sol-plante-atmosphère



Elimination matière organique

Perte de biodiversité

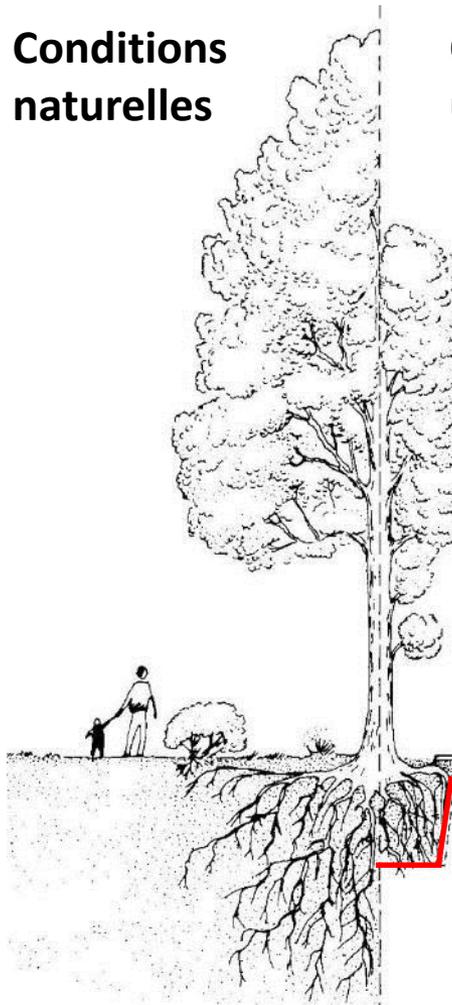
Faible réserve en éléments nutritifs

➔ Sols peu fertiles

# Les sols artificialisés urbains

Conditions  
naturelles

Conditions  
urbaines



(d'après Freytet in



# Les sols artificialisés urbains

## ➔ Des sols pollués

Pollution ancienne



Crédit Jean Pierre Rossignol

Pollution artéfact



Crédit Laure Vidal-Beudet

Pollution diffuse

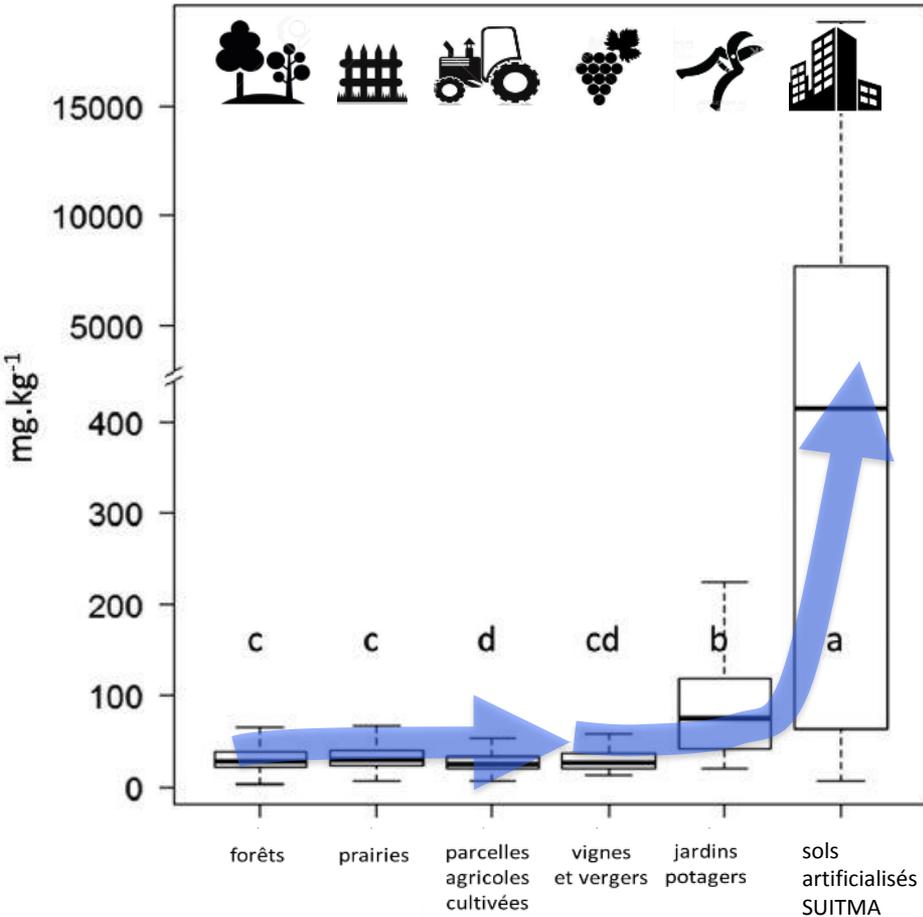


Crédit Christophe Schwartz

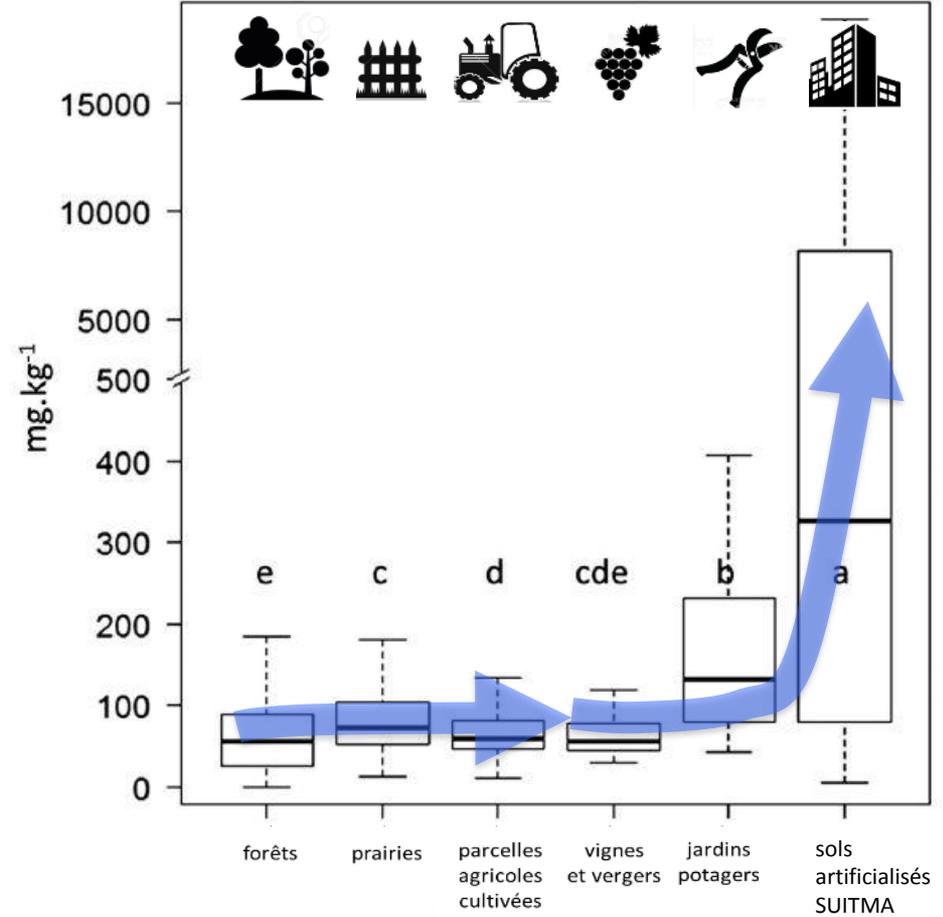
# Les sols artificialisés urbains

## Des sols pollués

### Teneur en plomb



### Teneur en zinc



Joimel et al., STOTEN, 2016 – RMQS, Inra, LSE, ANR Jassur

# Les sols artificialisés urbains

## ➔ Quels types de sol pour quels usages?

Sols pseudo-naturel	Sols de dépôt	Sols remaniés	Sols scellés
Agriculture urbaine	Anciens sites miniers	Squares et parcs (sols horticoles)	Espaces pavés
Jardins vivriers	Anciens sites industriels	Accompagnement de voiries	Espaces bétonnés
Espaces naturels aménagés	décharges	Accompagnement de bâtiments	
camping	Bassin de décantation	Arbres alignement	
		Toitures terrasses	
<b>Apport de MO ↘ Engrais mx</b>	<b>Phytoremédiation Renaturation</b>	<b>Imiter un sol naturel</b>	<b>Desceller les sols décompactage</b>

**Reconstruire ou construire des sols**

# Construire des sols urbains fertiles

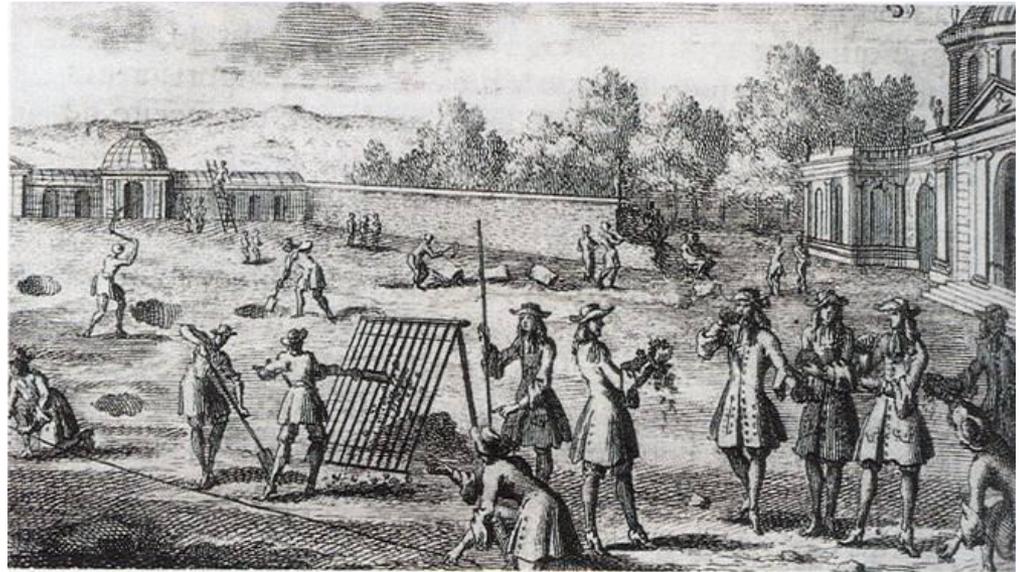


## Des sols construits

### Travaux d'aménagement du Potager du Roy à Versailles

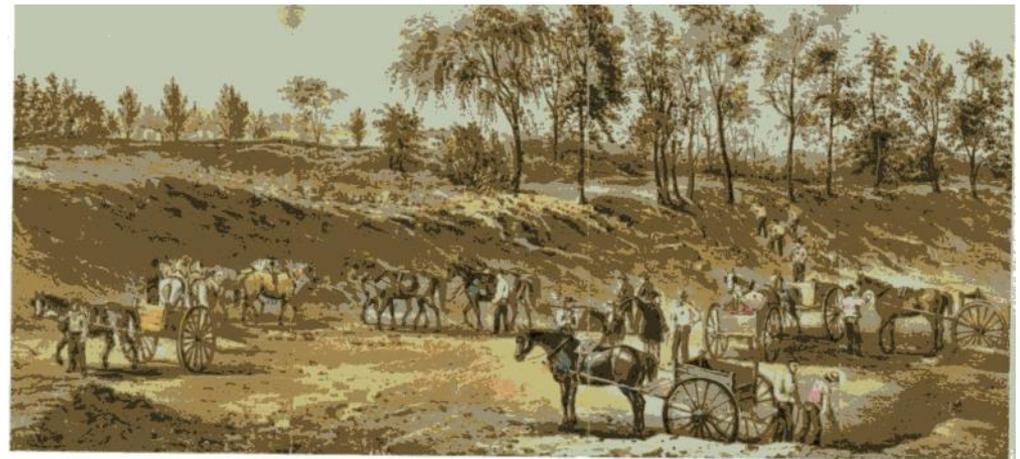
terrassements et remblais pour aménager « l'Etang puant »

*La Quintinie, Instruction pour les jardins fruitiers et potagers, nouvelle édition, 1730*



### Construction de sol à Central Park, 1859

*Manhattan – a natural history of New York City, EW Sanderson, 2009*



These two lithographed views by George Hayward show the evolving topography of Manhattan in the 1850s. *top* This view in June 1858, looking south from the Arsenal Building at Sixty-third Street and Fifth Avenue, shows how the streets have been built up to a common grade. *bottom* The equipment available for altering the landscape of Manhattan in the past was mainly pick, shovel, and mule, as shown in this scene from the construction of Central Park, circa 1859.

➔ **Quel design du profil de sol en fonction des usages?**  
Nombre et type d'horizon



Accompagnement de voirie  
Tramway  
Toiture terrasse extensive

# Construire des sols urbains fertiles

## ➔ Des sols construits techniques

### Sol de tramway



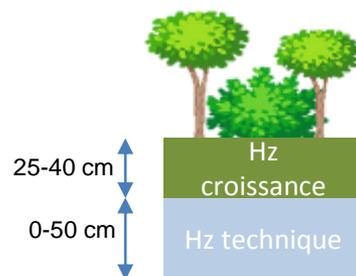
### Toiture végétalisée extensive



## ➔ Quel design du profil de sol en fonction des usages? Nombre et type d'horizon



Accompagnement de voirie  
Tramway  
Toiture terrasse extensive



**Square et parc**  
Accompagnement  
de bâtiment  
Toiture terrasse  
intensive  
Jardins vivriers  
Sites industriels

# Construire des sols fertiles

## ➔ Des sols reconstitués ou construits pour des squares et parcs

Cité Internationale Lyon

1998



2012



Fondation Louis Vuitton Paris

2014

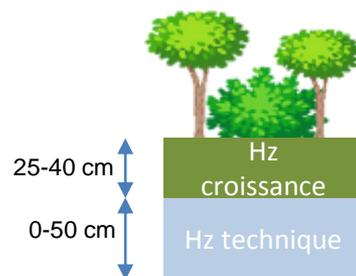


## ➔ Quel design du profil de sol en fonction des usages?

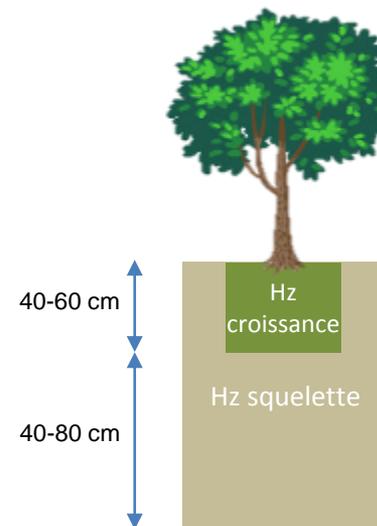
Nombre et type d'horizon



Accompagnement de voirie  
Tramway  
Toiture terrasse extensive



**Square et parc**  
Accompagnement  
de bâtiment  
Toiture terrasse  
intensive  
Jardins vivriers  
Sites industriels

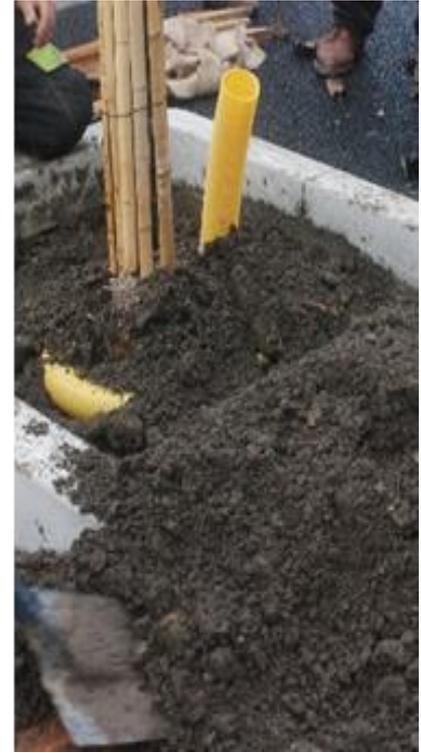


**Arbres d'alignement**

# Construire des sols fertiles

## ➔ Des sols construits techniques

Arbre d'alignement: le mélange Terre-pierre fosse de 6 à 12 m<sup>3</sup>

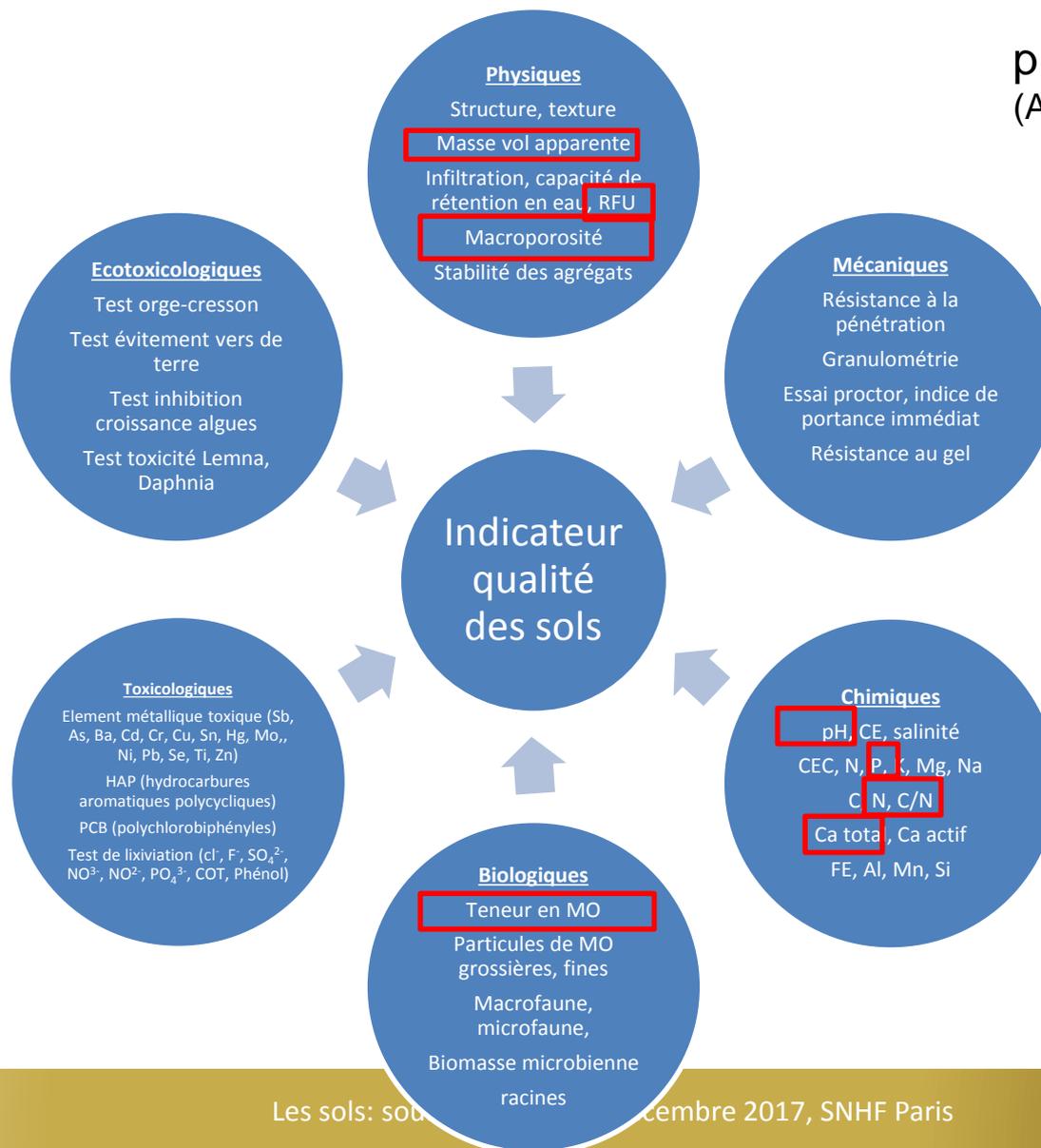


**Fosse en mélange Terre-Pierre =  
65% v/v pierres 40-90 mm  
35% v/v terre et compost**

**Trou de plantation =  
terre et compost**

## ➔ Quelles propriétés « idéales » pour chaque horizon?

programme Siterre  
(ADEME 2011-2015)



# Construire des sols urbains fertiles

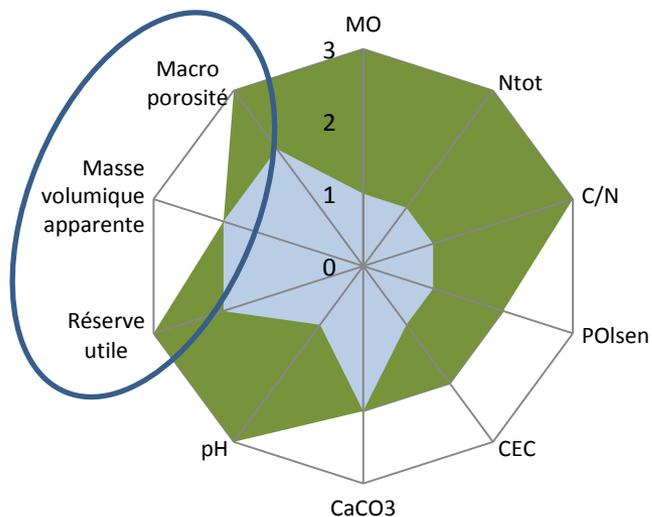
## ➔ Quelles propriétés « idéales » pour chaque horizon?

Exemple du programme Siterre (ADEME 2011-2015)

Sélection de paramètres de qualité agronomiques des sols :

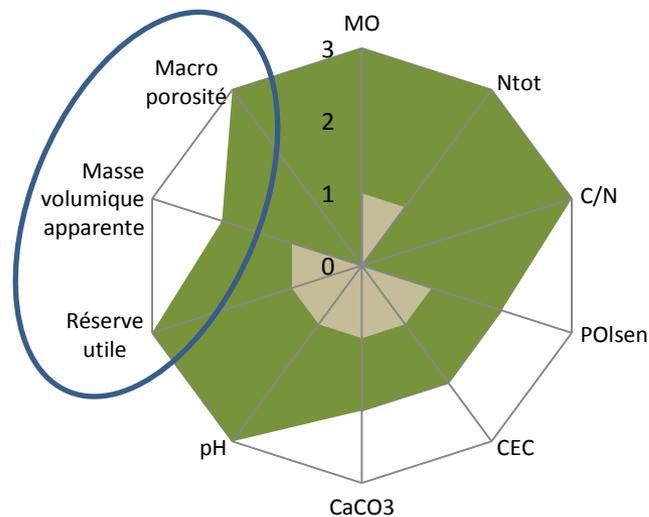
- 3 paramètres de fertilité physique
- 7 paramètres de fertilité chimique

« Square et parc »



■ Horizon croissance    ■ Horizon technique

« Arbre d'alignement »



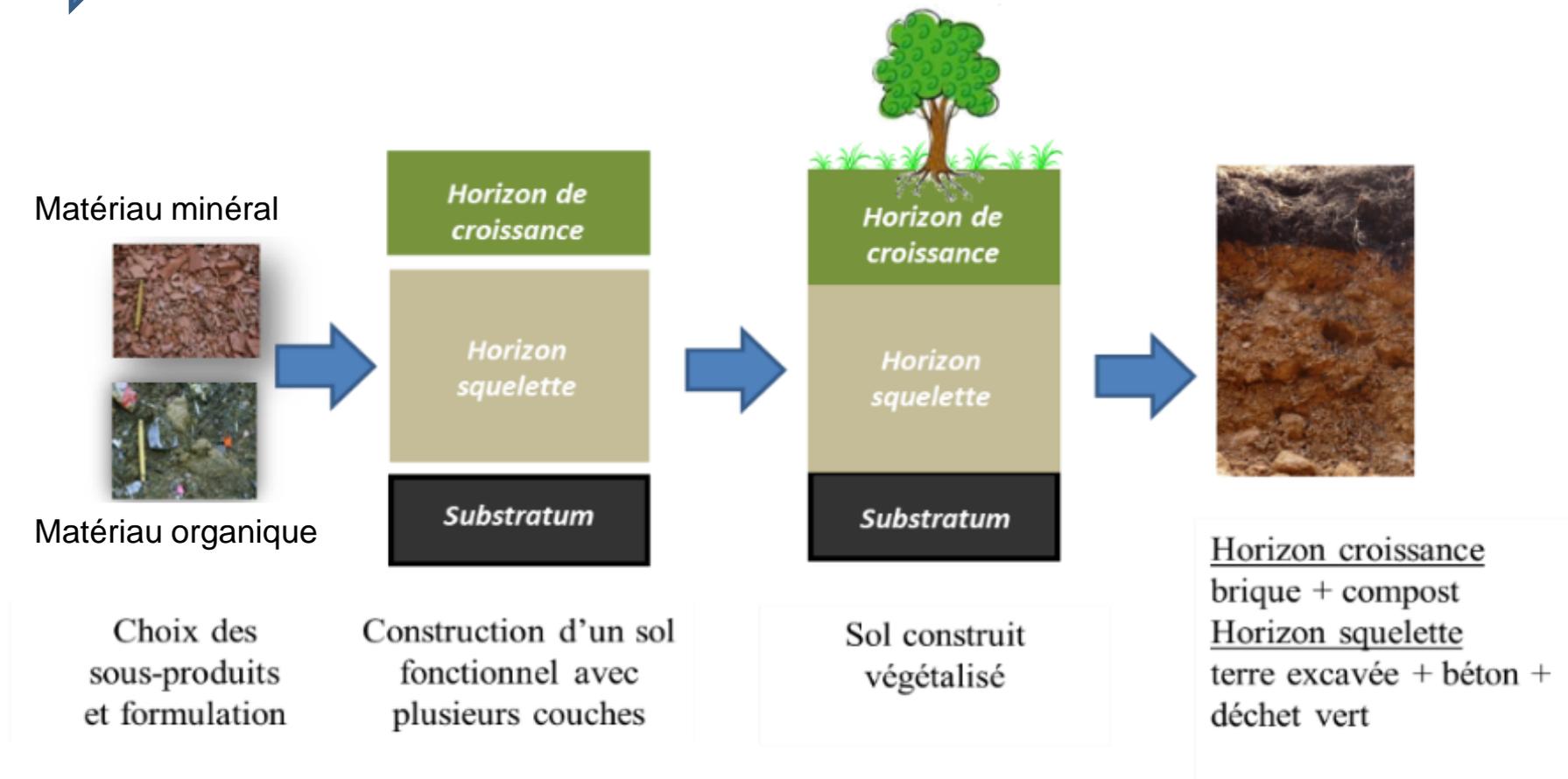
■ Horizon croissance    ■ Horizon squelette



## Définition de gammes de valeurs de chaque paramètre

# Construire des sols urbains fertiles

## ➔ Mise en œuvre du génie pédologique

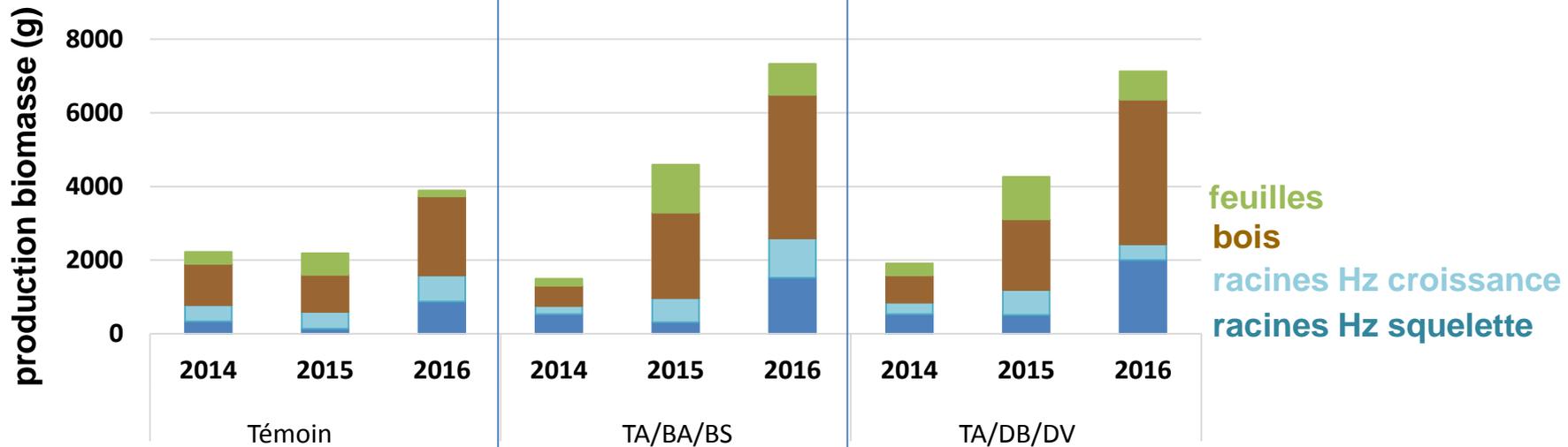
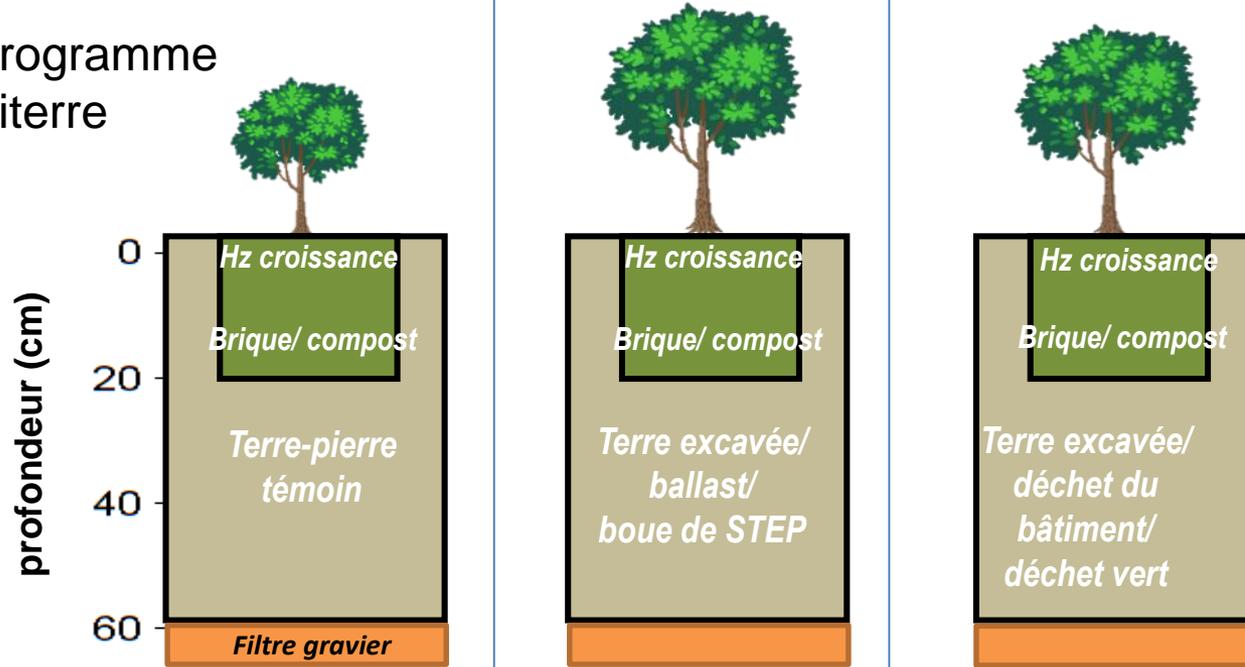


*Procédé de construction de sol du programme Siterre.  
Exemple du profil de sol développé pour l'usage « arbre d'alignement ».*

# Construire des sols urbains fertiles



Programme Siterre



# Construire des sols urbains fertiles

## ➔ Réhabilitation de sites dégradés Ex: Cokerie Homécourt

### Chantier de mise en œuvre

- 8000 tonnes de terre traitée
- 8000 tonnes de boues papetières
- 400 tonnes de compost DV



Octobre 2007



Mai 2009



Prairie extensive

(LSE Université de Lorraine INRA; VALTERRA)

# Construire des sols urbains fertiles

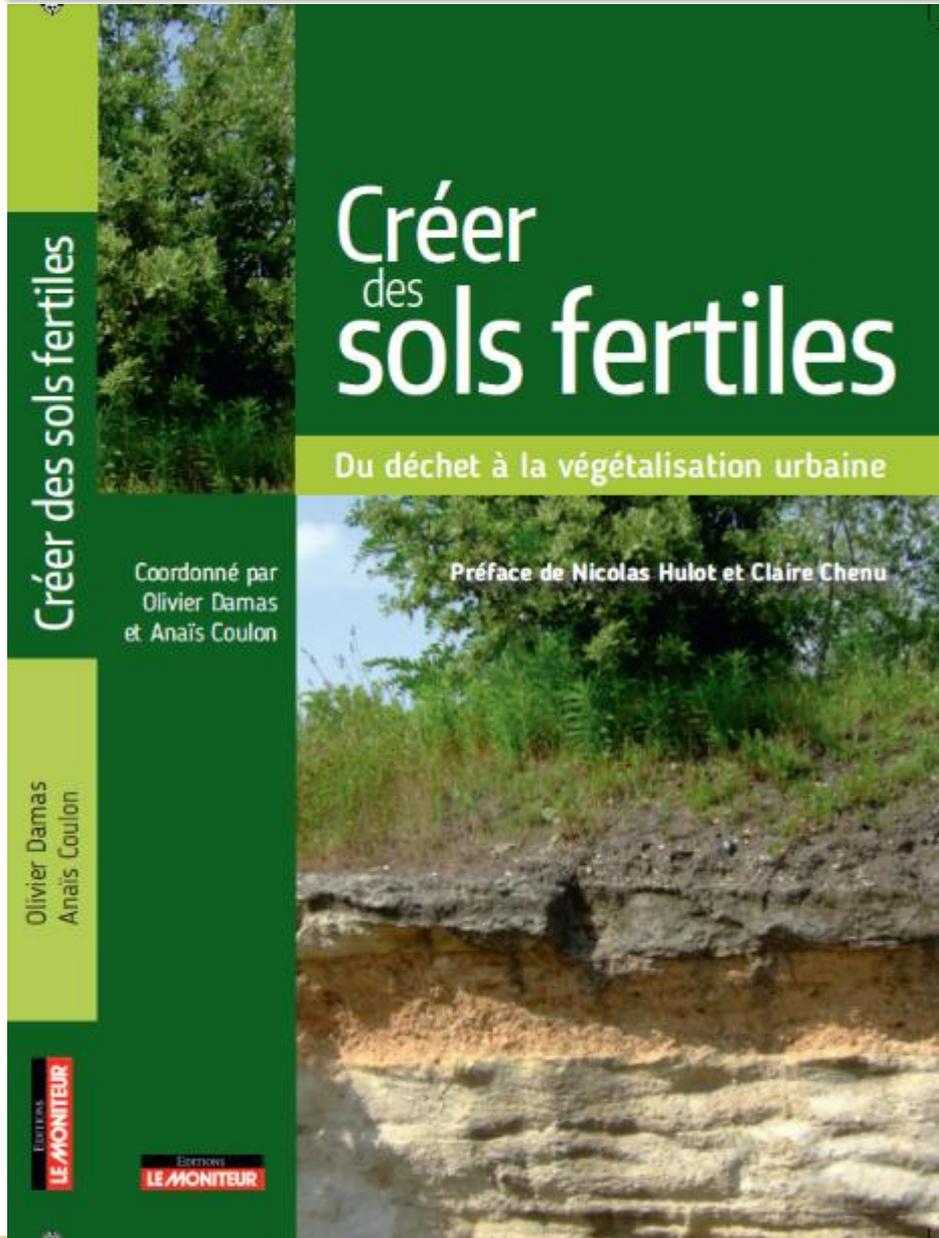
## Des sols construits

Le génie pédologique au service de la construction de sols fertiles  
Structuration rapide, altération chimique, colonisation biologique



Séré *et al.*, 2011, *Journal of Soils and Sediments* (LSE Université de Lorraine INRA)

les sols construits sont rapidement capables de remplir les mêmes fonctions qu'un sol naturel



## **CHAPITRE 1**

Construire des sols pour végétaliser la ville

## **CHAPITRE 2**

Concevoir un sol construit

## **CHAPITRE 3**

Evaluer la qualité des sols construits

## **CHAPITRE 4**

Passer du concept à la pratique

## **CHAPITRE 5**

Structurer une filière naissante

## **CHAPITRE 6**

Fiches techniques



# Sols artificialisés : de la reconstitution à la construction de sols

Laure Vidal-Beaudet

UPSP EPHor

FR CNRS 2488 IRSTV

AGROCAMPUS OUEST - Campus Angers

*Journée d'information SNHF*  
*Les sols : sources de vie*

