

23^{ème} rencontre du Club U2B
Sols vivants et densité

© Tarek Riabi - 2012 - LPO IdF

Le sol, fondation de la biodiversité
**Comment construire des sols fertiles, supports de
végétation en ville, avec des déchets et sous-produits**

Pr. Geoffroy Séré
professeur à l'Université de Lorraine,
Sols anthropisés et services écosystémiques, ENSAIA

23^{ème} rencontre du Club U2B

—

Sols vivants & densité

Comment construire des sols vivants, supports de végétation en ville, avec des déchets et sous-produits

12 Mars 2020

Pr. Geoffroy Séré



**LABORATOIRE SOLS
& ENVIRONNEMENT**



**UNIVERSITÉ
DE LORRAINE**

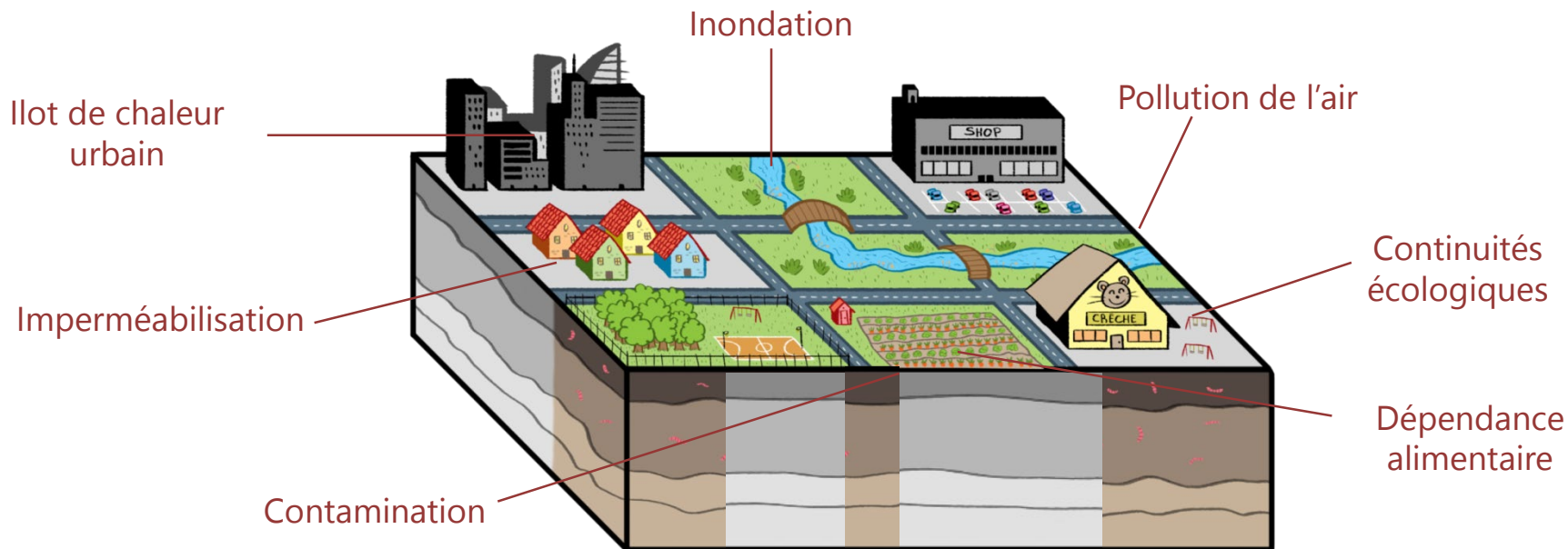
INRAE

Introduction



De multiples enjeux environnementaux spécifiques aux milieux urbains

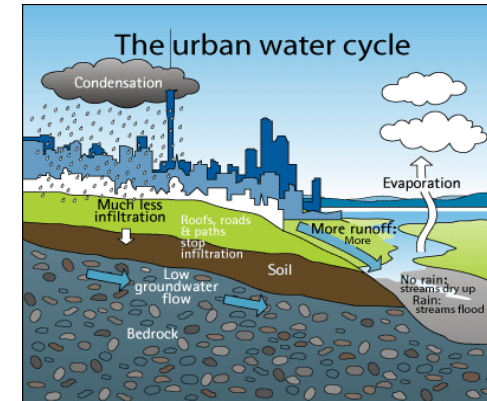
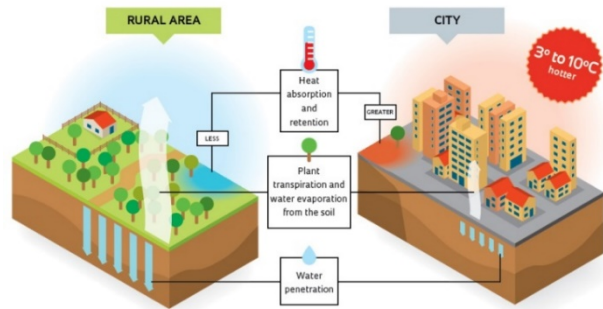
- En plus des enjeux globaux, les villes concentrent certains enjeux spécifiques du fait de la forte concentration et des activités anthropiques



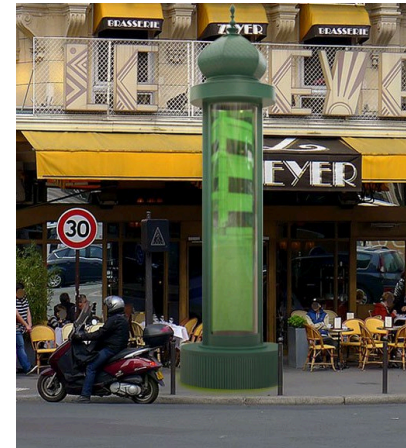
Un besoin d'écosystèmes fonctionnels...

- Par leur fonctionnement et les services écosystémiques qu'ils rendent les écosystèmes sont des éléments de réponse

Why the urban heat island effect occurs



- Ces Solutions Basées sur la Nature sont non seulement efficaces, mais aussi peu coûteuses à développer



... qui reposent sur des sols urbains aux potentialités contrastées

- Grande diversité de sols au sein d'un gradient d'anthropisation



Luvisol
urban forest



Cambisol
urban agriculture



Anthrosol
horticulture



Constructed Technosol



Technosol
Green roof



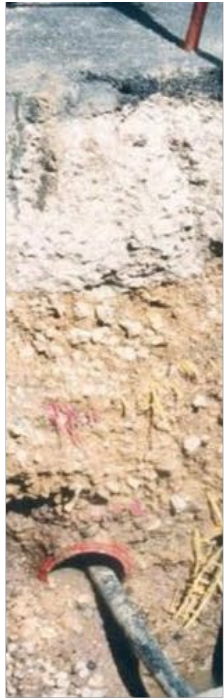
Technosol
Brownfield



Technosol
Decantation pond



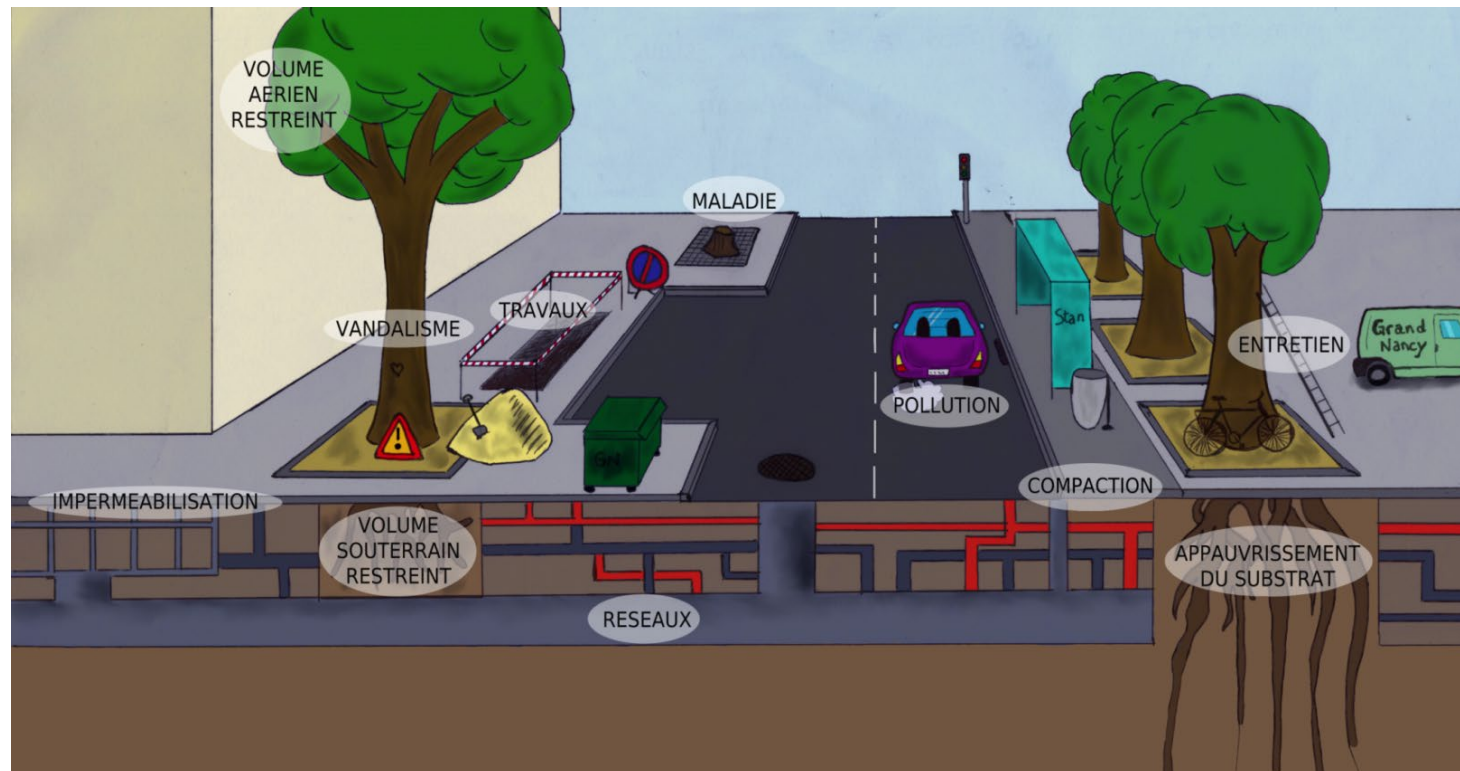
Paved Technosol



Sealed Technosol

... qui reposent sur des sols urbains aux potentialités contrastées

- Grande diversité de sols au sein d'un gradient d'anthropisation
- Fertilité physico-chimique très variable mais fréquemment faible
- Environnement majoritairement défavorable au développement végétal



Des ressources naturelles pour végétaliser les villes...

- Consommation de ressources naturelles (*i.e.* terre végétale, granulats) extérieures à la ville



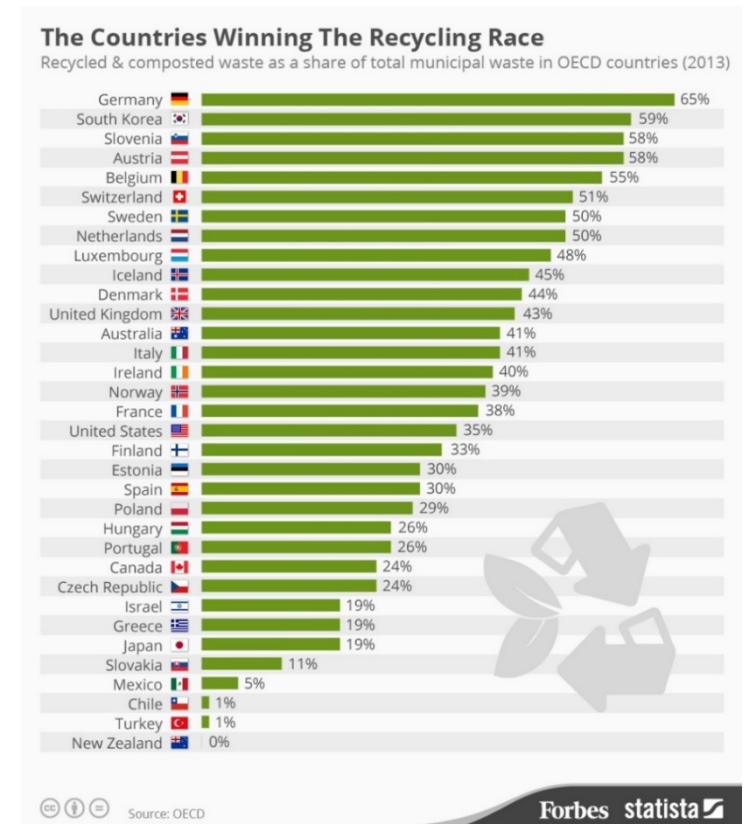
Territoire	Volume terre décapée (m ⁻³ .an ⁻¹)	Prix de la terre transportée & régalée (€.m ⁻³)
France métropolitaine	3 100 000	-
Ile de France	575 000	25
Lyon	8 000	15 à 20
Rennes	13 000	17

... alors que d'autres ressources existent et sont insuffisamment recyclés

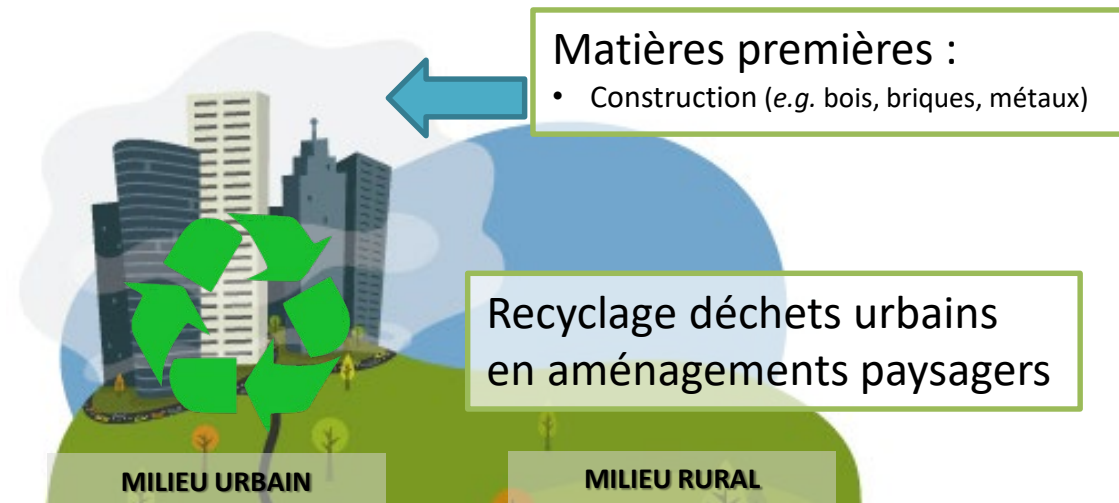
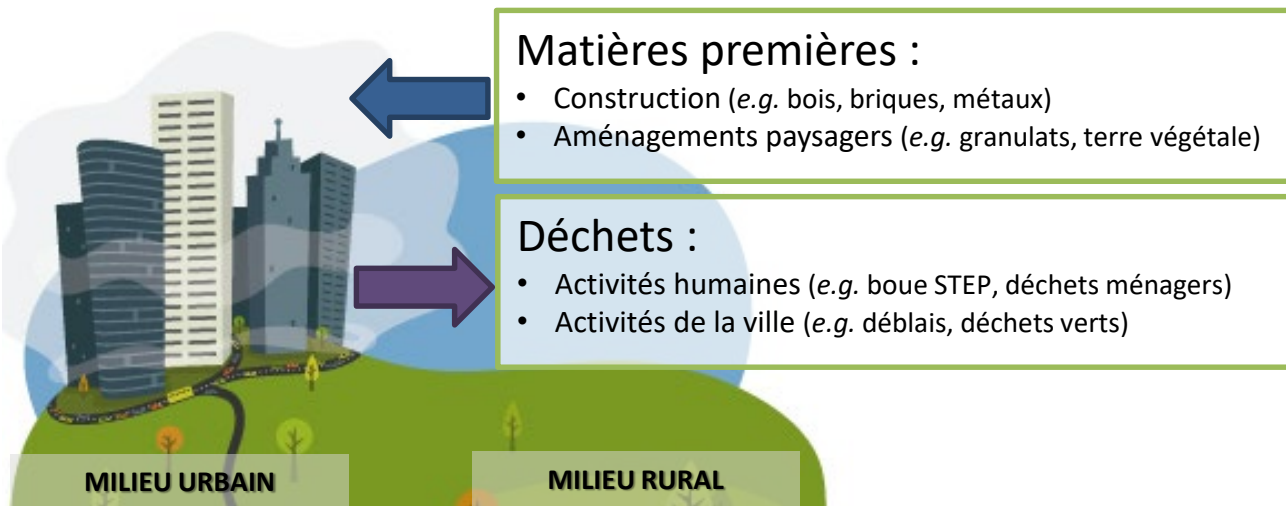
- 0,95 Mt boues industrielles, 1,2 Mt boues urbaines
- 211,2 Mt déchets inertes (*e.g.* matériaux de démolition, terre)



- Recyclage et valorisation limités



Questionnement



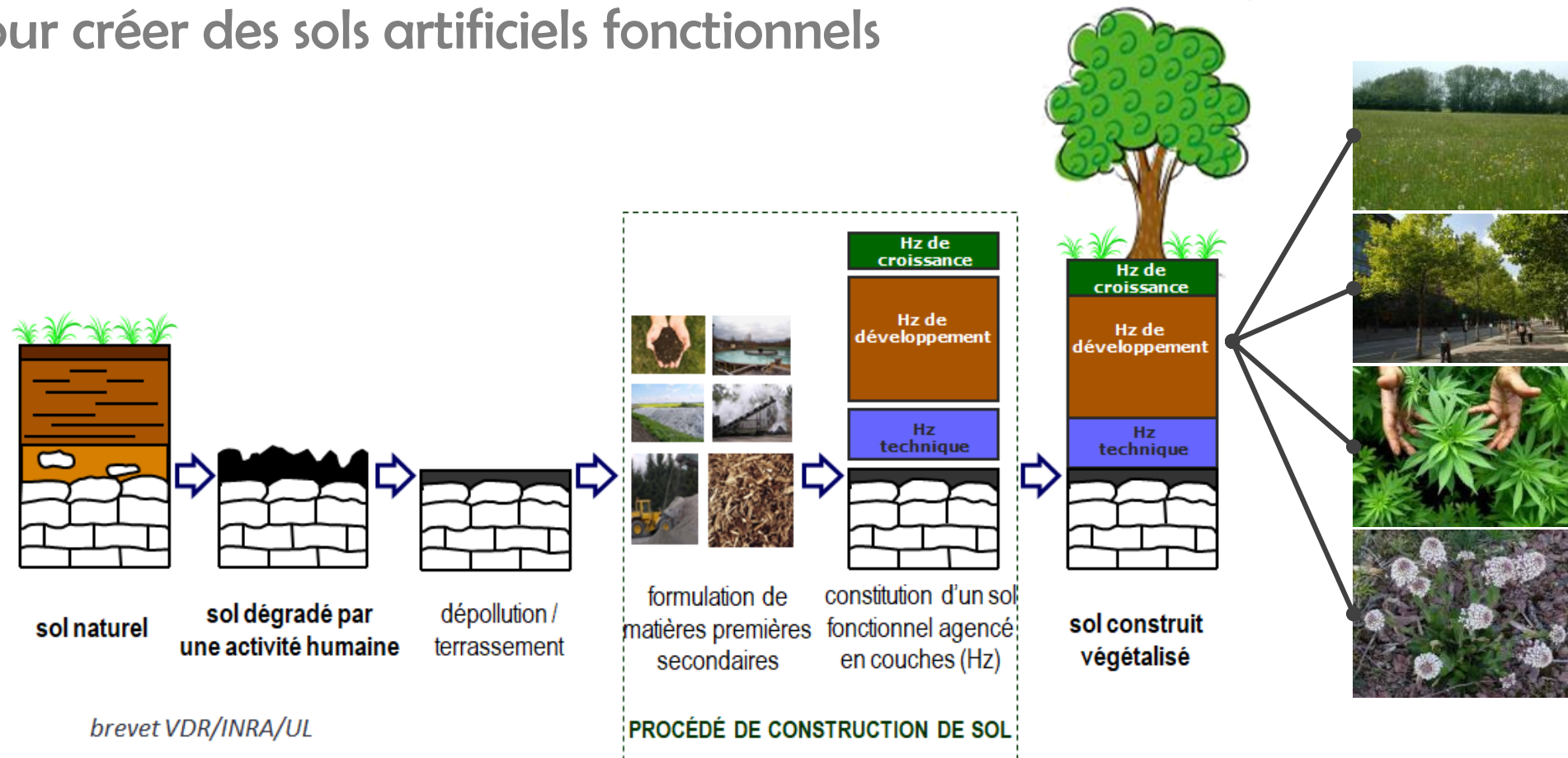
Economie circulaire

La construction d'un sol

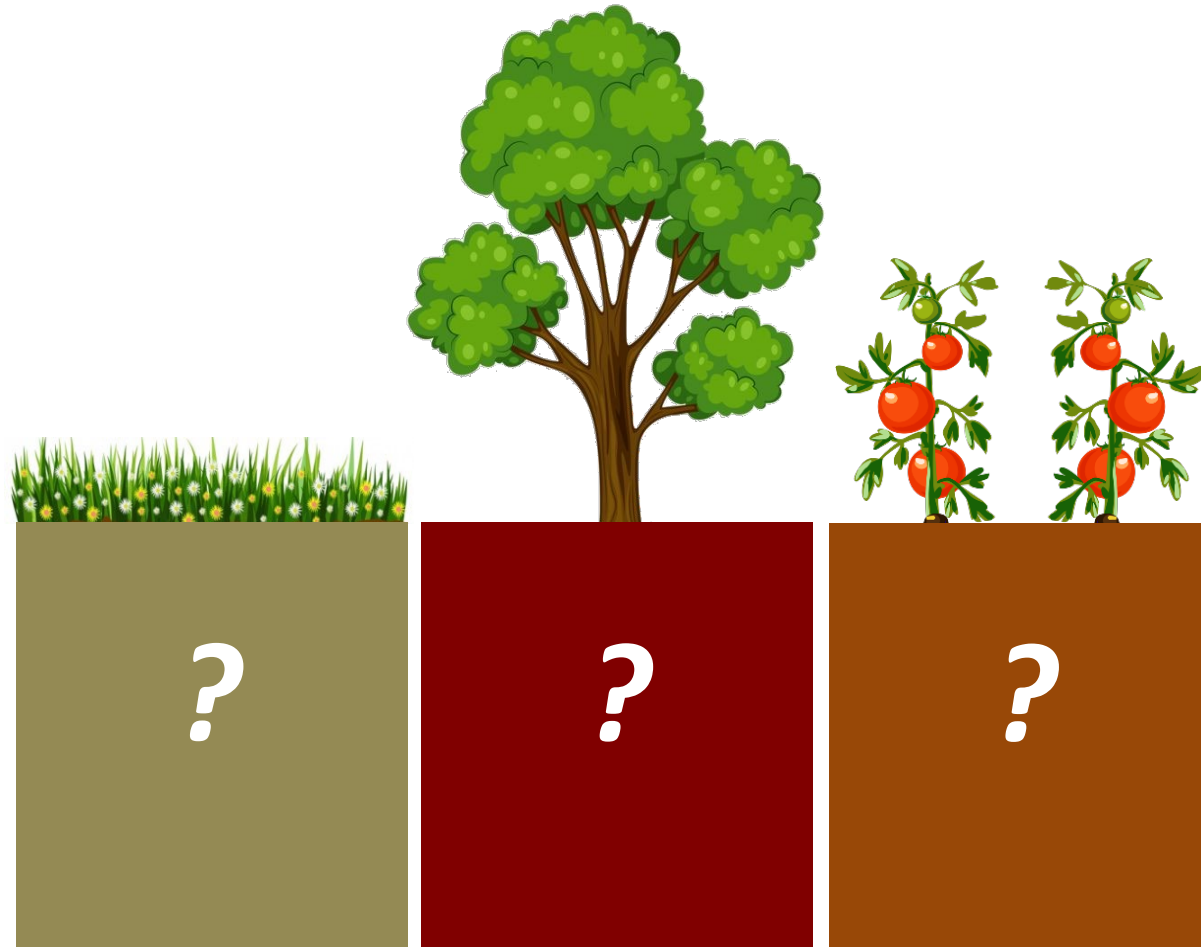


Génie pédologique - construction de sol

- S'inspirer de l'organisation et du fonctionnement des sols naturels pour créer des sols artificiels fonctionnels

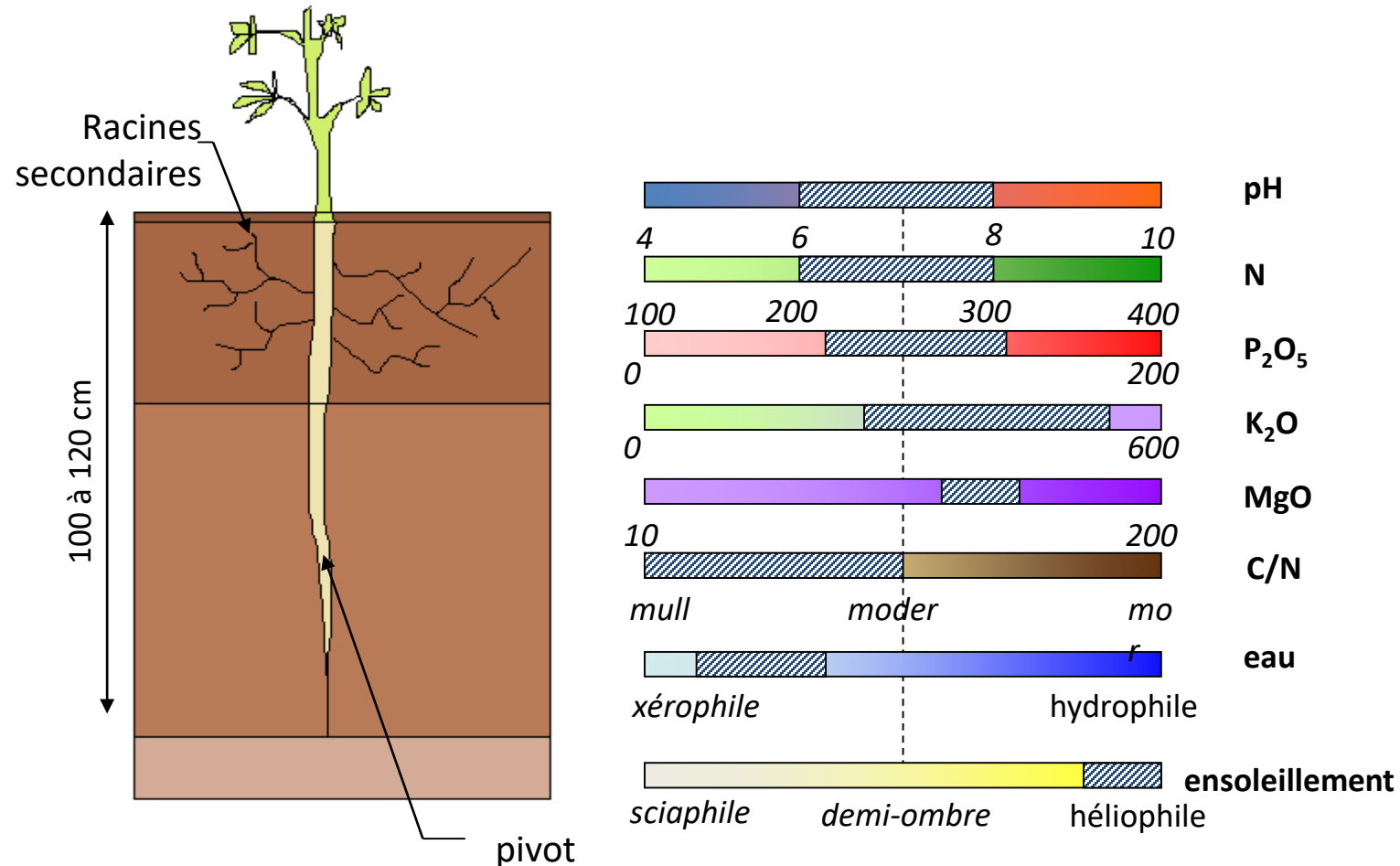


Un sol idéal pour un usage donné



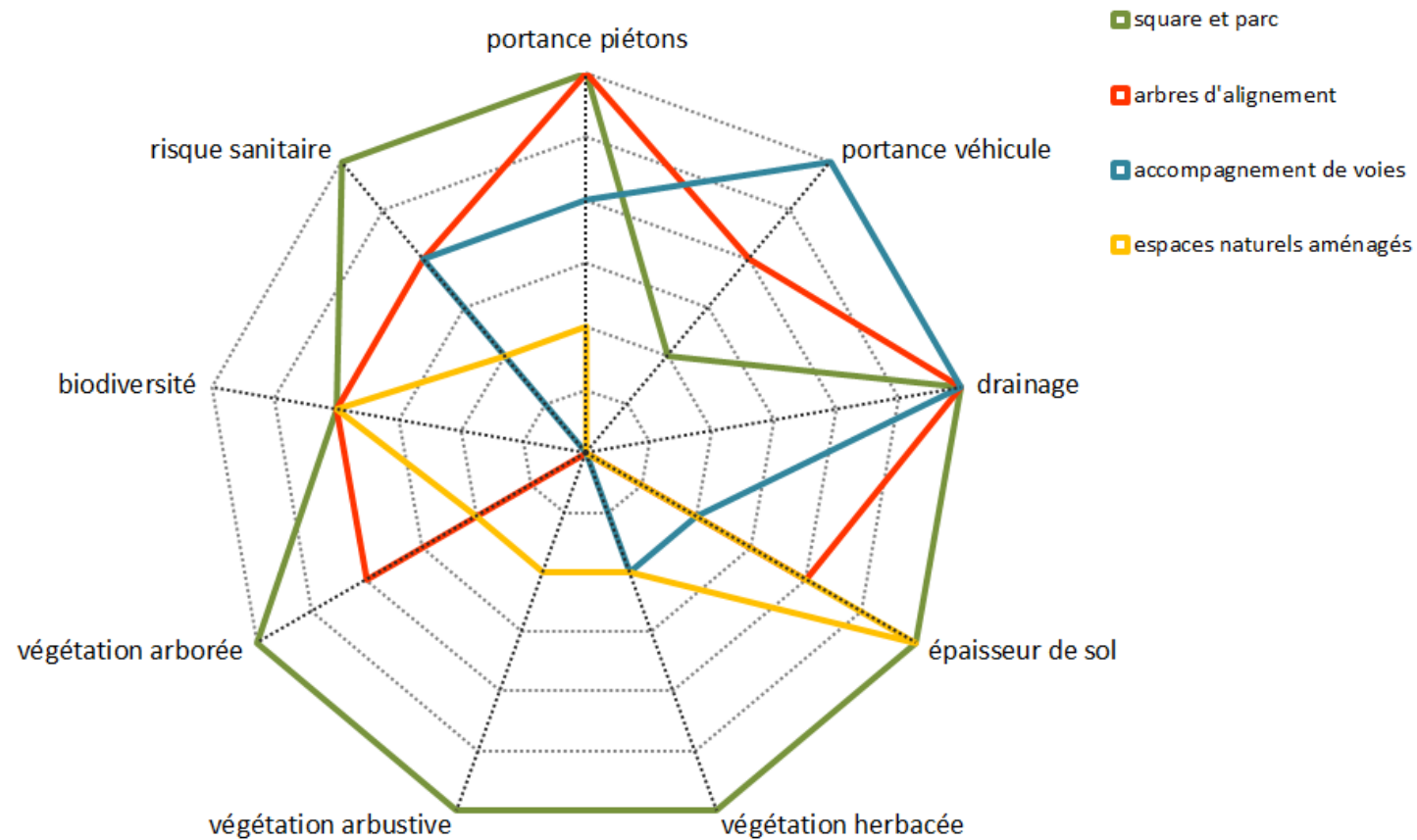
Un sol idéal pour un usage donné

- Adapter les propriétés des sols au végétal

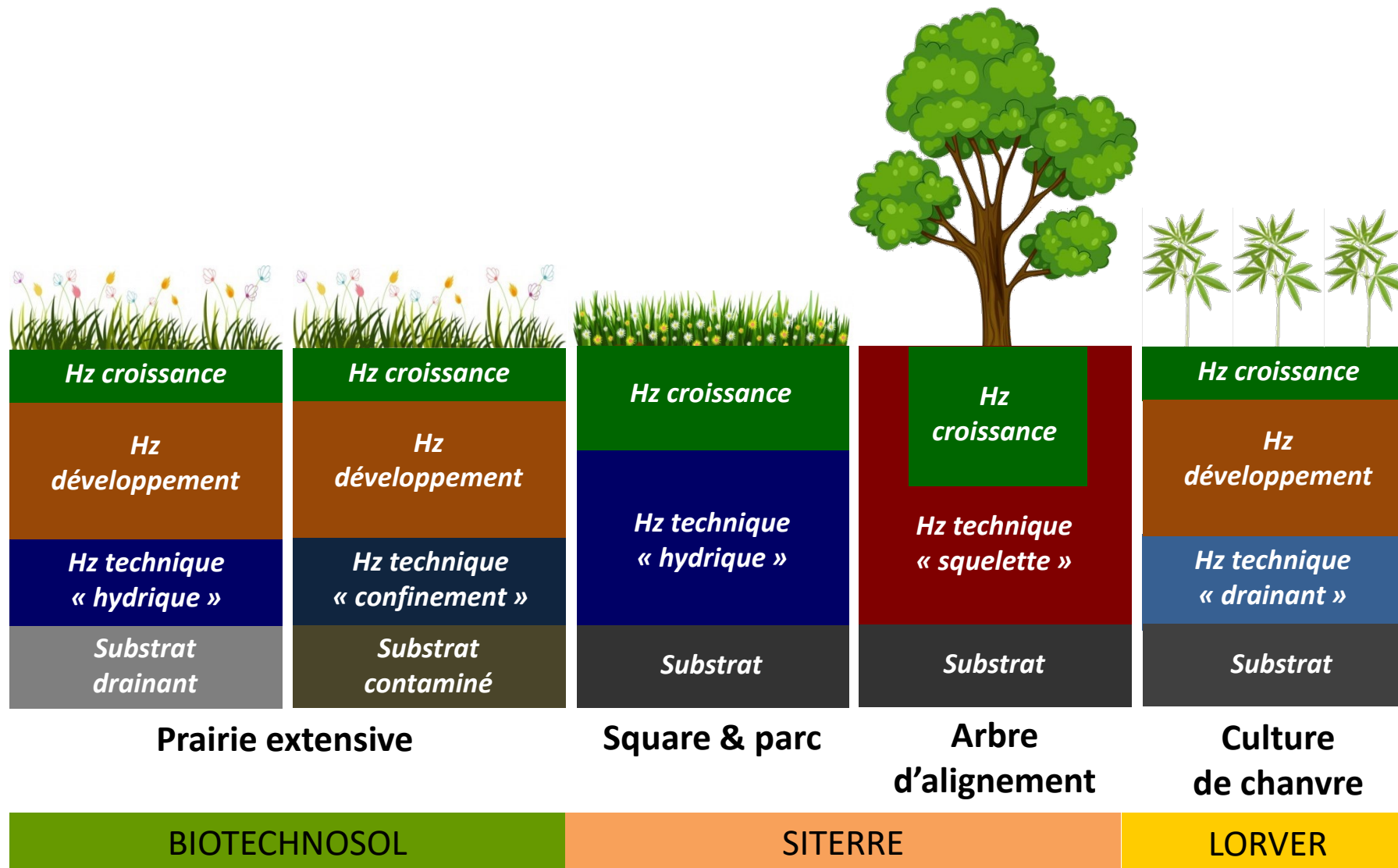


Un sol idéal pour un usage donné

- Adapter les propriétés des sols au végétal
- Adapter les niveaux de fonctions aux usages des sols



Un sol idéal pour un usage donné



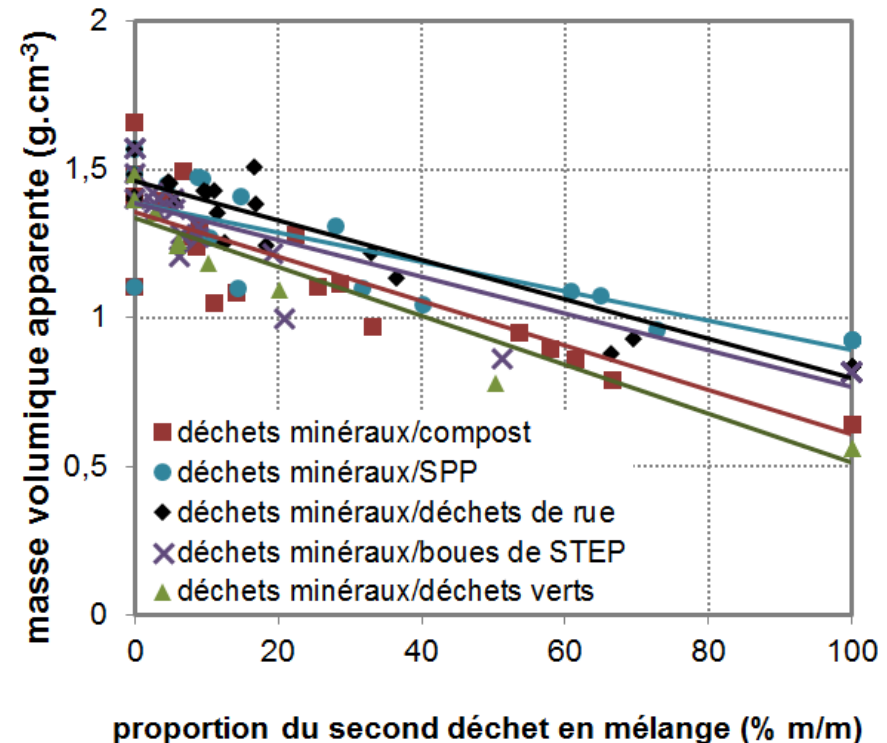
Identification des gisements de sous-produits

- Sélectionner des déchets et sous-produits pertinents (toxicité, état, fertilité, disponibilité, éloignement)



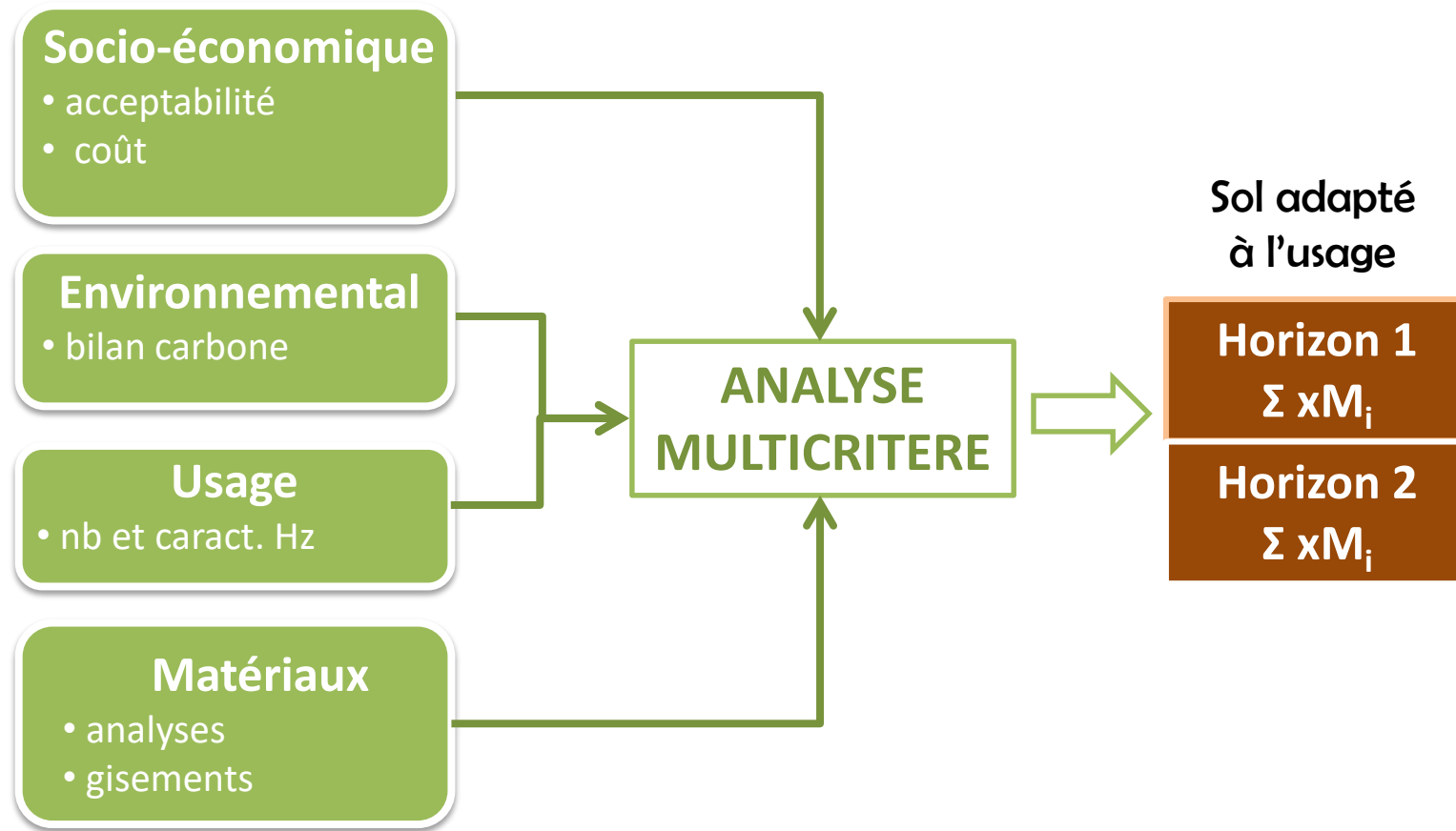
Formulation des sous-produits

- Pour se rapprocher des sols optimaux / usage attendu :
 - Trouver les solutions techniques de préparation / mélange
 - Prévoir les propriétés des mélanges



Prise en compte de multiples critères pour trouver une solution optimale

- Le poids des différents critères peut varier d'un projet à l'autre



Les fonctions écosystémiques assurées par des sols construits

PROVISIONING

products obtained from nature, such as food and timber



REGULATING

services provided by nature that regulate our environment, such as water and air cleaning services



CULTURAL

non material benefits provided by nature which enrich lives such as recreation, learning and tranquillity



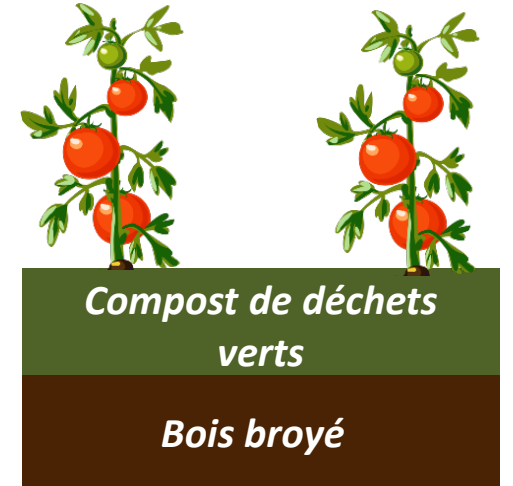
Recyclage de déchets et sous-produits (1/2)

- 2 parcelles de sols construits pour une surface de 2,5 ha – *Lorver*:
 - 17 000 t (6 800 t.ha⁻¹) de terres bioremédiées
 - 10 500 t (4 200 t.ha⁻¹) de boue de papeterie
 - 3 200 t (1 280 t.ha⁻¹) de sédiments de dragage
 - 400 t (160 t.ha⁻¹) de compost de boue urbaine



Recyclage de déchets et sous-produits (2/2)

- Création de bacs de culture avec des substrats construits
 - 260 L.m⁻² (650 t.ha⁻¹) de compost de déchets verts
 - 150 L.m⁻² (375 t.ha⁻¹) de bois broyé
 - Apports réguliers tous les 2 ans !!!



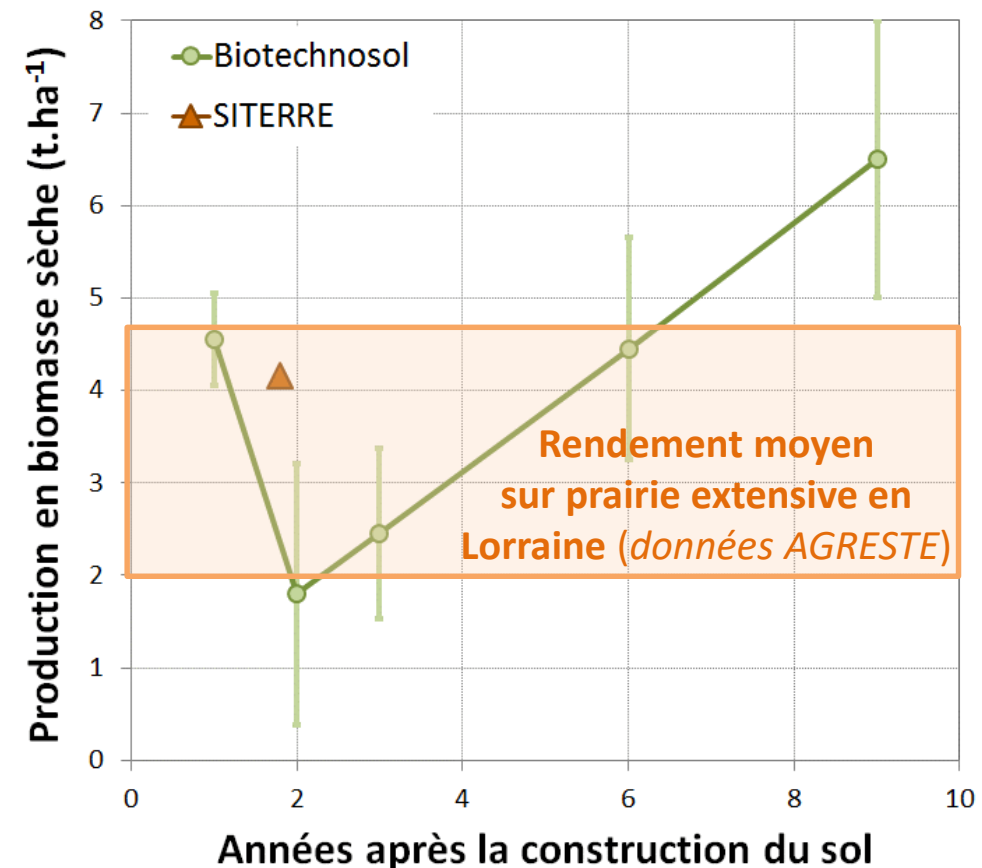
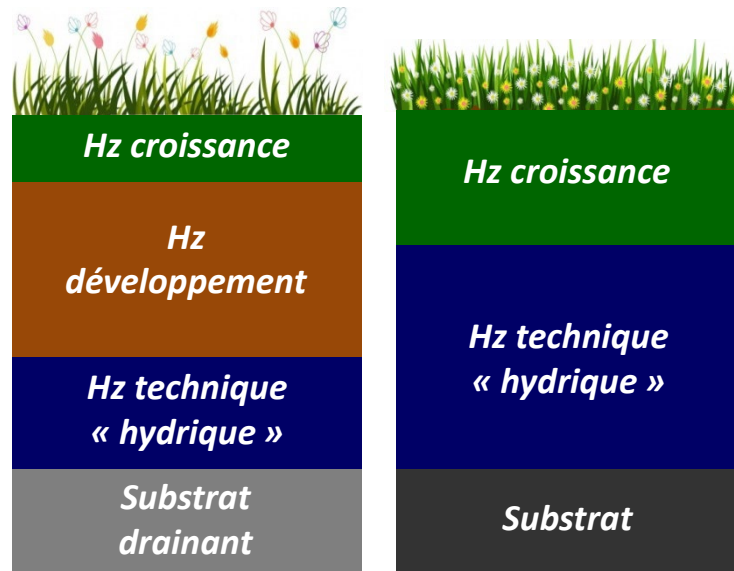
Développement de la végétation (1/3)

- Revégétalisation d'une friche péri-urbaine



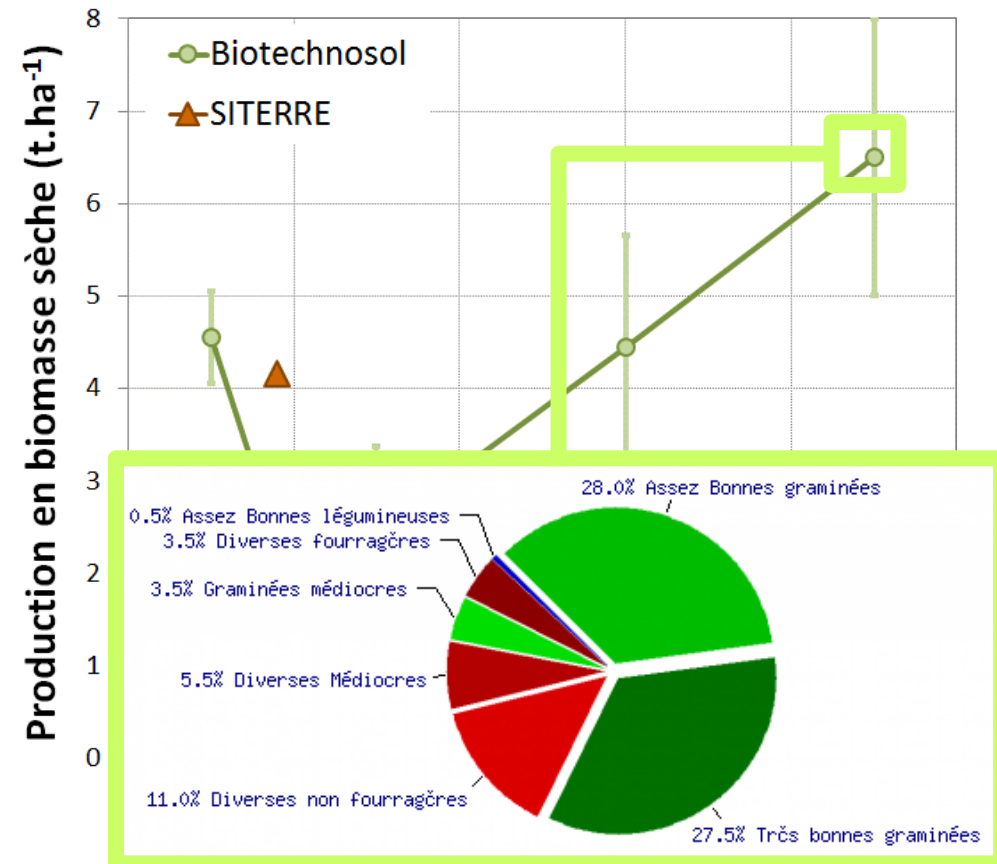
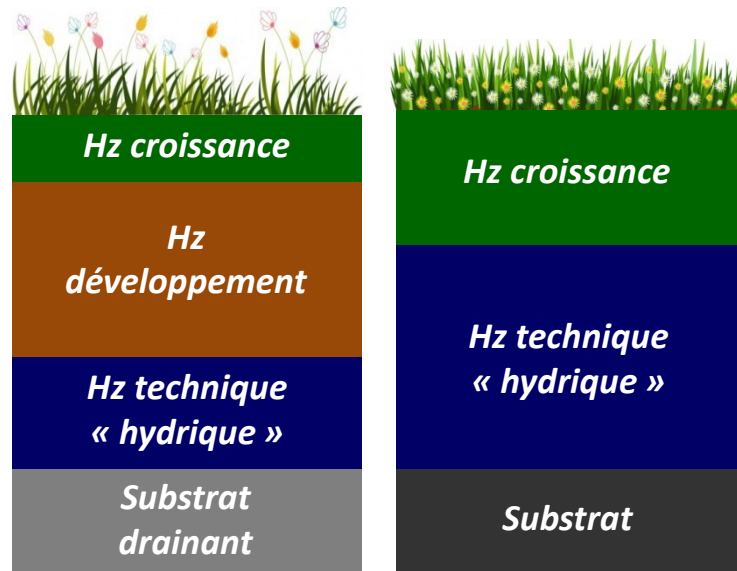
Développement de la végétation (2/3)

- Des rendements comparables à des analogues naturels prairie



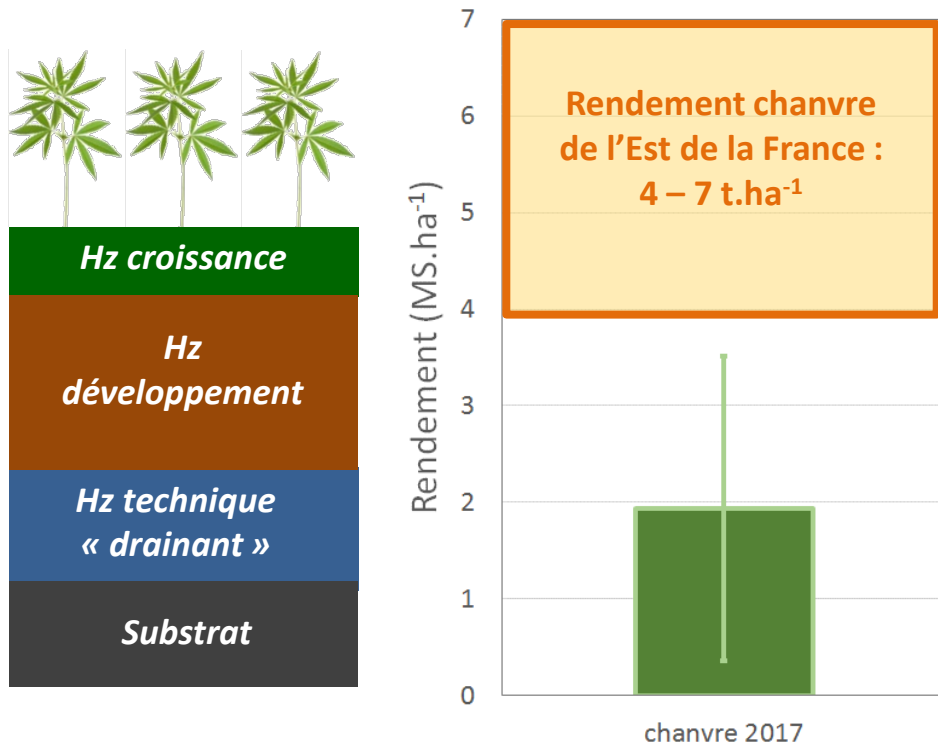
Développement de la végétation (2/3)

- Des rendements comparables à des analogues naturels prairie
- Avec une forte diversité végétale



Développement de la végétation (2/3)

- Des rendements comparables à des analogues naturels prairie
- Avec une forte diversité végétale
- Un développement contrasté du chanvre - *Lorver*



Développement de la végétation (3/3)

- Production potagère sur sols construits (*Agrotechnosol*) et bacs potagers sur toits
- Rendements obtenus légèrement inférieurs à ceux en maraîchage biologique
- Teneurs en contaminants compatibles avec la consommation humaine

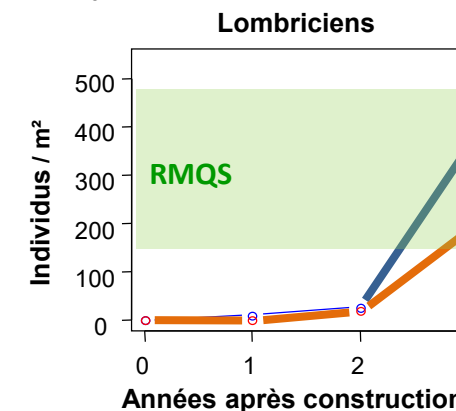
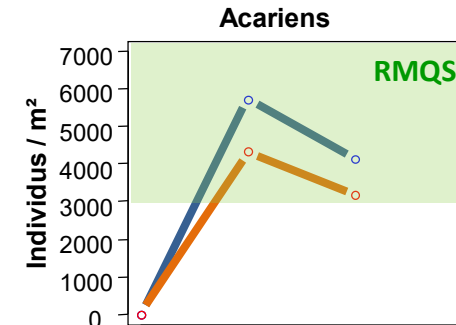
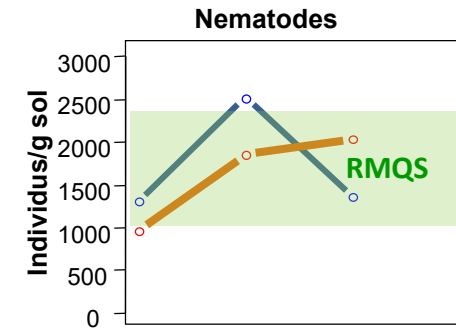
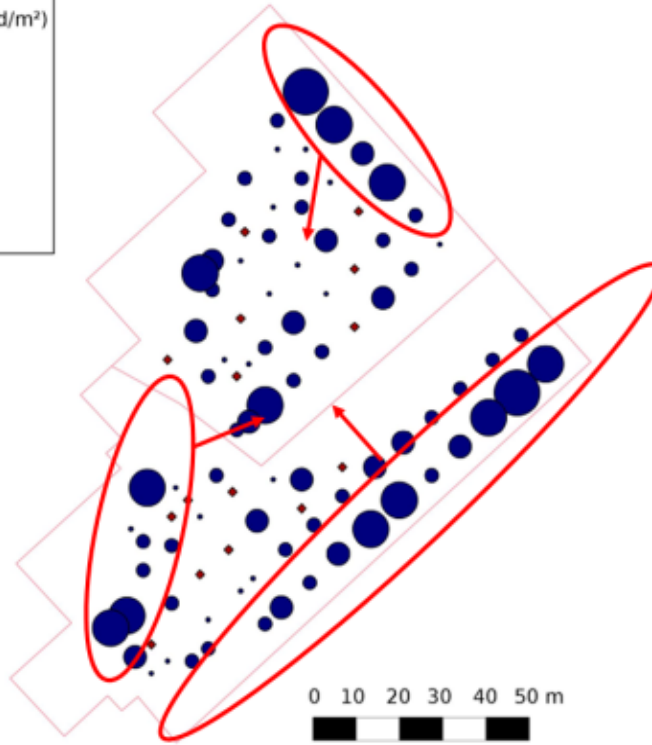
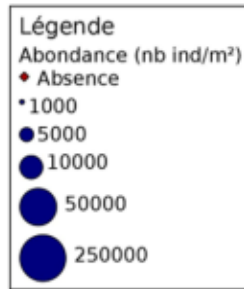


Habitat pour la biodiversité (1/2)

- Colonisation spontanée, variable et centripète de Technosols construits

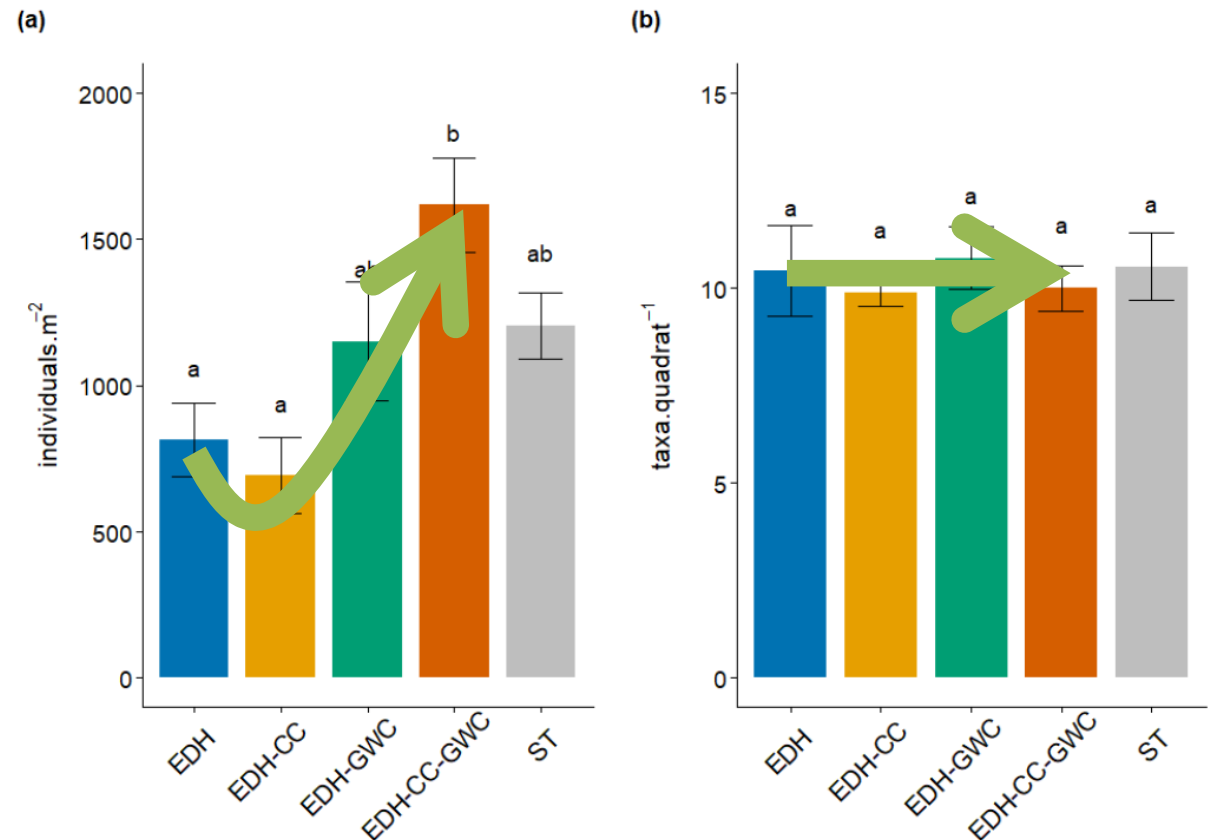


Abondance des collemboles
hémi-édaphiques



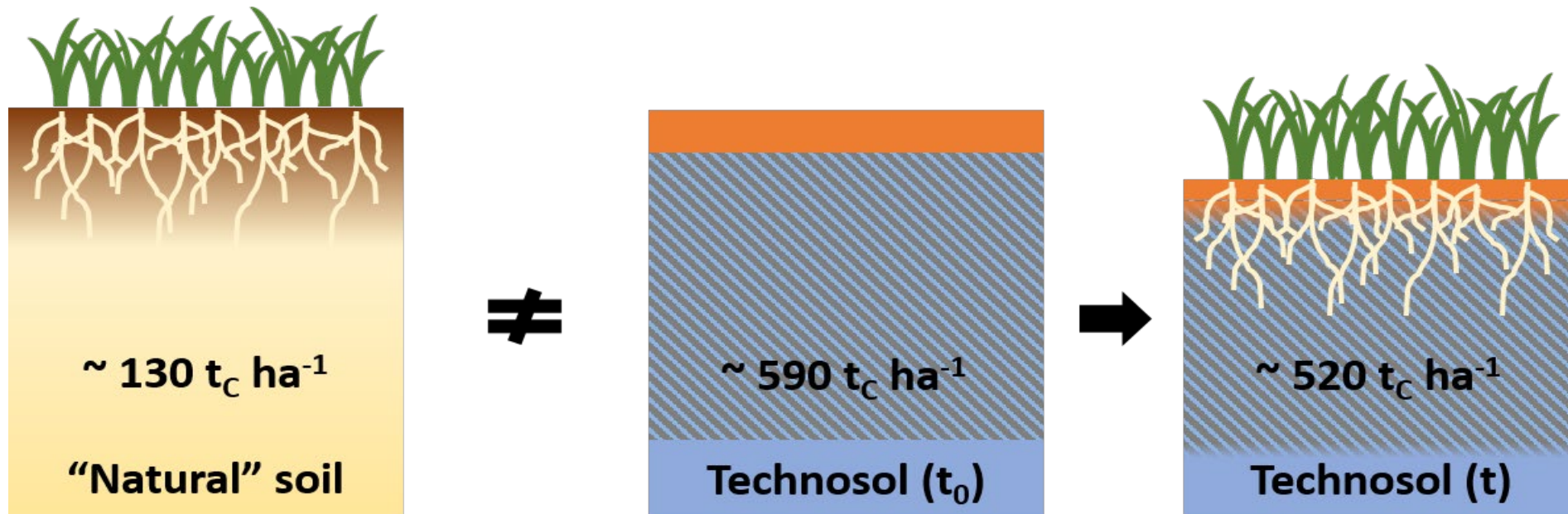
Habitat pour la biodiversité (2/2)

- Effets de l'apport de béton concassé (CC) et de compost (GWC) sur la diversité et l'abondance de la macrofaune du sol



Stockage de carbone

- Stock $C_{org} >$ analogue naturel sous prairie



Conclusion



Construire des sols à façon

- Un sol construit est capable d'assurer des services écosystémiques de manière comparable à un sol naturel
- Des solutions potentiellement économiquement avantageuses
- Une contribution aux enjeux environnementaux spécifiques des milieux urbains
- Une approche nouvelle – au moment de la conception du sol – de la fertilité => agronomie urbaine

Créer des sols fertiles

Du déchet à la végétalisation urbaine

Coordonné par
Olivier Damas
et Anaïs Coulon

Préface de Nicolas Hulot et Claire Chenu

EDITIONS
LE MONITEUR

Soils within Cities

Global approaches to their sustainable management

Editors: M.J. Levin, K.-H.J. Kim, J.L. Morel, W. Burghardt,
P. Charzyński, R.K. Shaw

IUSS Working Group SUITMA

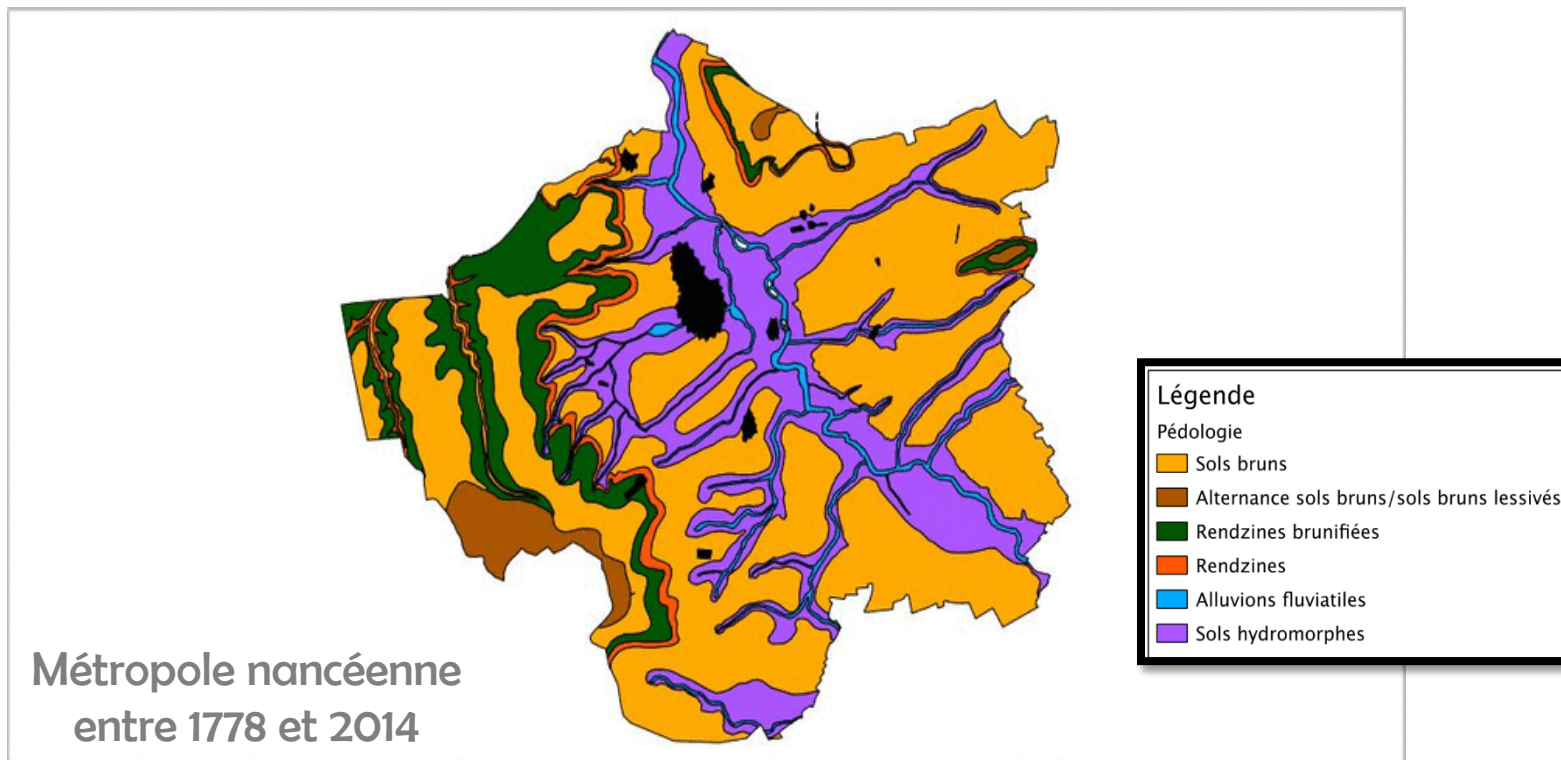


C CATENA

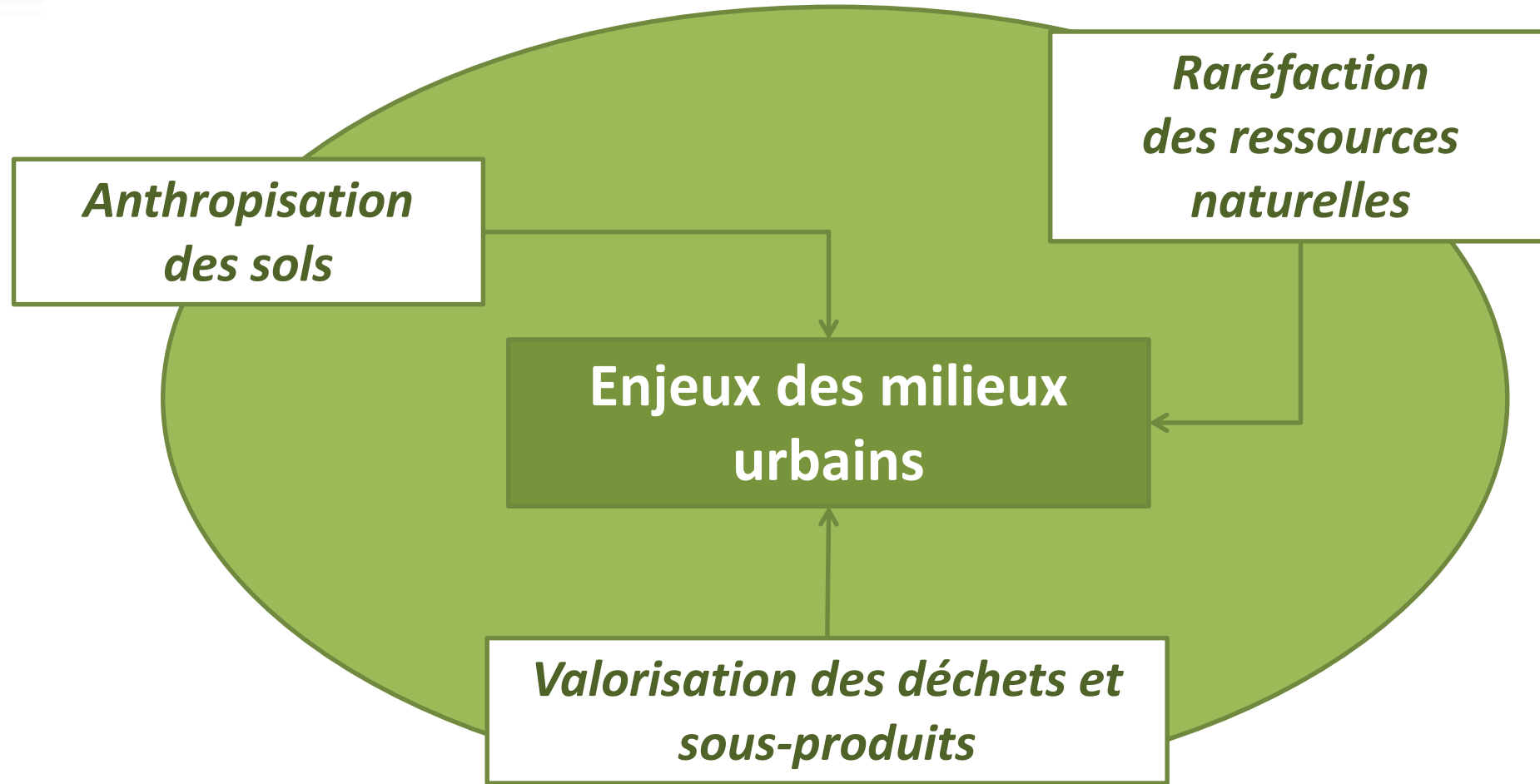


Etalement urbain

- 80% de la population française vit en milieu urbain
- Artificialisation des sols en France : 16000 à 61000 ha.an⁻¹ (87000 terrains de foot)

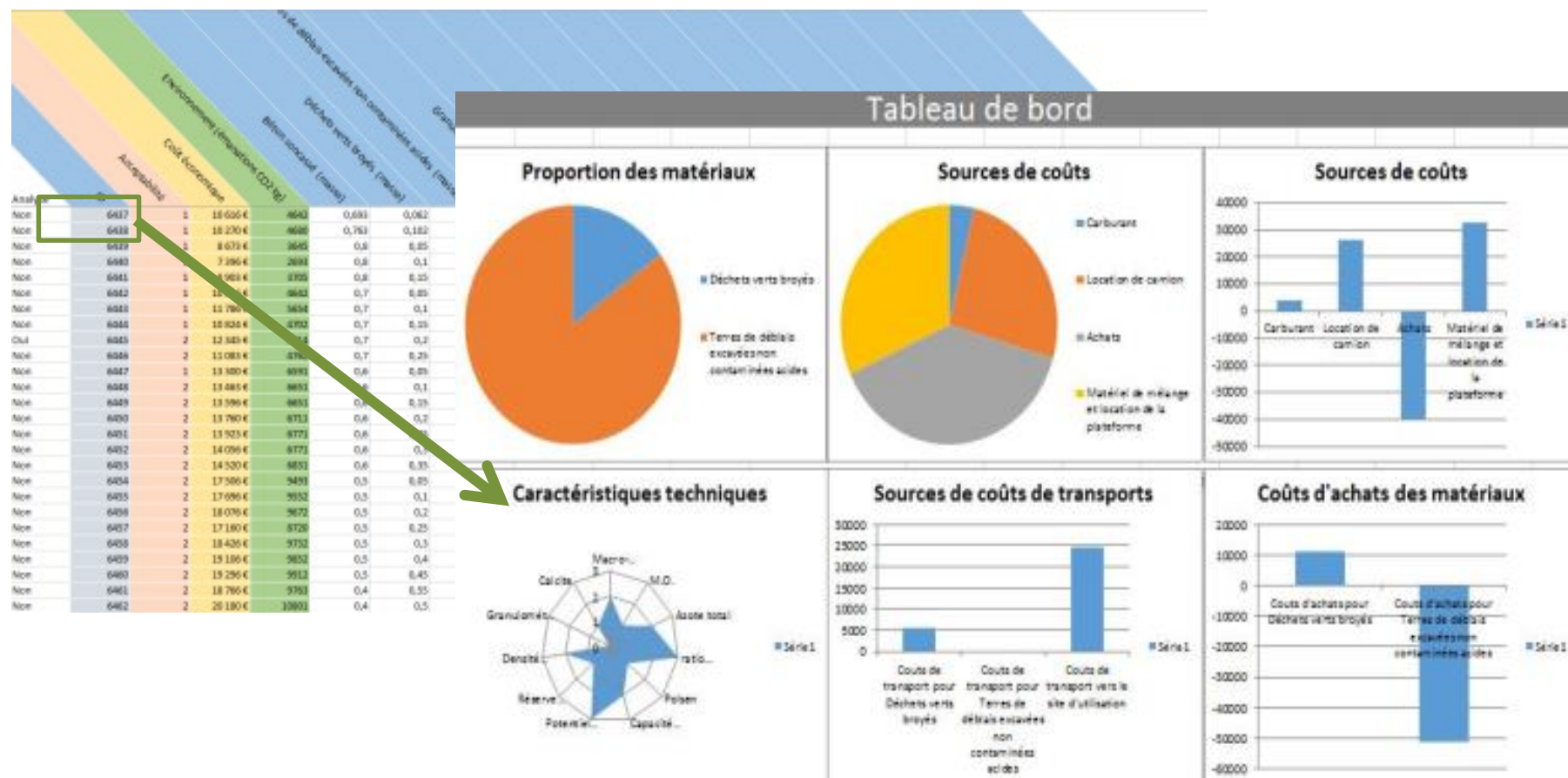


Questionnement



Version bêta d'un outil d'aide à la décision Siterre

- Proposer une liste hiérarchisée de mélanges de matériaux



Un sol idéal pour un usage donné

- Adapter les propriétés des sols au végétal
- Adapter les niveaux de fonctions aux usages des sols
- Définir les valeurs optimales des propriétés des sols

	source	unité	Note	gammas de valeurs	interprétation
CEC	Martin et Nolin, 1991	méq.100g ⁻¹	0	< 12	faible
			1	12 à 25	modéré
			2	25 à 40	élevé
			3	> 40	très élevé
P Olsen		g.kg ⁻¹	0	< 0,04	faible
			1	0,04 à 0,08	modéré
			2	0,08 à 0,12	élevé
			3	> 0,12	très élevé
C/N		-	0	< 6 ou > 15	défavorable
			1	6 à 8 ou 12 à 15	peu favorable
			2	10 à 12	assez élevé
			3	8 à 10	optimal
M.O.	Rémy & Martin-Lafleche, 1974	g.kg ⁻¹	0	< 10	très faible
			1	10 à 40	faible
			2	> 100	élevé
			3	40 à 100	optimal
N _{total}		g.kg ⁻¹	0	< 2	très faible
			1	2 à 10	faible
			2	> 20	élevé
			3	10 à 20	optimal
pH	NF ISO 10390, Référentiel Pédologique Français	-	0	< 5,5 - > 8,5	défavorable
			1	5,5 à 6,5	à risque
			2	7,5 à 8,5	peu favorable
			3	6,5 à 7,5	optimal
CaCO ₃	NF ISO 10693	g.kg ⁻¹	0	> 500	défavorable
			1	250 à 500	à risque
			2	< 10 ou 50 à 250	peu favorable
			3	10 à 50	optimal

