

La biodiversité des sols : emploi des bioindicateurs dans l'évaluation de la qualité des sols et de la reprise écologique des Technosols



Sol &co

**Start-up sur la qualité
des sols urbains**

2 avenue de la Forêt de Haye
54500 Vandœuvre-lès-Nancy
contact@sol-et-co.com

Quentin Vincent

*Docteur en écologie et écotoxicologie des sols
Directeur scientifique et technique
et Co-fondateur de Sol &co*

Brownfield Academy –
Friches & résilience de nos sociétés :
16 & 17 novembre 2021 Charleroi, Belgique



Anne Blanchart

Présidente

Docteure en sciences
agronomiques
et urbanisme



Quentin Vincent

Directeur Scientifique
et Technique

Docteur en sciences
agronomiques et écotoxicologie
des sols



Loic Joder

Chargé de projet

Agronome et pédologue



Apolline Auclerc

Consultante scientifique

Docteure en sciences
agronomiques



Jean Noël Consalès

Consultant scientifique

Docteur en urbanisme



Christophe Schwartz

Consultant scientifique

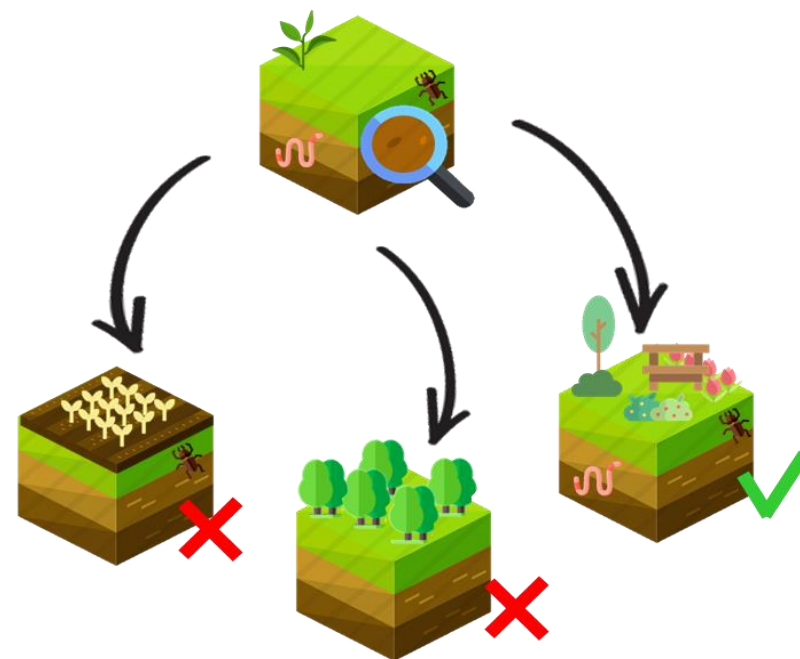
Docteur en sciences
agronomiques

5 docteurs co-fondateurs



Start-up issue de la recherche, spécialisée en **sciences du sol** et en **urbanisme** qui accompagne les aménageurs dans l'étude, la préservation et l'optimisation des **caractéristiques pédologiques, agronomiques et biologiques** des sols anthropisés.

Notre objectif :
Mettre le bon usage sur le bon sol





Diagnostic pédologique



Diagnostic agronomique



Diagnostic biologique



Ouverture
de fosses pédo.



Sondages
pédologiques

RESULTATS DES ANALYSES						
PARAMETRE ANALYSE	RESULTAT	UNITE	Interprétations et commentaires			
ANALYSES PHYSIQUES ET DE CONSTITUTION DU SOL			FAIBLE	MOYEN	ELEVE	
Capacité d'échange cationique CEC	NP ISO 10528	14,2	cmol(+) / kg			
Matières organiques (C à 1,72)	Calcul	2,32	%			
Argiles (2 à 2 µm)		25,6	%	Texture du sol : Limon argileux		
Limons fins (2 à 20 µm)		38,6	%			
Limons grossiers (20 à 50 µm)	NP ISO 10527	27,7	%			
Sables fins (50 à 200 µm)		4,4	%			
Sables grossiers (200 à 2000 µm)		3,7	%			
Carbonates/calcaire total (CaCO3total)	NP ISO 105895	1,0	%			
Indice de battance (IB)	Calcul	1,4	°C			
Carbone organique (COT)	NP ISO 10242	1,35	%			
Azote total Kjeldahl (NtK)	NP ISO 10243	0,14	%			
Rapport C/N	Calcul	9,6			C/N favorable.	
ANALYSES CHIMIQUES/FERTILITE CHIMIQUE DU SOL			INSUFFISANT	SATISFAISANT	ELEVE	
pH eau	NP ISO 10528	8,1				
Taux de saturation total (somme cat. acide/CEC)	Calcul	155,0	%			
Phosphore assimilable P _o (H ₂ O)ex	NP ISO 10224	0,028	g/kg (N)			
Potasse échangeable K ₂ O ex		0,212	g/kg (N)			
Magnésium échangeable MgO ex		1,017	g/kg (N)			
Chaux échangeable CaO ex	NP ISO 10528	4,59	g/kg (N)			
Oxyde de sodium échangeable Na ₂ O ex		0,032	g/kg (N)			
Rapport Mg/Ca, O	Calcul	4,81				
Volume biodisponible (et rapport Cu/MD)	NP ISO 10528					

Analyses de la fertilité du sol



Vers de terre



Macrofaune
épigée



Micro-
organismes

QUALITE DES SOLS

RECOMMANDATIONS

LES SOLS URBAINS

Mieux les connaître pour mieux les préserver



Il est nécessaire de réaliser un diagnostic physique, chimique et biologique sur les premiers centimètres des sols urbains pour mieux les connaître, les protéger et optimiser les bienfaits qu'ils fournissent



A large, faint, grey ampersand symbol is positioned on the left side of the slide, partially behind the main text.

1. La biodiversité des sols, c'est quoi ?

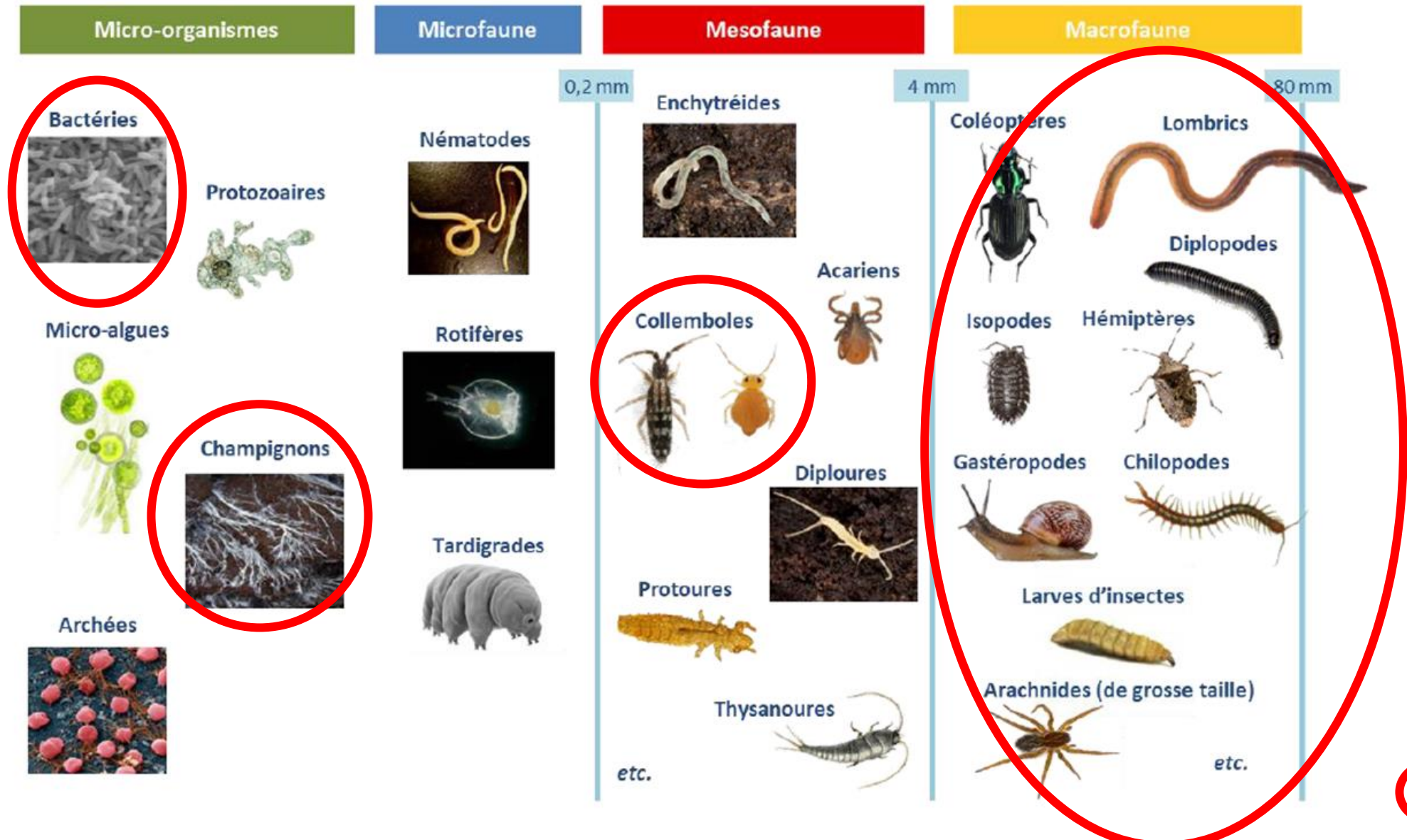
Quelques chiffres clés

La biodiversité dans les sols = 10 à 100 fois supérieure à celle observée au-dessus du sol :

LES SOLS HÉBERGENT UN QUART DE LA BIODIVERSITÉ DE NOTRE PLANÈTE

Les sols constituent l'un des écosystèmes les plus complexes de la nature: ils abritent une myriade d'organismes qui interagissent et contribuent aux cycles mondiaux qui rendent toute vie possible

Classification de la biodiversité des sols

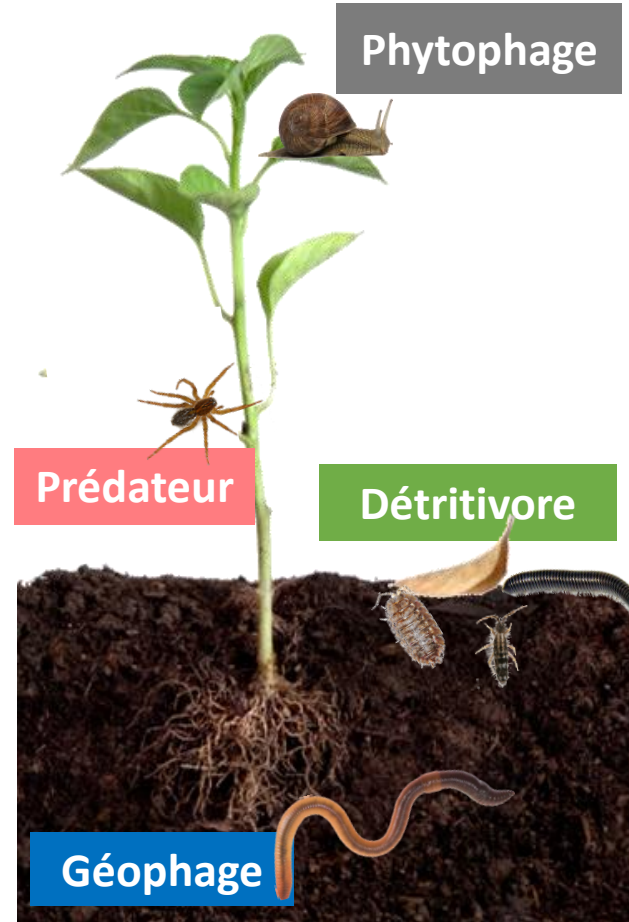


Focus sur quelques groupes

Les collemboles



1. Rôle essentiel dans la **décomposition de la litière** par micro-fragmentation et brassage de la matière organique.
2. **Dissémination des spores** fongiques.
3. Sensibles aux perturbations → **Bioindicateurs**



La macrofaune

Les 3 types de vers



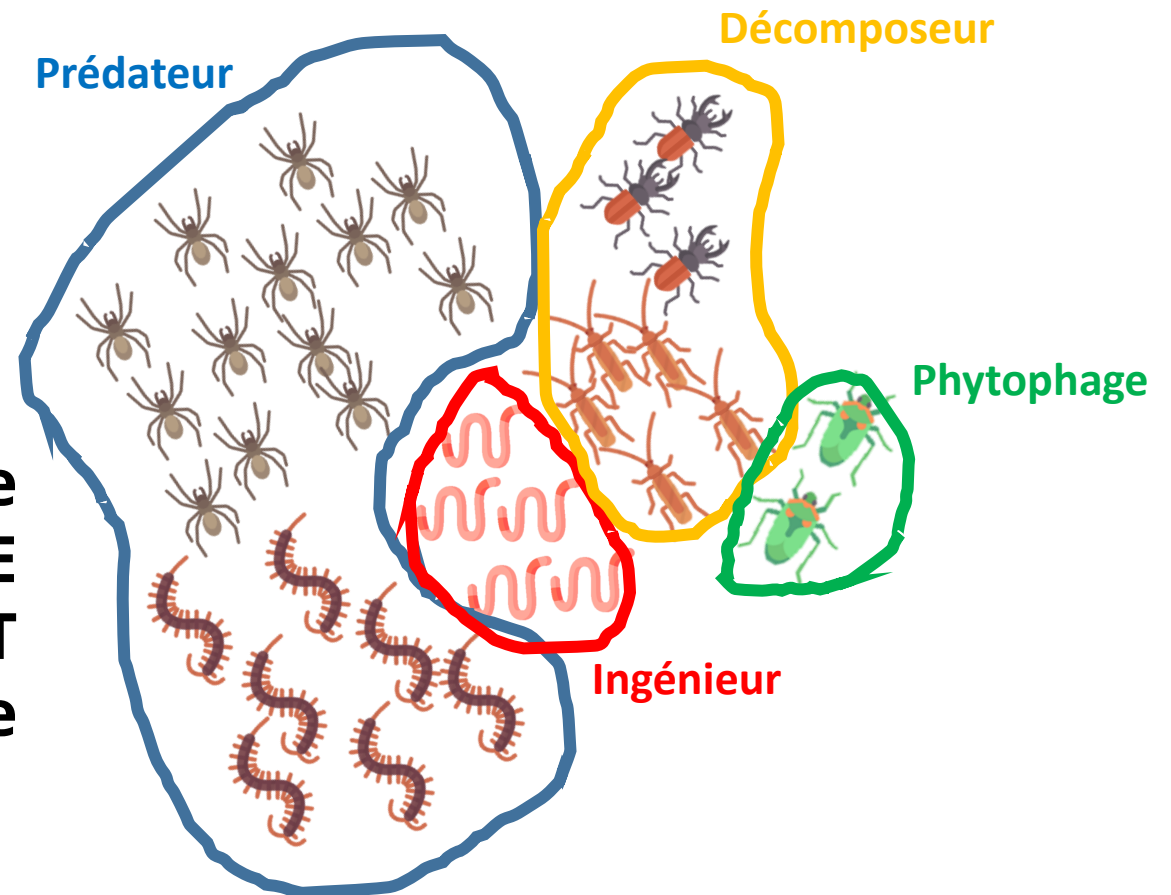
Les lombriciens

Approches taxonomique et fonctionnelle

BIODIVERSITE = Diversité taxonomique (qui est là)
et fonctionnelle (leurs rôles) des diverses formes
de vie qui peuplent la biosphère*



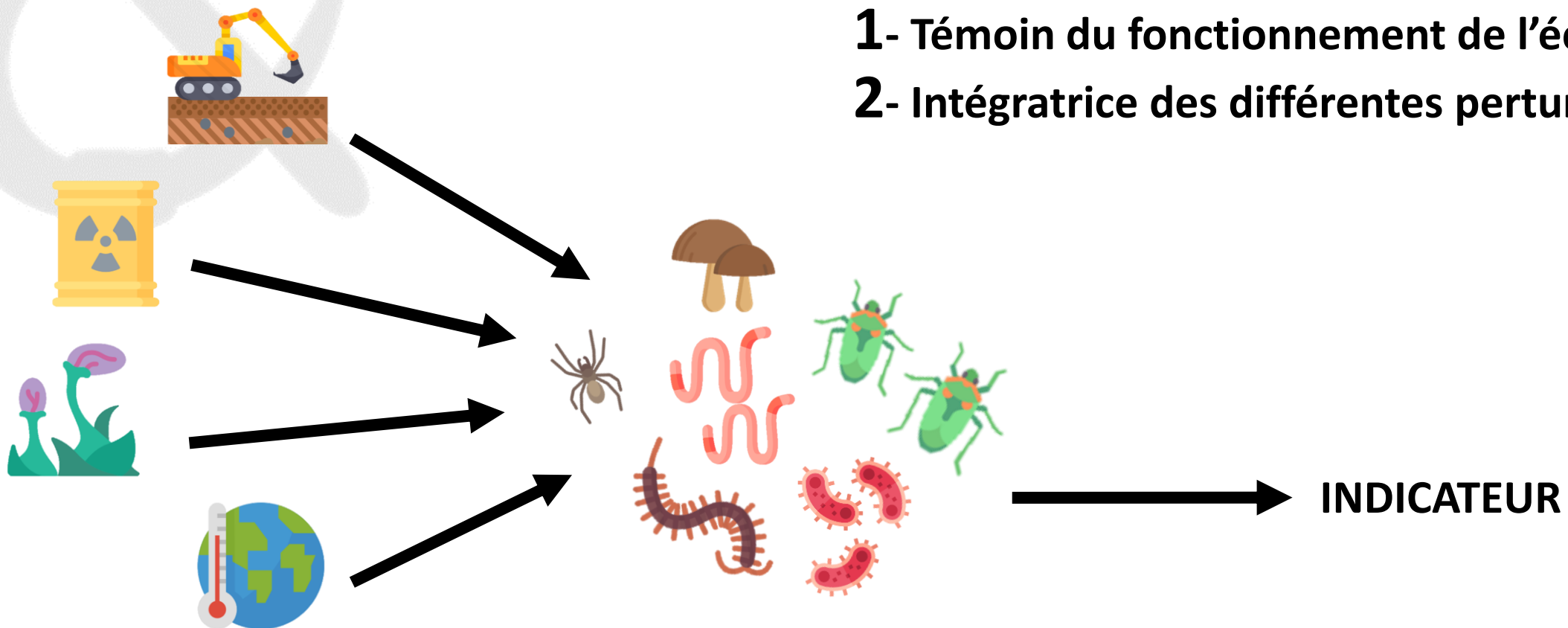
**Liens entre
DIVERSITE TAXONOMIQUE
et FONCTIONNEMENT
de l'écosystème**



2. La biodiversité des sols comme bioindicateur

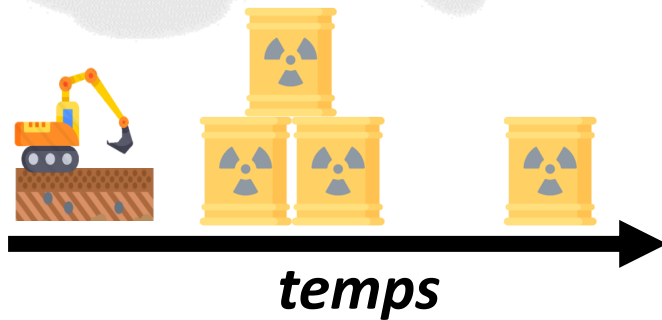
Avantages des bioindicateurs des sols

- 1- Témoin du fonctionnement de l'écosystème
- 2- Intégratrice des différentes perturbations



Avantages des bioindicateurs des sols

- 1- Témoin du fonctionnement de l'écosystème**
- 2- Intégratrice des différentes perturbations**
- 3- Intégratrice des perturbations dans le temps**



→ **INDICATEUR**

3. Exemples de projets prenant en compte les bioindicateurs des sols

Aménagement de parcelles d'un campus laissées en friche

Espaces extérieurs du campus de la Bouloie – Maitrise d'œuvre urbaine

MOE : Altitude 35 – Cap Vert Ingénierie – Sol &co

MOA : Grand Besançon Métropole

OBJECTIF

Construire une charte des sols en prenant en compte la biodiversité des sols dans le réaménagement paysager d'un campus universitaire



QUESTION

La biodiversité des sols en place
est-elle adaptée aux futurs
usages prévus ?
Si non, comment la favoriser ?



Quatre futurs usages:

- Parc de l'observatoire = témoin en gestion extensive
- Plantation de bandes boisées
- Fosses de plantations pour des states arbustives de haies, pour des arbres isolés ou d'alignement
- Prairies

La biodiversité, mesurée par :

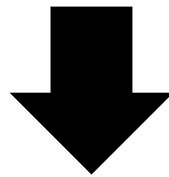
1. La richesse taxonomique



■ Très faible ■ Faible ■ Moyen ■ Elevé ■ Très élevé

Différences statistiques de la richesse des sols selon les usages prévus

Comparaison selon un référentiel de la biodiversité des sols urbains



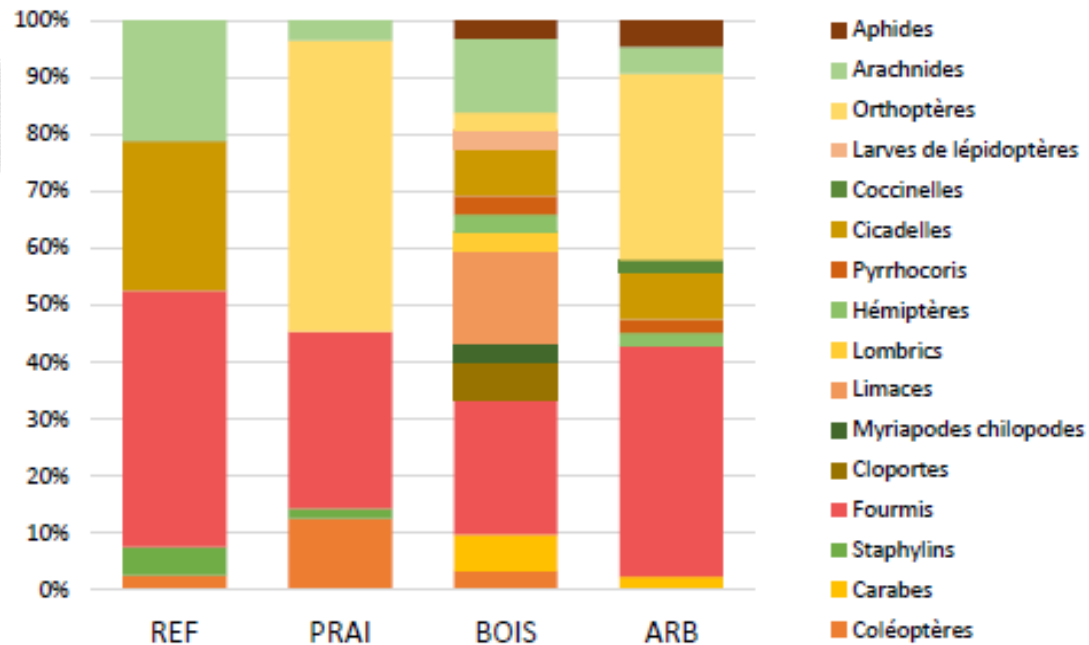
Les usages futurs sont compatibles avec les niveaux de richesse mesurés. La biodiversité dans les prairies est néanmoins faible



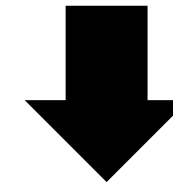
Recommandations

La biodiversité, mesurée par :

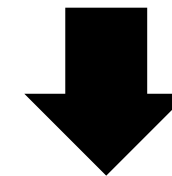
2. La composition des communautés



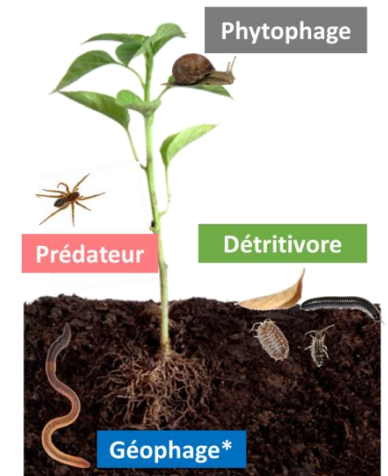
Les communautés sont différentes



Fonctionnement
biologique différent
(étude fonctionnelle)



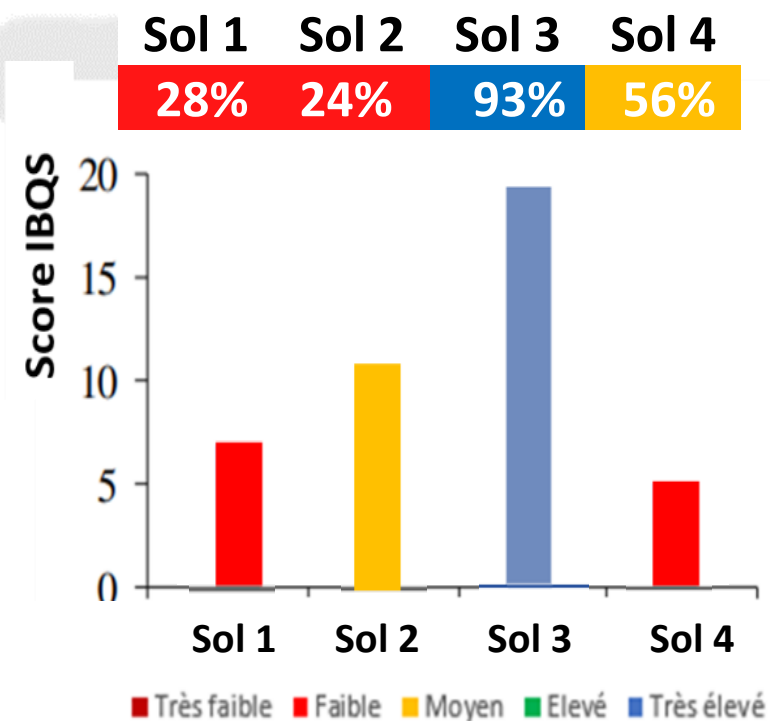
Recommandations pour assurer
un 'bon' fonctionnement
biologique selon les usages futurs



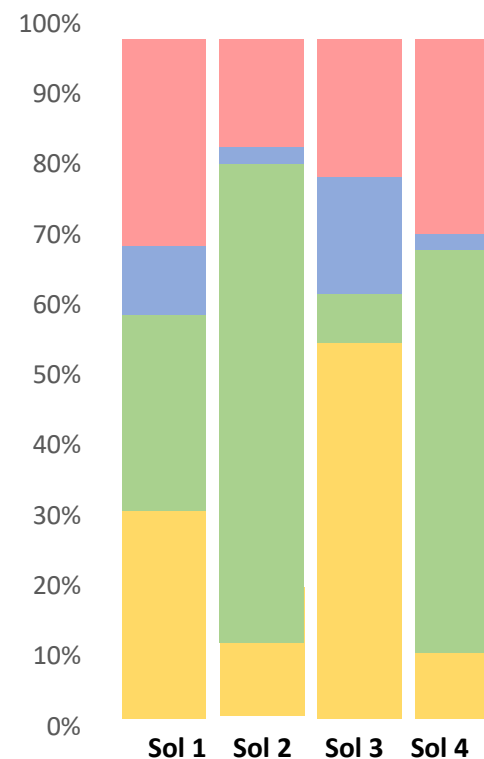
La biodiversité, mesurée par :

3. D'autres indicateurs...

Equitabilité



Composition fonctionnelle



- Régulation des populations
- Brassage de la matière organique
- Ravages de plantes fraîches
- Décomposition

Aménagement d'une parcelle communale laissées en friche

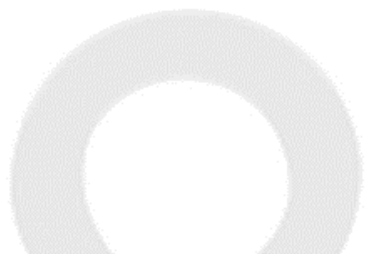
OBJECTIFS

Compléter les inventaires faune et flore réalisés par la commune dans le cadre de l'aménagement urbain

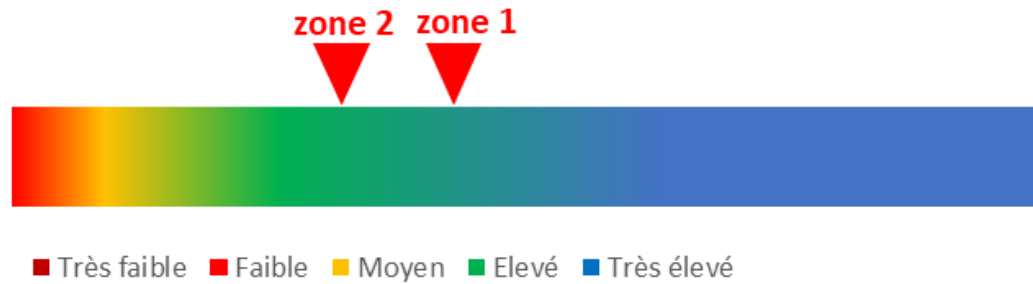
Intérêt de considérer cette parcelle comme zone refuge ?

Espace en pré de fauche dans la vieille ville de Vandoeuvre-lès-Nancy
MOE et MOA : Ville de Vandoeuvre-lès-Nancy

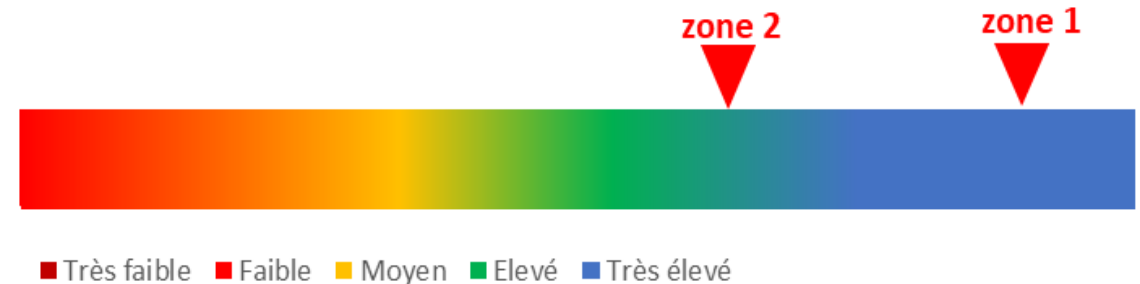




Abondance de la macrofaune



Richesse taxonomique de la macrofaune



Etude à poursuivre :

- Avant aménagement, les abondances et diversité sont plutôt élevées
→ Car cette parcelle est peu exploitée actuellement
- Mesurer de nouveau cette biodiversité après aménagement de la zone refuge pendant plusieurs années
→ Apporter des données scientifiques pour les collectivités
→ Optimiser la protection de la biodiversité des sols

4. La reprise biologique des Technosols

Dans les Technosols construits sur des friches industrielles



Biotechnosol

Parcelles expérimentales (station exp. GISFI)
 Quatre parcelles expérimentales (3,5 ha)



État initial



Construction du sol



Prairie extensive



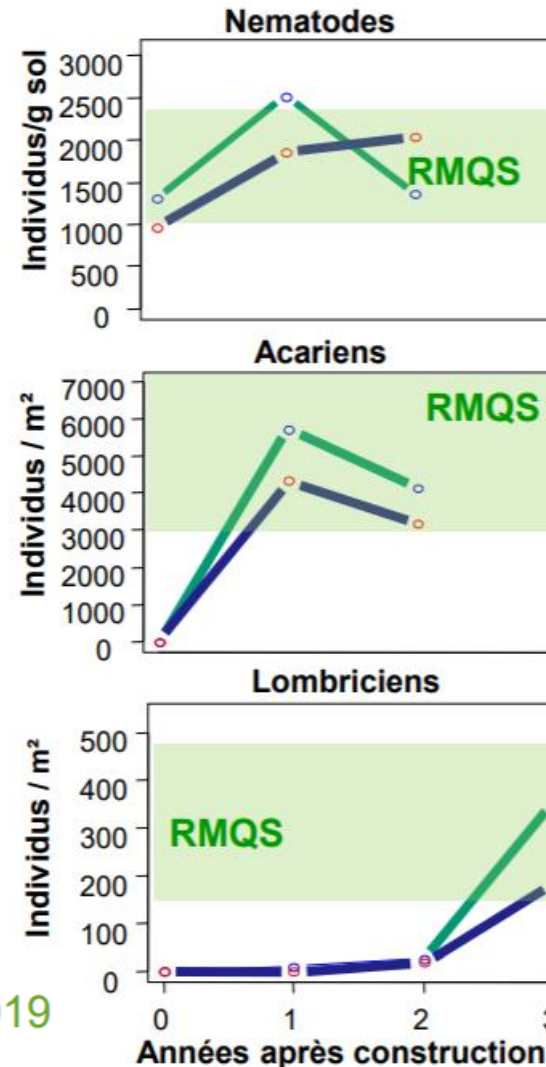
Dans les Technosols construits sur des friches industrielles

Macro et méso-faune du sol

Abondance et diversité analogues à des analogues naturels

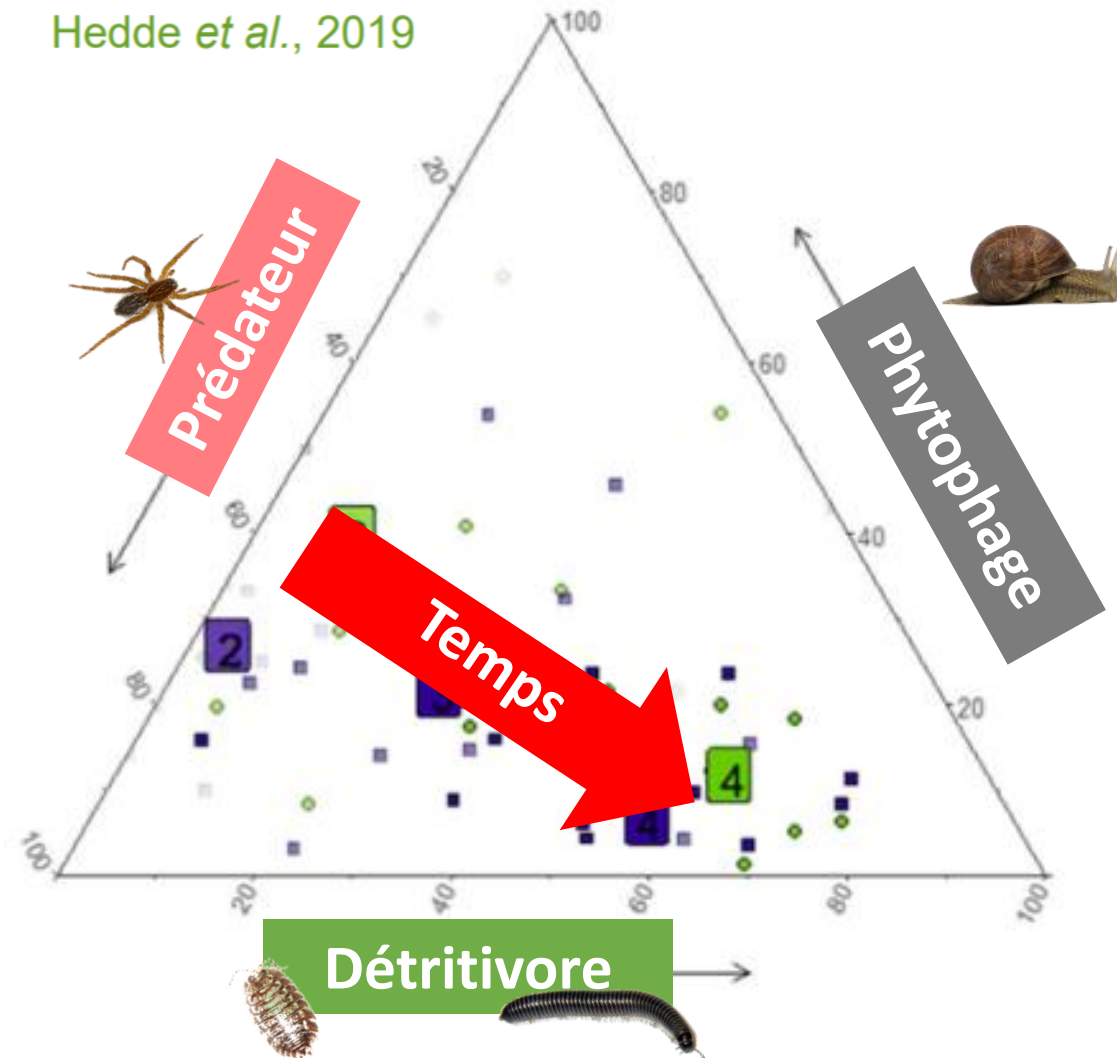
Recolonisation centripète de la faune du sol

Hedde *et al.*, 2019



Dans les Technosols construits sur des friches industrielles

Hedde *et al.*, 2019



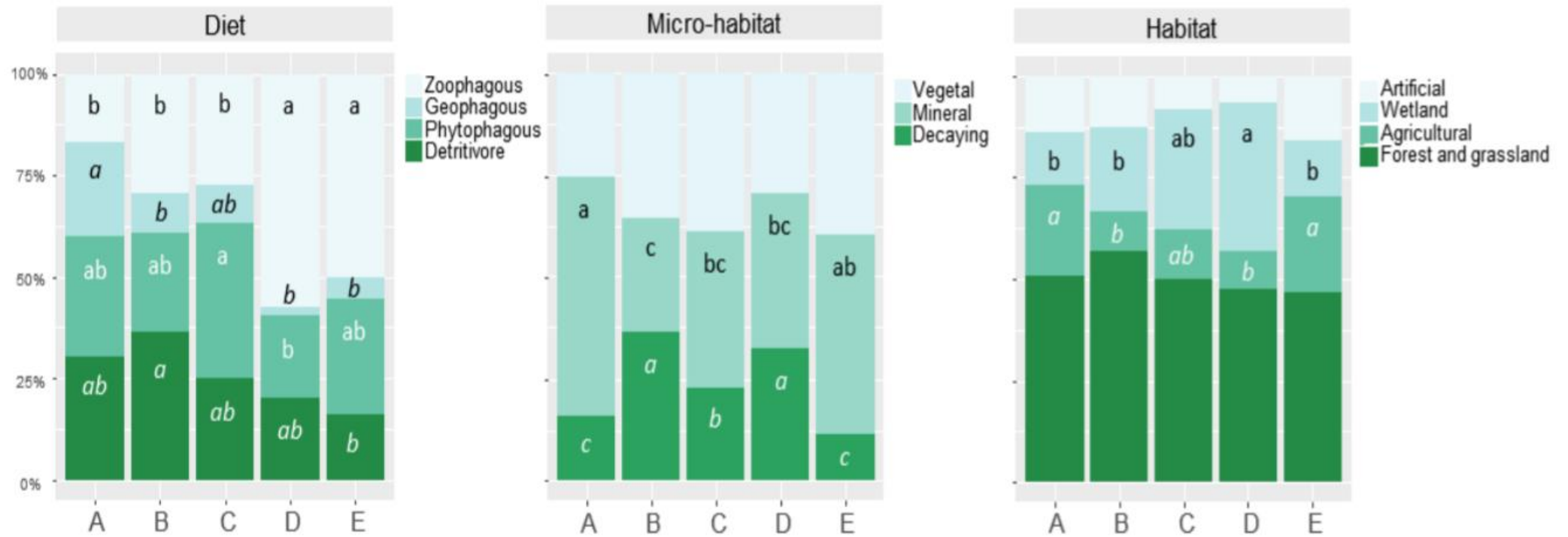
Dans les Technosols de friches industrielles

Valeurs comparables, parfois même supérieures, à des sols de prairies et de forêts



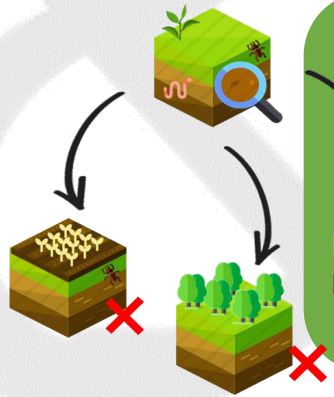
		Sol A	Sol B	Sol C	Sol D	Sol E	<i>P-value</i>
Microorganisms	Bacterial density ($\times 10^{10}$)	5.4 \pm 1.2 a	2.2 \pm 0.7 b	4.8 \pm 0.7 a	1.4 \pm 0.5 b	2.6 \pm 1 b	<0.001
	Bacterial richness	9.6 \pm 0.9 d	13.2 \pm 1.8 ab	15.2 \pm 0.8 a	15.8 \pm 1.9 ab	14.0 \pm 3.5 bc	<0.001
	Fungal density ($\times 10^8$)	10.9 \pm 4.5 a	3.4 \pm 0.7 b	4.9 \pm 0.6 b	1.7 \pm 0.5 c	5.1 \pm 1.2 b	<0.001
	Fungal richness	3.6 \pm 0.9 b	4 \pm 1.2 b	7.4 \pm 1.1 a	4.4 \pm 0.5 b	3.6 \pm 0.5 b	<0.001
	Mycorrhizal colonization	76 \pm 20 ab	92 \pm 8 a	86 \pm 12 ab	82 \pm 9 ab	96 \pm 4 a	0.04
Fauna	Collembola density ($\times 10^3$)	21 \pm 15 c	17 \pm 8 c	48 \pm 29 a	91 \pm 41 a	22 \pm 10 bc	0.004
	Collembola richness	3.4 \pm 1.3 b	4.2 \pm 0.8 ab	6 \pm 1.4 ab	7 \pm 0.8 a	7 \pm 2.2 a	0.005
	Macrofauna density	611 \pm 219 a	668 \pm 205 a	314 \pm 138 b	214 \pm 37 bc	118 \pm 108 c	<0.001
	Macrofauna richness	10.2 \pm 2 a	11.6 \pm 4 a	6.8 \pm 3 b	6.4 \pm 1 b	3.0 \pm 2 c	0.001
Flora	Plant biomass	3.0 \pm 1.2 a	3.2 \pm 1.2 a	0.6 \pm 0.2 b	0.7 \pm 0.4 b	0.7 \pm 0.4 b	<0.001
	Plant richness	2.2 \pm 0.8 b	4.4 \pm 0.9 b	10.2 \pm 1.6 a	7.2 \pm 1.8 a	13.0 \pm 3.7 a	<0.001

Dans les Technosols de friches industrielles



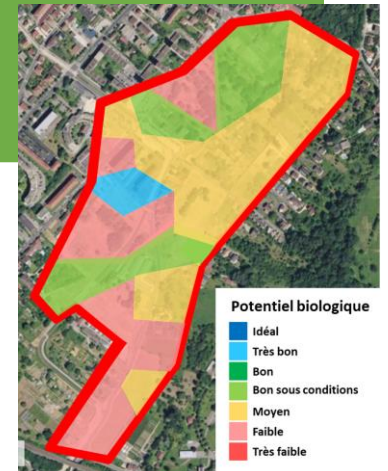
Composition fonctionnelle des communautés de la macrofaune
différente et influencée par les paysages environnants

Mots de fin

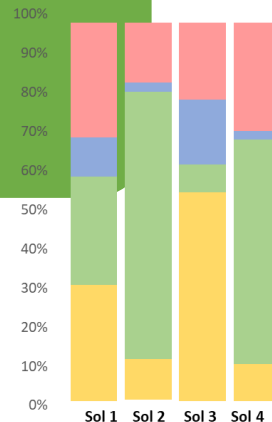


Biodiversité des sols
= qualité des sols = intégration
dans les **stratégies de
reconversion des friches**

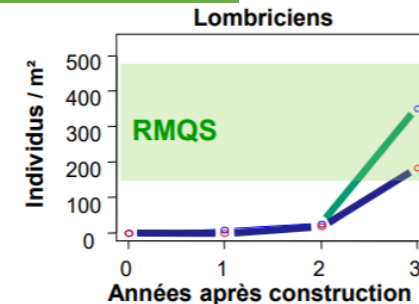
**Aménagement du
territoire en cohérence**
avec les diagnostics
biologiques



Biodiversité des sols =
bioindicateur de la qualité
→ Approches **taxonomique
et fonctionnelle**



Les Technosols de friches
= potentiel de **réserve
de biodiversité**



MERCI DE VOTRE ATTENTION



Sol &co

**Start-up sur la qualité
des sols urbains**

2 avenue de la Forêt de Haye
54500 Vandœuvre-lès-Nancy
contact@sol-et-co.com

Quentin Vincent

*Docteur en écologie et écotoxicologie des sols
Directeur scientifique et technique
et Co-fondateur de Sol &co*

Brownfield Academy –
Friches & résilience de nos sociétés :
16 & 17 novembre 2021 Charleroi, Belgique