



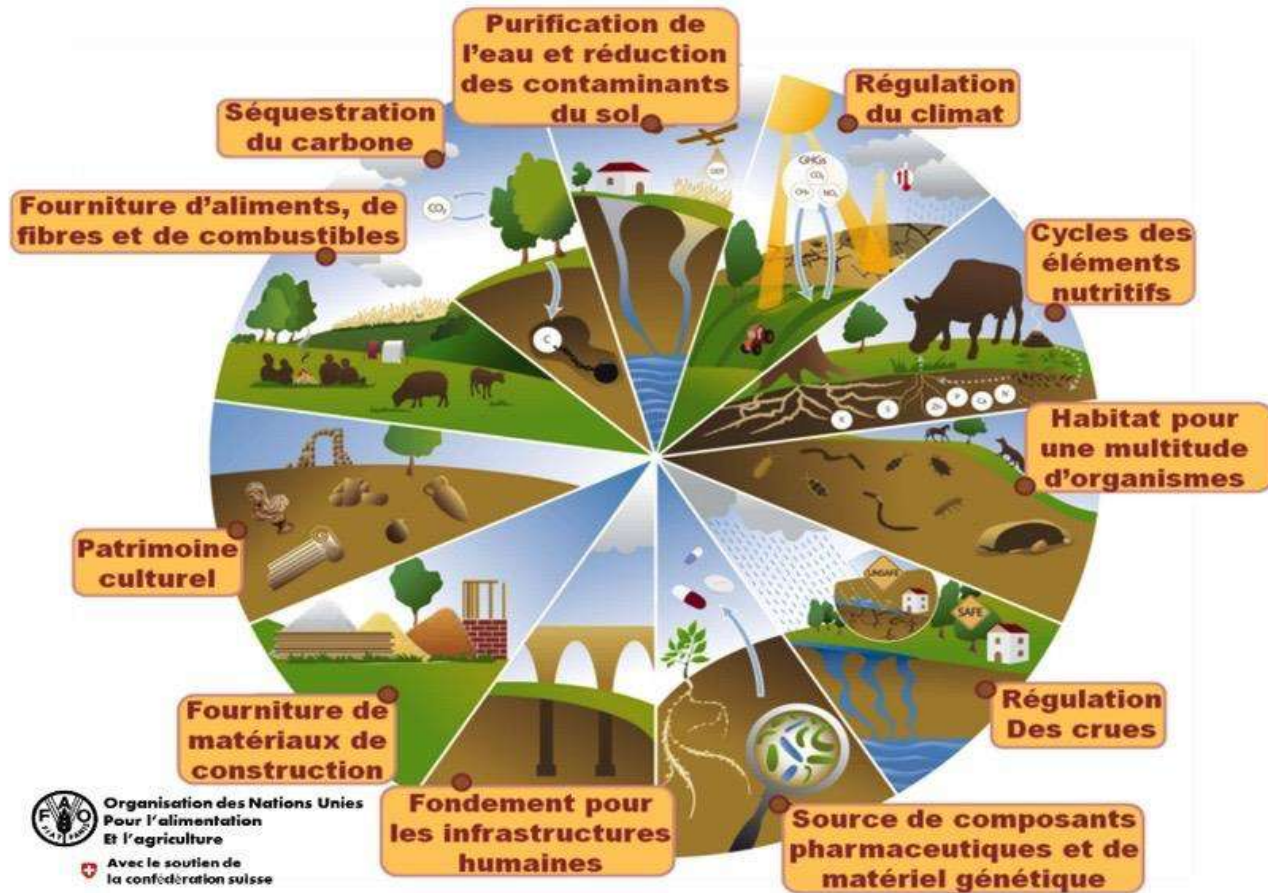
Sols urbains : terres inconnues ?

Christophe Schwartz

professeur

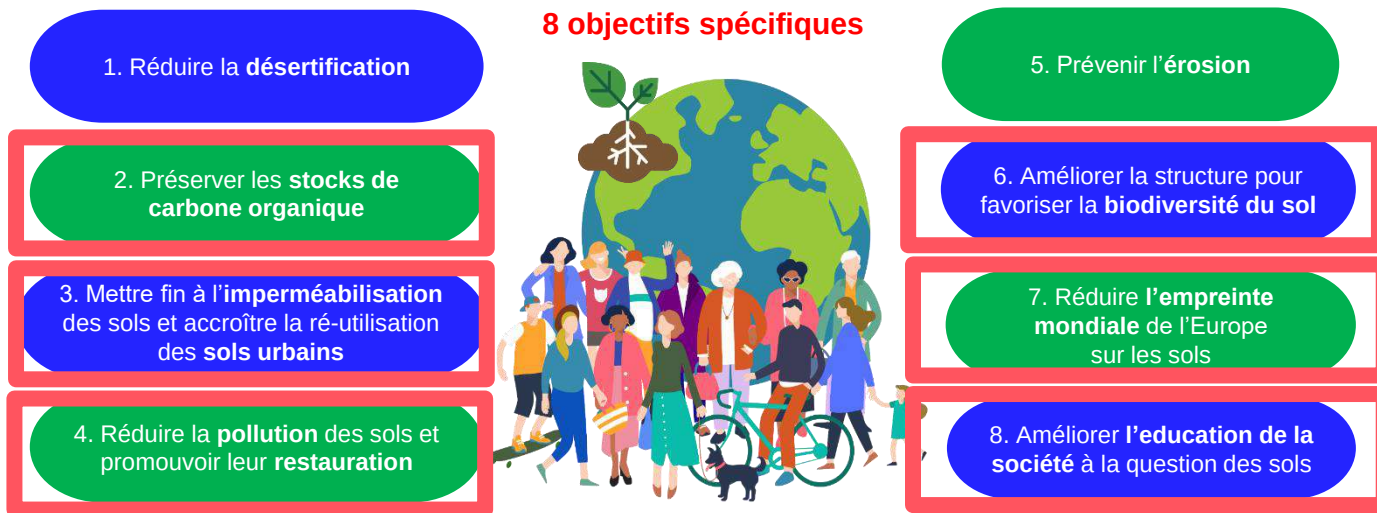


Multifonctionnalité des sols et liens systématiques avec la santé des écosystèmes et de l'Homme



Objectifs et ambition de la Mission Sol :

100 laboratoires vivants et sites de démonstration pour mener la transition
vers des sols sains à l'horizon 2030



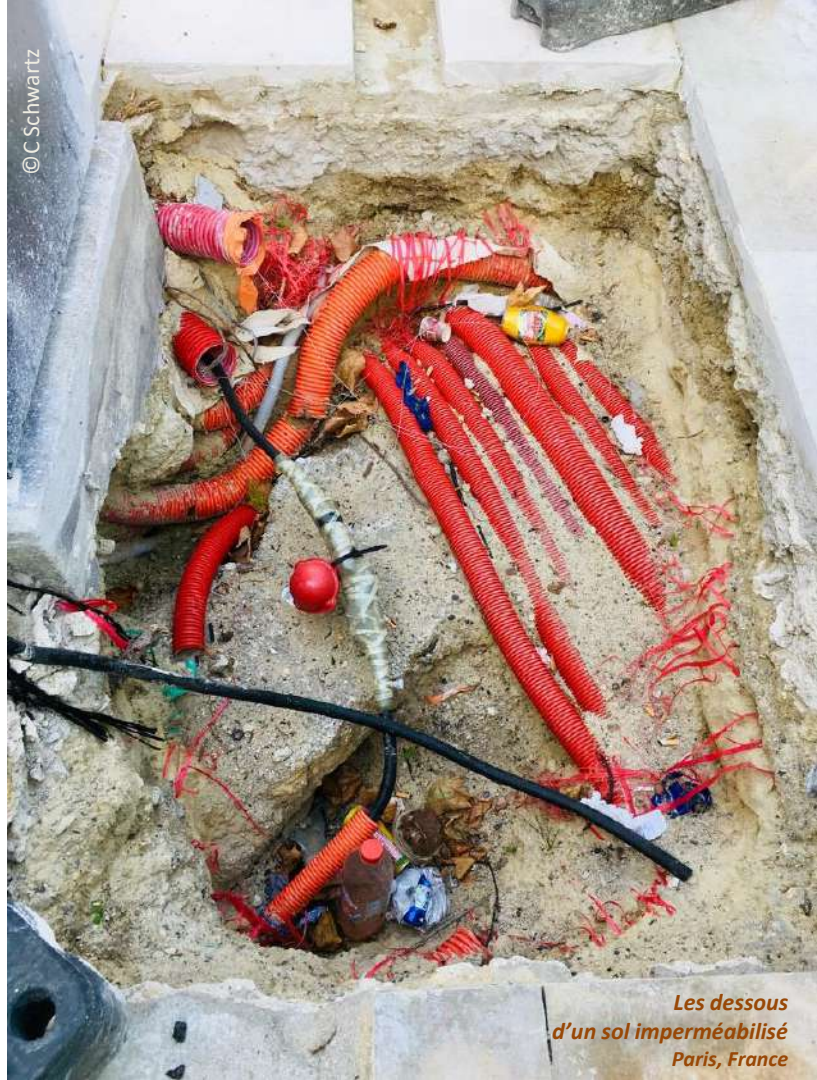
Chaque objectif spécifique est soutenu par une ou plusieurs **cibles quantifiées** et des **indicateurs mesurables**.
Les objectifs s'appliquent à **tous les types d'utilisation des sols**.

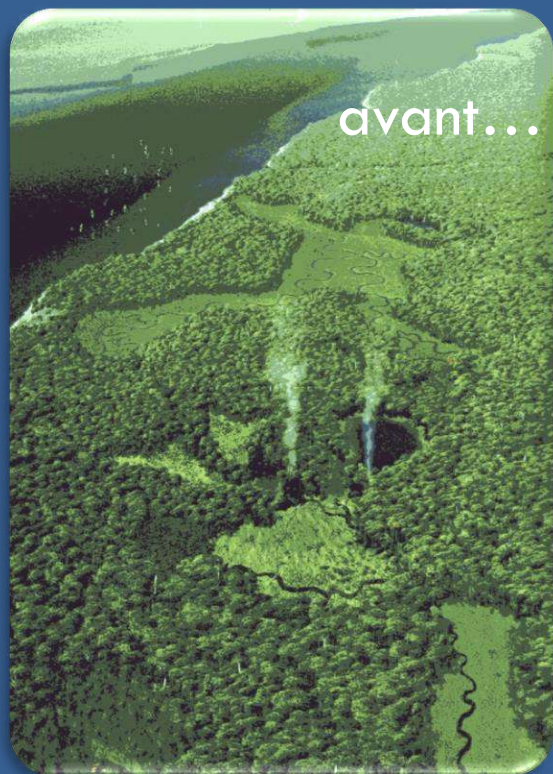
Les sols urbains

*aller au-delà
de la caricature*

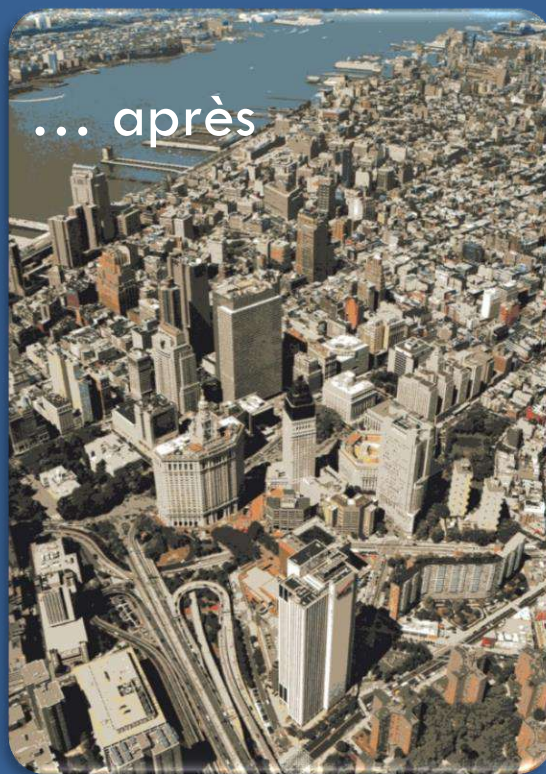
*objets d'une réactivité
chimique et sociologique forte*

*au cœur d'enjeux sanitaires,
environnementaux, fonciers
et économiques majeurs*





avant...



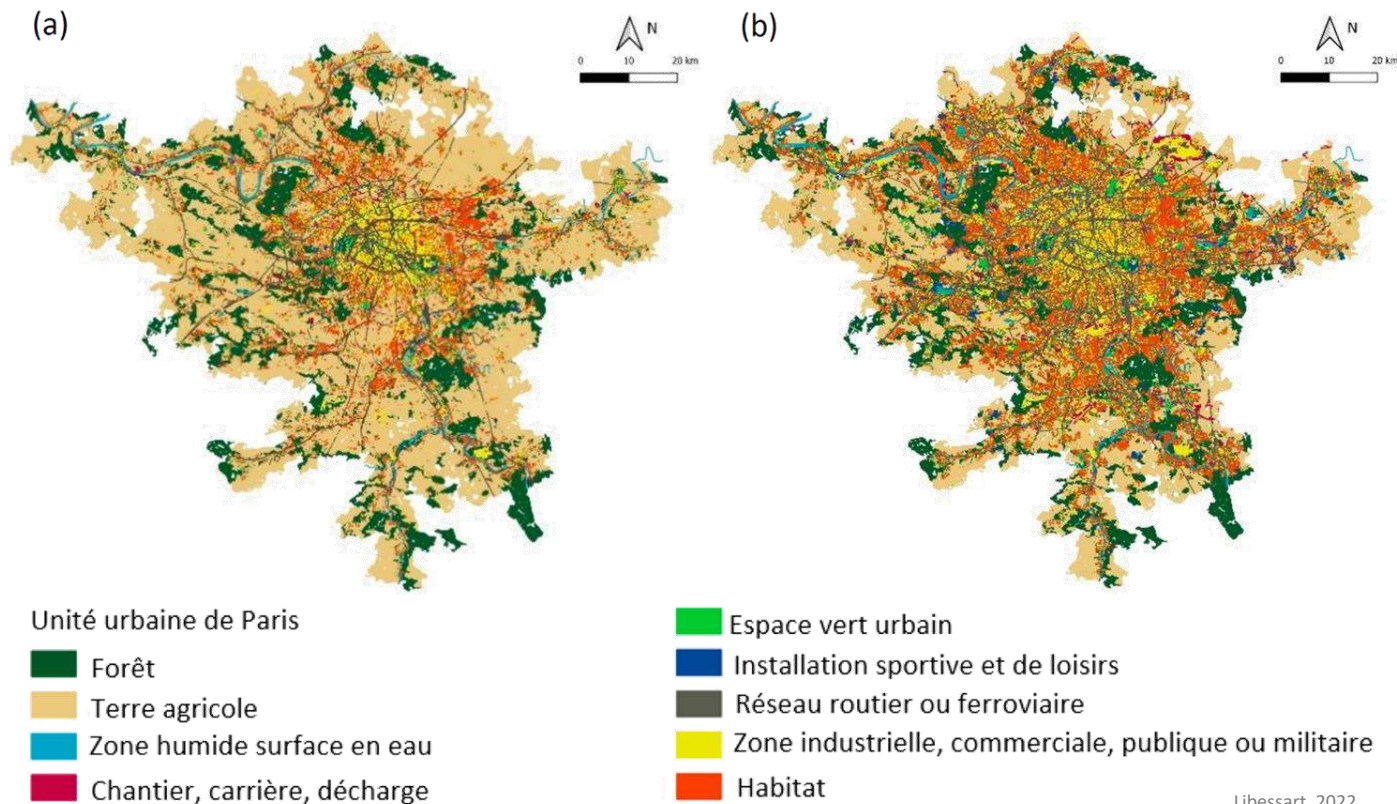
... après

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

Lorsque les activités humaines deviennent un facteur dominant de formation et d'évolution des sols : Anthroposéquences de sols

Cartes d'usages des sols de l'unité urbaine de Paris

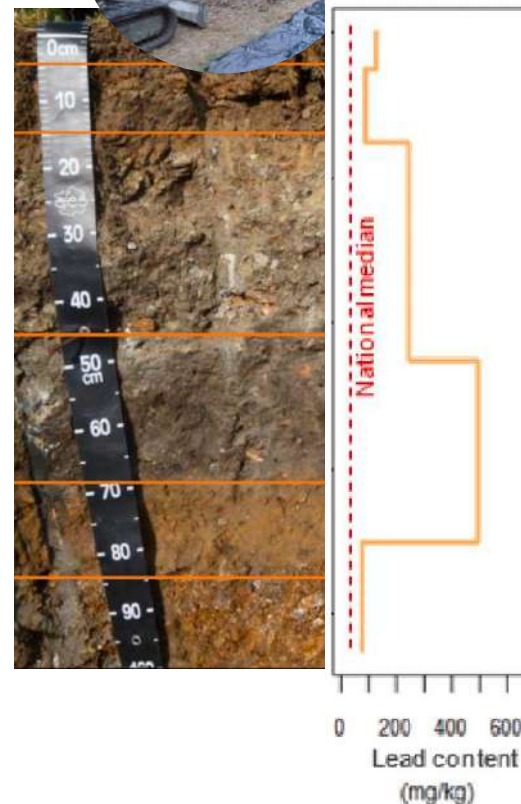
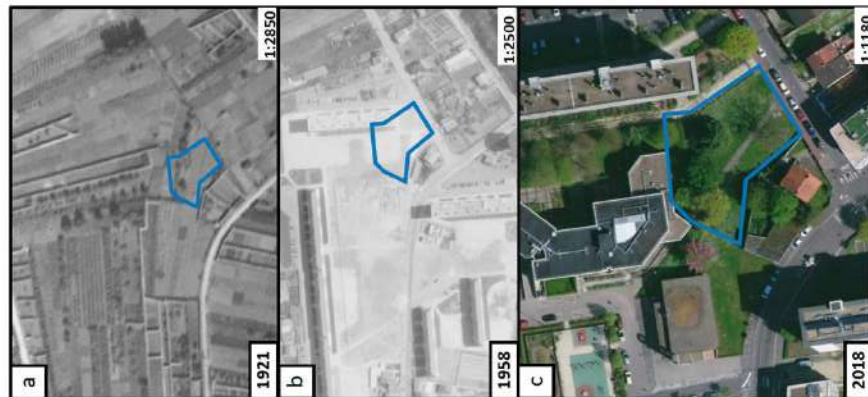
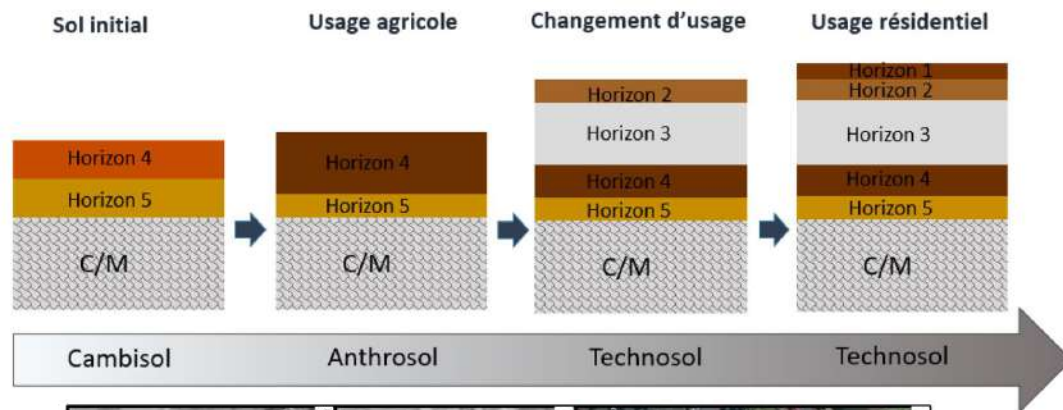
évolution de 1949 (a) à 2017 (b)



Libessart, 2022

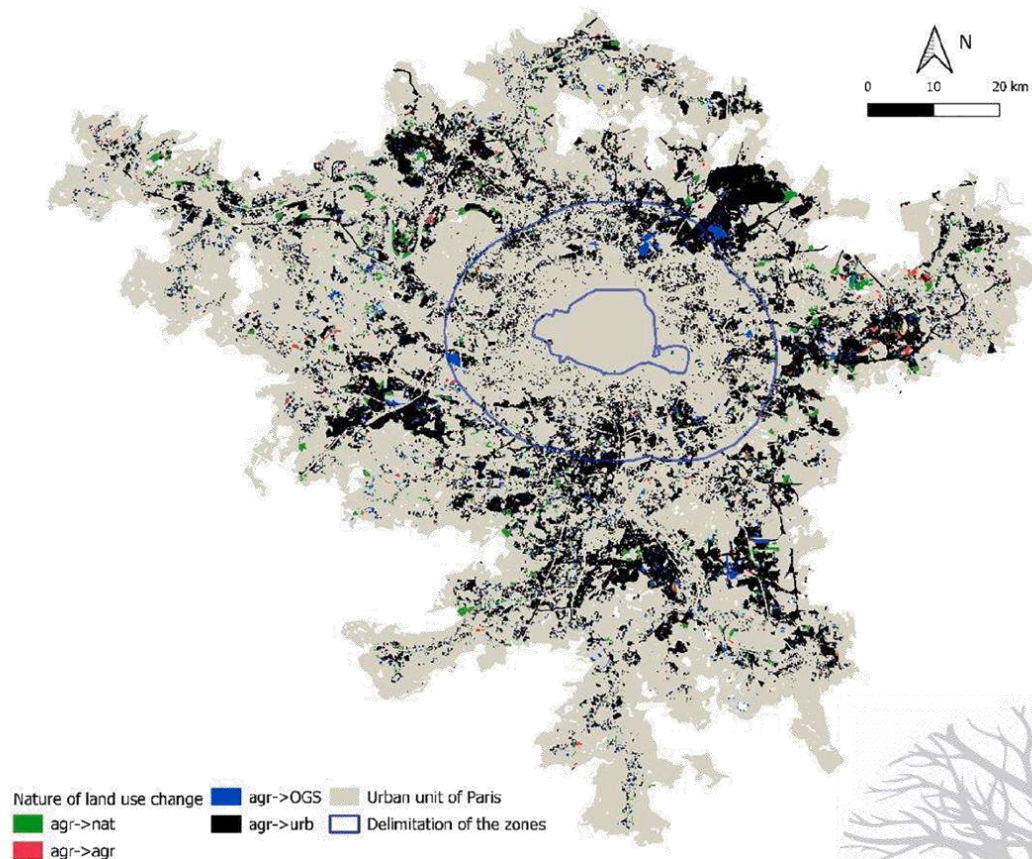
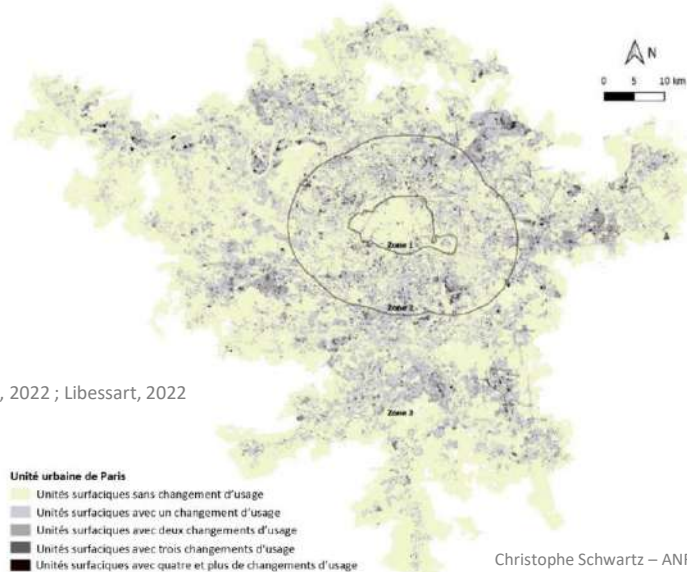
Anthroposéquence de sols

évolution des sols au sein de trajectoires historiques d'usages



Occurrence de changements d'usage sur le territoire de l'unité urbaine de Paris au cours des 70 dernières années

- étude des changements historiques d'utilisation des terres : étape préliminaire pour la **cartographie des sols urbains**
- depuis 1949, **36 % de la surface de l'agglomération parisienne a changé d'affectation du sol**
- **21 trajectoires historiques** d'occupation du sol décrivent **80 % de la superficie**
- si changements d'utilisation des terres, principalement **un seul changement en 70 ans**



Libessart et al, 2022 ; Libessart, 2022

**un Cambisol fertile
et multifonctionnel en forêt ?**



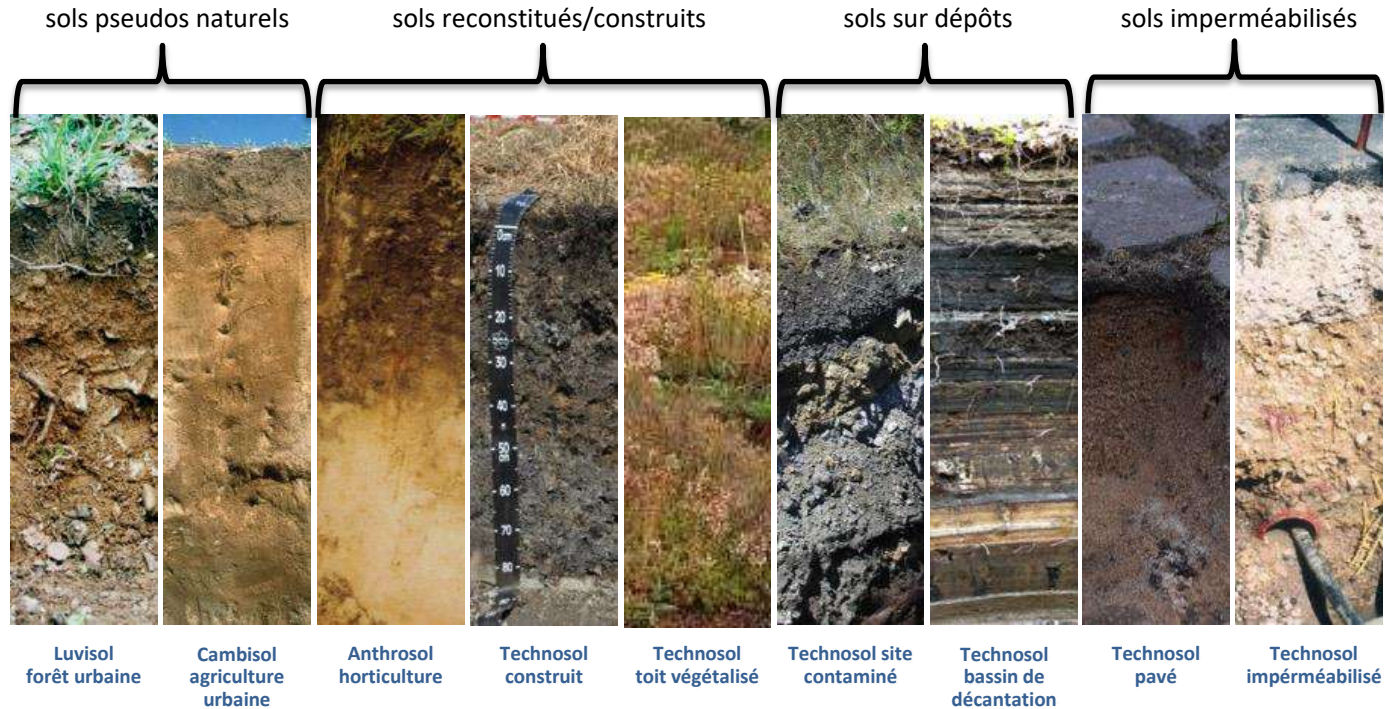
**un Technosol dégradé
et contaminé en ville ?**



**Contrairement aux idées reçues...
tous les sols urbains ne sont pas des Technosols ?**

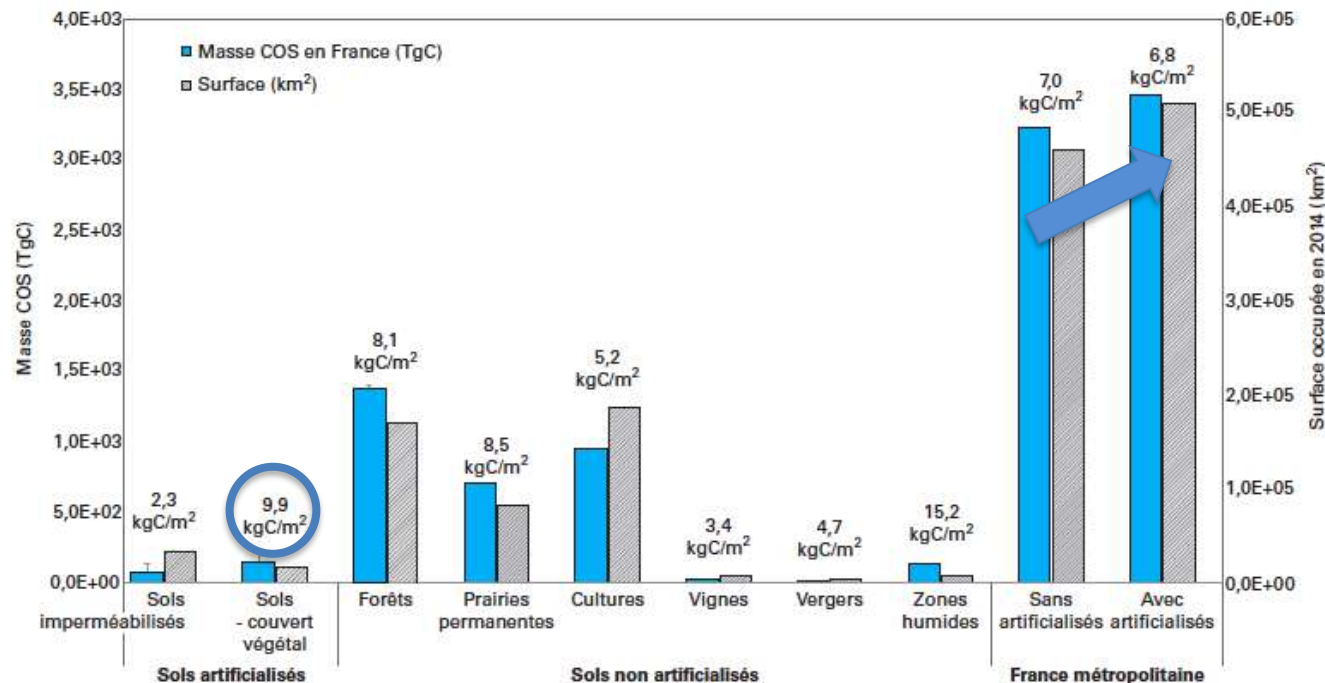
Les sols urbains : une diversité à préserver ?

*groupes de sols urbains en fonction
de leur potentiel à rendre des services écosystémiques*



potentiel décroissant

Une contribution significative des sols urbains à la séquestration du carbone, malgré des surfaces restreintes



Les masses de COS et surfaces occupées totales ont été estimées à l'échelle de la France métropolitaine en additionnant les résultats obtenus pour chaque mode d'occupation, avec et sans les sols artificialisés.

- 🌳 sols urbains végétalisés : stocks de carbone organique parfois supérieurs à ceux de sols forestiers
- 🌳 sols artificialisés : environ 7 % du stock de carbone organique global à l'échelle nationale

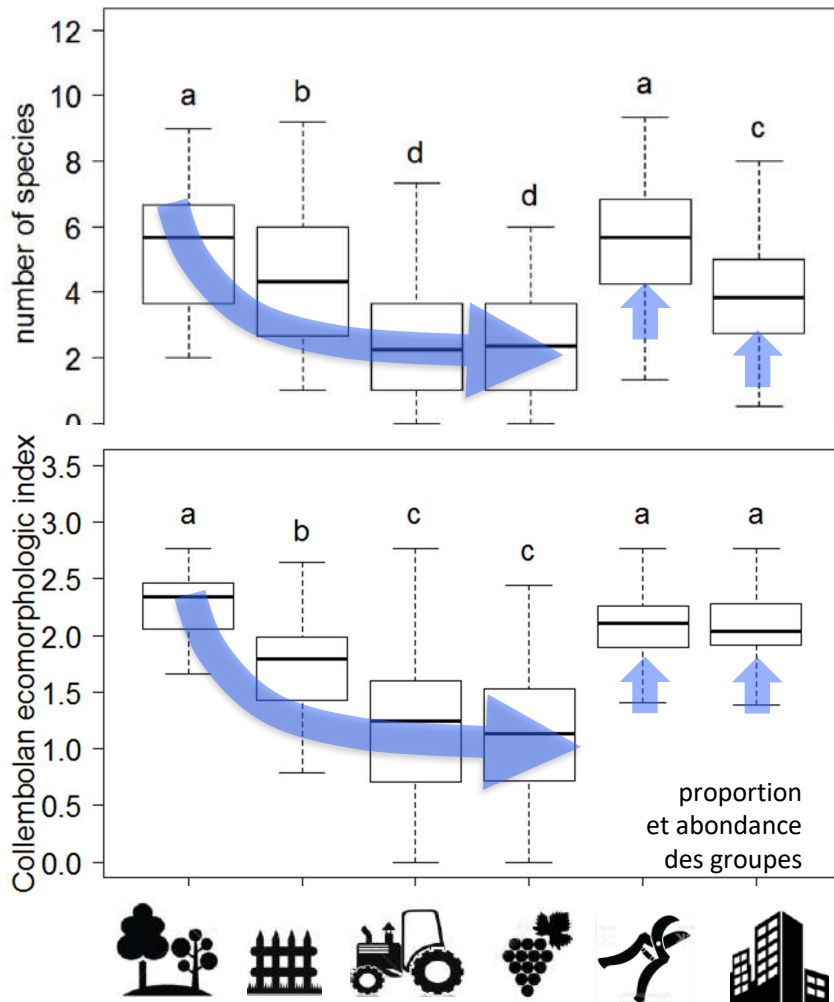
Cambou et al. 2018 ; Supra-Ademe

Biodiversité et sols urbains :

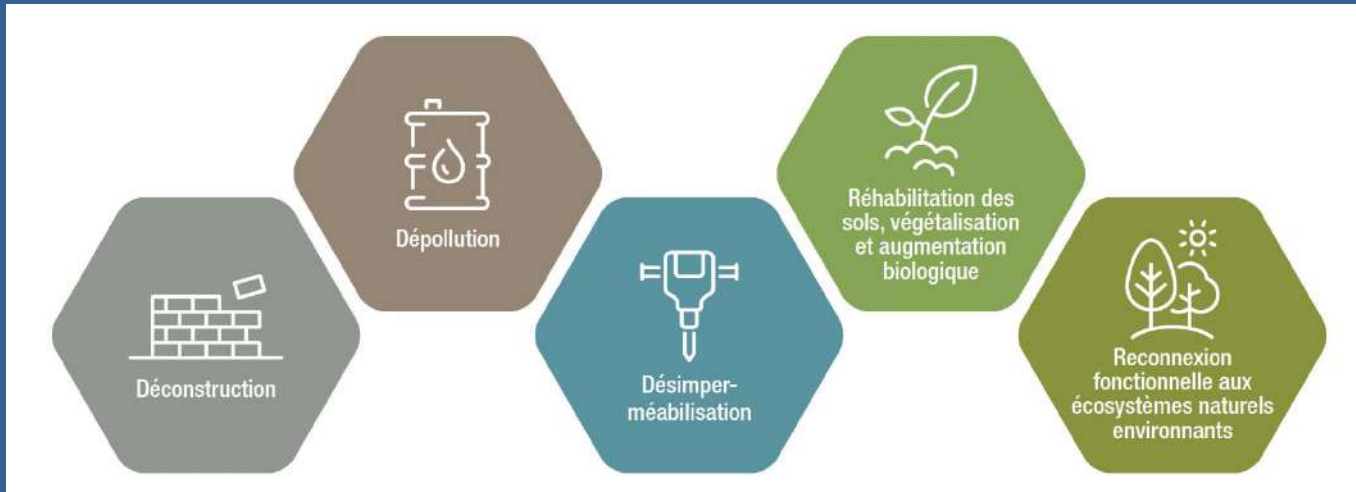
*aller au-delà
des a priori*

- les sols de jardins,
les sols urbains
et industriels
réservoirs de biodiversité
- forte variété
de microhabitats
sur une surface faible
- lien avec la matière organique

**Variabilité
de la biodiversité
des microarthropodes
dans les terres de surface
en fonction des usages**
n=3096



sources ACTA, PNETOX, ECOGEN,
Thèse A. Renaud, RMQS – Biodiv,
Gisfi-open field Lysimeters, Pompey, ANDRA,
BIOTECHNOSOL,
Bioindicateur 2, ANR JASSUR,
Joimel et al., STOTEN, 2017

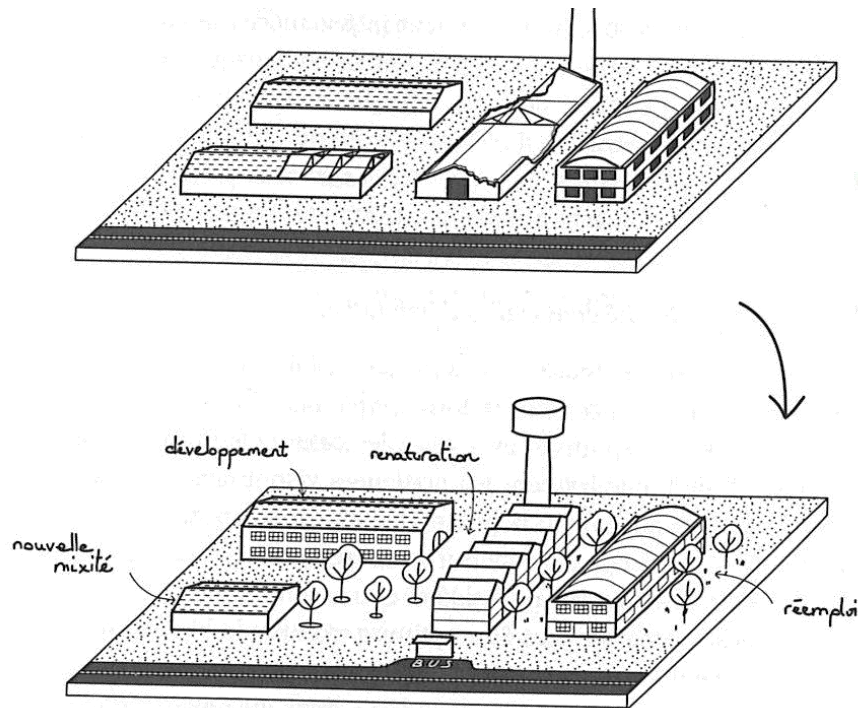


CDC Biodiversité & OFB, 2022, *Renaturer les sols, des solutions pour les territoires*, d'après Fosse, 2019

Lorsque les sols urbains
aspirent à redevenir des sols « naturels »
des solutions fondées sur la nature

Des besoins en sols fertiles dans un cadre législatif en évolution

La ville stationnaire, Actes Sud, 2022



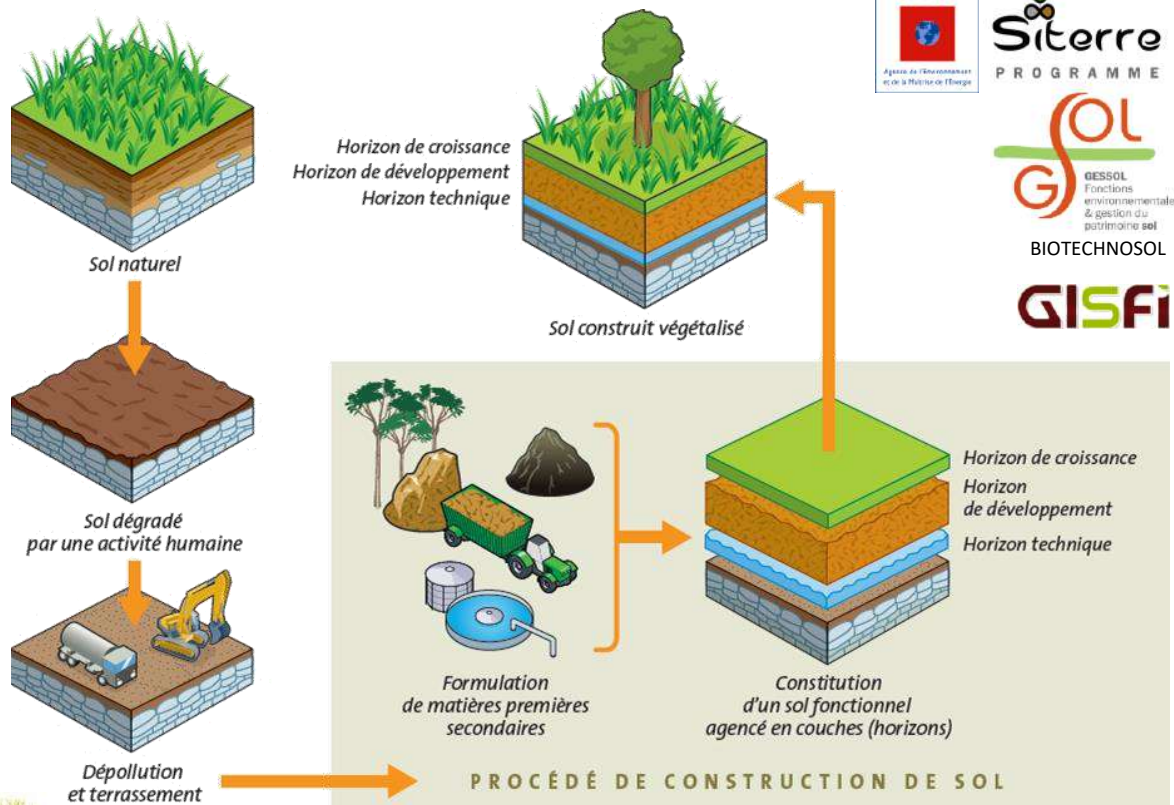
2018 Plan biodiversité

fixe un objectif de limiter la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers pour atteindre le « Zéro Artificialisation Nette »

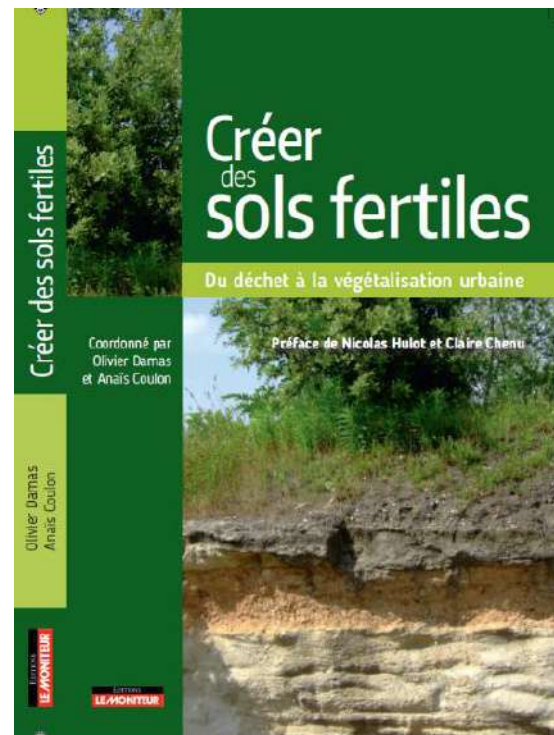
2021 Loi Climat et Résilience

- renforce les actions pour atteindre le ZAN en 2050
- préservation des sols naturels, agricoles et forestiers
 - **création de trames brunes en milieu urbain**
 - **désimperméabilisation des sols et renaturation**

Au contraire d'être "subis", les sols urbains peuvent être élaborés avec une finalité précise génie pédologique – construction de sols



Sévié et al., (2008, 2010) J. Soils Sediments ; Bataillard et al., 2014 ; brevet VDR/INRA/UL



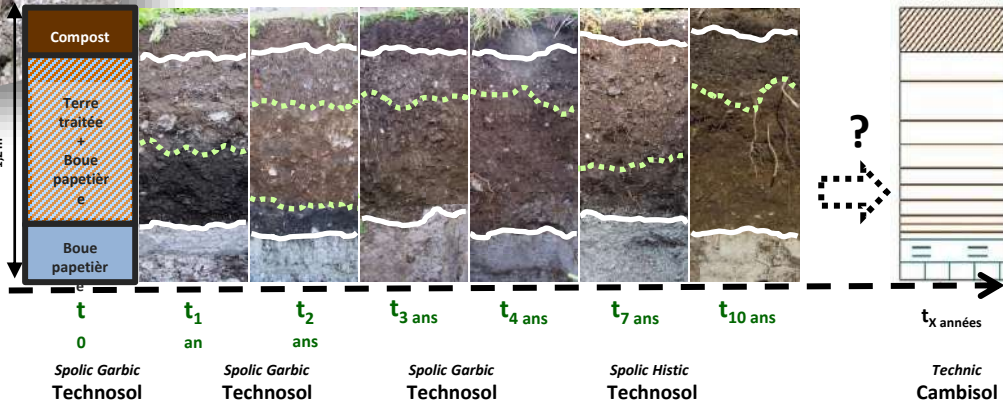
ouvrage paru en 2016
705 exemplaires vendus



Initier les processus pédogénétique, puis laisser faire la nature

avant

1,2 m



après

approvisionnement en biomasses
développement de filières



Le génie pédologique : une solution pour réhabiliter des sols dégradés par la construction de Technosols à l'aide de déchets

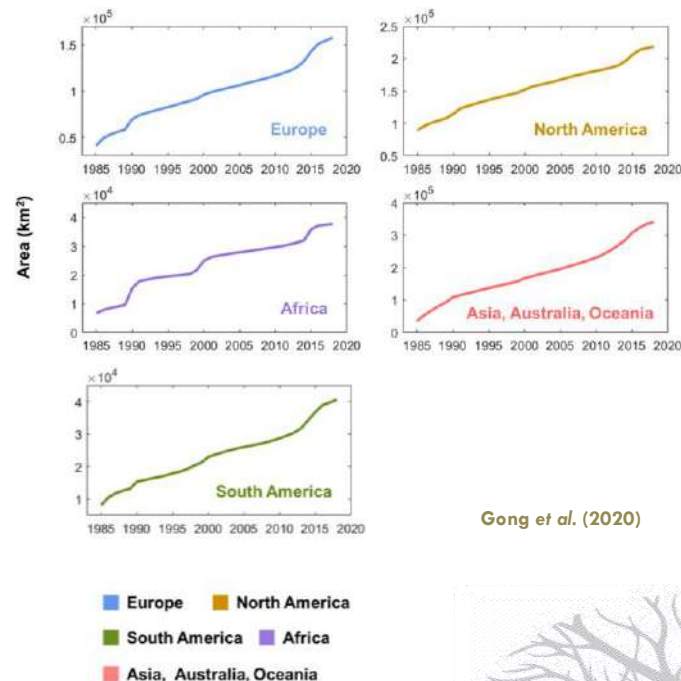
Ils sont capables d'assurer des services écosystémiques de manière similaire à des sols naturels

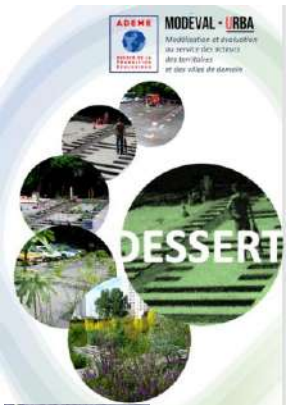
En fonction des modalités de mise en œuvre, ils peuvent constituer des écosystèmes d'intérêt en termes de biodiversité



Les sols imperméabilisés/scellés : des pertes de fonctions et de services écosystémiques

- réduction des échanges gazeux
- réduction très forte de la production de biomasse
- augmentation des risques érosifs
- uniformisation des paysages



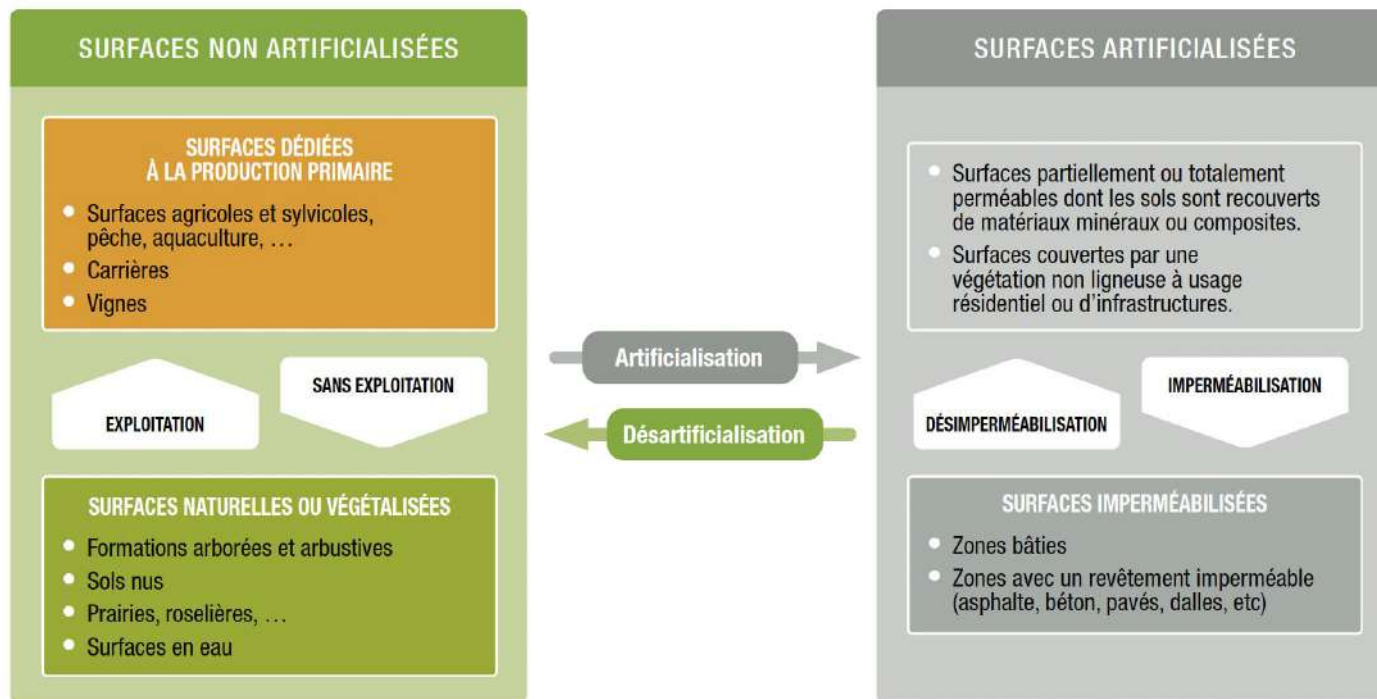


Expérimenter sur le terrain Acquérir ses propres références

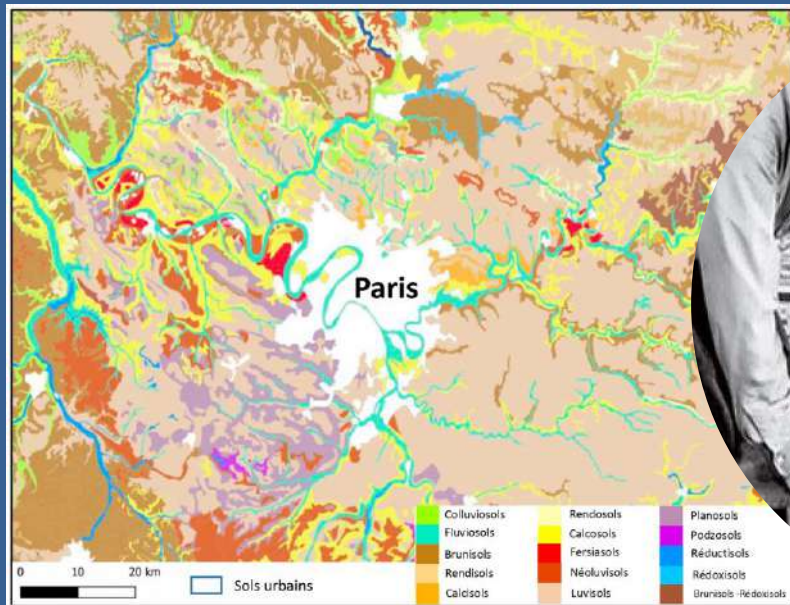
DEsimperméabilisation des Sols
Services Ecosystémiques
et **R**ésilience des Territoires



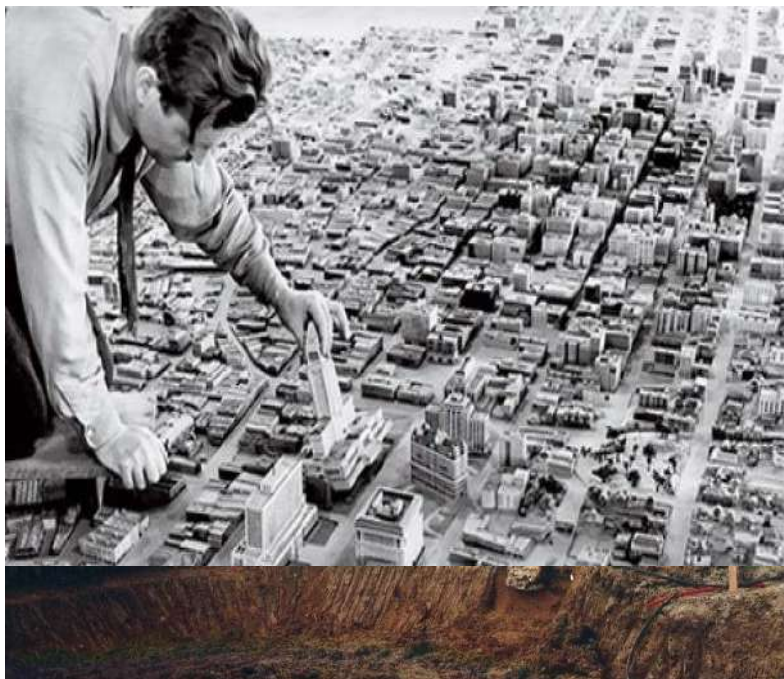
Flux possibles entre surfaces artificialisées et non artificialisées



CDC Biodiversité & OFB, 2022, Renaturer les sols, des solutions pour les territoires



Prendre en compte les sols
dans les stratégies d'aménagement
*via une indispensable démarche d'observation
d'acquisition de données Sols et de développement d'OAD*



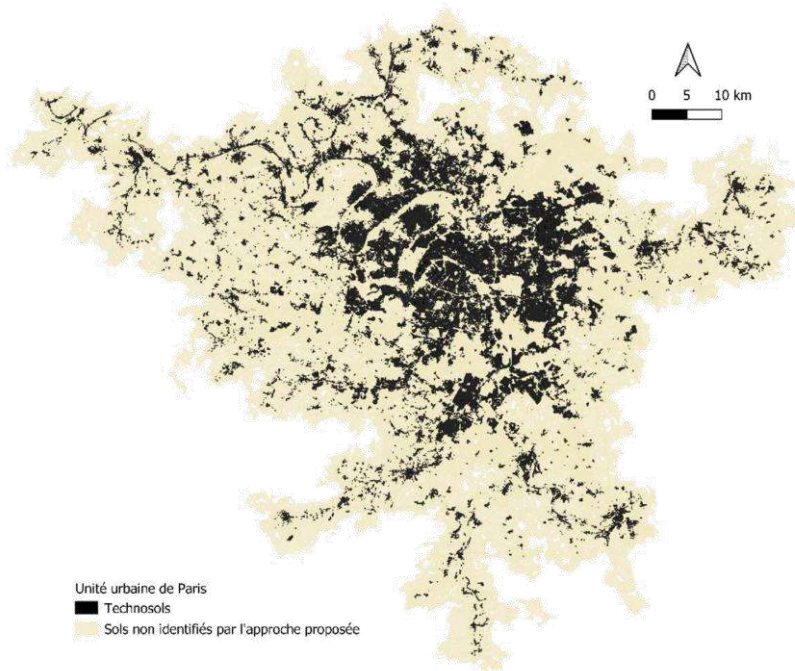
Il y a au moins deux façons d'aborder un projet urbain : celle de l'urbaniste, qui s'occupe de l'aménagement du territoire, et celle de l'agronome, qui s'intéresse d'abord à la qualité du sol.



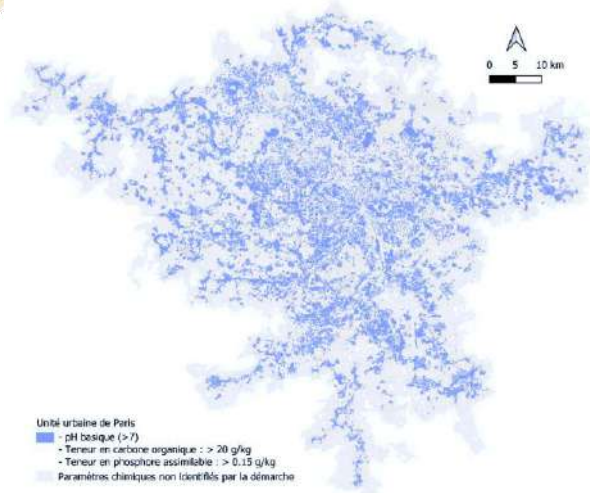
le **sol urbain-surface (approche foncière)**
considéré par l'aménageur doit devenir...

un **sol urbain-matière (profil de sol du pédologue)**
disponible pour la végétation
et apte à rendre des services

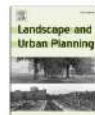
De l'observation aux bases de données *Sols* pour une cartographie thématique



Localisation prédictive de Technosols
au sein de l'unité urbaine de Paris
présence potentielle de Technosols
déduite d'une approche historique



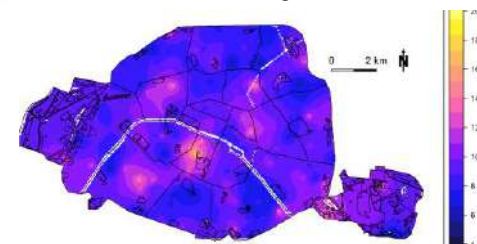
Prédiction cartographique
des sols ouverts végétalisés fertiles
ayant un $\text{pH} > 7$, une teneur en $C_{\text{org}} > 20 \text{ g.kg}^{-1}$ et une
teneur en $P_{\text{Olsen}} > 0.15 \text{ g.kg}^{-1}$



The human factor of pedogenesis described by historical trajectories of land use: The case of Paris

Gwendal Libessart^{a,*}, Catherine Franck-Néel^b, Philippe Branchu^a, Christophe Schwartz^{c,d}

Stocks de C_{org}



Cambou et al. 2018 ; Supra-ADEME



Joseph Beuys: Erdtelefon, 1968, Pinakothek der Moderne, München

Communiquer, former,
sensibiliser et impliquer

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



Plante&Cité
Ingénierie de la nature en ville



<https://urbasol.institut-agro-rennes-angers.fr/fr>

Réseau Urbasol
Connaissance et gestion des sols urbains



Observatoire participatif de la faune du sol
(toute la communauté d'invertébrés de surface)
en milieu urbain

<http://ephytia.inra.fr/fr/P/165/jardibiodiv>

SOL & CO

SOL ET BIODIVERSITÉ

une start-up issue de l'Université de Lorraine,
qui valorise dix années de recherche en sciences du sol
(agronomie, pédologie, écologie, écotoxicologie)
et aménagement du territoire (urbanisme opérationnel)



Des enjeux de recherche sur les sols urbains

 **Continuer à développer la pédologie urbaine** et promouvoir une **vision intégrée de la couverture pédologique**
(incluant tous types d'usages et de sols forestiers, agricoles, urbains et industriels)

 **Décrire les liens état des sols urbains - fonctions écologiques - services écosystémiques**
dans un contexte de changement climatique

- contribution des sols urbains au stockage du carbone
- sols urbains et biodiversité
- nexus sol-eau-alimentation pour les sols supports d'agricultures (péri)urbaines

 **Connaître les sols urbains pour mieux les gérer**

- observation, cartographie des sols urbains
- modèles (*e.g.*, jumeaux numériques)
- outils d'aide à la décision pour prendre en compte les sols dans les stratégies d'aménagement
- solutions fondées sur la nature combinées à d'autres procédés pour renaturer-refonctionnaliser-restaurer
- génie pédologique (du déchet à l'opportunité)

 **Poursuivre le développement des laboratoires vivants**

- faire de la recherche autrement et que cette manière de faire de la recherche soit reconnue
- encourager des approches transversales entre les services des collectivités

 **Renforcer les liens entre les programmes nationaux et européens**

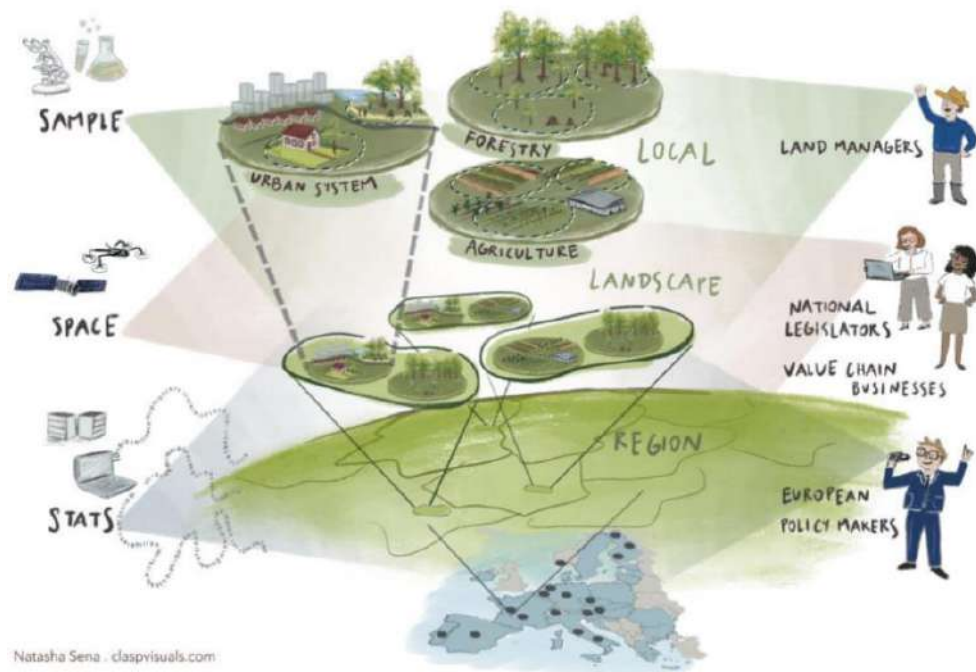
- *e.g.* développer une porosité entre les Missions européennes (ville, sols, climat, ...)

Soil Health BENCHMARKS

<https://soilhealthbenchmarks.eu>

Working across Scales and Purposes

BENCHMARKS proposes the co-development within 24 European case studies of a multi-scale and multi-user focused monitoring framework that is transparent, harmonised and cost-effective. Underpinned by the best scientific knowledge and technologies this framework provides a clear soil health index for benchmarking, using indicators that are pertinent to the objective of assessment, applicable to the land use and logistically feasible.



Funded by the European Union

This project has received funding from the European Union's Horizon Europe research and innovation program, under Grant Agreement: 101091010. © BENCHMARKS 2022