



LA MÉTHODE MUSE POUR INTÉGRER LA MULTIFONCTIONNALITÉ DES SOLS DANS LES DOCUMENTS D'URBANISME SUPRA-COMMUNAUX

Multifonctionnalité des sols :

par unité cartographique de sol

- 10 - 13, Classe 3 : Moyenne
- 13 - 15, Classe 4 : Forte
- 15 - 20, Classe 5 : Très forte
- Zones urbanisées et principaux cours d'eau et plans d'eau
- Métropole
- Communes

Séminaire de l'observation territoriale sur la multifonctionnalité des sols 06/03/2025

Manon Martin – Cerema – Direction Technique Territoire
et Ville - Directrice de projets Sols et aménagement

manon.martin@cerema.fr

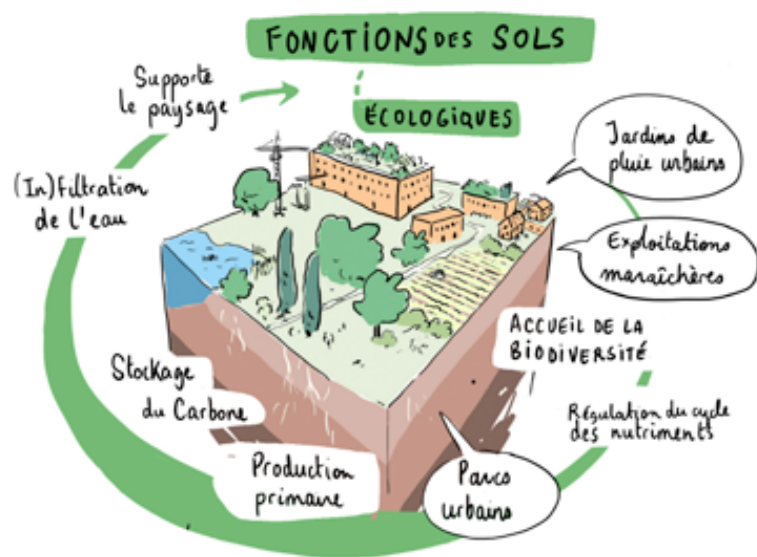
Christine Grimal – Cerema – Direction Territoriale
Méditerranée – Cheffe de projets Stratégie foncière et
aménagement

Christine.grimal@cerema.fr

CONTEXTE

Les sols sont une ressource indispensable :

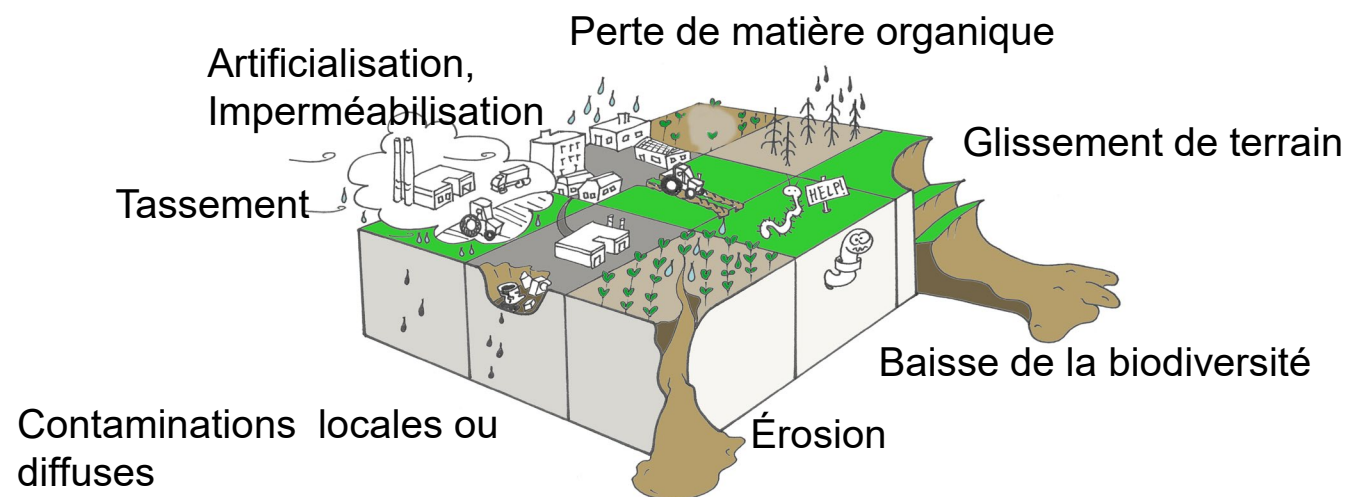
non renouvelable, vivante, à l'interface de différents milieux, diversifiée.



Flore Vigneron, Cerema (2018)

Pourtant c'est une ressource menacée :

Les 8 menaces de dégradation des sols identifiées au niveau mondial par l'IPBES



CONTEXTE

Un nécessaire changement de paradigme



« Mathieu Ughetti
pour le Cerema »

Loi Climat & Résilience
(2021) / Lutte contre
l'artificialisation



Considérer le sol, support de l'aménagement
comme une ressource à part entière

MUSE : UN PROJET PARTENARIAL À FINALITÉ OPÉRATIONNELLE

MUSE

Intégrer la multifonctionnalité des
sols dans les documents d'urbanisme

Ph. Branchu, F.Marseille, C. Keller, C. Le Guern,
B. Béchet, J. Moulin, B. Laroche

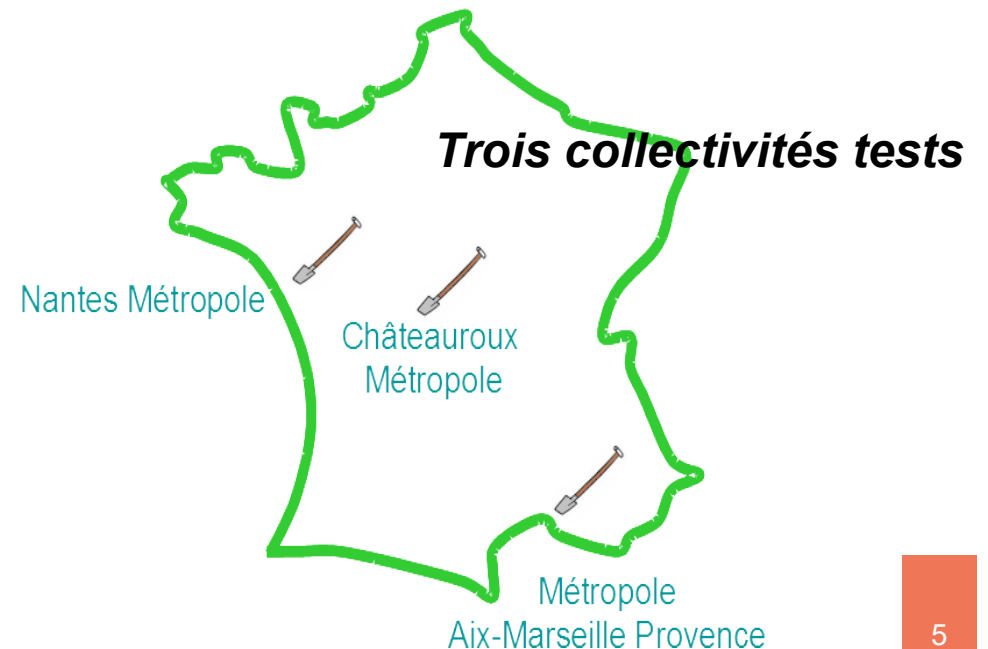


MUSE : OBJECTIFS ET PRÉREQUIS

- Participer à la **conscientisation** des **acteurs en charge de la planification** à l'importance de la prise en compte des sols
- Développement et cartographie **d'indicateurs** des fonctions des sols
- Développement d'une méthode générique de construction d'un **porter à connaissance sur les sols et leur qualité**

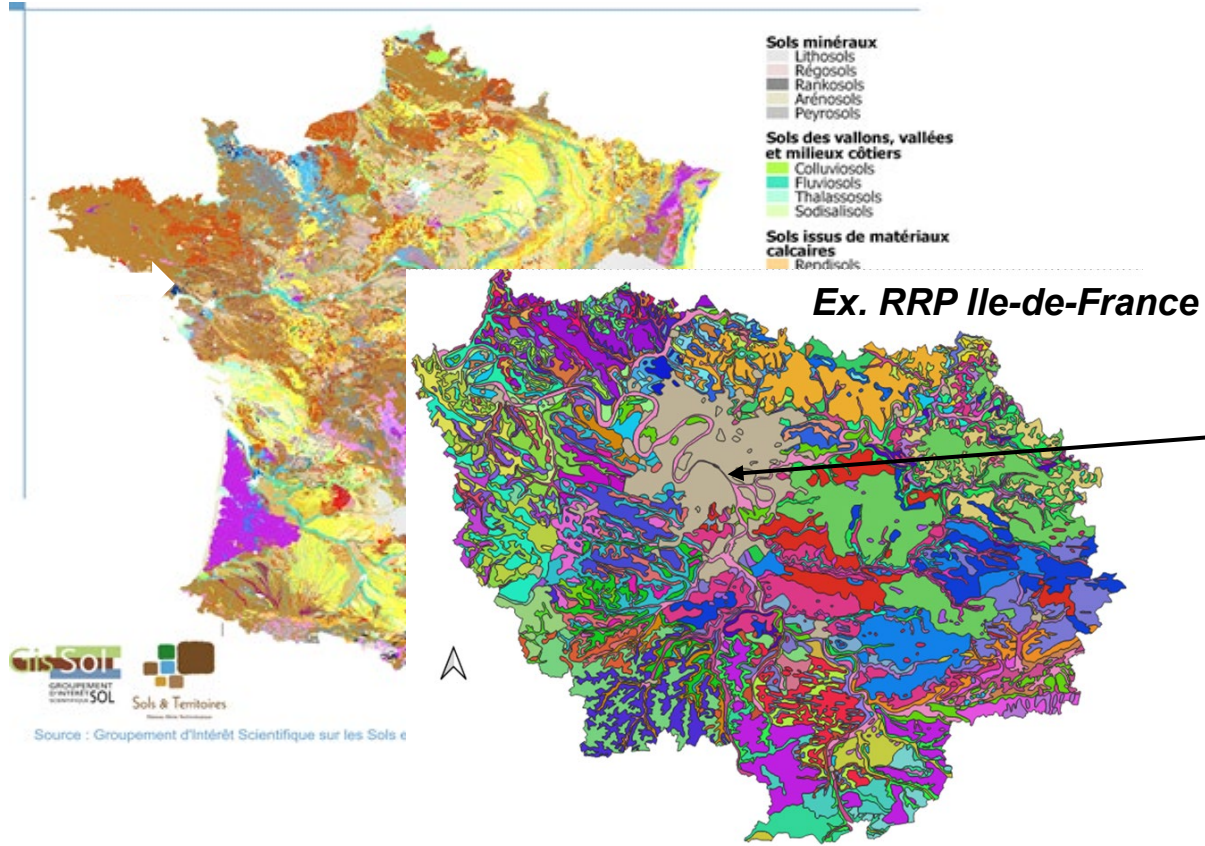
La méthode doit :

- ✓ Être en libre accès (Open source)
- ✓ Être opérationnel, reproductible et transférable
- ✓ Associer les acteurs à la construction
- ✓ Partir de données existantes et mobilisables de manière systématique sur tout le territoire



LES DONNÉES DISPONIBLES

Les Référentiels Régionaux Pédologiques



- ✓ Couverture nationale au 1/250 000ème, spatialisation par unité cartographique de sol (UCS)
- ✓ Seule donnée homogène
- ✓ Pas de données disponible en milieu urbain

Nécessité de développer 2 approches

Approche en milieu rural

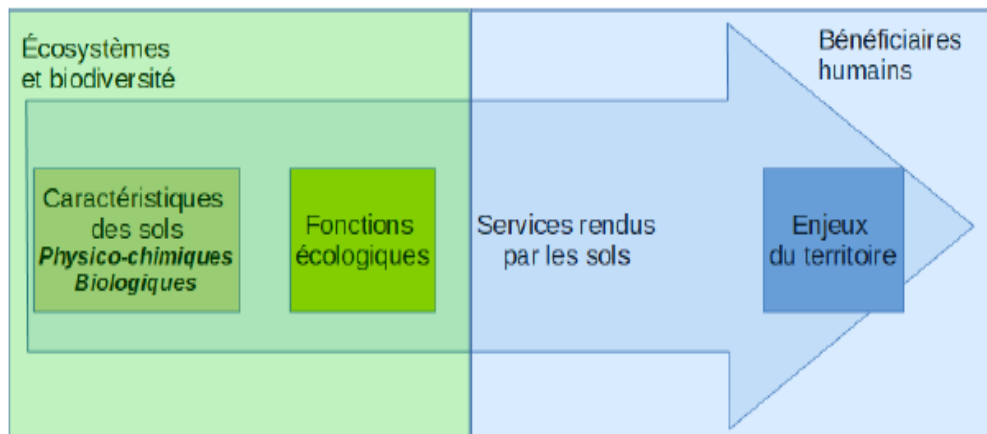
Évaluation de 4 fonctions et d'un indice global

Approche en milieu urbain

Concept de pleine terre

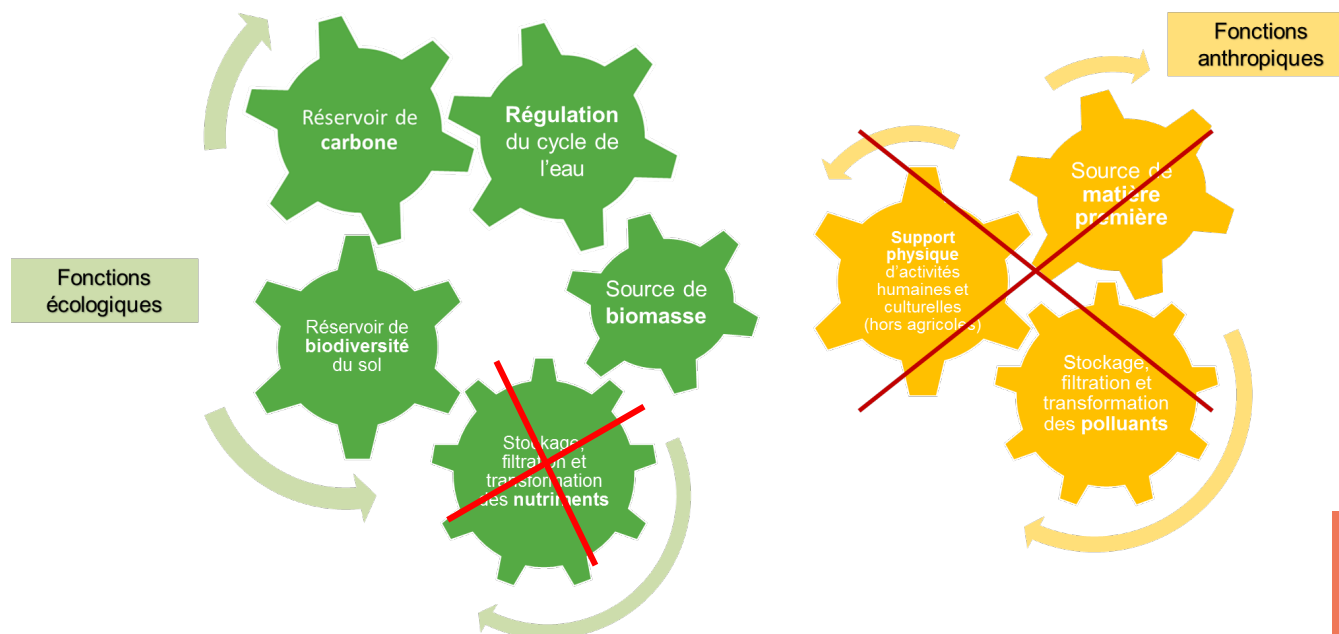
CHOIX DES FONCTIONS ET INDICATEURS

Approche en
milieu rural



Les sols, via les fonctions qu'ils remplissent rendent des services pouvant répondre aux enjeux du territoire

Choix d'indicateurs faisant état de 4 fonctions écologiques



CONSTRUCTION DES INDICATEURS

Approche en
milieu rural

Propriété 1

ex : épaisseur de sol

Propriété n

ex : % d'éléments
grossiers

Indicateur 1

ex : réserve utile

Indicateur 2

ex : perméabilité

Fonction 1

Ex : potentiel d'infiltration

Fonction 2

Fonction 3

Indice de
Multifonctionnalité

Données issues du sol

(avec unité de mesure,
ex : mg/kg)

Agrégation de paramètres décrivant un processus

(avec unité de mesure et
classe de "qualité" ou
notes, ex : 1/2/3/4/5)

Agrégation d'indicateurs

(avec classes de "qualité" ou notes,
ex : 1/2/3/4/5)

Agrégation de fonctions

PROPRIÉTÉS DES SOLS POUR LE CALCUL DES INDICATEURS

Approche en
milieu rural

Fonctions/indicateurs et propriétés du sol	contraintes
Source de biomasse / Potentiel agronomique Réservoir utile Texture de surface pH de surface pH moyen sur le profil Prof. de sol Charge en éléments grossiers	Pente Salinité Hydromor.
Régulation du cycle de l'eau / Potentiel d'infiltration Plancher imperméable Texture de surface Perméabilité Hydromorphie	Pente
Réservoir de carbone / stock potentiel de carbone Stock de carbone organique dans les sols et la litière	
Réservoir de biodiversité / abondance et diversité lombriciennes Détermination, dénombrement des organismes	

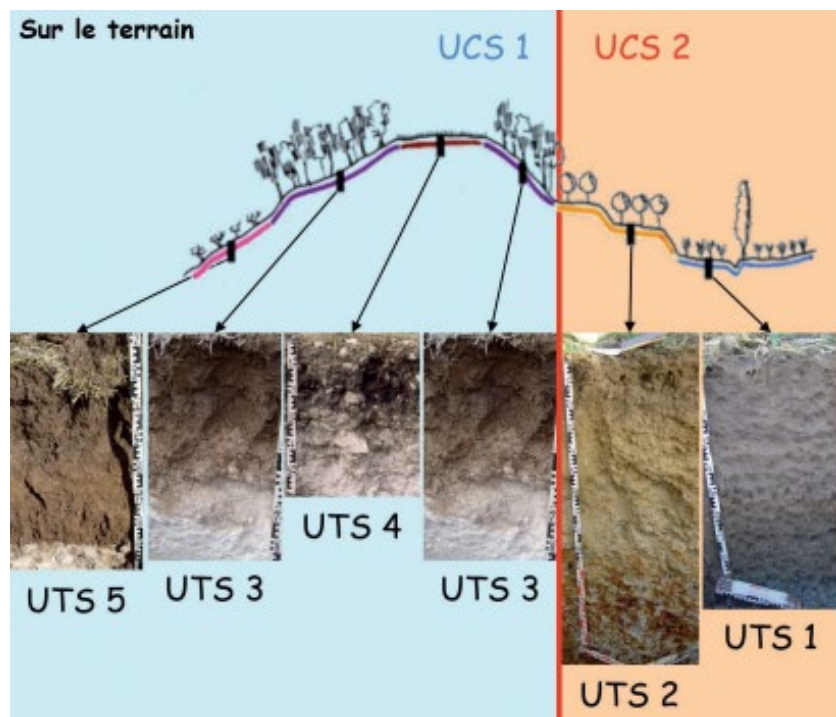
Données localisées (RRP)

Statistiques nationales basées sur
l'occupation des sols (ALDO,
Observatoire national de biodiversité,
RMQS)

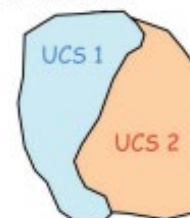
FOCUS SUR LA STRUCTURATION DES RRP

La cartographie des sols au 1/250 000 utilise deux éléments structuraux :

- **Unité Typologique de sol (UTS)** : volume de la couverture pédologique présentant en tous lieux de l'espace la même succession d'horizons
- **Unité Cartographique de sol (UCS)** : morceau de la couverture pédologique regroupant une ou plusieurs UTS de façon à pouvoir en faire une représentation cartographique.



Sur la carte



Dans la base de données

UCS 1	UCS 2
UTS 3 : 50 %	UTS 1 : 50 %
UTS 4 : 25 %	UTS 2 : 50 %
UTS 5 : 25 %	

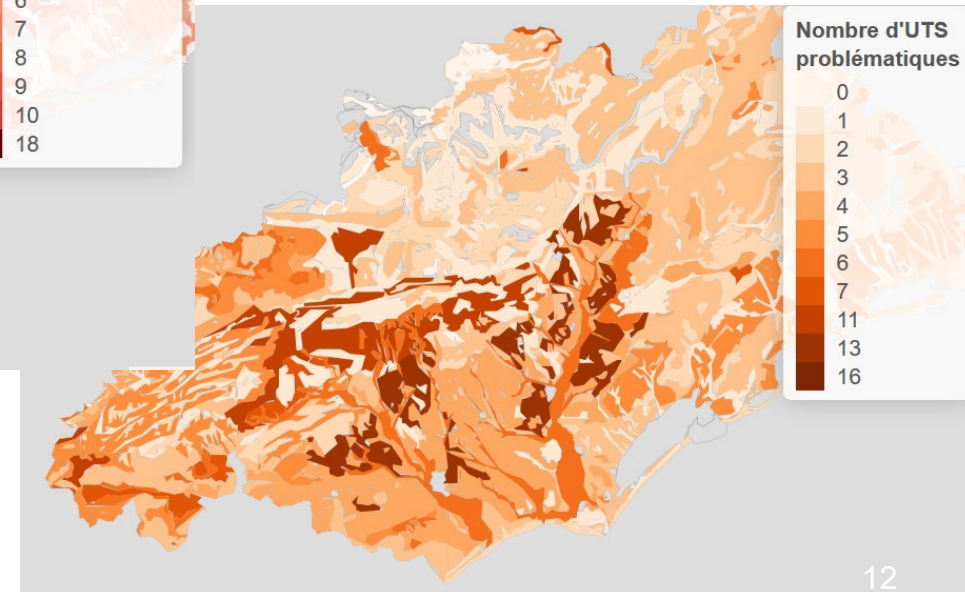
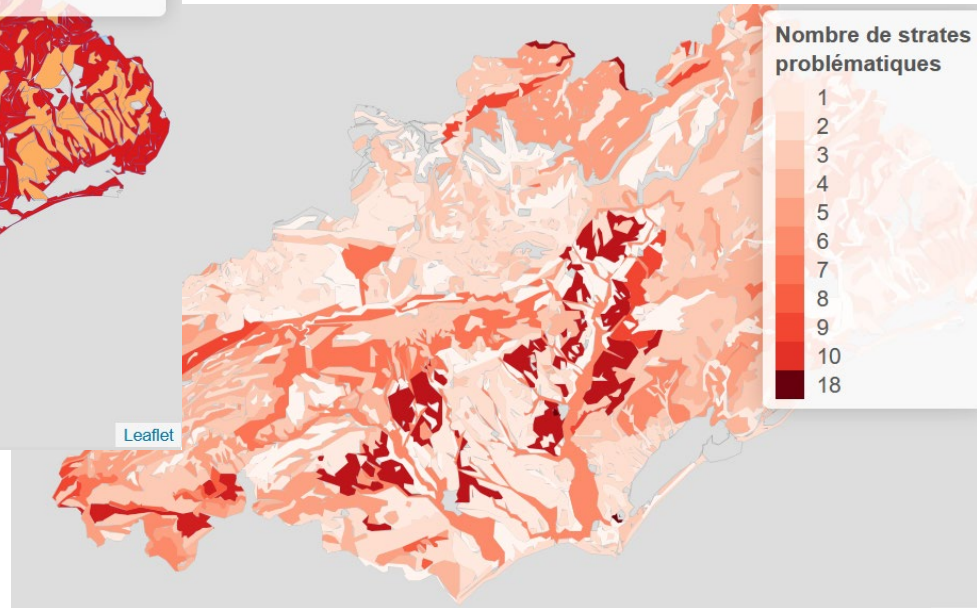
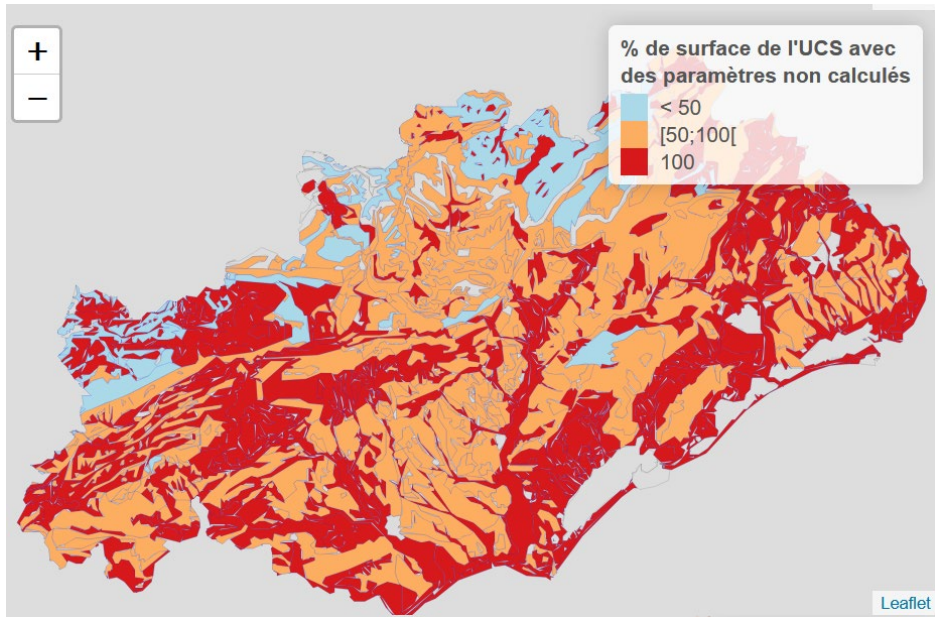
D'après M. Bornand (INRA, Montpellier)

Le choix de représentation va se faire sur la modalité dominante.

UNE ANALYSE NÉCESSAIRE DES RRP

Exemple de l'analyse du RRP Occitanie

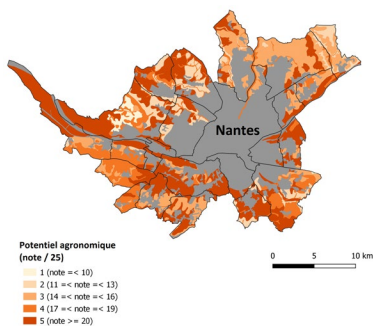
- Besoin de faire appel à une expertise pédologique locale pour corriger les anomalies



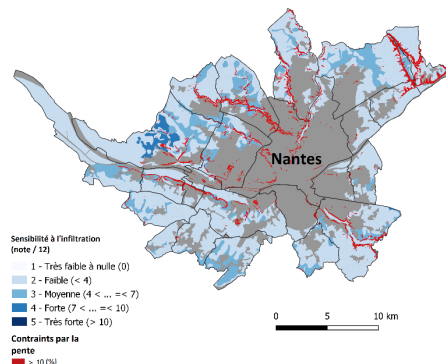
LES CARTES DE FONCTIONS ET INDICE GLOBAL

Approche en
milieu rural

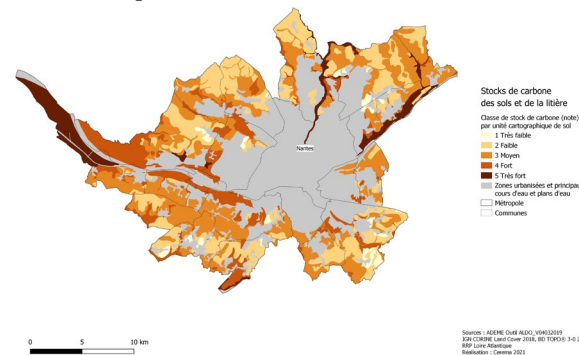
Potentiel agronomique



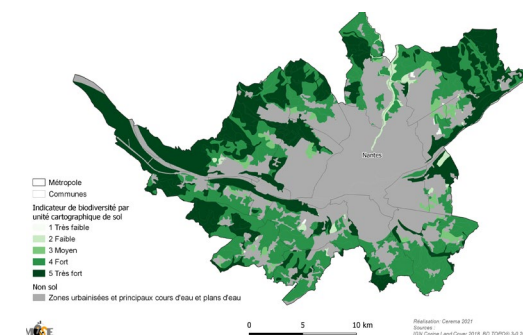
Potentiel d'infiltration



Stock potentiel de carbone



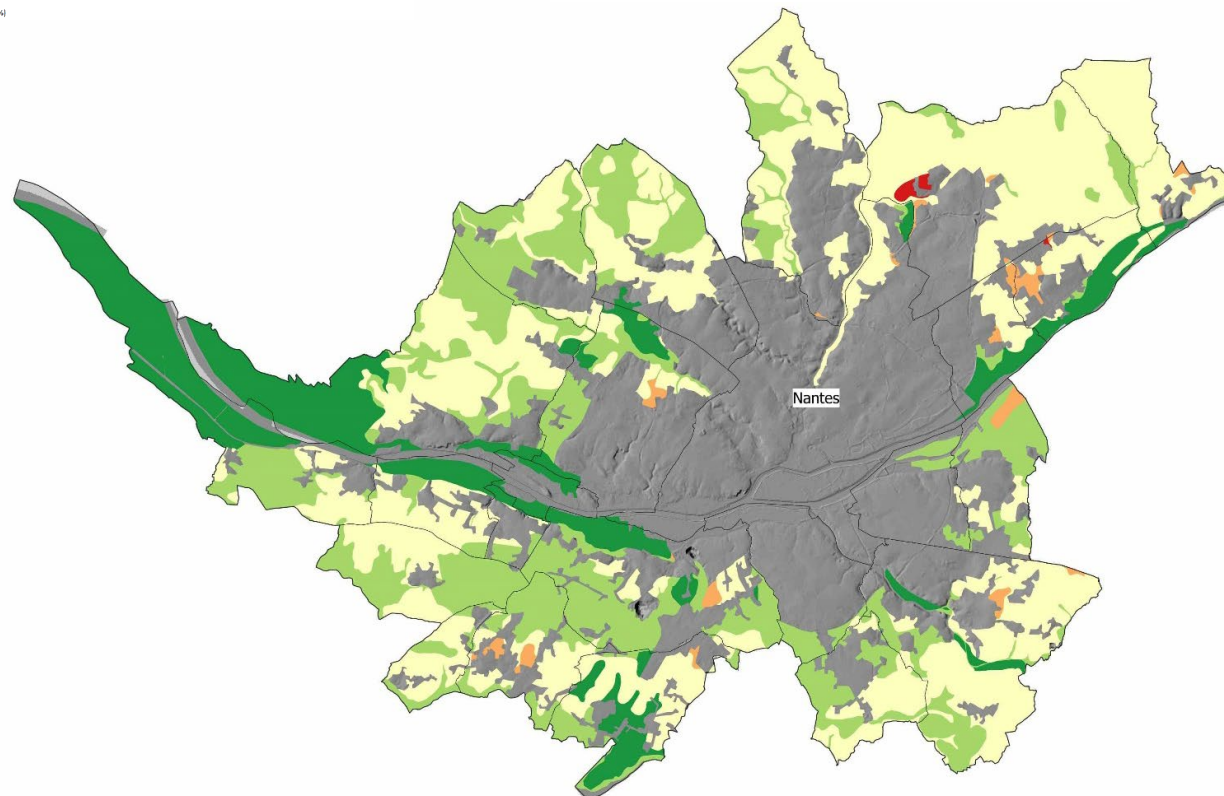
Indice potentiel de biodiversité



Multifonctionnalité des sols :
Potentiel agronomique, Infiltrabilité,
Stock de carbone, Biodiversité

Classe de multifonctionnalité (note)
par unité cartographique de sol

- 4 - 8, Classe 1 : Très faible
- 8 - 10, Classe 2 : Faible
- 10 - 13, Classe 3 : Moyenne
- 13 - 15, Classe 4 : Forte
- 15 - 20, Classe 5 : Très forte
- zones urbanisées et principaux
cours d'eau et plans d'eau
- Métropole
- Communes

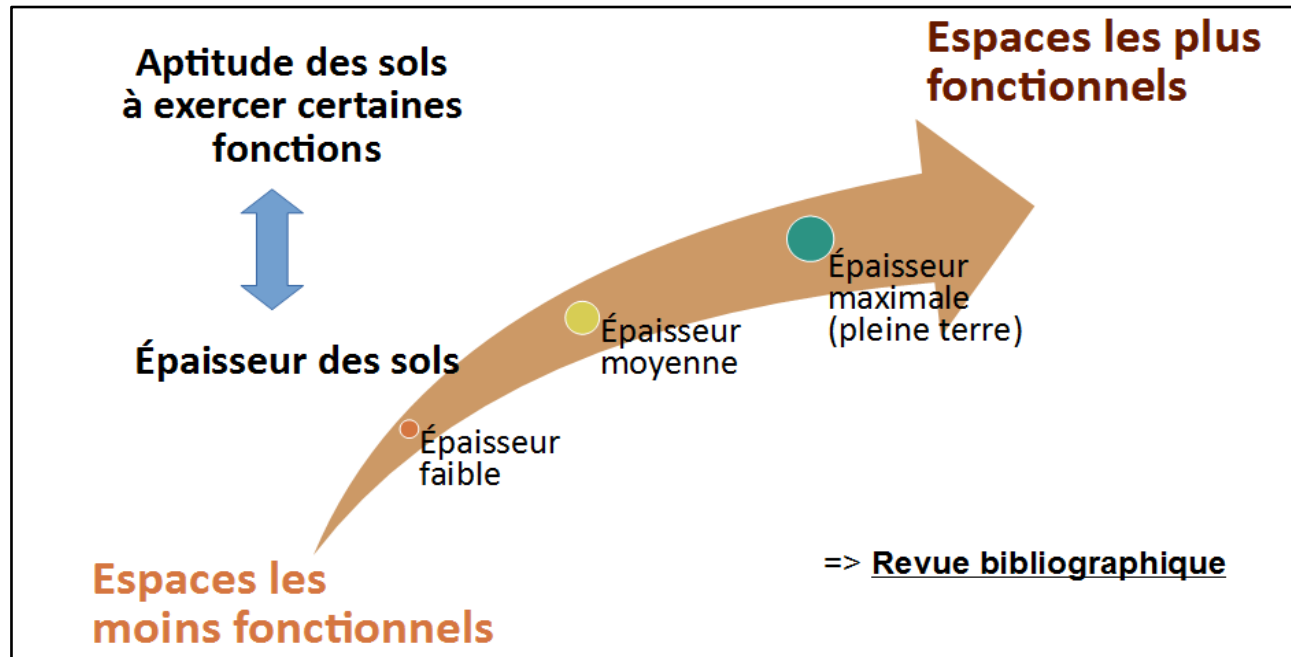


MILIEU URBAIN : LIEN A LA PLEINE TERRE

Approche en
milieu urbain

Indicateur :

Potentiel d'un sol à exercer tout ou partie de ses fonctions associées à une sol naturel (concept de pleine terre)



Pas de données sur la profondeur des sols urbains

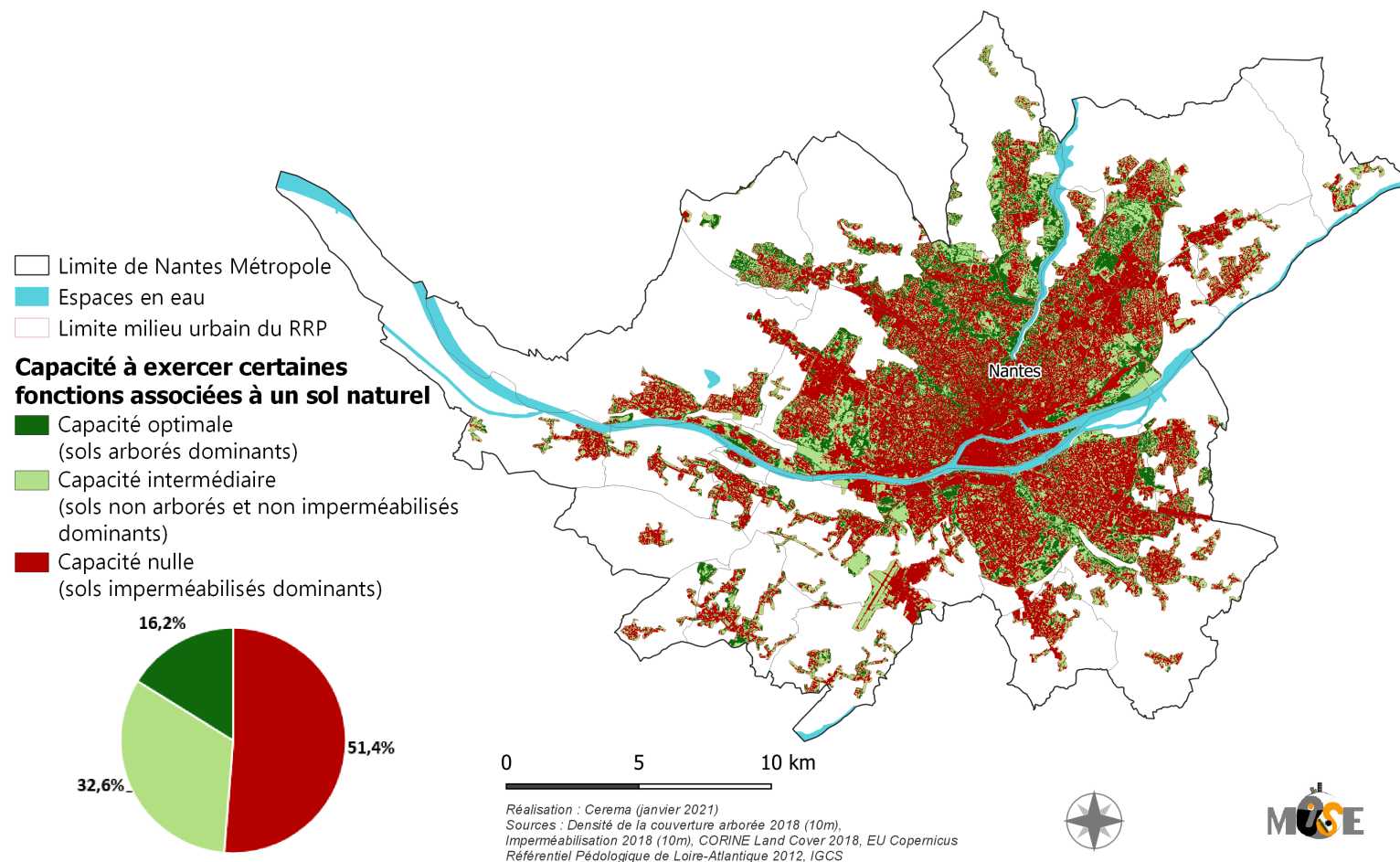


Utilisation de la couverture des sols pour définir 3 classes :

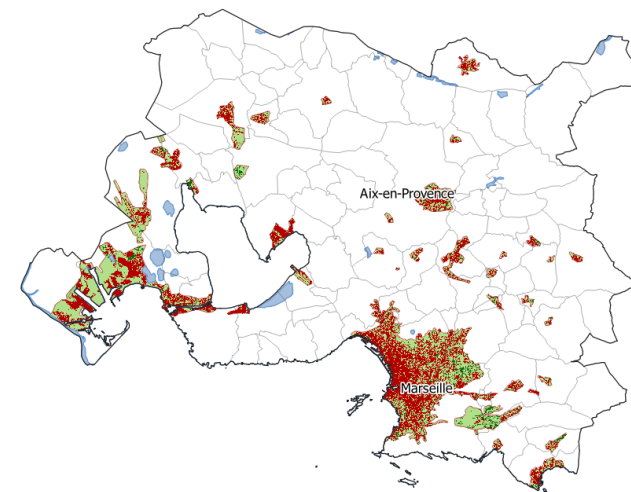
- **Sols arborés dominants** = capacité maximale
- **Sols herbacés dominants** = capacité intermédiaire
- **Sols imperméabilisés dominants** = capacité nulle

MILIEU URBAIN : LIEN A LA PLEINE TERRE

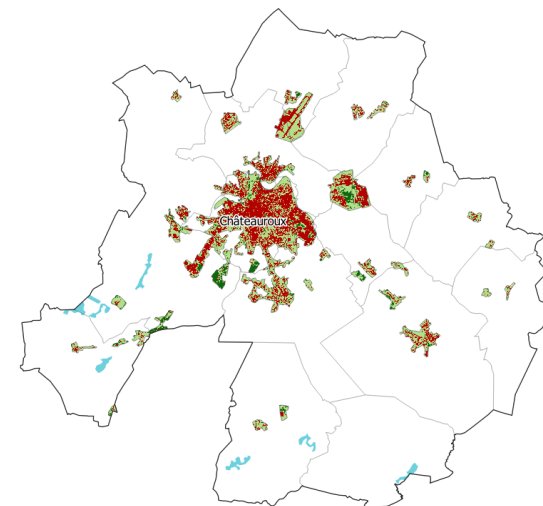
Capacité potentielle à exercer toute ou partie des fonctions associées à un sol naturel
des sols urbains de Nantes Métropole délimités par le Référentiel Régional Pédologique



Aix-Marseille-Provence Métropole



Châteauroux Métropole



RECOMMANDATION D'UTILISATION ET PISTES D'ENSEIGNEMENT (1/2)

- La méthode MUSE s'appuie sur des postulats scientifiques qui sont perfectibles

Cette perfectibilité doit être connue et acceptée

- La nécessité de compléter et croiser les données pour une vision plus exhaustive, la méthode MUSE est un premier porter à connaissance de la qualité des sols (au sens de la multifonctionnalité des sols)
- Les résultats doivent être lus et complétés au regard de la connaissance terrain, ils permettent d'identifier des secteurs à enjeux pouvant **être complétés** par des diagnostics pédologiques et permettre une descente d'échelle ; les résultats sont actualisables à tout moment, à chaque fois que le RRP gagne en précision par exemple.
- Les résultats doivent être croiser avec **d'autres sources de données** pour prioriser des arbitrages : pratiques agricoles, irrigation, données complémentaires sur la connectivité des milieux, zones humides, les friches urbaines , la pollution des sols, etc.

RECOMMANDATION D'UTILISATION ET PISTES D'ENSEIGNEMENT (2/2)

- L'échelle de validité des cartes reste celle des données d'origine (RRP) (1/250 000^{ème})

La méthode est adaptée pour une lecture à **l'échelle supra-communale**

- La représentativité des résultats dépend de l'exhaustivité des données

Interprétation des cartes au regard d'un indicateur d'incertitude

Les incertitudes et les limites des modèles sont présentées et calculées **tout au long de la démarche**, on explique très précisément et pédagogiquement les limites liées aux données pédologiques (qui existent dans les autres méthodes)

- La méthode permet d'utiliser la connaissance des sols comme levier d'aide à la décision

Une aide pour considérer les données pédologiques non comme un frein mais comme un **outil d'optimisation** des projets.

Une aide pour optimiser les stratégies foncières dans le cadre des politiques d'aménagement du territoire, de gestion des risques naturels et de développement agricole.

QUELQUES EXPÉRIMENTATIONS

Syndicat Mixte Métropole Savoie (73)

Lauréat AMI ZAN – Caractériser les gisements fonciers au regard de la qualité des sols pour mieux l'intégrer dans la stratégie d'aménagement du SCoT dans la perspective du ZAN. Ont pour ambition une descente d'échelle.

CC de Marenne Adour Côte-Sud (40)

Acquérir un socle de connaissances sur la multifonctionnalité des sols pour accompagner leur stratégie de sobriété foncière, de nature en ville et de maintien des TVB

Ville de Ris-Orangis (91)

Lauréat AMI ZAN - Élaborer un PLUi répondant aux objectifs ZAN au regard de la qualité des sols. Des diagnostics pédologiques ont permis de réaliser une descente d'échelle.

DDTM du Gard (30)

Constituer un porteur à connaissance sur la qualité des sols pour apporter une dimension supplémentaire aux diagnostics territoriaux et aide à la décision répondant aux nouveaux enjeux de la planification et de l'aménagement du territoire.

Capitalisation des RETEX en cours

LES SUITES : VERS UNE MÉTHODE OPÉRATIONNELLE

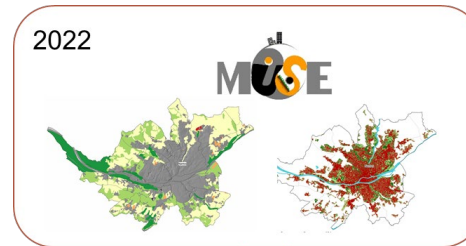
Retours
d'expérience

- Mise à disposition des données parfois difficiles
- Une approche cohérente avec l'échelle supra-communale
- Des « erreurs »
- Une technicité importante
- Une vision statique

Projet cartoMUSE

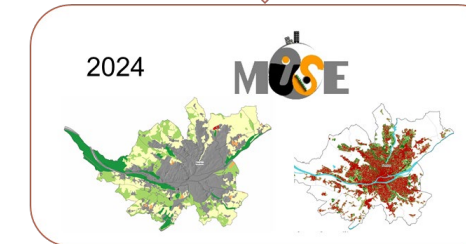


GisSol 2023-2025



adaptations

améliorations



- Automatisation
- Communiquer autour des incertitudes
- Expérimentations pour acquérir des données plus fines (cf. AMI ZAN, Ris-Orangis) et avoir un PLU ZAN

Équipe projet

geoportail-urbanisme



www geoportail

RESSOURCES

Techniques

- Pour en savoir plus, le rapport final du projet MUSE est en ligne :
- <https://www.cerema.fr/fr/actualites/prendre-compte-multifonctionnalite-sols-amenagement?folder=4232>
- Mise à jour des annexes techniques et livrables CartoMUSE : 2025
- Étude sur les coefficients de surface non imperméabilisées et éco-aménageables : des outils de planification pour préserver les sols urbains
- <https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/601669/les-coefficients-de-surfaces-non-impermeabilisees-et-eco-amenageables-des-outils-de-planification-po>

Sensibilisation

- BD Les super pouvoirs des sols : des solutions pour la ville de demain
- <https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/595035/les-super-pouvoirs-des-sols-des-solutions-pour-la-ville-de-demain>
- Les essentiels : des sols menacés mais pourtant vitaux
- <https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/596242/des-sols-menaces-mais-pourtant-vitaux>

