

# L'approche MUSE et son intégration dans la démarche de PLU(i)

*Application à trois territoires tests*

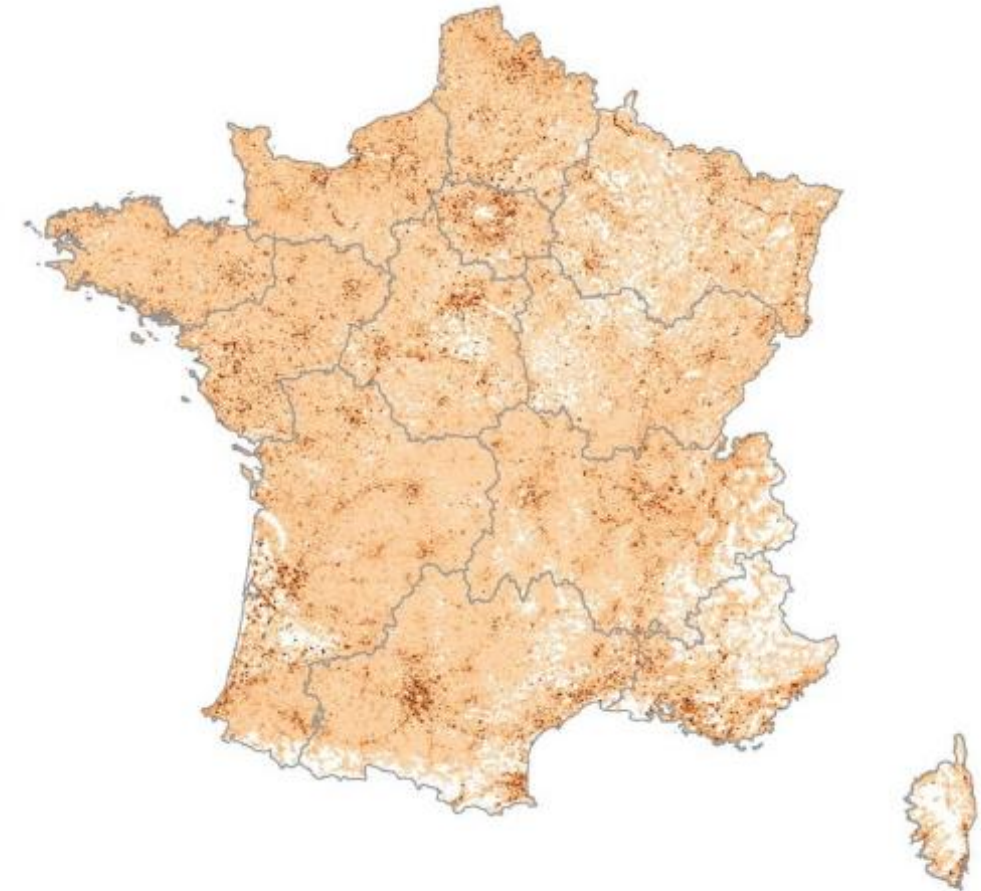
*Béatrice Béchet, Jean-Paul Bessière, Laëtitia Boithias, Philippe Branchu, Emma Duplanil, Clémentine Duvigneau, Catherine Keller, Bertrand Laroche, Antoine Lemot, Cécile Le Guern, Fabienne Marseille, Romain Métois, Joël Moulin, Christelle Neaud, Catherine Néel, Rehana Sheriff*

# Contexte : L'artificialisation des sols

3,5 millions d'hectares  
artificialisés en France  
(24 000 hectares / an)

Une artificialisation qui  
augmente 4 fois plus  
que la population

entre 2009 et 2019



Artificialisation 2009-2019

- Pas d'artificialisation
- < 1 ha
- 1 - 2 ha
- 2 - 5 ha
- > 5 ha

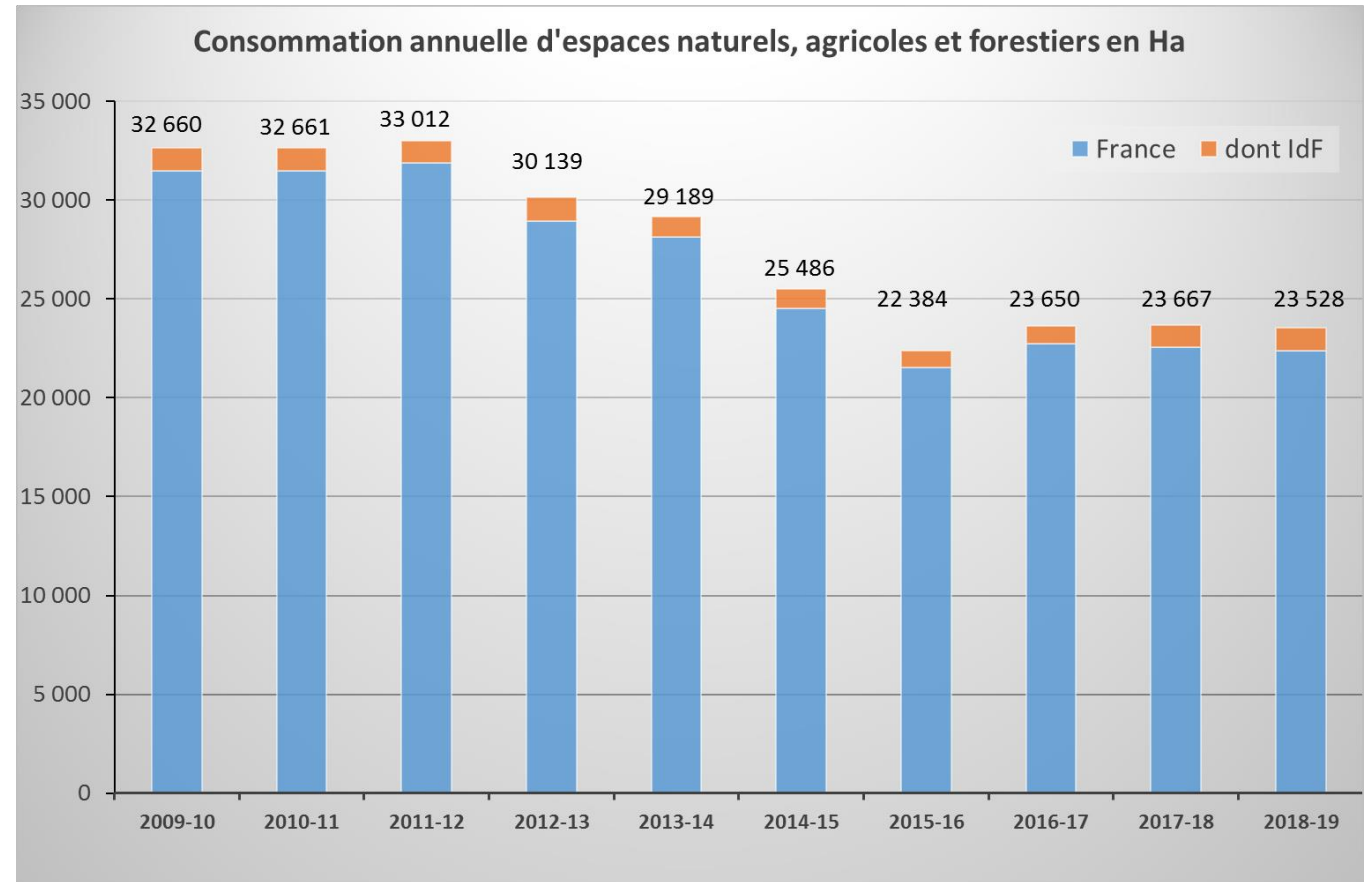
RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

 Cerema

# Contexte : L'artificialisation des sols

Les outils réglementaires (SCOT, PLUi, PLU) intègrent des enjeux de consommation d'espace mais pas de **qualité des sols**

Des objectifs de plus en plus exigeants, tels que le **Zéro Artificialisation Nette** (Plan Biodiversité, Loi Climat et Résilience)



<https://artificialisation.biodiversitetousvivants.fr/>

# Enjeu : passer d'une vision foncière (2D) à la qualité des sols (3D)

## UN CHANGEMENT DE PARADIGME NÉCESSAIRE



**De l'occupation du sol**

**A sa qualité**

**La qualité des sols :**

"La capacité d'un certain type de sol à fonctionner, dans les limites d'un écosystème naturel ou anthropisé"

=> diversité des sols

=> diversité des fonctions exercées

### Fonctions écologiques

- Production d'aliments et de biomasse ;
- régulation du cycle de l'eau ;
- stockage, filtration et transformation des nutriments ;
- réservoir de biodiversité du sol ;
- réservoir de carbone.

### Fonctions anthropiques

- stockage, filtration et transformation des polluants ;
- support (physique) d'activités humaines et culturelles (hors agricole) ;
- source de matière première ;

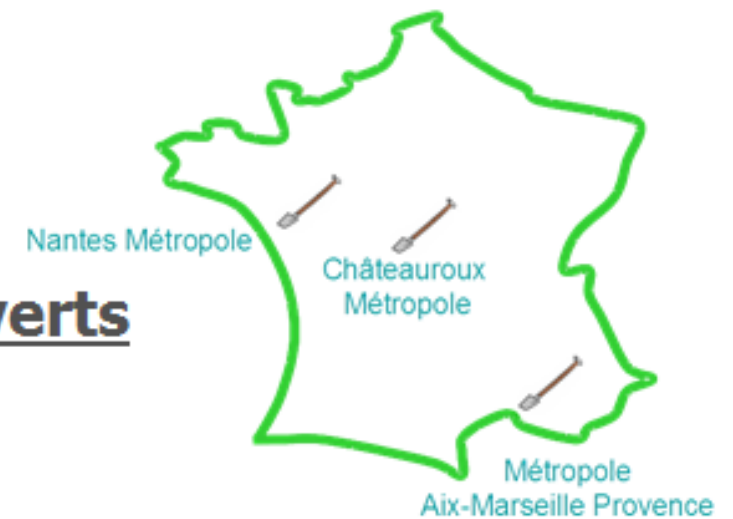
# Objectifs du projet MUSE

Elaboration et partage avec les collectivités des méthodes et/ou d'outils pour prendre en compte la qualité des sols et leur multifonctionnalité

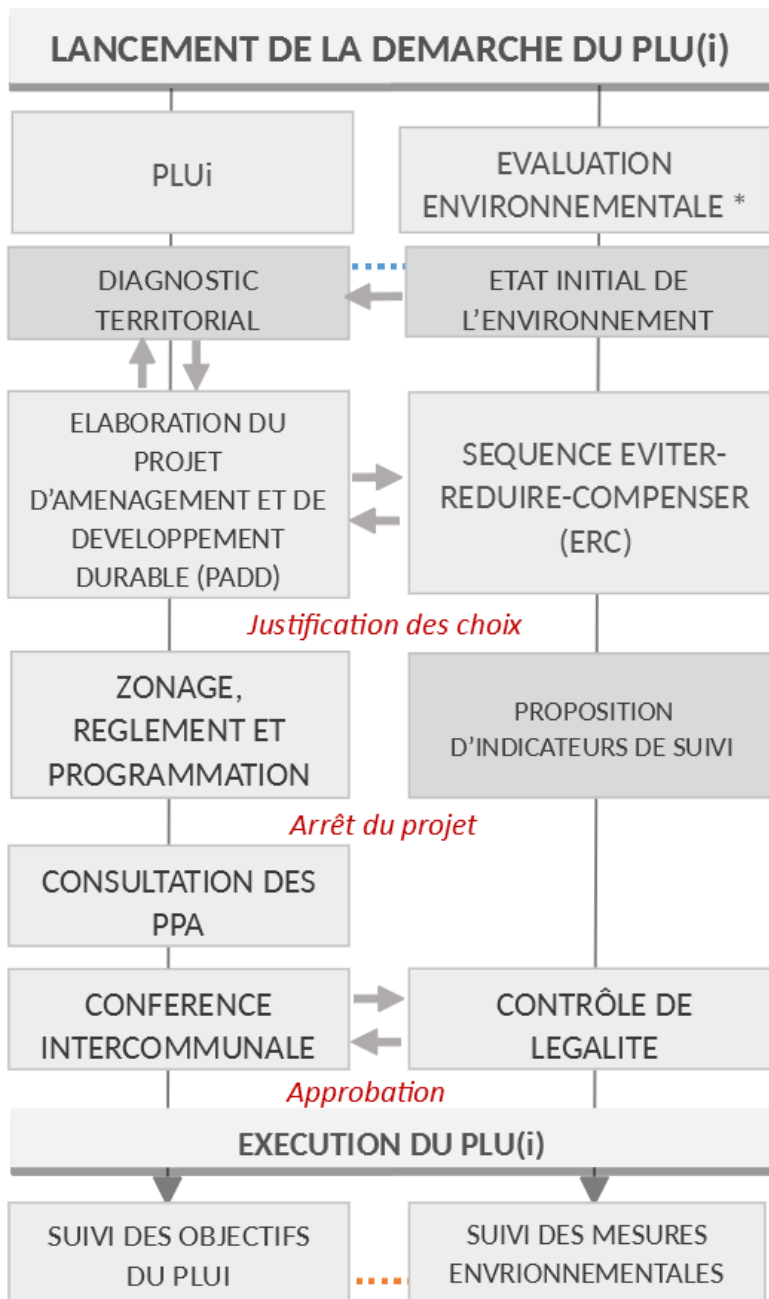
Tester ces outils / méthodologies avec 3 collectivités pilotes

Périmètre :

- Milieux, urbain, périurbain et rural
- Sols agricoles, naturels mais également sols **non couverts** dans le tissu urbain
- Échelle de travail sélectionnée : **le PLUi**



**Une approche partagée avec les acteurs du territoire**



## Objectif : intégrer la multifonctionnalité des sols dans les PLUi

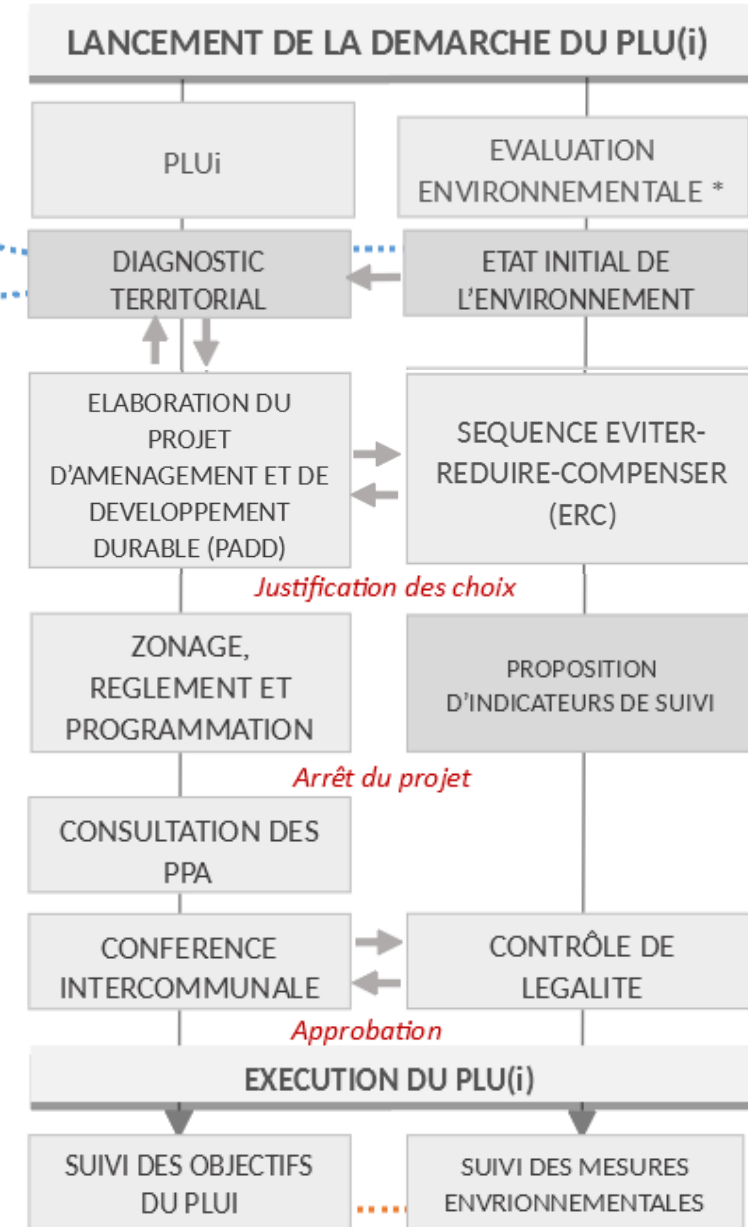
- Prendre en compte la qualité du sol dans toutes les étapes de l'élaboration du PLUi :
  - à intégrer dans le **diagnostic territorial**
  - pour orienter les choix du **PADD**
  - concrétiser ces choix dans le **règlement**
  - et évaluer les **impacts du projet sur les OAP**
  - à considérer dans la séquence **ERC**

\* Ou analyse des incidences du projet sur l'environnement si le projet n'est pas soumis à l'évaluation environnementale

# Intégrer la multifonctionnalité des sols dans le diagnostic territorial

- Caractériser les fonctions des sols dans l'état initial de l'environnement
- Les spatialiser (cartes d'indicateurs) et les agréer en une carte de multifonctionnalité des sols
- Intégrer les cartes dans le diagnostic territorial

Quels apports directs du projet MUSE ?



\* Ou analyse des incidences du projet sur l'environnement si le projet n'est pas soumis à l'évaluation environnementale

# MUSE : Comment caractériser une fonction ?

## Un principe de base

### Paramètre 1

ex : épaisseur de sol

### Paramètre n

ex : teneur en MO

### Indicateur 1

ex : réserve utile

### Indicateur 2

ex : perméabilité

### Fonction 1

### 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

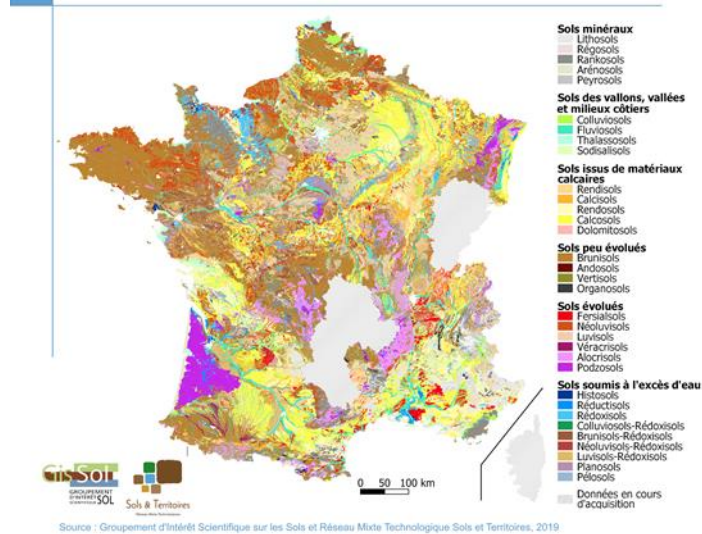


# Les fonctions et indicateurs retenus

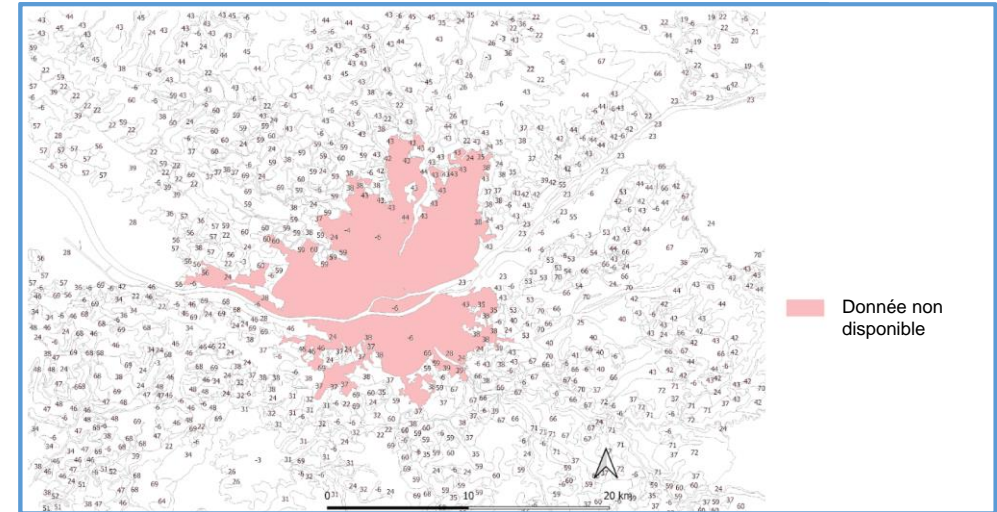
FONCTIONS	INDICATEURS
Régulation du cycle de l'eau	Infiltrabilité
Production de biomasse	Aptitude agronomique
Réservoir de carbone	Stock de carbone organique
Réservoir de biodiversité	Abondance et diversité lombriciennes

# La disponibilité des données sur les sols

## Carte des sols



## Le RRP couvrant le territoire de Nantes Métropole



<https://www.geoportail.gouv.fr/donnees/carte-ign>

## Milieu rural :

Référentiel Régional Pédologique et données associées disponibles pour France entière au 1/250 000ème (voire plus fin dans certains départements)

## Milieu urbain :

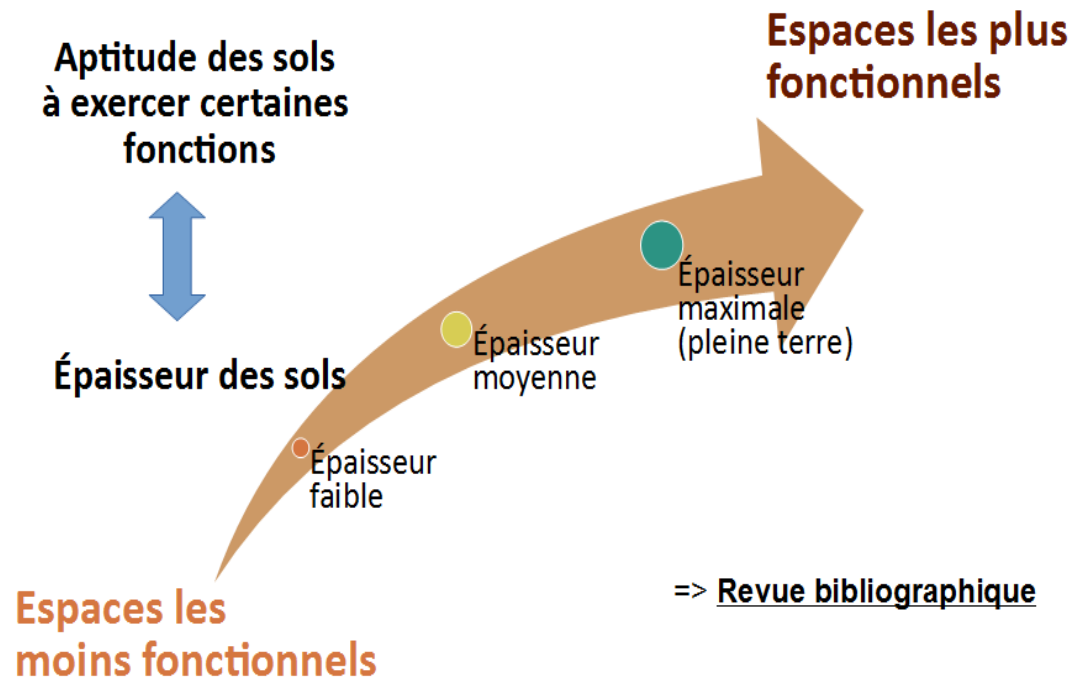
Pas de carte pédologique  
Début de structuration de BD, alimentation à généraliser à l'échelle nationale

→ **NECESSITE DE DEVELOPPER 2 APPROCHES DIFFERENTES**

# Proposition d'une approche « pleine terre » en milieu urbain

Le concept de **pleine terre** utilisé dans les documents d'urbanisme

= continuité en profondeur + référence à plusieurs fonctions des sols infiltration des eaux, production de biomasse, voire espaces propices au développement de la faune et de la flore.



=> Revue bibliographique

## PROPOSITION

« La pleine terre est un sol urbain en capacité d'exercer tout ou partie des fonctions associées à un sol naturel ». Le sol de pleine terre n'a pas forcément d'équivalent en milieu naturel

Différentes hypothèses :

- les sols non imperméabilisés végétalisés aménagés répondent au besoin de la végétation (strates herbacée, arbustive, arborée),
- le type de **végétation** est un indicateur de la **profondeur** du sol,

### Fonctions concernées :

- Régulation du cycle de l'eau
- Production de biomasse
- Stockage de carbone
- Réservoir de biodiversité

# Un test de la méthode MUSE sur trois territoires contrastés

## ► Nantes Métropole

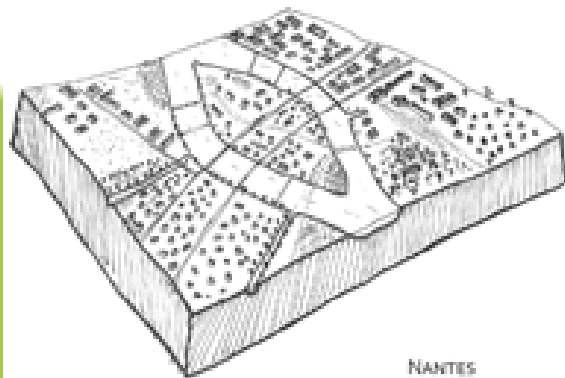
534,73 km<sup>2</sup> - 646 522 habitants (2017)  
- 24 communes

Forte présence de territoires agricoles  
(51% du territoire)

40% du territoire artificialisé

ENJEU FORT : l'eau, présence du  
fleuve et de zones humides

Préserver les sols naturels de la villes  
(espaces boisés, protégés)



NANTES

## ► Métropole Aix-Marseille Provence

3173 km<sup>2</sup> - 1 805 600 habitants (2018)  
- 92 communes (3 départements)

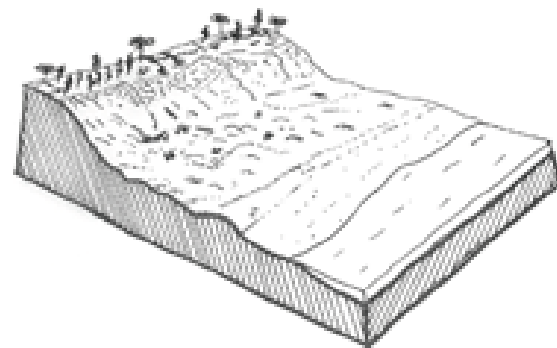
Très vaste territoire : plusieurs PLU

Forte présence de forêts et de milieux  
naturels (48% du territoire)

¼ du territoire artificialisé

ENJEU FORT : le littoral > contraintes  
(loi Littoral etc.)

Qualifier les sols « malades » des friches  
urbaines, préserver la richesse et la  
diversité de fertilité



MARSEILLE

## ► Châteauroux Métropole

537,90 km<sup>2</sup> - 73 617 habitants (2016)  
- 14 communes

Forte présence de territoires agricoles (67% du  
territoire)

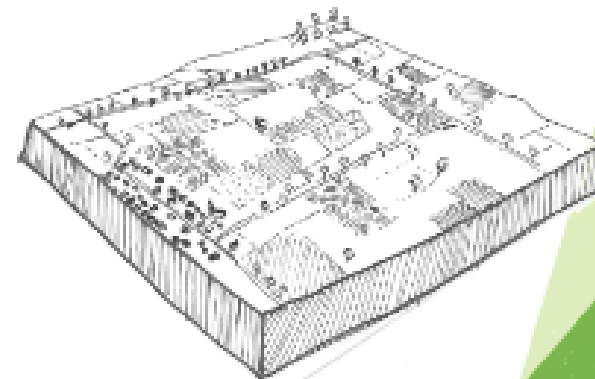
9% du territoire artificialisé

ENJEUX FORT :

Préserver les potentiels agronomiques des sols

Evaluer l'impact et enrailer la transition des prairies  
en grandes cultures qui ont des impacts sur les  
enjeux du territoire (exemple stockage carbone)

Garantir la bonne gestion qualitative et quantitative  
de l'eau



CHÂTEAURoux

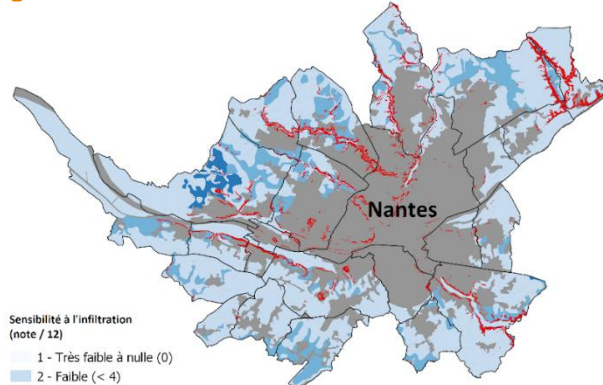
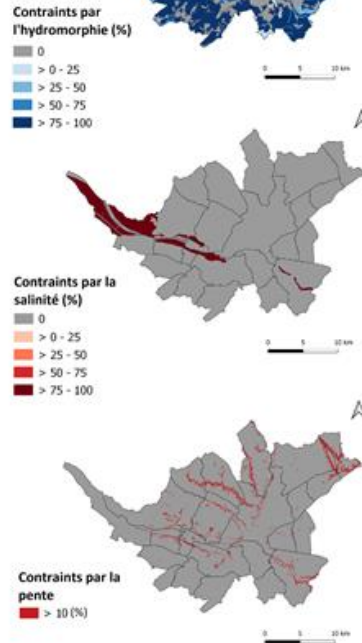
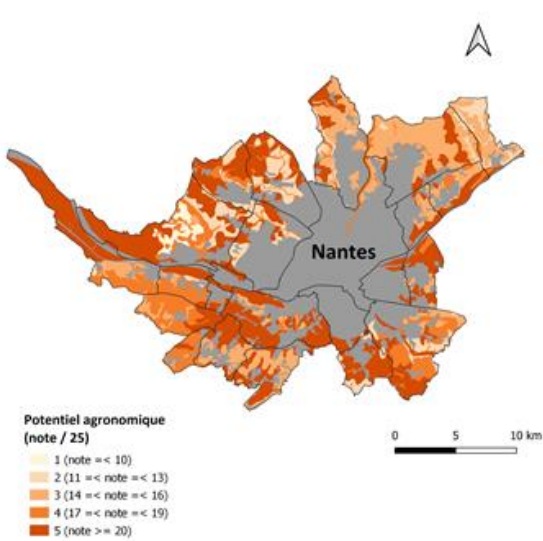


Illustrations réalisées par des étudiants  
du master STRATAM, encadrés par le  
Cerema, avril 2020

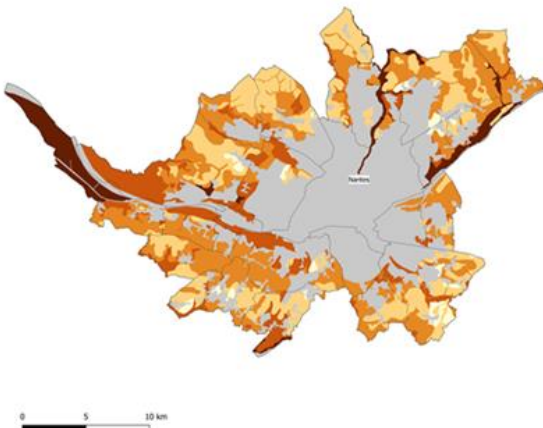
# L'exemple de Nantes métropole

## Infiltration de l'eau

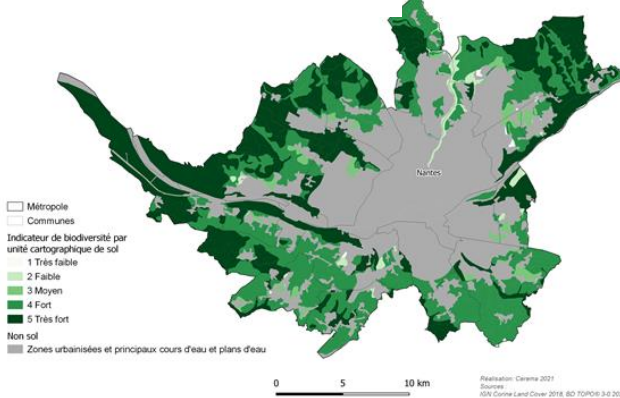
## Potentiel agronomique



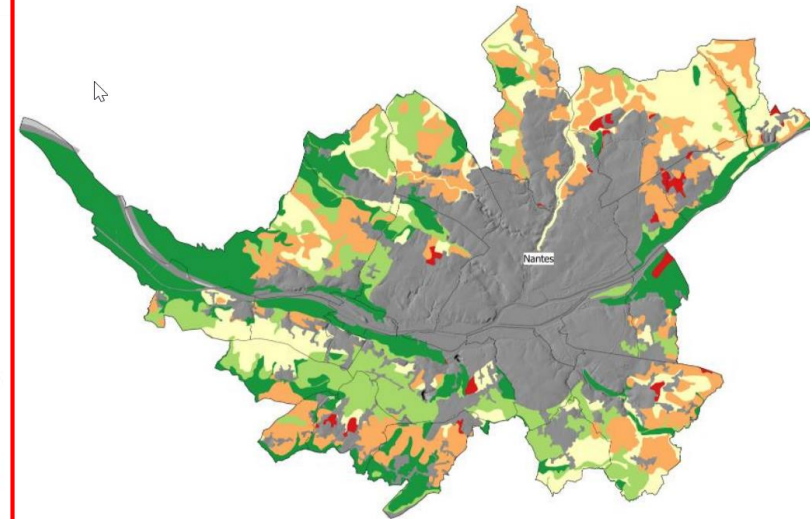
## Stockage de carbone



## Biodiversité du sol



## Multifonctionnalité



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

Classe de multifonctionnalité (note) par unité cartographique de sol

- 7 - 10, Classe 1 : Très faible
- 10 - 12, Classe 2 : Faible
- 12 - 13, Classe 3 : Moyenne
- 13 - 14, Classe 4 : Forte
- 14 - 17, Classe 5 : Très forte

■ zones urbanisées et principaux cours d'eau et plans d'eau

□ Métropole

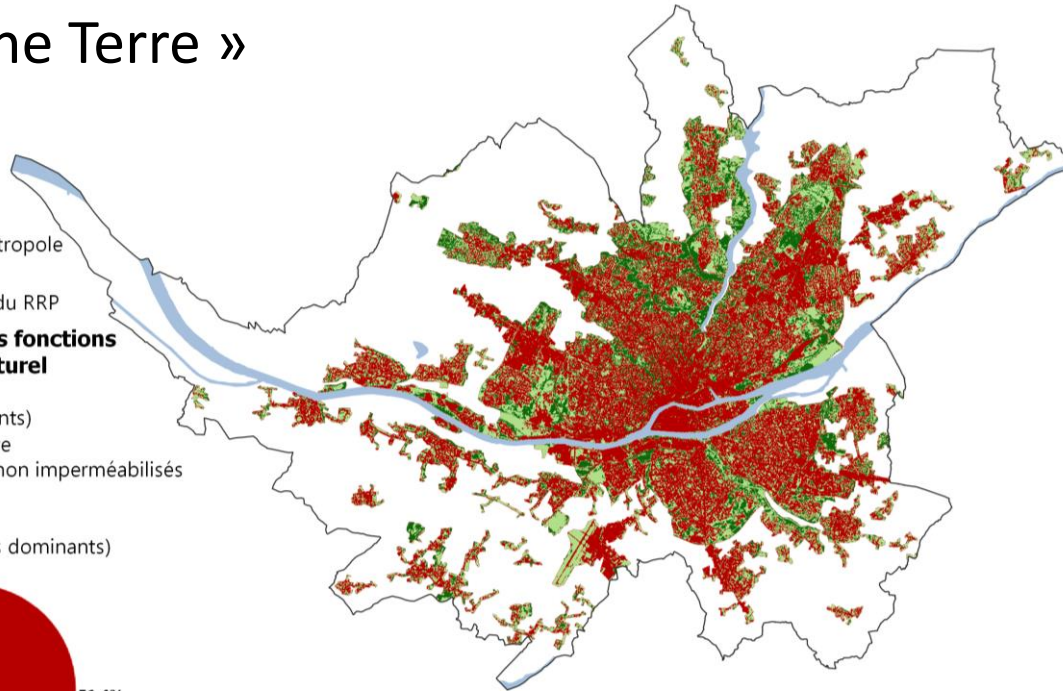
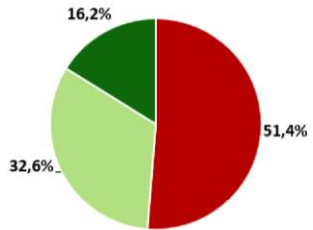
□ Communes

# « Pleine Terre »

- Limite de Nantes Métropole
- Espaces en eau
- Limite milieu urbain du RRP

## Capacité à exercer les fonctions associées à un sol naturel

- Capacité optimale (sols arborés dominants)
- Capacité intermédiaire (sols non arborés et non imperméabilisés dominants)
- Capacité nulle (sols imperméabilisés dominants)



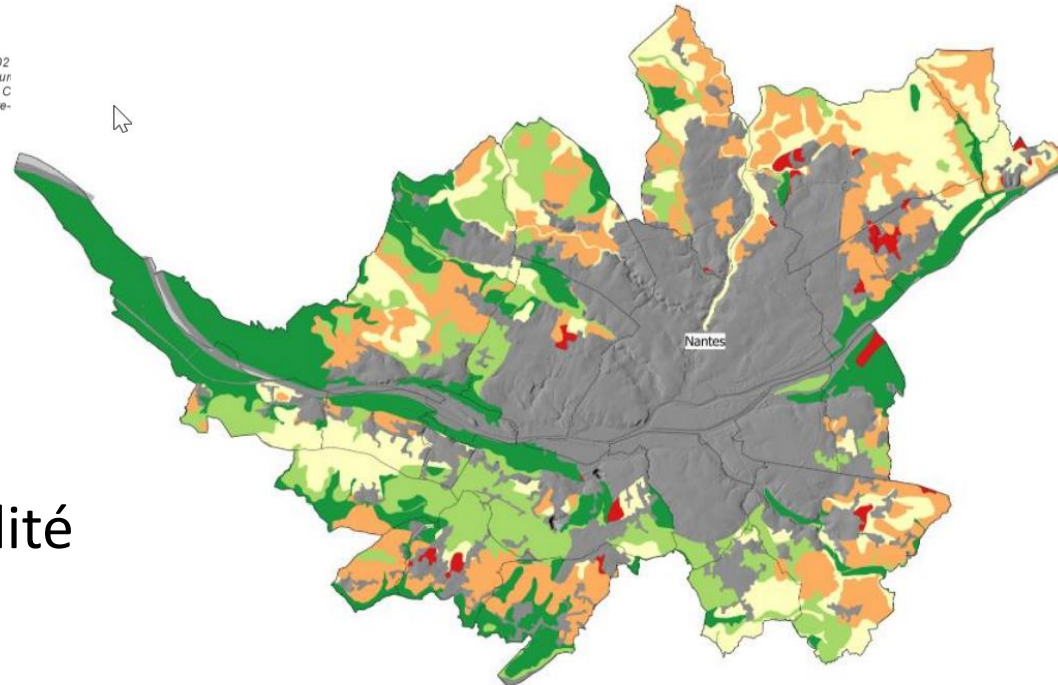
0 5 10 km



Réalisation : Cerema (janvier 2022)  
Sources : Densité de la couverture Imperméabilisation 2018 (10m), C Référentiel Pédologique de Loire-

# L'exemple de Nantes métropole

## Multifonctionnalité



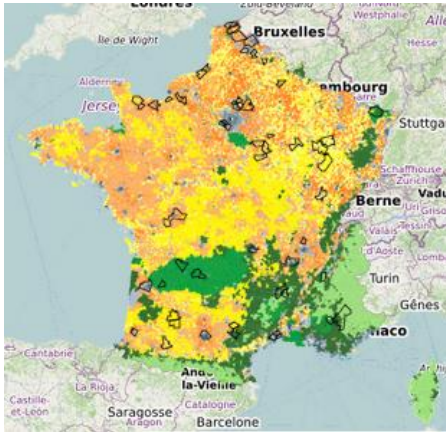
Multifonctionnalité des sols :  
Potentiel agronomique, Infiltrabilité,  
Stock de carbone, Biodiversité

Classe de multifonctionnalité (note)  
par unité cartographique de sol

- 7 - 10, Classe 1 : Très faible
- 10 - 12, Classe 2 : Faible
- 12 - 13, Classe 3 : Moyenne
- 13 - 14, Classe 4 : Forte
- 14 - 17, Classe 5 : Très forte
- zones urbanisées et principaux cours d'eau et plans d'eau
- Métropole
- Communes

# Objectif : intégrer la multifonctionnalité des sols dans le PLUi

- Indicateurs de contexte : pression démographique, pression foncière, vieillissement de la population...



- Cahier des charges permettant d'acquérir de la données pour une caractérisation plus fine :
  - du territoire
  - des zones à enjeux notamment en lien avec l'ouverture de nouvelles zones à l'urbanisation

## Quels apports directs du projet MUSE ?

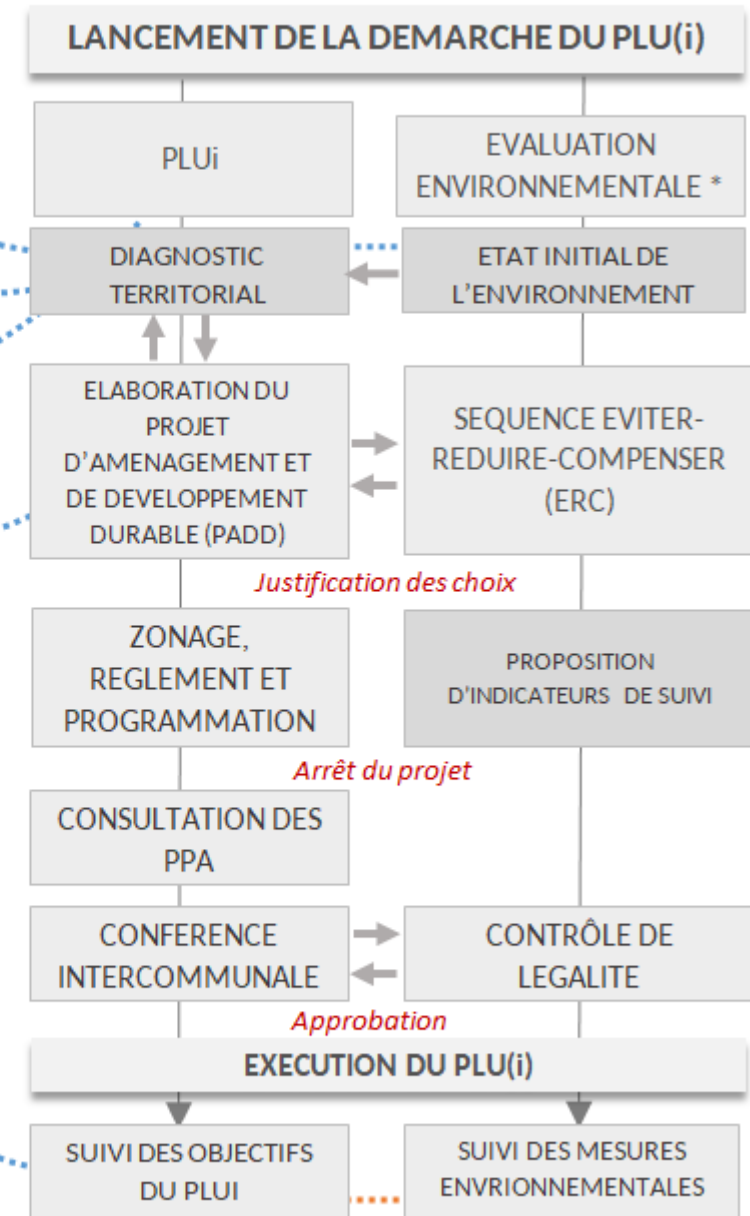
Indicateurs de connaissance « multifonctionnalité des sols »

Carte des fonctions du sol du territoire

Éléments de contexte impactant les fonctions des sols

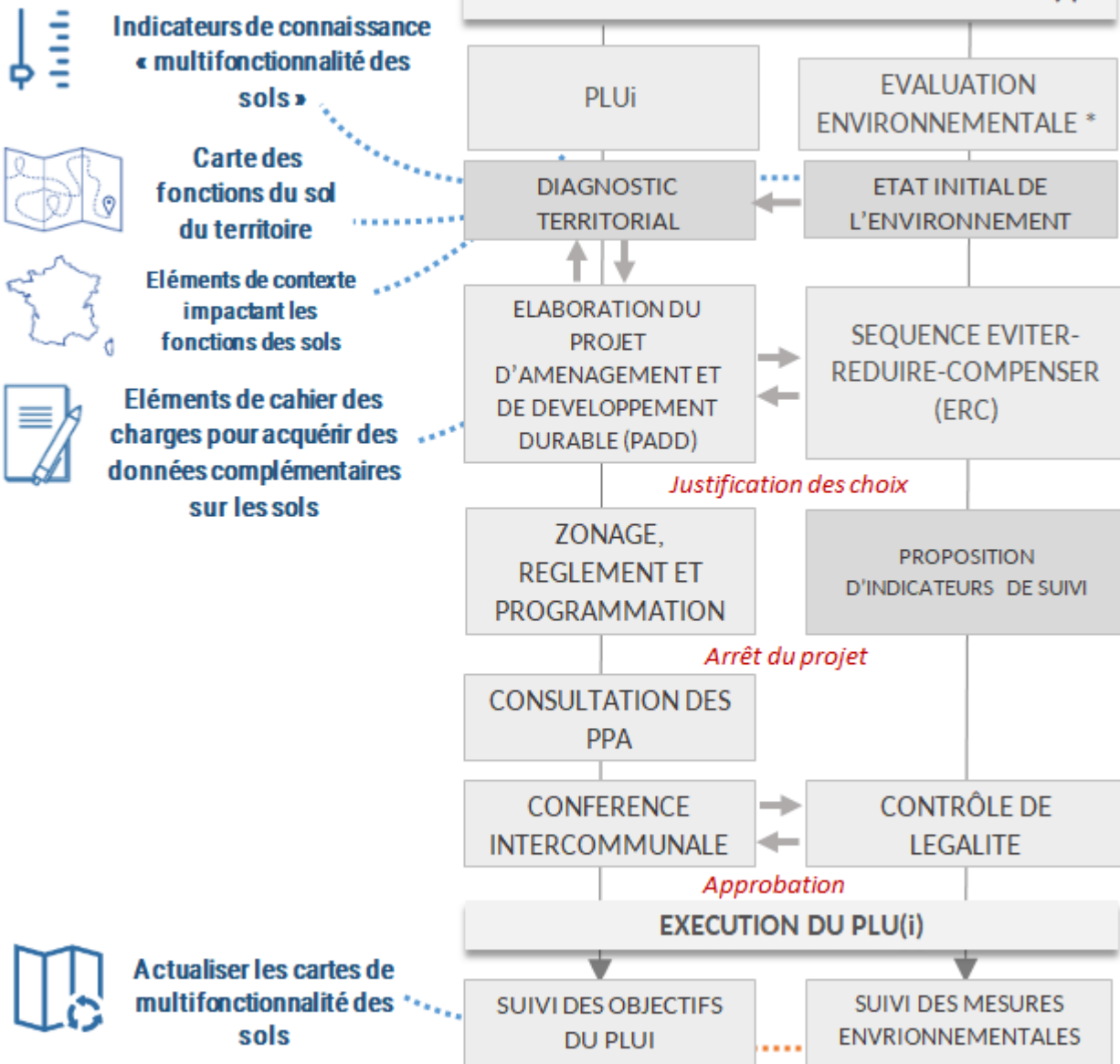
Éléments de cahier des charges pour acquérir des données complémentaires sur les sols

Actualiser les cartes de multifonctionnalité des sols



\* Ou analyse des incidences du projet sur l'environnement si le projet n'est pas soumis à l'évaluation environnementale

## Quels apports directs du projet MUSE ?



\* Ou analyse des incidences du projet sur l'environnement si le projet n'est pas soumis à l'évaluation environnementale

## LES APPORTS DE MUSE

- Quantité et qualité des sols consommés par artificialisation

## LES LIMITES DE MUSE

- Ne permet pas d'évaluer finement l'impact du PLUi sur la qualité des sols du territoire



# Conclusions & Perspectives

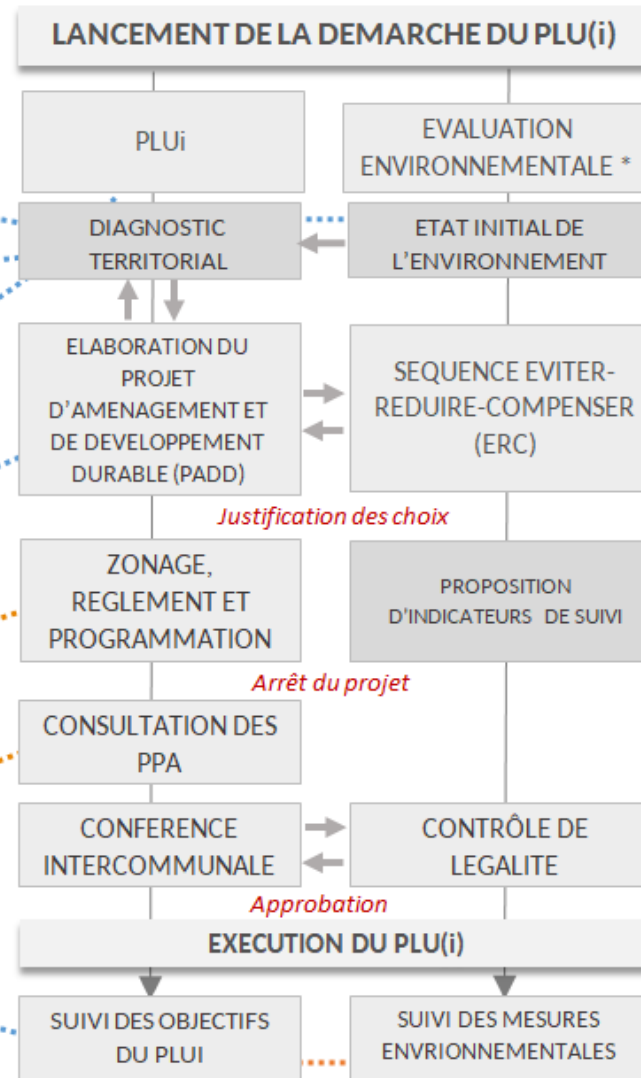
MUSE, une boîte à outils :

- Sensibilisation et apport de connaissances sur les sols, leur qualité (multifonctionnalité) et leur préservation
- Accompagnement des collectivités
- Analyse de l'ambition du projet sur la thématique sol

Quels apports directs du projet MUSE ?



Quelles utilisations possibles des résultats ?



Sensibiliser les élus et PPA impliqués sur les enjeux liés aux sols



Intégrer la multifonctionnalité des sols dans le cahier des charges de l'ingénierie (AMO)



Définir des recommandations de mesures ERC en faveur du maintien de la multifonctionnalité des sols



Choisir des indicateurs de suivi des mesures relatifs aux sols



Evaluer le maintien de la multifonctionnalité des sols par comparaison de cartes Avant / Après les grandes étapes de mises en œuvre du PLU(i)



\* Ou analyse des incidences du projet sur l'environnement si le projet n'est pas soumis à l'évaluation environnementale

Merci pour votre attention  
**ACTUALITÉ DU PROJET**



<https://www.cerema.fr/fr/actualites/projet-muse-integrer-multifonctionnalite-sols-documents>