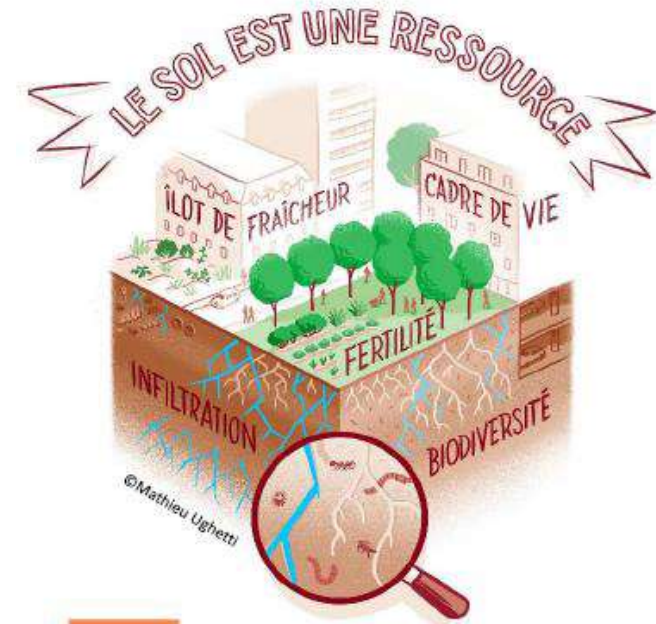


# L'approche MUSE :

une action à l'échelle des PLUi et  
des perspectives pour les SCoT



Catherine FRANCK-NEEL  
Catherine.neel@cerema.fr

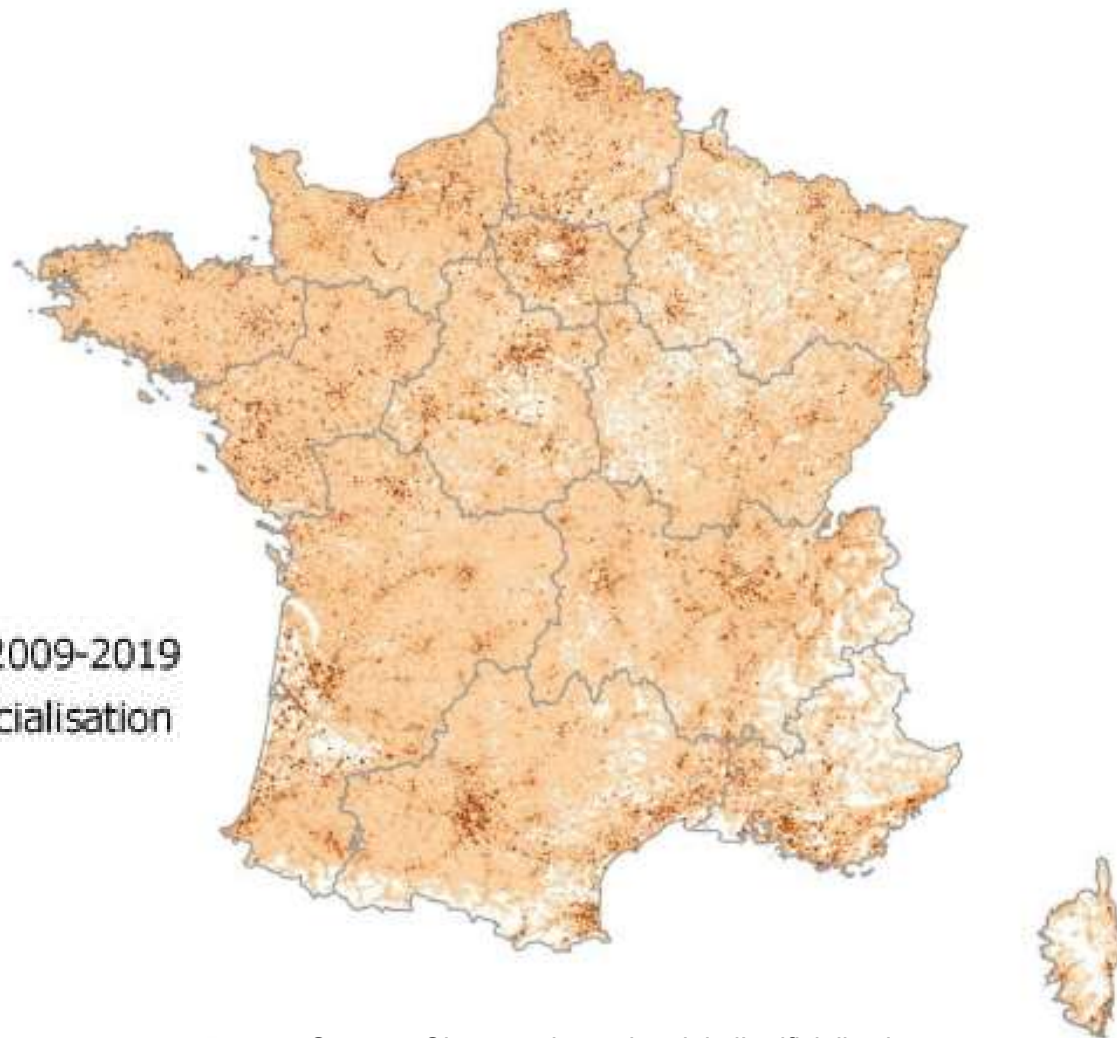
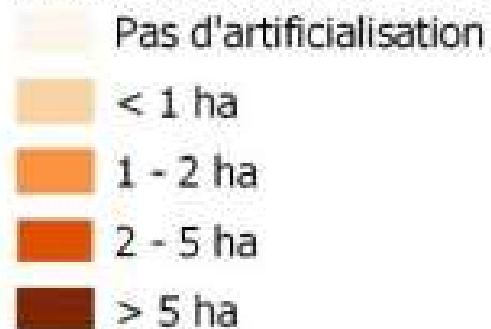
*Béatrice Béchet, Jean-Paul Bessière, Laëtitia Boithias, Philippe Branchu,  
Emma Duplanil, Clémentine Duvigneau, Catherine Keller, Bertrand Laroche, Antoine Lemot,  
Cécile Le Guern, Fabienne Marseille, Romain Métois,  
Joël Moulin, Christelle Neaud, Catherine Néel, Rehana Sheriff*

## CONTEXTE : 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

Artificialisation 2009-2019



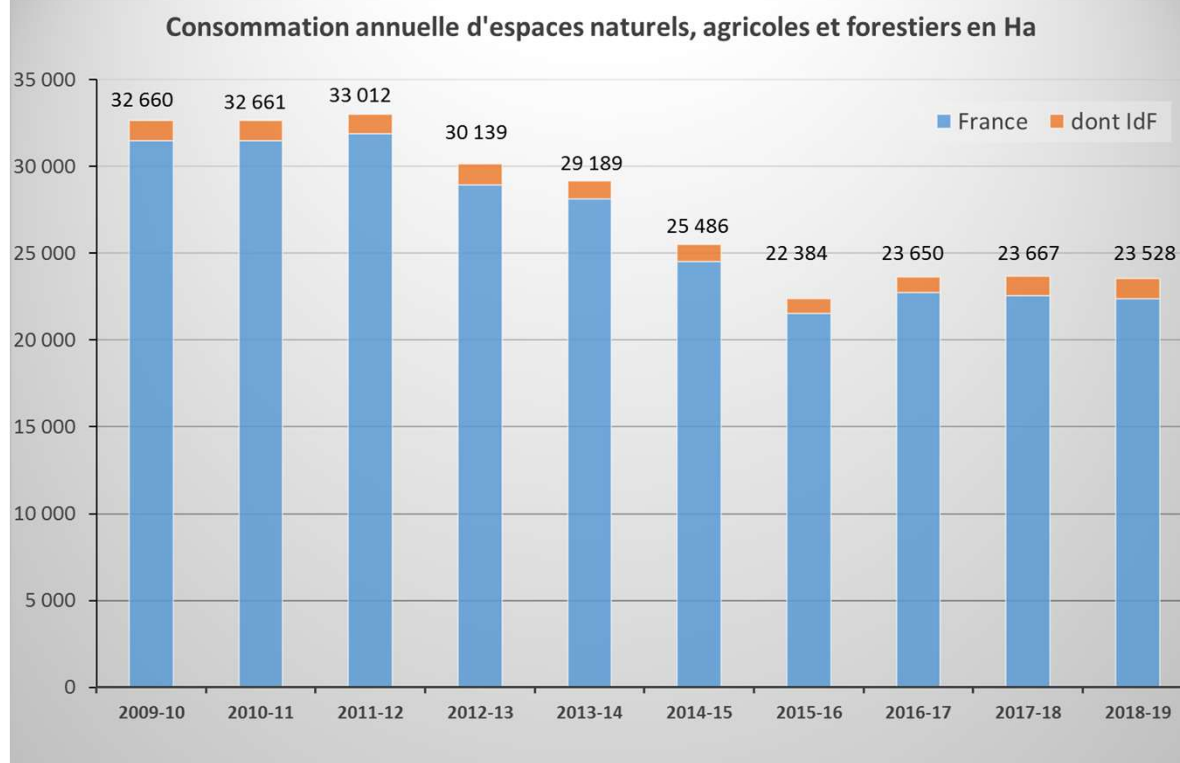
## CONTEXTE : ARTIFICIALISATION DES SOLS

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

Une artificialisation qui augmente 4 fois plus que la population

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

Les outils réglementaires (SCoT, PLUi, PLU) intègrent des enjeux de consommation d'espace mais pas de notion de « qualité des sols »



## ENJEU : PASSER D'UNE VISION FONCIÈRE À LA QUALITÉ DES SOLS

# UN CHANGEMENT DE PARADIGME NÉCESSAIRE



**De l'occupation du sol ...**

**à sa qualité**

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



## OBJECTIF : INTÉGRER LA MULTIFONCTIONNALITÉ DES SOLS DANS LES PLU(i)

### 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 ;~~

# METHODE : CO-CONSTRUIRE & TESTER LA MÉTHODE AVEC 3 TERRITOIRES

## ► Nantes Métropole

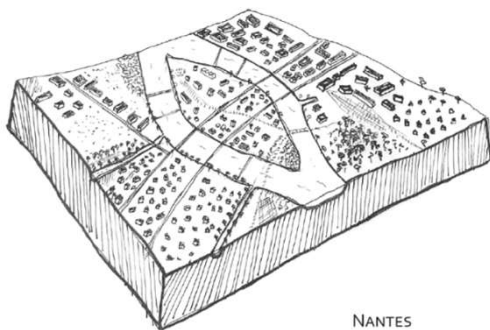
534,73 km<sup>2</sup> - 646 522 habitants (2017) 24 communes

**Forte présence de territoires agricoles**  
(51% du territoire)

40% du territoire artificialisé

**ENJEU : l'eau, le fleuve et zones humides**

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



NANTES

## ► Châteauroux Métropole

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

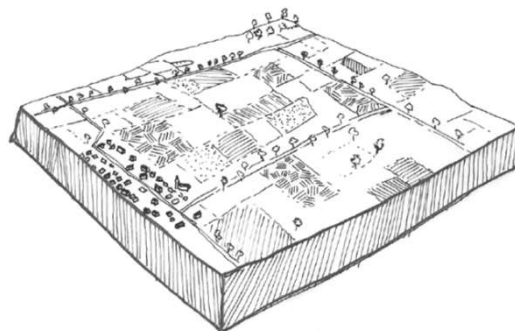
**Forte présence de territoires agricoles**  
(67% du territoire)

9% du territoire artificialisé

**ENJEU : Potentiel agronomique des sols**

Enrailler la transition des prairies en grandes cultures (ex. impact sur stockage carbone ?)

Garantir la bonne gestion quantitative et qualitative de l'eau



CHÂTEAURoux

## ► Métropole Aix-Marseille Provence

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

**Très vaste territoire : plusieurs PLU**

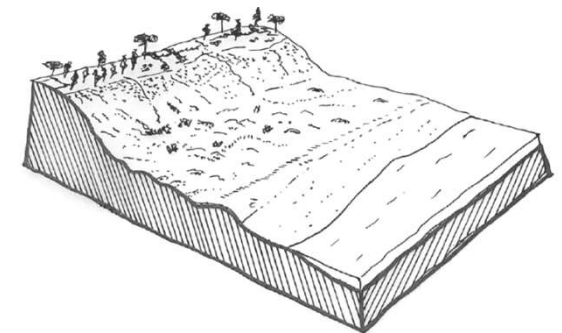
**Forte présence de forêts et de milieux naturels**  
(48% du territoire)

25% du territoire artificialisé

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

Qualifier les sols « malades » des friches urbaines,

Préserver la richesse et la diversité de fertilité



MARSEILLE

# METHODE : DES INDICATEURS À PARTIR DE DONNÉES DISPONIBLES

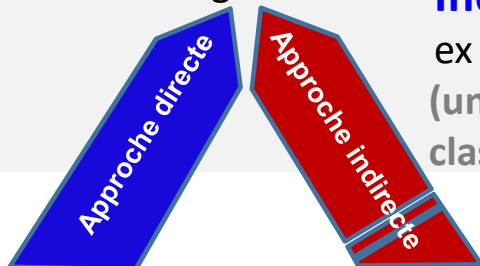
## Principe de base

### Paramètre 1

ex : épaisseur de sol

### Paramètre n

ex : teneur en Argile



### Indicateur 1

ex : réserve utile

### Indicateur 2

ex : perméabilité

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

### Fonction 1

### Fonction 2

### Fonction 3

## Indice de Multifonctionnalité

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

### Données sur le sol

(unité de mesure, ex : mg/kg)

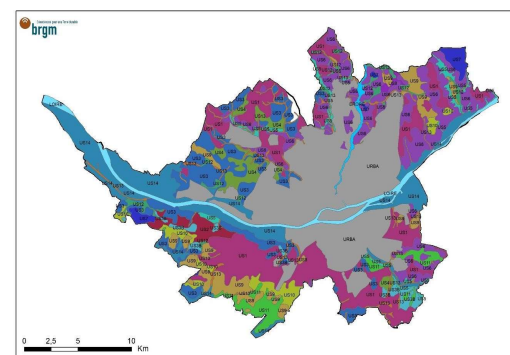
Référentiel Régional Pédologique

(au 1/250 000ème)

### Absence de données

« sols »

mais corrélation entre Occupation / potentiel d'usage

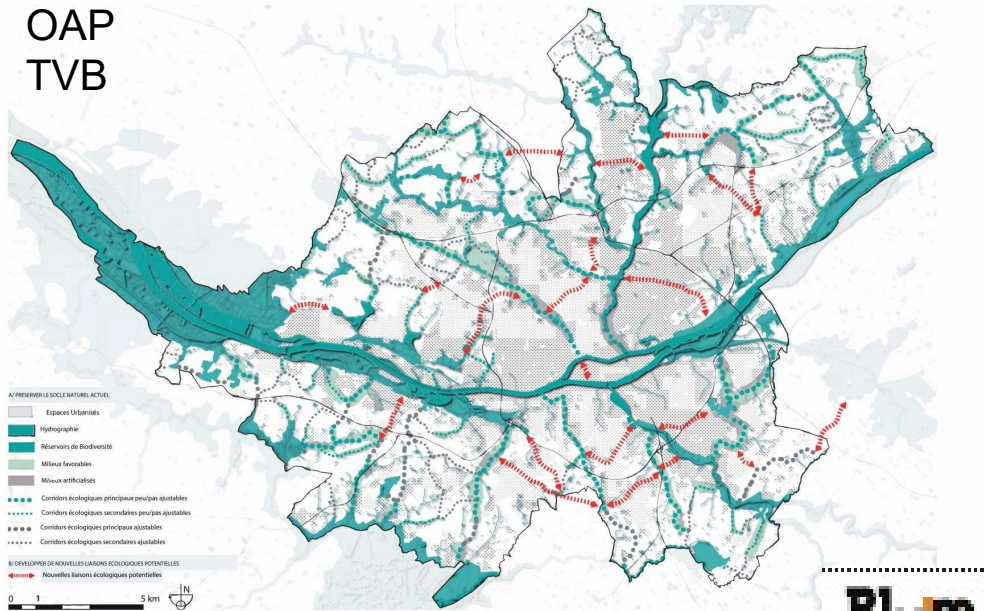


Exemple de la métropole de Nantes : RRP de Loire Atlantique

# RÉSULTAT : UNE APPROCHE COMPLEMENTAIRE AUX DIAGNOSTICS USUELS

## Exemple de Nantes métropole

OAP  
TVB



Nantes Métropole

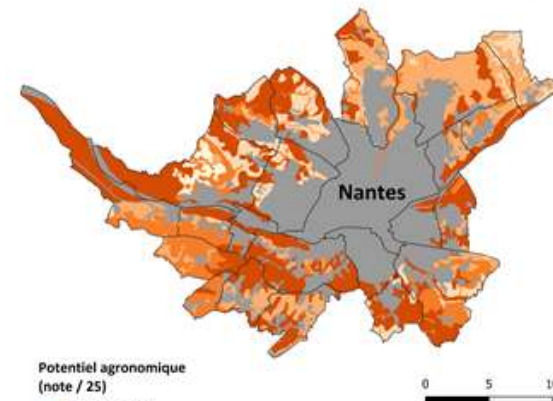
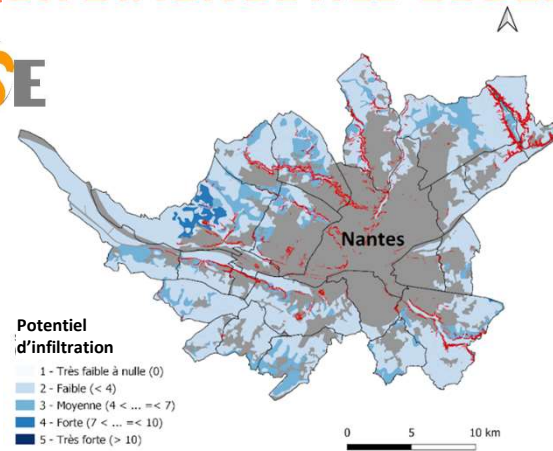
Ce qui est pris en compte dans le Plum

PLUM



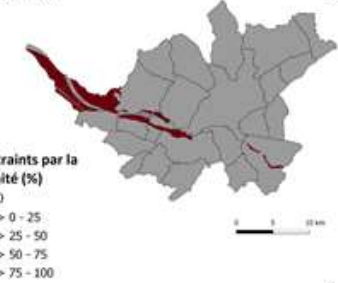
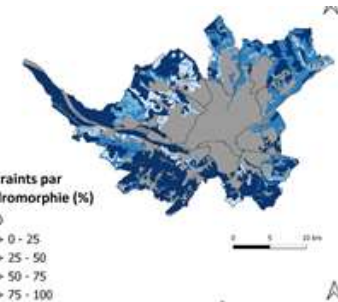
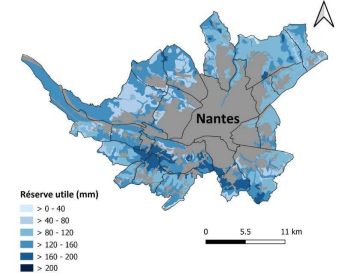
30 novembre 2021

MUSE/SOLUC3ION, qualité des sols dans les documents d'urbanisme



Réalisation : INRAE, 2021

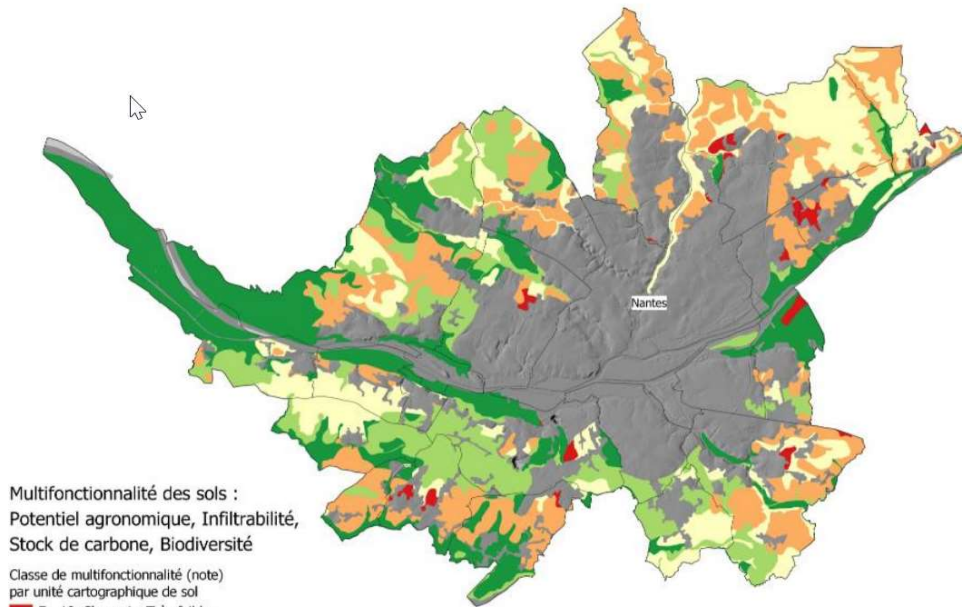
Sources : AgroCampus Ouest - Référentiel Régional Pédologique 2008, INRAE Infosol - DoneSol, IGN - MNT





# RÉSULTAT : UNE APPROCHE INTÉGRATRICE DES FONCTIONS DES SOLS

## Exemple de Nantes métropole



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

Classe de multifonctionnalité (note)  
par unité cartographique de sol

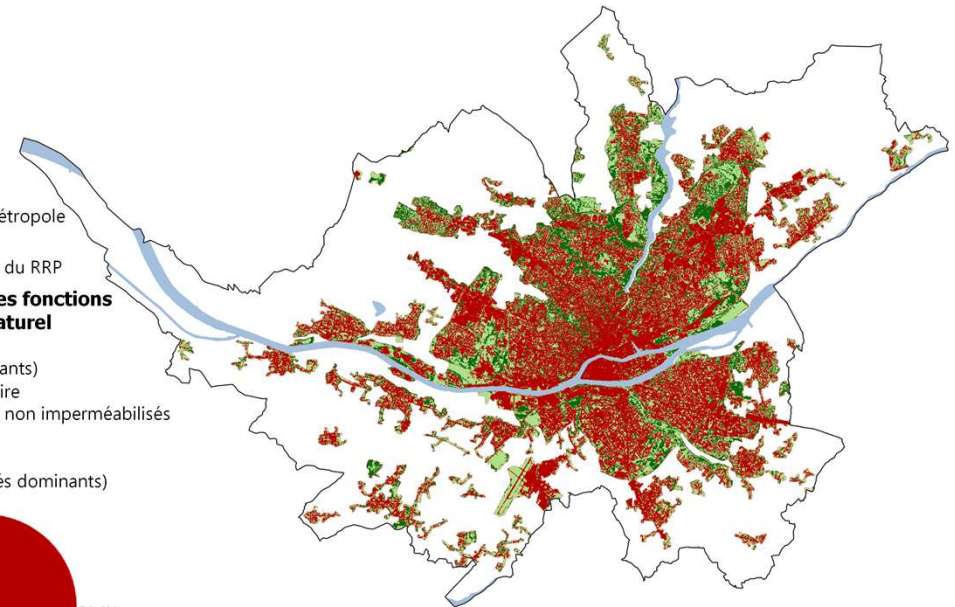
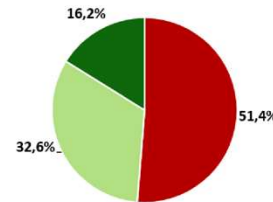
- 7 - 10, Classe 1 : Très faible
- 10 - 12, Classe 2 : Faible
- 12 - 13, Classe 3 : Moyenne
- 13 - 14, Classe 4 : Forte
- 14 - 17, Classe 5 : Très forte
- zones urbanisées et principaux cours d'eau et plans d'eau
- Métropole
- Communes

Indicateur de multifonctionnalité

- 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)



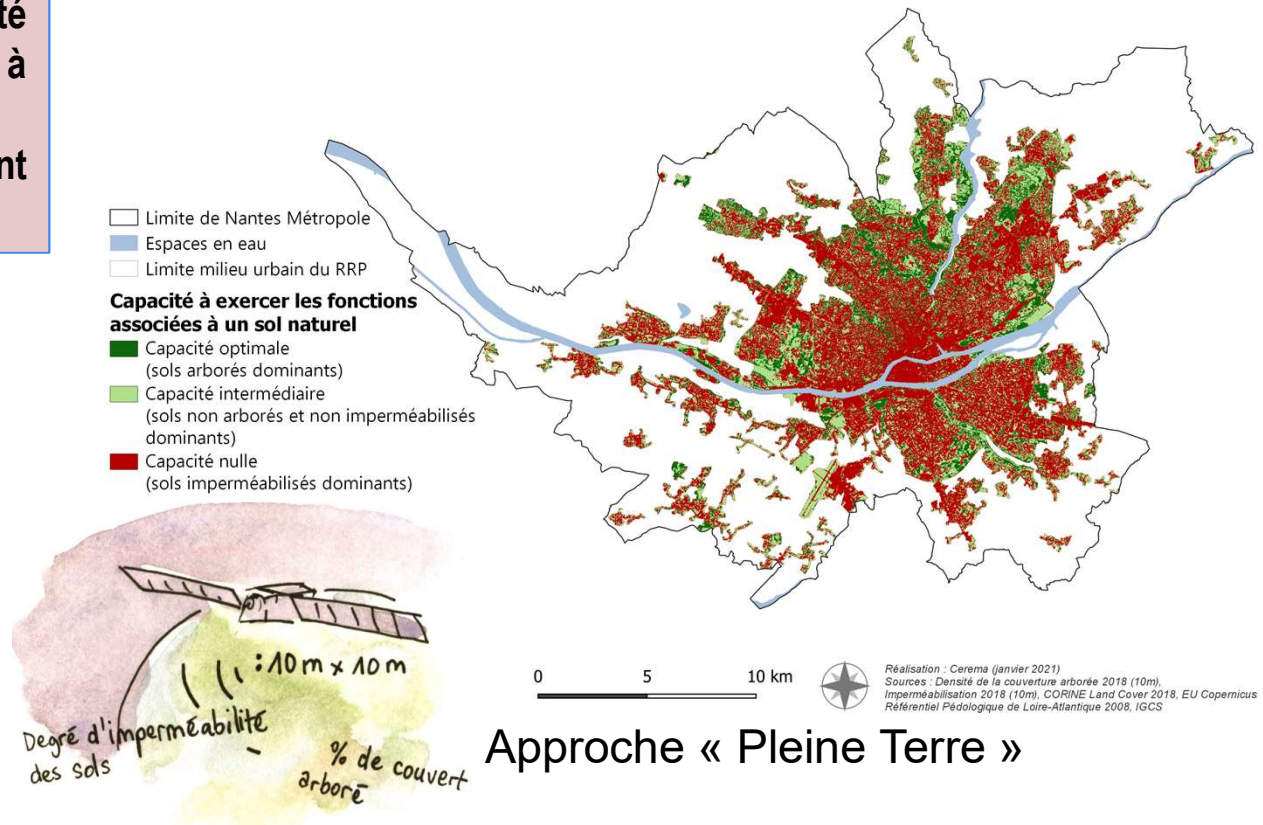
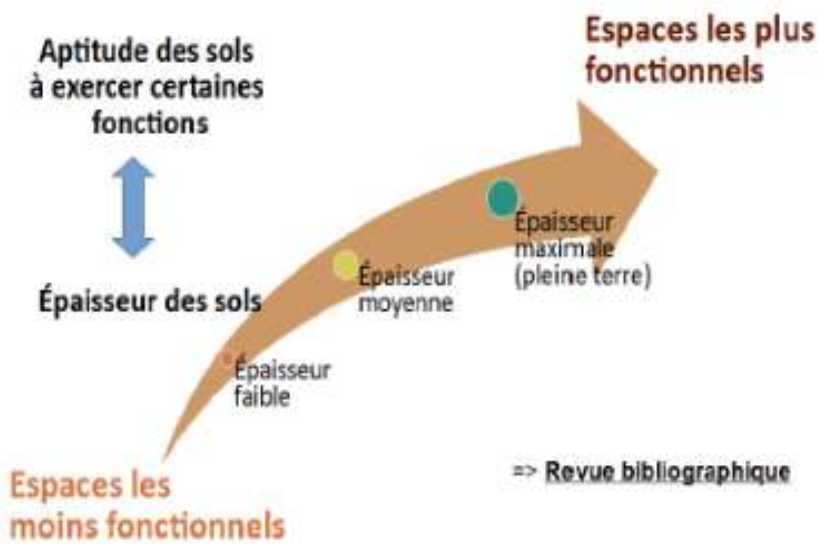
Approche « Pleine Terre »

Réalisation : Cerema (janvier 2021)  
Sources : Densité de la couverture arborée 2018 (10m),  
Imperméabilisation 2018 (10m), CORINE Land Cover 2018, EU Copernicus  
Référentiel Pédologique de Loire-Atlantique 2008, IGCS

# RÉSULTAT : UNE APPROCHE DIFFÉRENTIÉE EN MILIEU URBAIN

## 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.



## Approche « Pleine Terre »

dessin de  
 Flore Vigneron  
 (2021)

CARTES PLEINE TERRE :  
 DONNÉES OBTENUES PAR SATELLITE

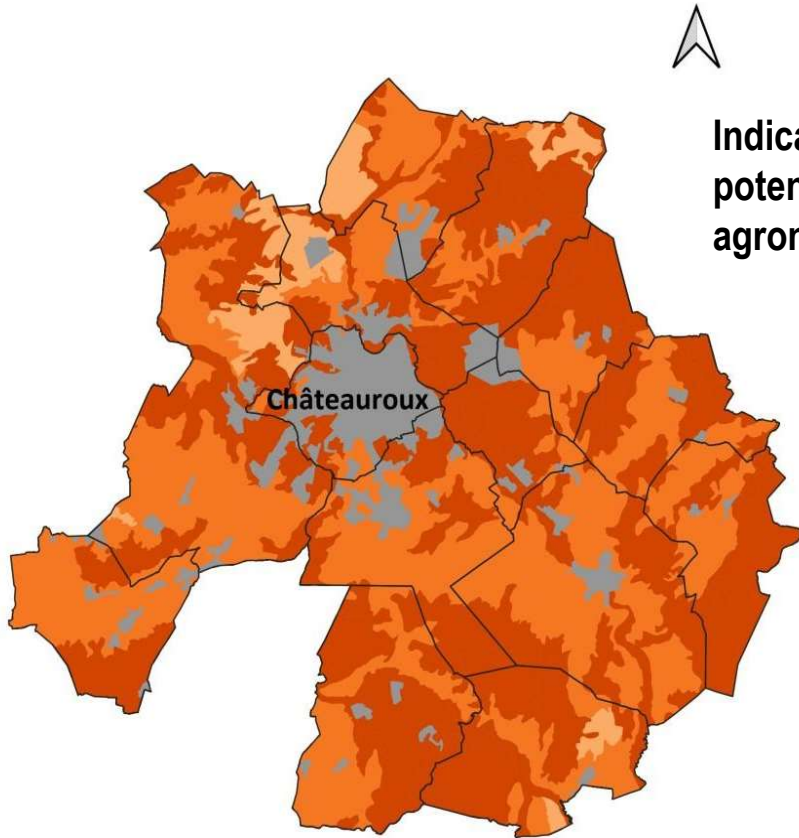


# DISCUSSION



# DISCUSSION : UN MOYEN DE LUTTER CONTRE DES IDÉES REÇUES

## Exemple de Châteauroux métropole

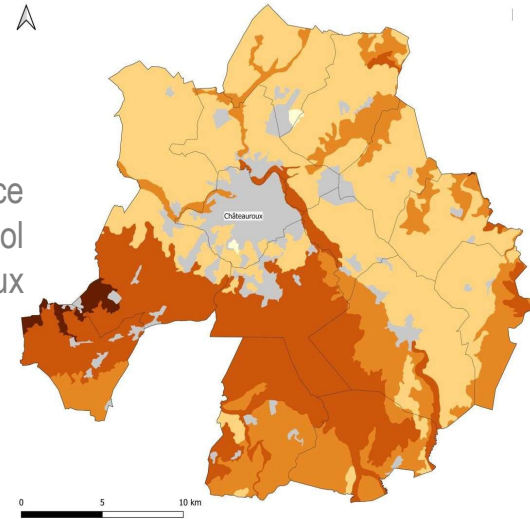


**Indicateur 1 :  
potentiel  
agronomique**

- Texture de surface
- Profondeur du sol
- Charge en cailloux
- pH
- RU

**Potentiel agronomique  
(note / 25)**

- 1 (note  $\leq 10$ )
- 2 (11  $\leq$  note  $\leq 13$ )
- 3 (14  $\leq$  note  $\leq 16$ )
- 4 (17  $\leq$  note  $\leq 19$ )
- 5 (note  $\geq 20$ )



**Stockage du C**

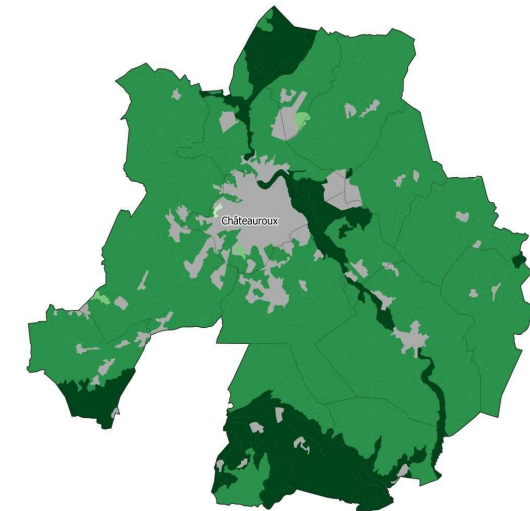
Stocks de carbone  
des sols et de la litière

Classe de stock de carbone (note)  
par unité cartographique de sol

- 1 Très faible
- 2 Faible
- 3 Moyen
- 4 Fort
- 5 Très fort
- Zones urbanisées et principaux  
cours d'eau et plans d'eau
- Métropole
- Communes

0 5 10 km

**Biodiversité  
fonctionnelle  
du sol**



Indicateur de biodiversité par  
unité cartographique de sol

- 1 Très faible
- 2 Faible
- 3 Moyen
- 4 Fort
- 5 Très fort

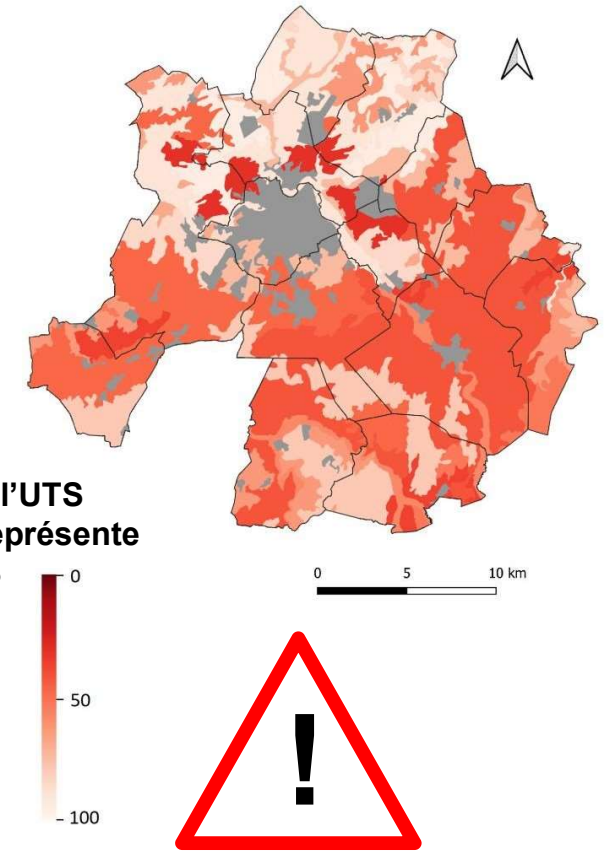
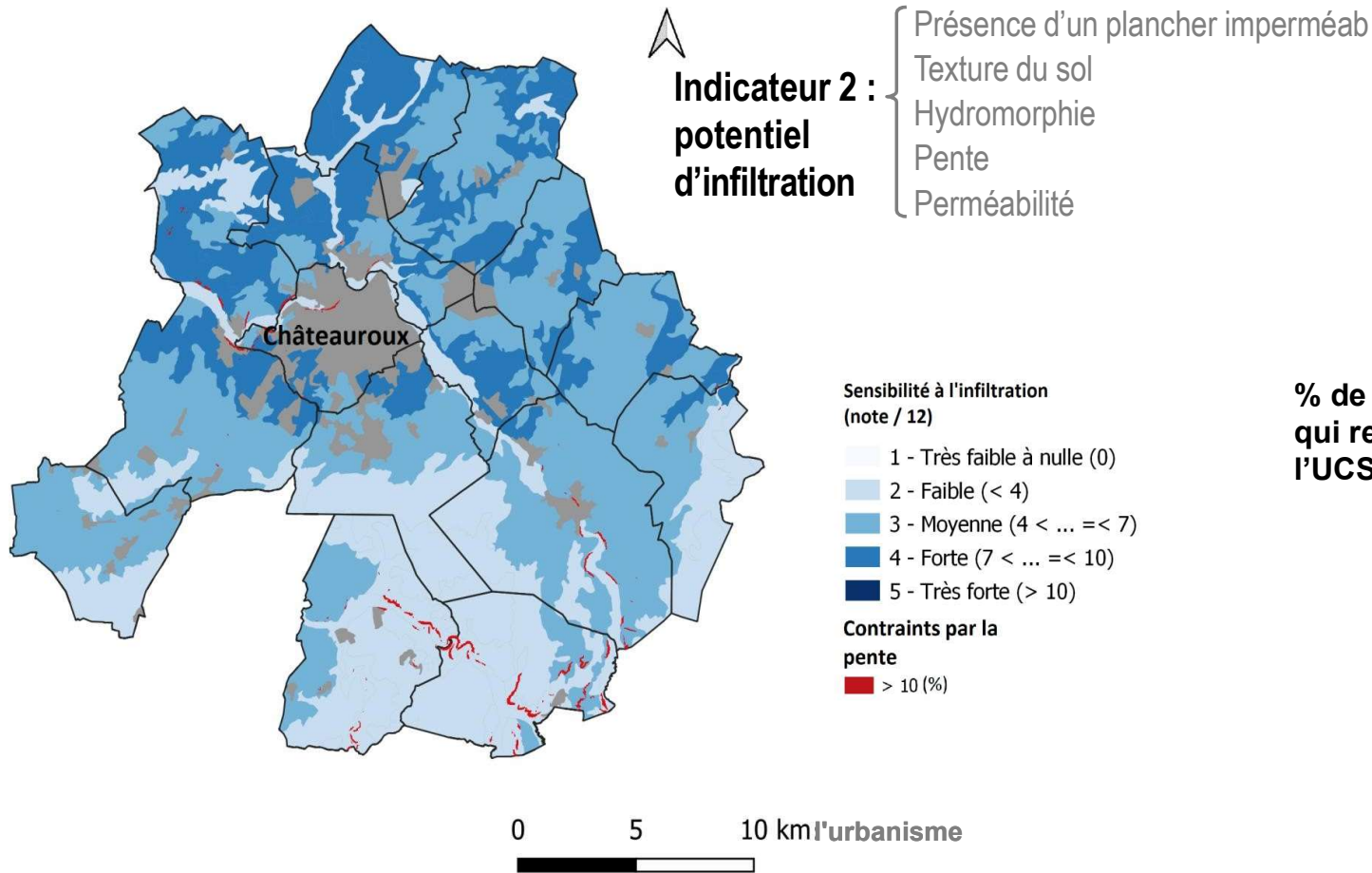
Non sol

Zones urbanisées et principaux



# DISCUSSION : UNE INFORMATION INTÉGRÉE

## Exemple de Châteauroux métropole



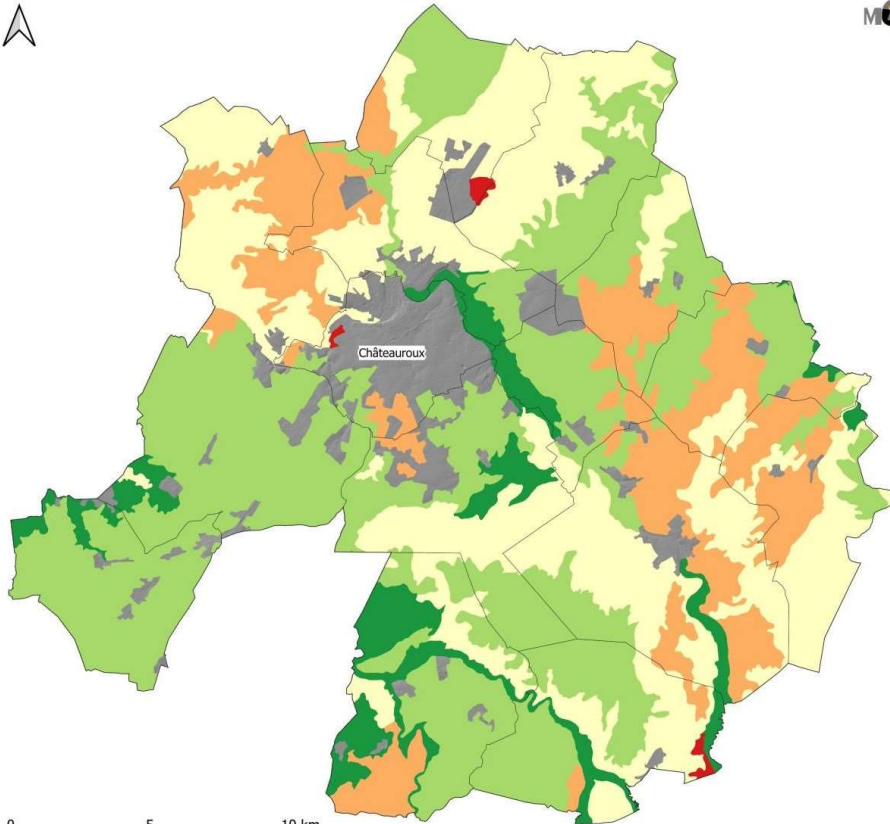
**Incertitude de la donnée !!!**

# DISCUSSION : UNE APPROCHE RENSEIGNANT LE MILIEU URBAIN

## Exemple de Châteauroux métropole

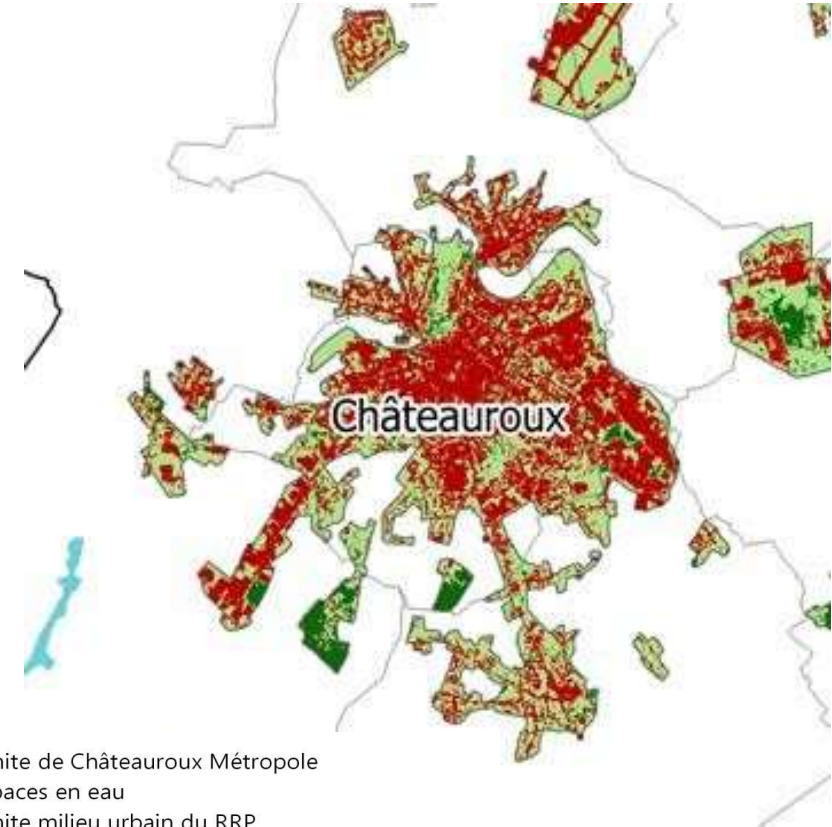


MUSE Châteauroux Métropole  
Multifonctionnalité des sols



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

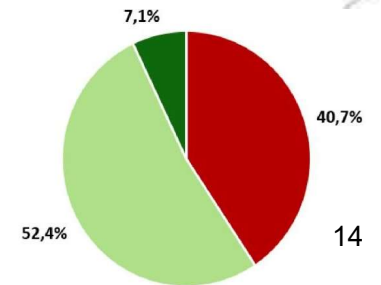
- Classe de multifonctionnalité (note)  
par unité cartographique de sol
- 11 - 12, Classe 1 : Très faible
  - 12 - 13, Classe 2 : Faible
  - 13 - 14, Classe 3 : Moyenne
  - 14 - 15, Classe 4 : Forte
  - 15 - 17, Classe 5 : Très forte
  - Zones urbanisées et principaux cours d'eau et plans d'eau
  - Métropole
  - Communes



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

### Capacité à exercer certaines 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)

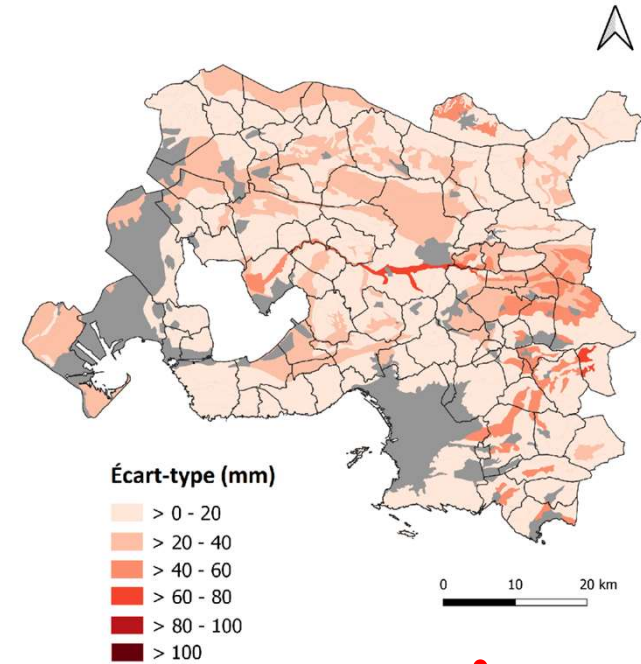
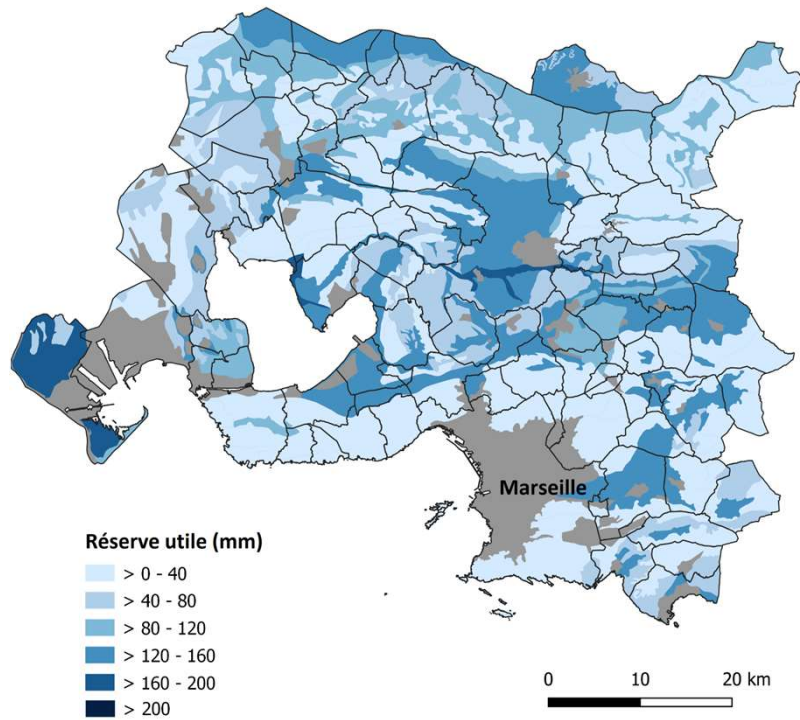


0 5 10 km

Sources : RRP Indre  
Réalisation : Cerema 2021

# DISCUSSION : UNE APPROCHE PERMETTANT L'ACCÈS AUX DONNÉES

## Exemple d'Aix-Marseille Provence

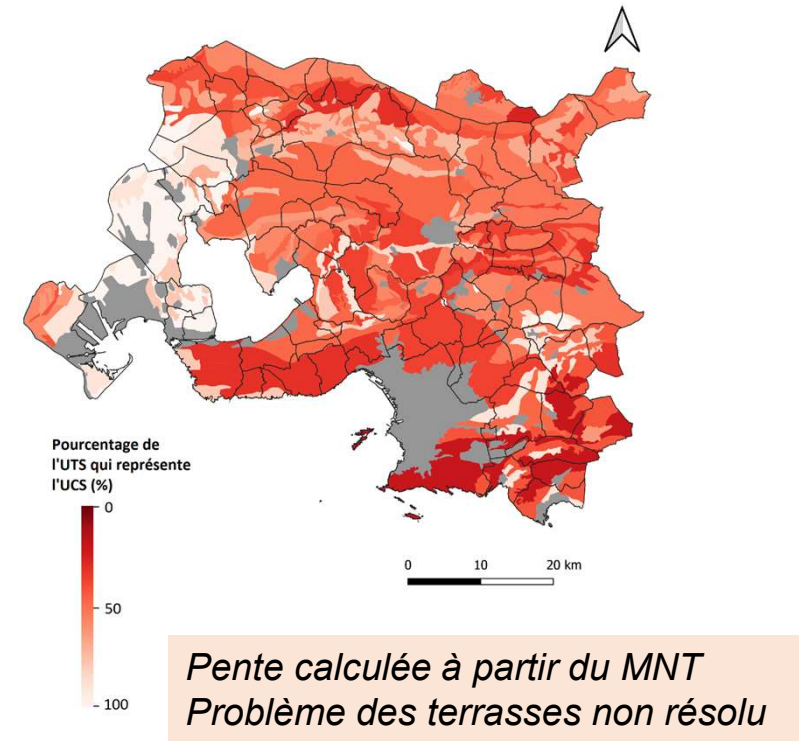
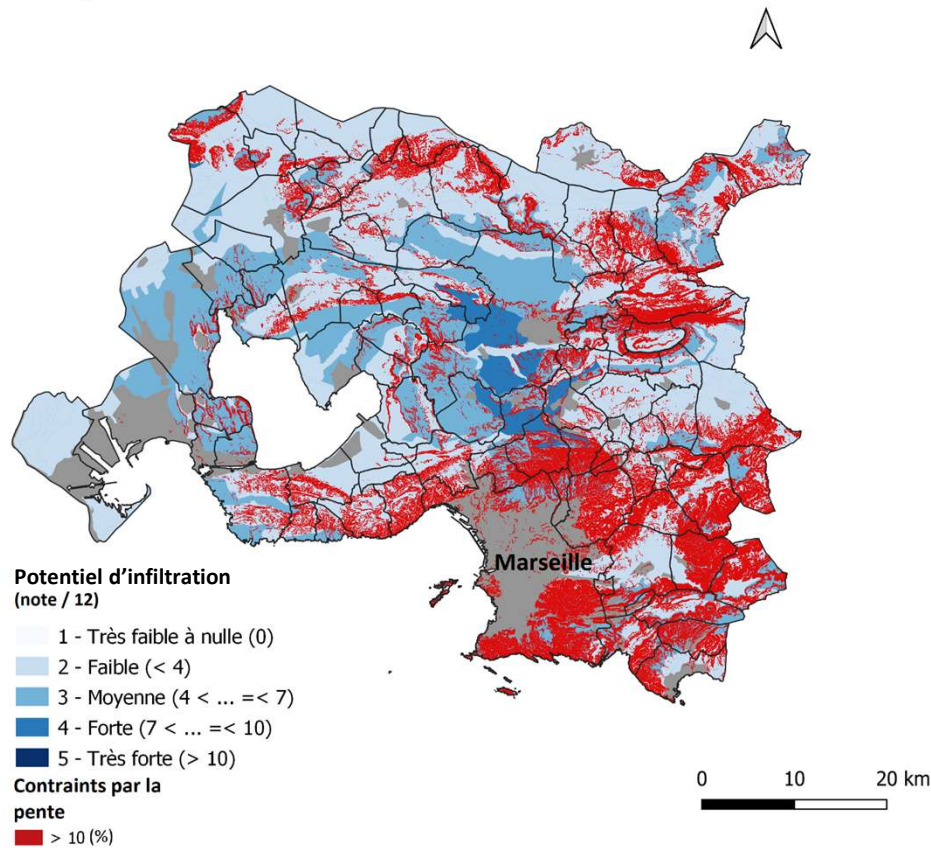


**Variabilité de la donnée**



# DISCUSSION : APPROCHE À CONFRONTER À LA CONNAISSANCE DU TERRAIN

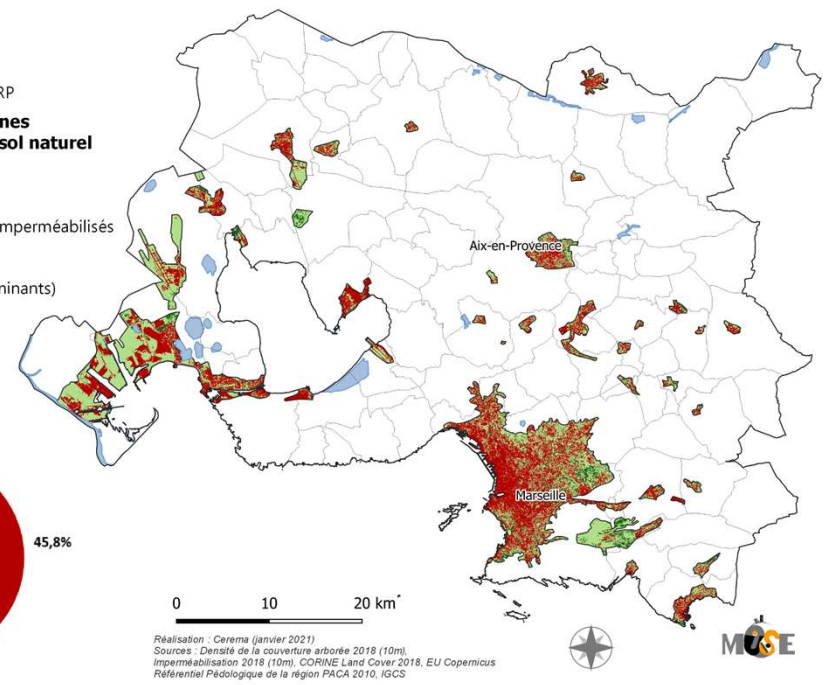
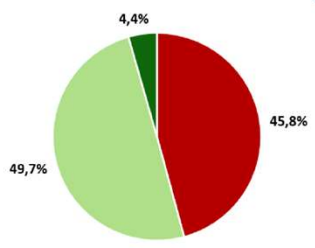
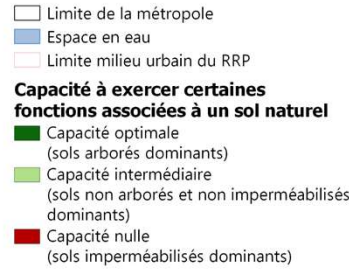
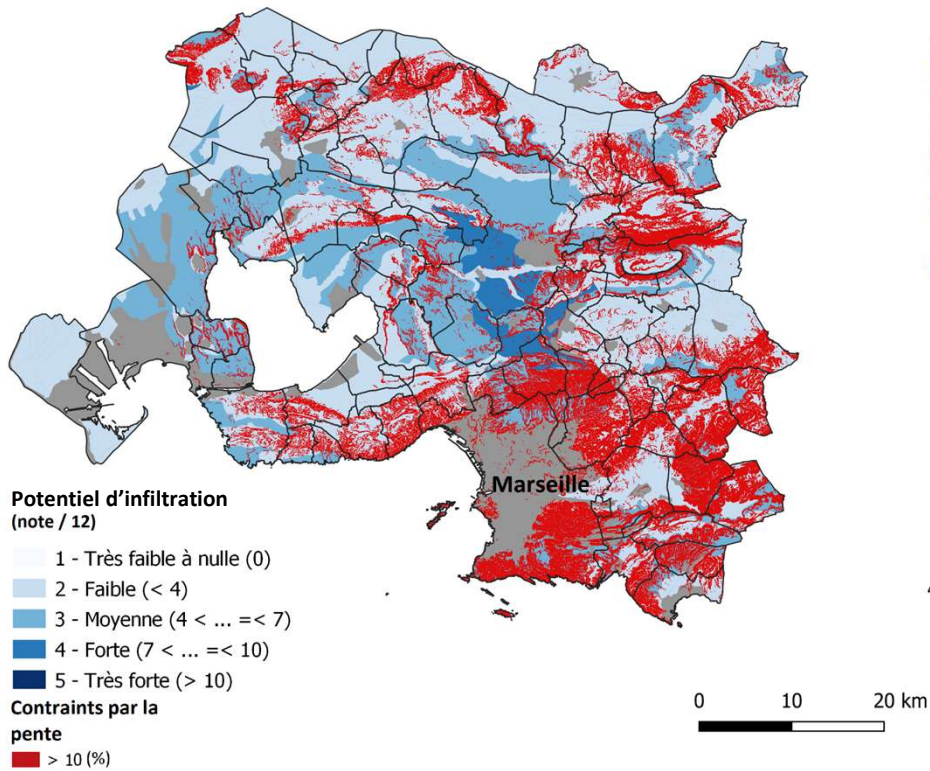
## Exemple d'Aix-Marseille Provence





# DISCUSSION : INTÉRÊT DES FRANGES PÉRI-URBAINES

## Exemple d'Aix-Marseille Provence



# BILAN :

## CE QUE FAIT MUSE

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 ?

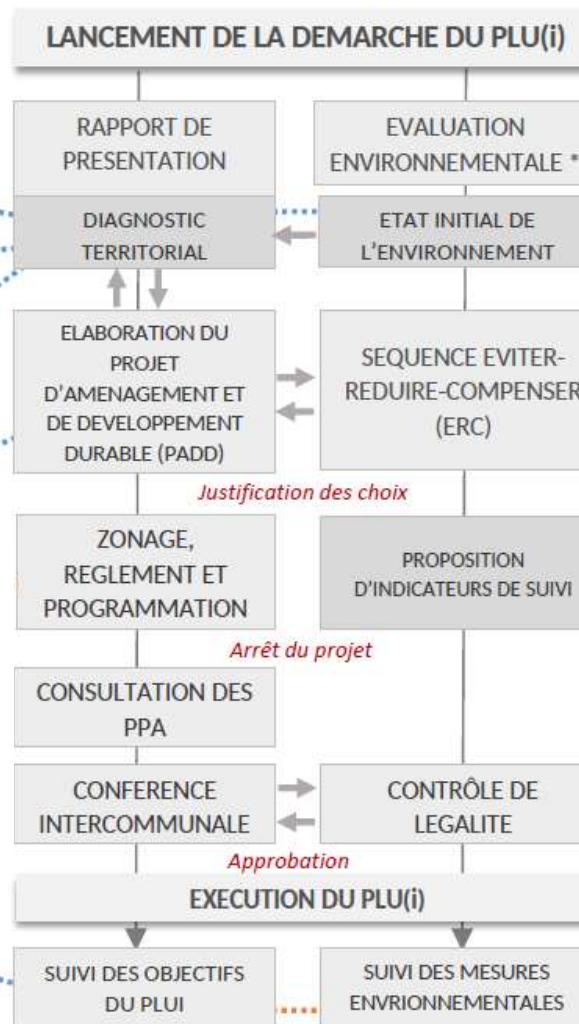
Indicateurs de connaissance « multifonctionnalité des sols »

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

# BILAN :

## CE À QUOI PEUT SERVIR MUSE

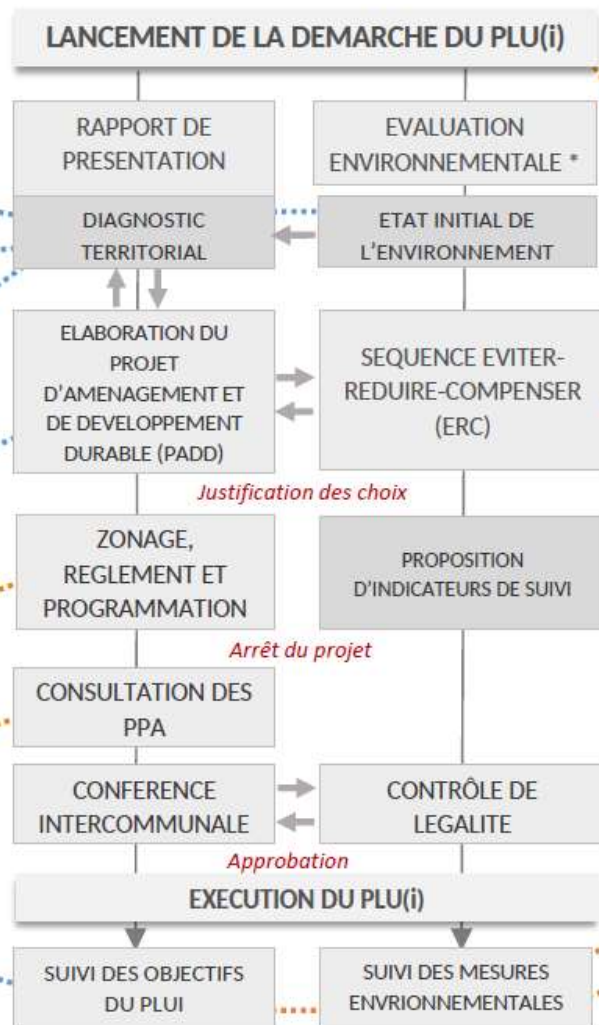
MUSE, une boîte à outils :

- 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 ?



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

# IDEES À RETENIR

## POUR UNE STRATEGIE DE RENATURATION – RE-PERMÉABILISATION (PLUi)

- **Intégrer la multifonctionnalité des sols à l'échelle du PLUi permet :**

1. une vision synthétique des zones à préserver / renaturer
2. une identification des zones à bonne capacité d'infiltration
3. une idée des données manquantes / secteurs où les à acquérir

} peut aider le  
**ZAN**

- **L'approche MUSE :**

1. n'a pas pu être testée à toutes les étapes des PLUi
2. peut être mise en œuvre sur tout du territoire (1/250 000è)
3. reste très technique et nécessite de la pédagogie

➔ Une méthode à généraliser pour porter à connaissance en amont des SCoT





Merci de votre  
attention !

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

Contacts : [catherine.neel@cerema.fr](mailto:catherine.neel@cerema.fr)  
[fabienne.marseille@cerema.fr](mailto:fabienne.marseille@cerema.fr)  
[philippe.branchu@cerema.fr](mailto:philippe.branchu@cerema.fr)



30 novembre 2021

MUSE/SOLUC3ION, qualité des sols dans les documents d'urbanisme