



Dessin de Flore Vigneron ©2021

Généralisation de la méthode MUSE à l'échelle nationale : quelles incertitudes associées aux données des RRP ?

Mathilde BASUYAU
Bertrand LAROCHE
Philippe BRANCHU



Introduction

Méthode MUSE

Renseigner et cartographier au moyen d'**indicateurs spatialisés** 4 fonctions du sol

1) Source de biomasse 2) Régulation du cycle de l'eau 3) Réservoir de carbone 4) Réservoir de biodiversité

Milieu urbain

- Capacité à exercer certaines fonctions associées à un sol naturel

- Résolution : 10 m x 10 m
- Données : Copernicus HRL

Milieu rural

Approche indirecte

- Stock potentiel de carbone
- Abondance et diversité spécifique des vers de terre

- Unité spatiale : UCS (RRP, 1 : 250 000)
- Données : Données statistiques associées à des types d'OCS

Approche directe

- Potentiel agronomique
- Potentiel d'infiltration

- Unité spatiale : UCS (RRP, 1 : 250 000)
- Données : Données pédologiques des RRP définies au format DoneSol

Consortium de recherche



Introduction

Projet CartoMUSE (2023-2025) : Généralisation de la méthode MUSE à l' échelle nationale

→ La **qualité des données sémantiques des RRP au 1 : 250 000** permet-elle le calcul automatisé sur l'ensemble du territoire national des indicateurs de potentiel agronomique et d'infiltration des sols ?

- Des évolutions techniques et méthodologiques dans la production des RRP depuis la fin des années 90 :
 - Disponibilité d'informations géographiques numérisées
 - Mise en place progressive et évolution des procédures de vérification des RRP :
 - Ex : **outil Silvercoh (2011)** vérifiant la cohérence des champs au dictionnaire DoneSol
- **Existence de 3 niveaux de qualité** pour caractériser la quantité et la qualité des informations contenues dans les RRP (CCTG, 2014)

Introduction

Projet CartoMUSE (2023-2025) : Généralisation de la méthode MUSE à l' échelle nationale

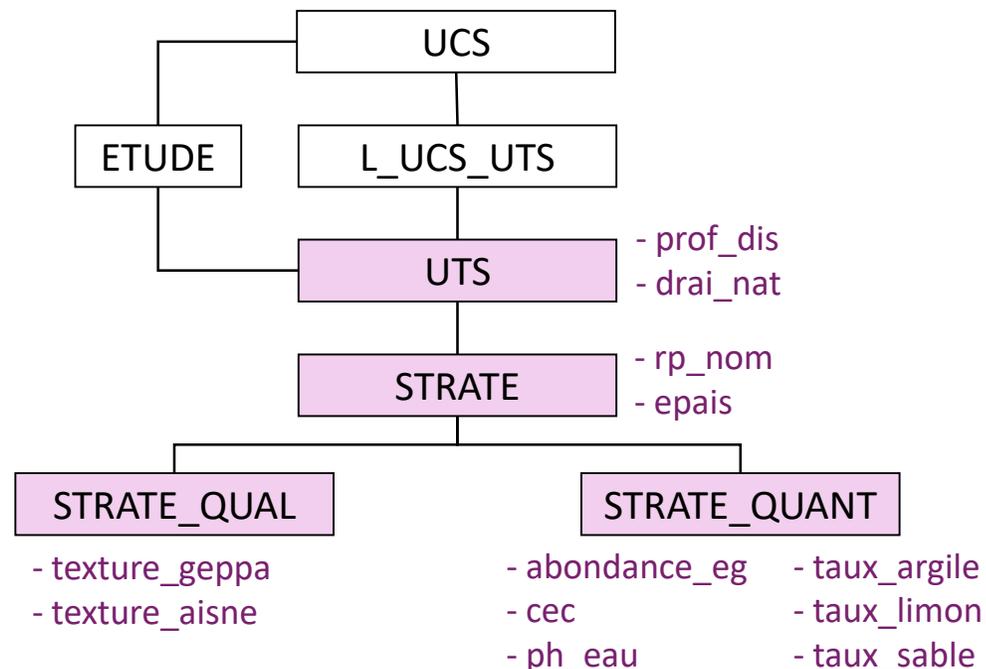
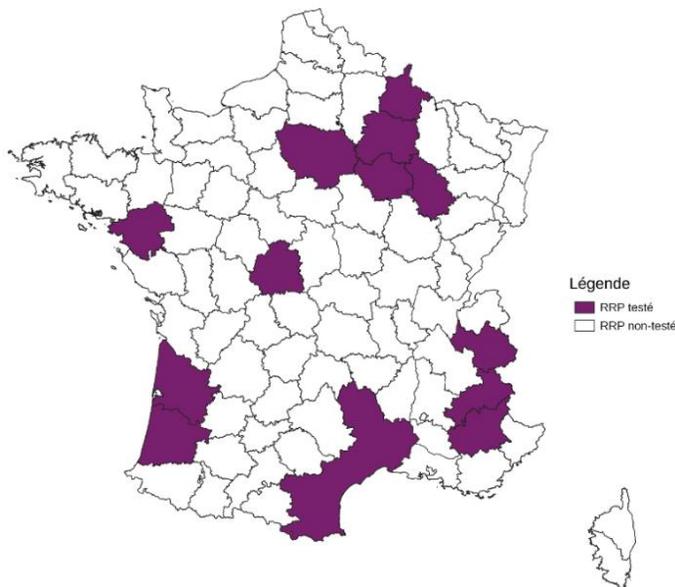
→ La **qualité des données sémantiques des RRP au 1 : 250 000** permet-elle le calcul automatisé sur l'ensemble du territoire national des indicateurs de potentiel agronomique et d'infiltration des sols ?

1. Comment appréhender la qualité* des données sémantiques des RRP nécessaires au calcul des indicateurs MUSE?
2. Quelle est la sensibilité des indicateurs MUSE aux paramètres les plus incertains* ?

* critères d'exhaustivité et de cohérence au format DoneSol

1. Comment appréhender la qualité des données sémantiques des RRP nécessaires au calcul des indicateurs MUSE ?

Méthode

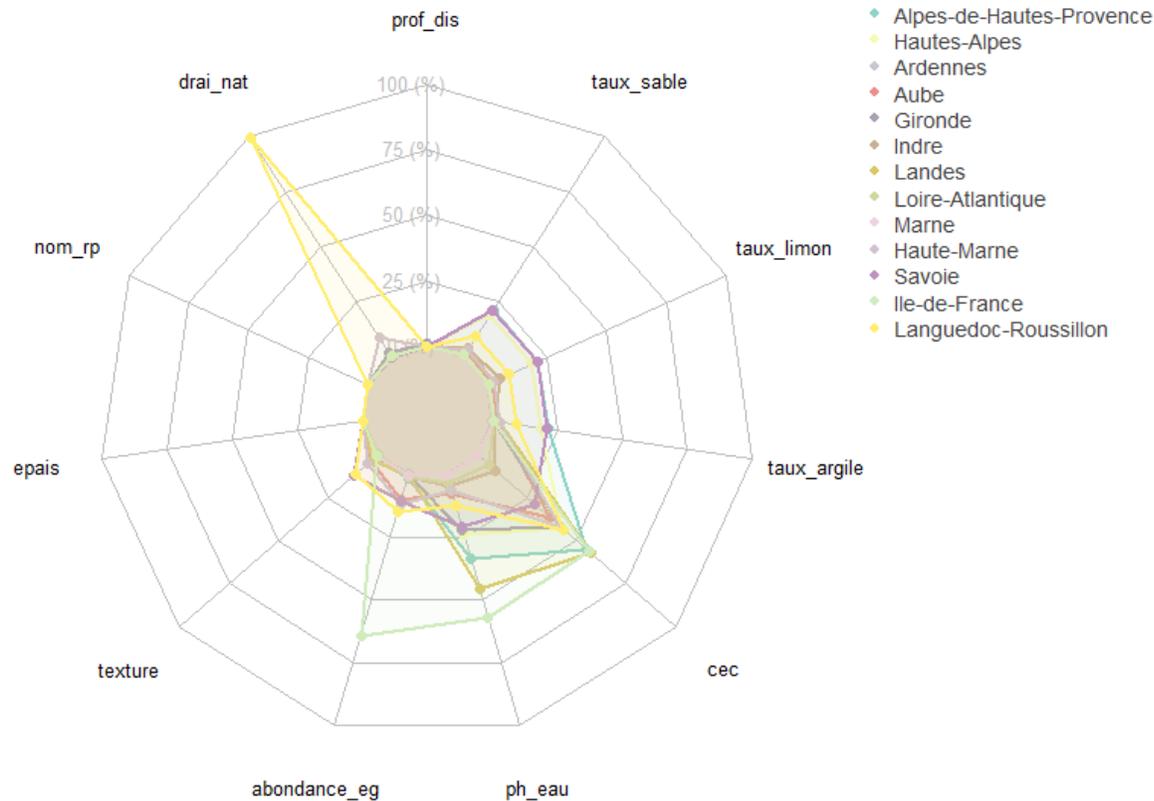


- Création d'une chaîne de traitement avec R permettant de calculer le **taux de non-renseignement** et de **taux de non-cohérence au format DoneSol** des paramètres MUSE nécessaires
- Mise en œuvre de la chaîne de traitement sur les RRP de 13 territoires
- Recherche de métadonnées, disponibles pour l'ensemble des RRP testés, pouvant indiquer des taux de non-renseignement ou de non-cohérence plus ou moins élevés pour certains paramètres

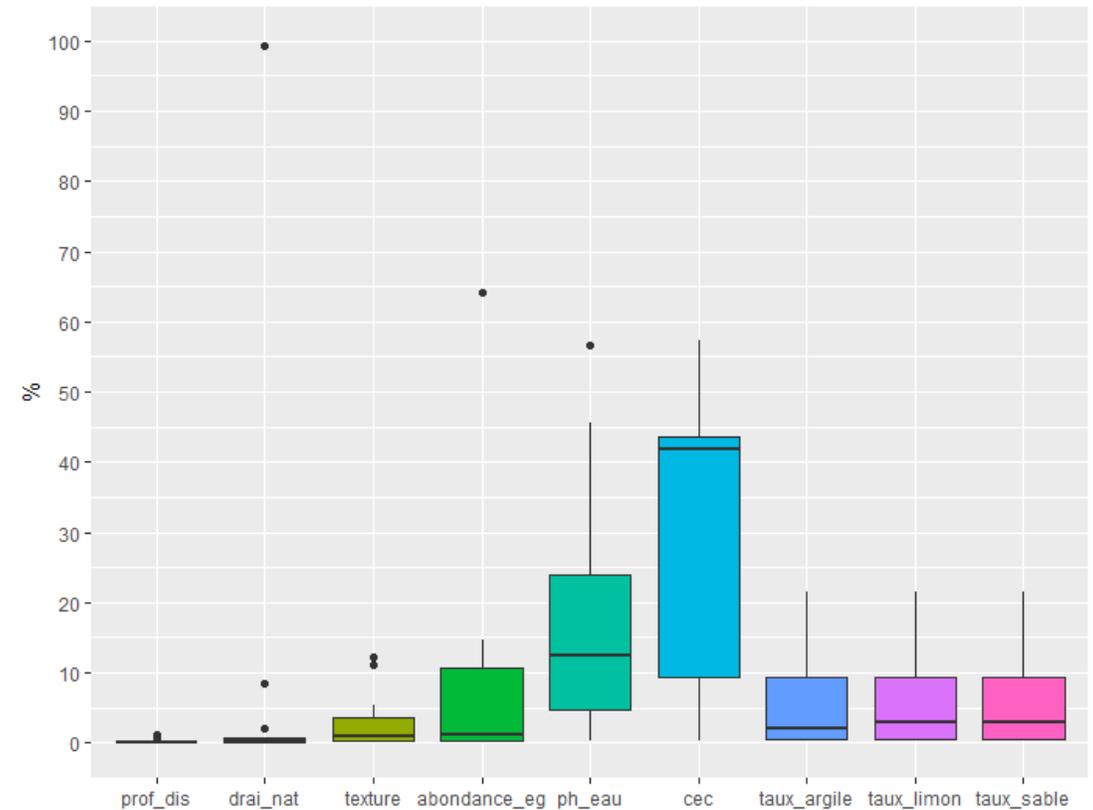
1. Comment appréhender la qualité des données sémantiques des RRP nécessaires au calcul des indicateurs MUSE ?

Résultats (toutes strates confondues)

Taux de non-renseignement des paramètres utilisés dans MUSE pour chacun des 13 RRP testés



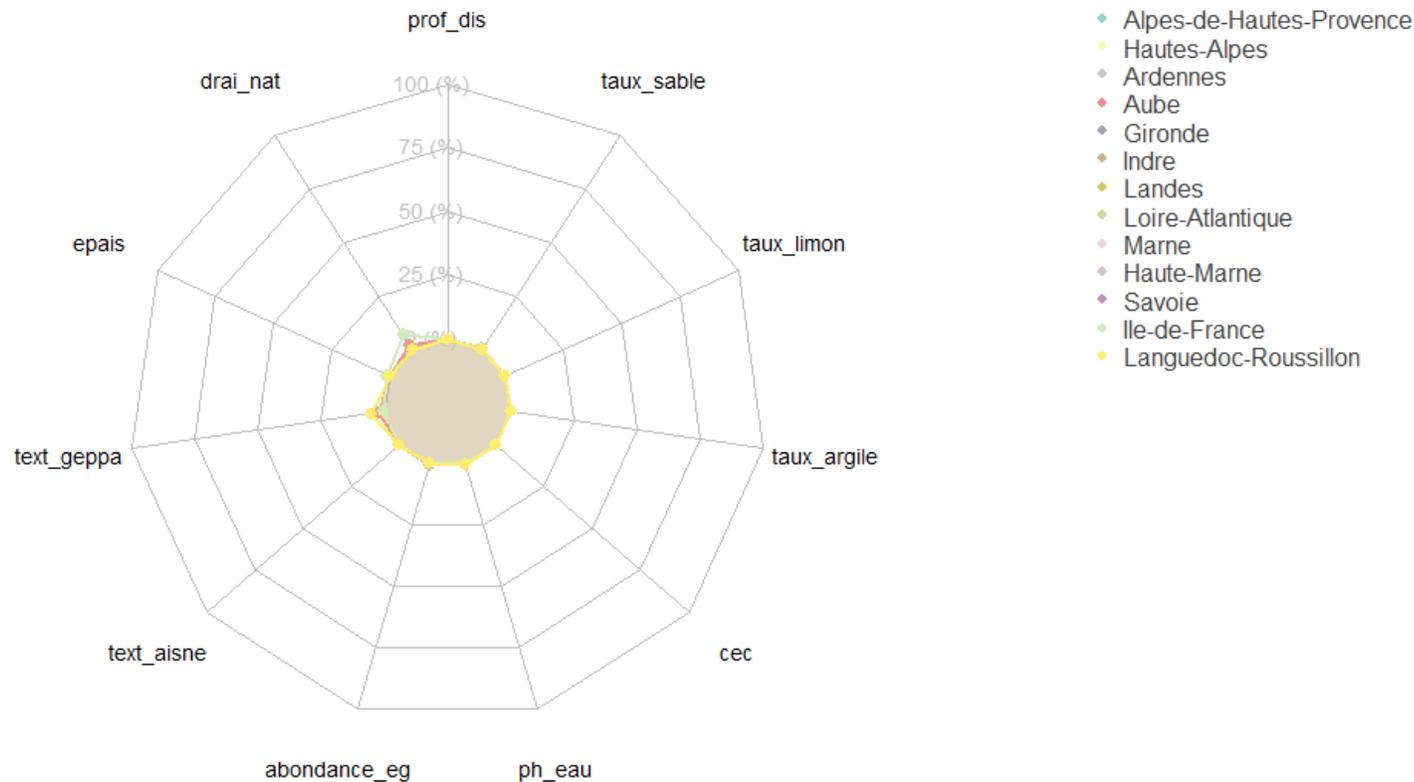
Distribution des taux de non-renseignement des paramètres utilisés dans MUSE des 13 RRP testés



1. Comment appréhender la qualité des données sémantiques des RRP nécessaires au calcul des indicateurs MUSE ?

Résultats

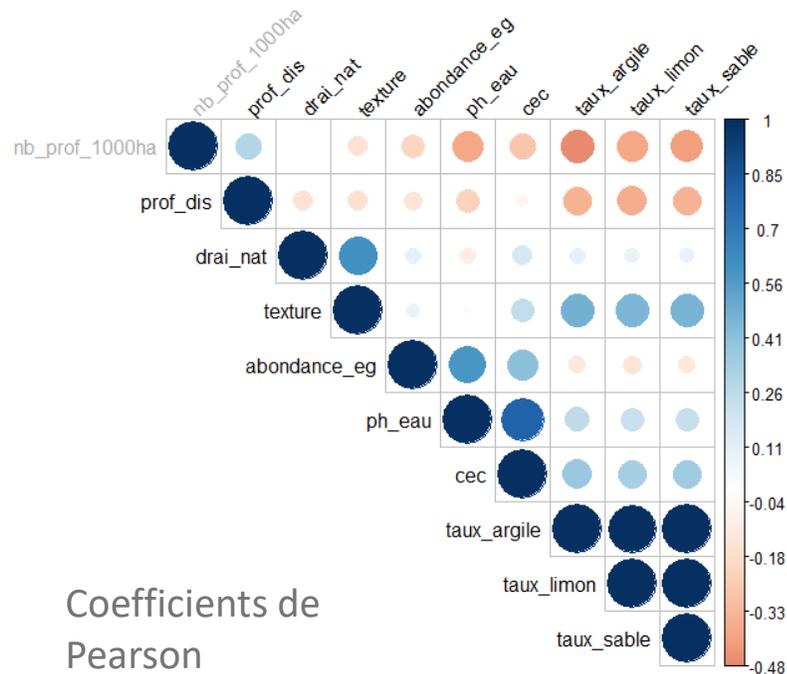
Taux de non-cohérence au format DoneSol des paramètres utilisés dans MUSE pour chacun des 13 RRP testés



1. Comment appréhender la qualité des données sémantiques des RRP nécessaires au calcul des indicateurs MUSE ?

Résultats

Métadonnée 1 : densité de profils réalisés



→ pas de lien significatif entre la densité de profils et les taux de non-renseignement des paramètres

Métadonnée 2 : date de création du RRP



→ détection et correction des incohérences efficaces pour les RRP les plus récents, mais pas efficaces immédiatement après la mise en place de Silvercoch

1. Comment appréhender la qualité des données sémantiques des RRP nécessaires au calcul des indicateurs MUSE ?

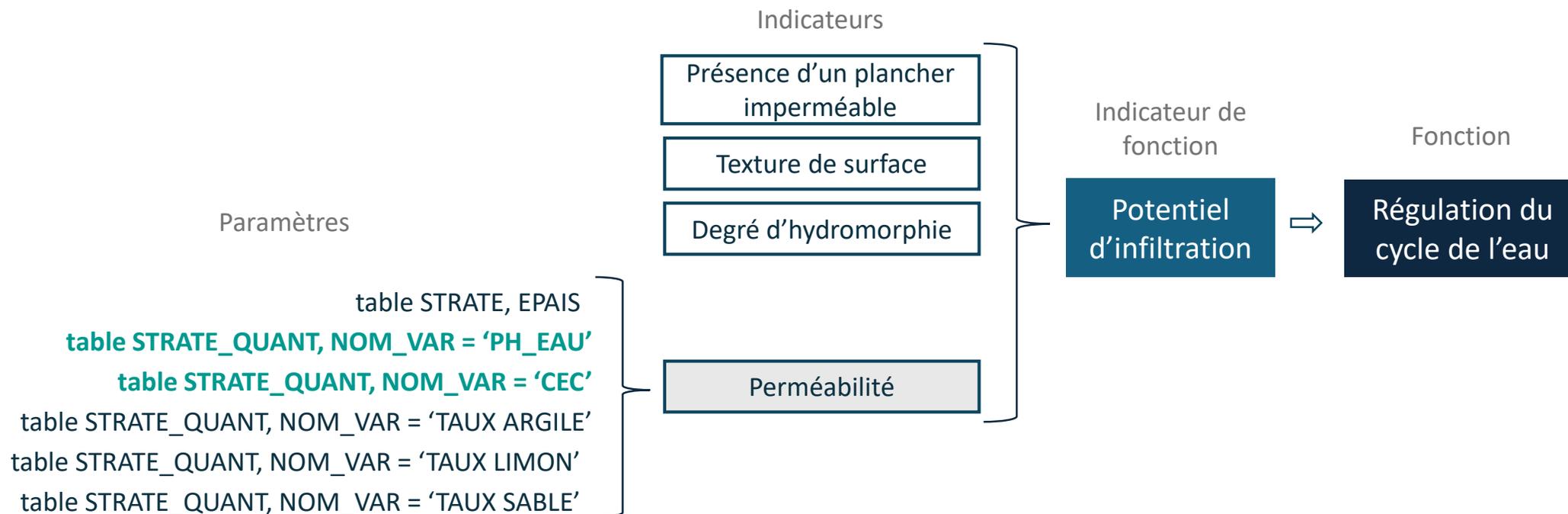
Discussion

- D'autres facteurs pourraient expliquer les différents les taux de non-renseignement obtenus :
 - les éléments (autres que la densité de profils) sur lesquels le niveau de qualité du RRP a été établi
 - difficulté à généraliser certains paramètres, définis ponctuellement, à des UCS cartographiées au 1 : 250 000 (ex : le pH et la CEC qui dépendent beaucoup des pratiques agricoles)
 - Une attention particulière doit être portée à la cohérence de certains champs pour les RRP les plus anciens (ex : champs DRAI_NAT et TEXTURE GEPPA)
- ⇒ Le calcul des indicateurs de potentiel agronomique et d'infiltration des sols à partir des données au 1 : 250 000 des RRP nécessite un accompagnement par un pédologue expert local

2. Quelle est la sensibilité des indicateurs MUSE aux paramètres les plus incertains ?

Calcul de l'indicateur de perméabilité

- Le **pH** et la **CEC**, qui sont globalement les paramètres les moins renseignés des 13 RRP testés, sont utilisés pour caractériser la perméabilité des UTS.



2. Quelle est la sensibilité des indicateurs MUSE aux paramètres les plus incertains ?

Calcul de l'indicateur de perméabilité

1) Calcul de la perméabilité de la strate (Toth et al., 2015)

- Strate de surface

$$\log_{10}(K_i) = 0,40220 + 0,26122 \times \text{pH} + 0,44565 - 0,02329 \times \text{taux argile} - 0,01265 \times \text{taux limon} - 0,01038 \times \text{CEC}$$

- Strate de profondeur

$$\log_{10}(K_i) = 0,40220 + 0,26122 \times \text{pH} - 0,02329 \times \text{taux argile} - 0,01265 \times \text{taux limon} - 0,01038 \times \text{CEC}$$

2) Calcul de perméabilité de l'UTS (Samouëlian et al., 2011)

$$\frac{1}{K_s} = \sum_i \frac{\omega_i}{K_i} \text{ avec } \omega_i = \frac{\text{épaisseur de la strate } i}{\text{épaisseur du profil}}$$

3) Calcul de l'indicateur de perméabilité de l'UTS

Ks (cm/jour)	Indicateur de perméabilité	Interprétation
≤ 0.86	0	Sol imperméable
] 0,86 ; 8.6]	1	Sol peu perméable
] 8,6 ; 86]	2	Sol modérément perméable
> 86	3	Sol perméable à très perméable

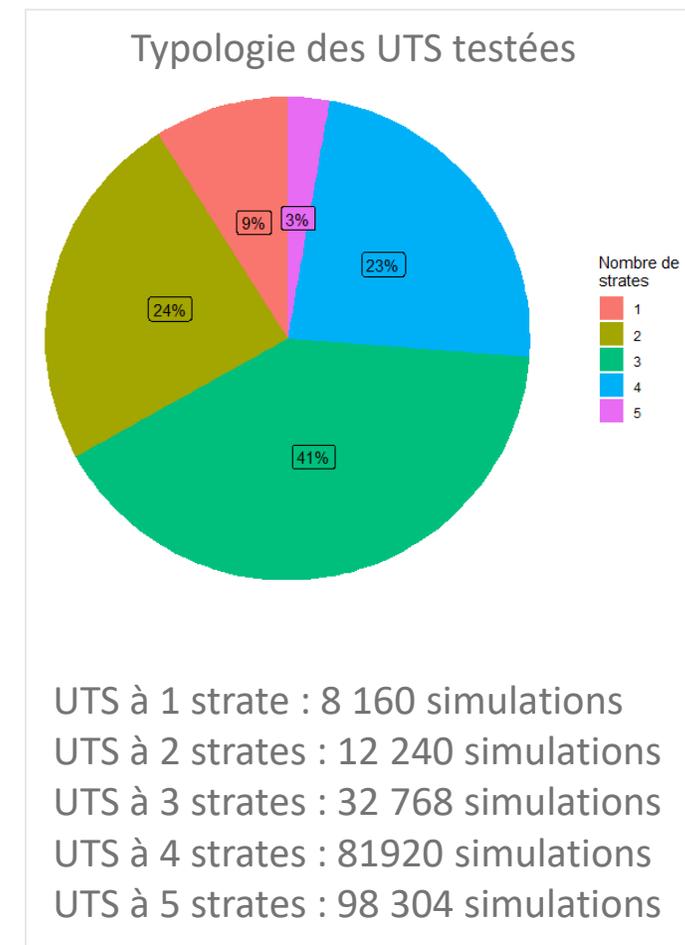
→ Quel paramètre, entre le pH et la CEC, de quelle strate contribue le plus à l'incertitude de perméabilité de l'UTS ?

→ Quelles sont les UTS pour lesquelles, l'incertitude de l'indicateur de perméabilité est la plus élevée ?

2. Quelle est la sensibilité des indicateurs MUSE aux paramètres les plus incertains ?

Méthode

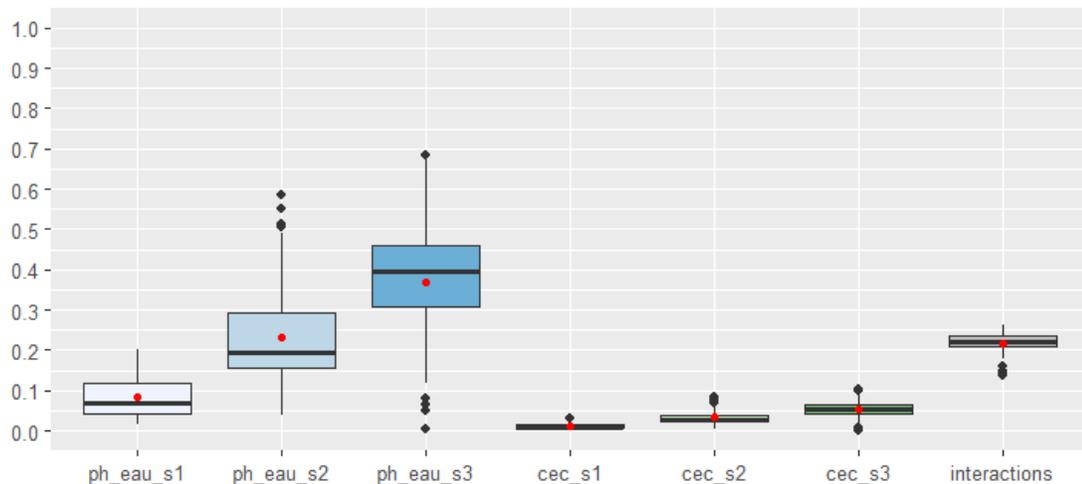
- Conduite d'une **analyse de sensibilité de Sobol de la perméabilité de 145 UTS** pour lesquelles les données ont été complétées et corrigées par un pédologue expert (IDF, 07, 26)
 - Définition des paramètres incertains : le pH et la CEC de chacune des strates composant l'UTS
 - Choix d'une fonction de densité pour les paramètres incertains
 - pH : $U(4 ; 8,9)$
 - CEC : $U(2 ; 50)$
 - Génération d'échantillons aléatoires
 - Calcul des indices de Sobol de premier ordre (S1) et totaux (ST)
- **Analyse d'incertitude de l'indicateur de perméabilité des 145 UTS** à partir des échantillons aléatoires générés (calcul de la probabilité d'obtenir une note de perméabilité d'une note donnée)



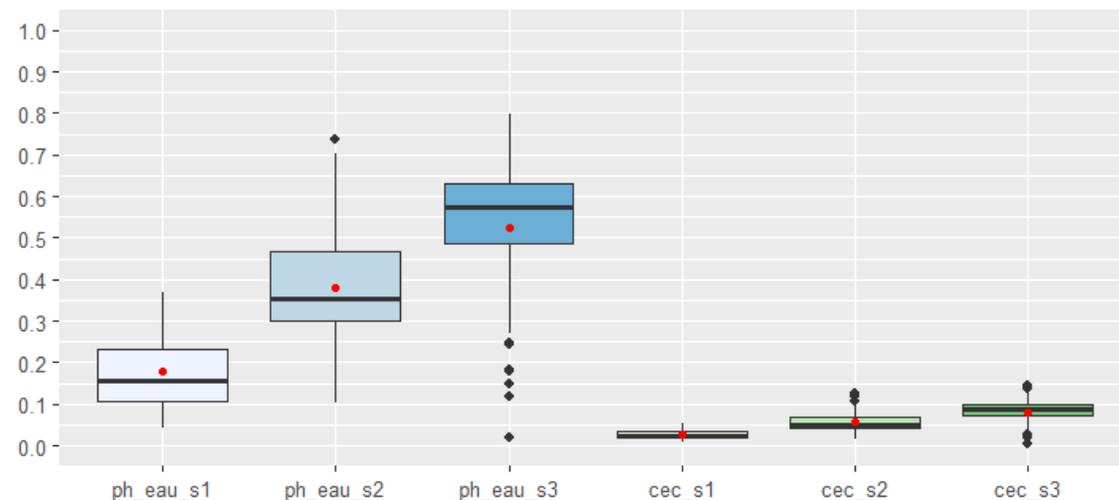
2. Quelle est la sensibilité des indicateurs MUSE aux paramètres les plus incertains ?

Résultats (analyse de sensibilité)

Perméabilité des UTS composées de 3 strates - Indices de Sobol du 1er ordre



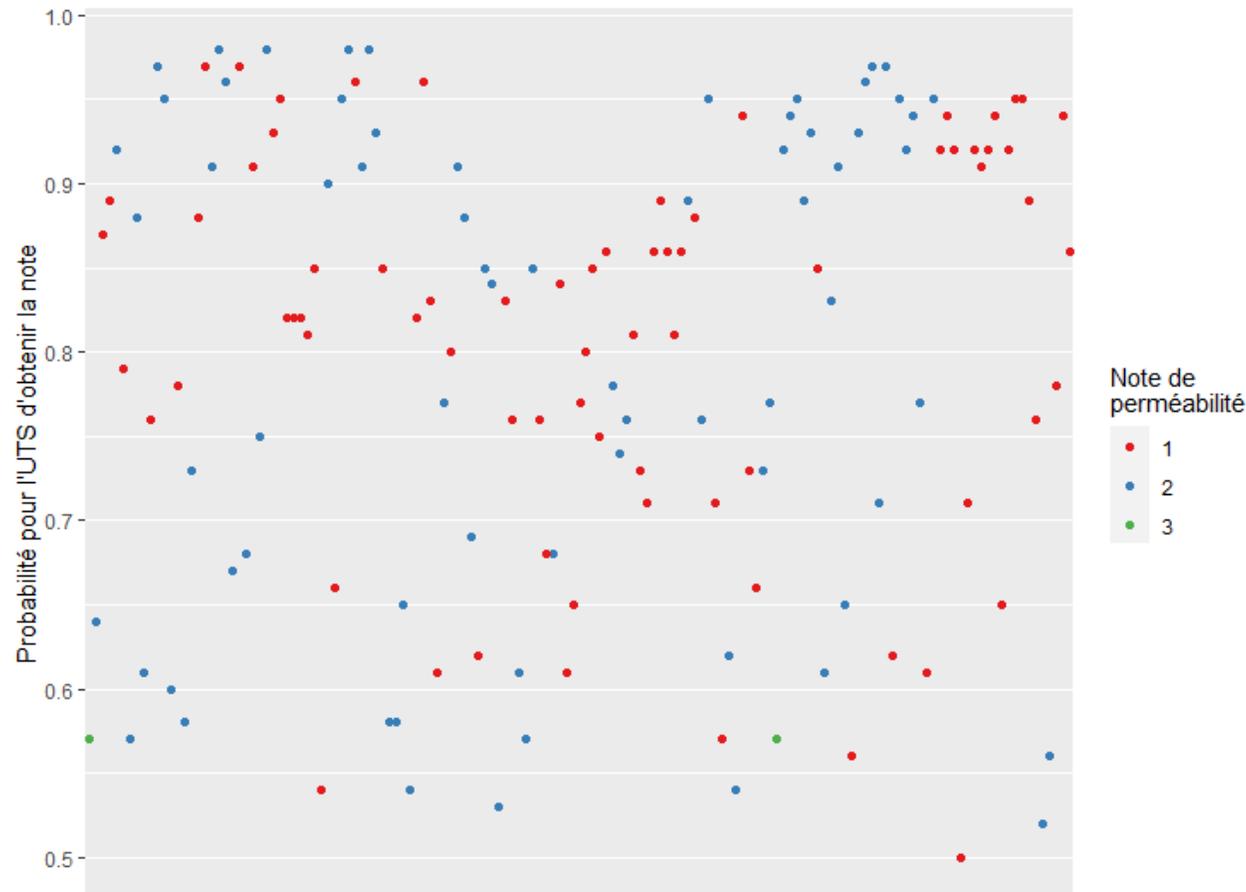
Perméabilité des UTS composées de 3 strates - Indices de Sobol totaux



- Pour chaque UTS, on peut :
 - Obtenir le % de la variance de la perméabilité dû à chaque paramètre en-dehors des interactions dans lesquelles il est impliqué (valeur de l'indice de 1^{er} ordre $S1_i$ du paramètre i)
 - Obtenir le % de la variance de la perméabilité dû à des interactions dans le modèle ($1 - \sum_i S1_i$)
 - Identifier le paramètre le plus impliqué dans des interactions avec les autres paramètres incertains du modèle (valeur $ST_i - S1_i$ pour le paramètre i)

2. Quelle est la sensibilité des indicateurs MUSE aux paramètres les plus incertains ?

Résultats (analyse d'incertitude)



La probabilité d'obtenir la note s'affichant sur le nuage de points est supérieure à 80 % pour 80 des 145 UTS testées (55 %).

2. Quelle est la sensibilité des indicateurs MUSE aux paramètres les plus incertains ?

Discussion

- La méthode d'incertitude et de sensibilité ici présentée permet de cibler :
 - les UTS dont le calcul de la perméabilité est le plus incertain
 - les paramètres pour lesquels une correction à dire d'expert pourrait être suffisante
 - les paramètres pour lesquels l'acquisition de nouvelles données pourrait réduire de manière significative l'incertitude du résultat en sortie
- ⇒ la perméabilité de l'UTS est globalement plus sensible aux valeurs de pH qu'aux valeurs de CEC
- Limites de la méthode :
 - nombre restreint d'UTS testées
 - paramètres de l'analyse de sensibilité questionnables

Conclusion

- La méthode MUSE permet le calcul d'indicateurs de fonctions des sols à partir de données pédologiques au format DoneSol.
- Le calcul des indicateurs MUSE à partir des données des RRP (établies au 1 : 250 000 au format DoneSol) peut être limité par le renseignement non systématique de certains paramètres ou par des incohérences au format DoneSol pour les jeux de données les plus anciens. Ce jeu de données a néanmoins l'intérêt de couvrir l'ensemble du territoire national.
- L'application de la méthode MUSE nécessite donc de vérifier en amont la qualité des données pédologiques en entrée (exhaustivité, cohérence) et de faire appel à une expertise locale pour apporter les compléments ou corrections nécessaires.
- Des analyses d'incertitude et de sensibilité peuvent guider ce travail de complétion et de correction.
- Le projet CartoMUSE (2023-2025) vise à tester l'application de la méthode MUSE sur d'autres territoires, à partir de données pédologiques établies à des échelles plus fines, également au format DoneSol. Elles pourront être soumises aux mêmes vérifications et analyses ici présentées.



Merci pour votre attention

Retrouvez toutes les présentations pour le Séminaire
LA CONNAISSANCE DES SOLS AU SERVICE DES PROJETS DE TERRITOIRES

[Sur lien de la page](#)