

---

# Cartographies spatiotemporelles des propriétés des sols agricoles à l'aide des inférences INLA : application à la recherche des évolutions passées du pH

Nicolas Saby<sup>\*1</sup>, Bifeng Hu<sup>2</sup>, Thomas Opitz<sup>3</sup>, Ben Marchant<sup>4</sup>, and Hocine Bourenanne<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INFOSOL – Institut national de la recherche agronomique (INRA) : US1106 – France

<sup>2</sup>UR SOL – Institut national de la recherche agronomique (INRA) – France

<sup>3</sup>BioSP – Institut national de la recherche agronomique (INRA) – France

<sup>4</sup>BGS – Royaume-Uni

## Résumé

Les sols contribuent à de nombreux services rendus par les écosystèmes, notamment des services en lien avec la régulation du climat. L'évaluation de l'état et de l'évolution des sols et de leurs propriétés en réponse aux changements climatiques et anthropiques est donc un enjeu majeur pour l'humanité.

Pourtant, les propriétés des sols peuvent varier non seulement dans l'espace mais également dans le temps. Ces dynamiques spatio-temporelles complexes peuvent rendre difficile l'étude des évolutions observées. D'ailleurs, les exemples de cartographies intégrant explicitement la composante temporelle restent aujourd'hui encore trop rares. La disponibilité de modèles statistiques flexibles constitue encore un frein important au développement des produits attendus.

Dans ce travail, nous avons développé une nouvelle approche permettant (i) de produire des cartographies géodatées des propriétés du sol et (ii) d'inférer sur les possibles évolutions de ces propriétés dans le passé. Notre approche se fonde sur une méthode d'estimation bayésienne appelée INLA (Integrated Nested Laplace Approximation) couplée à l'approche spatiale SPDE. Cette méthode offre en effet un cadre intéressant et flexible pour mettre en œuvre des inférences statistiques basées sur la vraisemblance même si le nombre d'observations est élevé. Nous présenterons ici une mise en œuvre de cette approche dans le cas de la cartographie des évolutions nationales du pH des sols agricoles à partir d'une base de données de plus de 1 millions d'observations réparties sur le territoire national et sur une période de 20 ans.

Notre approche permet de prendre en compte plusieurs effets : des effets fixes qui traduisent les grands facteurs de la pédogénèse mais également les spécificités des données traitées (échantillonnage orienté). Nous avons également intégré un effet saisonnier. Enfin, plusieurs effets aléatoires correspondant à des champs gaussiens spatiaux (SPDE) permettent de prendre en compte la variabilité des évolutions spatiales et temporelles du pH. Enfin, nous proposons dans ce travail une méthode pour représenter les résultats spatio-temporelles en couplant les sorties brutes des modèles à une analyse multivariée.

---

\*Intervenant

L'ajustement de notre modèle nécessite une soixantaine d'heures de calcul avec 8 processeurs et 60 Go de mémoire. Le modèle a été évalué au moyen d'une validation croisée. Il met en évidence une évolution généralisée à la hausse des pH des sols agricoles liée en grande partie à une meilleure gestion de la fertilisation des parcelles.