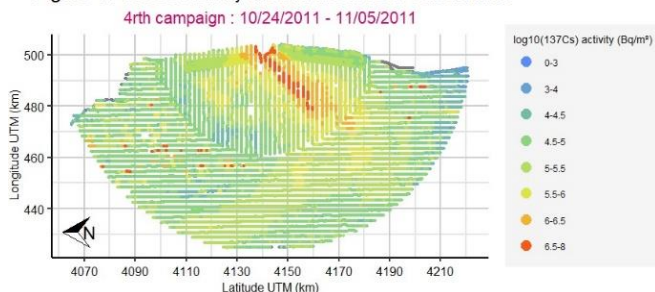


Développement d'une démarche opérationnelle d'exploitation de la mesure radiologique *in situ* : mieux caractériser les sites contaminés grâce à la géostatistique non-stationnaire.

Meryem MEZIANE – Mines Paris - PSL - Centre de Géosciences et IRSN

La reconnaissance puis la caractérisation des territoires contaminés par des radionucléides sont des étapes cruciales de la gestion des conséquences environnementales potentielles des activités nucléaires. En particulier, la cartographie des niveaux d'activité des sols constitue un support décisionnel (i) en situation post-accidentelle, pour la délimitation des zones d'exclusion et la définition des stratégies de reconquête éventuelles ; ou (ii) dans le cadre de la réhabilitation d'anciens sites industriels ou miniers pollués, pour l'évaluation des solutions d'assainissement des sols et la quantification des volumes de déchets. Cette cartographie repose principalement sur l'interprétation des mesures *in situ* réalisées par différents porteurs (piéton, voiture, hélicoptère – cf. Figure 1), chacun associé à une fréquence d'acquisition, une résolution, et une échelle spécifiques. Ces données sont complétées par des mesures en laboratoire sur des échantillons de sols.

Figure 1 : ¹³⁷Cs Activity around the area of Fukushima



L'enjeu du projet est d'établir des méthodes d'estimation applicables en contexte opérationnel permettant de combiner ces mesures de natures et de supports hétérogènes avec des covariables environnementales telles que le type de dépôt, la topographie et l'occupation des sols.

Les méthodes d'estimation usuelles reposent généralement sur l'hypothèse d'homogénéité spatiale de la variable d'intérêt. Cependant, la variabilité spatiale de la radioactivité à l'échelle d'un territoire contaminé ainsi que les liens entre les différents types de mesures dépendent des conditions locales (Masoudi et al., 2019). Ils sont en effet influencés par les conditions d'acquisition

des mesures, les conditions de dépôt des radionucléides et les caractéristiques géographiques locales (topographie et occupation des sols).

Au cours de la thèse, on cherchera à quantifier les liens entre les niveaux d'activité mesurés et ces variables auxiliaires, puis à les prendre en compte dans l'estimation géostatistique non-stationnaire. On distinguera notamment la non-stationnarité du *moment d'ordre 1* (dérive externe ou co-krigeage) de celle des *moments d'ordre 2* (variogrammes numériques (Pannecoucke, 2020), approche SPDE).

Dans un premier temps, les données issues de différentes campagnes de mesures effectuées à la suite de l'accident de Fukushima seront utilisées, en relation avec un modèle météorologique des dépôts. Différentes méthodes de cartographie des niveaux d'activité à une date donnée, de leur variation entre dates, ainsi que de la probabilité de dépassement de seuil seront développées et évaluées.

Dans un deuxième temps, la méthodologie sera adaptée à la caractérisation de la contamination à l'aval d'un ancien site minier uranifère français.

Références bibliographiques

[1] L. Pannecoucke, 2020, Combinaison de la géostatistique et des simulations à base physique – application à la caractérisation de panaches de contaminants. Ingénierie de l'environnement. Université Paris sciences et lettres. Français. (NNT : 2020UPSLM047). (tel-03135798)

[2] P. Masoudi, M. Le Coz, C. Cazala, K. Saito, 2019, Spatial properties of soil analyses and airborne measurements for reconnaissance of soil contamination by ¹³⁷Cs after Fukushima nuclear accident in 2011. Journal of Environmental Radioactivity, Volume 202, Pages 74-84, ISSN 0265-931X

[3] Lindgren, F., Rue, H. and Lindström, J., 2011, An explicit link between Gaussian fields and Gaussian Markov random fields: the stochastic partial differential equation approach. Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology), 73: 423-498