



## ED 398 Géosciences, Ressources Naturelles et Environnement

### Proposition de sujet de thèse pour la rentrée universitaire 2021-2022

#### 1. Modalités d'encadrement

Unité(s) de recherche au sein de laquelle le doctorat est réalisé : **Centre de Géosciences MINES ParisTech, 35 rue saint-Honoré, 77300 Fontainebleau**

Directeur de l'unité : **LAGNEAU, Vincent, Pr. MINES ParisTech**

Directeur(s)\* de thèse (HDR ou équivalent) : **de FOUQUET, Chantal, Directeur de Recherche, Géosciences**

Co-encadrant (non HDR) : **DESASSIS, Nicolas, Géosciences ; LE COZ, Mathieu, IRSN**

*Responsabilités spécifiques de chaque encadrant :*

*Chantal de FOUQUET : direction scientifique (géostatistique)*

*Nicolas DESASSIS : co-direction scientifique (géostatistique : SPDE, apprentissage statistique)*

*Mathieu Le COZ : organisation de la thèse (données et bases de données : occupation du sol ; modèles déterministes de la migration du panache) et co-direction scientifique : contexte radiologique, géostatistique et applications.*

#### 2. Titre /Title

Caractérisation radiologique de sols contaminés à partir de reconnaissances à différentes échelles

Radiological characterization of contaminated soils from surveys at different scales

#### 3. Adresse courriel du contact scientifique

[Chantal.de\\_fouquet@mines-paristech.fr](mailto:Chantal.de_fouquet@mines-paristech.fr)

#### 4. Description du projet de thèse [Champ libre 1 page max] / *Research project outline*

En contexte post-accidentel, la contamination se présente généralement sous la forme de panaches avec de forts contrastes à des distances relativement faibles, et avec des géométries complexes, mettant en cause les hypothèses de stationnarité classiques. De plus, le support des mesures in situ (aéroportées par exemple) varie avec les conditions d'acquisition et les propriétés physiques du milieu (topographie notamment). Le lien entre ces mesures et celles sur échantillons de sol, dont le support est généralement bien contraint, varie donc localement. L'intégration des différents types de mesures implique de prendre en compte ces différents types de non-stationnarités.

Des méthodes géostatistiques non-stationnaires sont disponibles pour décrire des phénomènes complexes d'anisotropies locales variables spatialement (SPDE), ou des non-stationnarités marquées, via l'introduction de co-variables observées ou simulées (dérive externe, variogrammes numériques). L'adaptation de ces méthodes au contexte de la contamination des sols reste à effectuer. Les mesures radiologiques in situ, en termes de densité d'échantillonnage et d'échelle de reconnaissance, devraient permettre une meilleure prise en compte de la géométrie et des caractéristiques locales des contaminations et de leur évolution, en lien avec les environnements de dépôt.

Les étapes prévisionnelles sont les suivantes :

- caractérisation de la variabilité des propriétés spatiales de la contamination à partir des mesures aux différentes échelles de reconnaissance ;

- recherche de co-variables décrivant le territoire pour améliorer la précision de l'estimation par la prise en compte de la variabilité spatiale des propriétés physiques du territoire (topographie, occupation du sol) ;
- prise en compte de la modélisation déterministe des dépôts de 137Cs (secs et humides) pour tenir compte de la géométrie du panache, influencée par la topographie, et couplage entre modèles à base physique et géostatistiques (p. ex., krigeage avec variogrammes numériques) ;
- application à la détermination de schéma de reconnaissance pour caractériser l'évolution de la contamination ;
- application de la méthodologie à la contamination des sols à l'aval d'un ancien site minier uranifère.

Le travail reposera sur les données de plusieurs campagnes de mesures acquises suite à l'accident de Fukushima : mesures aéroportées, mesures sur route, mesures locales (piétons) ... disponibles à l'IRSN.

Les méthodes seront ensuite transposées à la caractérisation de contaminations à l'aval d'un ancien site minier uranifère.

### 5. Compétences et connaissances requises

Formation en probabilités et calcul stochastique appliqué, niveau école d'ingénieurs ou équivalent. Goût pour la programmation scientifique (R, Python) et le travail d'équipe.

### 6. Conditions matérielles de réalisation du projet de recherche

Ce projet sollicite-t-il un contrat doctoral SU via l'ED : **[Non]**

Financements spécifiques obtenus pour le projet : **[Oui]**, si oui lesquels ? **Contrat de formation par la recherche IRSN ; demande de bourse doctorale de la région Ile-de-France.**

Financement des missions nécessaires pour la réalisation du projet : [Oui] IRSN (congrès...)

Accès à des bases de données spécifiques : [Oui]. Données de mesures radiologiques dans la région de Fukushima disponibles à l'IRSN. Simulations du développement des panaches à préciser.

Accès à des plateformes : [Oui], RGéostats en accès libre.

Autres : Equivalent de deux années à l'IRSN (Fontenay-aux-Roses) et une année à l'école des mines (Fontainebleau).

**Langues de travail : français ; anglais pour la communication scientifique (publications). Bonnes compétences rédactionnelles en français.**

**7. Précisions sur les objectifs de valorisation** des travaux issus du projet de recherche : *Articles dans des revues internationales, présentation à des congrès scientifiques. Vulgarisation scientifique de l'IRSN.*

**Visa de la Direction de l'Unité**

**Commentaires éventuels :**