

# HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES HDR

NANTES UNIVERSITE

Spécialité : Matière, Molécules, Matériaux et Géosciences (3MG)

Par

« **Cécile LE GUERN** »

« **La mémoire des sols urbains** »

« De la connaissance de la géochimie environnementale des sols et proches sous-sols à leur gestion en milieu urbain »

Travaux présentés et soutenus à l'Université de Nantes, le 8 avril 2024

Unité de recherche : BRGM, Direction Régionale des Pays de la Loire

## Rapporteurs avant soutenance :

Christine VOIRON-CANICIO Professeure, Université Nice Sophia-Antipolis - UMR ESPACE, Nice (6)  
Christian WALTER Professeur, L'Institut Agro Rennes-Angers - UMR SIS, Rennes (6)  
Thierry WINIARSKI Directeur de recherche, ENTPE, CNRS, UMR 5023 – LEHNA, Vaulx-en-Velin (6)

## Composition du Jury :

Président : Laurent DEVISMES Professeur, ENSA Nantes - UMR AAU, Nantes (à préciser après la soutenance)  
Examineurs : Béatrice BECHET Directrice de recherche, Université Gustave Eiffel - LEE, Bouguenais  
Thierry LEBEAU Professeur, Nantes Université - LPG, Nantes

## Invitée

Chantal DE FOUQUET Directrice de recherche, Mines Paris PSL – Centre de Géosciences, Fontainebleau

---

**Titre :** La mémoire des sols urbains - De la connaissance de la géochimie environnementale des sols et proches sous-sols à leur gestion en milieu urbain

**Mots clés :** (sous)sol, urbain, hétérogénéité, contamination, géochimie, cartographie

**Résumé :** Afin de limiter l'artificialisation des sols, dans un contexte d'accroissement de la population urbaine en demande de nature en ville, on assiste à une densification des aménagements et à une réutilisation croissante des délaissés urbains (ex. friches). Comme les sols urbains gardent la mémoire des impacts des activités anthropiques, ils sont ainsi fréquemment contaminés. Cela pose la question de la compatibilité entre la qualité des milieux (dont les sols) et les usages en cours ou envisagés, et notamment du devenir des terres excavées issues des aménagements. La caractérisation géochimique des sols urbains apparaît ainsi indispensable pour les gérer et prévoir leurs usages futurs.

Axé sur cette thématique, ce mémoire fait le point sur les spécificités des sols urbains, sur les méthodes et outils pour mieux spatialiser les sources de contamination récentes ou historiques, sur le transfert de contaminants

vers les eaux souterraines, et questionne les modes de gestion des sols et terres contaminées excavées. Les résultats acquis dans le cadre de mes recherches font émerger la problématique de *la complexité de la qualification des sols urbains et de leur gestion due à leur forte hétérogénéité* et m'amènent à soulever deux principaux questionnements scientifiques : **le rôle des déterminants géochimiques sur l'hétérogénéité spatiale et l'évolution des sols urbains et l'intégration de cette hétérogénéité pour optimiser leur gestion**. Le programme de recherche vise à contribuer à l'émergence d'indicateurs utiles à la qualification de la qualité et de la santé des sols à l'échelle territoriale. Les perspectives intègrent notamment l'évaluation de l'effet des contaminations sur les fonctions des sols, ainsi que des impacts des changements globaux sur la mobilité des polluants et les incidences en termes de gestion des sols urbains.

---

**Title :** The memory of soils - From knowledge on environmental geochemistry of soils and subsoils to their management in the urban context

**Keywords :** (sub)soil, urban, heterogeneity, pollution, geochemistry, mapping

**Abstract :** In order to limit the artificialization of land, in a context of a growing urban population in demand for nature in the city, we observe the densification of developments and an increasing reuse of abandoned areas (e.g. brownfields). Because urban soils memorise the impacts of anthropogenic activities, they are frequently contaminated. This raises the question of compatibility between the quality of soils and current or planned uses, including the future of excavated soil resulting from redevelopment. The characterization of soil geochemistry thus appears essential for managing urban soils and planning their future uses.

Focused on this theme, this dissertation summarises the specificities of urban soils, the methods and tools to better spatialize recent or historical sources of contamination, on the transfer of contaminants to groundwater, and

questions the methods to manage contaminated soils and excavated soils. The results of my previous research brings out the problematic of *the complexity of the qualification of urban soils and their management due to their strong heterogeneity*. In this frame, I propose to focus on two scientific questions: **the role of the geochemical determinants on the spatial heterogeneity and evolution of urban soils and the integration of this heterogeneity to optimize their management**. The research program aims to contribute to the emergence of indicators useful for qualifying soil quality and health on a territorial scale. The perspectives include in particular the assessment of the effect of contamination on soil functions, as well as the impacts of global changes on the mobility of pollutants and the implications in terms of urban soil management.