

Thèse sur la validité temporelle des paramètres de rétention des radionucléides dans les sols : focus sur les processus de vieillissement

L'utilisation de l'énergie nucléaire génère des rejets de radionucléides dans l'environnement en fonctionnement normal (rejets faibles et chroniques) ou accidentel (Tchernobyl, Fukushima). La question de l'évolution de la distribution des radionucléides rejetés dans les écosystèmes terrestres est une question centrale dans les études d'impact environnemental. Le sujet de thèse proposé est en lien direct avec la modélisation prédictive de la distribution des radionucléides dans les écosystèmes terrestres. A l'heure actuelle de nombreux modèles opérationnels utilisent des paramètres de transfert d'un compartiment à un autre constants dans le temps, quelle que soit la durée de la simulation. Dans le cas des transferts sol/eau, outre la constance des paramètres utilisés pour décrire ces échanges, l'hypothèse d'un système à l'équilibre instantané, régit par un simple coefficient de partage des radionucléides (K_D) entre le sol et l'eau, est utilisée. Or les mesures *In Situ* semblent montrer que les paramètres de rétention mesurés évoluent dans le temps. Deux interprétations peuvent expliquer ce phénomène : un mauvais choix des paramètres à mesurer ou ces paramètres évoluent réellement dans le temps. L'implication pour la modélisation prédictive n'étant pas du tout la même, le sujet de thèse proposé a pour but de discriminer les couples radionucléides-sols pour lesquels il y a réellement une évolution des paramètres de rétention et ceux dont le comportement peut être modélisé par un jeu de paramètre constant dans le temps.

L'étudiant s'appuiera sur les différents modèles compartimentaux utilisés au laboratoire et en expertise pour tester la validité de leurs paramètres à différentes échelles de temps. Des expériences en laboratoire seront conduites pour des sols de caractéristiques contrastées (argileux, sableux, limoneux, organiques...) et pour une gamme de radionucléides d'intérêts à définir (Cs, Co, Ni, Ag, Cr, I, Ru, Sb, Se, Tc...). Contrairement à la majorité des études classiques, les sols seront mis dans des chambres d'incubations après contamination afin de permettre un vieillissement de la contamination. Une base de données de paramètres sera ainsi constituée en lien avec les caractéristiques des sols et leur évolution.

L'étudiant devra être à l'aise avec des concepts de modélisation simple et avoir un gout certain pour les expériences en laboratoire. Des campagnes de terrain pourront être envisagées pour compléter les expériences réalisées au laboratoire.

Lieu de la thèse : IRS[N] /PSE-ENV/SRTE/LR2T, CE Cadarache, BP3, 13115 Saint Paul lez Durance

Tuteur de thèse : Frédéric Coppin (04.42.19.96.21) frederic.coppin@irsn.fr

Temporal validity of radionuclide retention parameters in soils: focus on aging processes.

The use of nuclear energy generates releases of radionuclides into the environment during normal uses (low and chronic releases) or in case of accident (Chernobyl, Fukushima). The question of the evolution with time of the distribution of radionuclides released into terrestrial ecosystems is a central issue for environmental impact studies. The proposed PhD subject is directly linked to the predictive modeling of radionuclide distribution between terrestrial compartments. Now, many operational models use transfer parameters from one environmental compartment to another constant over time, regardless of the duration of the simulation. In the case of soil to water transfers a simple radionuclide partition coefficient (KD) is used, suggesting instantaneous equilibrated exchanges between soil and water. However, *In Situ* measurements suggest that the soil/water measured retention parameters change over time. Two interpretations can explain this phenomenon: a bad choice of the methodology used to measure the soil water parameters, or these parameters really evolve with time in link with radionuclide aging in soil. The implication of these two interpretations for predictive modeling is not the same; the aim of the proposed thesis is to discriminate radionuclide-soil couple for which there is actually an evolution of the retention parameters and those whose behavior can be modeled by a constant parameter set (e.g. KD) over time. Thesis's advances will make it possible to better predict the evolution of radionuclide transfers between soil and water for different time scales, ranging from recent to very old contaminations. They will also improve the knowledge of sources of contamination and their initial amplitude by developing an inverse (retrospective) calculation method. The concepts developed for radionuclides during this thesis can be applied to other types of pollution, such as metal pollution.

The student will use different compartmental models used in the LR2T laboratory to test the validity of their parameters at different time scales. Laboratory experiments will be conducted for soils which contrasting characteristics (clay, sandy, loamy, organic soils ...) and for different radionuclides of interest (to be defined between Cs, Co, Ni, Ag, Cr, I, Ru, Sb, Se, Tc ...). Unlike most conventional studies, soils will be placed in incubation chambers after contamination to allow aging of the contamination. A database of retention parameters will thus be constituted in connection with the characteristics of soils and their evolution.

The student will have to be comfortable with simple modeling concepts and should have a strong interest for laboratory experiments. Field campaigns could be considered as a complement to the experiments carried out in the laboratory.

Keywords : soil, radionuclides, transfer, aging

location : IRS[N] /PSE-ENV/SRTE/LR2T, CE Cadarache, BP3, 13115 Saint Paul lez Durance

Tutor : Frédéric Coppin (+33(0)4.42.19.96.21) frederic.coppin@irsn.fr