

Stage de Master 2

Apport de la réflectance dans le proche et moyen infrarouge en voie liquide pour discriminer les sources de sédiments et de radiocésium dans les rivières de Fukushima (Japon)

Tuteurs : Olivier EVRARD (LSCE), Arthur GAILLOT (ECOSYS) en collaboration avec Oldrich NAVRATIL (EVS Lyon)

Des quantités importantes de radionucléides se sont déposées sur les sols de plusieurs bassins versants côtiers du Nord-Est du Japon après l'accident de la centrale de Fukushima Dai-ichi, survenu en mars 2011. Parmi ces radionucléides, le césium-137 constitue la substance la plus problématique à moyen terme, parce qu'il présente la propriété de se fixer rapidement et presque irréversiblement aux particules de sol (principalement les argiles et les limons) et qu'il est caractérisé par une demi-vie de 30 ans, ce qui le rend particulièrement rémanent dans l'environnement.

Le climat très érosif de cette région du monde, potentiellement exposée à des crues printanières et des typhons estivaux, conduit à l'érosion des sols et du césium qui y est fixé, et à la redistribution des sédiments dans les bassins versants côtiers qui drainent le principal panache radioactif de la région de Fukushima. Afin de permettre le retour rapide des populations évacuées après l'accident dans leur région d'origine, les autorités japonaises ont entrepris, de 2013 à 2023, des travaux dits de décontamination consistant à décaper la partie superficielle des sols cultivés (principalement des rizières) concentrant le radiocésium et à entreposer les millions de mètres cube de déchets ainsi générés au sein de sites de stockage temporaires. Ces sols décontaminés ont ensuite été recouverts d'un « sol neuf/frais » constitué de granite concassé extrait localement. Les forêts, qui n'ont pas été décontaminées alors qu'elles couvrent 70 à 80% de la surface de la région, constituent donc désormais la principale source potentielle de radiocésium dans les rivières. L'objectif du stage est d'étudier le potentiel des propriétés de réflectance par spectrométrie dans le proche ou le moyen infrarouge pour qualifier et discriminer les types de sol et d'occupations (forêt, zones agricoles, zones affectées par des glissements de terrain) et leurs contributions respectives aux sédiments transitant dans les rivières de Fukushima. Si elle était validée, cette technique permettrait d'analyser beaucoup plus rapidement et à bas coût un grand nombre d'échantillons de sédiments collectés lors des crues, fréquentes dans la région.

Après le succès d'un premier stage mené en 2024 sur des « poudres », les échantillons de sols représentatifs des sources potentielles de sédiments dans les paysages de Fukushima et les échantillons de dépôts de crue collectés chaque année depuis 2011 seront analysés sous la forme d'un liquide présentant différentes concentrations sédimentaires avec un analyseur FT-NIR Antaris IITM (disponible au sein de la plateforme de chimie environnementale de l'UMR ECOSYS), ainsi que d'un analyseur low-cost NIR Inno-Spectra (disponible au sein D'OMEAA/EVS). Des propriétés utiles pour la discrimination des sources et leur contribution au mélange de sédiments seront prédites après pré-traitement et interprétations des spectres infrarouges obtenus. La qualité de l'analyseur low-cost sera également estimée. La contribution des sources aux sédiments seront ensuite quantifiées avec des modèles de mélange statistiques. Les implications de ces résultats sur les transferts sédimentaires à

venir dans la région de Fukushima (et notamment sur les apports pérennes de sédiments contaminés au radiocésium provenant des forêts) pourront être discutées. Cette étape cruciale permettra de préparer et tester le déploiement de capteurs infrarouge en rivière pour tester le traçage *in situ* à haute fréquence.

Le stage se déroulera sur six mois au [LSCE](#) et à [ECOSYS](#) au **printemps 2025, en étroite collaboration** avec la [plateforme OMEAA du laboratoire EVS](#). Il est également envisageable de coupler ce stage avec un séjour au Japon financé par un programme spécial intitulé « *Summer Programme* » organisé conjointement par le CNRS et la JSPS, voir à titre d'exemple l'appel lancé en 2022 pour un séjour en 2023 : <https://international.cnrs.fr/wp-content/uploads/2022/10/texte-de-lappel-Summer-program-2023.pdf>

Ces travaux s'inscriront dans les recherches franco-japonaises et pluridisciplinaires menées dans le cadre de MITATE Lab : <https://mitatelab.cnrs.fr/>

Le stage se déroulera au LSCE (CEA Paris-Saclay, site l'Orme des Merisiers) et à ECOSYS selon les modalités en vigueur dans les organismes de recherche publics (gratification de stage selon le barème légal, mise à disposition d'un bureau et d'un PC portable pendant la durée du stage, remboursement à 75% de l'abonnement de transports en commun en Île-de-France, accès au restaurant d'entreprise au tarif étudiant).

Un-e étudiant-e avec des compétences en hydrologie, en sciences du sol, en géochimie et/ou en agronomie est particulièrement recherché-e. La maîtrise des Systèmes d'Information Géographique (SIG) et du logiciel R sera très appréciée. Une appétence pour le traitement de données est recommandée.

Les candidatures (CV, lettre de motivation et coordonnées d'une ou deux personnes de recommandation) sont à envoyer aux encadrants du stage (Olivier EVRARD – olivier.evrard@lsce.ipsl.fr; Arthur GAILLOT – arthur.gaillot@agroparistech.fr et Oldrich NAVRATIL – oldrich.navratil@univ-lyon2.fr) avant le 15 novembre 2024.