Offre de stage de 6 mois

« *Effets d'une exposition à différents contaminants hérités de la Première Guerre mondiale sur l'écophysiologie de plantes vasculaires* »

Contexte

La région Hauts-de-France a été profondément marquée par la Première Guerre mondiale. Celle-ci a laissé derrière elle un héritage toxique invisible mais pourtant bien présent : les munitions enfouies dans les sols qui, avec le temps, se corrodent pour libérer leur funeste contenu dans l'environnement (Kaldéris 2011, Hubé 2016 & 2017). Sur les champs de bataille, plus d'un milliard de munitions ont été tirées, soit 15 millions de tonnes de métaux, de métalloïdes et de composés chimiques organiques nitro-aromatiques, chloratés, perchloratés, nitratés et nitrités déversés sur une relativement faible surface, qui sont aujourd'hui cachés dans les sols et dans les eaux souterraines (Bausinger 2007, Hubé 2016). De là, ces composés peuvent être assimilés par les plantes (Calderón et al. 2014, Donga et al. 2019) et ainsi incorporer la chaîne alimentaire (Kasture 2017) pour, *in fine*, contaminer l'Homme (Gorecki et al. 2017). C'est par ses effets toxiques sur les êtres vivants que ce patrimoine invisible va révéler sa présence. Révéler la présence de ce legs toxique invisible sans attendre qu'il se manifeste par ses impacts sanitaires est un réel défi pour la recherche ; c'est à relever ce défi que ce projet de stage souhaite contribuer.

Puisque la plupart des composés toxiques impliqués, s'ils sont présents dans les sols, peuvent être assimilés par les plantes, ils sont susceptibles d'induire des altérations physiologiques. Celles-ci vont pouvoir se manifester par des troubles de la croissance et du développement, des perturbations de la photosynthèse ou encore des modifications spectrales des propriétés optiques des tissus végétaux (Kooistra et al. 2004, Dunagan et al. 2007). De manière surprenante, les conséquences écophysiologiques chez les plantes de la pollution des sols ont été peu étudiées dans un contexte post-martial ; c'est cette lacune que le stage doit contribuer à combler.

Bausinger T et al. (2007) Exposure assessment of a burning ground for chemical ammunition on the Great War battlefields of Verdun. *Sci Tot Environ* 382: 259-71.

Calderón R et al. (2014) Capture and accumulation of perchlorate in lettuce. Effect of genotype, temperature, perchlorate concentration, and competition with anions. *Chemosphere* 111: 195-200.

Donga H et al. (2019) A novel approach for simultaneous analysis of perchlorate (ClO_4^-) and bromate (BrO_3^-) in fruits and vegetables using modified QuEChERS combined with ultrahigh performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Food Chem* 270: 196-203.

Dunagan SC et al. (2007) Effects of mercury on visible/near-infrared reflectance spectra of mustard spinach plants (*Brassica rapa* L.). *Environ Poll* 148: 301-11.

Gorecki S et al. (2017) Human health risks related to the consumption of foodstuffs of plant and animal origin produced on a site polluted by chemical munitions of the First World War. *Sci Tot Environ* 599-600: 314-23.

Hubé D. (2016) Sur les traces d'un secret enfoui. Enquête sur l'héritage toxique de la Grande Guerre. Paris, Michalon Editeur

Hubé D (2017) Industrial-scale destruction of old chemical ammunition near Verdun: a forgotten chapter of the Great War. *First World War Stud* 8: 205-234.

Kalderis D et al. (2011) Soils contaminated with explosives: environmental fate and evaluation of state-of the-art remediation processes (IUPAC Technical Report). *Pure Appl Chem* 83: 1407-84.

Kasture NS (2017) Bioremediation of nitro-aromatics: an overview. *Int J Environ Agr Biotech* 2: 2715-19.

Kooistra L et al. (2004) Exploring field vegetation reflectance as an indicator of soil contamination in river floodplains. *Environ Poll* 127: 281-90.

Sujet de stage

Le stage consistera principalement en la conduite d'expérimentations sous serre. Il s'agira de travailler sur trois composés différents, choisis pour refléter la diversité chimique des polluants contenus dans les munitions enfouies : un métalloïde (cadmium), un ion minéral (perchlorate) et un composé organique (dinitrotoluène – DNT, métabolite actif du TNT) ; ainsi que sur trois espèces végétales : le blé, l'érable et le chêne. En conditions contrôlées (serres), le blé, l'érable et le chêne seront cultivés et arrosés avec une gamme de concentrations des différents polluants,

pris individuellement (la concentration zéro correspondant au témoin), avec un minimum de 10 réplicats par plante x concentration x polluant. Les plantules seront soumises de manière hebdomadaire à un phénotypage automatisé, grâce au PlantScreen® de la plateforme CRRBM à l'UPJV et à des mesures manuelles des paramètres de photosynthèse/respiration (LiCOR®). Le phénotypage inclut la mesure de différents paramètres biométriques et la recherche d'une éventuelle signature hyperspectrale des différents polluants testés. Des analyses chimiques de tissus végétaux pourront être réalisées en complément.

Profil recherché

Nous cherchons un(e) étudiant(e) curieux(se) et rigoureux(se), au profil master et/ou ingénieur, ayant un intérêt pour les études expérimentales conduites chez les végétaux sous serre. La formation initiale peut-être variée, mais une affinité particulière pour la biologie/physiologie végétale et/ou l'écotoxicologie est préférable. Des compétences solides en statistiques sont requises (modélisation par GLM, GLMM, GAM ; analyse sur mesures répétées et analyses de survie, modèle de Cox). Un intérêt pour la pluridisciplinarité est un plus. Le ou la stagiaire devra être capable de faire un travail bibliographique, de comprendre et de synthétiser des données scientifiques en anglais, de s'approprier des données empiriques brutes pour les traiter statistiquement et d'être capable d'interpréter ces résultats. Il/elle devra faire preuve d'autonomie tout en ayant le goût du travail en équipe.

Lieu du stage : UMR CNRS 7058 « Ecologie et dynamique des systèmes anthropisés » & CRRBM – Plateforme Serres, Université de Picardie Jules Verne, sites Saint-Charles (1, rue des Louvels, 80000 Amiens) et Saint-Leu (33, rue Saint-Leu, 80000 Amiens).

Période de stage : Stage recherche/ingénieur de **6 mois** pouvant démarrer dès Janvier 2023.

Gratification : selon la grille tarifaire en vigueur.

Encadrement : Guillaume DECOCQ, Thomas KICHEY, Hervé DEMAILLY

Renseignements et candidature (envoyez un CV et une lettre de motivation) :

Guillaume DECOCQ (guillaume.decocq@u-picardie.fr)

Thomas KICHEY (thomas.kichey@u-picardie.fr)