
Développement d'une méthode de détection non-destructive des effets des polluants sur plante aquatique

Contexte :

L'évaluation des risques environnementaux repose aujourd'hui essentiellement sur l'utilisation d'essais normalisés de laboratoire. Une des limites de cette démarche est qu'elle ne reflète pas complètement la réalité environnementale (contaminations multiples (pesticides, métaux, etc...), fréquences et intensités variables). En parallèle, il existe une forte demande pour le développement d'une biosurveillance plus efficiente.

De nombreux travaux ont été développés chez les poissons et les macroinvertébrés (amphipodes et bivalves) pour les utiliser comme organismes tests dans l'évaluation de la toxicité des milieux aquatiques. La biosurveillance active, via l'encagement de ces organismes animaux, a ainsi récemment montré sa pertinence pour une meilleure surveillance et évaluation de la qualité des milieux aquatiques. Bien que les plantes aquatiques supérieures, spécialement les plantes immergées, aient un rôle essentiel dans le fonctionnement des milieux aquatiques, elles sont beaucoup moins utilisées dans l'évaluation écotoxicologique de ces écosystèmes. Si le groupe des plantes aquatiques immergées est inclus dans 2 tests normalisés pour *Myriophyllum spicatum* [1,2], il n'existe pas de méthodologie de biosurveillance active permettant d'étudier la réponse de ces organismes exposés directement dans les milieux.

Cependant, l'utilisation d'analyses hyperspectrales à petite échelle, comme la feuille d'une plante, s'est développée les dernières années [3,4] et offre de nouvelles perspectives dans l'évaluation de l'impact de la pollution chimique des milieux aquatiques sur les plantes aquatiques. Le *M. spicatum* est un bon modèle pour cette mise au point car elle est connue pour répondre de façon spécifique à certains polluants, avec une « empreinte chimique spécifique » qui reflète les changements physiologiques [5,6] mais aussi d'autres facteurs de stress environnementaux [7,8]. Il présente une variation de pigments lorsqu'il est soumis à un stress ; en lien avec une augmentation de la concentration en anthocyanine et/ou une baisse de la chlorophylle [5]. Cependant, la méthode classique de quantification par extraction et analyses est laborieuse et destructive. Des méthodes basées sur les propriétés spectrales peuvent permettre de détecter ces changements de façon rapide et non-destructive. Dans ce contexte, le projet DISEPAM (Développement d'une détection non destructive in situ des effets des polluants sur une plante aquatique modèle ; projet inter CARNOT ICEEL + Eau&Environnement) vise à développer une technique de mesure non-destructive et *in situ*.

Objectifs :

L'objectif principal du stage sera d'élaborer une calibration des résultats obtenus avec photo-détection par rapport aux résultats d'analyses destructives d'extraits de *M. spicatum* et/ou 2 autres plantes aquatiques immergées, *Groenlandia densa* et/ou *Potamogeton crispus* à l'aide d'expériences en laboratoire.

Les missions / apprentissages :

- 1) Réalisation de cultures de *M. spicatum* et d'autres plantes immergées en mode non-axénique
- 2) Élaboration, mise en place et réalisation des plans d'expérience d'exposition des plantes à des polluants ciblés
- 3) Prélèvements et analyses chimiques des échantillons. Analyse des plantes par photo-détection.
- 4) Analyse, traitement et interprétation des diverses données obtenues
- 5) Présentation des résultats en réunion et rédaction du rapport de stage.

Profil :

Formation en écotoxicologie, écophysiologie et/ou écologie. De préférence notions sur les écosystèmes aquatiques et plantes aquatiques. Compétences en analyses (bio-) chimiques. Un intérêt pour le développement des nouvelles approches, notamment la photo-détection du stress chez des plantes aquatiques serait une véritable plus-value. Une maîtrise des approches de base en statistiques et du langage R est indispensable. Travail en équipe – communication avec tous les membres de l'équipe de recherche et du laboratoire.

Encadrement :

- Elisabeth GROSS, professeure en écotoxicologie, porteuse du projet DISEPAM
- Yann KUBLER, doctorant au LIEC
- Manuel PELLETIER, directeur technique du LIEC
- Et membres des pôles de compétences du LIEC

Laboratoire / équipe d'accueil :

LIEC (Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux) UMR CNRS 7360, site Metz, Campus Bridoux. Equipe EcoSe – Ecologie du stress.

Durée du stage : 8 semaines ; à partir du 13 ou 20 avril 2026. Pas de prolongation / gratification.

Candidature :

Merci d'envoyer un seul PDF contenant le CV, la lettre de motivation et les noms de 2 référents à gross5@univ-lorraine.fr et yohann.kubler@univ-lorraine.fr. L'évaluation des dossiers commencera le 16 février 2026 et se terminera quand deux candidat(e)s seront trouvé(e)s.

Bibliographie associée :

- [1] OECD (2014). TG 238: Sediment-free *Myriophyllum spicatum* toxicity test. <https://doi.org/10.1787/9789264224131-en>.
- [2] OECD (2014). TG 239: Water-sediment *Myriophyllum spicatum* toxicity test. <https://doi.org/10.1787/9789264224155-en>
- [3] Dmitriev, P., B. Kozlovsky, T. Minkina, V. D. Rajput, T. Dudnikova, A. Barbashev, M. A. Ignatova, O. A. Kapralova, T. V. Varduni, V. K. Tokhtar, E. P. Tarik, İ. Akça and S. Sushkova (2023). Hyperspectral imaging for small-scale analysis of *Hordeum vulgare* L. leaves under the benzo[a]pyrene effect. Environmental Science and Pollution Research 30(55): 116449-116458. 10.1007/s11356-022-19257-0
- [4] Zhai, Y., L. Zhou, H. Qi, P. Gao and C. Zhang (2023). Application of Visible/Near-Infrared Spectroscopy and Hyperspectral Imaging with Machine Learning for High-Throughput Plant Heavy Metal Stress Phenotyping: A Review. Plant Phenomics 5: 0124. <https://doi.org/10.34133/plantphenomics.0124>
- [5] Gross, E. M., A. Nuttens, D. Paroshin and A. Hussner (2018). Sensitive response of sediment-grown *Myriophyllum spicatum* L. to arsenic pollution under different CO₂ availability. Hydrobiologia 812(1): 177-191. <https://doi.org/10.1007/s10750-016-2956-7>
- [6] Nuttens, A., S. Chatellier, S. Devin, C. Guignard, A. Lenouvel and E. M. Gross (2016). Does nitrate co-pollution affect biological responses of an aquatic plant to two common herbicides? Aquatic Toxicology 177:355-364. 10.1016/j.aquatox.2016.06.006
- [7] Fornoff, F. and E. M. Gross (2014). Induced defense mechanisms in an aquatic angiosperm to insect herbivory. Oecologia 175(1): 173-185. <https://doi.org/10.1007/s00442-013-2880-8>
- [8] Gross, E. M. (2022). Aquatic chemical ecology meets ecotoxicology. Aquatic Ecology 56(2): 493-511. <https://doi.org/10.1007/s10452-021-09938-2>