

PROPOSITION DE SUJET DE STAGE MASTER 2

Titre du sujet : Analyse intégrée de données écotoxicologiques issues de bioessais et de biomarqueurs *in vivo* : évaluation de la toxicité de souches de cyanobactéries

Résumé du sujet (description et objectifs scientifiques) :

Alors que les activités anthropiques et le changement climatique intensifient les proliférations de cyanobactéries, de nombreux cyanopeptides produits par des genres de cyanobactéries occurrents sont encore peu caractérisés d'un point de vue (éco)toxicologique. Certains d'entre eux présentent pourtant des activités biologiques préoccupantes^[ex. 1-3], à l'instar des cyanotoxines de type microcystines déjà réglementées dans les eaux de boisson et récréatives^[4]. Afin d'incrémenter les connaissances sur la toxicité de cyanopeptides émergents, le potentiel (éco)toxicologique de 4 souches de *Microcystis* a été testé sur différents modèles biologiques et niveaux d'organisation au travers de l'analyse de :

- **Biomarqueurs *in vivo*** : Réponses de détoxification (activités enzymatiques et expressions des gènes associés), métabolisme énergétique (expressions de gènes et nucléotides énergétiques) et système immunitaire (activité de phagocytose) chez la moule zébrée, *Dreissena polymorpha*.
- **Bioessais *in vivo*** : Toxicité aiguë/térogénicité (test FET, OCDE TG n°236^[5]), activités dioxine-like et (anti)estrogéniques (test EASZY, OCDE TG n°250^[6]) chez le poisson zèbre *Danio rerio*.
- **Bioessais *in vitro*** : Propriétés endocrines ((anti)estrogéniques, (anti)androgéniques, (anti)progestagéniques) et activités, dioxine- et HAP-like sur lignées cellulaires.

L'objectif du stage est de proposer une analyse globale et intégrée de l'ensemble des données acquises lors des expérimentations pour aboutir à un interclassement des souches cyanobactériennes en fonction des effets (éco)toxiques observés sur les différents modèles biologiques investigués. Ainsi, après une série d'analyses uni- et multivariées sur l'ensemble des paramètres (ACP, CAH, corrélation, statistiques univariées etc.), il s'agira de sélectionner les métriques les plus pertinentes d'un point de vue (éco)toxicologique afin de les intégrer dans une approche de type *Weight-of-Evidence* (WOE), comprenant des modules d'intégration de données (*Lines of Evidence*, LOEs) dédiés aux biomarqueurs et aux bioessais en laboratoire^[7]. La démarche aboutira à un indice global de toxicité permettant l'interclassement des souches sur la base de leur niveau de toxicité global. L'ensemble des analyses menées serviront de socle pour une interprétation biologique des effets induits par les souches étudiées, sur différents modèles biologiques et niveaux d'organisation, ainsi que l'identification des principales voies de toxicité (analyse de contributions).

En fonction de l'avancée du stage et de l'intérêt du/de la candidat(e) retenu(e) pour cet aspect, des données de métabolomique acquises chez la dreissène et le medaka (*Oryzias latipes*) pourront également être sélectionnées et intégrées à l'analyse.

Déroulement du stage

1. **Revue bibliographique** (écotoxicité du genre *Microcystis*, intégration de données, analyses multivariées)
2. **Structuration, exploration et analyse du jeu de données** (base de données, statistiques descriptives, analyses uni-/multivariées, sélection de métriques)

3. **Intégration de données** : adaptation et application du modèle type WOE, génération d'indices de toxicité et classement des extraits
4. **Interprétation (éco)toxicologique** des effets observés
5. **Rédaction du rapport et valorisation scientifique.**

Compétences développées

- Statistiques descriptives, uni- et multivariées, traitement et gestion de données, intégration de données sous forme d'indices.
- Programmation sous R.
- Ecotoxicologie de souches de cyanobactéries
- Synthèse et rédaction scientifique

Compétences et profil attendus :

Master en biostatistiques, analyses de données biologiques avec un fort attrait pour l'écotoxicologie aquatique

OU Master en sciences environnementales et écotoxicologie avec une forte appétence pour les biostatistiques et le traitement de données.

Maitrise du langage R (ou forte motivation pour l'acquérir).

Informations pratiques :

Lieu :

Nom et affiliation du laboratoire : UMR-I 02 INERIS-URCA-ULH SEBIO Unité Stress Environnementaux et BIOSurveillance des milieux aquatiques - Université de Reims Champagne-Ardenne (URCA)

Adresse : UFR des Sciences Exactes et Naturelles (SEN) Bâtiment 18, Campus Moulin de la Housse, BP 1039, 51687 Reims Cedex 2.

Responsable du Laboratoire / Entreprise : Dr Mélissa PALOS LADEIRO

Encadrement : Dr Iris BARJHOUX (Tél. : + 33 3 26 91 37 19 ; e-mail : iris.barjhoux@univ-reims.fr) ; Dr Emilie LANCE (Tél. : + 33 3 26 91 33 69 ; e-mail : emilie.lance@univ-reims.fr).

Période : janvier/février à juillet 2026 / **Rémunération** : selon réglementation en vigueur

Candidature : envoyer un CV, une lettre de motivation et une lettre de recommandation en un seul fichier PDF à iris.barjhoux@univ-reims.fr et emilie.lance@univ-reims.fr. Les candidatures seront examinées au fil de l'eau jusqu'à sélection du/de la candidat(e).

Références : [1] Torres, M. de A., Jones, M.R., et al. 2023. Aquat. Toxicol., 263(August), 106689. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2023.106689>. [2] Torres, M. de A., Dax, A., et al. 2024. Aquat. Toxicol., 273(May), 106983. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2024.106983>. [3] Bownik, A. and Pawlik-Skowrońska, B. 2024. Toxicon, 249, 108059. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2024.108059>. [4] Anses 2020. Evaluation des risques liés aux cyanobactéries et leurs toxines dans les eaux douces. [5] OECD 2013. Test No. 236: Fish Embryo Acute Toxicity (FET) Test. OECD. [6] OECD 2021. OECD Guidel. Test. Chem. Sect. 2 Eff. Biot. Syst., (250), 1–45. [7] Barjhoux, I., Fechner, L.C., et al. 2018. Environ. Sci. Pollut. Res., 25(24), 23404–23429. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-016-6993-6>.