

Stage de recherche

Contribution à la territorialisation du cadre des limites planétaires pour l'évaluation des cycles du phosphore et de l'azote face aux risques d'eutrophisation.

Contexte :

Les « limites planétaires » identifient les principaux enjeux pour l'habitabilité de la Terre et établissent des frontières et des seuils de déséquilibre à ne pas dépasser pour chacun de ces sujets (Richardson et al., 2023; Rockström et al., 2009; Steffen et al., 2015). Elles offrent un cadre de compréhension systémique et de sensibilisation aux enjeux écologiques à l'échelle globale de la planète. Pour autant, c'est au niveau local et des territoires que les décisions concrètes à l'origine des impacts et des pressions qui contribuent à dépasser ces frontières sont prises. Il y a donc de forts enjeux de recherche et d'opérationnalisation du cadre à un niveau local de prise de décision (Bai et al., 2022).

Un des enjeux identifiés par les limites planétaires concerne les cycles biogéochimiques du phosphore et de l'azote pour faire face aux risques d'eutrophisation. L'eutrophisation anthropique désigne le syndrome d'un écosystème aquatique associé à la surproduction de matières organiques induit par des apports anthropiques en phosphore et en azote. Ce phénomène entraîne des perturbations importantes sur les écosystèmes aquatiques et provoque des impacts sur de nombreux domaines. Les principales illustrations sont la prolifération végétale, parfois toxique, la perte de biodiversité et les anoxies qui peuvent engendrer la mort massive d'organismes aquatiques (Pinay et al., 2018).

Pour le phosphore, le cadre des limites planétaires (Richardson, 2023) définit un indicateur à l'échelle mondiale en tenant compte du flux de phosphore de l'eau douce vers les océans (en téragrammes par an). À l'échelle régionale, un indicateur de flux du phosphore provenant des engrais appliqués aux sols arables et vers les systèmes aquatiques d'eau douce peut être estimé. Pour le cycle de l'azote, l'indicateur utilisé est la fixation biologique industrielle et intentionnelle de l'azote.

Il existe donc un fort enjeu d'opérationnalisation et de territorialisation de ces limites planétaires, notamment pour contribuer à évaluer :

1. Les risques d'eutrophisation sur un territoire face aux déséquilibres des cycles azote et phosphore (à l'échelle locale et au-delà)
2. Les impacts du territoire sur le déséquilibre de la limite planétaire associée à l'azote et au phosphore.

Objectifs du stage :

- Analyser les possibilités méthodologiques de territorialisation des différentes approches sur les cycles azote et phosphore entre les « Planetary boundaries » (Richardson et al., 2023) et la proposition des « Earth System Boundaries » (Rockström et al., 2023)
- Évaluer les données déjà mobilisables des flux sur les territoires (eaux usées, agriculture, pollutions diffuses et ponctuelles, etc.) pouvant contribuer à la territorialisation de cette limite planétaire

- Décrire et analyser, à l'échelle d'un territoire (mais dont les flux d'azote et de phosphore dépendent aussi des voisins), les différents mécanismes de transfert, de rétention et de capacités d'élimination de l'azote et du phosphore depuis les têtes de bassins versants et tout au long du continuum terre-eau de surface-mer (un cas d'étude et un périmètre d'analyse seront définis)
- Évaluer l'écart entre les données réellement disponibles localement sur un territoire et celles nécessaires pour une territorialisation du cadre des limites planétaires Une analyse critique des indicateurs associés pourra être réalisée.
- Recenser les méthodes d'évaluation de la vulnérabilité d'un territoire face aux risques d'eutrophisation. Comment déterminer des limites locales associées et à quelles échelles spatiales pertinentes ?

Pour réaliser ce travail, le-la stagiaire pourra s'appuyer sur l'équipe GEO de l'École des Mines de St-Étienne et ses travaux de recherche en territorialisation des limites planétaires et sur l'équipe du DEEP INSA Lyon, notamment sur les méthodes de caractérisation des données disponibles.

Un travail bibliographique à partir de la littérature scientifique sera attendu. Pour mener à bien cette tâche, le-la stagiaire pourra être amené-e à réaliser des échanges ou envisager des collaborations avec des partenaires possédant une expertise dans la récolte de données associées au sujet du stage.

Le stage pourra aboutir à soumettre un article en vue d'une publication à la revue Environnement, Ingénierie & Développement (<https://eid.episciences.org/>).

L'environnement du stage :

Lieu du stage : Lyon (INSA) avec des séjours à St-Étienne (École des Mines de St-Étienne).

Le-la stagiaire aura à sa disposition : un accès aux bases bibliographiques, aux outils et aux logiciels associés aux besoins du stage.

Profil recherché :

- Niveau Master (de préférence Bac +5)
- Issu d'une formation supérieure autour des sciences de l'ingénieur, le candidat devra posséder une bonne connaissance des cycles biogéochimiques de l'azote et du phosphore
- Des connaissances en agriculture et en gestion des eaux seraient un plus. De plus, le candidat devra être fortement attiré par les problématiques de transitions écologiques, et plus particulièrement par les notions de limites planétaires. Une curiosité et une ouverture d'esprit sont attendus pour ce sujet. Le candidat devra être force de proposition et s'adapter dans plusieurs environnements scientifiques
- Des compétences et/ou appétences pour les SIG (ex. QGIS...), le traitement et l'analyse de données géospatialisées seraient un plus
- Compétences de synthèses et rédactionnelles
- Maîtrise de l'anglais.

Période de stage et durée souhaitée : ce stage devra être réalisé pendant le deuxième semestre universitaire (entre janvier et septembre 2024) d'une durée de 4 à 6 mois.

Encadrement du stage : co-encadrement GEO – Mines St-Etienne et DEEP – INSA Lyon.

Gratification de stage : environ 550€/mois.

Candidature : merci d'envoyer une lettre de motivation + CV, à Antoine Giret + Mathieu Gautier.

Date limite de candidature : 12 février 2024.

Contacts :

- Antoine Giret, Maître de Conférences (antoine.giret@emse.fr)
- Natacha Gondran, Professeure - HDR (natacha.gondran@emse.fr)
- Mathieu Gautier, Maître de Conférences - HDR (mathieu.gautier@insa-lyon.fr)

Références :

- Kim, B., Gautier, M., Rivard, C., Sanglar, C., Michel, P., Gourdon, R., 2015. Effect of Aging on Phosphorus Speciation in Surface Deposit of a Vertical Flow Constructed Wetland. *Environ. Sci. Technol.* 49, 4903–4910. <https://doi.org/10.1021/es506164v>
- Maciejewski, K., Gautier, M., Kim, B., Michel, P., Gourdon, R., 2022. Effect of trickling filter on carbon and nitrogen removal in vertical flow treatment wetlands: A full-scale investigation. *J. Environ. Manage.* 303, 114159. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114159>
- Pinay, G., Gascuel, C., Ménesguen, A., Souchon, Y., Le Moal, M., Levain, A., Etrillard, C., Moata, F., Pannard, A., Souchu, P., 2018. L'eutrophisation: manifestations, causes, conséquences et prédictibilité. éditions Quae. <https://doi.org/10.35690/978-2-7592-2757-0>
- Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S.E., Donges, J.F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., Von Bloh, W., Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummu, M., Mohan, C., Nogués-Bravo, D., Petri, S., Porkka, M., Rahmstorf, S., Schaphoff, S., Thonicke, K., Tobian, A., Virkki, V., Wang-Erlandsson, L., Weber, L., Rockström, J., 2023. Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Sci. Adv.* 9, eadh2458. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>
- Rockström, J., Gupta, J., Qin, D., Lade, S.J., Abrams, J.F., Andersen, L.S., Armstrong McKay, D.I., Bai, X., Bala, G., Bunn, S.E., Ciobanu, D., DeClerck, F., Ebi, K., Gifford, L., Gordon, C., Hasan, S., Kanie, N., Lenton, T.M., Loriani, S., Liverman, D.M., Mohamed, A., Nakicenovic, N., Obura, D., Ospina, D., Prodani, K., Rammelt, C., Sakschewski, B., Scholtens, J., Stewart-Koster, B., Tharammal, T., Van Vuuren, D., Verburg, P.H., Winkelmann, R., Zimm, C., Bennett, E.M., Bringezu, S., Broadgate, W., Green, P.A., Huang, L., Jacobson, L., Ndehedehe, C., Pedde, S., Rocha, J., Scheffer, M., Schulte-Uebbing, L., De Vries, W., Xiao, C., Xu, C., Xu, X., Zafra-Calvo, N., Zhang, X., 2023. Safe and just Earth system boundaries. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06083-8>
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F.S.I., Lambin, E., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., de Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J., 2009. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecol. Soc.* 14, art32. <https://doi.org/10.5751/ES-03180-140232>
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S.E., Fetzer, I., Bennett, E.M., Biggs, R., Carpenter, S.R., de Vries, W., de Wit, C.A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G.M., Persson, L.M., Ramanathan, V., Reyers, B., Sörlin, S., 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347, 1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>