

Proposition d'un sujet de thèse (2018-2021)

Impact du cycle biogéochimique du Silicium sur les flux d'altération et le cycle du carbone actuels et futurs

Etablissement /Université /Ecole/ Organisme: Université de Strasbourg

Ecole doctorale: Sciences de la Terre et Environnement (ED n° 413)

Présentation de l'équipe d'accueil

Unité de recherche : Laboratoire d'Hydrologie et de Géochimie de Strasbourg UMR (7517)

Discipline(s) : Sciences de la Terre et Environnement

Directeur : Philippe Ackerer

Adresse : 1 rue Blessig, 67000 Strasbourg

Intitulé de l'équipe d'accueil : Transferts dans les Hydrosystèmes Continentaux (TrHyCo)

Responsable de l'équipe d'accueil : François Lehmann, Tania Quaranta

Courriel: lehmann@unistra.fr, quaranta@unistra.fr

Téléphone : 03 68 85 05 04

Nom du directeur de la thèse: Philippe Ackerer

Courriel: ackerer@unistra.fr

Téléphone: 03 68 85 05 61

Co-directeur: Emilie Beaulieu

Courriel: emilie.beaulieu@engees.unistra.fr

Téléphone: 03 68 85 03 99

Sujet de thèse

Modélisation du cycle biogéochimique du Silicium sous différents environnements (climat, couvert végétal, géologie) : impacts sur les flux d'altération actuels et futurs à l'échelle de profils de sol.

L'objectif général de cette thèse est d'inclure le cycle de la silice biogène dans un couplage de modèles biogéochimique (B-WITCH) afin de reproduire la dynamique des systèmes naturels et de prédire leur évolution dans le futur face aux forçages anthropiques. Le cycle biogéochimique du silicium est encore mal connu en milieu terrestre du fait principalement

que cet élément ne fait pas parti des nutriments majeurs traditionnels comme N, C, P, K, Ca ou Mg. Cependant, plusieurs études^{1,2,3} ont montré que les plantes terrestres sont capables d'accumuler et de libérer une proportion significative de silice dissoute issue de l'altération des silicates à travers la dissolution des phytolithes et la dégradation de la litière. Cette contribution représente une part non négligeable du flux global de silice exporté dans les rivières et dépend fortement du type de végétation (plantes hyper-accumulatrices de silice ou non). Depuis quelques années, des données expérimentales (cinétiques et thermodynamiques) permettant de caractériser les deux pools de production de silice biogène (phytolithes et litière) ont été obtenues pour différentes essences végétales (mélèze, prêle, bambou, graminées, ...).

Récemment, des modèles numériques d'altération continentale (SAFE, WITCH) ont été couplés à des modèles biosphériques (ASPECTS, LPJ) afin de prendre en compte le rôle de la végétation sur la composition chimique des eaux de surface. Cependant, les flux d'éléments pris et libérés par la végétation ne concernent que des cations majeurs (Ca, Mg, K, SO₄, P), et aucun modèle biogéochimique à l'heure actuelle n'intègre le cycle de la silice biogène. L'altération des surfaces continentales jouant un rôle important dans le cycle du carbone et montrant une forte réactivité vis-à-vis des forçages anthropiques, l'intégration du cycle biogéochimique du silicium est donc un enjeu scientifique. Il s'inscrit dans la politique menée actuellement sur le réchauffement climatique avec notamment le programme « Make our planet great again ».

Cette thèse s'appuiera sur deux modèles disponibles au sein de l'équipe : un modèle biosphérique (LPJ), capable de reproduire la dynamique du couvert végétal et d'estimer les flux de productivité, d'évapotranspiration et d'écoulement vertical, et un modèle géochimique (WITCH) permettant d'estimer les flux d'altération à l'échelle d'un profil de sol ainsi que les flux de consommation en carbone associés.

Les objectifs spécifiques de cette thèse seront les suivants :

- Développer un module de silice biogène dans le modèle B-WITCH permettant de prendre en compte la production de silice par la dissolution des phytolithes et la dégradation de la litière. Des données expérimentales thermodynamiques et cinétiques de deux parcelles (sous couvert d'épicéas et sous hêtraie) du bassin versant du Strengbach (Vosges, France) alimenteront ce module. Elles ont été obtenues dans le cadre du projet de recherche EC2CO INSU, 2016-2018.
Les données météorologiques, biologiques et chimiques disponibles depuis 1986 sur le bassin permettront la calibration du modèle sur les deux profils de sol.
- Utiliser ce développement numérique sur des profils de sol situés sous des couverts végétaux différents (mélèze, prêle, fougère, bambou, graminée), sur différentes lithologies (granite, basalte, sable) et sous différents climats (tropical, boréal, tempéré)

afin de comparer l'impact du cycle biogéochimique du silicium sur les flux d'altération de ces profils. Cette partie s'appuiera sur des données expérimentales existantes (phytolithes), sur la bibliographie et sur les bases de données mondiales sur les sols (ISRIC-WISE, HWSD, ...).

- Quantifier l'impact du réchauffement climatique sur les flux d'altération et de consommation en carbone de ces profils de sol à travers la réponse de la végétation en utilisant des sorties climatiques de modèles de circulation générale (ARPEGE, FOAM, ...) jusqu'en 2100.

¹Bartoli, 1983. Ecol. Bull. No 35, 469-476. ²Meunier et al., 2001. Bull. Soc. Géol. Fr., 172, 533-538. ³Fraysse et al., 2010. Gechim. Cosmochim. Acta 74,70-84.