



**HAL**  
open science

## Modélisation des cycles biogéochimiques d'un bassin versant forestier sur les 25 dernières années (Strengbach, France): implémentation d'un module de silice biogène

Emilie Beaulieu, Marie-Claire Pierret, Arnaud Legout, Fabrice Fraysse, Quentin Laprovote, François Chabaux, Daniel Viville, Yves Godderis

### ► To cite this version:

Emilie Beaulieu, Marie-Claire Pierret, Arnaud Legout, Fabrice Fraysse, Quentin Laprovote, et al.. Modélisation des cycles biogéochimiques d'un bassin versant forestier sur les 25 dernières années (Strengbach, France): implémentation d'un module de silice biogène. JMSC-2019: Journées de Modélisation des Surfaces Continentales, Nov 2019, Paris, France. hal-03173449v2

**HAL Id: hal-03173449**

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03173449v2>

Submitted on 7 Apr 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Modélisation des cycles biogéochimiques d'un bassin versant forestier sur les 25 dernières années (Strengbach, France): implémentation d'un module de silice biogène

Emilie Beaulieu<sup>1</sup>, Marie-Claire Pierret<sup>1</sup>, Arnaud Legout<sup>3</sup>, Fabrice Fraysse<sup>4</sup>, Quentin Laprovote<sup>1</sup>, François Chabaux<sup>1</sup>, Daniel Viville<sup>1</sup>, Yves Goddérés<sup>2</sup>

<sup>1</sup>LHyGeS-UMR7517, EOST, INSU/CNRS/ENGEES, université de Strasbourg, 1, rue Blessig, 67084 Strasbourg, France, emilie.beaulieu@engees.unistra.fr

<sup>2</sup>GET, CNRS-Université de Toulouse III, France

<sup>3</sup>INRA Nancy, Biogéochimie des Ecosystèmes Forestiers, France

<sup>4</sup>LIEC-UMR 7360 CNRS-Université de Lorraine, France

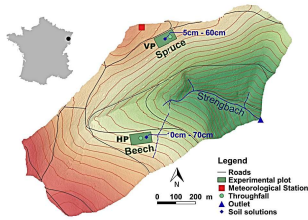


Les dépôts atmosphériques acides ont modifié les cycles biogéochimiques de plusieurs éléments entraînant l'acidification des eaux de surface et la dégradation des sols. La compréhension des interactions entre la végétation et l'eau est fondamentale pour évaluer les conséquences des forçages anthropiques sur la conservation et la gestion des ressources. A cause de la complexité des écosystèmes, l'approche modélisatrice est souvent utilisée pour comprendre les interactions entre les différents compartiments et les processus contrôlant la réponse du système sous changement environnemental. Le but de cette étude est d'utiliser un couplage numérique entre un modèle biogéochimique dynamique (**B-WITCH: WITCH + LPJ**) et un modèle de bilan hydrique forestier (**BILJOU**) pour estimer l'évolution des concentrations chimiques des espèces majeures au sein de deux profils de sol sous couvert forestier différent situés dans le bassin versant du Strengbach (Vosges, France) ainsi que les cycles biogéochimiques. Pour la première fois, un module de silice biogène est inclus dans le couplage afin de prendre en compte les flux de silice contrôlés par la biosphère (litière et phytolithes).

## Bassin versant du Strengbach

Le bassin versant granitique du Strengbach (80 ha) est situé dans les Vosges (Nord-Est de la France).

- topographie: (883 à 1146 m), pente: 15°
- climat: montagneux océanique, la température moyenne annuelle est 6°C.
- les précipitations moyennes annuelles: 1370 mm
- Le débit moyen annuel: 814 mm
- Végétation: 72% d'épicéas, 18% d'hêtres, 10% d'herbacées.
- Sols : sols acides bruns à sols podzoliques ocreux.



## Données

- **Informations Sol**: texture (sable, argile, limon) et composition minéralogique des deux profils de sol (sites Epicéa et Hêtre)
- **Entrées chimiques**: composition chimique des pluviessivats sur les deux sites
- **Sorties chimiques**: composition chimique des solutions de sol à 5 et 60 cm de profondeur sur le site Epicéa (VP) et à 10 et 70 cm de profondeur sur le site Hêtre (HP)
- **Données climatiques**: de l'OHGE: température mensuelle, précipitations et nombre de jours de pluie pour la période de 1987 à 2013.

## Comparaison entre observation et simulation

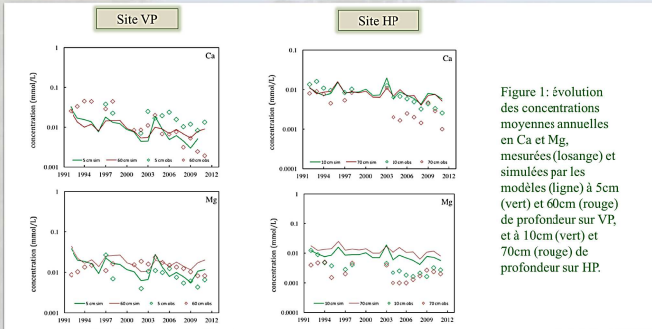


Figure 1: évolution des concentrations moyennes annuelles en Ca et Mg, mesurées (losange) et simulées par les modèles (ligne) à 5cm (vert) et 60cm (rouge) de profondeur sur VP, et à 10cm (vert) et 70cm (rouge) de profondeur sur HP.

- $[Ca^{2+}]$  et  $[Mg^{2+}]$  diminuent dans les profils de sol à cause de la diminution de  $[Ca^{2+}]$  et  $[Mg^{2+}]$  dans les pluviessivats et du lessivage de Ca et Mg sur la surface du complexe d'échange
- la  $[H_4SiO_4]$  est contrôlée par la dissolution des phases secondaires

## Cycles biogéochimiques du Ca, Mg, K et Na

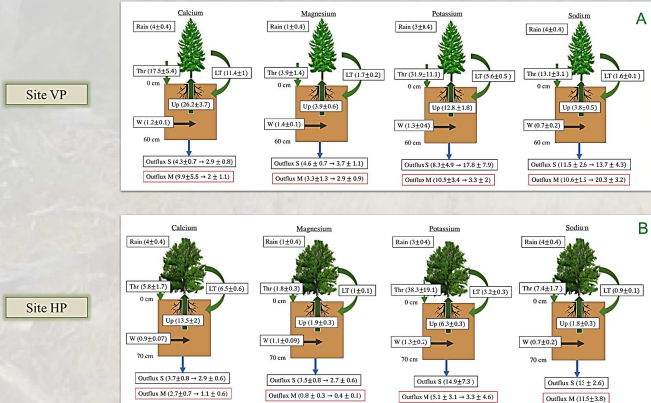
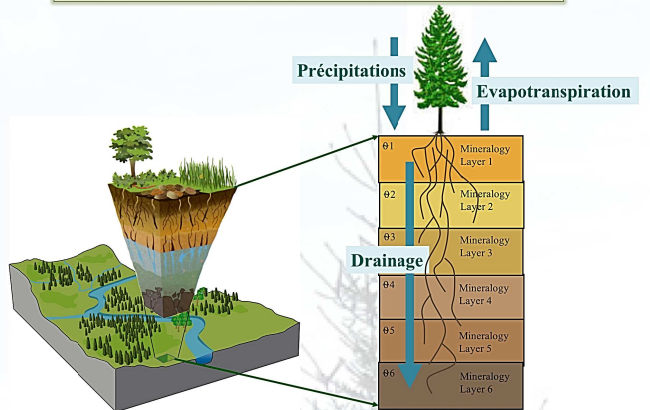


Figure 2: les flux chimiques moyens annuels (kg/ha/an) estimés par les modèles et mesurés sur le site VP (A) et le site HP (B) (Thr: pluviessivats; Rain: pluies; LT: décomposition de la litière; Up: flux pompés par les racines; W: altération chimique; Outflux S: flux simulés à 60cm (VP) et 70cm (HP) de profondeur; Outflux M: flux mesurés à 60cm (VP) et 70cm (HP) de profondeur)

- Le cycle biogéochimique est contrôlé par les processus biologiques pour Ca, K, Na (jusqu'à 95 pour Na et K) et dans une moindre mesure pour Mg.
- Les flux de cations basiques produits par l'altération chimique contribuent faiblement au cycle biogéochimique de tous les cations

## Approche Modélisatrice: Les modèles WITCH – LPJ – BILJOU®



**modèle WITCH**: dissolution/précipitation des minéraux, composition chimique des solutions de sol dans le profil de sol (Goddérés et al., 2006)

**modèle LPJ**: distribution du couvert végétal, échange de cations entre la solution de sol et la végétation,  $PCO_2$  du sol (Sitch et al., 2003)

**modèle BILJOU®**: drainage vertical, teneur en eau dans les couches de sol (Granier et al., 2000)

## Module de Silice biogène

$$\frac{d[Si]}{dt} = F_{top} - F_{bottom} + F_{disso} - F_{précip} + F_{litière} + F_{phytolithes} - F_{pompage}$$

- $F_{top}$ ,  $F_{bottom}$ : flux entrant et sortant de la couche de sol considérée
- $F_{disso}$ ,  $F_{précip}$ : flux provenant de la dissolution et précipitation des minéraux présents dans la couche de sol
- $F_{litière}$ ,  $F_{phytolithes}$ : flux calculés à partir de paramètres cinétiques et thermodynamiques déterminés en laboratoire pour les deux couverts végétaux (épicéa et hêtre)
- $F_{pompage}$ : flux calculé à partir de la NPP et de rapport Si/C

## Cycle biogéochimique à l'échelle du profil de sol

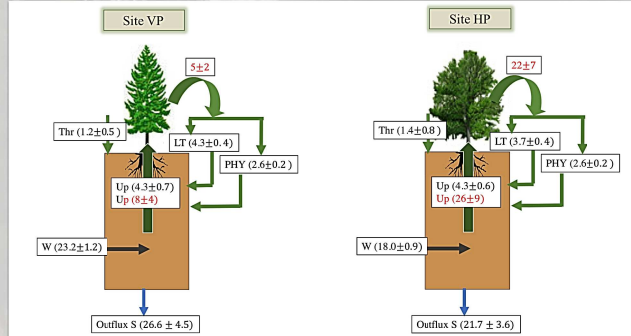
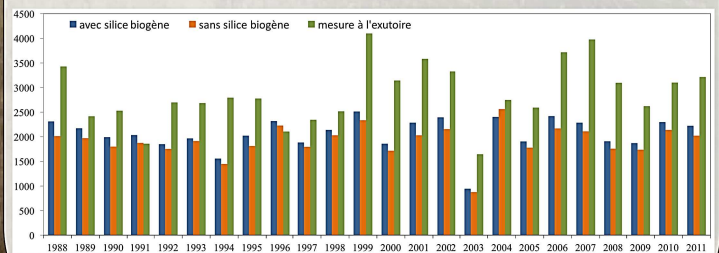


Figure 3: les flux moyens annuels de Si (kg/ha/an) estimés par les modèles (noir) sur la période de 1987 à 2011 pour les sites VP et HP, comparés aux flux estimés par Bartoli (1983) (Thr: pluviessivats; LT: décomposition de la litière; PHY: dissolution des phytolithes; Up: flux pompés par les racines; W: altération chimique; Outflux S: flux simulés à l'exutoire.

- Les flux de silice biogène calculés par les modèles sont très proches de ceux estimés par Bartoli (1983) sous couvert épicéa.
- Le cycle biogéochimique de la silice simulé sur HP est beaucoup moins intense que celui proposé par Bartoli (1983)

## Evolution du flux de silice de 1987 à 2011 à l'échelle du bassin versant



- La prise en compte de la silice biogène dans les modèles entraîne une augmentation de 7% du flux de silice simulé et exporté à l'exutoire du bassin versant
- Les flux de silice exportés restent sous-estimés par les modèles