



**HAL**  
open science

## Modélisation de la réhabilitation de sols forestiers suite à l'acidification atmosphérique

David Moncoulon, Sophie Leguédois, Liisa Martinson, Anne Probst

► **To cite this version:**

David Moncoulon, Sophie Leguédois, Liisa Martinson, Anne Probst. Modélisation de la réhabilitation de sols forestiers suite à l'acidification atmosphérique. 9. Journées Nationales de l'Etude des Sols, 2007, Angers, France. 467 p. hal-02754284

**HAL Id: hal-02754284**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02754284>**

Submitted on 3 Jun 2020

**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 de la réhabilitation de sols forestiers suite à l'acidification atmosphérique

Moncoulon David<sup>1</sup>, Leguédois Sophie<sup>2</sup>, Martinson Liisa<sup>3</sup>, Probst Anne<sup>1,2</sup>

1 : CNRS, UMR5563 — LMTG, 14 av. Edouard Belin, F-31 400 Toulouse, david.moncoulon@lmtg.obs-mip.fr

2 : CNRS, UMR5245 — ECOLAB, Av. de l'Agrobiopole, BP 32 607, F-31 326 Castanet-Tolosan, sophie.leguedois@ensat.fr et anne.probst@ensat.fr

3 : Lund University, Centre for Sustainability Studies, P.O. Box 170, SE-221 00 Lund, Suède, liisa.martinson@lucsus.lu.se

### Introduction

Les activités humaines émettent dans l'atmosphère des polluants atmosphériques soufrés et azotés qui, en se déposant dans les écosystèmes terrestres, entraînent une acidification des sols. En France, l'acidification des sols due à des dépôts atmosphériques est sensible notamment dans le centre, le nord et le nord-est (Probst *et al.*, 1990). Les protocoles d'application de la convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance, dite convention de Genève, ont permis, depuis les années 1980, de réduire drastiquement les émissions de composés acidifiants, notamment les composés soufrés.

Les modifications de la composition chimique de la solution des sols suite à l'acidification ont des conséquences sur la santé des peuplements forestiers. Il a été montré que le pH et le rapport des concentrations  $[Al]/[Cations\ Basiques(CB)]$  dans la solution du sol constituaient des indicateurs de toxicité pour la croissance des essences forestières (Sverdrup et Warfvinge, 1993).

Ainsi, dans l'optique d'évaluer la capacité de réhabilitation des écosystèmes suite à la diminution de la pollution atmosphérique acidifiante, nous avons modélisé l'évolution de la composition de la solution du sol pour différents écosystèmes forestiers sur une période allant du début de l'ère industrielle à l'échéance du protocole d'application actuel, soit 1880–2100.

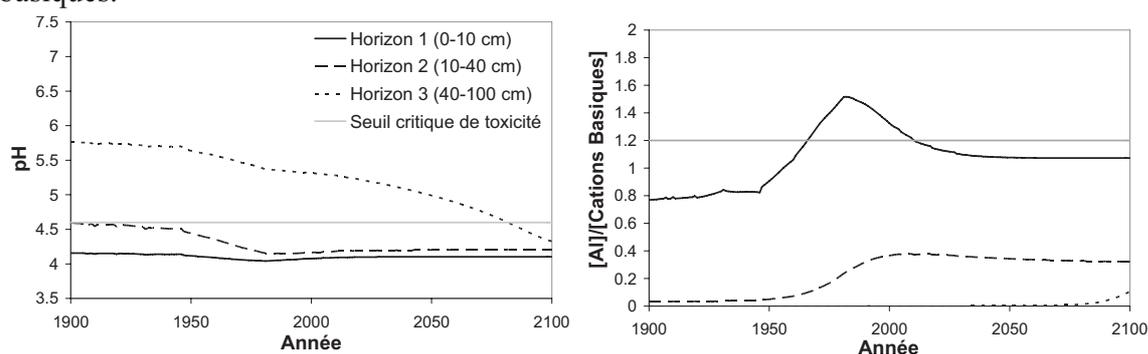
### Matériels et méthodes

Les simulations numériques ont été réalisées avec le modèle SAFE (Warfvinge *et al.*, 1993) qui a été conçu pour reproduire les effets à long terme de dépôts atmosphériques sur la chimie de la solution du sol. La modélisation a été conduite sur cinq sites choisis pour refléter la variabilité de la sensibilité des écosystèmes français vis-à-vis de l'acidification : (1) forêt de Hêtre sur ANDOSOL développé sur basalte (Massif Central) ; (2) Chêne pubescent sur BRUNISOL OLIGO-SATURE développé sur granite (Massif Central) ; (3) Charme sur LUVISOL podzolisé développé sur sable (Bassin Parisien) ; (4) Hêtre sur PODZOL développé sur grès (Vosges) ; (5) Pin maritime sur PODZOL développé sur sable éolien (Landes). Différentes sources ont été utilisées pour renseigner les données d'entrée nécessaires au modèle : la détermination des dépôts acidifiants à partir des émissions passées et futures selon la méthode utilisée par Schöpp *et al.* (2003) ; les mesures réalisées dans le cadre du Réseau National de suivi à long terme des ÉCOsystèmes FORestiers pour les apports atmosphériques de Ca, Na, K, Mg et Cl ainsi que les paramètres pédologiques. Pour l'ensemble des sites, il a été considéré que le peuplement forestier avait été planté en 1800 et qu'il avait ensuite été géré en coupes régulières.

### Résultats

Pour chacun des cinq sites modélisés, les évolutions du pH et du rapport  $[Al]/[CB]$  de la solution du sol ont été représentées et comparées aux limites critiques définies pour la santé

des peuplements forestiers ( $\text{pH} < 4,6$  et  $[\text{Al}]/[\text{CB}] > 1,2$ ). Les simulations montrent que les dépôts acidifiants ont entraîné une diminution significative du pH dans les cinq sites. L'impact des dépôts sur le rapport  $[\text{Al}]/[\text{CB}]$  est moins sensible du fait du pouvoir tampon lié à la libération des cations présents sur le complexe d'échange du sol. Au cours de la période étudiée, les seuils de toxicité ne sont jamais atteints pour les sites 1 et 2 ; ils sont toujours dépassés pour les sites 3 et 4 et uniquement pendant la période de plus forte émission pour le site 5. Pour les sites sensibles à l'acidification (3, 4 et 5), la comparaison avec l'évolution temporelle des dépôts montre que l'évolution de la chimie de la solution du sol suit les mêmes tendances mais avec un décalage temporel de 10 à 90 ans. Ce retard est plus important dans les horizons de sol profonds (voir Figure 1) et dépend des cations échangeables, du potentiel d'altération du matériau parental, des prélèvements par la végétation et des dépôts de cations basiques.



**Figure 2 : Evolution temporelle des indicateurs de toxicité du peuplement forestier (pH et rapport des concentrations  $[\text{Al}]/[\text{Cations Basiques}]$  de la solution du sol) pour le site 5.**

## Conclusion

Les résultats de ces simulations numériques montrent que les écosystèmes n'ont pas tous la même sensibilité aux processus d'acidification et que l'effet des dépôts acidifiants sur la chimie de la solution du sol n'est pas immédiat. Il existe un délai de réaction variable selon les caractéristiques chimiques du sol, l'altérabilité du matériau parental et la composition des dépôts atmosphériques. Pour certains écosystèmes, les valeurs des indicateurs de toxicité retenus (pH et rapport  $[\text{Al}]/[\text{CB}]$ ) seront toujours au-delà des limites critiques à l'échéance du dernier protocole d'application de la convention de Genève, en 2010. La réhabilitation suite à l'acidification ne sera donc pas effective pour tous les écosystèmes forestiers français.

## Remerciements

Les auteurs remercient l'ADEME, en particulier Laurence Galsomiers, pour les financements accordés pour les travaux sur les charges critiques ; Erwin Ulrich pour avoir fourni les données RENECOFOR ainsi que Jean-Paul Party pour son expertise.

## Références

- Probst A, Massabuau J-C, Probst J-L, Fritz B. 1990. Acidification des eaux de surface sous l'influence des précipitations acides : rôle de la végétation et du substratum, conséquences pour les populations de truites. Le cas des ruisseaux des Vosges. *C.R. Acad. Sci. Paris*. 311:405–411.
- Schöpp W, Posch M, Mylona S, Johansson M. 2003. Long term development of acid deposition (1880-2030) in sensitive freshwater regions in Europe. *Hydrol. Earth. Sci. Syst.* 7:436–446.
- Sverdrup H et Warfvinge P. 1993. The effect of soil acidification on the growth of trees, grass and herbs as expressed by the  $(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K})/\text{Al}$  ratio. Reports in Ecology and Environmental Engineering, Lund University, Department of Chemical Engineering.
- Warfvinge P, Falkengreen-Grerup U, Sverdrup H; 1993. Modelling long-term base cation supply to acidified forest stands. *Environmental Pollution*. 80:209–220.