



HAL
open science

Modélisation de la pédogenèse : application aux Technosols

Sophie Leguédois, Geoffroy Séré, Apolline Auclerc, Stéphanie Ouvrard,
Françoise Watteau, Christophe Schwartz, Jean-Louis Morel

► **To cite this version:**

Sophie Leguédois, Geoffroy Séré, Apolline Auclerc, Stéphanie Ouvrard, Françoise Watteau, et al..
Modélisation de la pédogenèse : application aux Technosols. 12. Journées d'Etude des Sols (JES),
Jun 2014, Le Bourget du Lac, France. hal-01189991

HAL Id: hal-01189991

<https://hal.science/hal-01189991v1>

Submitted on 1 Sep 2015

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 pédogenèse des Technosols

LEGUÉDOIS Sophie^{1,2}, SÉRÉ Geoffroy^{2,1}, AUCLERC Apolline^{2,1}, OUVRARD Stéphanie^{1,2}, WATTEAU Françoise^{3,2,1}, SCHWARTZ Christophe^{2,1}, MOREL Jean Louis^{2,1}

¹ : Laboratoire Sols et Environnement, UMR 1120, Inra, 2 avenue de la Forêt de Haye, 54505 Vandœuvre-lès-Nancy, France, sophie.leguedois@univ-lorraine.fr, stephanie.ouvrard@univ-lorraine.fr

² : Laboratoire Sols et Environnement, UMR 1120, Université de Lorraine, 2 avenue de la Forêt de Haye, 54505 Vandœuvre-lès-Nancy, France, geoffroy.sere@univ-lorraine.fr, apolline.auclerc@univ-lorraine.fr, christophe.schwartz@univ-lorraine.fr, jean-louis.morel@univ-lorraine.fr

³ : UMS 3562, CNRS, 15 rue Notre-Dame des Pauvres, BP 20, 54501 Vandœuvre-les-Nancy, France, francoise.watteau@univ-lorraine.fr

Introduction

L'Anthropocène est une époque qui se caractérise à la fois par la forte pression que les activités humaines exercent sur les sols mais, également, par les attentes de plus en plus marquées de la société vis-à-vis de ces milieux. Dans ce cadre, la modélisation quantitative de la pédogenèse est un outil qui reste à développer pour mieux relever les défis de cette nouvelle ère et évaluer l'évolution future des sols ainsi que des services écosystémiques associés.

Pour développer un tel outil, nous proposons de nous appuyer sur un type de sol modèle, les Technosols. Ce choix est guidé par les raisons suivantes : (i) les Technosols sont caractéristiques de l'Anthropocène ; (ii) de hauts niveaux de services écosystémiques sont attendus de ces sols (Morel *et al.*, 2014) ; (iii) les processus pédogénétiques observés dans les Technosols sont similaires à ceux de sols naturels (Huot *et al.*, 2013, Séré *et al.*, 2010) ; (iv) il s'agit de sols dont la connaissance de l'évolution est requise pour gérer au mieux et de manière pérenne les espaces urbains, périurbains et industriels.

L'objectif de cette communication est ainsi de proposer et d'éprouver une trame générale de modélisation de la pédogenèse des Technosols.

Matériel et méthodes

La trame générale de modélisation a été construite à partir d'une synthèse bibliographique de la littérature sur l'évolution des sols ainsi que d'une analyse d'une quinzaine de modèles quantitatifs existants. Cette trame a ensuite été confrontée à une base de données sur l'évolution de Technosols construits (suivis pluri-annuels des paramètres physico-chimiques, faunistiques, floristiques, microbiologiques et hydrologiques). La construction de Technosol est une technique de réhabilitation et de création de sols (Séré *et al.*, 2008). Au-delà de la disponibilité des données sur leur pédogenèse, les Technosols construits constituent un modèle expérimental particulièrement adéquat pour l'étude de la pédogenèse du fait de leur évolution rapide et du contrôle des conditions initiales facilement reproductibles.

Résultats

La modélisation de la pédogenèse des Technosols peut être aisément développée à partir du couplage des nombreux modèles de processus déjà existants du fait des similarités observées dans les mécanismes d'évolution de ces sols et de sols plus naturels. Néanmoins les modèles existants s'attachent majoritairement aux processus en lien avec la réactivité chimique et le transfert hydrique. Or, il a été observé que les Technosols construits connaissent une évolution significative et rapide de leur architecture porale du fait, à la fois, d'un tassement des matériaux, du développement racinaire, de l'exploration par les

organismes du sol, mais aussi de processus d'altération/dissolution des phases minérales (Séré *et al.*, 2012). Ainsi, afin de décrire l'ensemble d'une chronoséquence évolutive, il est nécessaire d'intégrer une plus large gamme de processus et de développer plus particulièrement des modèles sur les interactions entre structure des sols et activités biologiques (végétation, faune, microbiologie). Il est également nécessaire d'adapter les modèles de réactivité chimique existants afin d'intégrer les constituants technogéniques, comme les métaux ou les matières organiques anthropiques, qui peuvent significativement affecter l'intensité et la succession des processus pédogénétiques (p. ex. Leguédois *et al.*, 2004).

Une autre difficulté posée par une approche multi-processus est la complexité des données utilisées et des modèles développés. Plus particulièrement, il faut pouvoir caractériser et quantifier l'impact, sur l'évolution des sols, des nombreux facteurs et de leurs interactions. Il a déjà été suggéré par plusieurs auteurs d'utiliser l'énergie comme unité de base pour quantifier les facteurs pédogénétiques. Nous présenterons les premiers résultats du calcul d'une énergie effective (*Effective Energy and Mass Transfer*, Rasmussen *et al.*, 2005) pour quantifier l'effet des variables climatiques et biologiques (végétation) sur l'évolution des Technosols construits.

Une attente forte de l'Anthropocène est de pouvoir caractériser les évolutions en termes de services écosystémiques. Cela nécessite, d'une part, le développement de variables de sorties des modèles qui soient analysables en ce sens et, d'autre part, l'intégration, dans les modèles, d'une double échelle temporelle, à savoir le temps rapide du fonctionnement, caractéristique des services et le temps décennal de l'évolution des sols.

D'un point de vue technique, une telle approche de modélisation peut s'appuyer sur les plateformes de couplage telles que Sol Virtuel ou Record. Au vu de la nature et de la diversité des processus concernés, il est néanmoins indispensable que ces plateformes permettent d'associer des modèles aux formalismes variés et intègrent une représentation explicite multi-échelle de l'hétérogénéité spatiale du profil de sol.

Conclusion et perspectives

Nous proposons dans ce travail une trame de modélisation de la pédogenèse adaptée aux Technosols qui s'appuie sur une approche multi-processus et énergétique. Au-delà de l'intérêt de cette trame pour l'évaluation de la durabilité des Technosols construits, une telle modélisation sera utile pour la modélisation de la pédogenèse des sols sous l'Anthropocène.

Références bibliographiques

Huot H, Simonnot M-O, Marion P, Yvon J, De Donato P, Morel JL. 2013. Characteristics and potential pedogenetic processes of a Technosol developing on iron industry deposits. *J. Soils Sediments*, 13:555-568.

Leguédois S, Jongmans T, Chevallier P, van Oort F. 2004. Morphology, chemistry and distribution of neoformed spherulites in agricultural land affected by metallurgical point-source pollution. *Environ. Pollut.*, 130:135-148.

Morel JL, Séré G, Auclerc A, Schwartz C, Leguédois S, Watteau F. 2014. Les sols de l'environnement urbain : caractéristiques, services et problèmes liés à leur étude. *Conférence invitée, congrès annuel Soc. Suisse Pédologie*, Changins, 13-14/02/2014.

Rasmussen C, Southard R J, Horwath W R. 2005. Modeling energy inputs to predict pedogenic environments using regional environmental databases. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 69: 1266-1274

Séré G, Ouvrard S, Magnenet V, Pey B, Morel JL, Schwartz C. 2012. Predictability of the evolution of the soil structure using water flow modeling for a constructed Technosol. *Vadose Zone J.*, 11.

Séré G, Schwartz C, Ouvrard S, Renat J-C, Watteau F, Villemin G, Morel, JL. 2010. Early pedogenic evolution of constructed Technosols. *J. Soils Sediments*, 10:1246-1254.

Séré G, Schwartz C, Ouvrard S, Sauvage C, Renat J-C, Morel JL. 2008. Soil construction: A step for ecological reclamation of derelict lands. *J. Soils Sediments*, 8:130-136.