

---

## PROJECTING THE EVOLUTION OF SOIL DUE TO GLOBAL CHANGE

Thèse de Saba **KEYVANSHOKOUHI**<sup>1</sup>

Analyse de Christian **FELLER**<sup>2</sup>

Directeurs de thèse : Dr. Sophie Cornu, Professeur Peter Finke et Dr. François Lafolie

Le contexte dans laquelle cette thèse est élaborée est celui, très ambitieux et très complexe, de la modélisation de l'évolution des sols à des échelles de temps de la décennie au siècle, tenant compte de l'ensemble des interactions et rétroactions des facteurs de formation des sols (climat, relief, organismes vivants, matériel parental et durée) tout en prenant en compte les actuels changements climatiques, les changements dans l'usage des terres et les nouvelles pratiques agricoles. Parmi d'autres, l'exemple de l'évolution de la distribution du carbone organique (Corg) dans le sol est privilégié.

La thèse, écrite en anglais, est organisée en sept chapitres. Un chapitre 8 présente un abrégé en français.

Les chapitres 1 et 2 introduisent la problématique, les modèles et les situations de terrain.

Un état de l'art sur les modèles abordant une question aussi complexe conduit l'auteure à choisir, comme modèle de départ, le modèle « SoilGen » Finke (2012) qui couvre actuellement le plus grand nombre de processus pris en compte pour l'évolution des sols ; il simule en effet la coévolution des propriétés majeures des sols (teneur en Corg, en argile, en calcaire, la densité apparente et le pH) et prend en compte les facteurs climatiques, l'utilisation des terres et les pratiques agricoles. Il présente toutefois des limites telles que (i) l'absence certains processus majeurs de la pédogenèse (comme la formation de minéraux secondaires), (ii) des représentations trop simplifiées de la croissance des plantes, (iii) des hypothèses simplificatrices telles que des sols dont le volume resterait constant, ce qui ne correspond pas à une réalité, que ce soit au cours de la pédogenèse ou sous l'action de l'homme. Cette thèse tentera de combler ces limites en associant à SoilGen des modules spécifiques provenant de la plateforme de modélisation VSOIL (Lafolie *et al.*, 2014). Ce qui conduira pour la distribution du Corg à un nouveau modèle nommé « OC-VGEN ».

Parmi les résultats et conclusions présentés aux chapitres 2 à 7 (version anglaise) les principales conclusions de S. Keyvanshokouhi sur sa thèse (que nous empruntons à la section 8.7 de la version française) sont les suivantes :

---

<sup>1</sup> Thèse de doctorat, soutenue le 7 mars 2018, pour obtenir le titre de docteur de philosophie devant les Universités d'Aix-Marseille (France), spécialité « Earth science of environnement » et de Ghent (Pays-Bas), spécialité « Geology »

<sup>2</sup> Membre de l'Académie d'agriculture de France, Directeur de recherche émérite de l'IRD.

« - la modélisation développée dans ce travail intègre de très nombreux processus qui agissent sur la dynamique du Corg et leurs rétroactions, mécanismes qui font pour partie défaut dans la plupart des modélisations axées sur la dynamique du Corg ;  
- la flexibilité du modèle vis-à-vis des paramètres de forçage est testée alors que c'est rarement le cas, bien que ce soit fortement conseillé ;  
- une première approche semi-mécaniste de la simulation de la variation du volume du sol a été entreprise pour une modélisation de l'évolution du sol à court et moyen terme. [Ceci est une nouveauté dans le domaine] ;  
- en comparaison avec d'autres modèles d'évolution du sol, OC-VGEN n'offre pas la plus large gamme de couverture de processus pédologiques, mais le modèle proposé est très équilibré concernant les critères considérés comme les plus importants en termes de projection d'évolution du sol sous contraintes climatiques et anthropiques. De plus, certains processus (altération chimique, lessivage des argiles), bien qu'ils ne soient pas encore entièrement opérationnels, ont été implémentés sur la plateforme et sont en cours de test.  
- toutefois, le modèle dans sa version actuelle ne tient compte que des processus verticaux ayant lieu à l'échelle du profil, mais il peut être couplé avec des modèles 2D, d'érosion notamment, pour tenir compte également des processus latéraux. »

Quelques perspectives sont ensuite mentionnées.

Cette thèse est un travail de recherche d'un très haut niveau scientifique. Elle est rédigée en anglais, parfaitement construite, écrite et illustrée magnifiquement (chapitres 1 à 7) et elle est complétée par une version française abrégée, sous forme d'un chapitre 8.

La lecture du procès-verbal de soutenance a conforté l'impression d'un travail de grande qualité et rigueur. En voici quelques extraits :

*“All members of the jury underlined the rigor demonstrated by Saba Keyvanshokouhi in her approaches and recognized her particular expertise in the areas of modeling and programming. Thanks to her work, the Soil Science community as well as the Climate Science community and the scientists interested in effects of land-use changes have now access to a view useful, powerful, and flexible tool to analyze soil dynamics under global changes. The whole jury appreciated her outstanding, well-structured and creative oral presentation, whose form was considered as an example a perfect PhD thesis communication... Saba Keyvanshokouhi was neither a modeler nor a Soil Scientist before she started her PhD work, and the jury was impressed by her in-depth knowledge in the topic and the high level of maturity demonstrated by her excellent answers to the questions of the jury during the debate...”*

Cette thèse mérite une reconnaissance par l'Académie d'agriculture de France par la mise sur le site de l'Académie, à titre de valorisation, de cette analyse.