

Comparaison et implémentation de méthodes d'inversion de modèles pour l'estimation des propriétés hydriques des sols

INRA, UMR 1114 EMMAH (Environnement Méditerranéen et Modélisation des Agro-Hydrosystèmes)
Site Agroparc, 84914 AVIGNON cedex 9

Responsable du stage : Samuel Buis, Ingénieur de Recherche en Calcul Scientifique
email : sbuis@avignon.inra.fr
tel: 04 32 72 24 26

Contexte

Ce stage s'inscrit dans le cadre du projet ANR RUEdesSOLS. Ce projet, qui va débuter en janvier 2015 pour une durée de 4 ans, vise à proposer des méthodologies interdisciplinaires d'estimation de la Réserve Utile (RU), c'est-à-dire de la quantité d'eau maximale utilisable par telle ou telle plante dans tel ou tel sol. Piloté par l'INRA, le consortium du projet RUEdesSOLS rassemble à la fois des scientifiques (pédologues, agronomes, modélisateurs et spécialistes de la télédétection) de laboratoires d'instituts de recherche publics (CNRS, CNES, Université de Toulouse) et des ingénieurs d'instituts techniques (ARVALIS Institut du Végétal et CETIOM).

En Science du Sol, la RU est estimée localement grâce à des mesures de laboratoire, des suivis de terrain, des calculs par fonctions de pédotransfert, et spatialement par des approches dites de Digital Soil Mapping. Les écophysiolgistes et les agronomes, quant à eux, estiment la RU grâce à des suivis in situ du développement de la plante, ou par inversion de modèles de cultures. Le projet RUEdesSOLS se propose de référencer, d'évaluer et de coupler ces différentes approches dans un cadre interdisciplinaire.

Description du sujet

Un des work package du projet est dédié au développement et à l'évaluation de méthodes d'estimation de la RU par inversion de modèles de culture à partir de mesures satellites de surfaces cultivées (surface de feuille de la plante cultivée par m², humidité de surface du sol, ...). Les caractéristiques du sol qui permettent d'évaluer la RU sont en effet des paramètres d'entrées des modèles de culture. Ces modèles simulent notamment, à partir des caractéristiques du sol, du climat, de la plante cultivée et des pratiques agricoles appliquées sur la parcelle, la dynamique de la végétation et de l'eau dans le sol. L'observation de ces variables permet ainsi d'accéder à certaines caractéristiques du sol par inversion du modèle. Plusieurs études récentes ont montré les potentialités des méthodes d'inversion dans ce contexte (Varella et al., 2010 ¹; Sreelash et al., 2012 ²).

¹ Varella, H., Guérif, M., **Buis, S.**, Beaudoin, N., 2010. Soil properties estimation by inversion of a crop model and observations on crops improves the prediction of agro-environmental variables. *European Journal of Agronomy* 33, 139-147.

² Sreelash, K., Sekhar, M., Ruiz, L., Tomer, S.K., Guerif, M., **Buis, S.**, Durand, P., Gascuel-Oudou, C., 2012. Parameter estimation of a two-horizon soil profile by combining crop canopy and surface soil moisture observations using GLUE. *Journal of Hydrology* 456, 57-67.

L'objectif dans cette partie du projet est double :

- Développer ces méthodes pour qu'elles incorporent des informations issues d'approches pédologiques (statistiques sur des mesures locales, fonctions de pedotransferts, ...) afin de mieux contraindre les paramètres estimés,
- Evaluer ces méthodes dans une large gamme de contexte pédoclimatique et pour des modèles de culture de complexités différentes.

Le travail du stagiaire consistera à :

- Réaliser une étude bibliographique ciblée des méthodes d'estimation de paramètres envisageables dans ce contexte. Nous privilégierons les méthodes de Monte Carlo bayésiennes qui permettent un diagnostic direct des problèmes d'équifinalité, la prise en compte d'information a priori sur les paramètres et la quantification des incertitudes associées aux estimations de ces paramètres (e.g. approche GLUE, Beven and Binley 1992³ ; DREAM, Vrugt et al. 2009⁴, ...).
- Evaluer les performances de ces méthodes (pour différents modèles et conditions pédoclimatiques) et comparer leurs avantages et inconvénients par rapport à la problématique posée.
- Implémenter la méthode sélectionnée de façon (i) générique, pour pouvoir l'appliquer sur les différents modèles inclus dans le projet et (ii) efficace, en exploitant notamment son parallélisme intrinsèque.

Le stagiaire sera encadré par un ingénieur recherche en calcul scientifique spécialisé dans les méthodes d'inversion et d'analyse de sensibilité des modèles. Il travaillera en lien avec les autres partenaires impliqués dans le Work Package 5 du projet RUEdesSOLS (notamment des chercheurs et ingénieurs des UMR LISAH et CESBIO).

Niveau et compétences requises

Master2 en mathématiques appliquées.

Le candidat devra maîtriser la programmation Matlab et/ou R et posséder des notions de base concernant l'estimation de paramètres (méthodes bayésiennes, méthodes d'optimisation globales et locales). Il devra par ailleurs être capable de lire et comprendre des articles scientifiques en anglais relatifs à ce sujet.

Informations pratiques

Le stage se déroulera au sein de l'UMR EMMAH, à l'INRA d'Avignon. La rémunération sera d'environ 450 euros net par mois. La durée souhaitée est de 4 à 6 mois.

³ Beven, K., & Binley, A. (1992). The future of distributed models: model calibration and uncertainty prediction. *Hydrological processes*, 6(3), 279-298.

⁴ Vrugt, J., ter Braak, C., Diks, C., Robinson, B., Hyman, J., Higdun, D., 2009a. Accelerating Markov chain Monte Carlo simulation by self adaptive differential evolution with randomized subspace sampling. *Int. J. Nonlinear Sci. Numer. Simul.* 10, 271–288.