

**FORUM**

## LA PLATEFORME DE MODÉLISATION « VSOIL »

**FRANÇOIS LAFOLIE – ISABELLE COUSIN – PIERRE-ALAIN MARRON – ALAIN MOLLIER –  
VALÉRIE POT – NICOLAS MOITRIER – NATHALIE MOITRIER – CÉDRIC NOUGUIER**

Les actions anthropiques et le changement climatique font peser sur les agro-hydrosystèmes des contraintes dont il faut évaluer les conséquences. Le sol est une composante fragile et essentielle pour la productivité et la qualité de l'environnement. La modélisation est un outil privilégié pour simuler les évolutions de leurs caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques. La confrontation des modèles aux observations sur le long terme est essentielle pour notre compréhension du fonctionnement global du système sol-plante-atmosphère.

**La plateforme de modélisation « VSoil »** a été développée pour offrir à la communauté des scientifiques un lieu de collaboration, de capitalisation des connaissances et des outils, et de partage.

La plateforme est composée de quatre ateliers : « VSoil Processes », « VSoil Modules », « VSoil Models », « VSoil Player ». L'atelier « VSoil Processes » permet de capitaliser la connaissance sur les processus et leurs interactions ; « VSoil Modules » offre un environnement de développement de modules ; « VSoil Models » permet de créer très facilement des modèles en assemblant des modules ; « VSoil Player » est un lieu pour exécuter les modèles, comparer des sorties, estimer des paramètres, analyser la sensibilité et comparer des jeux de données.

L'utilisation de « VSoil Processes » ne requiert aucun codage. Cet atelier permet de manipuler les processus et les variables, et d'explorer le contenu de la plateforme. Un processus est caractérisé par son nom, son rôle et par une liste maximale d'entrées et de sorties. L'utilisateur peut ajouter ses propres processus et variables, la plateforme l'aidant à vérifier la redondance avec les variables et processus existants. Elle détecte les liens entre processus en utilisant les variables en entrée et en sortie des processus. Le logiciel crée des graphes de connexions entre les processus qui seront les épines dorsales des futurs modèles. L'atelier offre une représentation graphique des connections entre processus et permet de visualiser les variables échangées.

L'atelier « VSoil Modules » est destiné à la représentation numérique des phénomènes. Un module est donc lié à un processus. Il utilise un sous-ensemble des variables d'entrée et de sortie définies pour son processus. Un module est un code indépendant qui échange avec les autres modules au travers de ses variables d'entrées et de sorties. Ce code est structuré en une partie déclarative, une partie d'initialisation et une partie calcul. L'atelier permet d'éditer les codes, de les compiler et les tester. Il est possible d'importer des codes existants moyennant le respect de la structuration. La plateforme génère automatiquement les déclarations des variables pour que l'utilisateur se concentre sur la partie calcul. Une assistance au codage est disponible. Les langages admis sont le Fortran et le C++. L'utilisation de cet atelier n'est requise que si des modules recherchés ne sont pas disponibles. C'est le seul atelier de la plateforme requérant un effort de codage.

L'atelier « VSoil Models » permet de créer des modèles. La création d'un modèle peut se faire en faisant évoluer des modèles fournis avec la plateforme ou en partant de zéro. Un modèle existant

peut être facilement modifié en changeant des modules ou en activant de nouveaux processus. Quand on part de zéro, l'utilisateur choisit un processus à simuler puis est guidé dans le choix des modules nécessaires à tous les processus qui seront activés par la plateforme, automatiquement ou sur demande. Quand aucun module ne peut être proposé, on ne peut créer le modèle. La plateforme indique alors la ou les variable(s) manquante(s) et quels sont les processus en jeu. Lorsque tous les modules reçoivent leurs variables, le modèle est considéré valide. Un programme est généré pour réaliser le couplage des modules, ainsi qu'une interface graphique adaptée. Le modèle est alors utilisable. Quand tous les paramètres sont entrés, l'utilisateur peut sauver sa configuration et lancer l'exécution. Les variables produites sont visualisées et peuvent être exportées.

L'atelier « VSoil Player » permet d'exécuter des modèles déjà construits. Il permet la comparaison de modèles. Le travail en cours va permettre l'analyse de sensibilité, l'estimation de paramètres et la comparaison avec des jeux de données. L'atelier utilisera des méthodes validées du logiciel R, sans nécessité de connaître R. De même, il sera possible d'accéder à des bases de données soit pour paramétrer les modules (climat, sol, etc.) soit pour obtenir des jeux de données pour faire des confrontations avec les sorties du modèle.

La plateforme est un outil collaboratif. Les utilisateurs peuvent facilement échanger des objets de la plateforme (variables, processus, modules, modèles) au moyen de procédures d'importation et d'exportation qui utilisent le mail ou des fichiers. La philosophie de la plateforme est que les utilisateurs mettent en commun les modules ou modèles qu'ils ont développés, et citent dans leurs travaux la plateforme et les outils utilisés. Une licence et une charte d'utilisation doivent être signées.

La plateforme peut être librement téléchargée sur le site [www6.inra.fr/sol\\_virtuel](http://www6.inra.fr/sol_virtuel). Des sessions de formation sont organisées. Une assistance à l'utilisation est proposée.

**François LAFOLIE – Nicolas MOITRIER –  
Nathalie MOITRIER – Cédric NOUGUIER**  
INRA

Environnement méditerranéen  
et modélisation des agro-hydrosystèmes  
228 route de l'Aérodrome  
F-84914 AVIGNON  
(lafolie@avignon.inra.fr)  
(nicolas.moitrier@avignon.inra.fr)  
(nathalie.moitrier@avignon.inra.fr)  
(cedric.nouguier@avignon.inra.fr)

**Pierre-Alain MARRON**  
INRA

Agroécologie  
17 rue Sully  
F-21065 DIJON  
(pierre-alain.marron@dijon.inra.fr)

**Isabelle COUSIN**  
INRA

Science du Sol  
2163 avenue de la Pomme de Pin  
ARDON  
F-45075 ORLÉANS  
(Isabelle.Cousin@orleans.inra.fr)

**Alain MOLLIER**  
INRA

Transfert sol-plante et cycle des éléments minéraux  
dans les écosystèmes cultivés  
71 avenue Édouard Bourloux  
F-33883 VILLENAVE D'ORNON  
(Alain.mollier@bordeaux.inra.fr)

**Valérie POT**  
INRA

Environnement et grandes cultures  
F-78850 THIVERVAL-GRIGNON  
(Valerie.pot@grignon.inra.fr)