



MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION  
NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

MAISON DE LA  
RECHERCHE

# AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT

**Monsieur Hubert VARELLA** soutiendra une thèse  
le **15 décembre 2009 à 9h 30**

## Pôle Agrosociétés

SPÉCIALITÉ : SCIENCES AGRONOMIQUES ED 477

Titre de la thèse : Inversion d'un modèle de culture pour estimer spatialement les propriétés des sols et améliorer la prédiction de variables agro-environnementales

### Membres du jury :

BANTON Olivier, PR Hydrogéologie, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse,  
RICHARD Guy, DR Physique des sols cultivés, INRA Orléans,  
WALLACH Daniel, DR Statistiques, INRA Toulouse,  
MONOD Hervé, DR Statistiques, INRA Jouy-en-Josas,  
CHERCHALI Selma, Ingénieur, Centre National d'Etudes Spatiales, Toulouse.

### Résumé de la thèse :

Les modèles de culture constituent des outils indispensables pour comprendre l'influence des conditions agropédologiques sur le système sol-plante à différentes échelles spatiales et temporelles. A l'échelle locale de la parcelle agricole, le modèle peut être utilisé dans le cadre de l'agriculture de précision pour optimiser les pratiques de fertilisation azotée de façon à maximiser le rendement ou le revenu tout en minimisant le lessivage des nitrates vers la nappe. Cependant, la pertinence de l'utilisation du modèle repose sur la qualité des prédictions réalisées, basée entre autres sur une bonne détermination des paramètres d'entrée du modèle.

Dans le cadre de l'agriculture de précision, les paramètres concernant les propriétés des sols sont les plus délicates à connaître en tout point de la parcelle et il existe très peu de cartes de sols permettant de les déterminer de manière précise. Néanmoins, dans ce contexte, on peut disposer d'observations acquises automatiquement sur l'état du système sol-plante, telles que des images de télédétection, les cartes de rendement ou les mesures de résistivité électrique du sol. Il existe alors une alternative intéressante pour estimer les propriétés des sols à l'échelle de la parcelle qui consiste à inverser le modèle de culture à partir de ces observations pour retrouver les valeurs des propriétés des sols.

L'objectif de cette thèse consiste (i) dans un premier temps à analyser les performances d'estimation des propriétés des sols par inversion du modèle STICS à partir de différents jeux d'observations sur des cultures de blé et de betterave sucrière, en mettant en oeuvre une méthode bayésienne de type Importance Sampling, (ii) dans un second temps à mesurer l'amélioration des prédictions de variables agro-environnementales réalisées par le modèle à partir des valeurs estimées des paramètres.

Nous montrons que l'analyse de sensibilité globale permet de quantifier la quantité d'information contenue dans les jeux d'observations et les performances réalisées en matière d'estimation des paramètres. Ce sont les propriétés liées au fonctionnement hydrique du sol (humidité à la capacité au champ, profondeur de sol, conditions initiales) qui bénéficient globalement de la meilleure performance d'estimation par inversion. La performance d'estimation, évaluée par comparaison avec l'estimation fournie par l'information a priori, dépend fortement du jeu d'observation et est significativement améliorée lorsque les observations sont faites sur une culture de betterave, les conditions climatiques sont sèches ou la profondeur de sol est faible.

Les prédictions agro-environnementales, notamment la quantité et la qualité du rendement, peuvent être grandement améliorées lorsque les propriétés du sol sont estimées par inversion, car les variables prédites par le modèle sont également sensibles aux propriétés liées à l'état hydrique du sol. Pour finir, nous montrons dans un travail exploratoire que la prise en compte d'une information sur la structure spatiale des propriétés du sol fournie par les mesures de résistivité électrique, peut permettre d'améliorer l'estimation spatialisée des propriétés du sol.

Les observations acquises automatiquement sur le couvert végétal et la résistivité électrique du sol se révèlent être pertinentes pour estimer les propriétés du sol par inversion du modèle et améliorer les prédictions des variables agro-environnementales sur lesquelles reposent les règles de choix des pratiques agricoles.

UNIVERSITÉ D'AVIGNON  
ET DES PAYS DE VAUCLUSE  
COLLEGE DES ETUDES DOCTORALES  
CASE 20  
74 rue Louis Pasteur  
84029 AVIGNON CEDEX 1  
<http://www.univ-avignon.fr>  
tél : +33(0)4 90 16 25 29  
fax : +33(0)4 90 16 27 44  
joelle.derbaise@univ-avignon.fr