

MODELISATION DU FONCTIONNEMENT HYDRIQUE ET CARBONE DES AGROSYSTEMES

N. Pimienta^{1,2}, N. Jarosz^{1,2*}, V. Rivalland¹, E. Ceschia¹

¹ CESBIO, UMR 5126, CNRS-UPS-CNES-IRD, 18 avenue Edouard Belin 31401 Toulouse cedex 9, France

² CESBIO, UMR 5126, CNRS-UPS-CNES-IRD, 24 rue d'Embaquès, 32000 Auch, France

*Auteur correspondant : nathalie.jarosz@cesbio.cnes.fr

Introduction

Les flux et bilans couplés de carbone et d'eau ont été jusqu'à présent peu étudiés dans les agrosystèmes alors que ceux-ci représentent un enjeu déterminant dans la gestion des ressources, ou l'évaluation des stratégies de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

A l'heure actuelle, les modèles existants sont souvent orientés vers un niveau régional et manquent de précision dans la représentation des différentes composantes du flux net de carbone (C) (Wattenbach et al., 2009). En revanche, le bilan hydrique est beaucoup mieux intégré par les modèles de type transferts sol-végétation-atmosphère (SVAT).

Partant de ce constat, l'objectif de ce travail est de réaliser un modèle mécaniste dédié spécifiquement aux agrosystèmes capable de reproduire à un pas de temps fin (30 min. – 1h), les flux et bilans de C et d'eau suivant les interventions agricoles successives (itinéraire technique ou ITK) et les écosystèmes inter-cultures au sein des rotations.

Description du modèle ICASTICS

Pour répondre à cet objectif, nous avons identifié plusieurs modèles susceptibles de répondre chacun indépendamment à une partie des objectifs de représentation des processus. Nous avons donc couplé le modèle STICS (Brisson et al. 1998) au modèle ICARE (Gentine et al., 2007), en utilisant des routines de CASTANEA (Dufrêne et al., 2005).

ICARE, modèle SVAT à 2 sources, prend en charge le bilan d'énergie, le transfert radiatif et l'évolution hydrique du sol. Le couplage avec STICS vise l'ajout de la description de l'allocation du C au sein des organes des plantes, par là-même de la dynamique de la végétation, de la transpiration et du prélèvement racinaire. Les principales variables prédites à ajouter au couplage sont la photosynthèse, la respiration autotrophe et la respiration hétérotrophe.

De part son caractère mécaniste et fonctionnant à l'échelle de la demi-heure, les sorties d'ICASTICS sont directement reliées aux mesures de flux par la méthode des corrélations turbulentes.

Les données expérimentales disponibles

Les données utilisées dans le cadre de cette étude sont issues de mesures en plein champ obtenues sur 3 sites expérimentaux (Auradé, Lamasquère et Touget) situés dans la région Midi-Pyrénées, sur des rotations de cultures caractéristiques de la région. Nous disposons de jeux de données complets de mesures météorologiques et des flux de carbone et d'eau obtenus par la méthode des corrélations turbulentes (Béziat et al., 2009). Ces données sont complétées par des informations détaillées concernant l'état des couverts (phénologie, biomasse, LAI, etc.), des sols (analyse détaillée et suivi du profil d'humidité) et de l'ITK (rendement, rotations, intrants, etc.).

Résultats

Le modèle a été testé sur une partie du jeu de données. Cette application a constitué une première étape de validation du modèle couplé et a permis d'éliminer un certain nombre de problèmes liés au couplage de modèles indépendants. Malgré un décalage dans la simulation du maximum de LAI, la hauteur du couvert, la biomasse aérienne, l'évapotranspiration (Figure 1) ainsi que les différentes composantes du bilan d'énergie sont correctement simulées. Les flux de carbone simulés présentent un décalage lié à celui observé pour le LAI. Néanmoins la dynamique journalière est très bien représentée. Une comparaison avec STICS (version 6.2) a montré le maintien des performances de STICS à modéliser la dynamique de la végétation dans le couplage, tout en permettant une analyse des processus journaliers à un pas de temps plus fin (Tableau 1).

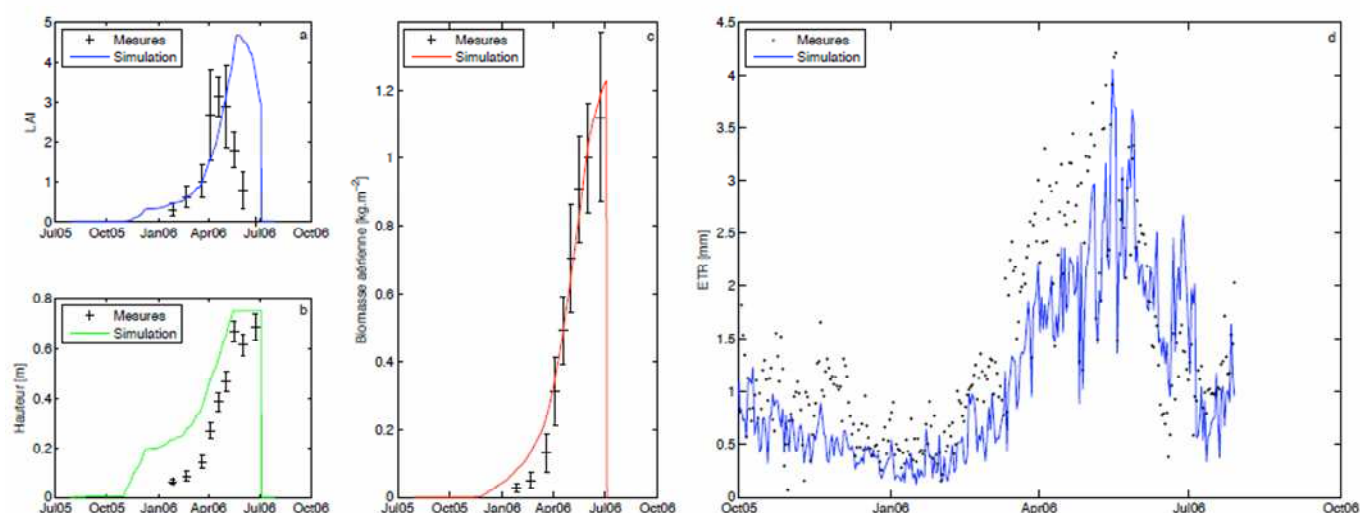


Figure 1 : Simulations du LAI, de la hauteur de couvert, de la biomasse aérienne et de l'évapotranspiration (ETR) par le modèle couplé ICASTICS sur une culture de blé (Lamasquère, 2005-2006) au format STICS.

Variables	Observations	STICS	ICASTICS
Date de récolte	29/06/2006	24/06/2006	05/07/2006
LAI max ($\text{m}^2 \text{m}^{-2}$)	3.13	2.62	4.70
Hauteur max (m)	0.68	0.65	0.75
Biomasse (kg m^{-2})	1.121	1.123	1.232

Tableau 1 : Comparaison des sorties biologiques de STICS et ICASTICS

Conclusions - Perspectives

Les premières simulations d'ICASTICS ont montré que le modèle était capable de bien représenter la dynamique des flux. Cependant, une calibration plus fine des nombreux paramètres du modèle permettra d'améliorer les résultats quantitatifs. Des études de sensibilité par mécanismes basée sur nos jeux de données restent à effectuer. Cela pourrait donner lieu à une reprise du couplage.

La finalité de ce modèle étant une meilleure description du fonctionnement des agrosystèmes dans leurs interactions avec l'atmosphère, et dans un contexte de changement climatiques, ICASTICS nous permettra alors d'envisager des études de scénarios climatiques et cultureux (changement d'utilisation des terres).

Références bibliographiques

- Brisson N., Mary B., Ripoche D., Jeuffroy M.H., Ruget F., Gate P., Devienne-Barret F., Antonioletti R., Durr C., Nicoullaud B., Richard G., Beaudoin N., Recous S., Tayot X., Plenet D., Cellier P., Machet J.M., Meynard J.M. et Delécolle R. (1998). STICS: a generic model for the simulation of crops and their water and nitrogen balance. I. Theory and parametrization applied to wheat and corn. *Agronomie*, 18 : 311-346.
- Béziat, P., Ceschia, E. and Dedieu, G. (2009). Carbon balance of a three crop succession over two cropland sites in South West France. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149(10) : 1628-1645.
- Dufrene, E., Davi, H., François, C., le Maire, G., Le Dantec, V. and Granier, A., (2005). Modelling carbon and water cycles in a beech forest. Part I : Model description and uncertainty analysis on modelled NEE. *Ecological Modelling*, 185: 407-436.
- Gentine, P., Entekhabi, D., Chehbouni, A., Boulet, G. and Duchemin, B. (2007). Analysis of evaporative fraction diurnal behaviour. *Agricultural and Forest Meteorology*, 143(1-2) : 13-29.
- Wattenbach, M., Vuichard, N., Lehuger, S., Sus, O., Li, L., Leip, A., Williams, M., Tormellieri, E., Kutsch, W.L., Buchmann, N., Eugster, W., Dietiker, D., Aubinet, M., Ceschia, E., Béziat, P., Gruenwald, T., Hastings, A., Gottschalk, P., Osborne, B., Ciais, P., Cellier, P. and Smith, P. (soumis). The carbon balance of European croplands: a cross-site comparison of simulation models. *Agriculture, Ecosystems & Environment*.