



X^e Colloque
Modèle de culture
STICS

24-26
mars
2015

stics
RENNES

X^e séminaire des utilisateurs et concepteurs du modèle STICS

1^{er} séminaire du réseau scientifique STICS



24-26 mars 2015

AGROCAMPUS OUEST, 65 rue de St-Brieuc, Rennes



ORGANISATION

Pour Rennes :

Virginie Parnaudeau, Karine Derrien et Maryvonne Pertué (UMR SAS)

Site web : Thierry Trochet (UMR SAS)

Logistique site AGROCAMPUS OUEST : Anne Bourdeau et Stéphane Crespel (Agrocampus Ouest)

Conception graphique : Sylvaine Bitteur et Eric Beaumont (INRA Rennes)

Pour l'Equipe Projet STICS :

Nicolas Beaudoin ; Dominique Ripoche

COMITE SCIENTIFIQUE

Nicolas Beaudoin ; Dominique Ripoche ; Virginie Parnaudeau

Patrick Bertuzzi ; Samuel Buis ; Eric Casellas ; Julie Constantin ; Iñaki Garcia de Cortazar-Atauri ; Benjamin Dumont ; Ophélie Fovet, Eric Justes ; Hayo van der Werf ; Marie Launay ; Christine Le Bas ; Gaetan Louarn ; Françoise Ruget

INTERVENANTS INVITES

Margarita Ruiz-Ramos : chercheuse à l'Ecole Technique Supérieur des Ingénieurs Agronomes de l'Université Polytechnique de Madrid, dans l'équipe AgSystems (Systèmes des cultures).

Spécialiste de la modélisation de cultures, qui a réalisé de nombreuses études sur l'impact du changement climatique sur l'agriculture en France.

Pierre Cellier : directeur de recherche à l'INRA, UMR ECOSYS à Grignon, Chef de Département Adjoint « Environnement et Agronomie ».

Spécialiste des échanges de masse et d'énergie entre les couverts agricoles et l'atmosphère et des émissions et dépôts de polluants (NH₃, NO_x, ozone, pesticides) et de gaz à effet de serre (CO₂, N₂O, ozone).

SOUTIENS FINANCIERS ET LOGISTIQUES

INRA – Département Environnement et Agronomie ; Agrocampus Ouest ; Rennes Métropole

INRA - Centre de Rennes ; INRA – UMR SAS

MODELISATION AVEC STICS DES EFFETS DE NON TRAVAIL VERSUS TRAVAIL DU SOL EN SYSTEMES DE CULTURE SOUS DES CONDITIONS PEDOCLIMATIQUES CONTRASTEES

MODELING WITH STICS THE EFFECTS OF NO-TILLAGE VS. TILLAGE IN CROPPING SYSTEMS UNDER CONTRASTING PEDOCLIMATIC CONDITIONS

Cecilia M. Armas-Herrera¹, Nicolas Beaudoin¹, Silvina B. Restovich², Adrian E. Andriulo², François Affholder³, Alexandra Maltas⁴, Jørgen E. Olesen⁵, Behzad Sharif⁵, François Laurent⁶, Jean-Pierre Cohan⁶, Bruno Mary¹

¹ INRA UR1158 AgrolImpact, site of Laon, Barenton-Bugny, France; ² INTA EAA Pergamino, Argentina; ³ CIRAD UPR AIDA, Montpellier, France; ⁴ Agroscope, Nyon, Switzerland; ⁵ Aarhus University, Tjele, Denmark ; ⁶ Arvalis Institut du Végétal, Boigneville, France

Mots clés : STICS, paillis, no-labour, semis direct, systèmes de culture, bilan d'eau et N, culture intermédiaire

Keywords : STICS, mulch, no-tillage, direct drilling, cropping systems, water and N balances, catch crop

Introduction

STICS a été largement utilisé dans de nombreux contextes agro-environnementaux, en particulier en France. Il a été testé en situation labourée et climat tempéré *a contrario* des systèmes de non-labour en zones tropicales. Quelques études ont évalué STICS dans des conditions tropicales, mais elles sont basées sur d'anciennes versions du modèle où les processus biologiques de dégradation du mulch de résidus de culture ne sont pas décrits. Nos hypothèses sont : i) les bilans d'eau, d'azote et de carbone à court, moyen ou long terme sont davantage sensibles aux modalités de décomposition du mulch qu'à la structure du sol, quand on compare les impacts du non travail du sol et du labour ; ii) le comportement et le devenir du mulch dépendent fortement des interactions advenant au sein du système techno-pédo-climatique. Notre stratégie a été de tester la capacité de STICS (v8.3.1) à simuler les systèmes de culture basés sur le non-labour et avec une couverture permanente d'un paillis de résidus de plantes sous les climats contrastés de plusieurs sites expérimentaux.

Méthodologie

Quatre sites expérimentaux ont été choisis dans des conditions tempérées et tropicales, situés en France (*Boigneville*), Danemark (*Foulum*), Argentine (*Pergamino*) et Brésil (*Rio Verde*). A *Boigneville* les traitements croisent la présence d'une culture intermédiaire (CI) vs. sol nu et le labour conventionnel (CT) vs. absence de travail du sol (NT) (Constantin et al. 2010). La rotation des cultures inclut le blé d'hiver, l'orge de printemps et le pois, avec des résidus toujours restitués au sol. Les traitements à *Foulum* croisent le labour du sol vs. le semis direct (SD) et la paille enlevée vs. restituée, tous incluant des CI (Hansen et al. 2010). La rotation des cultures est constitué par le blé d'hiver, orge de printemps et d'hiver, avoine et pois. L'expérimentation à *Pergamino* comprend différents CI vs. sol nu et deux niveaux de fertilisation dans une rotation maïs-soja sous NT et SD (Restovich et al 2012). A *Rio Verde*, nous avons sélectionné une chronoséquence d'une rotation maïs-soja de différents âges (2, 6, et 14 années) sous SD et un paillis permanent de résidus (Maltas et al. 2007). STICS a été évalué en comparant les prédictions du modèle avec les valeurs observées. Pour chaque site, nous avons testé la prédiction de i) la biomasse aérienne totale et azotée durant le cycle cultural (masec et QNplante) et celles des grains à la récolte (mafruit et QNgrain); ii) le bilan d'eau: teneur en eau du sol (*resmes*) et drainage (*drat*); et iii) bilan de N: N minéral du sol (*azomes*) et lessivage de nitrates (*QLES*). *Drat* and *QLES* n'ont pas été simulés à *Rio Verde*. Les modes de simulations annuelles et enchaînées sont comparés sur les sites de *Boigneville* (1991-2006), *Foulum* (2002-2012) et *Pergamino* (2005-2013). A *Rio Verde*, le dispositif ne permet pas d'exécuter des simulations continues. Trois

critères statistiques ont servi à évaluer la performance du modèle: la différence moyenne (MD), l'erreur quadratique moyenne (RMSE), et l'efficacité du modèle (EF).

Résultats et discussion

Nous avons dû adapter le paramétrage du maïs et du soja aux variétés tropicales semées sur nos sites, et ré-estimer le taux d'augmentation de l'indice de récolte de N en fonction du temps (*vitirazo*), le poids de grain maximal (*pgrainmaxi*), le nombre maximum de graines (*nbgrmax*), et la température maximale au-dessus de laquelle le grain arrête son remplissage (*tmaxremp*). A *Foulum*, l'étalonnage des variétés locales de blé, orge d'hiver et pois fut aussi nécessaire. Après cette calibration, les simulations étaient correctes avec enchaînement des usm pour la plupart des variables de sortie sélectionnées ($0.4 < EF < 0.8$). La principale exception était *resmes* à *Pergamino* et *azomes* à *Boigneville*, dont les résultats ont été meilleurs en réinitialisation annuelle. Les résultats dans le site de *Rio Verde* ont été bons ($0.5 < EF < 0.9$). Toutefois, il a été nécessaire de calibrer des paramètres généraux : fraction de N organique du sol inactif pour la minéralisation (*Finert*), quantité minimale de pluie nécessaire pour produire ruissellement (*pminruis*) et coefficient de diffusion de N-nitrate dans le sol à la capacité au champ (*difN*) pour les adapter aux conditions tropicales (Sierra et al. 2003).

Il a été possible d'évaluer directement la capacité de la nouvelle version à reproduire les données de paillage des résidus de récolte seulement à Rio Verde, alors qu'elles faisaient défaut sur les autres sites. Il apparaît bien que le même formalisme de décomposition des résidus, avec deux jeux de paramètres, l'un adapté aux résidus en mulch et l'autre aux résidus enfouis, est apte de prédire leur devenir de façon réaliste. Dans un proche avenir, cette aptitude sera évaluée indirectement par la comparaison des stocks eau, de carbone et d'azote du sol (minéral et organique) observés et simulés.

Remerciements :

Cette étude a été conduite dans le cadre du projet IDE-STICS, financé par le département INRA -E&A.

Références bibliographiques

- Constantin J., Mary B., Laurent F., Aubrion G., Fontaine A., Kerveillant P., Beaudoin N., 2010 - Effects of catch crops, no till and reduced nitrogen fertilization on nitrogen leaching and balance in three long-term experiments. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 135, 268-278.
- Hansen E.M., Munkholm L.J., Melander B., Olesen J.E., 2010 - Can non-inversion tillage and straw retention reduce N leaching in cereal-based crop rotations? *Soil & Tillage Research* 109, 1-8.
- Maltas A., Corbeels M., Scopel E., Oliver R., Douzet J.-M., Macena da Silva F.A., Wery J., 2007 - Long-term effects of continuous direct seeding mulch-based cropping systems on soil nitrogen supply in the Cerrado region of Brazil. *Plant & Soil* 298, 161-173.
- Restovich S.B., Andriulo A.E., Portela S.I., 2012 - Introduction of cover crops in a maize-soybean rotation of the Humids Pampas: Effect on nitrogen and water dynamics. *Fields Crops Research* 128, 62-70.
- Sierra, J., Brisson, N., Ripoche, D. and Noel, C., 2003. Application of the STICS crop model to predict nitrogen availability and nitrate transport in a tropical acid soil cropped with maize. *Plant & Soil* 256, 333-3