



HAL
open science

Simulation avec le modèle stics de 6 systèmes de culture a bas intrants incluant des légumineuses a graines et des cultures intermédiaires

Daniel Plaza Bonilla, Eric Justes

► To cite this version:

Daniel Plaza Bonilla, Eric Justes. Simulation avec le modèle stics de 6 systèmes de culture a bas intrants incluant des légumineuses a graines et des cultures intermédiaires. 10. Colloque Modèle de culture STICS, Mar 2015, Rennes, France. , 103 p., 2015, Xe séminaire des utilisateurs et concepteurs du modèle STICS. Ier séminaire du réseau scientifique STICS. hal-01608382

HAL Id: hal-01608382

<https://hal.science/hal-01608382>

Submitted on 3 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



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

PROGRAMME

Mardi 24 mars 2015

8h00-9h30 **Accueil café**

Session 1 : Matinée introductive

Animateur : Iñaki Garcia de Cortazar-Atauri

9h30-11h00 *Equipe projet STICS (EPS) : Travaux et gouvernance de l'Equipe Projet STICS*

11h00-11h45 *Cellier Pierre : Enjeux du réseau STICS pour les départements EA et l'INRA*

11h45-12h00 **Mini-pause**

12h00-13h00 *Keynote par Margarita Ruiz Ramos :
Les modèles de culture face au changement climatique : les enjeux des projets
nationaux, européens et internationaux*

13h00-13h15 *Informations pratiques*

13h30-14h30 **Repas**

14h45-16h15 **Session 2 : Projets internationaux mobilisant STICS**

Animateur : Eric Justes

*Patrick Bertuzzi et al. : STICS et exercices internationaux d'inter-comparaison de
modèles de culture. (20 + 5 min)*

*JE Bergez, Hélène Raynal, Patrick Durand, Laurent Ruiz et al. : AICHA: un projet
franco-indien pour l'analyse de l'impact du changement climatique sur
l'agriculture irriguée en Inde du sud. (25 + 5 minutes)*

*Fernando Macena da Silva, François Affholder, Marc Corbeels : Les impacts du
changement climatique sur la production de maïs dans le Cerrado du Brésil.*

*Françoise Ruget, Dominique Ripoche, Jean-Louis Durand : Comprendre les
différences entre des sorties de modèles plutôt que les moyennner ?*

16h15-16h45 **Pause**

16h45-17h45 **Session 3 : Couplage et approches intégrées mobilisant STICS**

Animateur : Iñaki Garcia de Cortazar-Atauri

*Julie Caubel, Sophie Wieruszkeski, Iñaki Garcia de Cortazar-Atauri, Nathalie de
Noblet-Ducoudré : Recherche d'indicateurs de fonctionnement des grandes
cultures à partir du modèle global ORCHIDEE : cas du rendement*

*Sabine-Karen Yemadje, Julien Moeys, Eric Justes, Enrique Barriuso, Marjorie
Ubertosi, Nicolas Munier-Jolain, Laure Mamy : Forçage du modèle de simulation
du devenir des pesticides MACRO avec le modèle de culture STICS pour évaluer
les flux de pesticides dans les systèmes de culture innovants*

*Pierre Humblot, Pierre-Alain Jayet, Elvire Petel, Athanasios Petsakos : L'eau et
l'azote comme intrants : apports d'un modèle de culture à l'analyse économique.*

18h30 **Visite guidée de Rennes (Rendez-vous : Place du Parlement)**

20h30 **Repas en ville en crêperie (L'Epi de Blé, place de la gare)**

Mercredi 25 mars 2015

8h30-10h30 **Session 4 : Nouveaux formalismes et évaluation de STICS**

Animatrice : Françoise Ruget

L. Strullu, F. Ferchaud, N. Beaudoin, N. Yates, I.G. de Cortàzar Aauri, I. Shield et B. Mary : -: Amélioration et validation multi-sites d'une version de recherche du modèle STICS pour simuler sur le long terme une culture pérenne : Miscanthus × giganteus

Guillaume Jégo, Martin Chantigny, Elizabeth Pattey, Gilles Bélanger, Philippe Rochette, Anne Vanasse, Claudia Goyer : Amélioration d'un modèle de couvert de neige et simulations multi-annuelles avec STICS dans les climats nordiques

Laure Beff, Yvon Lambert, Nicolas Beaudoin, Bruno Mary et Thierry Morvan: Utilisation du modèle STICS pour quantifier la vitesse potentielle de minéralisation de l'azote organique du sol sur le réseau régional "Mh"

Wilfried Queyrel, Florence Habets, Hélène Blanchoud, Marie Launay, Dominique Ripoche : Simulation du devenir des pesticides dans les sols à l'aide du module Pesticis : applications et futurs développements

S. Zaka, S. Buis, F. Ruget, J.-L. Durand, G. Louarn : Analyse de sensibilité des fonctions de réponse à la température dans STICS-Prairie

Magali Willaume, Julie Constantin, Olivier Therond : AqYield peut-il rivaliser avec STICS pour simuler la dynamique hydrique et le rendement de 3 cultures de printemps sous contraintes hydriques ?

10h30-11h **Pause**

11h-13h15 **Session 5: Usage de STICS à des échelles spatiales « larges »**

Animateur : Gaëtan Louarn

Elizabeth Pattey, Guillaume Jégo, S. Morteza Mesbah, Jianguo Liu, Isabelle Duchesne : Impact de la résolution spatiale des propriétés de sol et des données climatiques sur les prédictions régionales de rendement du maïs avec le modèle STICS (logiciel OptimiSTICS)

Christine Le Bas, Yves Coquet, Marion Bardy, Robert Faivre, Martine Guérif, Florence Habets, Samuel Buis, Isabelle Cousin : Etude méthodologique de l'impact des incertitudes liées à l'estimation spatialisée des paramètres sols du modèle Stics à partir de la Base de Données Géographique des Sols de France à 1/1 000 000. :

Enguerrand Burel, Rémy Fieuzal, Frédéric Baup, Nathalie Jarosz-Pellé, Vincent Bustillo : Perspectives d'amélioration du modèle STICS par couplage pour la spatialisation du fonctionnement des agrosystèmes en conditions hydriques limitantes

Sylvain Ferrant, Simon Gascoin, Patrick Durand, Vincent Bustillo : Perspectives de la télédétection dans la modélisation agro-hydrologique spatialisée : l'exemple de la pollution agricole dans le sud-ouest de la France :

Beaudoin N., Mary B., Gallois N., Le Bas C., Puech T., Schott C., Viennot P. : Expertise multicritère de la spatialisation de STICS à l'échelle macro-régionale : Application à la modélisation des flux d'eau et d'azote dans le bassin de la Seine

13h30-14h30 **Repas**

14h45-16h15 **Session Posters**

16h15-16h45 **Pause**

16h45-18h30 **Tables rondes en parallèle**

- Quels besoins de prise en compte de nouveaux processus ou de révision de formalismes existants ? (avec introduction sur le projet scientifique).

Animé par Gaëtan Louarn et Marie Launay

- Test, évaluation et domaine de définition : comment augmenter la confiance des utilisateurs dans le modèle (communication de performances sur quels systèmes, plantes, processus (CC), configuration pédoclimatique, mise à disposition d'outil).

Animé par Samuel Buis et Eric Justes

- Ergonomie, documentation, outils : comment faciliter l'utilisation de STICS ?

Animé par Dominique Ripoche et Christine Le Bas

- Modulariser STICS : pour faire quoi, quelles attentes vis à vis de la modularisation.

Animé par Eric Casellas et Nicolas Beaudoin

20h **Repas en ville (La Taverne) avec le groupe de musique celtique Pao Bran**

Jeudi 26 mars 2015

9h-10h30 **Session 6 : Systèmes de culture innovants et paramétrages associés**

Animatrice : Marie Launay

Françoise Ruget, Kamran Irfan, Samuel Buis : Aptitudes de STICS calibré à estimer le rendement du riz en Camargue lorsqu'il est calibré sur des données en parcelles agricoles

Daniel Plaza-Bonilla et Eric Justes : Simulation avec le modèle STICS de 6 systèmes de culture à bas intrants incluant des légumineuses à graines et des cultures intermédiaires

Cecilia M. Armas-Herrera, Nicolas Beaudoin, Silvina B. Restovich, Adrian E. Andriulo, François Affholder, Alexandra Maltas, Jørgen E. Olesen, Behzad Sharif, François Laurent, Jean-Pierre Cohu, Bruno Mary : Modélisation avec STICS des effets de non travail versus travail du sol en systèmes de culture sous des conditions pédoclimatiques contrastées

Hélène Tribouillois et Eric Justes : Simulation avec le modèle STICS des services écosystémiques de gestion de l'azote produits par des cultures intermédiaires bispécifiques

10h30-11h **Pause**

11h-12h15 **Restitution des tables rondes
Assemblée générale**

12h15-13h15 **Conclusion**

13h30-14h30 **Repas assis ou panier-repas**

14h30 **Clôture du séminaire**

TABLE DES MATIERES

Organisation	2
Comité scientifique.....	2
Intervenants invités.....	2
Soutiens financiers et logistiques.....	2
Programme.....	3
SESSION 1 – Communication orale.....	9
Système de test et d'évaluation en routine du modèle STICS	10
SESSION 1 - Posters	12
Refactoring du code de STICS.....	13
Mise en œuvre de simulations grande échelle de STICS sur la plate-forme RECORD. Application aux projets Agmip (pilote C3MP) et MACSUR (scaling pilot)	15
SESSION 2 – Communications orales.....	17
STICS et exercices internationaux d'inter-comparaison de modèles de culture.....	18
Adaptation de l'agriculture Irriguée au CHANGement climatique (AICHA) : une modélisation trans-disciplinaire d'un bassin-versant en Inde du Sud	22
AICHA : Un modèle intégré pour l'étude de l'impact du changement climatique sur les eaux souterraines d'un petit bassin versant Indien	24
Les impacts du changement climatique sur la production de maïs dans le Cerrado du Brésil.....	26
Comprendre les différences entre des sorties de modèles plutôt que les moyennner ?.....	28
SESSION 3 – Communications orales.....	31
Recherche d'indicateurs de fonctionnement des grandes cultures à partir du modèle global ORCHIDEE : cas du rendement.....	32
Forçage du modèle de simulation du devenir des pesticides MACRO avec le modèle de culture STICS pour évaluer les flux de pesticides dans les systèmes de culture innovants.....	34
L'eau et l'azote comme intrants : apports d'un modèle de culture à l'analyse économique.....	36
SESSION 3 - Posters	38
Etude des conséquences environnementales de la substitution des engrais minéraux par l'épandage de Produits Résiduaux Organiques (PROs) avec la méthode d'Analyse de Cycle de Vie (ACV)	39
Couplage de STICS avec un modèle d'architecture racinaire, ARCHISIMPLE	41
SESSION 4 – Communications orales.....	43
Amélioration et validation multi-sites d'une version de recherche du modèle STICS pour simuler sur le long terme une culture pérenne : Miscanthus × giganteus	44
Amélioration d'un modèle de couvert de neige et simulations multi-annuelles avec STICS dans les climats nordiques.....	46
Utilisation du modèle STICS pour quantifier la vitesse potentielle de minéralisation de l'azote organique du sol sur le réseau régional "Mh"	48
Simulation du devenir des pesticides dans les sols à l'aide du module Pestic : applications et futurs développements.....	50

Analyse de sensibilité des fonctions de réponse à la température dans STICS-Prairie.....	52
AqYield peut-il rivaliser avec STICS pour simuler la dynamique hydrique et le rendement de 3 cultures de printemps sous contraintes hydriques ?	54
SESSION 4 - Posters	57
Création de IDE-STICS (base de données intercontinentale pour l'évaluation de STICS)	58
SESSION 5 – Communications orales.....	60
Impact de la résolution spatiale des propriétés de sol et des données climatiques sur les prédictions régionales de rendement du maïs avec le modèle STICS (logiciel OptimiSTICS)	61
Etude méthodologique de l'impact des incertitudes liées à l'estimation spatialisée des paramètres sols du modèle Stics à partir de la Base de Données Géographique des Sols de France à 1/1 000 000.....	63
Perspectives d'amélioration du modèle STICS par couplage pour la spatialisation du fonctionnement des agrosystèmes en conditions hydriques limitantes	65
Perspectives de la télédétection dans la modélisation agro-hydrologique spatialisée : l'exemple de la pollution agricole dans le sud-ouest de la France	67
Expertise multicritère de la spatialisation de STICS à l'échelle macro-régionale : Application à la modélisation des flux d'eau et d'azote dans le bassin de la Seine.....	69
SESSION 5 - Posters	71
Modélisation avec STICS de l'impact de la gestion des résidus de culture sur l'évolution de la fertilité du sol et du potentiel de rendement d'une culture de blé	72
Cycle de l'azote en milieu tropical semi-aride sous culture intensive: le bassin versant de la Berambadi	74
Nitrogen cycle in a tropical semi-arid watershed under intensive agriculture: The Berambadi case	74
STICS ET LA PRODUCTION DE REFERENCES LOCALES : EXEMPLE DE LA MODELISATION DU DEVELOPPEMENT DU BLE DANS UNE REGION NATURELLE DE CHARENTE-MARITIME	76
SESSION 6 – Communications orales.....	79
Aptitudes de STICS calibré à estimer le rendement du riz en Camargue lorsqu'il est calibré sur des données en parcelles agricoles.....	80
Simulation avec le modèle STICS de 6 systèmes de culture à bas intrants incluant des légumineuses à graines et des cultures intermédiaires	83
Modélisation avec STICS des effets de non travail versus travail du sol en systèmes de culture sous des conditions pédoclimatiques contrastées.....	85
Simulation avec le modèle STICS des services écosystémiques de gestion de l'azote produits par des cultures intermédiaires bispécifiques	87
SESSION 6 - Posters	89
Intégration de données simulées par STICS dans un indicateur agro-environnemental de couverture du sol	90
Les pertes de C et N organique du sol sont réduites grâce à l'introduction de cultures intermédiaires dans les rotations avec légumineuses : simulations avec le modèle STICS	92
Paramétrage du modèle de culture STICS pour simuler la croissance des prairies de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. BRS Piatã en conditions du Cerrado brésilien	94
Utilisation de STICS pour l'analyse de services écosystémiques multiples en verger de pommiers	96

Quantification des niveaux de stress abiotiques avec le modèle de culture STICS : une première étape
dans l'évaluation de la robustesse des systèmes agricoles..... 98

SIMULATION AVEC LE MODELE STICS DE 6 SYSTEMES DE CULTURE A BAS INTRANTS INCLUANT DES LEGUMINEUSES A GRAINES ET DES CULTURES INTERMEDIAIRES

Daniel Plaza-Bonilla et Eric Justes

INRA, UMR 1248 AGIR, Toulouse, France

Mots clés: culture intermédiaire; système de culture; légumes à graines; rotation; simulation; STICS

Introduction

The design of low-input cropping systems is one of the key strategies to reduce the environmental impact of agriculture while maintaining productivity. In these systems a part of the fertilizer-N applied is usually replaced by the inclusion of legumes within the rotations while the use of cover crops aimed to better couple nutrient and N cycling and cash crop requirements. The objective of this work was to analyze the ability of the STICS model (Brisson et al. 1998, 2002, 2003) to simulate successions of crops in different rotations to assess the performance of different innovative cropping systems and better analyse the N balance using STICS outputs.

Materials and Methods

In order to study the sustainability and productivity of the inclusion of legumes and cover crops in the rotations, a low-input cropping system experiment was established at INRA Auzeville (SW France) in 2003. The experiment consisted in a split-plot design with three replications. In the main plot, three 3-year rotations without (GL0), and with one (GL1) and two (GL2) grain legumes were compared whereas the presence (CC) or absence (F, fallow) of cover crops was compared in the sub-plot. The GL0 treatment consisted in a sorghum – sunflower – durum wheat rotation. The GL1 treatment was based on a sunflower – winter pea – durum wheat rotation, while the GL2 treatment consisted on a soybean – spring pea – durum wheat rotation. Mustard, vetch and a vetch – oat mixture were used as cover/catch crops. The use of cover crops aimed to (i) reduce the losses of nitrate due to leaching and/or (ii) produce a green manure effect allowing the reduction of mineral N fertilization with the use of a legume.

Crop biomass, grain production, crop N uptake, the amount of mineral N and water in the soil in key stages of the cropping cycle and the amount of N fixed by legume cash and cover crops by the ¹⁵N natural abundance method were measured during two successive three-year rotations (6 years). The capacity of the STICS model to simulate with precision the different cropping systems was tested. In order to do so, a parameterization of the different crops and varieties of the three rotations was performed using observed data of all the F treatment. Special attention was paid to well simulate biomass, N uptake and grain production. The predictive performance of the model was tested by simulating the CC treatments and calculating the: (i) model efficiency (EF), (ii) mean deviation (MD), (iii) normalized root mean square error (nRMSE) and (iv) R-square (R²). Crop management practices and pedoclimatic conditions were used as model inputs.

Results and Discussion

The model performed well when simulating the successive units of simulation (USM) of the different rotation tested (Table 1). For instance, for the two rotation cycles (6 years) positive efficiencies (EF) were observed when predicting aboveground biomass and grain yield in the GL0, GL1 and GL2 rotations (Table 1). Accurate successive simulations of grain yield were also obtained when distinguishing between the different cash crops of the rotation studied (Figure 1). STICS performed correctly when simulating grain yields of durum wheat, winter pea, soybean and spring pea, while the agreement between observed and simulated values was lower for sorghum and sunflower (Figure 1). Similarly than crop biomass, a good

agreement between simulated and observed values of N uptake was also observed for the two cycles of the 3-yr rotations. Similarly, the amount of N fixed by the legumes was correctly simulated in GL1 and GL2 (Table 1). These results confirm the robustness of the STICS model to simulate correctly a wide range of crops (Coucheney et al., 2015)

Table 1 Model efficiency (EF), mean deviation (MD), normalized RMSE (nRMSE) and R^2 of the simulation of 2 consecutive 3-year rotations without (GL0) and with one (GL1) and two (GL2) grain legumes with cover crops.

	Biomass			Grain yield			N uptake			N ₂ fixed	
	(t DM ha ⁻¹)			(t DM ha ⁻¹)			(kg N ha ⁻¹)			(kg N ha ⁻¹)	
	GL0	GL1	GL2	GL0	GL1	GL2	GL0	GL1	GL2	GL1	GL2
EF	0.90	0.90	0.86	0.59	0.48	0.64	0.74	0.73	0.70	0.79	0.56
MD	0.08	-0.48	0.54	0.24	0.06	0.07	6.79	18.26	16.19	-8.4	-18.49
nRMSE	20%	24%	25%	24%	28%	18%	28%	34%	32%	43%	32%
R^2	0.90	0.91	0.88	0.59	0.65	0.68	0.76	0.79	0.74	0.79	0.67

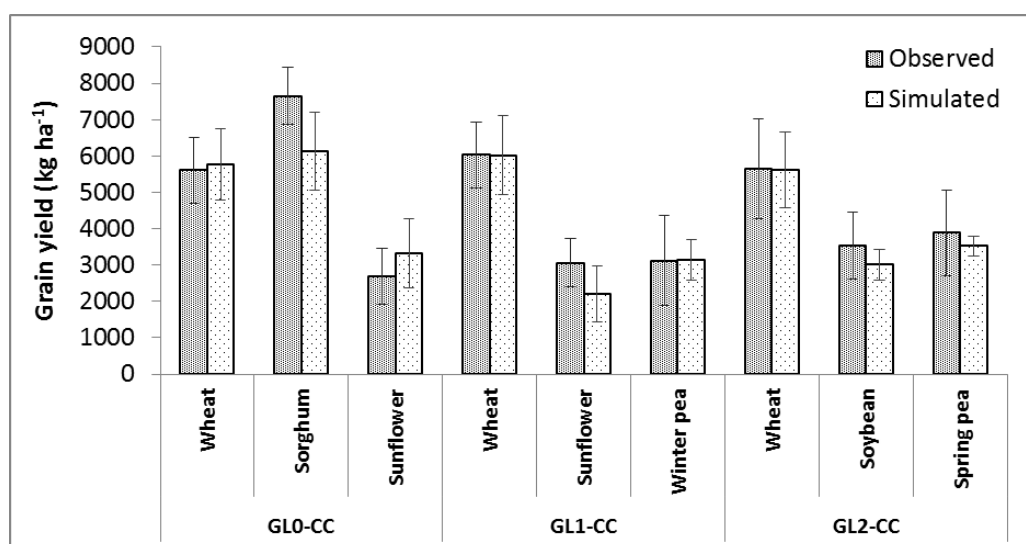


Figure 1. Grain yield of the different cash crops used in each rotation with cover crops (GL0, GL1 and GL2, 3-year rotation with 0, 1 and 2 grain legumes, respectively). Values are the mean of seven years of experiment. For each rotation, each cash crop was grown each year. Vertical bars correspond to the standard deviation.

Conclusion

This preliminary results show the potential of STICS to simulate successions of crops in different rotations and consequently to assess the performances of various cropping systems including legumes and cover crops. The outputs could then be use to analyse N dynamic at the rotation level.

References

- Brisson, N. et al. 1998. *Agronomie* 18, 311-346 ;
 Brisson, N. et al. 2002. *Agronomie* 22, 69-92.
 Brisson, N. et al. 2003. *Eur. J. Agr.* 18, 309-332.
 Coucheney, E. et al. 2015. *Envir. Model. & Soft*, 64, 177-190.