



HAL
open science

Mise en œuvre de simulations grande échelle de stics sur la plate-forme record. Application aux projets AGMIP (Pilote C3MP) et Macsur (Scaling Pilot)

Jacques-Eric Bergez, Eric Casellas, Julie Constantin, Helene Raynal

► To cite this version:

Jacques-Eric Bergez, Eric Casellas, Julie Constantin, Helene Raynal. Mise en œuvre de simulations grande échelle de stics sur la plate-forme record. Application aux projets AGMIP (Pilote C3MP) et Macsur (Scaling Pilot). 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-01608581

HAL Id: hal-01608581

<https://hal.science/hal-01608581>

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

MISE EN ŒUVRE DE SIMULATIONS GRANDE ECHELLE DE STICS SUR LA PLATE-FORME RECORD. APPLICATION AUX PROJETS AGMIP (PILOTE C3MP) ET MACSUR (SCALING PILOT)

IMPLEMENTATION OF LARGE-SCALE SIMULATIONS OF STICS ON THE RECORD PLATFORM. APPLICATION TO AGMIP (C3MP DRIVER) AND MACSUR (SCALING PILOT) PROJECTS

J.-E. Bergez¹, E. Casellas², J. Constantin¹, H. Raynal²

¹INRA, UMR1248 AGIR, F-31326 Castanet-Tolosan, France ; ²INRA, UR0875 MIAT, F-31326 Castanet-Tolosan, France

Mots clés : Plan d'expérience ; Ensemble de modèles ; Analyse de sensibilité ; Changement d'échelle

Keywords : Experimental plan ; Ensemble modelling ; Sensitivity analysis; Scaling

Introduction

Aujourd'hui, de nombreux phénomènes scientifiques sont étudiés à l'aide de modèles. Cet essor de la simulation informatique s'explique par des contraintes de mise en œuvre opérationnelle en général moins élevées que l'expérimentation physique et par l'augmentation des performances des ordinateurs. L'agronomie n'échappe pas à cette tendance. L'utilisation de modèles de culture a augmenté et des outils informatiques facilitant leur utilisation ont été développés. C'est le cas de STICS. Sa version encapsulée au sein de RECORD lui permet de bénéficier des fonctionnalités de la plate-forme, et en particulier celles concernant la simulation « grande échelle » (J-E. Bergez et al. 2014). Nous décrivons la mise en œuvre de « gros » plans d'expérience appliqués au modèle STICS/RECORD dans les projets: AgMIP-C3MP (<http://www.agmip.org/c3mp/>) et MACSUR-Scaling-Pilot (<http://www.macsur.eu/>). Les résultats scientifiques sont en cours de publication par ailleurs.

Matériel et méthode

C3MP (Coordinated Climate Crop Modeling Project) est une activité de AgMIP (Agricultural Model Intercomparison and Improvement Project) qui s'inscrit dans le contexte de l'étude de l'impact du changement climatique sur l'agriculture. Les participants réalisent des simulations avec le modèle qu'ils utilisent habituellement, calibré sur leur propre site, selon le plan d'expérience spécifié par le protocole du projet, plan destiné à faire l'analyse de sensibilité des modèles de culture au changement climatique. Nous avons utilisé STICS calibré pour un maïs à Auzeville-Tolosane (31). Le plan d'expérience à simuler était constitué de la série climatique observée sur la situation d'étude (Auzeville-Tolosane) de 1980 à 2010 et de quatre-vingt-dix-neuf autres séries. Ces dernières ont été créées en appliquant à la série observée, les coefficients obtenus par un échantillonnage basé sur un hypercube latin où l'on considère 3 métriques avec différentes plages de variation: température (-1 à +8°C), précipitation (-50 à +50%), concentration en CO₂ (330 à 900 ppm). 3000 simulations de STICS ont ainsi été réalisées. Nous avons mis en œuvre ce protocole en utilisant RECORD et le logiciel R, suivant trois étapes : i) création du plan d'expérience (création des cent séries climatiques à l'aide d'une fonction générique R pour automatiser ce travail), ii) lancement depuis R des simulations du modèle STICS couplé à un module de lecture de séries climatiques (on utilise la fonctionnalité `rvle` de la plate-forme qui permet le lien dynamique entre R et RECORD (J-E. Bergez et al. 2013)), iii) post traitement des données de simulation avec R pour produire le fichier de résultats au format AgMIP-C3MP. Le deuxième projet (en cours) est réalisé dans le cadre de MACSUR et concerne l'étude de l'impact du changement d'échelle sur les modèles de culture. Les participants contribuent en simulant les plans d'expérience spécifiés par le protocole, avec le modèle de culture qu'ils utilisent habituellement. Il n'y a pas d'étape préalable de calibration. On observe le rendement, la teneur en carbone du sol et l'azote lixivé. La zone géographique est la région allemande « North Rhine Westphalia » qui est découpée en une grille régulière dont on fait varier la dimension de la maille. Nous illustrons ici la démarche sur un des plans d'expérience à simuler. Il concerne la production de maïs ensilage en conditions limitantes pour l'eau et l'azote. L'effet du changement d'échelle a été testé en faisant varier la dimension de la maille de la grille : 1x1km², 10x10km², 25x25km², 50x50km², 100x100km². Sur chaque maille, le climat et le sol sont

homogènes. En résolution 1x1km², cela représente 34168 mailles et donc autant d'unités à simuler sur 30 années. Au final, la combinatoire des différentes échelles pour le sol et le climat a requis 6 millions de simulation STICS. D'un point de vue technique, le plan d'expérience a été construit en utilisant R comme pour AgMIP-C3MP. Il a ensuite été simulé sur cluster en utilisant la parallélisation.

Résultats

Nous avons conçu et réalisé un workflow pour faciliter la mise en œuvre informatique du plan d'expérience en utilisant les fonctionnalités RECORD: « rvle » (lien avec R) et « mvle » (plan d'expérience). Les temps de simulation ont été réduits en parallélisant les simulations sur le cluster (1 jour contre 10 en moyenne). Nous avons vérifié que l'encapsulation de STICS au sein de la plate-forme n'augmentait pas trop la simulation du modèle (en moyenne sur un PC standard : hors RECORD =180ms, encapsulé dans RECORD =210ms). L'exploitation des résultats se fait à 2 niveaux : i) par modèle de culture (Figures 1 et 2), et ii) dans le cadre « ensemble modelling » du projet (publications soumises).

Figure 1 : Impact de la variation (en %) des précipitations (en abscisse) et de la concentration (en ppm) de CO₂ de l'atmosphère (en ordonnée) sur le rendement.

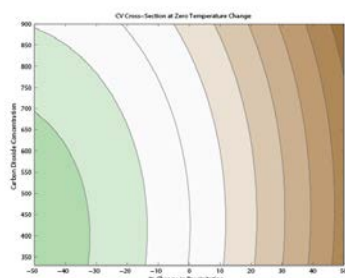
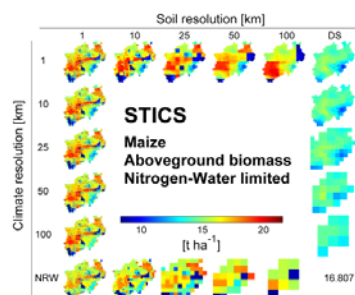


Figure 2 : Biomasse aérienne (les valeurs sont fictives car les résultats sont en cours de publication) pour différentes résolution de sol et de climat (de 1km à 100km, DS (sol moyen), NRW (climat moyen)).



Perspectives

La problématique de la mise en œuvre informatique de « gros » plans d'expérience est relativement maîtrisée, mais on est maintenant confronté au traitement de volumes importants de données simulées. Des outils facilitant le travail de validation et d'utilisation de ces données restent à concevoir et à développer. Par ailleurs, l'intérêt des approches « ensemble modelling » (P.Martre et al. 2014) suppose la mise à disposition autour des modèles, d'outils informatiques appropriés pour contribuer efficacement à ce type de projet.

Références bibliographiques

J.-E. Bergez, P. Chabrier, C. Gary, M.H. Jeuffroy, D. Makowski, G. Quesnel, E. Ramat, H. Raynal, N. Rouse, D. Wallach, P. Debaeke, P. Durand, M. Duru, J. Dury, P. Faverdin, C. Gascuel-Oudou, F. Garcia, An open platform to build, evaluate and simulate integrated models of farming and agro-ecosystems, *Environmental Modelling & Software*, Volume 39, January 2013, Pages 39-49, ISSN 1364-8152, 10.1016/j.envsoft.2012.03.011.

J.E. Bergez, H. Raynal, M. Launay, N. Beaudoin, E. Casellas, J. Caubel, P. Chabrier, E. Coucheney, J. Dury, I. Garcia de Cortazar-Atauri, E. Justes, B. Mary, D. Ripoche, F. Ruget: Evolution of the STICS crop model to tackle new environmental issues: New formalisms and integration in the modelling and simulation platform RECORD, *Environmental Modelling & Software*, volume 62, December 2014, Pages 370–384.

P.Martre, D.Wallach, S. Asseng, F. Ewert, JW Jones, R. Rotter, A.Ruane, P. Thorburn, D. Cammarano: Multimodel ensembles of wheat growth: many models are better than one, *Global Change Biology (Impact Factor: 8.22)*. 01/2014;