



**HAL**  
open science

## Retour d'expérience sur la comparaison des modèles d'agro-écosystème

Nadine Brisson, Jean Louis Durand, P. Gate, Lydie Guilioni, Frederic Huard,  
Romain Lardy, Dominique Ripoche, Romain Roche, Denis Allard

► **To cite this version:**

Nadine Brisson, Jean Louis Durand, P. Gate, Lydie Guilioni, Frederic Huard, et al.. Retour d'expérience sur la comparaison des modèles d'agro-écosystème. *Climator* 2010, Jun 2010, Versailles, France. hal-01192234

**HAL Id: hal-01192234**

**<https://hal.science/hal-01192234>**

Submitted on 4 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.

## Retour d'expérience sur la comparaison des modèles d'agro-écosystème

N. Brisson<sup>1\*</sup>, J.L. Durand<sup>1</sup>, P. Gate<sup>2</sup>, L. Guillioni<sup>3</sup>, F. Huard<sup>1</sup>,

R. Lardy<sup>1</sup>, D. Ripoche<sup>1</sup>, R. Roche<sup>1</sup>, D. Allard<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INRA, France

<sup>2</sup> ARVALIS-Institut-du-Végétal, France

<sup>3</sup> SUPAGRO, Montpellier, France

\*Auteur correspondant : brisson@avignon.inra.fr

### Introduction

L'objectif de cette communication est de proposer à la communauté des modélisateurs un retour d'expérience en matière d'utilisation parallèle de plusieurs modèles supposés reproduire la même réalité agricole. Des couples (ou triplets) de modèles ont été sélectionnés à cet effet (Tableau 1).

culture	Modèles comparables	Variables
blé	CERES, PANORAMIX, STICS	Production, phénologie
blé	CERES, STICS	Eau, azote
tournesol	SUNFLO, STICS	Production, phénologie, eau
prairie	PASIM, STICS	Production, eau, azote
vigne	BHV, STICS	Phénologie, eau
forêt	GRAECO, BILJOU	Eau
carbone sol	CENTURY, STICS	MO

**Tableau 1 : Modèles utilisés dans CLIMATOR et comparaisons possibles**

Notre idée première était de cerner ainsi l'erreur épistémique (qui correspond à la connaissance imparfaite que nous avons des systèmes étudiés), que nos modèles agronomiques engendraient sur les résultats finaux. Confrontée à la dure réalité de la modélisation cette première idée s'est sensiblement modifiée....

### Conditions de simulation pour comparer les modèles

#### Les entrées

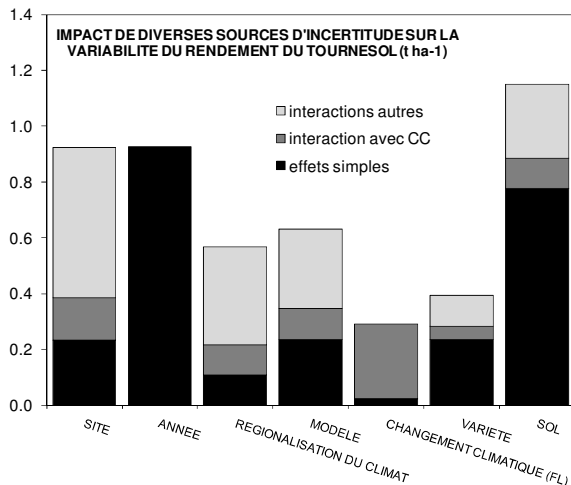
Bien que représentant un même système, les modèles n'admettent pas rigoureusement les mêmes variables et paramètres d'entrée. Un minutieux travail a donc été nécessaire pour se doter de fonctions permettant la mise en adéquation des divers jeux de paramètres. En ce qui concerne les sols, issus de la base de données de profils de sols d'INFOSOL, nous avons, par exemple, utilisé les fonctions de Wöesten pour les paramètres hydrodynamiques. En dérivant les humidités caractéristiques aux potentiels requis, les deux types de modèles (réservoir et loi de Darcy) ont pu être en phase. Les variétés ont été caractérisées par la durée de leur phase en temps thermique (ou vernalo-photothermique pour les cultures d'hiver), leur rendement potentiel et les relations entre composantes du rendement. Au sujet du climat, un jeu de relations analytiques et statistiques a été développé afin de passer du pas de temps journalier au pas de temps horaire. L'évapotranspiration de référence a été calculée selon la formule de Penman-Monteith. Enfin les pratiques (semis, densité de plantation, irrigation, fertilisation, dates de coupe) ont été homogénéisées (Huard, 2010).

#### Les processus

Si l'on peut admettre que les modèles diffèrent dans la mise en équation des processus, la prise en compte des processus en interaction avec le climat est indispensable. Il s'agit de la phénologie (pilotée par la température), du bilan hydrique en continu, de l'influence du CO<sub>2</sub> (sur la photosynthèse et la transpiration) et de la prise en compte des accidents physiologiques liées aux températures élevées (échaudage des céréales en particulier). Afin de mettre tous les modèles en adéquation du point de vue des processus, de nouvelles fonctions ont été introduites (cas du CO<sub>2</sub> dans CERES et PANORAMIX: cf Roche et Oliso dans les actes du colloque ou de l'échaudage dans CERES) ou modifiées (cas de l'évaporation du sol pour tenir compte de la phase hivernale dans SUNFLO).

### Que dire de l'incertitude épistémique ?

La figure 1 est caractéristique de nos résultats. Elle montre que l'incertitude engendrée par les modèles (ici STICS et SUNFLO) est d'un ordre de grandeur comparable à la variabilité entre méthodes de régionalisation (autres source d'incertitude épistémique de nature climatique). Elle est le plus souvent inférieure aux sources de variabilité majeures que sont les sites et les sols, et inférieure également à la variabilité interannuelle. Ce constat est plutôt rassurant et montrent que les modèles agronomiques sont convergents en terme d'ordre de grandeur. Cependant, dans l'exemple du Tournesol dans le Sud de la France (Fig. 1), l'erreur liée aux modèles est supérieure aux effets du changement climatique, et ce en forte interaction avec d'autres sources de variabilité (sol, variété en particulier). Même si cela est moins vrai lorsque l'ensemble des sites est pris en compte (à cause de

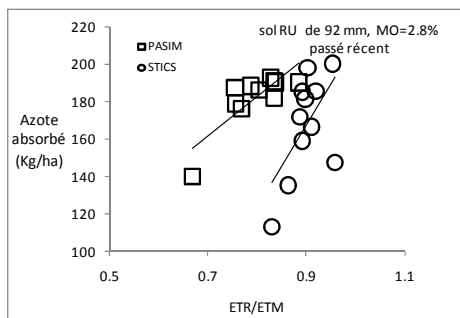


l'effet « tout ou rien » du changement climatique sur la culture du Tournesol pour les sites septentrionaux), ces résultats nous ont incités à considérer les modèles indépendamment les uns des autres et à en analyser les comportements différentiels.

**Figure 1 :** Estimation du poids relatif des diverses sources d'incertitudes et de variabilité sur le rendement du Tournesol. 3 sites (Toulouse, Bordeaux, Avignon), 2 modèles (STICS et SUNFLO), 2 variétés, 3 méthodes de régionalisation, 2 périodes représentant le temps et donc le changement climatique (PR et FL), 3 sols.

### Meilleure connaissance de nos modèles

L'examen minutieux des modèles montre qu'ils diffèrent surtout dans l'estimation des contraintes abiotiques (eau, azote) et leur impact sur la croissance et le rendement. Il en résulte que, selon les conditions pédoclimatiques, la réponse à la question : « les modèles agronomiques donnent-ils des réponses semblables ? » sera, sans transition, optimiste ou pessimiste. Ainsi, nous avons noté que le modèle STICS était beaucoup plus sensible au stress hydrique que les modèles CERES et PANORAMIX (pour le blé) et SUNFLO (pour le tournesol) : sur des sols à réserve utile confortable ces modèles convergent (rendements semblables) alors que sur des sols à faible réserve utile, les résultats issus de STICS sont systématiquement inférieurs. Par ailleurs, STICS prenant en compte l'excès d'eau et son impact sur la croissance, il donne également de faibles rendements en blé sur les sols profonds des sites à forte pluviométrie (Bordeaux par exemple).



**Figure 2 :** Azote absorbé par une prairie de Fétuque en fonction de son confort hydrique (ETR/ETM) pour STICS et PASIM. PR, régionalisation TT, sol de 92mm de RU

Dans le cas de STICS et PASIM, deux modèles simulant un couvert prairial, la différence est ailleurs et sans doute plus subtile. En effet les deux modèles convergent sur un sol à RU modeste et divergent sur un sol à forte RU, en termes de rendement et d'azote absorbée alors que leurs comportements hydriques sont comparables. PASIM répond beaucoup moins à l'azote que ne le fait STICS, de sorte que même dans des conditions hydriques favorables la croissance du couvert est limitée par l'azote. En d'autres termes, la simulation des interactions eau-azote est différente, comme le montre la Figure 2 (cf. Durand et al. dans les actes du colloque). Or les deux modèles sont de conception très différente. PASIM est un modèle centré sur le bilan de carbone : indice foliaire calculé à partir d'une allocation aux parties foliaires et d'un SLA, biomasse racinaire issue d'une allocation aux racines, et bilan géochimique du sol piloté par le carbone (CENTURY). STICS est un modèle plus « découplé » (moins de

rétroaction entre le bilan de carbone et la croissance des capteurs) où feuilles et racines sont d'abord générées en fonction de la température, de l'eau et de l'azote, et la géochimie du sol est pilotée par l'azote. Ce découplage entraîne une plus grande réactivité aux facteurs du milieu.

Les divergences mentionnées ci-dessus, liées aux contraintes abiotiques et donc aux situations pédoclimatiques, entraînent un comportement différent des modèles en termes de variabilité aussi bien temporelle que spatiale et expliquent la Figure 1.

### Références bibliographiques

Huard, F. 2010. Quelle agriculture dans CLIMATOR ? Choix des sites, des systèmes agricoles et forestiers et des sols. In Brisson, N., Levraut, F. (Eds) : "Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulations d'impacts sur les principales espèces, Livre Vert CLIMATOR, ADEME, 33-40.