

# CALIBRATION ET EVALUATION DE TROIS NOUVELLES VARIETES DE SOJA, MAÏS, ET BLE DE PRINTEMPS ADAPTEES AUX COURTES SAISONS DE CROISSANCE DE L'EST DU CANADA

G. Jégo<sup>1</sup>, E. Pattey<sup>1\*</sup>, G. Bourgeois<sup>2</sup>, M.J. Morrison<sup>1</sup>, C.F. Drury<sup>3</sup>, N. Tremblay<sup>2</sup> et G. Tremblay<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, 960 ave. Carling, Ottawa, ON, Canada K1A 0C6

<sup>2</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, 430 Blvd. Gouin, Saint-Jean-Sur-Richelieu, QC, Canada J3B 3E6

<sup>3</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2585 County Road 20, Harrow, ON, Canada N0R 1G0

<sup>4</sup> CEROM, 740 Ch. Trudeau, Saint-Mathieu-de-Beloeil, QC, Canada, J3G 0E2

\*Auteur correspondant : [Elizabeth.Pattey@agr.gc.ca](mailto:Elizabeth.Pattey@agr.gc.ca)

## Introduction

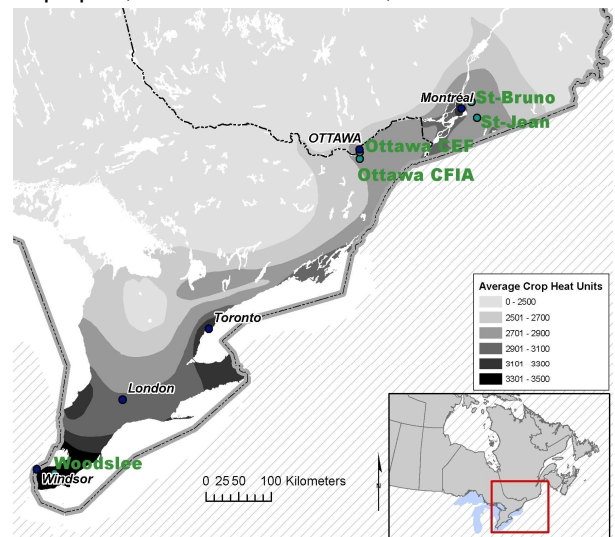
La modélisation des systèmes de culture à l'échelle régionale est souvent limitée par la disponibilité des paramètres d'entrées, tels que les propriétés du sol, les pratiques agricoles, ou les variétés utilisées. De nombreuses régions agricoles sont couvertes par des cartes de sols qui permettent d'estimer avec plus ou moins de finesse les variations spatiales des propriétés du sol. Concernant les pratiques agricoles, comme montré par plusieurs études (dont Prévot et al., 2003), les récents progrès de la télédétection et du couplage avec les modèles de cultures (via le processus d'assimilation) permettent d'estimer certains paramètres tels que la date et la densité de semis pour chaque unité spatiale définie. Une autre contrainte à la modélisation des systèmes de culture à l'échelle régionale à laquelle on peut faire face est le grand nombre de variétés utilisées pour chaque type de culture. La calibration et l'évaluation d'une variété moyenne capable de prédire les variables de sorties agronomiques telles que le LAI (Leaf Area Index), la biomasse, et les rendements, avec une précision acceptable pour une large zone géographique pourrait permettre de réduire les erreurs de prédictions liées à l'utilisation d'une variété mal adaptée aux spécificités locales.

Le but de cette étude est de calibrer et d'évaluer la performance de trois nouvelles variétés de soja, maïs et blé de printemps pour une grande partie des zones cultivées de l'est du Canada en utilisant le modèle de culture STICS (Brisson et al., 1998). Outre la calibration dans STICS de trois nouvelles variétés, adaptées aux courtes saisons de croissance, notre principale hypothèse de travail est que la définition d'une ou deux variétés pour chaque type de cultures est suffisante pour permettre de prédire adéquatement le LAI, la biomasse, et le rendement sur l'ensemble de la zone étudiée.

## Matériels et méthodes

Un vaste jeu de données de 81 expériences (23 pour le soja, 40 pour le maïs, et 18 pour le blé de printemps, s'étalant de 1994 à 2008), comprenant pour la plupart, des mesures de LAI, et de biomasse au cours de la saison de croissance, ainsi que les rendements finals, a été utilisé pour la calibration et l'évaluation des nouvelles variétés. Ces expériences sont réparties sur cinq sites qui couvrent l'ensemble de la zone étudiée (Fig. 1) laquelle s'étend sur environ 1000 km et présente un gradient de température. Ce gradient se traduit par un cumul d'unités thermiques disponibles pour la croissance des cultures (Crop Heat Units, Brown and Bootsma, 1993) plus élevés dans le sud-ouest de la zone étudiée que dans le nord-est.

La méthodologie générale est basée sur celle proposée récemment par les concepteurs du modèle. Elle se divise en trois étapes. La première étape a consisté à l'évaluation de la qualité de prédiction des variétés existantes dans STICS qui se rapprochent le plus des conditions de croissance de la zone étudiée. La seconde étape a consisté à la calibration des nouvelles variétés. Au cours de la calibration, un nombre minimal de paramètres a été ajusté. Les valeurs des paramètres des variétés déjà existantes et donnant les meilleurs résultats ont servi de base à la calibration. La calibration des paramètres variétaux a été faite par ajustement de la courbe de LAI et des rendements finals sur 3 jeux de données sélectionnés pour leur représentativité. La pertinence des nouvelles valeurs des paramètres a été évaluée par rapport aux références bibliographiques caractérisant les spécificités locales et l'évolution générale des traits phénologiques des cultures étudiées. Enfin la performance des nouvelles variétés a été évaluée en utilisant l'ensemble des jeux de données non utilisés pour la calibration, soit 78 jeux de données. Les critères statistiques utilisés sont l'erreur moyenne (ME, Mean Error) et l'erreur de prédiction (RMSE, Root Mean Square Error) et leurs expressions en % de la moyenne des observations.



**Figure 1.** Sites d'étude et disponibilité en unités thermique pour la croissance des cultures

## Résultats et discussion

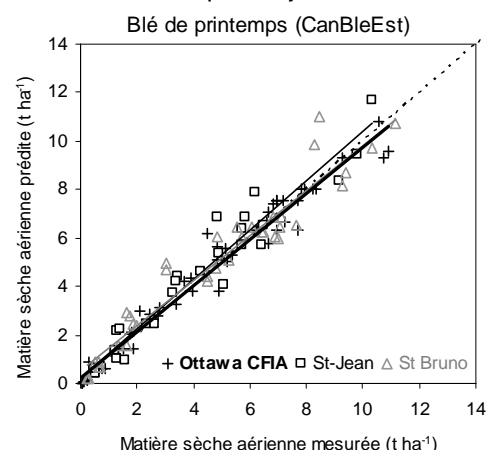
L'évaluation des variétés déjà existantes dans STICS a permis de sélectionner la ou les variétés qui ont servis de base pour la calibration. Pour le soja, les deux variétés existantes (groupes maturité I et 00) ont conduits à une très large surestimation du LAI maximum (la biomasse et les rendements étaient alors aussi surestimés). Pour le maïs les variétés donnant les meilleures prédictions étaient celles présentant la plus courte durée de croissance. Pour le blé, les trois variétés de blé d'hiver qui présentaient les plus faibles besoins de vernalisation ont donné des résultats assez satisfaisants.

Site	Blé de printemps (CanBleEst)			Soja (CanSoyEst)			Maïs (CanMaïs-NE et -SE)		
	ME (%)	RMSE (%)	$r^2$	ME (%)	RMSE (%)	$r^2$	ME (%)	RMSE (%)	$r^2$
St-Bruno	-0.2 (-4%)	0.9 (18%)	0.93	-	-	-	-	-	-
St-Jean	-0.3 (-7%)	0.8 (19%)	0.97	-	-	-	-0.3 (-8.1%)	0.9 (19%)	0.98
Ottawa CFIA	-0.1 (-1%)	0.5 (11%)	0.94	-0.2 (-5.6%)	0.8 (23%)	0.89	0.2 (2.8%)	0.9 (13%)	0.97
Ottawa CEF	-	-	-	0.1 (2.4%)	1.4 (27%)	0.86	-	-	-
Woodslee	-	-	-	-	-	-	2.6 (19.7%)	3.1 (23%)	0.96

**Tableau 1.** Statistiques d'évaluation de la biomasse prédite avec les nouvelles variétés.

Pour la phase de calibration trois jeux de données ont été sélectionnés (un pour chaque type de culture). La sélection a été basée sur la qualité et la quantité des informations d'initialisation, de paramétrage des sols et des itinéraires techniques. La calibration de la nouvelle variété de soja (CanSoyEst) a nécessité l'ajustement de 3 paramètres variétaux (*stamflax*, *stlevdrp*, et *stdrpmat*), et la nouvelle variété de blé de printemps a requis la calibration de 3 paramètres variétaux (*stamflax*, *jvc*, *pgrainmax*). Pour le maïs, il a été nécessaire de calibrer deux variétés (CanMaïsNE et CanMaïsSE) afin de rendre compte de la grande variabilité de la durée de période de croissance dans la zone étudiée. Cette calibration a requis l'ajustement de 6 paramètres variétaux (*stamflax*, *stlevdrp*, *stdrpmat*, *durvieF*, *pgrainmax*, *nbgmax*) et 3 paramètres génériques plante contrôlant la sensibilité de la levée à l'humidité du sol (*sensrsec*) et l'efficacité de croissance maximale pendant les phases végétatives (*efcroiveg*) et reproductives (*efcroirepro*).

Le LAI, et les rendements sont globalement bien estimés avec ces nouvelles variétés (RMSE de 27% pour le LAI et de 16 % pour les rendements). La biomasse est également bien prédite. Il n'y a presque aucun biais (ME < 10%), excepté sur le site de Woodslee (sud Ontario) pour le maïs où il y a sous-estimation (Tab. 1). L'erreur de prédiction (RMSE) est également faible pour le blé de printemps et le maïs sur deux des trois sites. Enfin, pour le soja la dispersion est un peu plus marquée. Ceci pourrait être expliqué par la chute des feuilles au cours de la sénescence qui peut être amplifié en présence de stress hydrique important (jusqu'à 3 t ha<sup>-1</sup> de biomasse en moins). Ce processus semble mal pris en compte par le modèle. La figure 2 confirme la bonne qualité de prédiction de la biomasse pour le blé de printemps pour l'ensemble de la croissance de la plante.



**Figure 2.** Matière sèche prédite et mesurée avec la variété CanBleEst.

## Conclusion

Ce travail a permis de proposer l'ajout d'une variété de soja et deux variétés de maïs adaptées aux courtes périodes de croissance, ainsi que de créer une nouvelle variété de blé de printemps, alors que seul des variétés de blé d'hiver étaient disponibles dans STICS. Il a également permis de montrer que la définition d'une ou deux variétés génériques permettait de prédire le LAI, la biomasse et le rendement sur une vaste zone s'étendant sur environ 1000 km. Ce travail propose ainsi de décrire des variétés dans STICS non plus en référence à des variétés commerciales existantes, mais en décrivant des variétés génériques applicables sur une zone géographique définie. Enfin, ce travail constitue également une première et importante étape afin de pouvoir utiliser le modèle à une échelle régionale pour la prédiction de la biomasse et du rendement.

## 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.
- Brown D.M., Bootsma A. (1993). Crop Heat Units for corn and other warm season crops in Ontario. Publ. 111/31 OMAFRA, Ottawa, ON.
- Prévoit L., Chauki H., Troufleur D., Weiss M., Baret F., Brisson N. (2003). Assimilating optical and radar data into the STICS crop model for wheat. *Agronomie*, 23 : 297-303.