

Evaluation et amélioration du module microclimatique de STICS

Evaluation and improvement of the microclimate module of STICS

Wafa Ben Othman¹, Noémie Gaudio², Marie Launay¹, Patrice Lecharpentier¹, Dominique Ripoche¹, Sébastien Saint Jean³, Marc Saudreau⁴

¹US 1116 AgroClim, 84914 Avignon; ²UMR 1248 AGIR, 31326 Auzeville; ³UMR 1402 Ecosys, 78850 Thiverval-Grignon; ⁴UMR 0547 PIAF, 63100 Clermont-Ferrand; INRA, France

Mots clés : formalismes, changement climatique, température de culture, expérimentation

Keywords : formalisations, climate change, crop temperature, field experiments

Contexte et objectifs

Le changement climatique (CC) menace la sécurité alimentaire à moyen terme (Zabel et al., 2014). Dans ce contexte, comprendre les mécanismes en jeu pour mieux les anticiper et adapter les systèmes de culture aux effets du CC s'avère crucial. Or, les cultures réagissent avant tout au microclimat au sein du couvert végétal, qui peut être différent du climat ambiant (Rezaei et al. 2015). Ces différences peuvent atténuer ou au contraire accentuer les effets du CC. Les modèles de culture proposent un cadre virtuel intéressant pour construire des systèmes de culture plus résilients face au CC et le prérequis à l'utilisation de ces modèles dans ce contexte est la vérification de leur qualité prédictive pour la simulation du microclimat dans le couvert. Notre travail avait pour objectifs (i) d'évaluer la qualité prédictive du module de calcul du microclimat, et plus particulièrement de la température du couvert, du modèle STICS (Brisson et al., 2008) et de définir son domaine de validité et (ii) d'en améliorer les formalismes et/ou le paramétrage si nécessaire.

Méthodologie et résultats

La température de l'air dans le couvert (T_{cult}) est calculée dans STICS à l'échelle journalière comme la moyenne des températures maximale et minimale de l'air dans le couvert ($T_{cult_{max}}$ et $T_{cult_{min}}$ resp.). Chacune d'elle est déterminée par un bilan d'énergie tel que :

$$T_{cult_{min}} = T_{air_{min}} + \frac{RN_{min} - G_{min}}{1200} \times r_{min} \quad \text{et} \quad T_{cult_{max}} = T_{air_{max}} + \frac{RN_{max} - G_{max} - ET_{max}}{1200} \times r_{max}$$

où T_{air} est la température de l'air sous abri ($^{\circ}\text{C}$), RN le rayonnement net (MJ.m^{-2}), G le flux de conduction thermique dans le sol (W.m^{-2}), ET l'évapotranspiration (W.m^{-2}) et r la résistance aérodynamique (s.m^{-1}). Ces formalismes reposent sur deux hypothèses : i) la concomitance des valeurs minimales et maximales de T_{air} , T_{cult} , RN, ET et G et ii) l'homogénéité du microclimat dans le couvert.

Nous avons confronté ces formalismes et les hypothèses sur lesquelles ils reposaient à deux jeux de données expérimentales (Fig. 1) acquis en conditions climatiques contrastées (climat semi-océanique à Grignon en France et climat semi-aride à Maricopa en Arizona, avec expérimentations incluant un réchauffement infra-rouge) et illustrant des différences nettes entre le climat et le microclimat.

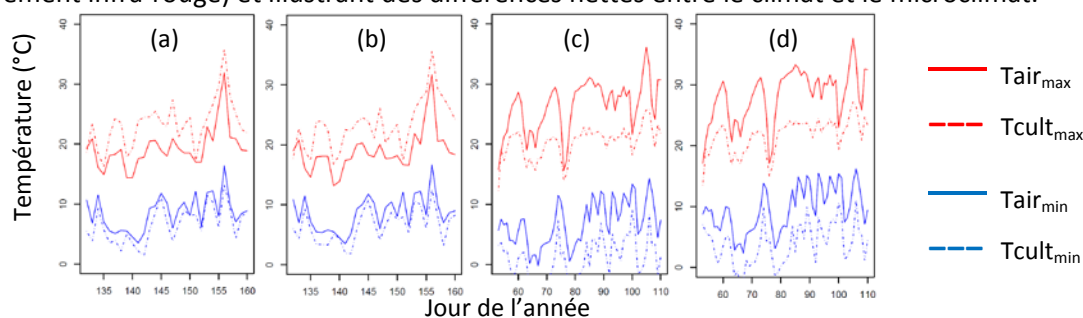


Figure 1 : Évolution de la température (°C) du couvert et de l'air maximales (T_{cult_max} , T_{air_max}) et minimales (T_{cult_min} , T_{air_min}) en fonction du temps pour le blé (a) et le pois (b) à Grignon, pour le traitement non chauffé (c) et le traitement chauffé (d) à Maricopa.

Plusieurs hypothèses ont été proposées, voire testées et implémentées, pour expliquer les erreurs du modèle, soit la dispersion dans le cas du site de Grignon (Fig. 2a) et le biais dans le cas du site de Maricopa (Fig. 2b) :

- la température de la feuille (mesurée sur l'expérimentation en climat semi-aride, Maricopa) n'est pas un proxy de la température de l'air dans le couvert (simulée par STICS),
- les phénomènes d'advection sont mal pris en compte par STICS, et en particulier l'augmentation de la résistance aérodynamique. Un facteur correctif du profil de vitesse du vent a donc été introduit, tenant compte de la stabilité de l'atmosphère et basé sur le calcul de la longueur de Monin-Obukhov (Parcevaux and Huber, 2007),
- les réchauffements infra-rouge utilisés pour simuler le réchauffement climatique ajoutent un terme au calcul du rayonnement net dans STICS. Il est maintenant possible de tenir compte de ce nouvel apport de chaleur dans le calcul du bilan d'énergie.

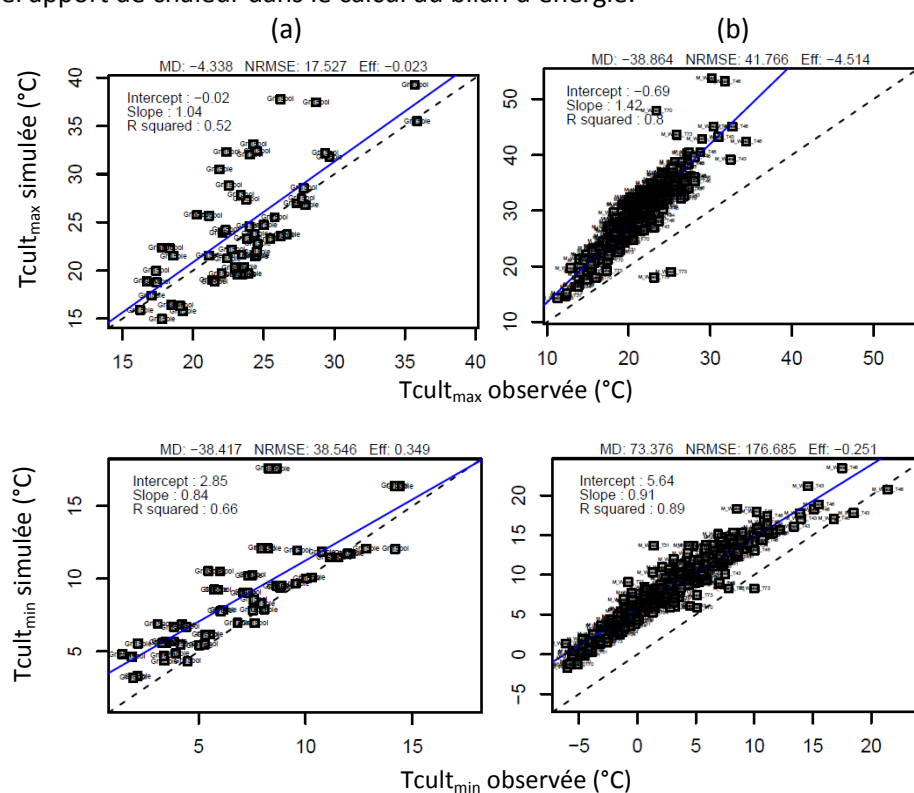


Figure 2 : Comparaison des températures (T_{cult_min} et T_{cult_max} , °C) dans le couvert simulées et observées à Grignon (a) et Maricopa (b); Les critères suivants sont indiqués : écart moyen entre valeurs simulées et observées (MD), RMSE normalisée (NRMSE), efficacité du modèle (Eff), ordonnée à l'origine (Intercept), pente (Slope) et coefficient de détermination (R squared) de la régression linéaire entre valeurs simulées et observées.

Conclusions et perspectives

Grâce à une meilleure prise en compte des phénomènes advectifs et à la possibilité de simuler les expérimentations sur le CC incluant un réchauffement artificiel, les formalismes de STICS ont été améliorés. Ces travaux soulignent cependant l'importance de la stricte correspondance entre les variables mesurées dans les expérimentations et celles simulées par les modèles.

Références bibliographiques

Brisson N, et al. (2008). *Conceptual Basis, Formalisations and Parameterization of the STICS Crop Model*, p. 297.
 Parcevaux S de, Hubert L (2007) *Bioclimatologie : Concepts et applications*. Quae éditions, Versailles

Rezaei EE, Webber H, Gaiser T, et al (2015). Eur J Agron 64:98–113. doi: 10.1016/j.eja.2014.10.003
Zabel F, Putzenlechner B, Mauser W (2014). Plos One 9.