



HAL
open science

Assimilation de température IRT dans un modèle couplé végétation/SVAT

Pascale Cayrol, Laurent Kergoat, Sophie Moulin, Gérard Dedieu, Ghani
Chehbouni

► **To cite this version:**

Pascale Cayrol, Laurent Kergoat, Sophie Moulin, Gérard Dedieu, Ghani Chehbouni. Assimilation de température IRT dans un modèle couplé végétation/SVAT: Application à l'évolution saisonnière d'une jachère (Hapex-Sahel). Atelier de Modelisation de l'Atmosphere, Dec 1997, Toulouse, France. hal-02770850

HAL Id: hal-02770850

<https://hal.inrae.fr/hal-02770850>

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.

¹Assimilation de température IRT dans un modèle couplé végétation/SVAT. Application à l'évolution saisonnière d'une jachère (Hapex-Sahel).

Cayrol P.¹, Kergoat L.², Moulin S.¹, Dedieu G.¹, Chehbouni G.³

¹ CESBIO (CNRS/CNES/UPS), 18 av E.Belin, 31401 Toulouse cedex 4

² LET, umr 5552, (CNRS/UPS), 13 av colonel Roche, BP 4403, 31405 Toulouse cedex 4

³ CIDESON/ORSTOM, Col. San Benito. Hermosillo, Sonora, 83190 Mexique

Résumé

Cette étude concerne la synergie entre un modèle de fonctionnement de la végétation (échelle saisonnière, pas de temps journalier), un modèle de flux thermohydriques (échelle journalière, pas de temps horaire) et des observations satellitales. Pour estimer les flux de surface à l'échelle saisonnière, les schémas de surface (SVATs) ont progressivement décrit l'hydrologie du sol. De la même façon, l'évolution de la végétation et sa modélisation reçoivent maintenant une attention croissante (modèle couplé végétation/SVAT). Dans un souci d'extension spatiale, il est intéressant d'utiliser les données radiatives satellitales (domaine du thermique), afin d'améliorer l'estimation des flux de surface par assimilation. Nous présenterons, dans ce cadre, une modélisation couplée végétation/SVAT d'une jachère en milieu semi-aride. Nous discuterons de la sensibilité de la température et des flux de surface aux paramètres du modèle, puis les résultats d'un ré-étalonnage réalisé à partir de températures sol et AVHRR.

1. INTRODUCTION

La surface joue un rôle essentiel dans les processus d'échanges de masse et d'énergie avec l'atmosphère. La végétation et le sol nu partitionnent différemment les flux énergétiques existant à l'interface sol-végétation-atmosphère. A l'échelle saisonnière, le couvert végétal présente de grandes variations liées aux conditions environnementales, par exemple la disponibilité en eau. Il est donc intéressant de coupler la croissance de la végétation avec les flux de surface.

L'un des problèmes majeurs rencontrés lors de la mise au point de modèles régionaux ou globaux est la détermination des paramètres existants à l'échelle étudiée. Il s'agit d'effectuer une extension spatiale des connaissances disponibles à l'échelle locale. On peut utiliser, pour cela l'observation spatiale. Une méthode réside dans l'utilisation de techniques d'assimilation pour estimer les paramètres des modèles.

L'objectif à terme est de savoir si, par assimilation de données satellitales dans l'infrarouge thermique, on peut améliorer la simulation de l'évolution du contenu en eau du sol sur une longue période.

2. METHODES

2.1 Données

Nous utilisons des données recueillies au Niger lors de l'expérience HAPEX Sahel, sur le site EST de Banizoumbou (13°33'N, 2°40' E). La zone retenue pour notre étude correspond à une surface recouverte de sol nu et d'une végétation éparse (Monteny, 1993) et est caractérisée par des épisodes de pluies du jour julien 200 au jour julien 253, suivi d'une période de sécheresse. Les mesures de la température radiative de surface sont issues des données satellitales AVHRR.

2.2 Modèle couplé

Le couplage du modèle du fonctionnement de la végétation (Kergoat et al., 1995) avec le modèle de flux calé sur ce site (Lo Seen et al., 1997) consiste à échanger des variables telles que l'indice foliaire et l'humidité de la couche profonde (Fig.1). Le modèle de fonctionnement de la

¹ Atelier de Modélisation 1997. CNRM

végétation opérant à un pas de temps journalier et le modèle de flux à un pas de temps horaire, nous avons choisi de transformer le pas de temps journalier de la photosynthèse au pas de temps horaire du modèle de flux. Le modèle de végétation calcule le bilan carboné (respiration, croissance, mortalité...) et les paramètres caractérisant l'évolution de la végétation comme l'indice foliaire (LAI). Cette variable sera transmise au modèle de flux qui calculera alors les températures, les flux et le bilan hydrique (bH), (en particulier l'humidité de la couche profonde), à un pas de temps horaire. L'humidité sera à son tour injectée, pour une nouvelle initialisation, dans le modèle de végétation.

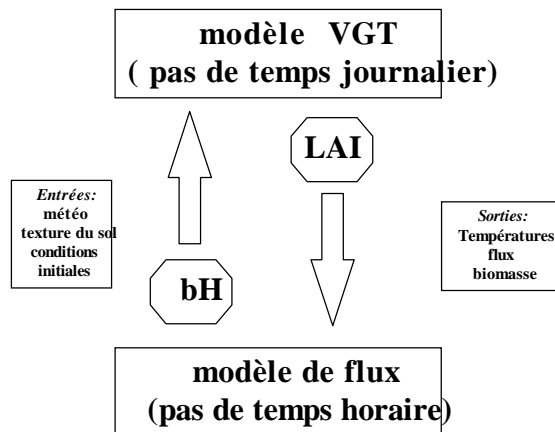


Figure 1: Schéma de principe du couplage entre le modèle de végétation et le modèle de flux.

2.3 Méthode d'assimilation

Il s'agit d'utiliser l'observation satellitale pour réajuster ou réinitialiser certains paramètres du modèle, lorsqu'on ne connaît pas leurs valeurs exactes. Le procédé consiste à optimiser ces paramètres, par itérations successives, en minimisant l'écart entre les températures radiatives simulées par le modèle avec les températures radiatives mesurées. Nous avons utilisé l'algorithme itératif Simplex. Cette technique a déjà été utilisée avec les longueurs d'onde visible et proche infrarouge (Moulin, 1995).

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Tests de sensibilité du modèle couplé

Nous avons procédé à des tests de sensibilité sur le modèle couplé à l'échelle de la saison (Fig.2). Nous avons fait varier les valeurs de la texture du sol, qui conditionne en grande partie le bilan hydrique, de la résistance stomatique minimale (+ ou - 20%) qui joue un rôle important dans le fonctionnement des échanges convectifs et du coefficient d'allocation des assimilats (+ ou - 20%) entre la biomasse aérienne et souterraine. Ce dernier paramètre influence le développement de la végétation. Toutes les variables qui sont simulées en particulier le flux latent et la température radiative sont des sorties à 14 heures, heure approximative du passage du satellite NOAA. Les résultats sur la sensibilité du modèle à la résistance stomatique minimale ne sont pas présentés (pour plus de détails, Cayrol, 1997).

La figure 2 (a) montre que lorsque la surface présente un faible pourcentage d'argile (3%), la couche profonde retient moins d'eau (l'humidité de la couche profonde atteint en moyenne $0.11 \text{ m}^3/\text{m}^3$). Le changement de la nature du sol a pour conséquence de modifier le contenu en eau du sol. Les évolutions du LAI (Fig.2 (b)) sont relativement proches les unes des autres, en remarquant toutefois un maximum de LAI (1.2) pour un sol pauvre en argile (3%). Sur la figure 2 (c), on observe deux périodes distinctes: avant le jour 260, le sol sableux a une température radiative plus élevée (1 à 2 degrés). Ce sol contient moins d'eau et sèche plus vite au cours de la journée. Après le jour 260, il n'y a plus de précipitations et les trois types de sol sont secs en

surface à 14 heures. Les figures 2 (d) et (e) montrent que le coefficient d'allocation conditionne en grande partie l'estimation des échanges verticaux d'énergie, en l'occurrence le flux de chaleur latente et le fonctionnement de la végétation. La réponse du LAI à ce forçage paraît linéaire et croît d'autant plus que l'on augmente le coefficient d'allocation. Le LAI maximum varie de 50%, donc bien plus que le paramètre testé. La température radiative de surface (Fig.2 (f)) est très sensible à ce test d'allocation des assimilats, on observe ainsi une différence de plusieurs degrés. Cette température est inférieure sur une surface très végétalisée.

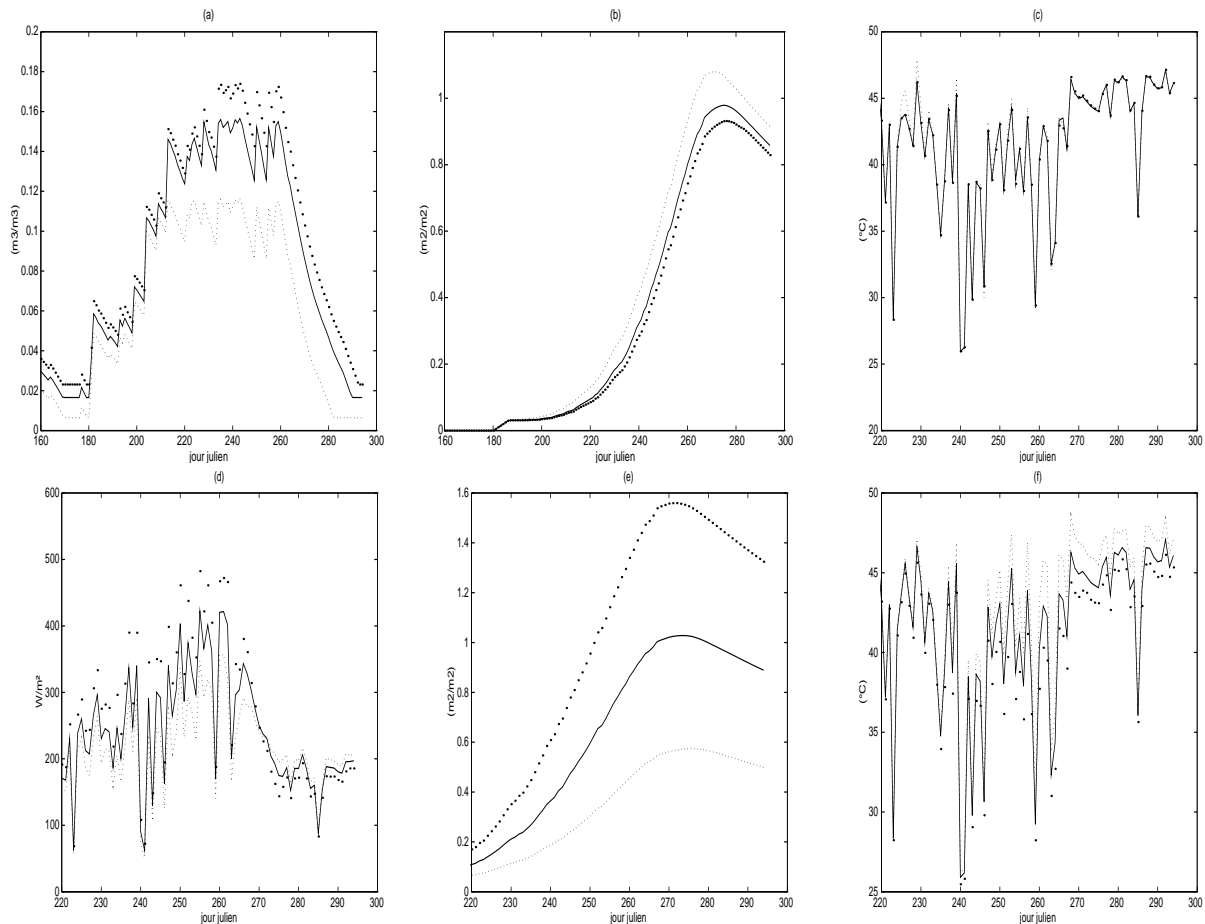


Figure 2: Test de sensibilité à la texture du sol (· 3% d'argile, - 9%, • 12%): (a) humidité de la couche profonde, (b) indice foliaire, (c) température radiative. Test de sensibilité au coefficient d'allocation des assimilats (· 0.4, - 0.5, • 0.6): (d) flux de chaleur latente, (e) indice foliaire, (f) température radiative.

3.2 Assimilation de données dans l'infrarouge thermique

Pour tester la méthodologie d'assimilation, suite aux études de sensibilité, nous avons initialisé le modèle avec une valeur du coefficient d'allocation de 0.5. L'algorithme a convergé vers une valeur raisonnable de 0.6. Cette valeur du coefficient d'allocation correspond aussi à la valeur prise pour le test de sensibilité du § 3.1 (Fig.2 (d, e, f)). On constate d'après la figure 3 que le modèle couplé, après assimilation, simule plus de végétation (LAI maximum de 1.5) et 'refroidit' de 3 à 5 degrés en arrière saison (à partir du jour julien 245).

Cette étude montre que l'information est transmise du coefficient d'assimilats au LAI puis à la température radiative simulée.

Les test d'assimilation restent préliminaires. En particulier, nous n'étudions pas les problèmes d'hétérogénéité spatiale: l'échelle des mesures locales des flux (200m par 200 m) ne correspond pas à celle de l'observation du satellite AVHRR (1km par 1 km).

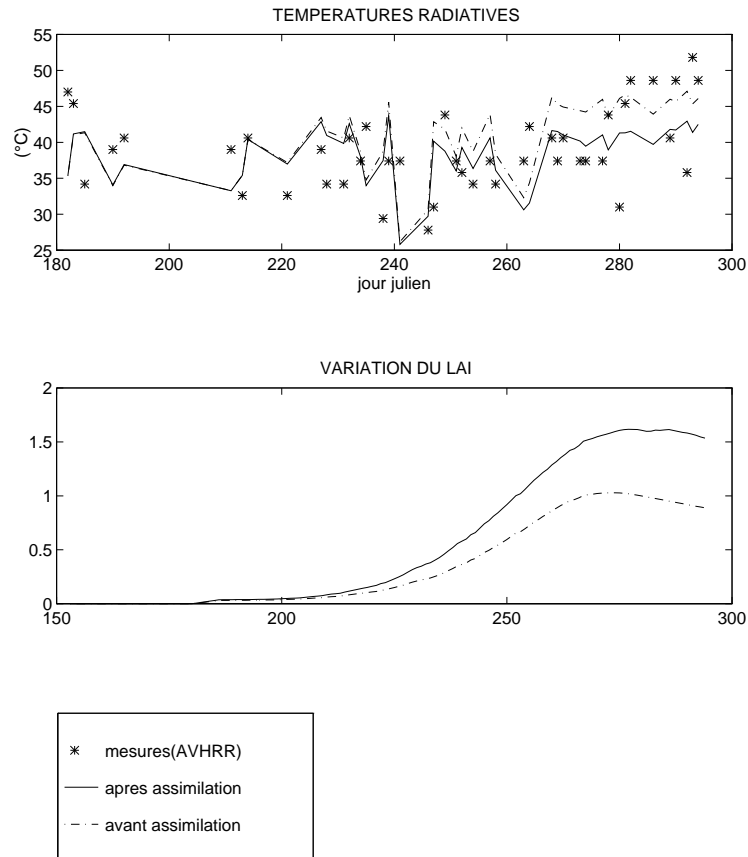


Figure 3: Comparaison sur une saison, des températures radiatives avant (.-.-) et après (-) assimilation et mesurées (*) par l'AVHRR. Evolution de l'indice foliaire (LAI) simulé avant (.-.-) et après (-) assimilation.

4. PERSPECTIVES

Le modèle couplé que nous avons mis en oeuvre, à l'échelle locale, pourra être utilisé pour l'extension à une région (1 à 10 km environ, approximativement 100 km ensuite). Les mesures satellitales dans les courtes longueurs d'onde permettent de contraindre la modélisation du développement de la végétation à l'échelle saisonnière. Une première utilisation de l'information satellitale nous laisse présager qu'une combinaison simultanée de ces deux longueurs d'onde peut devenir une ouverture dans la connaissance plus précise sur des paramètres de végétation du modèle couplé.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Cayrol, P., 1997. Couplage d'un modèle de fonctionnement de la végétation et d'un modèle de flux thermohydriques à l'interface sol/végétation/atmosphère. Assimilations de données dans l'IRT. Rapport de DEA physique et chimie de l'environnement (INP. UPS).

Lo Seen, D., Chehbouni, A., Njoku, E., Saatchi, S., Mougouin, E., Monteny, B. An approach to couple vegetation functioning and soil-vegetation-atmosphere-transfer models for semiarid

grasslands during the HAPEX-Sahel experiment. *Agricultural and Forest Meteorology* 83 (1997) 49-74.

Kergoat, L., X. Le Roux, H. Gauthier and G. Dedieu, 1995. Assimilation of time series of satellite measurements in a vegetation model: application to a humid savannah site. *Proceedings of the Photosynthesis and Remote Sensing*, 20-30 August 1995, Montpellier, France.

Monteny, B., 1993. HAPEX-SAHEL 1992, campagne de mesures Supersite Central Est. Rapport de l'ORSTOM.

Moulin, S., 1995. Assimilation d'observations satellitaires courtes longueurs d'onde dans un modèle de fonctionnement de culture. Thèse de l'Université Paul Sabatier de Toulouse.