

Utilisation des images FORMOSAT-2 à hautes résolutions spatiale et temporelle pour le suivi des prairies irriguées dans la région de La Crau Camargue au SE de la France

HADRIA Rachid§, COURAULT Dominique§, DESFONDS Véronique§, BSAIBES Aline§, OLIOSO Albert§, DUCHEMIN Benoit§§

§ UMR 1114 INRA-UAPV EMMAH, Domaine St Paul, 84914 Avignon, France

§§ CESBIO BPI 811, 18 avenue E.Belin, 31401 Toulouse Cedex 9, France

rachid.hadria@avignon.inra.fr

Mots clés : Images FORMOSAT-2, prairies irriguées, pratiques agricoles, détection des dates de coupes, suivi des paysages, Crau Camargue

Introduction

Le suivi des paysages est devenu un sujet d'actualité au sein de la communauté scientifique qui s'intéresse de plus en plus au maintien de la diversité des écosystèmes agricoles. Ce suivi est important dans différents domaines de la recherche. Il sert par exemple pour calculer la quantité de matière (eau, CO₂, nitrates,...) échangée entre le système sol-végétation d'une part et la nappe phréatique et l'atmosphère d'une autre part. Il permet également de comprendre la part de la contribution humaine dans les changements globaux à travers les modifications des pratiques agricoles ou les interventions sur les éléments qui constituent le paysage (abondance et/ou adoption de certains types de cultures au détriment d'autres types par exemple).

La région méditerranéenne est particulièrement sensible à ces modifications de pratiques et de surface, avec des effets d'autant plus marqués qu'elle est soumise à des aléas climatiques parfois extrêmes. La présence de longues périodes de sécheresse à des périodes clés pour le développement de certaines cultures amène naturellement à augmenter les irrigations, qui vont avoir une influence sur la température de l'air régionale et par suite sur la production. L'étude de ces rétroactions culture-climat pose encore beaucoup d'interrogations à fine et à grande échelle. Une expérimentation a été conduite en 2006 sur la région de la Crau Camargue au sud est de la France afin de quantifier l'impact des pratiques culturales sur les variations microclimatiques et les flux de surfaces (Courault et al., 2008). Une série d'images FORMOSAT-2 à hautes résolution spatiale (8m) et temporelle (potentiellement une image/jour) a été acquise entre mars et octobre 2006 dans la même zone. Cette région a été choisie en raison de la grande diversité de cultures rencontrées et des forts contrastes hydriques et thermiques y régnant. Les prairies irriguées qui sont des surfaces dominantes dans la région de la Crau, ont une valeur économique très forte puisqu'elles fournissent un foin de qualité (labélisé AOC) et exporté partout à travers le monde (<http://www.foindecrau.com>)

L'objectif de cette étude est de présenter une méthode permettant le suivi des prairies irriguées à partir des images FORMOSAT-2. Nous nous sommes intéressés à la détection et à la spatialisation des pratiques culturales en particulier la détection des dates de coupes qui varient beaucoup à l'échelle de la petite région et impactent sur les flux transmis à l'atmosphère. Sachant que la gestion de l'irrigation dépend aussi des dates des coupes, la prise en compte d'une telle variabilité est nécessaire dans les modules d'estimation de production et du bilan hydrique. La méthode et les résultats obtenus sont présentés dans ce papier, les applications sont ensuite discutées en conclusion.

Site d'étude et données

La région de la Crau Camargue est située au Sud Est de la France (2.3E 45.89N 4E 47.69N, figure 1). Elle est caractérisée par différents types de cultures (principalement: prairies, blé, riz et vergers). Sur les 52000 ha de Crau, 12000 ha sont des prairies essentiellement irriguées en gravitaire. Le tour d'eau varie entre 11 et 22 jours et la submersion des parcelles est progressive et dure plusieurs heures voir quelques jours en fonction de leurs tailles. Les volumes d'eau apportés sont de l'ordre de 15000 à 20000 m³/ha/an. Presque 80% de ces volumes contribuent à la recharge de la nappe. Les prairies sont coupées généralement trois fois par an entre mai et septembre et les producteurs s'engagent à répondre à un cahier de charges qui exige un certain niveau de qualité du foin produit.

Entre mars et octobre 2006, 36 images FORMOSAT-2 non affectées par les nuages ont été acquises tous les 3 ou 4 jours sur la zone d'étude. FORMOSAT-2 (<http://www.spotimage.fr/web/944-images-formosat-2.php>) est un satellite taïwanais lancé depuis mai 2004. Il permet l'acquisition d'images à une haute résolution spatiale de 8m et dans les quatre bandes spectrales suivantes: Bleu, vert, rouge et proche infrarouge. L'avantage de ce capteur réside dans le fait qu'il permet d'observer une même région de 24km avec un angle de vue constant et avec un pas de temps journalier. Ces caractéristiques font un produit idéal pour le suivi des prairies irriguées. Les images acquises en 2006 ont été traitées, géo référencées et corrigées des effets atmosphériques par l'équipe du CNES-CESBIO à Toulouse en utilisant les méthodes décrites par Baillarin et al. (2004) et Hagolle et al. (2008).

En complément des données de télédétection, des enquêtes terrain ont été effectuées auprès des agriculteurs. Ces enquêtes nous ont permis de comprendre le système de gestion des prairies et de confronter les informations déduites des images satellites à celles données par les agriculteurs. Ces informations sont principalement liées aux dates de coupes et à l'irrigation.

Spatialisation des dates de coupes

L'analyse du profil temporel de l'indice de végétation NDVI d'une parcelle de prairie montre l'apparition de trois périodes maximums et de trois pics minimums entre mars et octobre. D'après les enquêtes terrain, chaque période maximum correspond à un indice foliaire maximal de la prairie et le minimum correspond à la date du ramassage du foin. Ces informations nous ont permis de développer une méthode de détermination automatique de date de coupes. Cette date correspond au jour où le NDVI atteint sa valeur minimale moins 6 jours. La recherche automatique du minimum doit être ensuite suivie d'une croissance rapide sur une période d'au moins 12 jours. Cette méthode a été testée sur les parcelles enquêtées et sur lesquelles on dispose des dates réelles de coupes. Sur la figure 2a, on compare les dates réelles de la première coupe et celles estimées par notre méthode. On constate que la méthode est assez précise pour inverser les dates de coupes à partir de données de télédétection. Le RMSE est de l'ordre de 2.36 jours, valeur presque égale à la fréquence de disponibilité des images. Nous avons observé la même qualité de résultats pour la deuxième et la troisième coupe.

La méthode ainsi développée a été appliquée ensuite à toute la zone d'étude pour spatialiser les dates des coupes. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 2b. On constate une variabilité importante de la date de coupe qui s'étale sur un mois environ. Nous avons ensuite utilisé ces informations comme entrées du modèle de culture STCIS (Brison et al, 2004) pour estimer la production des prairies à l'échelle de la zone étudiée. Sachant que la gestion de l'irrigation dépend aussi des dates des coupes, la prise en compte d'une telle variabilité est nécessaire dans les modèles d'estimation de production et du bilan hydrique.

Conclusions et perspectives

Cette étude a consisté à utiliser les images FORMOSAT-2 pour le suivi des prairies irriguées dans la région de la Crau Camargue. Ce travail a montré l'intérêt de ce type d'images pour un tel suivi. Une méthode de détection des dates des coupes a été développée et testée à partir des informations connectées chez les agriculteurs. Après sa validation, la méthode a été utilisée pour spatialiser les dates des coupes sur toute la zone d'étude.

Les résultats présentés dans ce résumé sont assez encourageants pour être complétés et utilisés pour estimer la production, le bilan hydrique et les effets de l'irrigation sur la recharge de la nappe.

Bibliographie

- BAILLARIN, S.; GLEYZES, J.P.; LATRY, C.; BOUILLON, A.; BRETON, E.; CUNIN, L.; VESCO, C.; DELVIT, J.M., 2004, Validation of an automatic image orthorectification processing. IGARSS's proceedings, 20-24 Sept., 2004, **2**, 1398- 1401, ISBN: 0-7803-8742-2.
- BRISSON, N., 2004, Crop model STICS (Simulatuer mulTIdisciplinaire pour les Cultures Standard). *Agronomie*, **24**, 295-444.
- COURAULT, D., BSAIBES, A., KPEMLIE, E., HADRIA, R., HAGOLLE, O., MARLOIE, O., HANOCQ, J-F, OLIOSO,A., BERTRAND, N. DESFONDS, V., 2008, Assessing the Potentialities of FORMOSAT-2 Data for Water and Crop Monitoring at Small Regional Scale in South-Eastern France. *Sensors*, **8**, 3460-3481.
- HAGOLLE, O.; DEDIEU, G.; MOUGENOT, B.; DEBAEKER, V.; DUCHEMIN, B.; MEYGRET, 2008, A. Correction of aerosol effects on multitemporal images acquired with constant viewing angles: Application to Formosat-2 images. *Remote Sens. Environ*, **4** (112), 1689-1701.

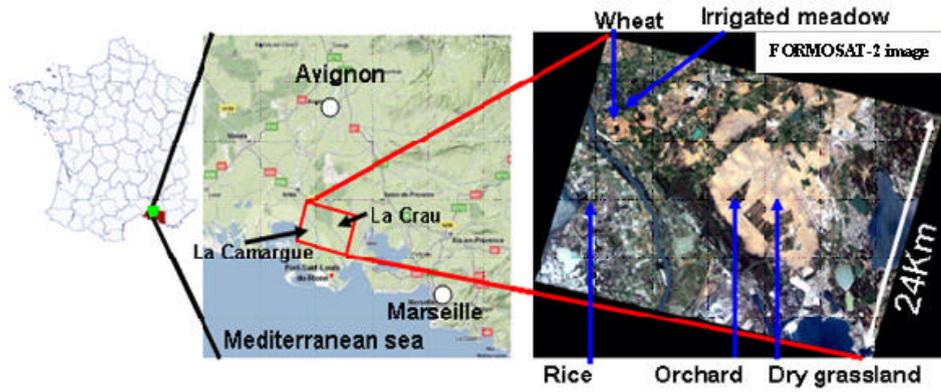


Figure 1. Localisation géographique de la région de la Crau Camargue et un exemple d'image FORMOSAT-2 illustrant la biodiversité de cette région.

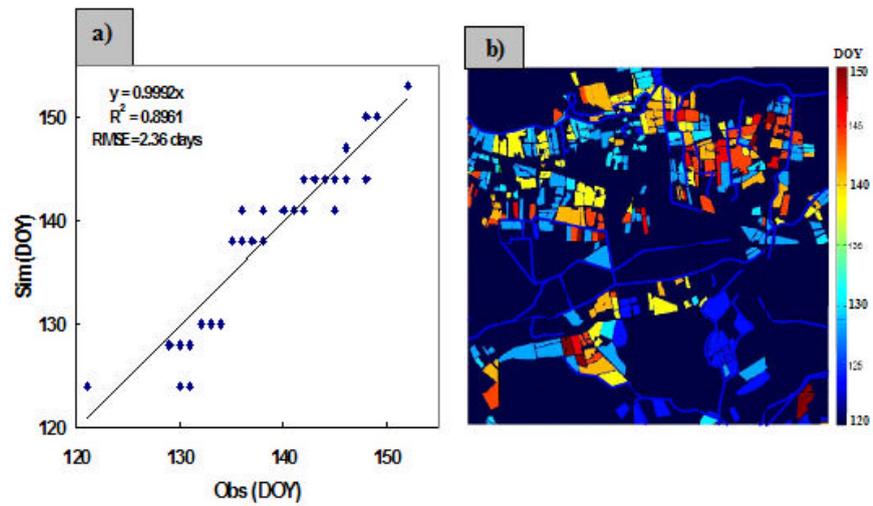


Figure 2a. Comparaison entre les dates de la première coupe observées (Obs) et celles calculées (Sim) à partir des images FORMOSAT-2 pour les parcelles enquêtées. DOY représente le numéro du jour à partir de 01/01/2006.

Figure 2b. Spatialisation des dates de la première coupe des prairies irriguées. Le trait bleu indique le réseau d'irrigation.