

Utilisation combinée des données de télédétection optique et radar pour le suivi de l'agriculture irriguée en milieu semi aride : cas de la plaine du Haouz au Maroc

HADRIA R.§,§§, DUCHEMIN B.§§ , BAUP F§§, Le TOAN T.§§,
BOUVET A.§§, KHABBA S.§, DEDIEU G.§§ , LE PAGE M.§§

§ Faculté des Sciences Semlalia, Avenue Prince My Abdellah, BP 2390, Marrakech, Maroc.

§§ Centre d'Etudes Spatiales de la Biosphère, 18 Avenue Edouard Belin, bpi 2801, 31401 Toulouse, France.

* Corresponding author: r.hadria@gmail.com

Mots-clés : télédétection optique et radar, pratiques culturales, cultures de blé, semi aride

Introduction

Ce travail consiste à étudier l'intérêt de combiner les images optiques et radar à hautes résolutions spatiale et temporelle pour le suivi de la culture de blé dans la région semi aride de la plaine du Haouz au centre du Maroc. Les images utilisées sont les images FORMOSAT-2 (<http://www.spotimage.fr/web/944-images-formosat-2.php>) et les images ENVISAT/ASAR (<http://envisat.esa.int/>). On explore ici deux axes de recherches : (1) le suivi de l'évolution de couverts végétaux, en particulier de cultures de blé irrigué, et (2) la détection de pratiques agricoles en début de saison agricole. Des enquêtes de terrain ont été menées en complément des séries d'images acquises durant la saison agricole 2005-2006.

Site d'étude / donnés terrain et de télédétection

La zone d'étude est située dans la plaine semi aride du Haouz de Marrakech au centre du Maroc. Cette zone a été intensivement suivie depuis 2003 dans le cadre du projet Franco-Marocain Sudmed (http://www.cesbio.ups-tlse.fr/fr/med_mex.html). Les données collectées relatives à cette étude sont liées à l'occupation du sol, à la dynamique de la végétation (indice foliaire et biomasse), et aux pratiques culturales (labours, semis, irrigation).

Entre novembre 2005 et mai 2006, 25 images FORMOSAT non affectées par les nuages ont été acquises avec un pas de temps nominal de 4 jours (Duchemin et al. 2008). Durant la même période, 15 images ASAR ont été acquises dans la configuration *alternative polarisation* (HH et VV), en orbite ascendant et avec des incidences de 35° à 45°.

Les images FORMOSAT ont été d'abord géo référencées avec un algorithme d'autocorrelation et des points de contrôle collectés au sol par GPS. Les corrections des effets atmosphériques ont été réalisées par la méthode SMAC développée par Rahman et Dedieu (1994). Ces traitements sont détaillés par Hagolle et al. (2008). Pour les images ASAR, la calibration radiométrique a été effectuée suivant la procédure spécifiée par l'agence spatiale européenne. Elles ont été ensuite co-géo référencées sur les images FORMOSAT par correction image-image. Un filtre spatio-temporel a été finalement appliqué aux images pour réduire les effets de speckle.

Dans un premier temps, toutes les images ont été utilisées pour étudier la variation du signal en fonction du temps et en fonction du type du couvert végétal. Dans un second temps, les 5 images, trois images FORMOSAT et deux images ASAR acquises au début de la saison entre le 8 et le 16 décembre 2005, ont été utilisées pour développer un algorithme de détection de

changements de l'état des surfaces et interpréter ces changements en termes d'opérations agricoles (labour, irrigation).

Résultats et discussions

Variation temporelle du NDVI et de $S^0_{HH/VV}$

L'indice de végétation (NDVI) calculé à partir des données optiques et le coefficient de dépolarisation ($S^0_{HH/VV}$) calculé à partir des données ASAR ont été comparés pour trois types de couverts végétaux: olivier, jachère et blé (figure 1). On constate que les deux indices suivent les mêmes évolutions temporelles sur les trois types de couverts :

- Pour l'olivier, $\sigma^0_{HH/VV}$ et le NDVI restent quasiment stable autour de -1db et 0.35, car l'état du couvert ne varie pas significativement en 6 mois.

- Pour la parcelle de jachère, les valeurs $\sigma^0_{HH/VV}$ et du NDVI sont de l'ordre de -2db et 0.20 respectivement, valeurs sont caractéristiques du sol nu. A partir de la fin de janvier, les deux indices augment pour atteindre leur valeurs maximales en début du mois d'avril (DO2Y=460) avant de commencer à diminuer avec la sénescence de la jachère.

Les plus fortes variations de $\sigma^0_{HH/VV}$ et du NDVI sont observées pour le blé. Les deux indices décrivent clairement le cycle de la culture du blé et les différents stades de développement peuvent être facilement identifiés. Dans cette communication, on présentera les avantages respectifs de chacun des capteurs pour évaluer des variables relatives à l'état de développement du couvert végétal (indice foliaire et biomasse).

Détection des pratiques culturales

L'analyse de la variation d'une date à l'autre du coefficient de rétrodiffusion σ^0_{VV} et de la réflectance dans le proche infrarouge nous a permis de développer un algorithme simple de détection des pratiques culturales au début de la saison du blé. La méthode est basée sur un arbre de décision qui permet de détecter le changement de l'état de surface d'une parcelle et d'identifier sa nature en fonction de son état initial à la date d'acquisition de la première image. Les informations collectées sur le terrain ont été utilisées pour développer et tester la méthode sur un nombre réduit de parcelles avant de l'appliquer à toute la zone d'étude. Les détails de la méthode seront présentés dans la communication. La figure 2 illustre le résultat final de la méthode. L'algorithme développé permet d'exploiter la sensibilité du coefficient de rétrodiffusion radar et de la réflectance à la rugosité et à l'humidité de surface pour identifier les opérations agricoles (labour et irrigation) pratiquées entre l'acquisition de 2 images successives.

Conclusion

La connaissance de l'occupation du sol et la détection des pratiques culturales à grande échelle dès le début de la saison agricole sont d'une grande importance. Elle permet d'avoir une idée a priori sur l'occupation du sol comme elle peut servir aux décideurs agricoles pour mieux gérer la ressource en eau. Elle peut servir également pour alimenter les modèles qui simulent la dynamique de la végétation ou pour étudier les effets de telles pratiques culturales (ex semis précoce ou tardif, labour conventionnel ou réduit). Dans ce contexte, cette étude met en évidence l'importance du couplage des données optiques et radar en agronomie.

Bibliographie

DUCHEMIN B., HAGOLLE O., MOUGENOT B., SIMONNEAUX V., BENHADJ I., HADRIA R., et al. , 2007. "Agrometeorological study of semi-arid areas: an experiment for analysing the potential of FORMOSAT-2 time series of images in the Marrakech plain". International Journal of Remote Sensing, in press (DOI 10.1080/01431160802036482).

HAGOLLE O., DEDIEU G., MOUGENOT B., DEBAECKER V., DUCHEMIN B., MEYGRET A., 2008. Correction of aerosol effects on multi-temporal images acquired with constant viewing angles: application to Formosat-2 images. *Remote Sensing of Environment*, **112**, 1689-1701.

RAHMAN, H., DEDIEU G., 1994, SMAC: a simplified method for the atmospheric correction of satellite measurements in the solar spectrum. *International Journal of Remote Sensing*, **15**, 123-143.

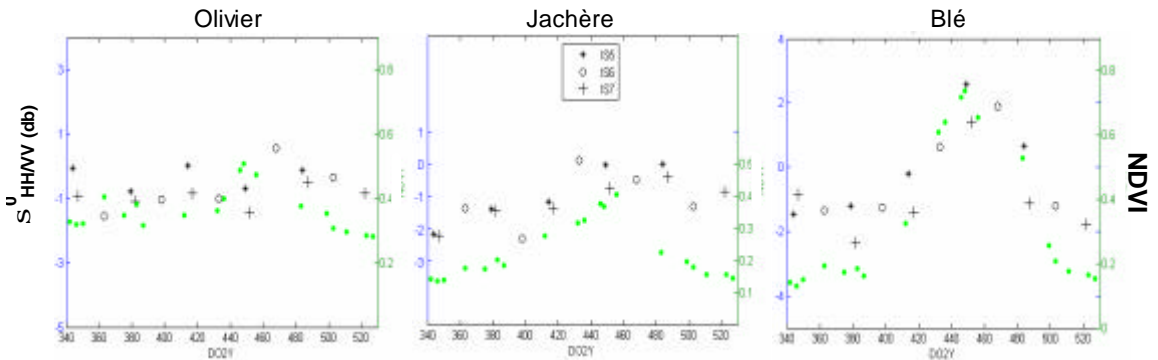


Figure 1. Courbes d'évolution du coefficient de dépolarisation ($S^0_{HH/VV}$) et du NDVI pour 3 types de couverts végétaux : olivier, jachère et blé. Les symboles noirs correspondent à la mesure ASAR (étoiles, cercles et croix pour les incidences IS5, IS6 et IS7, respectivement). Les points verts représentent le NDVI. DO2Y indique le numéro du jour à partir du 1/1/05.

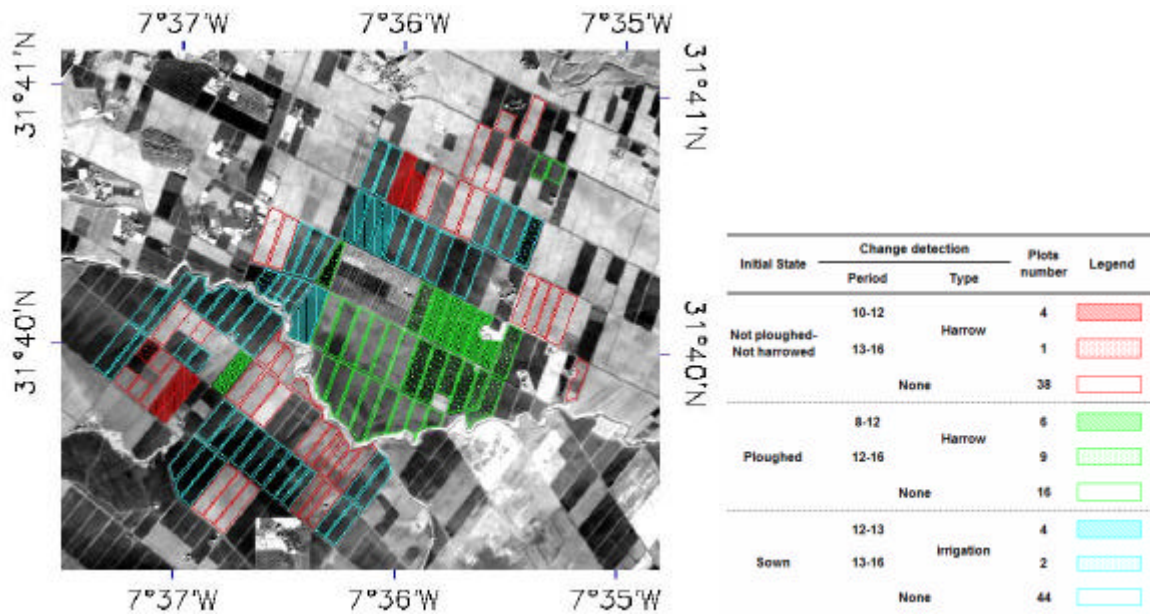


Figure 2. Carte des pratiques culturales et des opérations agricoles établie à partir des données FORMOSAT et ASAR. En rouge, les parcelles non travaillées avant le 10 décembre, en vert les parcelles déjà travaillées, et en bleu, les parcelles déjà semées. Les zones hachurées correspondent aux parcelles qui subissent un traitement (labour, irrigation) entre le 8 et le 16 décembre. La nature et la période de traitement sont précisées dans la légende.