



SOMMAIRE

Le rôle des technologies spatiales pour l'étude et le suivi des changements climatiques

D. EL HADANI, A. ERRAJI, N. BIJABER

Suivi mensuel de la sécheresse au Maroc par techniques basées sur l'Indice Composite

N. BIJABER, D. ELHADANI, M. SAIDI, M. D. SVOBOBA, C. C. POULSEN, C. R. HAIN, B. D. WARDLOW, M. YESSEF

Wavelet based Enhanced Spatial and Temporal Adaptive Reflectance Fusion Model

A. IBNELHOBYB, A. MOUAK, A. ER-RAJI, A. RADGUI, A. TAMTAOUI, D. EL HADANI, M. MERDAS, F. SMIEJ

Apport de la télédétection au suivi de l'occupation illégale de la forêt classée du Bandaman Blanc dans le centre ivoirien

K. S. KOUASSI, Z. A. TRA BI, K. J. KOUASSI

Etude de la fracturation du réservoir liasique des causses moyen-atlasiques (Maroc) par imagerie satellitaire SPOT HRV HRG et HRVIR

K. QARQORI, M. ROUAI,

Apports de la restitution photogrammétrique pour la mise à jour en cartographie géologique : applications à la ride du Jbel Trhat, Fès (N. Maroc)

H. TABYAOUI, B. DEFFONTAINES, F. EL HAMMICH, S. MAGALHAES & A. CHAOUNI

Evolution morpho-sédimentaire de la plage de Port-Bouët entre 2014 et 2016 (Côte d'Ivoire)

J. A. TIEMELE, E. V. DJAGOUA, B. A. MOBIO, J. M. KOUADIO, J. B. KASSI, A. K. KOUAME, C. Z. DRO ET K. AFFIAN



Le rôle des technologies spatiales pour l'étude et le suivi des changements climatiques

D. EL HADANI⁽¹⁾, A. ERRAJI⁽¹⁾, N. BIJABER⁽¹⁾

⁽¹⁾ Centre Royal de Télédétection Spatiale, Maroc

RÉSUMÉ

La télédétection spatiale a réalisé des avancées majeures en fournissant des informations indispensables, pour étudier et qualifier les processus et les états spatio-temporels de l'atmosphère, des terres et des océans et comprendre en conséquence le système climatique et de ses changements. Dans cette revue, nous faisons état de quelques découvertes importantes sur le système climatique qui n'ont été détectées que grâce aux observations satellite; telle que l'élévation du niveau de la mer. Nous relaterons également la liste de toutes les Variables Climatiques Essentielles qui sont dérivées des données satellite ainsi que les sources disponibles à l'échelle globale pour accéder à ces données. Cependant, des gaps existent encore entre les exigences de la communauté climatique et les possibilités offertes par les systèmes spatiaux comme la courte durée des observations spatiales, ou la problématique de la continuité de certains programmes satellite qui sont initiés dans le cadre de programmes de recherche de démonstration technologique. Pour permettre aux pouvoirs publics et à la communauté scientifique de comprendre l'impact des changements climatiques sur les ressources naturelles du Maroc, le CRTS a développé des plateformes de traitement des données satellite pour fournir des indicateurs d'aide à la décision basée sur les données satellite. Cet article présente les résultats de deux études sur l'impact des changements climatiques sur les ressources en eau et pour le suivi de la sécheresse durant la campagne agricole.

ABSTRACT

Space remote sensing has made major advances in providing essential information to study and qualify the processes and spatio-temporal states of the atmosphere, land and oceans and to understand the climate system and its changes accordingly. In this review we report some important findings on the climate system that has been detected only through satellite observations; Such as sea level rise. We will also list all the Essential Climate Variables that are derived from the satellite data as well as the available global scale sources for accessing these data. However, gaps still exist between the demands of the climate community and the possibilities offered by space systems, such as the short duration of space observations or the problem of the continuity of certain satellite programs that are initiated under research programs and technological demonstration. To enable public authorities and the scientific community to understand the impact of climate change on Morocco's natural resources, the CRTS has developed satellite data processing platforms to provide Satellite-data-based decision support indicators satellite. This article presents the results of two studies on the impact of climate change on water resources and on drought monitoring during the crop year.



Suivi mensuel de la sécheresse au Maroc par techniques basées sur l'indice Composite

**N. Bijaber⁽¹⁾, D. Elhadani⁽¹⁾, M. Saidi⁽¹⁾, M. D. Svoboda⁽²⁾, C. C. Poulsen⁽²⁾,
C. R. Hain⁽³⁾, B. D. Wardlow⁽⁴⁾,
M. Yessef⁽⁵⁾**

⁽¹⁾ Centre Royal de Télédétection Spatiale, Rabat, Maroc

⁽²⁾ National Drought Mitigation Center, University of Nebraska-Lincoln, USA

⁽³⁾ Earth System Science Interdisciplinary Center, University of Maryland, USA

⁽⁴⁾ Center for Advanced Land Management Information Technologies, School of Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln, USA

⁽⁵⁾ Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc

ABSTRACT

The objective of the present study is to develop a comprehensive method for drought monitoring based on remote sensing techniques. The main input parameters are derived monthly from satellite data at national scale to generate a composite drought index presenting different severity classes of drought. The input parameters are: Standardized Precipitation Index (SPI) calculated from satellite based precipitation data since 1981 (CHIRPS), anomalies in the day_night difference of Land Surface Temperature (LSTa) as a proxy for soil moisture, Normalized Difference Vegetation Index anomalies (NDVIa) from MODIS data and Evapotranspiration anomalies (ETa) obtained from modeling. The composite drought index maps are generated during the growing seasons at national scale since 2003. These maps have been validated by comparison to the historical on the ground precipitation data at national scale and to the historical crop production data across different provinces available since 2000 on one hand, and through investigations with 'key' evaluators concerned by drought monitoring and management to assess the CDI maps on the other hand.

Keywords: drought monitoring, remote sensing, composite index, CDI.

RÉSUMÉ

La présente étude a pour objectif de développer une méthodologie de suivi de la sécheresse basée sur les techniques de télédétection spatiale. Les principaux paramètres et indices utilisés sont dérivés mensuellement des données satellite à l'échelle nationale pour générer un indice composite présentant différentes classes de sévérité de la sécheresse. Les paramètres utilisés sont : l'indice standardisé des précipitations (SPI) calculé à partir des données satellite CHIRPS depuis 1981, anomalies de la différence de températures de surface de la terre du jour et de nuit fournissant des informations sur l'humidité du sol, anomalies de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVIa) à partir des données MODIS et anomalies de l'évapotranspiration (ETa) obtenues par modélisation. Les cartes de l'indice composite de sécheresse sont générées à l'échelle nationale durant les campagnes agricoles depuis 2003. Ces cartes ont été validées par confrontation aux données historiques des précipitations et aux données historiques relatives aux productions agricoles disponibles depuis 2000 d'une part et à travers des enquêtes auprès des utilisateurs concernés par la gestion de cette problématique de sécheresse d'autre part.

Mots clés : suivi de la sécheresse, télédétection, indice composite, CDI.



Wavelet based Enhanced Spatial and Temporal Adaptive Reflectance Fusion Model

A. IBNELHOBYB⁽¹⁾, A. MOUAK⁽¹⁾, A. ER-RAJI⁽²⁾, A. RADGUI⁽¹⁾, A. TAMTAOUI⁽¹⁾, D. EL HADANI⁽²⁾, M. MERDAS⁽²⁾, F. SMIEJ⁽²⁾

⁽¹⁾Institut National des Postes et Télécommunication, Rabat, Maroc

⁽²⁾Centre Royal de Télédétection Spatiale, Rabat, Maroc

ABSTRACT

Spatiotemporal satellite image fusion technics were proposed as a solution to overcome the limitation of available sensors to give satellite images with both high spatial and high temporal resolution. Satellite images obtained by these sensors are limited by their revisit cycle like the Landsat images with a revisit cycle of 16 days even if they have a high spatial resolution attending 30m.

Other satellite images have a high temporal resolution of 1 day like the Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) but they are limited by their spatial resolution attending 1km. This paper presents a new fusion model based on wavelet transform and the existing Enhanced Spatial and Temporal Adaptive Reflectance Fusion Model. Unlike the ESTARFM, the Wavelet based ESTARFM (WESTARFM) decomposes the images into approximation and details parts using the wavelet transform and perform the prediction on each component separately.

High frequency components are estimated using only high frequency components of input Landsat images. While low frequency components are estimated using MODIS images and low frequency components of input Landsat images. This method requires two pairs of Landsat and MODIS data from previous dates and a MODIS data from prediction time.

The WSAD-FM method used the same concept of wavelet transform with the STARFM method. In order to evaluate the proposed method, we have applied the WESTARFM on NDVI in a study site in an irrigated zone in the region of TADLA in MOROCCO and compare it with ESTARFM and WSAD-FM methods. Results have shown that our method gives more accurate results with an RMSE attending 0.05, AAD of 0.02 and a R^2 of 0.64.

RÉSUMÉ

Les techniques de fusion Spatiotemporelle ont été proposées comme solution de la limitation des capteurs de l'observation de la terre à donner des images satellitaires à haute résolution spatiale et haute résolution temporelle. Les images satellites obtenues par ces capteurs sont limitées par leur résolution temporelle comme les images Landsat qui ne sont obtenues que chaque 16 jour.

Autres images satellitaires ont une résolution temporelle importante de 1 jour comme les images Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), mais elles sont limitées par leur résolution spatiale qui atteint 1 km. Ce papier présente un nouveau modèle de fusion basé sur la transformée en ondelettes et sur la méthode Enhanced Spatial and Temporal Adaptive Reflectance Fusion Model (ESTARFM). Différemment de la méthode ESTARFM, la méthode proposée WESTARFM, décompose l'image en haute fréquence et basse fréquence en utilisant la transformée en ondelettes.

Ces composantes sont par la suite, utilisées séparément pour la prédiction. La composante haute fréquence de l'image prédite est estimée en utilisant seulement la composante haute fréquence de l'image Landsat. Tandis que la composante basse fréquence de l'image prédite est estimée en utilisant les images MODIS et la composante basse fréquence de l'image Landsat.

Cette méthode a besoin de deux paires des images Landsat et MODIS et une image MODIS de temps de prédiction. Une autre méthode, WSAD-FM, a été proposé est se base sur le même concept de notre méthode proposé mais utilise la transformée en ondelette avec la méthode STARFM. Afin d'évaluer notre méthode on l'a appliquée sur les images NDVI. On a choisi comme site d'étude un périmètre irrigué de la région de Tadla au MAROC. On a comparé notre méthode avec la méthode ESTARFM et la méthode WSAD-FM. Les résultats obtenus ont montrés que notre méthode est plus performante avec RMSE qui atteint 0.05, AAD de 0,02 et R^2 de 0,64.

Apport de la télédétection au suivi de l'occupation illégale de la forêt classée du Bandaman Blanc dans le centre ivoirien**K. S. KOUASSI⁽¹⁾, Z. A. TRABI⁽¹⁾, K. J. KOUASSI⁽¹⁾**⁽¹⁾Département de Géographie de l'Université Alassane Ouattara (UAO), Côte d'Ivoire**ABSTRACT**

The classified forests are a part of the permanent forest domain of the State. So, the regulations allow only rights of user for the waterside populations. The human installations are defended and punished by the current texts. And nevertheless, all the forests classified in Ivory Coast are illegally occupied to the seen and known of the State in particular administrators. The present study which wants to study the governance of these defended spaces is inspired by the case of the forest classified of Bandama Blanc, created in 1954 and which extends at present over a surface of 28.500 ha. To reach this goal, satellite image processing Landsat of 1991, 2003 and 2015 was realized to analyze the spatiotemporal dynamics of the land use of the classified forest. The results show that if during almost forty years, the forest of Bandama Blanc was the object of a human occupation localized representing 10,39 % of its area, it knew, in the interval of a generation, an acceleration of the change characterized by a generalized human opening estimated about 40 % of the total surface of this permanent domain of the State. And, the long-lasting agriculture represented by the anacarde constitutes the main human pressure there.

Keywords: Ivory Coast, classified forest, forest code, illegal occupation, remote sensing.

RÉSUMÉ

Les forêts classées font partie du domaine forestier permanent de l'Etat. Ainsi, la réglementation n'y permet que des droits d'usage aux populations riveraines. Les installations humaines y sont défendues et sanctionnées par les textes en vigueur. Et pourtant, toutes les forêts classées de Côte d'Ivoire sont occupées de façon illégale au vu et au su de l'Etat notamment des gestionnaires. La présente étude qui veut étudier la gouvernance de ces espaces mis en défens s'inspire du cas de la forêt classée du Bandama Blanc, créée en 1954 et qui s'étend actuellement sur une surface de 28.500 ha. Pour atteindre cet objectif, des traitements d'images satellites Landsat de 1991, 2003 et 2015 ont été réalisés pour analyser la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol de la forêt classée. Les résultats montrent que si pendant près de quarante ans, la forêt du Bandama blanc a fait l'objet d'une occupation humaine maîtrisée représentant 10,39% de son étendue, elle a connu, en l'intervalle d'une génération, une accélération du changement caractérisée par une ouverture humaine désormais généralisée estimée à près de 40% de la surface totale de ce domaine permanent de l'Etat. Et, l'agriculture pérenne représentée par l'anacarde y constitue la principale pression humaine.

Mots-clés : Côte d'Ivoire, forêt classée, code forestier, occupation illégale, télédétection.



Etude de la fracturation du réservoir liasique des causses moyen-atlasiques (Maroc) par imagerie satellitaire SPOT HRV HRG et HRVIR

K. QARQORI⁽¹⁾, M. ROUAI⁽¹⁾,

(1) Département de Géologie, Faculté des Sciences de Meknès, Université My Ismail, Maroc

ABSTRACT

In fractured systems such as liassic reservoir of Middle Atlas causses, geological fracturing plays significant role in feeding patterns and water flow. The knowledge of the geometry of fractures is essential for a better understanding and use of groundwater resources. The use of remote sensing techniques helped us to have the up-to-date information and to easily cover large surfaces of Tabular Middle Atlas reservoir. We used HVR, HVIR multi-spectral and HGR panchromatic SPOT images; several techniques like enhancement and "Sobel" directional filtering have been applied in order to extract a new fracturing map, which was validated by a cross-analysis with various cartographic inventories of the study area. The statistical and 2D spatial analysis of the resulting data, based on the fractures azimuth and frequencies, showed heterogeneous and high clustering fracturing in some areas, with dominant NE-SW and NW-SE directions.

RÉSUMÉ

Dans les systèmes fracturés tels que le réservoir liasique des causses moyen-atlasiques (CMA), la fracturation joue un rôle important dans le mode d'alimentation et de circulation des eaux. La connaissance de la géométrie des fractures est essentielle pour une meilleure utilisation des ressources en eau. L'utilisation de la télédétection spatiale nous a permis d'avoir des informations actualisées et de couvrir des grandes surfaces des CMA. Nous avons utilisé des images SPOT en modes multispectrales HRV, HRVIR et panchromatique HRG ; plusieurs techniques comme le rehaussement et le filtrage directionnel de « Sobel » ont été appliquées afin d'extraire une nouvelle carte de la fracturation, qui a été validée par une analyse croisée avec différents inventaires cartographiques de la zone d'étude. L'analyse statistique et spatiale 2D des données obtenues basée sur la direction et la fréquence des fractures, a montré un amassement hétérogène de la fracturation prédominé par les directions NE-SW et NW-SE.



Apports de la restitution photogrammétrique pour la mise à jour en cartographie géologique : applications à la ride du Jbel Trhat, Fès (N. Maroc)

**H. TABYAOUI⁽¹⁾, B. DEFFONTAINES⁽²⁾, F. EL HAMMICHI⁽¹⁾,
S.MAGALHAES⁽³⁾ & A. CHAOUNI⁽⁴⁾**

⁽¹⁾ Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Faculté Polydisciplinaire de Taza, Maroc.

⁽²⁾ Université de Paris-Est Marne-La-Vallée, Laboratoire de Géomatique Appliquée (ENSG-IGN), Laboratoire International Associé ADEPT CNRS-NSC France.

⁽³⁾ AlphaGéOmega, Paris, France.

⁽⁴⁾ Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Faculté Sciences et Technique de Fès, Maroc.

ABSTRACT

Photogrammetric measurements are increasingly used in urban areas. They are intended primarily for developers of local authorities in order to analyze the existing landscape and predict changes in the territory in terms of development. These topographic measurements can also be used for other applications, especially for generating models of flows during floods, for the study of ground movements, to detect changes following an earthquake or for monitoring seacoasts. Digital terrain models (DTMs) of high resolution, from the photogrammetric restitution, also represents a new tool to refine the geological exploration models. They provide such a detailed and familiar image that can be quickly interpreted and validated with field data. In Fez region (northern Morocco), these models permitted to detect changes in the geological facies and to specify the structural directions and thereby updating the geological map of Fez-west at 1 / 100,000 scale.

Keys words_: *photogrammetric restitution, Geological Mapping, Structural mapping, geological risk, deformation front of the Rif.*

RÉSUMÉ

Les mesures photogrammétriques sont de plus en plus utilisées en milieu urbain. Elles sont essentiellement destinées aux aménageurs des collectivités territoriales dans le but d'analyser le tissu existant et de prévoir les évolutions du territoire en terme d'aménagement. Ces mesures topographiques peuvent aussi servir à d'autres applications, notamment pour engendrer des modèles d'écoulements lors de crues, pour l'étude de mouvements de terrain, pour la détection de changements suite à un tremblement de terre ou bien pour la surveillance des côtes. Les modèles numériques de terrain (MNT) de haute résolution, issues de la restitution photogrammétrique, représentent aussi un nouvel outil pour affiner les modèles géologiques d'exploration. Ils fournissent par exemple, une image détaillée et familière qui peut être rapidement interprétée et validée avec les données de terrain. Dans cette étude sur la région de Fès (N. Maroc), ces modèles ont permis de détecter les changements de facies géologiques, et préciser les directions structurales permettant ainsi mettre à jour la carte géologique de Fès-ouest à 1/100.000.

Mots clefs : *Restitution photogrammétrique, Cartographie Géologique, cartographie Structurale, Risques géologiques, Front de déformation du Rif, Fès, N. Maroc.*



Evolution morpho-sédimentaire de la plage de Port-Bouët entre 2014 et 2016 (Côte d'Ivoire)

J. A. TIEMELE⁽¹⁾, E. V. DJAGOUA⁽¹⁾, B. A. MOBIO⁽¹⁾, J. M. KOUADIO⁽¹⁾, J. B. KASSI⁽¹⁾, A. K. KOUAME⁽¹⁾, C. Z. DRO⁽¹⁾ ET K. AFFIAN⁽¹⁾

⁽¹⁾Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT), Université FHB de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire.

ABSTRACT

In order to face the series of storms occurred in recent years on the Ivorian coast, damaging environmental resources, socio-economic and human coastal zone, sediment budgets studies of a high spatial resolution applied on the vulnerable coasts, such as Port-Bouët was undertaken. Morphological monitoring of coasts through topographic surveys with a DGPS was conducted from December, 2014 to February 2016 allowed to develop Digital Elevation and Digital Surface Models. Digital processing of topographic data was performed used the spatial interpolation methods of natural neighborhood and Triangulation Irregular Network (TIN) using ARCGIS.10.2.2 software. Morphological variation and sediment budget recorded indicate a volume of accumulated sediments of +96875.27 cu.m between 29/12/2014 and 12/11/2015 against an eroded quantity of -9061 cu.m between 12/11/2015 and 27/2/2016.

Key words: *accumulation, erosion, DGPS, digital elevation and digital surface models, altitudinal variation and sediment budget.*

RÉSUMÉ

Afin de faire face aux séries de tempêtes survenues ces dernières années sur les côtes ivoiriennes, endommageant les ressources environnementales, socio-économiques et humaines de la zone côtière, des études de dynamique sédimentaire à haute résolution spatiale des côtes les plus vulnérables, notamment celles de Port-Bouët ont été entreprises. Le suivi morpho-sédimentaire de ces côtes, effectué entre Décembre 2014 et Février 2016, à travers des levés topographiques au GPS Différentiel (DGPS) a permis d'élaborer des modèles numériques d'altitudes et de surface de plage à haute résolution spatiale. Le traitement numérique des données topographiques a été effectué en utilisant les méthodes d'interpolation spatiale respectives du voisinage naturel et du Réseau Irrégulier de Triangulation (TIN) à l'aide du logiciel ARCGIS 10.2.2. Les évolutions morphologiques et sédimentaires enregistrées indiquent un volume de sédiments engraisé de +96875,27 m³ entre le 29/12/2014 et le 12/11/2015 contre une quantité érodée de -9061 m³ entre le 12/11/2015 et le 27/2/2016.

Mots clés : *Engraissement, érosion, DGPS, modèles numériques d'altitudes et de surface, évolutions morphologiques et sédimentaires*