



## SOMMAIRE

**Cartographie de l'évolution du tissu urbain et évaluation de l'impact de l'urbanisation sur les terres agricoles**

H. ANYS, M. AÏT BELAÏD, N. BIJABER et M. WAKRIM

**A model for thermal inertia estimation from NOAA satellites : application to the Iberian Peninsula and Morocco**

J.A. SOBRINO and M. H. EL KHARRAZ

**Etude géographique de Jebilet (Maroc), basée sur l'analyse des images satellites SPOT XS et le Modèle Numérique de Terrain**

R. FARAZDAQ, CL. LE CORRE et Y. QUETE

**Spectral characteristics of soils and soil conditions in agricultural lands of the Saïs plateau**

M. NAÏMI and P.C. ROBERT

**Analysis of Land Use and simulation of Soil Erosion with GIS for the Semi-Arid Region of Morocco**

F. CHEN, E. T. KANEMASU, F. RACHIDI and L.T. WEST

**Remotely sensed classification of Land Use/cover by integrating GIS for the Oued Laou Watershed, Morocco**

F. CHEN, F. RACHIDI, E. T. KANEMASU and L. T. WEST

**Relations entre la rétrodiffusion radar et certaines propriétés de surface du sol dans le Gharb**

M. NAÏMI, I. KERKEB et M. MERDAS

**Evaluation de l'indice de la qualité des sols en zones irriguées : cas des Doukkala**

M. RAHOUI, B. SOUDI, D. EL HADANI et M. BENZAKOUR



## **Cartographie de l'évolution du tissu urbain et évaluation de l'impact de l'urbanisation sur les terres agricoles**

**H. ANYS, M. AÏT BELAÏD et N. BIJABER**  
Centre Royal de Télédétection Spatiale, CRTS, Rabat, Maroc.  
**M. WAKRIM**  
Administration du Génie Rural, AGR, Rabat, Maroc.

### **RÉSUMÉ**

La présente étude a pour objectifs l'utilisation de la télédétection et des Systèmes d'Information Géographique (SIG) pour l'établissement des cartes d'évolution du bâti et la détermination de l'incidence de l'urbanisation sur les terres agricoles. Elle s'étale sur les trois dernières décennies 70, 80 et 90 et concerne trois villes pour lesquelles l'élaboration des Schémas Directeurs d'Aménagement Urbain (SDAU) est en cours : Béni-Mellal, Khémisset et Ksar El Kébir. La méthodologie adoptée est basée sur l'utilisation des images panchromatiques Spot pour les décennies 80 et 90 et les documents cartographiques disponibles pour la décennie 70. Une fois la photo-interprétation des images ainsi que la numérisation des documents cartographiques terminées, et grâce aux possibilités offertes par le SIG, des cartes d'occupation du sol et d'évolution du bâti ont été établies à l'échelle 1/50.000 pour chacune des trois zones ainsi que les inventaires statistiques sous forme de base de données permettant d'évaluer l'incidence de l'urbanisation sur les terres agricoles. Les résultats montrent que les trois zones d'étude ont connu une extension de leurs zones bâties allant de 160% à 340% entre les décennies 70 et 90. Ces extensions se sont opérées principalement au détriment des terres de culture en bour, des parcours et incultes, des plantations fruitières et des forêts. Ces résultats, tant cartographiques que statistiques, sont un bon outil d'aide à la décision dans le domaine de la protection des terres agricoles et de l'aménagement urbain et péri-urbain. En effet, ils offrent un diagnostic exhaustif de l'état des lieux pour chacune des dates considérées d'une part, et établissent les tendances évolutives dans le temps de chaque classe thématique considérée d'autre part. De plus, le coût de cette étude (180 dirhams par km<sup>2</sup>) ainsi que la durée de sa réalisation (8 mois) faciliteront à la méthodologie adoptée de compléter, voire se substituer, aux méthodes conventionnelles.

### **ABSTRACT**

The aims of this study is the establishment of urban evolution maps and the estimation of urbanization impact, during the last three decades (1970, 1980 and 1990), on agricultural areas using remote sensing and GIS technologies. Three cities, for which elaboration of urban planning director scheme (SDAU) is in progress, are concerned by this study : Béni Mellal, Khémisset and Ksar El Kébir. The methodology adopted consists in using panchromatic Spot images in order to survey the urban areas during 1980 and 1990 decades. Regarding the 1970 decade, the available topographic maps dated in this decade were used. Once the photo-interpretation of images and the digitizing of topographic maps were completed, and with the help of GIS capabilities, maps and statistics of land use and urban evolution for each region were established allowing the evaluation of urbanization impact on agricultural areas. The results show that the built areas of the three concerned cities had known an extension varying from 160% to 340% between 1970 and 1990 decades. These extensions were principally made to the detriment of non-irrigated agricultural land, rangeland, plantations and forest. These cartographic and statistic results are an efficient making decision tool regarding the protection of agricultural lands and the planning of urban and sub-urban areas. On one hand, they offer an exhaustive diagnosis of the areas states at each considered date. On the other hand they establish the temporal evolution tendency for each thematic class considered in the study. On top of that, the cost of the study (180 dirhams per Km<sup>2</sup>) and the time required for its realisation (8 months) will facilitate the use of the adopted methodology as a complement, or even a substitute, to the conventional methods.

**A model for thermal inertia estimation from NOAA satellites : Application to the Iberian Peninsula and Morocco****J. A. SOBRINO and M.H. EL KHARRAZ**

Global Change Unit, Department of Thermodynamics, University of Valencia, Spain.

**RÉSUMÉ**

Cet article présente un nouvel algorithme de calcul de l'inertie thermique de la surface à partir des données NOAA-AVHRR. Le principal avantage c'est qu'il utilise uniquement les données du satellite sans tenir compte de la valeur de l'émissivité effective de la surface et le contenu total en vapeur d'eau de l'atmosphère. L'algorithme a été testé avec un ensemble de données mesurées in situ prises sur une région du Niger dans le cadre de l'expérience HAPEX -Sahel. Les résultats indiquent que pour 90% des cas la différence absolue entre les températures de surface prédites et mesurées est inférieure à 2°K, avec une déviation standard de 1.5°K qui s'améliore à 1°K quand on prédit les températures de la surface maximale et minimale. L'algorithme prédit aussi leurs temps respectifs avec une déviation standard de moins de 30 min ce qui peut être utile pour prévoir le gel pendant les nuits de refroidissement radiatif. Finalement, une méthodologie a été développée et puis appliquée pour produire deux cartes d'inertie thermique sur la Péninsule Ibérique et une grande partie du Maroc. Les valeurs de l'inertie thermique obtenues sont conformes aux propriétés connues de ces zones.

**ABSTRACT**

This paper presents new algorithm to retrieve surface thermal inertia from NOAA-AVHRR data. The main advantage is that it only uses satellite data without need to know the value of the effective surface emissivity and total water vapor content of the atmosphere. The algorithm was tested with a set of in situ measurements taken over a region of Niger in the frame of the HAPEX- Sahel Experiment. The results indicate that for 90% of the cases the absolute difference between predicted and measured surface temperatures is lower than 2°K, with a standard deviation of 1.5°K that improves to 1°K when predicting the maximum and minimum surface temperatures. The algorithm also predicts their respective times with a standard deviation of less than 30 min, which might be useful to forecast frost during nights of radiative cooling. Finally, a methodology has been developed and then applied to generate two maps of thermal inertia over the Iberian Peninsula and the main part of Morocco. The thermal inertia values obtained are consistent with the known properties of these zones.



## **Etude géomorphologique de Jebilet (Maroc), basée sur l'analyse des images satellitales SPOT XS et le modèle numérique de terrain**

**R. FARAZDAQ, et Y. QUETE**  
Université de Rennes , CNRS, Rennes.  
**CL. LE CORRE**  
Université de Bretagne-sud, CNRS, Vannes.

### **RÉSUMÉ**

Cette étude est destinée à évaluer l'intérêt géomorphologique des Jebilet (Maroc Hercynien) en se basant sur des données satellitales SPOT XS associées à la topographie numérisée (MNT). Le massif des Jebilet est choisi comme exemple à cause de sa diversité lithologique et structurale. Nous présentons ici les résultats d'une étude cartographique, où diverses procédures d'améliorations d'image ont été utilisées (filtrages, compositions colorées standard, texture d'image, transformations, rugosité spectrale, classification, rapports de canaux, ...). On retient le résultat des indices Brilliance, Végétation et Couleur. Le Modèle Numérique de Terrain (MNT), réalisé par digitalisation de cartes topographiques au 1/50 000 a permis une nouvelle vue morphologique de la région des Jebilet. L'intégration du MNT aux données SPOT XS dérivées a permis de restituer la structure régionale des Jebilet, et de créer un modèle géomorphologique de la région.

### **ABSTRACT**

Multispectral SPOT data are associated with a Digital Elevation Model (DEM) in order to estimate the geomorphologic interest of faulted and folded domain (Jebilet, Morocco). We present results of the cartographic studies of Jebilet, based on full studies of SPOT XS and DEM data. Some standard image processing methods are used such as : contrast stretching, filtering, contours detection, colour composites, "Hue - Intensity - Saturation" (HIS) and "Brilliance - Vegetation - Colour" (BVC) transformations, image texture, spectral roughness, spectral families, canal ratio, ... We present the result of BVC index. The DEM, achieved by digitisation of topographic maps, allowed to realise perspective views, stereoscopic anaglyphs DEM - SPOT imagery and "toposatellitale" imagery. The integration of DEM and SPOT derivate data (BVC), enables to point out the regional structure of Jebilet, and locally pointed out a late tectonic effect. The new morphologic view and a geomorphologic model of Jebilet domain are presented in this paper.

**Spectral characteristics of soils and soil conditions in agricultural lands of the Saïs plateau**

**M. NAIMI**  
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, IAV, Rabat, Maroc.  
**P.C. ROBERT**  
University of Minnesota, Saint Paul, USA.

**RÉSUMÉ**

Des données spectroradiométriques ont été acquises pour caractériser les sols et leurs états de surface dans les terrains agricoles du plateau de Saïs. Les résultats ont montré que les différences de réflectance spectrale étaient insignifiantes pour discriminer les différents types de sols. Un comportement spectral similaire et une variation faible d'amplitude entre courbes spectrales des sols est saillant. En plus les facteurs intrinsèques du sol apparaissent être significatifs dans l'explication de la variabilité de la réflectance. Cependant, seuls les sables et les argiles, les carbonates, la CEC, les oxydes de fer et la matière organique peuvent être prédits. Les facteurs extrinsèques, comme l'état de labour, les résidus de cultures et la charge caillouteuse en surface ont influencé substantiellement la réflectance.

**ABSTRACT**

Spectroradiometric data were acquired to characterize soil and soil surface conditions in agricultural lands of the Saïs plateau. Results showed that spectral reflectance differences were insignificant to discriminate between soil types. Similar spectral behavior and low amplitude of soil curves were striking. Besides, soil intrinsic factors seemed meaningful in explaining reflectance variability. But only sand and clay, carbonates, CEC, iron oxides and organic matter could be predicted. Extrinsic factors, such as tillage, crop residues and stoniness influenced substantially the reflectance.

**Analysis of land use and simulation of soil erosion with GIS for the Semi-Arid region of Morocco**

**F. CHEN, E. T. KANEMASU and L. T. WEST**  
University of Georgia, USA.  
**F. RACHIDI**  
Ecole Nationale d'Agriculture, Meknès, Maroc.

**RÉSUMÉ**

Dans la plupart des cas la déforestation augmente l'érosion des sols. Des modèles permettant l'estimation des pertes en sols, tel que l'Equation Universelle de l'Erosion des Sols (USLE), ont été largement acceptés en tant qu'instrument efficace dans la planification des programmes de conservation de l'eau et des sols. L'application de tels modèles à grande échelle est limitée à cause de leur inhabilité à supporter de larges quantités de données qui décrivent l'hétérogénéité des systèmes naturels et le manque de fonctions graphiques qui pourraient montrer et analyser leurs résultats. Les systèmes d'Informations Géographiques (SIG) permettent de surmonter ces problèmes dans la simulation de l'érosion des sols en intégrant les SIG avec les modèles de pertes en sols. Dans cette étude, l'équation universelle modifiée des pertes en sol a été intégrée dans le SIG ARC/INFO. Ce modèle intégré a été utilisé pour simuler les pertes en sol pour un bassin versant de 1.000 km<sup>2</sup> de superficie situé dans la chaîne Rifaine du Nord du Maroc. Les résultats ont montré que l'utilisation des sols est très compliquée et a subi des changements remarquables. L'érosion du sol dans le bassin versant a été très sévère et presque un tiers de la superficie du bassin a un taux de pertes en sol supérieur à 60 tonnes par hectare et par an. La moyenne enregistrée, pour ce bassin, a été supérieure à 50 tonnes par hectare et par an. Cette moyenne a subi une légère augmentation entre 1966 et 1995.

**ABSTRACT**

In many cases, the deforestation increases soil erosion, and the lands converted from agricultural uses result from soil loss. Soil erosion models, such as the Universal Soil Loss Equation (USLE), have gained widespread acceptance as a cost-effective tool in soil and water conservation planning. The application of these models at large scales is limited because of their inability to handle large amounts of input data that describes the heterogeneity of natural systems, and lack of graphic display functions to display and analyze model result. Geographic information systems (GISs) provide techniques for overcoming the above problems in soil erosion simulation by integrating GISs with soil erosion models. In this study, a modified USLE was built within the ARC/INFO GIS. The integrated model was used to simulate soil erosion for a 1.000 km<sup>2</sup> watershed in the northwest mountain area of Morocco. The results showed that the land use was complicated and the change in land use was remarkable. Soil erosion in the watershed was severe and about one third area had the soil loss rate greater than 60 ton per hectare per year. The mean soil loss rate within the watershed was more than 50 ton per hectare per year, and was slightly increased from 1966 to 1995.



## **Remotely sensed classification of land use/cover by integrating GIS for the Oued Laou Watershed, Morocco**

**F. CHEN, E. T. KANEMASU and L. T. WEST**  
University of Georgia, USA.  
**F. RACHIDI**  
Ecole Nationale d'Agriculture, Meknès, Morocco.

### **RÉSUMÉ**

Une image SPOT multi-spectrale couvrant le Nord du Maroc a été utilisée pour la classification de l'occupation/l'utilisation du sol, en intégrant des informations issues d'un système d'information géographique (SIG) et de photos aériennes. Une classification supervisée, basée sur des méthodes statistiques, a été entreprise en s'aidant des signatures spectrales des différents types d'occupation. Ces signatures spectrales ont été sélectionnées en se basant sur des prospections de terrain, des photos aériennes et des données de SIG. Les données SIG et les différentes opérations spatiales entreprises ont été intégrées dans la classification afin d'améliorer la classification finale. Des données de système de positionnement satellitaire (GPS) ont aussi été utilisées afin de vérifier et de compléter les résultats de la classification en utilisant des programmes qui ont été développés pour cette fin. Ces programmes ont trois objectifs, notamment l'extraction des données à partir des SIG en se basant sur les vérités de terrain, l'intégration des données extraites dans le traitement de l'image et la combinaison des résultats des différents stades de classification dans la carte finale d'utilisation/d'occupation des terres.

### **ABSTRACT**

A Systeme Pour "l'Observation de la Terre" high resolution visible (SPOT HRV) image of a northern mountain area of Morocco was examined to classify land use by integration with multiple information from geographic information systems (GISs) and aerial photographs. The classes of land use/cover were extracted in different stages of classification and post-processing. A statistical-based classification was used as the basic classifier, and spectral signatures for the classification were selected through field surveys, aerial photographs, and GIS data. GIS data and spatial operations were integrated into the original classification to modify and improve the final classification. An iterative refinement was applied for the areas with mixed land use/cover. Global position system (GPS) data of field measurements were also used to check and modify classification results. Computer programs were developed to enhance image classification capability. These programs had three functions, including extraction of GIS data for classification from GIS layers based on field surveys, integration of these extracted GIS data into image processing, and combining results from different stages of classification into the final land use map.

**Relations entre la rétrodiffusion radar et certaines propriétés de surface du sol dans le Gharb**

**M. NAIMI, I. KERKEB**  
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, IAV, Rabat, Maroc.  
**M. MERDAS**  
Centre Royal de Télédétection Spatiale, CRTS, Rabat, Maroc.

**RÉSUMÉ**

Ce travail a pour objectif d'étudier les relations entre le coefficient de rétrodiffusion radar ERS-1  $\sigma^\circ$ , l'humidité du sol donnée par différentes expressions et la rugosité de surface pour deux occupations du sol dans la plaine du Gharb.

Les relations entre  $\sigma^\circ$ , l'humidité et la rugosité de surface du sol ont été étudiées en s'appuyant sur les modèles de régressions.

La régression simple entre  $\sigma^\circ$  et la teneur en eau était significative lorsque l'humidité a été exprimée comme une fraction de l'humidité à la capacité au champs pour les parcelles de canne à sucre, de sol nu et l'ensemble sol nu - tournesol. En effet le coefficient de détermination  $R^2$  est respectivement 0.60\*\*, 0.88\*\* et 0.85\*\*. Quand  $\sigma^\circ$  a été reliée aux paramètres de rugosité,  $R^2$  était 0.51\* pour les parcelles de canne à sucre et 0.61\* quand la variable  $1/S^2$  était utilisé. Le Coefficient de régression multiple  $R^2$  était 0.49\* pour les parcelles de canne à sucre et 0.73 pour le sol nu. L'utilisation des variables transformées a amélioré les relations.

**ABSTRACT**

This work aimed to study the relationships between ERS-1 radar backscattering coefficient  $\sigma^\circ$ , soil moisture content given by different expressions and surface roughness for two land uses in the Gharb plain.

Relationships between  $\sigma^\circ$  and soil surface moisture and roughness were studied using regression models. Simple regression between  $\sigma^\circ$  and moisture was significant when wetness was expressed as available water capacity fraction for sugarcane, bare soil and bare soil plus sunflower fields. In fact the coefficient of determination  $R^2$  was respectively 0.60\*\*, 0.88\*\* and 0.85\*\*. When  $\sigma^\circ$  was related to roughness parameters,  $R^2$  was 0.51\* for sugarcane fields, and 0.61\* when  $1/S^2$  variable was used. Multiple regressions  $R^2$  was 0.49\* for sugarcane fields and 0.73\* for bare soil. The use of transformed variables improved the relationship.





## **Evaluation de l'indice de la qualité des sols en zones irriguées : cas des Doukkala**

**M. RAHOU**

Université Mohammed V, Faculté des Sciences, Rabat, Maroc.

**B. SOUDI**

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.

**D. EL HADANI**

Centre Royal de Télédétection Spatiale, CRTS, Rabat, Maroc.

**M. BENZAKOUR**

Université Mohammed V, Faculté des Sciences, Rabat, Maroc.

### **RÉSUMÉ**

L'intensification et la non rationalisation des pratiques agricoles sont à l'origine de nombreux processus de dégradation de la qualité des sols qui risquent de limiter, de manière significative, leur productivité. Les processus de dégradation les plus communs dans ces zones sont : la salinisation, la sodification, l'appauvrissement en matière organique, la compaction et la détérioration de la stabilité structurale. La présente étude a concerné le diagnostic de l'état de la qualité des sols des Doukkala. L'approche adoptée consiste en l'évaluation de l'indice de la Qualité Inhérente du Sol (QIS) qui classe les sols en fonction de quatre éléments déterminant leur aptitude à la production végétale : l'infiltration du sol, la rétention des éléments nutritifs, l'environnement physique des racines et l'environnement chimique des racines. La superposition thématique de ces paramètres du QIS dans un Système d'Information Géographique (SIG) nous a permis de déterminer plusieurs classes de qualité des sols selon le risque de dégradation et selon les besoins de surveillance et de réhabilitation, tout en permettant des comparaisons inter-régionales.

### **ABSTRACT**

Intensive cropping and irrational land management techniques released some degrading processes of soil quality, which strongly limit their productivity. The present study concerns the diagnosis of the soil quality in the Doukkala area by assessing the index of Inherent Soil Quality (ISQ). This index determines the ability of soils to produce crops by ranking soils according to 4 parameters : infiltration, nutrient retention, physical environment of roots and chemical environment of roots. Using thematic superposition of these parameters in a GIS permitted us to delineate soil quality classes according to the risk of degradation and thus determine their requirement in terms of monitoring and rehabilitation.