

SOMMAIRE

Intégration des données d'observation de la terre dans une approche probabiliste pour la prospection des eaux souterraines dans la boutonnière d'Ighrem (Anti-Atlas, Maroc).

A. Er Raji, D. El Hadani, A. Tajdi, S. Sefiani, A. Qaimi

Modélisation des apports et gestion des barrages du bassin de Souss-Massa (Maroc)

L. Dolcine, C. Prével, A. Erraji, El-Menaoui, A. Brahm

Application of Multi-Temporal MERIS-FR and ASAR-WS data for large scale vegetation monitoring in the west African Sahel zone

R. Leiterer, J. Reiche, C. Thiel, C. Schmullius, A.K. Dodo

Modélisation probabiliste de la susceptibilité aux mouvements de terrain par la théorie de l'évidence. Cas du contexte complexe du Rif Marocain.

H. Ezzine, F. EL Merrouni, M. Mansour

Utilisation du système d'information géographique pour l'évaluation des pertes en terre potentielles dans le bassin versant de l'oued Tanoubert affluent rive droite du BouRegreg

S. El Ouellani, J. Chao, B. El Mansouri, M. Sabir

Changes in the Lebanese Shoreline between 1962 and 2003

G. Faour, E. Abi Rizk

L'imagerie spatiale Landsat comme support d'aide à la détection des changements dans la région de Tafilalet (sud-est du Maroc)

C. Al Echcheikh El Alaoui, D. Ouazar, S. Bouhlassa, R. El Bayad.

Intégration des données d'observation de la terre dans une approche probabiliste pour la prospection des eaux souterraines dans la boutonnière d'Ighrem (Anti-Atlas, Maroc).

A. Er Raji*, D. El Hadani*, A. Tajdi, S. Sefiani*, A. Qaimi*****

*Centre Royal de Télédétection Spatiale, Rabat (Maroc)

**Université de Abou Chouaib Doukkali, El Jadida (Maroc)

***Agence du Bassin Hydraulique du Souss-Massa, Agadir (Maroc)

RÉSUMÉ

La région d'étude a un système aquifère discontinu bien marqué par la rareté des ressources en eaux souterraines et la faiblesse des apports superficiels. Cette région, qui appartient à l'Anti-Atlas segment de la chaîne panafricaine, est tectoniquement polyphasée et à grande variété lithologique ce qui rend plus complexe la caractérisation de son contexte hydrogéologique. Les travaux réalisés dans le cadre de cette étude se sont basés sur l'apport combiné des images satellites multi capteurs (optique et radar), des documents cartographiques existants et des données de terrain afin de contribuer au dégagement de nouvelles ressources en eau souterraines. L'utilisation de ces données a permis d'apporter des informations plus précises au niveau de la cartographie des structures linéamentaires, la cartographie des formations lithologiques et mieux caractériser le contexte hydrogéologique de la zone. L'imagerie radar a été utilisée particulièrement pour la cartographie des zones favorables à la recharge des eaux souterraines. L'intégration de ces informations dans une approche méthodologique quantitative dite « Weight of Evidence : la pondération des données », qui se base sur la combinaison de l'évidence pour la confirmation d'une hypothèse, a été faite à la base des indicateurs clefs de la caractérisation du contexte hydrogéologique pour la prospection des eaux souterraines : la géologie, la géomorphologie, l'hydrologie et le potentiel de recharge. Ceci nous a permis d'identifier et de localiser les zones présentant un fort potentiel aquifère. Ces zones serviront à mieux orienter les travaux de prospections géophysiques pour l'implantation de points de captage d'eau en vue d'alimenter les agglomérations rurales et urbaines de cette région.

ABSTRACT

Ighrem region is facing a critical situation with regards to potable water resources sustainability. This region has a discontinuous aquifer system and weak surface water contributions because of its arid climate. This area belongs to the Anti-Atlas Mountains considered as part of the Panafrican chain with complex and intensive deformations and a large lithological variability; which makes more difficult the characterization of its hydrogeologic context. This paper aims at emphasizing the integration of multi-sensors earth observation data, the existing data and the field truth in order to contribute to the groundwater prospecting process. This allows us to produce detailed information from lineament and lithological mapping in order to better characterize the aquifer system. In particular, radar imagery had been used for mapping zones with high recharge potential. On the other hand, the integration of these information in a quantitative approach known as Weight of Evidence Modelling for combining evidence in support of a hypothesis. This method has been used based on key hydrogeologic predictors for groundwater prospecting: geology, geomorphology, hydrology and recharge potential. This enabled us to identify and locate the zones presenting high aquifer potentials. These zones are supposed to guide geophysical prospecting to better refine the location of productive drilling in the future.

Modélisation des apports et gestion des barrages du bassin de Souss-Massa (Maroc)**L. Dolcine *, C. Prévil **, A. Erraji ***, El-Menaoui****, A. Brahm***

*Info-Electronics Systems (IES), Canada.

**Département de Géographie, Université du Québec à Montréal (UQAM), Canada.

***Centre Royal de Télédétection Spatiale (CRTS), Maroc

****Agence du Bassin Hydraulique du Souss-Massa (ABHSM), Maroc.

RÉSUMÉ

Ce papier présente une application dédiée à la modélisation des apports des réservoirs et la gestion des barrages localisés dans le bassin du Souss-Massa (Maroc). Cette application constitue l'une des réalisations insérées dans le système intégré d'aide à la décision (SIAD_TIGERS) réalisé pour accompagner l'Agence (de gestion) du Bassin hydraulique du Souss-Massa (ABHSM). Le Souss-Massa connaît depuis ces dernières décennies un développement très important de ses activités économiques et une évolution rapide de l'habitat. Ces multiples développements s'accompagnent d'une forte pression sur les ressources en eau. Le bassin du Souss-Massa est le site de huit importants barrages permettant un stockage total supérieur à 450 Mm³. Actuellement, pour réaliser les bilans globaux, évaluer les pertes (par évaporation ou par infiltration) et estimer les volumes des lâchers d'eau, l'ABHSM effectue des bilans périodiques des réservoirs, à partir des mesures de niveau d'eau dans le barrage. Ainsi, l'apport est déduit comme un sous-produit du bilan du réservoir.

Dans cet article, nous proposons une approche progressive qui peut s'inscrire dans le cadre d'une planification proactive pour la gestion et le suivi des réservoirs. Il consiste à modéliser les apports en utilisant un modèle hydrologique pluie-débit couplé à un modèle de simulation de réservoir; les zones d'inondation et la prévision des crues sont réalisées en couplant le modèle hydrologique à un modèle de simulation hydraulique, le tout intégré au sein de la plate-forme SIAD_TIGERS. Plusieurs modèles hydrologiques ont été analysés selon un ensemble de critères déterminés par les contraintes de gestion et les besoins de l'ABHSM (échelle spatio-temporelle, processus modélisés, coût, interface utilisateur etc.). Le modèle de gestion de réservoir du groupe HEC a été retenu en fonction de sa bonne performance, de sa capacité à répondre aux besoins de l'ABHSM et de son intégration avec le modèle pluie-débit d'estimation des apports. Le modèle de réservoir simule exactement la hauteur et le volume d'eau dans le réservoir en tenant compte des apports, des pertes et des lâchers d'eau. Le modèle permet de simuler différents scénarios (pessimiste, conservateur, optimiste, et variantes) et d'établir des priorités dans les besoins à satisfaire. Ce projet a été réalisé grâce à une subvention paritaire de l'Agence Spatiale du Canada (ASC).



ABSTRACT

This paper presents an application dedicated to the modeling of reservoir inflow and management of reservoirs in the Souss-Massa basin in Morocco. This application is included in the integrated decision support system (SIAD_TIGERS) developed for the needs of the Souss-Massa Hydraulic Basin Agency (ABHSM). The Souss-Massa has experienced over the last twenty years a very important development of its economic activities and rapid change of the habitat. These multiple developments have a direct impact and increase the pressure on the already scarce water resources. The watershed is the site of eight major dams for a storage capacity of more than 450 Mm³. Presently, to assess the global budget, the loss (through evaporation and seepage) and the release of water (for drinking water and agriculture), ABHSM conducts periodic (daily, monthly and yearly) reservoirs budget, from measurements of water level in the pool. Thus, the reservoir inflow is deducted as a byproduct of the reservoir balance. The approach proposed in this paper is progressive and is part of a proactive planning for the management and monitoring of the reservoirs water storage. This approach models the flow using a hydrological rainfall-runoff model coupling with a reservoir simulation model; the flood mapping is done by coupling the hydrologic model with a hydraulic simulation model integrated in the SIAD_TIGERS.

Several hydrological models were analyzed according to a set of criteria determined by the constraints of the project and the requirements of the Agency (spatial and temporal scale, process modeled, cost, user interface and so on.). The reservoir management model has been selected on the basis of its good performance, its ability to meet the requirements of the ABHSM and its integration with the rainfall-runoff model for estimation of the reservoir inflow. The reservoir model simulates exactly the elevation and storage estimated in the reservoir in the same conditions of inflow, losses and water releases. The model can simulate different scenarios (pessimistic, conservative, optimistic, and variations) and to prioritize the conflicting water needs. This project was made possible through a grant from the Canada Space Agency (CSA).

Application of multi-temporal MERIS-FR and ASAR-WS data for large scale vegetation monitoring in the West African Sahel zone**R. Leiterer*, J. Reiche*, C. Thiel*, C. Schmullius*, A. K. Dodo****

* Friedrich-Schiller-University Jena, Institute of Geography, Germany.

** OSS, Tunisia.

RÉSUMÉ

Cet article présente les résultats du projet AQUIFER qui consiste à appliquer une approche basée sur la télédétection spatiale pour la surveillance régionale de la végétation dans le Sahel. La présente étude, met l'accent sur la surveillance de la végétation sur des parties du Niger, Nigeria et Mali, trois pays qui se partagent le même système aquifère. Ce système aquifère est affecté par de la surexploitation en continue, la dégradation de la qualité de l'eau, la pollution anthropique, associés à la dégradation des sols, et aux impacts de la variabilité et des changements climatiques. Les spécificités des types de végétation dans ces régions arides sont de bons indicateurs pour les modifications de l'environnement. Dans de nombreuses régions du Sahel, il n'existe pas de relevés terrains en continues et disponibles pour permettre l'évaluation de l'extension de la végétation. Les Données d'observation de la Terre constituent la seule approche pour détecter et analyser les changements à long terme. A cet effet, cette étude démontre la performance et l'adéquation des données MERIS-FR d'ENVISAT et ASAR-WS.

L'application des possibilités du radar pour détecter la teneur en eau et celles des données optiques pour la surveillance de l'état phénologique de la végétation est démontrée. Les cartes de classification des sols au niveau de quatre différents points et correspondant à une même période de croissance ont été générées en utilisant une règle de classification orientée objet. En outre, les changements entre les quatre différentes dates, ainsi que la dynamique de la végétation saisonnière ont été analysés.

ABSTRACT

This paper presents results achieved within the AQUIFER project from applying a remote sensing approach for regional scale vegetation monitoring in the Sahel. The present study is focussing on vegetation monitoring over parts of Niger, Nigeria and Mali, three countries sharing the common Iullemeden Aquifer System. This Aquifer system is affected by progressive over-extraction, water quality degradation, human induced pollution, associated with soil degradation, and the impacts of variability and climatic change. The specific vegetation types in these arid regions are good indicators for environmental changes. In many parts of the Sahel there are no continuous ground truth measurements available to allow statements about the extension of vegetation. Earth Observation data may provide the only approach to detect and analyse long-term changes. This study demonstrates the performance and suitability of ENVISAT MERIS-FR and ASAR-WS data for this purpose. The application of radar capabilities to detect the moisture content and optical information for the phenological state monitoring of the vegetation is demonstrated. Land cover classification maps of four different points within one growth period were generated using a rule based (object oriented) classification approach. Additionally, the changes between the four different dates as well as the seasonal vegetation dynamics were analysed.

Modélisation probabiliste de la susceptibilité aux mouvements de terrain par la théorie de l'évidence. Cas du contexte complexe du Rif Marocain.**H. Ezzine*, F. El Merrouni**, M. Mansour*****

*Centre Royal de Télédétection Spatiale, Rabat

**Faculté des sciences, Agdal, Rabat.

***Institut Nationale d'Aménagement et d'Urbanisme, Rabat

RÉSUMÉ

La présente étude a comme principal objectif la mise en place d'une approche objective et reproductible pour l'évaluation des mouvements de terrain dans le contexte marocain. La théorie de l'évidence qui est une méthode probabiliste bivariée, basée sur les règles de Bayes a été entreprise au niveau du Rif, à l'échelle de deux cartes au 1/50 000, la carte de Beni Hassen et celle de Talambout. Cette approche a porté sur le calcul de la probabilité d'occurrence spatiale de quatre types de mouvements de terrain, en se basant sur la notion de probabilité a priori et de probabilité a posteriori, et en considérant chaque type de mouvement de terrain comme variable à modéliser et chaque facteur causatif comme variable prédictive.

L'information relative à ces deux types de variables a été dérivée essentiellement des données d'observation de la terre et des documents cartographiques disponibles. A cet effet, une image SPOT 5 à 2.5 m de résolution spatiale a été orthorectifiée et a été utilisée à trois niveaux : pour la cartographie des mouvements de terrain, pour la production de la carte d'occupation du sol ; et pour l'amélioration de la carte des failles, drivées initialement des cartes géologiques. Ces données ont été intégrés dans un SIG avec d'autres paramètres issus des cartes géologiques (faciès, épaisseur), des cartes topographiques (gradients de pentes, expositions des versants, réseau hydrographique), des stations de mesures climatiques (précipitations) et des enregistrement sismiques (magnitude). Cette phase de préparation de données a été enchaînée par l'évaluation de l'indépendance conditionnelle des facteurs causatifs par rapport aux mouvements de terrain survenus dans la zone, à travers le test chi-carré χ^2 . Les facteurs conditionnellement indépendants ont servi aux calculs des poids positifs et négatifs (W^+ et W^-), de leurs contrastes (C) et des probabilités d'occurrence pour chaque type de mouvement de terrain. La dernière partie de ce travail a été consacrée à la validation des résultats obtenus par l'analyse de la courbe prédictive des mouvements de terrain. Les cartes de susceptibilité aux effondrements, aux glissements, aux coulées boueuses et aux éboulements ont été combinées pour produire une carte synthétique. L'analyse de ces produits cartographiques a révélé une dominance relative des zones à forte susceptibilité aux mouvements de terrain de type glissements et de type éboulements. L'évaluation des documents cartographiques produits par rapports aux données historiques a été très satisfaisante.

ABSTRACT

The study aims to set up an objective and a reproducible approach for landslide assessment in the Rif Mountains, in Morocco. Weight-of-evidence, which is a probabilistic and bivariate approach based on Bayesian probability, has been carried out at Beni Hassen and Talambot maps at scale of 1:50000. It is based on: (i) the cartography and the characterization of four landslides types, considered as modelling variables; and causatives factors, considered as predicted variables. SPOT5 image at spatial resolution of 2.5 m has been used at three levels : to map landslides occurred in the study area (combined to available aerial photography and technical reports), to produce Land use map and to improve the faults coverage extracted initially from geological maps. The derived data were integrated to a GIS with others parameters, derived from geological maps (lithological, thickness), topographical maps (slop gradient, aspect, hydrological network), precipitations and seismic data. (ii) The evaluation of the assumption of conditional independence of causatives factors in relation to landslides in the region, through χ^2 -test. (iii) The calculation of positive and negative weights and there contrast for each causatives factors, and weight of evidence modelling of four landslides types. (iv) The results validation using predictive curve. The results are four maps of landslides susceptibility, which were combined on one synthetic map. The analysis of these maps indicates the relative importance of landslides and rock fall. The evaluation of the maps using field data shows a good satisfaction.

Utilisation du système d'information géographique pour l'évaluation des pertes en terre potentielles dans le bassin versant de l'oued Tanoubert affluent rive droite du BouRegreg

S. El Ouellani*, J. Chao*, B. El Mansouri*, M. Sabir**

*Faculté des sciences, Kénitra

**Ecole Nationale Forestière des Ingénieurs, Salé

RÉSUMÉ

L'érosion hydrique des sols résulte de l'interaction de nombreux paramètres dont certains, sont variables dans le temps comme les précipitations et le couvert végétal, et d'autres, comme les caractéristiques des sols et la topographie sont plus au moins statiques dans le temps. Dans un souci de protéger le milieu naturel et l'infrastructure hydraulique à l'aval dont le Barrage Sidi Mohamed Ben Abdallah, la présente étude a pour objectif principal l'évaluation des pertes en sol au niveau du bassin-versant de l'Oued Tanoubert (Province de Khmisset, Maroc).

Ainsi pour modéliser les phénomènes de dégradation des terres et déterminer les zones les plus vulnérables à l'érosion, il a été fait appel à un Système d'information géographique (SIG) en tant qu'outil d'analyse et modélisation spatiale qui aide à la décision. Le modèle utilisé est celui développé par Fournier et amélioré par les services de conservation des eaux et des sols de la FAO. Ce modèle intègre quatre facteurs : l'érodibilité des sols, la pente, l'érosivité des pluies et l'occupation du sol. En outre Le SIG nous a servi d'outil, pour élaborer une base de données géospatiales géoréférencées, dériver de nouvelles données au moyen de l'analyse et la modélisation spatiale. Le résultat est de produire une carte des pertes en terre potentielles et localiser les zones les plus menacées nécessitant la mise en œuvre d'un plan d'aménagement et conservation adéquat.

ABSTRACT

The water erosion results from the interaction of many parameters, some of them are variable in time such as precipitation and vegetation cover, and others, such as soil characteristics and topography are more or less static in time. In order to protect the natural environment and water infrastructure of Sidi Mohamed Ben Abdallah dam, this study's main objective is the assessment of soil loss within the catchment area of Oued Tanoubert (Province of Khmisset, Morocco).

So to model the phenomena of land degradation and to identify areas the most vulnerable to erosion, we have used a Geographic Information System (GIS) as a tool for spatial analysis and modeling to make the decision. The model used was developed by Fournier improved by the conservation of water and soil from FAO services. This model incorporates four factors: soil erodibility, slope, rain erositivity and land. In addition, the GIS was used as a tool to develop geospatial and georeferenced database, to process new data through analysis and spatial modeling. The result is to provide a map of soil loss potential, and locates areas with great risk and requiring the implementation of an adequate plan of development and conservation.

Changes in the Lebanese Shoreline between 1962 and 2003**G. Faour*, E. Abi Rizk****

*National Council for Scientific Research, Lebanon

**Remote Sensing Center, Beirut, Lebanon

RÉSUMÉ

L'évolution du trait de côte libanais entre 1962 et 2003 a été traitée par l'analyse diachronique des photographies aériennes, des images satellitaires prises dans cette période et d'une carte topographique. La méthode utilisée repose sur les corrections géométriques des différentes données rasters afin de pouvoir numériser le trait de côte par photo-interprétation. Cette recherche permet une comparaison précise de la position du trait de côte d'un document à l'autre au fil des quarante dernières années. Néanmoins, comme toute méthode, elle comporte inévitablement certains risques d'erreurs notamment lors des corrections des rasters. Ces risques sont analysés et quantifiés de manière à définir une marge d'erreur (± 12 mètres). Cette démarche nous a conduit à une interprétation des résultats. Ces derniers montrent d'importantes variations de la position du trait de côte lors des quarante dernières années : 41 % du trait de côte libanais est artificialisé, 45 % des plages sableuses sont en cours de dégradation. D'où l'importance d'une telle étude des risques.

ABSTRACT

Diachronic analysis of aerial photographs and satellite images taken between 1962 and 2003 in addition to the topographic map of 1963 were processed to assess the changes occurring throughout the Lebanese seashore. The used methodology is based on geometric corrections of aerial photographs and satellite images in order to digitize the Lebanese shoreline by photo-interpretation. This study illustrates the changes in the seashore throughout the last 40 years. Some errors may have occurred especially when undergoing raster corrections; however these errors were analyzed and quantified in order to determine a margin of error of around ± 12 meters. This methodology showed important variations along the coastline over the last forty years : 41 % of the shoreline is artificially made and 45 % of the sandy beaches are being degraded.

L'imagerie spatiale Landsat comme support d'aide à la détection des changements dans la région de Tafilalet (sud- est du Maroc)

C. AL ECHCHEIKH EL ALAOUI*, D. OUAZAR, S. BOUHLASSA*, R. EL BAYAD**.**

* Laboratoire de Radiochimie, département de Chimie, Faculté des sciences, Rabat-Agdal, Maroc

** Laboratoire d'analyse des systèmes Hydrauliques, Ecole Mohammadia d'Ingénieurs, Rabat, Maroc.

RÉSUMÉ

Les oasis du sud du Maroc en général et celle de Tafilalet en particulier font l'objet d'une double contrainte anthropique et climatique perceptible sur l'état de l'occupation du sol dans cette région sèche. Les exemples des différents changements de la surface de l'eau au niveau du barrage Hassan Dakhil, du déplacement des barkhanes au niveau de Hannabou, les extensions agricoles au niveau de Taltfraout ou le sur pompage au niveau de Bour El khourbate, illustrent bien cette situation. Les données de la télédétection nous ont permis d'analyser le changement de l'occupation du sol entre 1972 et 2001. Pour ce faire nous avons adopté une méthode d'analyse basée sur l'exploitation des images satellites MSS de 1972, TM de 1987 et ETM+ de 2001.

A l'aide des techniques de traitement des images satellitaires, calcul d'indices, superposition d'images et analyse de changements, couplées aux relevés de terrains, nous avons pu mettre en exergue un certain nombre de problèmes qui permettront aux décideurs de mettre au point des stratégies pour un développement durable dans la région. Les résultats montrent que malgré la contrainte climatique sur les extensions agricoles gagne du train, les pompages excessifs entraînent la baisse du niveau piézométrique des nappes, l'ensablement se fait de plus en plus menaçant.

ABSTRACT

The Oasis of southern Morocco in general and those of Tafilalet in particular are subject to anthropic and climatic constraints perceivable on the state of Land-use/Land-cover (LULC) in this dry area. The examples of the various changes of water surface in Hassan Dakhil dam, as well as the movements of dunes (Barkhanes) in Hannabou, and the farming extensions in Taltfraout or the overumping in Bour El khorbat are a good illustration of this situation.

The data provided by remote sensing have permitted to analyse the LULC between 1972 and 2001 .We have adopted an analysis method which is based on the exploitation of satellites Landsat MSS(1972),Landsat TM (1987), and Landsat (2001). Through procecing techniques of satellite images, of vegetation indices,image compositing superposition and change analysis, coupled with field measurements, a variety of problems thave been put forward to enable decision makers to develop strategies for sustainable development of the region. The results show that in spite of the climatic constraints on water availability, farming is gaining more space, and excessive pumping is leading to a decline of the level of the water table while sand movement is becoming more and more threatening.